



© Parlamentsdirektion/Christian Hikade

Foresight und Technikfolgenabschätzung: Monitoring von Zukunftsthemen für das Österreichische Parlament

Berichtsversion: November 2022

Foresight und Technikfolgenabschätzung: Monitoring von Zukunftsthemen für das Österreichische Parlament

Berichtsversion: November 2022

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 /ITA)
Matthias Weber [MW] (Projektleitung /AIT)
Dennis Appelt [DA] /ITA
Eva Buchinger [EB] /AIT
Leo Capari [LC] /ITA
Evgeniia Filippova [EF] /AIT
Niklas Gudowsky-Blatakes [NG] /ITA
Barbara Heller-Schuh [BHS] /AIT
Manuela Kienegger [MK] /AIT
Klaus Kubeczko [KK] /AIT
Wenzel Mehnert [WM] /AIT
Michael Ornetzeder [MO] /ITA
Walter Peissl [WP] /ITA
Petra Schaper-Rinkel [PSR] /AIT
Anna Wang [AW] /AIT
Dana Wasserbacher [DW] /AIT

Bericht im Auftrag des Österreichischen Parlaments
Wien, 11/2022

IMPRESSUM

Medieninhaber:

Österreichische Akademie der Wissenschaften
Juristische Person öffentlichen Rechts (BGBl 569/1921 idF BGBl I 31/2018)
Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, A-1010 Wien

Herausgeber:

Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA)
Bäckerstraße 13, A-1010 Wien
www.oeaw.ac.at/ita

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

Die ITA- und AIT-Projektberichte erscheinen unregelmäßig und dienen der Veröffentlichung von Forschungsergebnisse. Die ITA-Berichte werden über das Internetportal „epub.oeaw“ der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt:

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

Die AIT-Berichte werden über die Website ait.ac.at der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt:
ait.ac.at/ueber-das-ait/center/center-for-innovation-systems-policy/policy-advice-reports/

Projektbericht Nr.: ITA-AIT-19

ISSN: 1819-1320

ISSN-online: 1818-6556

epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-19.pdf

parlament.gv.at/fachinfos/rlw/zukunftsthemen

© 2022 ITA-AIT – Alle Rechte vorbehalten

Thematische Zusammenfassung

Das bislang über fünfeinhalb Jahre laufende halbjährliche Monitoring von Zukunftsthemen für das Österreichische Parlament kommt Ende 2022 zum vorläufigen Abschluss. Aus diesem Anlass werden alle 140 zwischen 2017 und 2022 erstellten und laufend aktualisierten Themen an dieser Stelle überblicksartig zusammengefasst. Gegliedert ist diese thematische Zusammenfassung entsprechend den acht Clustern der parlamentarischen Arbeit.

In der folgenden Graphik werden alle 140 Themen gemeinsam dargestellt und den oben genannten Clustern zugeordnet sowie deren thematische Verknüpfungen auch zu anderen Clustern (sprich: politischen Themenfeldern) dargestellt.

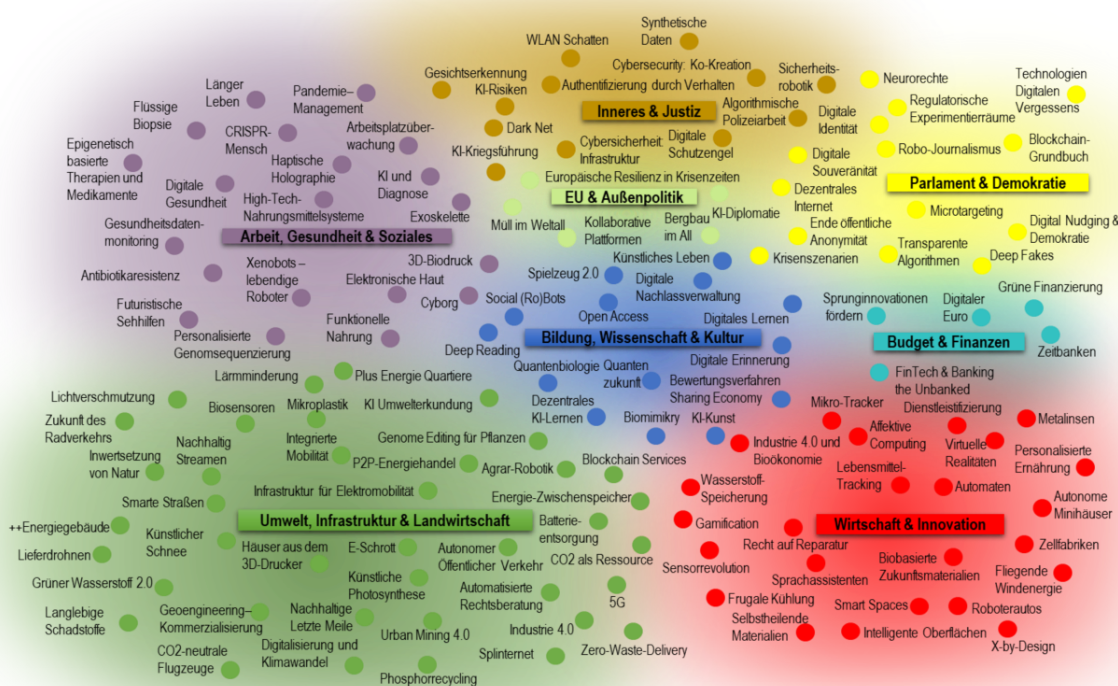


Abbildung: 140 sozio-technische Entwicklungen mit Relevanz für Österreich und das Parlament

Parlament und Demokratie

*Schattenseiten der
Digitalisierung stehen
im Vordergrund*

*Zukünftige
Funktionalität und
Sicherheit digitaler
Infrastrukturen*

*Automatisierung von
Kreativprozessen und
Verbreitung von
Falschinformation*

*Neue Möglichkeiten der
Antizipation und
Evaluierung*

*Gläserner Mensch und
Recht auf Vergessen?*

*Individuelle Rechte,
Experimentierräume
und transparente
Governance*

Zukunftsthemen und aufkommende gesellschaftliche Technologien, die für das Österreichische Parlament im Speziellen und die österreichische Demokratie im Allgemeinen von besonderer Relevanz sind, kreisen vor allem um die Schattenseiten der Digitalisierung. Diese werfen zentrale Fragen um die **digitale Identität** der österreichischen BürgerInnen, aber auch um die Möglichkeiten für **staatliche Souveränität** im digitalen Zeitalter auf. Mit diesen Fragen in Zusammenhang stehen ebenso zentrale Herausforderungen, die sich auf die zukünftige Funktionalität und Sicherheit digitaler Infrastrukturen stellen, z. B. in Hinblick auf mögliche neuartige **Digitalisierungsformen des Grundbuchs** oder fundamentale Neuorganisationen des Internets (siehe **Dezentrales Internet**). Zu diesen technischen Fragen kommen gesellschaftliche Aspekte hinzu, wenn bspw. anhand von **Robojournalismus** Kreativprozesse automatisiert werden oder über neu entstandene Kommunikationswege Falschinformation und nahezu perfekte Fälschungen (z. B. von Videos oder Bildern), sog. **Deep Fakes**, verbreitet werden. Neue Gesellschaftstechnologien, wie **Digitales Nudging** oder **Micro-Targeting**, werfen Fragen der Zulässigkeit politischer Manipulation und der Nachteile gezielter Individualisierung auf. Ähnliches gilt für **Bewertungsplattformen**, die in einer gesellschaftlichen Grauzone agieren und anhand von Online-Ratings unsere Handlungsentscheidungen beeinflussen.

Grundlage all dieser Entwicklung sind unsere Daten. Daher stellt sich die Frage, wie Digitalisierung nachhaltig so gestaltet werden kann, dass sie die Anonymität als wesentliche Grundlage unserer Demokratie ermöglicht (siehe **Digitalisierung und Anonymität**). Wichtig ist hier auch die Frage nach den Möglichkeiten, ein **Recht auf Vergessen** im digitalen Raum zu garantieren. Erschwerend zu den fehlenden Antworten auf diese Fragen kommt hinzu, dass mögliche Zukünfte immer öfter als dystopische Welten imaginiert werden und die Dominanz von **Krisenszenarien** positiven Utopien individueller und kollektiver Autonomie entgegensteht. Die Notwendigkeit für Transparenz, ethische Bewertungskriterien und demokratische Kontrolle von **Algorithmen**, um algorithmische Diskriminierung zu verhindern, liegt auf der Hand. Neu ist, dass staatliche Maßnahmen über regulatorische Schritte hinausgehen: In **Reallaboren** sollen Innovationsprozesse durch die temporäre Aufhebung von hindernden gesetzlichen Bestimmungen beschleunigt und experimentell erprobt werden. Beispiele für innovative Gesetzgebungsvorhaben finden sich auch außerhalb Europas: Chile zeigt vor, wie ein starker **Schutz der eigenen neuronalen Daten** auf Verfassungsniveau gesetzlich verankert werden könnte.

Arbeit, Gesundheit und Soziales

Die Beschaffenheit des Menschen – Körper, Geist, Seele sowie Gesundheit, Veränderungen im Lebensalter, Können und Unvermögen – beschäftigt die Menschen schon lange. Träume und Zukunftshoffnungen bauten oft darauf auf, eigene Fähigkeiten zu verstärken, neue zu erwerben oder dazu beizutragen, dass es der eigene Nachwuchs diesbezüglich besser haben sollte. Vor allem in der westlichen Medizin erhielt sich in der Neuzeit über lange Zeit das Verständnis des Menschen als Maschine, die man reparieren könnte, was Aufgabe der Medizin sei. Auch wenn heute unbestritten ist, dass dem menschlichen Leben und dem „Funktionieren“ des Körpers sehr komplexe Prozesse zugrunde liegen, von denen wir nur sehr wenige ausreichend gut verstehen, um mit überschaubaren Risiken einzugreifen, beflügelt die technologische Entwicklung den Traum von der Verbesserung des Menschen und dem Ausgleichen seiner Grenzen, die bisweilen als Unzulänglichkeiten wahrgenommen werden. Dazu gibt es in vielen Bereichen den Wunsch, verlorene Fähigkeiten (Sehkraft, Gehör usw.) durch technische Hilfen wiederzuerlangen. Die Prothesen wären technisch auch in der Lage, darüberhinausgehende Verbesserungen zu bieten, so dass bspw. mehr gesehen werden könnte als zuvor mit gesunden menschlichen Augen. Der z. B. von TranshumanistInnen gewünschte nächste Schritt wäre der nicht-kurative Einsatz dieser technischen Hilfen, um die Fähigkeiten eines Menschen mittels Implantaten gezielt zu erweitern (siehe [Cyborg](#), [Futuristische Sehhilfen](#), [CRISPR-Mensch](#) oder [Exoskelette](#)).

Nach der Digitalisierung vieler Prozesse im Gesundheitswesen (siehe [Digitale Gesundheitsanwendungen](#)) scheint der Einsatz von künstlicher Intelligenz als naheliegender nächster Schritt. KI-Systeme könnten nicht nur weitere Effizienzgewinne schaffen, sondern in bestimmten Bereichen bspw. auch genauer diagnostizieren, als es erfahrenen Ärztinnen und Ärzten möglich ist (siehe [KI-Diagnose](#)). Trotz des damit verbundenen Nutzens für Personal und PatientInnen ergeben sich eine Reihe ungelöster Fragen, denen sich die Gesellschaft stellen sollte, da sonst Akteure mit vorwiegend wirtschaftlichen Interessen, in Abwesenheit von regulativen Vorgaben, Fakten schaffen können, die möglicherweise den gesellschaftlichen Vorstellungen über eine wünschenswerte Zukunft entgegenstehen.

Ein anderer Trend wird ebenfalls durch die Digitalisierung beflügelt: Prävention. Vor allem im Arbeits- und Gesundheitsumfeld setzt sich immer mehr der Gedanke durch, dass es besser wäre, Gesundheitsschäden durch Prävention zu vermeiden als diese nachträglich zu kurieren. Das würde auch helfen, Kosten zu sparen. Allerdings stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, wie weit man in die persönliche Lebensführung eingreifen kann, darf oder soll (siehe [Digital Nudging & Demokratie](#)).

Die Basis dafür bildet die Erfassung individueller und aggregierter Gesundheitsdaten, die in den kommenden Jahren rasant ansteigen wird (siehe auch [Datengetriebene Medizin](#)). Das Erfassen individueller Gesundheitsdaten stellt aus heutiger Sicht ein kaum zu beherrschendes Datenschutz-

*Kann der Mensch
seine eigenen Grenzen
neu definieren?*

*Künstliche Intelligenz
im Gesundheitswesen*

*Prophylaxe und
Prävention statt
kurativer Maßnahmen*

*Eine gesündere
Bevölkerung oder
ein Ansteigen der
Diskriminierung?*

problem dar (siehe [Gesundheitsdatenmonitoring](#)). Das Sammeln aggregierter Gesundheitsdaten ist vor allem deshalb beachtenswert, weil neben allen erwarteten positiven Effekten für die Gesundheit aller BewohnerInnen einer beobachteten Region ein Ungleichgewicht entsteht, das zu Diskriminierung einzelner Bevölkerungsschichten und -gruppen führen kann (siehe [Flüssige Biopsie](#)).

*Chancen durch neue
Therapieansätze*

Die Forschung an neuen Therapieformen verspricht sehr viel, von bisher nicht erwartbaren Heilungschancen bis hin zu Antworten auf große, unge löste Probleme (siehe [Antibiotikaresistenz](#)) und letztlich – bei Erfolg – große wirtschaftliche Erfolge. Hier ist es vor allem wichtig, den richtigen Moment für den gestaltenden Effekt von Regulierung zu erkennen und durch begleitende Forschung zu sehen, welche Versprechen eingelöst werden können, und wo eventuell gesellschaftlich nachteilige Entwicklungen zu erwarten sind.

Bildung, Wissenschaft und Kultur

*Digitalisierung
zieht sich durch alle
Lebensbereiche und
schafft viele Chancen,
aber auch
Herausforderungen*

In den Bereichen Bildung, Wissenschaft und Kultur ist die Digitalisierung vorherrschendes Thema, das sich durch alle Lebensbereiche zieht. Digitales verändert zunehmend die Art und Weise, wie wir lernen (siehe [Digitales Lernen](#)), lesen (siehe [Digitales Lesen](#)), spielen (siehe [Spielzeug 2.0](#)), uns kreativ ausdrücken (siehe [KI-Kunst](#)), lieben (siehe [Social \(Ro-\)Bots](#)), uns erinnern (siehe [Digitale Erinnerung](#)) und trauern (siehe [Sterben 2.0](#)). Dabei ergeben sich neue Möglichkeiten und gesellschaftliche Herausforderungen, die vor allem auf den umfassenden Daten beruhen, die jede und jeder von uns durch die Nutzung digitaler Werkzeuge erzeugt. Mit neuen Technologien, wie z. B. Edge Computing oder Federated Learning, können Daten von unseren Endgeräten immer einfacher und effizienter gesammelt werden und für die Weiterentwicklung von anderen Technologien, wie bspw. das Training von Künstlicher Intelligenz, genutzt werden (siehe [Dezentrales KI-Lernen](#)). Neue Formen offenen Zugangs zu Daten (siehe [Open Access](#)) erhöhen die Nutzungsmöglichkeiten, bringen aber kurzfristig auch höhere Kosten für die frei zugängliche Veröffentlichung mit sich. Diese freie Zugänglichkeit ist aber nicht überall gegeben, und gerade in der zukunftsorientierten Forschung (z. B. Foresight und Technikfolgenabschätzung) wird die Analyse und Bewertung von neuen Geschäftsmodellen zunehmend herausfordernder, weil Nutzungsdaten oft nur bestimmten Akteuren, wie z. B. privatwirtschaftlich organisierten Plattformen, zugänglich sind und damit die empirische Basis für eine Evaluierung fehlt (siehe [Alternative Bewertungsverfahren](#)).

*Art und Weise der
Bereitstellung digitaler
Infrastruktur und des
Zugangs zu digitalen
Angeboten beeinflussen
zukünftige
Nutzungsmöglichkeiten*

Die Digitalisierung betrifft nicht nur unsere unmittelbare Lebenswelt, sondern auch biologische und physikalische Prinzipien werden nach und nach vom digitalen Paradigma erfasst. Der Quantencomputer, der spezielle Aufgaben um ein Vielfaches schneller lösen können wird als ein klassischer Computer, weckt weitreichende Zukunftserwartungen, die neben dem globalen Quanteninternet auch dystopische Szenarien von Quantencyberkriegen vorstellbar machen (siehe [Zukunft der Quantentechnologie](#)). In Kombination mit experimentellen Ansätzen der Biologie werden im Bereich der [Quantenbiologie](#) neue quantentechnologische Anwendungen, wie z. B. effiziente Energiegewinnung aus Sonnenlicht, erforscht. Neben neuen Designprinzipien aus der Natur, die unter den Schlagwörtern [Biomimikry](#) und [Bionik](#) verbreitet sind und die Funktionsprinzipien aus der Natur für die Entwicklungen von Technologien heranziehen, gibt es auch in den Biowissenschaften fundamentale Veränderungen, die durch Digitalisierung vorangetrieben werden. In der synthetischen Biologie werden Zellen und Organismen mithilfe von KI entworfen und mithilfe von neuen Technologien wie der Gen-Schere konstruiert (siehe [Künstliches Leben](#)).

Innovative Forschung durch die Verschränkung von digitalen, biologischen und physikalischen Prinzipien: Quantentechnologie, Quantenbiologie, Biotechnologie

Budget und Finanzen

Im Bereich Budget und Finanzen dominieren vor allem Zukunftsvorstellungen, die um die Einführung einer digitalen Währung (siehe [Digitaler Euro](#)) und neuer digitaler Geschäftsmodelle im Bankenwesen kreisen (siehe [FinTechs](#)). Mit den vielfältigen Möglichkeiten, die damit einhergehen, wie bspw. effizientere Zahlungsvorgänge, die geringere Transaktionskosten aufweisen, oder die Verknüpfung von digitalen Zentralbankwährungen mit programmierbaren Vertragsbedingungen („smart contracts“), die automatisierte Steuerzahlungen an das Finanzamt ermöglichen, gehen auch ungeklärte Risiken einher. Die Wahrung der Privatsphäre durch „Privacy-by-design“-Ansätze, weiter gefasst als Datenschutz, aber auch Fragen um die Datensouveränität, d. h. die Kontrolle über Daten, sowie die Vermeidung von Diskriminierung durch automatisierte Entscheidungssysteme, wie im Fall von Robo-Advisors, d. h. automatisierter Anlageempfehlung, sind Aspekte, die es im Umgang mit neuen Finanztechnologien zu berücksichtigen gilt.

Digitalisierung verändert traditionelle Zahlungssysteme und -mittel

Neben der Digitalisierung traditioneller Finanzdienstleistungen und der Entwicklung neuer digitaler Geschäftsmodelle finden sich auch Alternativen zu herkömmlichen Zahlungssystemen am Zukunftsradar: Geldlose Tauschsysteme, sogenannte [Zeitbanken](#), vergüten Dienstleistungen mit Zeit anstatt mit Geld. Der Forschungsbedarf zu den über 40 regionalen Zeitbanken und Tauschkreisen, die es in Österreich gibt, ist hoch: Wie kann ein regulativer Rahmen für die Organisation und Administration von Zeitbanken aussehen? Welche Auswirkungen hat ein solches System auf bereits bestehendes soziales Engagement? Soll ein solches System auf staatlicher/öffentlicher Ebene organisiert werden oder wie das Modell der Nachbarschaftshilfe lokal verankert sein? Auf dieser Ebene setzt auch das Kon-

Alternativen zu herkömmlichen Zahlungssystemen entstehen ...

*... politische
Rahmenbedingungen
werden neu gesetzt,
deren langfristige
Wirkung vorerst
offenbleibt*

zept der **Sprunginnovationen** an, das vor allem das rasante Tempo der Entwicklung digitaler Technologien, die daraus entstehenden disruptiven Effekte und neuen Formen der Marktbeherrschung adressiert. Mit der Förderung radikaler und bahnbrechender Innovation sollen Sprunginnovationen auch in der österreichischen Forschung und Entwicklung ermöglicht werden. Nicht nur die Unterstützung radikaler Innovationen steht auf der politischen Agenda. Durch die neue europäische Taxonomie-Verordnung sollen vor allem Investitionen in nachhaltige Innovationen und Technologien forciert werden (siehe **Grüne Finanzierung**). Wie garantiert werden kann, dass durch neue Technologien und neue politische Rahmenbedingungen auch wirklich neue Forschung, Strukturen und Märkte ermöglicht werden, bleibt Gegenstand weiterer, vertiefter Auseinandersetzung.

EU und Außenpolitik

*Europäische
Resilienz und digitale
Souveränität als
zukünftige
Dauerbrenner*

Die Covid-19-Pandemie, Unterbrechungen der globalen Logistikketten und die kriegsbedingte Energiekrise haben die Verwundbarkeit unserer Gesellschaften und Volkswirtschaften aufgrund der internationalen Vernetzung offensichtlich werden lassen. So schob sich das Thema **Europäische Resilienz in Krisenzeiten** auf die Agenda und wird angesichts weiterer Krisen (Energie, Klima, Migration, Kriege) vermutlich ein Dauerbrenner werden. Auch die Diskussion über **staatliche Souveränität im digitalen Zeitalter** hat damit Fahrt aufgenommen. Zur internationalen Außenwirtschafts- und Innovationspolitik zählt der immer dringlicher werdende ordnende Umgang mit den globalen Online-Monopolen. Potenzial als Alternativen zu diesen haben **dezentralisierte Kollaborationsplattformen**, die auf europäischer Ebene initiiert und gefördert werden könnten (wie etwa GaiaX).

*Künstliche Intelligenz in
der Kriegsführung und
als neues Tool in der
Diplomatie*

Auch die Außenpolitik Österreichs und der EU sind zunehmend mit sozio-technischen Neuerungen konfrontiert. Auch **Hybride Bedrohungen & Kriegsführung im Cyberzeitalter** sind ein wichtiges Thema der internationalen Beziehungen geworden. So können spannende, aber durchaus umstrittene Entwicklungen im Bereich der Diplomatie beobachtet werden, wie etwa das Analysieren großer Datenbestände und das Modellieren der internationalen Beziehungen unter Zuhilfenahme Künstlicher Intelligenz (**KI-Diplomatie**). Möglicherweise ist hier ein spezielles Wettrüsten in Gang gekommen. Zum anderen sind Ansätze einer „Erd-Außenpolitik“ in Hinblick auf die Nutzung des Weltalls zu erkennen. Zu beobachten ist, dass immer mehr Nationen und private Akteure am erdnahen Weltall Interesse entwickeln. Dadurch entsteht einerseits das zunehmende Problem des **Weltraummülls**, dessen Beseitigung und Regulierung, andererseits werden erste Ansprüche in Hinblick auf einen zukünftigen **Bergbau im All** gestellt.

*Erd-Außenpolitik:
Weltraummüll und
Bergbau im All*

*Notwendigkeit
gut fundierter
österreichischer
Strategien*

Eine gemeinsame Erkenntnis aus dem Monitoring dieser spezifischen und einiger anderer Entwicklungen mit internationalem Bezug (siehe andere thematische Cluster) ist, dass bloßes Beobachten der globalen Entwicklungen nicht reicht. Um Österreich als Akteur (und nicht nur als nachvollziehenden Staat) zu positionieren, bedarf es über Monitoring hinaus auch

der Entwicklung fachlich gut fundierter eigenständigen Strategien in den genannten Bereichen. Wie das Beispiel Luxemburg im Bereich Bergbau im All zeigt, können und wollen sich auch andere kleine Staaten positionieren.

Inneres, Justiz und Landesverteidigung

Wie in vielen anderen Bereichen auch, spielt im Cluster Inneres, Justiz und Landesverteidigung die Digitalisierung und deren Auswirkungen eine besondere Rolle. Hier zeigt sich das Spannungsverhältnis zwischen Modernisierungsbestrebungen zur Effizienzverbesserung in der Verwaltung und zur Verbesserung öffentlicher Sicherheit einerseits und dem Schutz der Grundrechte, Privatsphäre, Meinungsfreiheit etc. andererseits besonders deutlich.

Die Anforderungen an die Sicherheitsbehörden steigen durch eine zunehmende kriminelle Aktivitäten im virtuellen Raum und die Nutzung des **Dark-Nets**, gleichzeitig geben neue Technologien wie **Gesichtserkennung**, Analysen von **WLAN Schatten** und die **Authentifizierung durch Verhalten** den Ermittlungsbehörden im Realen neue Möglichkeiten in die Hand. Diese stellen allerdings oft auch eine große Herausforderung für den Schutz der Grundrechte dar. Insbesondere die Eigenschaften biometrischer Daten (z. B. Nichtabstreitbarkeit) sind etwa im Falle eines Identitätsdiebstahls sehr problematisch, da von Dritten mit dem – vom rechtmäßigen Besitzer nicht zu ändernden – biometrischen Merkmal (anders als bei einem Passwort) Zugang zu verschiedenen Systemen bestehen kann. Deshalb ist von einer breiten, unkritischen Nutzung biometrischer Daten abzusehen.

Fortschritte in der **Sicherheitsrobotik** sind Ergebnisse von Dual-Use-Entwicklungen aus dem militärischen Bereich (siehe **Kriegsführung im Cyberzeitalter**). Hier spielen Algorithmen und Künstliche Intelligenz eine besondere Rolle und werfen ethische Fragen hinsichtlich der Abhängigkeit von autonomen Systemen (siehe auch **KI-Risiken** und **algorithmische Polizeiarbeit**) auf. Algorithmische Entscheidungssysteme brauchen Trainingsdaten. Eine neue Möglichkeit den Schutz der Privatsphäre von BürgerInnen zu verbessern bieten dabei sogenannte **Synthetische Daten**. Diese werden selbst künstlich und mit Hilfe von KI erzeugt, um dann wiederum als Trainingsdaten zu dienen. Sie sollen dieselben statistischen Merkmale aufweisen wie die zugrundeliegenden Originaldaten und so als Proxy für das Training des Algorithmus genutzt werden können. Dieses Versprechen macht synthetische Daten zu einem wertvollen Instrument, um andere Anonymisierungstechniken zu unterstützen bzw. abzulösen, wenn auch kritische Stimmen in der Forschung auf deren begrenzte Möglichkeiten hinweisen.

Die umfassende Nutzung vernetzter Systeme auch im öffentlichen Bereich zeigen besonders deutlich, dass Fragen der **Cybersecurity** für Kritische Infrastrukturen vordringlich zu beachten sein werden (siehe auch **Digitale Souveränität**) und auch neue Konzepte (siehe **Cybersecurity Ko-Kreation**) angewandt werden sollten.

*Digitalisierung
als zentraler
Entwicklungsmotor*

*Potentiell
hochproblematische
Technologien
einerseits ...*

*... gleichzeitig mögliche
Lösungen mit Hilfe
neuer Technologien*

*Cybersecurity
als zentrale
Herausforderung*

Umwelt, Infrastruktur und Landwirtschaft

<i>Transformation Nachhaltigkeit: Herausforderungen und Lösungen</i>	Dieser Cluster vereint über 40 sozio-technische Herausforderungen und Lösungsansätze in den Bereichen Energie, Mobilität, Industrie, Ressourcen und Umwelt bei der Transformation hin zu einer nachhaltigeren Gesellschaft. Diese sind eingebettet in die übergreifende Digitalisierung und das zentrale Thema der Vernetzung.
<i>Industrieller Wandel: Digitalisierung und Automatisierung</i>	Vor dem Hintergrund der Digitalisierung vollzieht sich der industrielle Wandel rapide. Roboter werden multifunktional, „intelligenter“, kleiner, billiger und sicherer, sodass die direkte Zusammenarbeit mit Menschen Normalität wird (siehe Industrie 4.0). Die Vernetzung der gesamten Produktionskette im Internet der Dinge wird zunehmend Realität. Im Internet der bewegten Dinge können Roboter, autonome Fahrzeuge und Wearables sich selbst und ihre Umgebung vermessen. Auch Pflanzen könnten als vernetzte Biosensoren Umweltparameter messen. Datenintensive Anwendungen und künstliche Intelligenz in Agrarrobotik und Fernerkundung verändern zunehmend landwirtschaftliche Praktiken, außerdem bekommt die Debatte um grüne Gentechnik neuen Aufwind (siehe CRISPR in der Pflanzenzucht). Mit Dienstleistungen 4.0 und Lebensmitteltracking befindet sich auch dieser Sektor im Umbruch. Online-Plattformen überwinden Firmen-, sektorale und nationale Grenzen und öffnen globale Märkte für mehr Wettbewerb bei weniger Regulierung, mit teils schwerwiegenden Nachteilen für ArbeitnehmerInnen.
<i>Infrastruktur: Vernetzung, Abhängigkeit</i>	Insgesamt setzt dieser Wandel die benötigte Infrastruktur, wie 5G (und 6G) Mobilfunknetze, sowie mit Edge-, Fog- und Cloud Computing voraus. Die gesellschaftliche Abhängigkeit von dieser Infrastruktur steigt, das Erreichen nationaler oder europäischer Souveränität ist auf diesem Gebiet nicht wirklich absehbar und das Internet wird zusehends entlang geographischer, politischer und kommerzieller Bruchlinien geteilt (siehe Splinternet). Blockchain-Services finden in immer mehr Gesellschaftsbereichen Anwendung, beispielsweise auch in der automatisierten Rechtsberatung. Sie könnten alle digitalen Transaktionen dezentral dokumentieren und authentifizieren und damit monopolistische Geschäftsmodelle überwinden.
<i>... und Energie</i>	Der Aufbau und Betrieb digitaler Infrastrukturen verbraucht erhebliche Mengen Energie und Rohstoffe, und ein Umbau hin zu grünen Informations- und Kommunikationstechnologien ist zwingend notwendig. Zwar werden IKT-Infrastrukturen, Gebäude oder Produktionsprozesse immer effizienter, aber die Digitalisierung entkoppelt Wirtschaftswachstum nicht vom Energieverbrauch (siehe Klimaschutzrisiko Digitalisierung).
<i>Erneuerbare Energieproduktion und -verteilung</i>	Mit dem Peer-to-Peer-Energiehandel könnten autarke Kleinnetze kleiner Energieproduzenten (Wohnanlagen, Bürohäusern und Fabriken) eine dezentrale Versorgung mit erneuerbaren Energien schaffen. ++Energiegebäude können ihren gesamten Energiebedarf selbst erzeugen. Werden wir in Zukunft in Häusern aus dem 3D-Drucker wohnen? Ganze Stadtviertel werden zu Plus-Energie-Quartieren mit einer jährlichen lokalen Überschussproduktion erneuerbarer Energien, einem jährlichen Netto-Null-

Energieimport und Netto-Null-CO₂-Emissionen. Hier wird die **CO₂-neutrale Gebäudekühlung** wichtiger, da durch die Klimaerwärmung in Österreich mit etwa dem eineinhalbfachen Energieverbrauch für Kühlung bis 2030 zu rechnen ist. Diese Anwendungen erfordern allerdings datenintensive Steuerungsprozesse, deren Sicherheit aus heutiger Sicht wenig gewährleistet scheint. Mit der gewünschten Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Strommix und deren Tages- und Jahreszeitabhängigkeit werden neue **Energie-Zwischenspeicher** immer wichtiger. Gerade im Industriebereich ist die **grüne Wasserstoffproduktion** ein Hoffnungsträger. **Künstliche Photosynthese** könnte Treibstoffe mit Hilfe von Sonnenlicht produzieren, die Forschung steckt aber noch in den Kinderschuhen.

Der Mobilitätssektor bietet einen großen Hebel zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen. Ob sich Elektrifizierung, Wasserstoff oder synthetisches Kerosin zur **Dekarbonisierung des Flugverkehrs** durchsetzen wird, ist noch nicht absehbar. Eine **nachhaltigere Lieferung von Gütern**, besonders auf der sogenannten letzten Meile, ist unabdingbar, und ein Teil der notwendigen Müll- und Emissionsvermeidung auf dem Weg zu **grünem Onlineshopping**. Ein absehbares Konfliktfeld sind in diesem Zusammenhang **Lieferdrohnen**. Insgesamt gibt es größere Herausforderungen beim flächendeckenden Ausbau der **Infrastruktur für E-Mobilität** und bei der **Batterieentsorgung**. Ob solarstromerzeugende, **smarte Straßen** ein Teil der Lösung sind, ist unklar. **Offene Mobilitätsplattformen** könnten die effiziente Nutzung von **autonomen öffentlichen Nahverkehr** und anderen Mobilitätsformen unterstützen und auch zur einer **Renaissance des Radverkehrs** beitragen.

*Wandel im
Mobilitätssektor*

Neben dem hohen Energiebedarf der Digitalisierung fallen auch riesige Mengen **Elektroschrott** an, der illegale Handel in Länder mit niedrigen Umweltstandards boomt. Die Verschmutzung des gesamten Planeten mit **Mikroplastik** ist inzwischen umfassend dokumentiert, ökologische und gesundheitsschädigende Auswirkungen, insbesondere für den Menschen, beginnt die Wissenschaft gerade zu verstehen. Ähnliches gilt für **langlebige organische Schadstoffe**, hochgiftige industriell erzeugte chemische Verbindungen, die in der Umwelt nur sehr langsam oder oft gar nicht abgebaut werden. Auch die teils schwerwiegenden Auswirkungen von **Lichtverschmutzung** und **Lärmbelastung** auf Mensch und Umwelt sind gut erforscht, und werden in Zukunft wohl noch zunehmen. Die hochrisikoreichen Ansätze des **Geoengineering** könnten in Zukunft kommerzialisiert werden, fraglich ist ob es zu einem unregulierten Einsatz kommt. **CO₂ als Ressource** zu nutzen hätte ein riesiges Potenzial zur Emissionseinsparung, allerdings ist die Abscheidung von CO₂ aus der Luft oder Industrieabgasen noch sehr aufwendig und teuer. Ob **künstlicher Schnee** den Wintertourismus langfristig rettet, ist fraglich. Das hohe Potenzial von naturbasierten Lösungen machen aktuelle Entwicklungen im Bereich deutlich (siehe **Inwertsetzung Natur**). Fortschritte sind beim **Phosphorrecycling** zu verzeichnen, als Dünger von zentraler Bedeutung und in der EU ohne nennenswerte Lagerstätten. Durch die Verknappung vieler Ressourcen werden alte Bau- und Siedlungsabfällen immer interessanter für das Recycling (siehe **Urban Mining 4.0**).

*Umwelt- und
Ressourcenschutz ...*

*... Recycling,
Kreislaufwirtschaft und
weniger Produktion*

Wirtschaft und Innovation

*Sensoren und Daten
eröffnen unzählige neue
Innovationspfade*

*Digitalisierung verändert
die Wirtschaft:
Roboterautos,
digitale Zwillinge,
Affective Computing
und Gamification
versprechen
Effizienzgewinne*

*Zusammendenken von
Digitalisierung und
Bioökonomie ermöglicht
bioinspirierte und
biobasierte Lösungen*

*Lebenswelt verändert
sich durch neue Formen
des Wohnens,
der Ernährung,
der Einkaufs- und
Verkaufspraktiken*

Der Cluster Wirtschaft und Innovation bietet einen Überblick zu zukünftig marktrelevanten Technologien, Strategien, Entwicklungen und beleuchtet ihre gesellschaftlichen Potenziale und Risiken. Die **Sensorrevolution** verdeutlicht, wie die Entwicklung von (Kleinst-)Sensoren, z. B. sogenannten **Micro-Trackern** oder **Metalinsen**, die Erzeugung von Daten steigert. Die Analyse von großen Datenmengen ermöglicht neue digitale Geschäftsmodelle und Anwendungen: Zukünftig könnten **Roboterautos** den Verkehr und digitale Zwillinge die Arbeitswelt prägen (siehe **Smart Spaces**). Die ständige Weiterentwicklung von KI ermöglicht immer bessere **Sprachassistenten** und ausgefeilte Methoden des **Affective Computing** – das sind digitale Systeme und Geräte, die menschliche Gefühle erkennen und auf sie reagieren können. Der Einzug spielerischer Ansätze in Bildung, Wissenschaft, Regierung und Industrie, die oft auf Mensch-Maschine-Interaktion beruhen (wie z. B. Computerspiele oder Simulationen), verdeutlicht die zunehmenden Bestrebungen, Verhalten zu evaluieren und zu beeinflussen, eröffnet aber auch neue Möglichkeiten für die Erforschung komplexer Systeme (siehe **Gamification**).

Über die Digitalisierung hinaus treiben neue Bestrebungen, die Wirtschaft und Gesellschaft grüner bzw. nachhaltiger zu gestalten, das technologische Geschehen. Mit dem Zusammendenken von **Industrie 4.0** und **Bioökonomie** ergeben sich eine Vielzahl neuer Innovationspfade: angefangen mit **Zellfabriken der Zukunft**, die in lebenden Organismen neue Materialien und Stoffe produzieren können, bis hin zu **biobasierten Materialien**, **selbstheilenden Materialien** und **intelligenten Oberflächen**, die effiziente und nachhaltige Anwendungen – z. B. sich selbst verdunkelnde Fensterscheiben, superhartes Verbundholz, biologisch abbaubares Verpackungsmaterial aus Pilzen u.v.m. – versprechen. Aber auch neue Ansätze zur Erzeugung und Speicherung von Energie, wie z. B. **fliegende Windenergiesysteme** oder **Wasserstoff-Speicherung** in metall-organischen Gerüststrukturen (MOFs), stehen am Zukunftsprogramm.

Unsere Lebenswelt verändert sich durch neue Formen des Wohnens, wie z. B. **autonome Mini-Häuser**, und neue Formen des Umgangs mit Folgen des Klimawandels, wie z. B. **frugale Innovationen zur Kühlung** in Zeiten zunehmender Hitzeperioden v. a. in Städten. Zukunftsentwicklungen machen auch vor unseren Ernährungsweisen nicht halt: **Personalisierte Ernährung** verspricht eine auf individuelle Bedürfnisse angepasste Nahrungsvorsorgung, die Gesundheitsrisiken vorbeugen soll. Das **Tracking von Lebensmitteln**, z. B. durch Blockchain-Technologie, könnte zukünftig neue Wege der Qualitätskontrolle und Rückverfolgung von Produkten ermöglichen. Mit der Veränderung von Ernährungsgewohnheiten gehen auch veränderte Einkaufs- und Verkaufspraktiken einher: Neue Vertriebsmodelle, wie z. B. der verstärkte Einsatz von **Automaten** oder die Umstellung auf digitale Miet- und Abo-Angebote (siehe **Zukunft der Services**), prägen bereits heute das Marktgeschehen.

Neben dem enormen Zukunftspotenzial neuer Anwendungen stehen auch Risiken zur Debatte. Um eine mit ethischen Haltungen in Einklang stehende und vertrauenswürdige Technologieentwicklung zu garantieren, werden schon seit längerem **X-by-design**-Ansätze erforscht, die die Reflektion von möglichen positiven und negativen Wirkungen bereits beim Technolgie-design berücksichtigen. Während X-by-design vordergründig auf den Modus freiwilliger Selbstverpflichtung baut, fordern europäische KonsumentInnen und Interessensgruppen schon seit längerem ein umfassendes **Recht auf Reparatur**, dass den verschwenderischen Umgang mit Konsumgütern eindämmen und neue Wege hin zu einer Kreislaufwirtschaft ermöglichen soll.

*X-by-design Ansätze
und Recht auf Reparatur
sollen beim Schutz von
KonsumentInnen-
Rechten helfen*

Inhalt

Thematische Zusammenfassung.....	3
1 Einleitung: Wozu und wie Monitoring?	19
1.1 Themenidentifikation aus TA-Perspektive.....	20
1.2 Themenidentifikation aus TA-Perspektive.....	21
1.3 Relevanzprüfung und Selektion	22
1.4 Basisquellen des Monitorings.....	23
2 Für das Parlament und für Österreich relevante sozio-technische Entwicklungen	25

Parlament & Demokratie

Digitale Identität
Neurorechte
Krisenszenarien
Regulatorische Experimentierräume
Zukunft der Bewertungsplattformen: Online Reputationsmanagement
Robojournalismus und digitalisierte Medien
Microtargeting – Personalisierte Nachrichten zur Beeinflussung von Verhalten
Transparente Algorithmen – Wie lässt sich algorithmische Diskriminierung verhindern?
Staatliche Souveränität im digitalen Zeitalter
Digitalisierung und Anonymität – Ein Widerspruch in sich?
Zukunft des Internets: zentral vs. dezentral?
Ein sicheres, dezentrales Grundbuch über Blockchain
Einmal im Netz – immer im Netz? Technologien digitalen Vergessens
Digitales Nudging und Demokratie
Deepfakes – Perfekt gefälschte Bilder und Videos

Arbeit, Gesundheit & Soziales

Wege aus der Antibiotikaresistenz
Digitale Gesundheitsanwendungen
Technische Arbeitsplatzüberwachung
Pandemiemanagement mit technologischer Hilfe
Länger Leben
KI im Gesundheitswesen
Epigenetische Therapieansätze
Xenobots: lebendige Roboter?
Flüssige Biopsie – biopolitische Bewirtschaftung des Gesellschaftskörpers?
Futuristische Sehhilfen
High-Tech-Nahrungsmittelsysteme
Exoskelette: Von digitalen Kampfanzügen zur futuristischen Gehhilfe
Chips der Zukunft: Elektronische Haut
Personalisierte Genomsequenzierung
Automatisiertes Gesundheitsdaten-Monitoring
Bionische Produktion der Zukunft: Selbstformende Objekte durch 4D-Druck
Cyborg: Gehirn-Computer-Schnittstellen
Künstliche Organe – 3D-Biodruck
Funktionelle Nahrung aus dem Labor
Datengetriebene Medizin – Zwischen Personalisierung und gläsernen PatientInnen?
Zukunft der Mensch-Maschine-Interaktion: Haptische Holographie
Der gen-editierte Mensch

Bildung, Wissenschaft & Kultur

Sterben 2.0: digitaler Nachlass
Alternatives Bewertungsverfahren für die Sharing Economy
Deep Reading
KI-Kunst
Digitales Lernen: Offene Infrastrukturen für Bildungsgerechtigkeit
Spielzeug 2.0
Zukunft der Quantentechnologie
Biomimikry und Bionik: Designprinzipien aus der Natur
Künstliches Leben
Digitale Erinnerung
Social (Ro-)Bots: Maschinen als Gefährtnnen?
Quantenbiologie
Dezentrales KI-Lernen: Gesellschaft als Reallabor?
Open Access – jetzt aber wirklich?

Budget & Finanzen

Green Financing – ein Wolf im Schafspelz oder Taxonomie für alle?
Digitaler Euro
FinTechs – Revolution des Bankenwesens?
Geldlose Tauschsysteme: Zeitbanken
Sprunginnovationen: Neue Konzepte innovationsorientierter Industriepolitik

EU & Außenpolitik

KI-Diplomatie?
Weltraummüll: Allmende Universum?
Europäische Resilienz in Krisenzeiten
Dezentralisierte Kollaborationsplattformen – Alternativen zu globalen Online-Monopolen
Bergbau im AI

Inneres, Justiz & Landesverteidigung

Synthetische Daten
Digitale Schutzengel: Technologien privater Sicherheit
KI-Kriegsführung
Im Schatten des WLAN
Fortgeschrittene Gesichtserkennung
Authentifizierung durch Verhalten
Existenzielle Risiken von Künstlicher Intelligenz
Sicherheits-Robotik
Cybersicherheit für kritische Infrastrukturen
Cybersicherheit: Vom Dialog zur Ko-Kreation
Das Dark-Net
Algorithmische Polizeiarbeit

Umwelt, Infrastruktur & Landwirtschaft

Nachhaltig Streamen? Grüne Informations- und Kommunikationstechnologie
Künstlicher Schnee und die Zukunft des Wintersports
Langlebige organische Schadstoffe
CO2 als Ressource
Zukunft der Batterieentsorgung: Wohin mit ausgebrannten Elektroautos?
Lichtverschmutzung
Geräuschvolle Zukunft?
Fernerkundung mit KI
Zero-Waste-Delivery
Von +Energie zu ++Energie: Zur Zukunft des Bauens
Autonomer öffentlicher Verkehr
Klimaschutzrisiko Digitalisierung
Splinternet – das Ende des freien WWW?
Dekarbonisierung des Flugverkehrs

Phosphorrecycling
Inwertsetzung von Natur
Illegaler Handel mit E-Schrott
Urban Mining 4.0
Lieferung auf der letzten Meile unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten
Zwischenspeicher der Zukunft für elektrische Energie
Grüner Wasserstoff 2.0
Plus Energie Quartiere: Zukunft der lokalen Energieversorgung?
Smarte Straßen
Offene Mobilitätsplattformen zur Unterstützung der Verkehrswende?
Zukunft Lieferdrohnen?
Mikroplastik – Abrieb der Zivilisation
Vertrauenswürdige Blockchains
Das Netz der bewegten Dinge
Robotik in der Landwirtschaft
Genome editing (CRISPR/Cas9) in der Pflanzenzucht
Treibstoffe aus Sonnenlicht: Künstliche Photosynthese und bionische Blätter
Häuser aus dem 3D-Drucker
Dienstleistung 4.0
Automatisierung in der Rechtsberatung
Die Zukunft von Industrie 4.0
Peer-to-Peer(P2P)-Energiehandel
Pflanzen als vernetzte Umweltsensoren
CO₂-neutrale Gebäudekühlung
Kommerzialisierung von Geoengineering-Technologien
5G – Gestaltungsoffenheit der Anwendungen für den neuen Mobilfunkstandard nutzen
Cloud Computing als politische Herausforderung
Infrastruktur für Elektromobilität
Renaissance des Radverkehrs

Wirtschaft & Innovation

Von der Wegwerfgesellschaft zur Kreislaufwirtschaft: das Recht auf Reparatur
Point of Sale 2.0: Automaten der Zukunft
Personalisierte Ernährung: Nudges statt Wedges?
Micro-Tracker
Smart Spaces
Lebensmitteltracking
Metalinsen
X-by-design-Ansatz: Bürde oder Fortschritt?
Dienstleistifizierung
Industrie 4.0 und Bioökonomie
Intelligente und funktionelle Oberflächen für industrielle Anwendungen der Zukunft
Frugale Innovation für heiße Sommer
Biobasierte Zukunftsmaterialien: Vom Laborleder bis zum Superholz
Zellfabriken der Zukunft
Virtuelle und augmentierte Realitäten
Sensorrevolution: Smarte Städte – smarte Menschen?
Fliegende Windenergie
Wasserstoffspeicher der Zukunft
Autonome Mini-Häuser
Zukunft der Mensch-Maschine-Interaktion: Spracherkennung und -steuerung
Roboterautos
Selbstheilende Materialien
Affective Computing – Emotionale Künstliche Intelligenz
Gamification von Wissenschaft, Arbeit und Politik?

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 Technikfolgen-
abschätzung*

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 TA-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 Technologie.³ 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 zur 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. Alle weiteren in diesem Bericht zitierten URLs wurden zuletzt zum Datum der jeweiligen letzten Aktualisierung, siehe Fußzeile, überprüft).

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.

*kurz- bis mittelfristiger
politischer
Handlungsbedarf
im Fokus*

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 1.4). 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.

*Auswertung von
Studien zu zukünftigen
sozio-technischen
Entwicklungen*

Auf diese Weise werden laufend aktuelle sozio-technische Entwicklungen gefunden und anschließend in einem Bottom-up-Prozess Clustern zugeordnet.⁴ 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:

*Relevanzprüfung nach
TA-Kriterien: EHS & ELSI*

⁴ Ursprünglich: 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

- Gesundheits- oder Umweltwirkungen;
- ethische Implikationen;
- bevorstehende politische oder schleichende gesellschaftliche Debatten; oder
- 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 140 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 Bericht folgende Sekundärquellen und Datenbanken in der angeführten bzw. in der jeweils aktuellsten Version:

- 100 Opportunities for Finland and the World (2014)
- 100 Radical Innovation Breakthroughs for the future (2019)
- AIT – Foresight-Datenbank Studien
- acatech – Technikradar 2021 – Zukunft der Gesundheit
- CENELEC – Standardization Opportunities from Horizon Scanning, v. 2021-09-22
- Cranfield Futures (Horizon scans)⁷
- Dubai Future Opportunities Report – The global 50
- EDPS – Techsonar 2021-2022
- European Innovation Council, Identification of Emerging Technologies and Breakthrough Innovations 2022
- European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS-Datenbank)⁸
- EUR-Lex-Datenbank
- Foresight Functional Materials Taskforce – Functional Materials Future Directions
- Forschungs- und Technologieperspektiven 2030 – Ergebnisband 2 zur Suchphase von BMBF-Foresight Zyklus II
- Gartner Top 10 Strategic Technology Trends (ab 2017)
- GESDA – Science Breakthrough Radar 2021
- Global Change Blog (Futurist Blog)
- Global Trendometer, European Parliamentary Research Service (ab 2018)⁹
- Governmental Accountability Office (GAO) – Data and Analytics Innovation
- Horizon scan of global biological conservation issues for 2022
- Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA): Dossiers & Berichte
- JRC Report on Weak Signals 2019
- Key Enabling Technologies (KETs) Observatory
- KfW-Fraunhofer-ISI Zukunftstechnologien 2021
- Metascan 3 – Emerging Technologies
- Millenium Project: State of the Future Report

⁷ web.archive.org/web/20160914115240/http://www.cranfieldfutures.com/horizon-scanning-database/.

⁸ espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/.

⁹ [europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_STU\[2018\]612835;europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/646111/EPRS_STU\[2019\]646111_EN.pdf](https://europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_STU[2018]612835;europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/646111/EPRS_STU[2019]646111_EN.pdf).

- MIT 10 Breakthrough Technologies 2022
- OBSERVE Horizon Scanning Report, Fraunhofer ISI (2016)¹⁰
- OECD Science, Technology and Innovation Outlook
- Themen-Dossiers des Parliamentary Office of Science and Technology (POST)
- RIBRI Consultation¹¹
- Society and Lifestyles in 2050 (Institute for Global Environmental Strategies 2019)
- SPRIN-D, Bundesagentur für Sprunginnovationen 2022¹²
- Studien und “Notes” des Parliamentary Office of Science and Technology (POST)
- Studien und Publikationen des Europäischen Parlaments/Science and Technology Options Assessment
- Studien, Themenkurzprofile und Publikationen des TAB – Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (Stand 2021)
- TA-Swiss: Neue Themen (Stand April 2021)
- Technologiradet Policy Briefs
- The Future Today Institute: 2021 Tech Trends Report
- TIM-Tools for Innovation Monitoring¹³
- U.S. Department of Health and Human Services: 2020 A New Vision – A Future for Regenerative Medicine
- VORAUS:schau! Die ersten 50 Themen (2020)¹⁴
- Weak signals in Science and Technologies: 2019/2020
- World Economic Forum, The Global Risks Report
- World Economic Forum-Top 10 Emerging Technologies (ab 2016)
- World Technology Evaluation Center – Report: Applications: Nanodevices, Nanoelectronics, and Nanosensors

sowie allgemein:

- Klassische wissenschaftliche Publikationen
- Journalistische Medien und Internetquellen

¹⁰ horizon-observatory.eu/radar-en/downloads/deliverables.php.

¹¹ ribri.isi-project.eu/.

¹² sprind.org/de/.

¹³ timanalytics.eu.

¹⁴ vorausschau.de.

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

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. In diesem Bericht wurden sie den von der Parlamentsdirektion vorgeschlagenen, auch innerhalb des Parlaments in verschiedenen Kontexten verwendeten acht Clustern zugeordnet, die grob die Ausschussstruktur widerspiegeln:

- | | |
|----------------------------------|--|
| • Parlament & Demokratie | • EU & Außenpolitik |
| • Arbeit, Gesundheit & Soziales | • Inneres, Justiz & Landesverteidigung |
| • Bildung, Wissenschaft & Kultur | • Umwelt, Infrastruktur & Landwirtschaft |
| • Budget & Finanzen | • Wirtschaft & Innovation |

*acht thematische
Cluster*

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).

*140 Themen, davon:
40 vertieft dargestellt*

Im Folgenden werden die 140 identifizierten sozio-technische Entwicklungen vorgestellt. Von diesen sind 40 vertieft dargestellt und durch Vorschläge für die weitere parlamentarische Bearbeitung ergänzt. Für diesen Bericht wurden für praktisch alle Themen ergänzende Recherchen durchgeführt und entsprechend aktualisiert, da seit der letzten Bearbeitung wesentliche Neuentwicklungen stattgefunden haben.

*für die Berichtsversion
November 2022 wurden
praktisch alle
Thementexte
aktualisiert*

Elektronische ID: eine für alle[s]?

Zusammenfassung

Die Einführung einer digitalen europäischen Identität soll eine Vereinheitlichung bringen und den BürgerInnen Europas ermöglichen, sich unproblematisch und sicher im digitalen Raum zu bewegen. Gleichzeitig soll so ein e-Identity-Ökosystem entstehen, das europäische KonsumentInnen und Firmen aus der Abhängigkeit von großen US-amerikanischen Plattformen befreit. Seit Juni 2021 liegt eine Empfehlung der EU-Kommission vor, wonach bis 2030 die e-Identität (eID) allen EuropäerInnen zur Verfügung stehen soll. Abseits der angestrebten Ziele stellen sich allerdings einige offene Fragen bezüglich der grundsätzlichen Wünschbarkeit, mancher Risiken und vor allem der technischen Umsetzung. So ist folgendes nicht abschließend geklärt: Ist *eine* Identität tatsächlich sozial wünschenswert? Wie sollen unterschiedliche Identitäten für unterschiedliche Rollen wie z. B. BürgerIn (staatlich, anonym/nicht-anonym) oder KonsumentIn (privat, anonym/pseudonym/nicht-anonym) realisiert werden? Wie können der Datenschutz und die Grundrechte auf Privatsphäre und freie Meinungsäußerung gewahrt werden? Und wie kann der zu erwartende Digital Divide zwischen NutzerInnen und jenen BürgerInnen, die sich dieser Anwendung verschließen oder aus unterschiedlichen Gründen nicht fähig sind daran teilzunehmen, verhindert werden?

Überblick zum Thema

Die Digitalisierung vieler Lebensbereiche hat zur Folge, dass immer mehr BürgerInnen Zugänge zu öffentlichen und privaten e-Services nutzen. In vielen Fällen wird eine Identifizierung verlangt, die unterschiedlich eng an der realen Identität angelehnt sein kann: von einfachen Benutzerkennungen und Pseudonymen mit frei gewählten Passwörtern bis zur quasi staatlich zertifizierten Identifizierung mit der elektronischen (Handy-)Signatur. Diese Vielzahl von Anwendungen hat zur Folge, dass für BürgerInnen aber auch für Institutionen ein aufwändiges Identitätsmanagement notwendig geworden ist. Man/frau kann sich auf die Sicherheits- und Speichereinstellungen des Browsers oder des Smartphones verlassen oder sich gleich einer bestimmten Identität – oft einer Plattform aus dem Social-Media-Bereich oder eines Marktplatzes einer der Tech-Firmen – bedienen. Dem soll durch eine Initiative der EU-Kommission entgegengewirkt werden.

Anfang Juni 2021 hat die EU-Kommission eine Empfehlung (2021/946)¹ für den Weg zu einer europäischen digitalen Identität (eID) herausgegeben. In dieser beschreibt sie die Zielsetzung und den zeitlichen Rahmen zur Entwicklung einer europäischen digitalen Identität. Die Empfehlung zielt

*Aufwändiges
Identitätsmanagement
im virtuellen Raum*

*Vorschlag der
EU-Kommission für
eine europäische eID*

¹ eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2021.210.01.0051.01.DEU&toc=OJ%3AL%3A2021%3A210%3ATO.C.

darauf ab, einen strukturierten Prozess der Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedstaaten, der Kommission und gegebenenfalls den Akteuren des Privatsektors zu schaffen. Dieser Vorschlag basiert auf der seit 2014 bestehenden eIDAS-Verordnung (910/2014)² und führt diese weiter. Herzstück soll eine sogenannte elektronische Geldbörse (eWallet) sein. Mit Hilfe der im eWallet gespeicherten Daten sollen sich die EU-BürgerInnen schnell und sicher ausweisen und Zutritt in der digitalen Welt verschaffen können. Die europäische digitale Identität für Online-Interaktionen und -Präsenz soll den BürgerInnen bis 2030 zur Verfügung stehen.

Die eWallets sollen für unterschiedliche Services genutzt werden können

Die eWallets sollen für Identitätsangaben (v. a. auch grenzüberschreitend) genutzt werden (Adressen, Alter, Geschlecht, Personenstand, Familienzusammensetzung, Staatsangehörigkeit, Ausbildung, Berufsqualifikationen und Titel, Erlaubnisse und Lizenzen, andere Genehmigungen und Zahlungsdaten). Allein der Umfang der in den eWallets möglicherweise gespeicherten Daten lässt KritikerInnen dieses Vorhabens aufhorchen und Datenschutzbedenken äußern (Lutz 2020).

Die eIDAS-Verordnung von 2014 hatte die gegenseitige Anerkennung von digitalen Ausweisen und Zertifikaten innerhalb der EU zum Zweck. Nun soll isolierten nationalen Ambitionen und damit der Fragmentierung derartiger Lösungen entgegnet werden. Bis Ende Oktober 2022 sollte das Instrumentarium samt den technischen Anforderungen, Architektur etc. durch die Kommission veröffentlicht werden.

Der Anspruch ist Sicherheit und Vertrauen für Europäische BürgerInnen ...

In der State-of-the-Union-Ansprache 2020³ wies Kommissionspräsidentin van der Leyen darauf hin, dass oft unklar bliebe, was nach einer Anmeldung in verschiedenen Systemen, wie Apps und Webseiten, mit den Daten geschehe. Dem wolle die Kommission mit dem Vorschlag einer sicheren e-Identity entgegentreten und den BürgerInnen mehr Kontrolle über ihre Daten ermöglichen.

... und ein Gegengewicht zur US-amerikanischen Tech-Firmen

Neben Themen wie Vereinheitlichung, besseren Voraussetzungen für den digitalen Binnenmarkt und Bequemlichkeit für die BürgerInnen und KonsumentInnen ist also auch die Frage der Datenverwendung, des Datenschutzes und vor allem die Schaffung eines europäischen digitalen e-Identity-Ökosystems,⁴ ein Ziel dieses Vorhabens. Damit soll die Unabhängigkeit von großen US-amerikanischen Tech-Firmen wie Google, Amazon, Facebook, Microsoft und Apple etc. für Behörden, Unternehmen und BürgerInnen ermöglicht werden. Auch in anderen Bereichen der Welt wird an Identifikationssystemen gearbeitet. Die Weltbank hat 2014 das Programm „Identification for Development“ ins Leben gerufen, mit dem Ziel, Menschen in Entwicklungsländern besseren Zugang zu öffentlichen Leistungen wie Sozialsystem und Bankwesen zu ermöglichen. Ähnliche Initiativen gibt es auch seitens der Vereinten Nationen (Johnson/Campbell 2020). Eine wei-

² eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0910&qid=1634046882917.

³ ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_20_1655.

⁴ Ein e-Identity Ökosystem wird i.d.R. die Gesamtheit von Akteuren, Technologien, Regulierungen und Anwendungsfällen genannt.

tere Initiative ist die u. a. von Microsoft, der Gates-Stiftung und Accenture finanzierte „Digital Identity Alliance ID 2020“, ein Public Private Partnership, das durch Schaffung eines Systems für transnationale digitale Identitäten, Reisefreiheit und Rechtsfähigkeit von Personen und damit etwa Zugang zu staatlichen Leistungen und digitalen Diensten stärken will.⁵ Die ID-2020-Allianz ist jedoch nicht unumstritten. Kritikpunkte an der Allianz sind die Entwicklung intransparenter proprietärer Technologien und die starke Rolle der involvierten Konzerne und Stiftungen, womit u. a. Risiken einer Kommerzialisierung staatlicher Aufgaben wie jener der Identifizierung von BürgerInnen und der Verwaltung von Identitätsdaten verbunden sind (Wagner 2020). So können gerade in Entwicklungsländern Technologien im größeren Stil getestet werden, ohne an Datenschutz- und Sicherheitsstandards in Europa oder auch den USA gebunden zu sein.

Seit dem Aufkommen der Social Media Plattformen haben sich eine Vielzahl derartiger privater e-Identity-Systeme etabliert, was dazu geführt hat, dass durch Netzwerkeffekte die Großen noch größer wurden. NutzerInnen können sich nun bei vielen e-Services mittels einer Identität einer der großen Plattformen anmelden. Wer diese nutzt, setzt sich potenziell breiter Nachverfolgung und Überwachung aus. Wer sie nicht nutzt, hat extra Mühe aufzuwenden, eine Vielzahl von e-Identities aus unterschiedlichsten Services sicher zu verwalten (Engemann 2015). Deshalb klingt der Ansatz der EU-Kommission vielversprechend und soll die Nutzung einfacher und sicherer machen. Einen Verstärkungseffekt hat in diesem Zusammenhang sicher auch der „Digitalisierungsboost“, der durch COVID-19 entstanden ist (u. a. durch die digitalen COVID-Zertifikate). Die Lehren, die europaweit daraus gezogen wurden, sollten in das Design der e-Identity jedenfalls einfließen.

Grundsätzlich stellt sich aber die Frage, wie wünschenswert eine elektronische Identität ist.⁶ Im analogen Bereich sind wir es gewohnt, in unterschiedlichen Rollen zu agieren und auch unser Verhalten der konkreten Situation und Rolle anzupassen. Zutritt zu Kulturveranstaltungen erhält man i.d.R. (zumindest in Vor-Pandemie-Zeiten) in anonymer Form allein durch Vorweisen der gültigen Eintrittskarte. Es wird also nicht die Identität, sondern nur die Berechtigung, eine bestimmte Dienstleistung zu nutzen, überprüft. Wird durch ein staatlich verifiziertes bzw. garantiertes Angebot wie die eID der Zutritt zu digitalen Angeboten zunehmend von der eID geprägt sein? Wird es möglich sein, weiterhin ohne eID bestimmte Dienste in Anspruch zu nehmen? Die Verwendung von Pseudonymen, von unterschiedlichen Rollen im Zusammenleben, soll mit der eID möglich sein. Wie aber werden diese unterschiedlichen Rollen in der technischen Umsetzung der eID realisiert werden und wie kann technisch sichergestellt werden, dass von unterschiedlichen Rollen nicht auf die zugrundeliegende Identität bzw. andere Rollen geschlossen werden kann? Insbesondere der gesamte Bereich der Cybersecurity im e-Identitätsmanagement erscheint derzeit noch unklar.

Offene Fragen:

*Braucht es eine
e-Identity überhaupt?*

⁵ id2020.org.

⁶ privacyinternational.org/long-read/2544/exclusion-and-identity-life-without-id.

*Wie Privatsphäre und
freie Meinungsäußerung
schützen?*

Weitere offene Fragen betreffen die mögliche Einschränkung wesentlicher Grundrechte wie jenes auf Privatsphäre und jenes auf freie Meinungsäußerung – deren konkrete Umsetzung zu einem großen Teil auf dem Recht auf Anonymität im öffentlichen Raum fußen.⁷ Wird die einfache Anwendung von eID-Prozessen zur Überwachungsmaschine (Kruchem 2020) bzw. befördert sie über den bekannten „function-creep“⁸ Begehrlichkeiten bei Institutionen und Unternehmen? Nicht zuletzt die Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen wird zur Akzeptanz oder Ablehnung der eID führen. Nach dem derzeitigen Diskussionsstand soll die eID freiwillig sein. Wie wird in Begleitmaßnahmen sichergestellt, dass BürgerInnen, die das nicht wollen oder können, nicht benachteiligt werden und es nicht zu einem Digital Divide kommt (Cater 2021).

*Informationsasymmetrie
und Machtgefälle der
Beteiligten*

Die eWallets sollen neben den für die Identitätsfeststellung notwendigen Daten auch um weitere Attribute angereichert werden können. Dabei ist insbesondere darauf Bedacht zu nehmen, dass institutionelle Anbieter und Nutznießer derartiger Verfahren (insbes. Plattformbetreiber, Unternehmen, Behörden) grundsätzlich mehr Kontrolle über die verarbeiteten Daten haben, als die Betroffenen. Biometrische Daten erhöhen diese Form von Informationsasymmetrie, die individuelle Identitäten betrifft, erheblich (Strauß 2019). Insbesondere die Verquickung hoheitlicher Identifikation mit privatrechtlichen Anbietern und Services erscheint problematisch und sollte nur sehr restriktiv gehandhabt werden.

*Biometrische Daten sind
besonders
problematisch*

Bezüglich der technischen Gestaltung ergeben sich auch noch eine Reihe offene Fragen (Lomas 2021). Insbesondere der Grad der Zentralisierung von Daten gegenüber einer dezentralen Systemgestaltung muss vor dem Hintergrund möglicher Überwachung diskutiert werden. Aufgrund ihrer engen Bindung an eine bestimmte Person drängt es sich quasi auf, biometrische Daten in eine eID einfließen zu lassen. Aufgrund mancher problematischen Eigenschaften biometrischer Daten (Schaber et al. 2020) – wie etwa die Nicht-Veränderbarkeit, die bei Identitätsdiebstahl die Folgen potenziell vervielfachen – sollte jedoch davon abgesehen werden.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

*ID-Austria und
europäische eID in
Einklang bringen*

In Österreich ist mit der Änderung des e-Government-Gesetzes, des Passgesetzes 1992, des Führerscheingesetzes und des Kraftfahrzeuggesetzes 1967⁹ bereits Ende 2020 die gesetzliche Grundlage für die Einführung der ID-Austria (IDA)¹⁰ gelegt worden. Die IDA soll in weiterer Folge die bestehende Bürgerkarte ablösen. Ein Umstieg von der Handy-Signatur auf die

⁷ Siehe dazu nach wie vor das wegweisende Urteil des BVerfGE (1983).

⁸ Darunter wird die schrittweise Ausweitung der Nutzung einer Technologie oder eines Systems über den ursprünglich vorgesehenen Zweck hinaus verstanden, insbesondere, wenn dies zu einer möglichen Verletzung der Privatsphäre führt.

⁹ BGBl. I. Nr. 169/2020 ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2020_I_169/BGBLA_2020_I_169.pdf.

¹⁰ oesterreich.gv.at/id-austria.

Basisfunktion der ID-Austria ist seit Sommer 2022 möglich.¹¹ Für die konkrete Ausgestaltung und Weiterentwicklung wird es notwendig sein, die Prozesse auf europäischer Ebene genau zu verfolgen und möglicherweise notwendige Adaptierungen frühzeitig in einen gesetzlichen Anpassungsprozess einfließen zu lassen. Gleichzeitig erscheint es – insbesondere aus den Erfahrungen mit der CORONA-App lernend – wichtig, alle relevanten Stakeholder frühzeitig in einen möglichst offenen Prozess der Gestaltung einzubinden. Offenheit und Partizipation sind wichtige Pfeiler zukünftiger Akzeptanz derartiger Systeme durch die BürgerInnen.

Vorschlag weiteres Vorgehen

In einer Überblicksstudie können internationale Lösungen vorgestellt und diskutiert werden sowie der technisch-politische Prozess auf EU-Ebene begleitet und für die Akteure in Österreich nutzbar gemacht werden. Darüber könnte im Rahmen einer Studie eine Klärung grundsätzlicher technischer und sozialer (Privacy-by-)Design-Optionen erarbeitet sowie parallel dazu ein breiter gesellschaftlicher Diskurs organisiert werden – mit dem Ziel, eine akzeptierte österreichische Variante der europäischen eID einzuführen.

*Prozessbegleitung
und breiter
gesellschaftlicher
Diskurs*

Zitierte Literatur

- BVerfGE, 1983, BVerfGE 65, 1 – Volkszählung, Urteil des 1. Senats vom 15.12.1983 auf die mündliche Verhandlung vom 18./19.10. 1983 – 1 BvR 209, 269, 362, 420, 440, 484/83 in den Verfahren über die Verfassungsbeschwerden, oefre.unibe.ch/law/dfr/bv065001.html auch datenschutz-berlin.de/gesetze/sonstige/volksz.htm.
- Cater, L., 2021, The EU has introduced a new 'digital' ID. Here's what it means for you., *Politico*, politico.eu/article/eu-europe-digital-id/.
- Engemann, C., 2015, E-Identity: Wer garantiert das digitale Ich?, *Zukunftsinstitut*, zukunftsinstitut.de/artikel/e-identity-wer-garantiert-das-digitale-ich/.
- Johnson, M. und Campbell, E., 2020, Biometrics, refugees, and the Middle East: Better data collection for a more just future: Middle East Institute, mei.edu/publications/biometrics-refugees-and-middle-east-better-data-collection-more-just-future.
- Kruchem, T., 2020, Leben in der überwachten Gesellschaft, *Deutschlandfunk Kultur*, deutschlandfunkkultur.de/digitale-identitaet-leben-in-der-ueberwachten-gesellschaft.976.de.html?dram:article_id=486012.
- Lomas, N., 2021, Europe wants to go its own way on digital identity, *TC*, techcrunch.com/2021/06/03/europe-wants-to-go-its-own-way-on-digital-identity/.
- Lutz, R., 2020, Digitale Ausweise – ein Traum für den Überwachungsstaat infosperber.ch/politik/welt/digitale-ausweise-ein-traum-fuer-den-ueberwachungsstaat/.

¹¹ oesterreich.gv.at/id-austria/pilotbetrieb/umstieg-auf-id-austria-basisfunktion.html.

- Schaber, F., Strauß, S. und Peissl, W. (ITA), 2020, *Der Körper als Schlüssel? – Biometrische Methoden für Konsument*innen*, November 2020, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung, epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2020-03.pdf.
- Strauß, S., 2019, *Privacy and Identity in a Networked Society: Refining Privacy Impact Assessment*, Abingdon/New York: Routledge.
- Wagner, E., 2020, Über Impfstoffe zur digitalen Identität?, *Telepolis*: Heise, heise.de/tp/features/Ueber-Impfstoffe-zur-digitalen-Identitaet-4713041.html?seite=all.

Organische Neurorechte

Neurotechnologien, wie sie etwa im milliardenschweren europäischen Flagship-Forschungsprojekt „The Human Brain Project“ seit 2013 beforscht werden,¹ gehen mit großen Zukunftsversprechen einher. Einige Erfolge auf dem Weg zur futuristischen Computer-Gehirn-Schnittstelle (siehe Thema [Cyborgs](#)) konnten bereits verbucht werden. Dazu zählt bspw. ein 3D-Nervenzellenatlas (Callaway et al. 2021), der ein Inventar von Gehirnzelltypen liefert und neue Möglichkeiten in der Erforschung von Hirnstörungen eröffnen soll.² Die Errichtung so einer Gehirndatenbank zu Forschungszwecken wirft Fragen zum Schutz der persönlichen, neuronalen Daten auf. Rechtzeitig debattiert Chile als eines der ersten Länder die Einführung einer Regulierung der Technologie,³ noch bevor diese marktreif ist. Der Gesetzesentwurf, der Ende 2021 von allen Abgeordneten in beiden Kammern des Nationalkongress einstimmig angenommen wurde⁴, stellt das Recht auf persönliche Identität, Willensfreiheit, geistige Privatsphäre, gleichberechtigten Zugang zu Technologien zur Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten und den Schutz vor algorithmischer Verzerrung in den Mittelpunkt. Besonders interessant ist die innovative Auslegung des Begriffs der „mental Privatsphäre“, der als Kontrolle über den Zugang zu unseren neuronalen Daten definiert wird. Neuronale Daten werden dabei als eine besondere Art von Information, die in engem Zusammenhang mit unserer Person und unserer Identität steht, begriffen und in der chilenischen Verfassung daher rechtlich als organisches Gewebe betrachtet. Behandelt man Neurodaten als Organ, verbietet das chilenische Verfassungsgesetz den Kauf und Verkauf unabhängig von einer Einwilligung, ebenso kann niemand zur Herausgabe von Gehirndaten gezwungen werden und die Sammlung von neuronalen Daten erfordert eine ausdrückliche Zustimmung (Opt-in). Als internationaler Präzedenzfall wirft die chilenische Gesetzgebungsinitiative die Frage auf, ob es zulässig ist, neuronale Daten mit Organen gleichzusetzen. Der wissenschaftliche Diskurs dazu ist bereits in vollem Gange. Pro-Stimmen betonen das enge ontologische Verhältnis von neuronalen Daten und Gehirn, da sie Information über die einzigartigen neurokognitiven Architekturen von Personen liefern (Wajnerman Paz 2021), während Kontra-Stimmen die Gleichsetzung von neuronalen Daten und Organen aus juristischer Perspektive als unzulässig erachten (Zúñiga-Fajuri et al. 2021). Wichtig wäre für Österreich die umfassende Beteiligung an der internationalen Debatte über die Regulierung der geistigen Privatsphäre. Eine FTA-Studie könnte die besondere Natur neuronaler Daten, mögliche Risiken im Umgang damit und die damit verbundenen Zukunftsvorstellungen des neurotechnologischen Gedankenlesens explorieren und die Entwicklung einer österreichischen Vision im internationalen Kontext unterstützen.

¹ humanbrainproject.eu/en/.

² [nature.com/articles/d41586-021-02661-w](https://www.nature.com/articles/d41586-021-02661-w).

³ restofworld.org/2021/chile-neuro-rights/.

⁴ neurorightsfoundation.org/chile.

Zitierte Literatur

- Callaway, E. M., et al., 2021, A multimodal cell census and atlas of the mammalian primary motor cortex, *Nature* 598(7879), 86-102.
- Wajnerman Paz, A., 2021, Is Your Neural Data Part of Your Mind? Exploring the Conceptual Basis of Mental Privacy, *Minds and Machines*.
- Zúñiga-Fajuri, A., Miranda, L. V., Miralles, D. Z. und Venegas, R. S., 2021, Chapter Seven – Neurorights in Chile: Between neuroscience and legal science, in: Hevia, M. (Hg.): *Developments in Neuroethics and Bioethics*: Academic Press, 165-179.

Krisenszenarien

Zusammenfassung

Gerade in Krisenzeiten lässt sich eine Vielzahl dystopischer und katastrophale Szenarien beobachten, die ein Leben in Unsicherheit und unter ständig drohender Gefahr antizipieren. Doch was bedeutet es für gesellschaftliche Handlungsfähigkeit, wenn vermehrt negative Zukunftsvorstellungen medial präsentiert werden? Wie beeinflussen dystopische Zukunftsvisionen die Fähigkeit offen und unvoreingenommen in die Zukunft zu denken? Welche Auswirkungen hat eine verstärkte Krisenorientierung in Szenario-Prozessen, wie beeinflusst sie die generierten Zukunftsvorstellungen, und welche Aspekte müssen untersucht werden, um die Szenarien sinnvoll zur Entwicklung von Strategien – gerade in Zeiten der Krise – einsetzen zu können?

Überblick zum Thema

Spätestens seit den Shell-Szenarien der 1970er ist die Szenario-Methode eine bewährte Herangehensweise, um vorausschauendes Wissen in Vorbereitung auf zukünftige Krisen und disruptive Ereignisse zu erarbeiten (Schwartz 1996). Damals ermöglichte die Szenario-Methode dem Ölkonzern, disruptive Entwicklungen wie ‚Peak Oil‘ zu antizipieren und die Geschäftsstrategie auf einer breiteren Basis möglicher Entwicklungen aufzubauen. Dieser Einsatz von Szenarien gilt bis heute als Erfolgsgeschichte. Doch wie unterscheidet sich die Situation von damals zu heute? Im Unterschied zur vergangenen Situation sind wir gegenwärtig mit dem disruptiven Ereignis der Pandemie konfrontiert, das global die Lebensverhältnisse nachhaltig verändert hat und weiter verändern wird. Durch die Pandemie ist uns bewusst geworden, dass vieles, was wir lange Zeit als unveränderbar angesehen haben, nicht von Bestand sein muss. Dadurch wird die Bandbreite der nicht nur als denkbar, sondern auch als realistisch angesehenen Zukunftsvorstellungen breiter. Der Korridor möglicher Zukünfte öffnet sich weiter über das bisherige Maß hinaus.

Szenario-Methode als soziale Technologie zur Antizipation der Folgen disruptiver Ereignisse

Dementsprechend hat die Covid-19 Pandemie zur Produktion einer Vielzahl an Zukunftsszenarien geführt, die daran orientiert sind, mögliche Entwicklungen nach der Krise abzuschätzen und den zukünftigen Möglichkeitsraum z. B. anhand von „Worst-and-Best Case“-Szenarien auszuloten (Cairns&Wright 2020). Die Aufmerksamkeit, die diesen Szenarien geschenkt wird, ist zudem sehr groß. Eine im Zuge der Covid-19 Pandemie zunehmend wichtigere Form von Szenarien sind beispielsweise epidemiologische Szenarien, denen bislang im alltäglichen Leben wenig Bedeutung zukam. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie gut unsere Gesellschaft nicht nur auf die Entwicklung vergleichsweise radikal positiver ebenso wie negativer Szenarien vorbereitet ist, sondern auch auf deren sinnstiftende Verwendung im Kontext politischer und gesellschaftlicher Debatten.

*Besondere
Herausforderung in
Krisenzeiten: hohe
Dynamik der Gegenwart*

Dabei gilt es eine Reihe von Herausforderungen zu meistern. Grundsätzlich sind Szenario-Entwicklungsprozesse darauf ausgerichtet, die Zukunft einer Gesellschaft auszuforschen, die gerade in Krisenzeiten einer hohen Dynamik unterliegt und sich im Minutentakt verändert.¹ Dieser Umstand führt dazu, dass die Inhalte von Szenarien oft schon überholt sind (reaktive Szenarien), bevor sie noch in präsentable Form gebracht wurden.

*Fehlende Reflektion von
Machtverhältnissen*

Eine weitere Herausforderung betrifft die Reflektion von Handlungsmöglichkeiten und den damit zusammenhängenden Machtverhältnissen in aktuellen Szenario-Entwicklungsprozessen. Während oft sehr ambitionierte Szenarien zu einer Zukunft nach Covid-19 entwickelt werden, bleibt die Frage nach der Handlungsperspektive oft ungeklärt (Wer hat überhaupt die Macht, etwas zu ändern?). Mit der zunehmenden Bedeutung von epidemiologischen Szenarien in der Krise, nimmt die Reflektion von staatlichen Eingriffen, wie z. B. Ausgangsbeschränkungen, Vorgaben zur sozialen Distanzierung oder Lockerungsmaßnahmen in Krisenszenarien beobachtbar ab (Cairns&Wright 2020). Gleichzeitig können bereits vergleichsweise kleine Gruppen die Wirksamkeit politisch vereinbarter Strategien unterminieren. Zugleich ist in Hinblick auf die an Szenario-Prozessen teilnehmenden Akteure eine Beschränkung auf einen kleinen Kreis und damit eine oftmals mangelnde Vertretung marginaler und betroffener Gruppen feststellbar.

*Gegenwartsverhaftete
Visionen – Bedürfnis
nach Stabilität?*

Selbst wenn bei der Entwicklung mancher Post-Covid-19-Szenarien die Machtperspektive behandelt wird und radikale Entwicklungspfade auftauchen, die bspw. das Ende der Europäischen Union oder die Übernahme öffentlicher Bildungsagenden durch multinationale Technologiekonzerne postulieren, passiert es nicht selten, dass im Laufe des partizipativen Settings eben diese polarisierenden und bedrohlich wirkenden Entwicklungen wieder relativiert (d. h. oft auf inkrementelle Veränderungen reduziert) oder gänzlich entschärft werden.² Dazu dienen oft normative Argumente, die in Anbetracht der gegenwärtigen Krisensituation auf ein starkes Bedürfnis der teilnehmenden Akteure nach Stabilität und Normalität – im Szenario-Setting auch „business-as-usual“ (BAU) genannt – verweisen. Der Wunsch nach Normalität überlagert dann das Bewusstsein für weitreichende Gefahren, die in der Folge im öffentlichen Diskurs unterbelichtet bleiben und – wie im Falle der gegenwärtigen Pandemie mehrfach zu beobachten – zu nachlassender Vorsicht führen können.

¹ Während in manchen Ländern der Covid-19-Virus als eingedämmt gilt und einschränkende Maßnahmen bereits wieder gelockert werden, wie z. B. in Neuseeland oder Israel, sind andere Länder von neuen Infektionswellen betroffen und ringen um die Sicherheit und Gesundheit ihrer Bevölkerung, wie z. B. Indien.

² Diese Tendenz untermauern Beobachtungen aus dem laufenden „Foresight on Demand“-Programm, das zur Unterstützung antizipativer Kapazitäten der Europäischen Kommission ins Leben gerufen wurden und in dessen Rahmen Post-Covid-19-Szenarien entwickelt werden. Erste Ergebnisse aus dem Programm finden sich unter futures4europe.eu.

Zugleich lässt sich feststellen, dass es im Nachlauf eines auslösenden Negativereignisses leichter zu sein scheint, sich Szenarien vorzustellen, die negativen Entwicklungen und dystopischen Zukünfte umfassen und dies nicht nur im Zusammenhang mit der Covid-19 Pandemie: von Maschinen dominierte und automatisierte Welten über zerstörte Ökosysteme und unwirtliche Lebensbedingungen bis hin zu transhumanistischem Größenwahn, der das Überleben der Menschheit nur mehr in ihrer Überwindung vorstellbar macht. Eine Analyse von 140 Filmen, die in der Zukunft angesiedelt sind, und die daraus resultierende Beschreibung von sechs Szenario-Archetypen macht deutlich, dass plausible Zukunftsvisionen sich überwiegend durch einen dystopischen Charakter auszeichnen (Fergnani/Song 2020). Anders ausgedrückt: der Zusammenbruch der gegenwärtigen Ordnung ist in vielfältiger Form vorstellbar; das Entwickeln radikaler positiver Zukunftsentwürfe ist deutlich schwieriger und führt zu einer Beschränkung auf optimistische Projektionen der jüngeren Vergangenheit, auch wenn wir uns eigentlich darüber im Klaren sind, dass es kein Zurück mehr in die Zeit vor der Krise geben wird – wie uns derzeit am Beispiel der Covid-19 Pandemie nur allzu deutlich vor Augen geführt wird. Oder wie Jameson (2003) es auf den Punkt bringt: Eher können wir uns das Ende der Welt vorstellen als ein Ende des Kapitalismus.

*Negative Entwicklungen
und dystopische
Zukünfte*

Doch was bedeutet diese tendenziell negative oder bestenfalls evolutionäre Zukunftshaltung für die Gestaltungsfähigkeit eben dieser Zukunft? In Krisenszenarien spiegelt sich auf besondere Weise das Ende der Geschichte wider, wie es bereits Fukuyama (1992) beschrieben hat. Das Hauptdefizit besteht in der Entwicklung radikaler, aber dennoch positiver Zukunftsentwürfe, wie sie z. B. in den frühen politischen Utopien von Morus, Campanella oder Bacon vorzufinden sind (siehe dazu bspw. Höffe 2016). Gegenwärtig kann man sich Dystopien als Zusammenbruch der gegenwärtigen Ordnung vorstellen, aber es fällt schwer Utopien einer neuen (Post-Covid-19-)Ordnung zu entwerfen. Mit dieser Ausweglosigkeit einher geht eine Zukunft, die sich als „monotone Wiederholung dessen, was bereits hier ist“, entpuppt und die Frage danach stellt, wie die „radikale Differenz“ identifiziert werden kann, die das Anderssein, die Veränderung und die Utopie ausmacht (Jameson 2003). Die düstere Vermutung liegt nahe, dass der gegenwärtige Krisenzustand nicht die Ausnahme, aber die Regel ist (vgl. Benjamin 1992). Wenngleich „Best Case“-Szenarien entwickelt werden, scheitern sie an der oftmals naiven Annahme einer Zukunft, in der alle gegenwärtigen Probleme gelöst sind, ohne einen Weg zu visionieren, der in die vorgestellte, bessere Zukunft führen kann.

*Utopien als Blaupause
für „neues“ und
„radikales“
Zukunftswissen?*

Szenario-Planung ist im Grunde genommen keine dynamische Aktivität. Szenarien unterscheiden sich von Utopien, weil sie meist auf begrenzte Faktoren konzentriert sind. Wurden in der Zukunftsforschung Mitte des 20. Jahrhunderts extreme Negativszenarien entwickelt, so handelte es sich um Gedankenexperimente, die gerade die Konsequenz von politischem Handeln verdeutlichten und damit konzeptionell Handlungsspielräume eröffneten. Heute kolonisieren dystopische Zukünfte zunehmend die viel zitierte „neue Normalität“, verengen den Möglichkeitsraum auf die Erhaltung

*Gefangen in
dystopischen Zukünften
von Krisenszenarien?*

und Verbesserung des Ist-Zustandes und nehmen den Verlust individueller und kollektiver Autonomie als unvermeidlich hin.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

*Potenziale positiver
Zukunftsszenarien für
radikale Veränderung
zum Besseren?*

Was sagen die visionierten Dystopien über den gegenwärtigen Zustand der Gesellschaft? Befinden wir uns tatsächlich in so katastrophalen Zuständen, dass eine Veränderung unseres Systems hin zum Besseren nicht mehr denkbar ist? Diese Vermutung lässt sich angesichts hoher Wohlstandsniveaus und vielzähliger positiver Entwicklungen³ in Industrieländern nicht halten. Demnach wäre es wünschenswert, dass utopischen Denksperimenten mehr Raum und Zeit zugestanden würde. Und wäre die gegenwärtige Krise nicht der geeignete Moment, um radikale Umbrüche zu forcieren und positive langfristige Veränderungen zu erzielen?

Vorschlag weiteres Vorgehen

*Utopien als radikale
Gedankenexperimente
rehabilitieren*

In Anbetracht des Bedarfs an Szenarien, die zentrale Chancen und Risiken adressieren, wäre es wichtig, die Potenziale der Szenario-Methode neu zu bewerten. Eine Möglichkeit wäre beispielsweise, negative Szenarien methodisch als hypothetischen Referenzrahmen einzusetzen, um die Zukunftsexploration auf einen radikaleren Ausgangspunkt zu stellen und daran anknüpfend robustere Zukunftsbilder zu entwickeln. Es ginge darum, zu kreativer und auch paradoxer Auseinandersetzung anzuregen, wie es bspw. Jameson (2003) in seiner Vorstellung der Future City⁴ tut. Szenario-Entwicklung muss zukünftig noch stärker zum unnachgiebigen Visionieren und zur Formulierung detaillierter und umfassender Gesellschaftsnarrative anregen, die eine bessere Welt gedanklich zulassen. Eine zentrale Voraussetzung dafür ist die Rehabilitation der Utopien als radikale Gedankenexperimente, die das Ausprobieren, das Handeln, die Verallgemeinerbarkeit, das menschliche Maß und die Kritik miteinbeziehen (Schaper-Rinkel 2020). Dies setzt jedoch gerade in Krisenzeiten ein hohes Maß an *Futures Literacy*⁵ voraus, deren Stärkung sich das Parlament als Ort der öffentlichen Auseinandersetzung über gesellschaftliche Zukunftsentwürfe zum Anliegen machen könnte.

³ BürgerInneninitiativen, Protestkundgebungen, Gemeinschaftsprojekte und Solidaritätsbekundungen deuten nach wie vor darauf hin, dass positive Visionen einer besseren Welt gemeinschaftliches Handeln antreiben kann.

⁴ In seiner zukünftigen Welt ist es so, dass „[...] „reich werden“ nicht mehr bedeutet, das Geld tatsächlich zu verdienen, sondern riesige Einkaufszentren zu bauen – deren Geheimnis darin liegt, dass man zum Einkaufen nicht kaufen muss und dass die Form des Einkaufens eine Performance ist, die ohne Geld inszeniert werden kann, solange man ihr die entsprechenden Räume [...] zur Verfügung stellt.“

⁵ Beschreibt die Fähigkeit, systematisch und evidenzbasiert die Zukunft zu erkunden bzw. Foresight-Expertise.

Zitierte Literatur

- Benjamin, W., 1992, *Theses on the Philosophy of History: Illuminations*, London: Fontana, 248.
- Cairns, G. und Wright, G., 2020, A reflection on the mass production of scenarios in response to COVID-19, *Futures & Foresight Science* 2(3-4), e34.
- Fergnani, A. und Song, Z., 2020, The six scenario archetypes framework: A systematic investigation of science fiction films set in the future, *Futures* 124, 102645-102645.
- Fukuyama, F., 1992, *The end of history and the last man*, New York: Free Press.
- Höffe, O., 2016, *Politische Utopien der Neuzeit: Thomas Morus, Tommaso Campanella, Francis Bacon (Klassiker Auslegen, Band 61)*, Berlin, Germany: De Gruyter.
- Jameson, F., 2003, Future City, *New Left Review* 21.
- Schaper-Rinkel, P., 2020, *Fünf Prinzipien für die Utopien von Morgen*, Wien: Picus Verlag.
- Schwartz, P., 1996, *The Art of the Long View: Paths to Strategic Insight for Yourself and Your Company*: Currency Doubleday.

Reallabore/Sandboxes als regulatorische Experimentierräume

Zusammenfassung

Als zentrale gesellschaftliche Herausforderungen erfordern Klimanotstand und der Wandel von Wirtschaft und Gesellschaft durch Digitalisierung und Dekarbonisierung dringliche Lösungen. Ohne eine Beschleunigung technologischer, sozialer und institutioneller Innovationen werden diese nicht rasch genug umgesetzt werden können. Daher sind neue Maßnahmen und missionsorientierte Politikinstrumente notwendig, die Akteursgruppen abgestimmtes Handeln in relevanten Politikfeldern ermöglichen und möglichst zu Win-win-Situationen führen. Zunehmend etablieren sich dafür Initiativen und Instrumente, die die Schaffung von Experimentierräumen ermöglichen, in denen Innovationsprozesse unter begünstigenden regulatorischen Rahmenbedingungen beschleunigt werden können.

*Schaffung von
Experimentierräumen
für Innovationsprozesse*

Überblick zum Thema

In Österreich wurden erste Aktivitäten gestartet, beispielsweise zur Umsetzung der Klima- und Energiestrategie durch das Programm Energie. Frei.Raum (BMNT), sowie in den Bereichen Digitalisierung (BMVIT) und FinTech (BMF). Solche Reallabore (im englischen Sprachraum wird häufig der Begriff „Regulatory Sandboxes“ verwendet) ermöglichen es, als regulatorische Experimentierräume innovative Lösungen, Technologien, Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle für einen bestimmten Zeitraum und in einem kontrollierten Umfeld zu erproben. Dafür werden Ausnahmen von gesetzlichen oder regulatorischen Bestimmungen gewährt, die als Hemmnisse identifiziert wurden. Nach Beendigung der Experimentierphase werden diese gesetzlichen oder regulatorischen Freiräume bzw. Ausnahmen in der Regel wieder aufgehoben. Ziel von Reallaboren ist meist auch, in der Praxis erprobte Erfahrungen für die zukünftige Weiterentwicklung des Rechtsrahmens zu sammeln.

Initiativen zur Umsetzung von Reallaboren sind ein vielversprechendes neues politisches Instrument, um Dekarbonisierung und Digitalisierung zu beschleunigen und chancenreich umzusetzen. Manche sprechen auch von einem Paradigmenwechsel beim Thema Innovation (BMW 2019). Damit verbunden ist aber auch ein zusätzlicher Bedarf an Abstimmung und Vernetzung auf und zwischen mehreren Governance Ebenen: Einerseits auf der Ebene der Gesetzgebung, um rechtliche Voraussetzungen für das Experimentieren zu schaffen und Lernerfahrungen gegebenenfalls in neue Gesetze einfließen zu lassen; zweitens auf Ebene der Exekutive, um politikfeldübergreifende Innovationsunterstützung anbieten zu können; drittens auf Ebene der Akteure und Stakeholder, um Innovationsprozesse umzusetzen und Lernerfahrungen in die legislativen Prozesse zurückzuspielen.

*3 relevante
Umsetzungs-
dimensionen:
Gesetzgebung,
Exekutive, Stakeholder*

Anwendung in den
Bereichen FinTech,
eHealth, Blockchain,
Sharing Economy

Ziel: effektivere Balance
zwischen Regulierung
und
Innovationsförderung

Regulatorische Experimentier- und Freiräume sind vor allem in zwei Bereichen hoher Innovationsdynamik als neues Politikinstrument in Erscheinung getreten: Einerseits besteht Bedarf in Innovationsfeldern mit raschem technologischem Fortschritt, vor allem im Bereich der Digitalisierung. Inzwischen werden Reallabore international in Digitalisierungsbereichen wie beispielsweise **FinTech**, **eHealth**, **eGovernment**, **autonomes Fahren**, **Blockchain** für das **Internet der Dinge** oder in der **Sharing Economy** angewendet. Hohe Innovationsdynamik trifft hier zum einen auf stark regulierte Sektoren, in denen – wie im Fall von Fintech – ein starker Wunsch der Innovatoren nach Deregulierung vorherrscht, und zum anderen auf Sektoren und Anwendungen, deren gesellschaftlichen Auswirkungen wenig vorhersehbar sind und für die noch keine gesetzlichen Rahmenbedingungen geschaffen wurden. In beiden Fällen hinken legislative Prozesse den realen Entwicklungen hinterher. Anregungen für die jüngsten Bestrebungen in Österreich, Regulatory Sandboxes im FinTech-Sektor zu etablieren¹, liefert das seit 2015 bestehende Programm der Britischen Finanzmarktaufsicht, UK Financial Conduct Authority. Deren Ziel ist es, dem raschen technologischen Fortschritt in der Finanzwirtschaft zu begegnen, sowie eine effektivere Balance zwischen Regulierung und Innovationsförderung zu schaffen. Andererseits besteht Bedarf in Bereichen in denen große gesellschaftliche Herausforderungen zu lösen sind. Hier legitimiert der dringliche Handlungsbedarf missionsorientierte Innovationspolitik. Dies gilt insbesondere für die Dekarbonisierung von Städten, Industrien, sowie der Energie- und Mobilitätssysteme. Die Urgenz wird hier durch die Ausrufung des Klimanotstands durch Städte, Länder bis zum Europäischen Parlament unterstrichen. Die Forderung gilt auch für die Bereiche Bildung, Gesundheit und Sozialpolitik.

Die angestrebte Transformation des Energiesystems und die Maximierung des Einsatzes von erneuerbaren Energien bei effizienter Nutzung von vorhandenen und neuen Infrastrukturen machen es erforderlich, die Flexibilität im Energiesystem verstärkt nutzbar zu machen, um Netzstabilität und Versorgungssicherheit gewährleisten zu können. In einem zunehmend dezentral funktionierenden Energiesystem macht dies Innovationen im institutionellen und regulatorischen Rahmen notwendig. International haben Länder wie Deutschland, Großbritannien, Niederlande, Norwegen und Singapur bereits solche regulatorischen Experimentierräume im Bereich der Smart Grids etabliert. Andere Länder, wie Australien, Dänemark, Indien und Schweden, befassen sich ebenfalls mit derartigen Modellen. In Deutschland wurde für das Innovationsprogramm Schaufenster Intelligente Energie (SINTEG), auf Basis einer Ermächtigungsgrundlage im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) von der Bundesregierung der Gestaltungsspielraum einer Experimentierklausel genutzt und eine spezielle SINTEG Verordnung erlassen. In Großbritannien wird das Programm Innovation Link vom Energieregulator OFGEM angeboten, um gegebenenfalls auch Ausnahmeregelungen für Regulatory Sandboxes zu erlassen. In Italien werden vom

¹ Seit September 2020 gibt es in Österreich die erste Regulatory Sandbox für den FinTech-Bereich, siehe fma.gv.at/kontaktstelle-fintech-sandbox/fma-sandbox/parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/I/I_00193/index.shtml.

Energieregulator ARERA zielgerichtet Ausnahmen in Bereichen gewährt und Projekte finanziert, in denen ein energiepolitisches Interesse identifiziert wurde (siehe Lo Schiavo et al., 2013). In den Niederlanden besteht seit einigen Jahren für Netzbetreiber und Energiegemeinschaften die Möglichkeit, um zeitlich limitierte Ausnahmen im Bereich der dezentralen Erzeugung erneuerbaren Stroms anzusuchen. Die rechtliche Basis bietet ein Dekret, „Crown decree for experiments with de-centralized renewable electricity generation“ (siehe Lammers et al., 2017).

Eine erste Analyse der existierenden Programme und Initiativen im Energiebereich (siehe ISGAN, 2019) legt nahe, dass es unterschiedliche Ansätze hinsichtlich Grad und Form der gesetzlichen Ausnahmetatbestände (Anpassung von Regulierungen oder Deregulierung) gibt. Sie weisen unterschiedliche Zugänge und Formate auf, sprechen verschiedene Akteure und Stakeholder an und gewähren Experimentierraum für unterschiedliche Themen und Innovationsbereiche (z. B. Sektorkopplung, Speicherlösungen, Flexibilität im Energiesystem, neue Tarif- und Geschäftsmodelle). Dementsprechend ist auch nicht zu erwarten, dass sich ein einheitliches Modell für das Design eines solchen Programms durchsetzen wird. Es besteht allerdings ein breiter Konsens über die Wichtigkeit und Notwendigkeit von wissenschaftlicher Begleitforschung und Ex-post Evaluierung als Teil der jeweiligen Initiativen. Weitere experimentelle Ansätze zu regulatorischen Freiräumen finden sich im Bereich sozialer Innovationen. Derzeit entwickelt man in mehreren Ländern Experimentierräume, um die Auswirkungen einer Umstellung des Wohlfahrtssystems auf Grundeinkommen zu testen. Das kürzlich abgeschlossene finnische Experiment mit Grundeinkommen wird gerade wissenschaftlich ausgewertet und evaluiert. Weitere Experimente mit Grundeinkommen findet man in den USA (z. B. Stockton in Kalifornien), sowie in Kanada mit einem inzwischen abgebrochenen Experiment in Ontario.

Hohes Potenzial im Energiebereich, aber auch im Bereich sozialer Innovation

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Bisher sind zu den hier erwähnten Reallabor-Programmen keine Erfahrungen aus wissenschaftlicher Begleitforschung oder ex-post Wirkungsanalysen verfügbar. Daher fehlen auch robuste vergleichende Befunde zu Vor- und Nachteilen unterschiedlicher Umsetzungsmodelle. Dies erschwert es, bestehende Modelle von Reallaboren im nationalen Kontext ohne ein gewisses Risiko zu replizieren. Es weist aber auf den Paradigmenwandel im Bereich Innovation hin und betont den Bedarf an neuen Instrumentarien für den Fortschritt missionsorientierter Innovationspolitik. Die Einführung von Reallaboren und das Schaffen regulatorischer Experimentier- und Freiräume stellt weltweit eine Weiterentwicklung des Instrumentenkoffers missionsorientierter, transformativer Innovationspolitik dar. Sie könnten auch in Österreich zukünftig einen sehr wichtigen Beitrag zur Umsetzung der vier formulierten Missionsthemen in der Klima- und Energiestrategie #mission-2030 – (a) Plus Energie Quartiere, (b) integrierte regionale Energiesysteme, (c) Break-Through-Technologien für die Industrie und (d) energieeffiziente Mobilitätssysteme der Zukunft – leisten (BMVIT 2019). Die gesetzli-

Fehlende Erfahrung, Begleitforschung und Wirkungsanalysen

chen Grundlagen dafür müssen erst geschaffen werden, insofern der derzeitige gesetzliche Rahmen den zuständigen Behörden keinen Spielraum durch Ausnahmetatbestände zugesteht. Ein weiterer Aspekt in Bezug auf Beschleunigung von Innovation ist auch die Phase der Umsetzung Europäischer Rechtsmaterie in österreichisches Recht, wie beispielsweise das „Clean energy for all Europeans package“, die zwischen 2019 und 2021 zu erfolgen hat.

Regulatorische Experimentierräume können auf vier Formen von Ausnahmetatbeständen beruhen. Eine Ausnahme von einer Verbotsvorschrift ermächtigt eine Behörde von den festgelegten gesetzlichen Regelungen abzuweichen. Bei Ausnahmen von einem Genehmigungstatbestand verzichtet der Gesetzgeber auf das Erfordernis einer Genehmigung, auf eine Vorgehensweise oder einen Nachweis, und erleichtert oder streicht damit für die Innovatoren Arbeitsschritte und bürokratische Wege. Der Gesetzgeber kann auch zwecks Erprobung auf Nachweis- und Ausstattungserfordernisse verzichten. Es können weiters auch Bündelungs- und Auffangtatbestände genutzt werden, um Abweichungen von Zuständigkeits- und Formvorschriften (z. B. zwischen Bund und Ländern) zu regeln (BMW 2019).

Vorschlag weiteres Vorgehen

Die erfolgreiche Steuerung eines komplexen Instruments wie Reallabore bedingt die Klärung von Fragen nach der Entwicklung von (Spiel-)Regeln sowie deren Durchsetzung und Kontrolle bei Aufbau, Betrieb, Weiterentwicklung und Nutzung der erzielten Ergebnisse. Jüngere Forschung aus dem Bereich der politikwissenschaftlichen Governance-Forschung weist darauf hin, dass in einem derartigen Zusammenhang organisationspezifische Eigenlogiken, Normen, Werte, Regeln, Zielsetzungen, Anreizsysteme, Praktiken und Prozesse zu berücksichtigen sind (siehe Peters, 1998 und 2013). Dies trifft auch auf Regulierungsbehörden zu, deren Zielsetzungen weitestgehend in Zeiten festgelegt wurden, in denen mit ganz anderen gesellschaftlichen Herausforderungen (insbesondere Deregulierungen und Unbundling im Bereich der Energieversorgung und -verteilung) umzugehen war.

Neben der stärkeren Ausrichtung innovationspolitischer Agenden auf die klima- und energiepolitischen Zielsetzungen könnten regulatorische Experimentierräume den Spielraum zur Unterstützung der Energiewende erhöhen. Ob die Vorgabe des rechtlichen Rahmens und die Entwicklung von geeigneten Governance-Strukturen dafür ausreichend sind, ist in Anbetracht der Unterschiedlichkeit der Interessen und Vielfalt der betroffenen und beteiligten Akteure fraglich. Vielmehr wäre es ratsam auf der Ebene der Umsetzung darauf zu achten in welcher Form Akteure in Auswahl, Durchführung und Begleitung von Reallaboren eingebunden werden, welche Pfadlogiken sich dadurch im Innovationsgeschehen ergeben und wie die zukünftigen Handlungsspielräume dadurch beeinflusst werden könnten. Ebenso ist zu berücksichtigen für welche Zeiträume und räumliche Ausdehnungen Ausnahmetatbestände gelten sollen. Weiters ist die Frage der Aufsicht zu klären – um mit Juvenal zu sprechen: „Wer wird die Wäch-

*Organisations-
spezifische
Eigenlogiken,
Normen und Werte
prägen die Umsetzung*

*Art und Weise der
Einbindung von Akteuren
beeinflusst zukünftige
Handlungsspielräume*

ter selbst bewachen?“; und, last but not least, ist die Ausgestaltung der Lernprozesse sowohl für die legislativen Akteure, als auch für die mit der Governance betrauten Stellen, von zentraler Bedeutung.

Zitierte Literatur

- BMVIT 2019: Umsetzungsplan zur Energieforschungsinitiative in der Klima- und Energiestrategie, BMVIT in Kooperation mit WKO und Klima- und Energiefonds. Version 1.0 zur Mission Innovation Week im Mai 2019.
www.ikes-umsetzungsplan.at
- BMWi (2019). Freiräume für Innovationen - Das Handbuch für Reallabore. Deutsches Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/handbuch-fuer-reallabore.html
- ISGAN (2019): Innovative Regulatory Approaches with Focus on Experimental Sand-boxes: Smart Grid Case Studies. Casebook. International Smart Grid Action Network (ISGAN). May 2019,
iea-isgan.org/wp-content/uploads/2019/05/IS-GAN-Casebook-%E2%80%9CInnovative-Regulatory-Approaches-with-Focus-on-Experimental-Sandboxes%E2%80%9D.pdf
- Jenik, I., Lauer, K. (2017). Regulatory Sandboxes and Financial Inclusion. CGAP Working Paper
- Lammers, I. and Diestelmeier, L. (2017): Experimenting with Law and Governance for Decentralized Electricity Systems: Adjusting Regulation to Reality? Sustainability 2017, 9(2), 212;
- Peters, G. B. (1998). Managing Horizontal Government: The Politics of Coordination. Research Paper, Canadian Centre for Management Development.
- Peters, G. B. (2013). "Toward policy coordination: alternatives to hierarchy." Policy & Politics 41(4): 569-584.
- Lo Schiavo, L. et al. (2013). Changing the regulation for regulating the change: Innovation-driven regulatory developments for smart grids, smart metering and e-mobility in Italy, Energy Policy,
dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.02.022

Zukunft der Bewertungsplattformen: Online-Reputationsmanagement

Zusammenfassung

Bewertungsplattformen sind bereits allgegenwärtig: sei es bei der Wahl des Hausarztes, beim Online-Einkauf von Waren oder bei der Buchung einer Unterkunft. Für Unternehmen bieten Bewertungsplattformen großes Potenzial zum Online-Reputationsmanagement. Auch KonsumentInnen profitieren von öffentlich zugänglichen Bewertungen im Zuge ihrer Kaufentscheidungen. Doch was, wenn subjektive Werturteile zu Cybermobbing, Rufschädigung oder verzerrten Tatsachendarstellungen führen? Dieser Artikel geht dieser Frage nach, fasst wesentliche Pro- und Contra-Punkte der Bewertungsplattformen zusammen und verweist auf notwendige staatliche Rahmenbedingungen um die gesellschaftliche "Grauzone" der Online Ratings transparent und fit für die Zukunft zu machen.

Überblick zum Thema

Neben den Produkteigenschaften und dem Preis sind Bewertungen im Internet bereits das drittwichtigste Kriterium für Kaufentscheidungen.¹ Mehr als 70% der Bevölkerung in Industrieländern haben bereits eine Online-Bewertung abgegeben und fast 50% überprüfen Online-Ratings anderer bevor sie etwas kaufen. In den Wirtschaftssektoren Unterhaltungselektronik und Tourismus spielen die digitalen Bewertungen eine besonders große Rolle. Nicht nur für die Bevölkerung sind Online-Ratings ein wesentliches Kriterium für Kaufentscheidungen, auch am B2B Markt werden Unternehmensakquisitionen mittlerweile durch Ratingplattformen unterstützt.²

*Drittwichtigstes
Kriterium für
Kaufentscheidungen*

Der Mechanismus, der den Bewertungsplattformen zugrunde liegt: durch Online-Ratings werden KundInnen auf Unternehmen, Produkte und Services aufmerksam. Unter dem Stichwort „Online Reputationsmanagement“ bzw. auf Englisch „eWOM (electronic word of mouth)“ findet das Konzept Aufmerksamkeit in der Betriebswirtschaft, Psychologie und Kommunikationsforschung, während der breiter gefasste Ansatz der Mundpropaganda seit den 1960er Jahren von SoziologInnen diskutiert wird (Katz&Lazarsfeld 1955). Huete-Alcocer (2017) geht sogar so weit und beschreibt eWOM als das einflussreichste informelle Medium unter KonsumentInnen, Unternehmen und der breiten Bevölkerung.

*eWOM – electronic word
of mouth*

¹ So die Studie „Trend Radar 2019“ Simon Kucher & Partners (2019), die die Meinung von 6.375 Personen aus 23 Ländern zusammenfasst.

² techcrunch.com/2019/07/23/trustradius-a-customer-generated-b2b-software-review-platform-raises-12-5m/.

*Soziale Netzwerke,
Webseiten, eigene
Onlineplattformen*

Soziale Netzwerke, Webseiten oder auch eigens dafür eingerichtete Onlineplattformen ermöglichen mittlerweile die Bewertung von nahezu allem und jedem. Bewertet werden in der Regel Hotels, Restaurants, Ferienwohnungen, Wellness- und Shoppingangebote (Tripadvisor, Yelp, booking.com, Airbnb, Amazon, Ebay), aber auch die Qualität von Arbeitsplätzen (Glassdoor, Kununu), Gesundheitsdienstleistungen (DocFinder, jameda), Fahrdiensten (Uber, Bolt), sowie Berufs- (spickmich.de, Lernsieg) und Persönlichkeitsprofilen (Facebook, LinkedIn) oder Livestreams (YY.com).

*Unterscheidungskriterien:
Bewertungsgegenstand,
Art der Bewertung,
Geschäftsmodell
der Plattform*

Bewertungsplattformen können je nach Bewertungsgegenstand, Art der Bewertung und Architektur bzw. Geschäftsmodell einer Plattform unterschieden werden. Die Bewertung kann quantitativ oder qualitativ erfolgen: während einfache Klicks bzw. Likes die Menge an positiver bzw. negativer Meinung fassen, können anhand offener Kommentare neue Themen eingebracht und Aspekte abseits der vorgegebenen Bewertungsdimensionen angesprochen werden. Zusätzliche Kommentar- und Chatfunktionen bzw. User-Foren können neue Möglichkeiten zum Dialog bieten und gestehen NutzerInnen in vielen Fällen eine aktive Rolle im Reputationsmanagement zu. Das Geschäftsmodell und die Plattformarchitektur entscheiden maßgeblich über den Informationszugang (integriert/eigenständig, offen/geschlossen, kostenlos/gebührenpflichtig, anonym/registrierungspflichtig), d. h. über die Rollen und Gestaltungsmöglichkeiten der NutzerInnen.

*Herausforderung:
Manipulation von
Bewertungsinhalten*

Ein Problemfeld von Online-Bewertungsplattformen ist die Manipulation von Bewertungsinhalten. Dazu zählen „geschönte Urteile“, bezahlte Positivurteile, gekaufte Klicks und die sogenannten „Fake News“ – verzerrte bzw. falsche Tatsachenbeschreibungen. Der Fall des erfundenen Restaurants Londons³, das über ein Online-Bewertungsportal zum bestbewerteten Restaurants Londons wurde, ist nur ein Beispiel dafür, dass viele Bewertungen gefälscht sind. Neben Manipulation gibt es auch rationale Argumente, die die Bedeutung von Bewertungsinhalten in Frage stellen. Wissenschaftliche Studien machen auf den „Herdeneffekt“ beim Online-Rating aufmerksam, der den starken Einfluss von ersten Ratings auf die darauffolgenden beschreibt (Lederrey&West 2018). Eine weitere Beobachtung zeigt, dass in den meisten Fällen überwiegend positive Bewertungen abgegeben werden und die Summe der abgegebenen Bewertungen demnach kein repräsentatives Sample darstellt (Verhoef et al. 2014). Eine zentrale Frage, die sich daher im Zusammenhang mit Online-Ratings stellt, ist die nach der Qualität und Aussagekraft der gesammelten Daten.

*Prüfverfahren:
Meta-Bewertung*

Der Manipulation von Bewertungsinhalten wird anhand unterschiedlicher Prüfverfahren der Kampf angesagt⁴: von technologischen Lösungen, die auf die Identifikation von automatisiert generierten Inhalten abzielen, bis hin zu nutzerbezogenen Lösungen, die auf das menschliche Urteilsver-

³ [theshedatdulwich.com;
vice.com/de_at/article/434gqw/ich-habe-meine-gartenlaube-auf-tripadvisor-zum-besten-restaurant-der-stadt-gemacht](https://theshedatdulwich.com/vice.com/de_at/article/434gqw/ich-habe-meine-gartenlaube-auf-tripadvisor-zum-besten-restaurant-der-stadt-gemacht).

⁴ Siehe dazu verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/2018-12/Bewertungen_Untersuchung_Marktwachter.pdf.

mögen bauen. Auch neue Methoden, wie die Meta-Bewertung von Bewertungsquellen (d. h. wie vertrauenswürdig ist die Quelle der abgegebenen Bewertung) werden getestet (Kim et al. 2019).

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Mit der Einführung der App zur bundesweiten Online-Bewertung von Lehrpersonal und Schulen⁵ und dem Projekt Kultur-Token⁶ zur Belohnung von klimaschonendem Verhalten von BürgerInnen gewinnt das Thema Online-Bewertungen für Österreich an Relevanz.

Nachdem die privat entwickelte LehrerInnen-Bewertungs-App einen Tag auf dem Markt verfügbar war, wurde sie aufgrund der heftigen Kritik wieder deaktiviert. Ähnlich diesem Fall gab es in Deutschland vor einigen Jahren bereits Erfahrungen mit einer ähnlichen Bewertungs-App⁷, die am Ende der Debatte eingestellt wurde. Die Erfahrungen macht deutlich, dass bestehende Machtverhältnisse, z. B. die Bedenken wichtiger Betroffener (LehrerInnen, Gewerkschaften) und daraus folgende Konsequenzen, großen Einfluss bei der Einführung neuer, digitaler Kommunikationstechnologien haben und umgekehrt, neue Kommunikationswege (z. B. die zusätzliche Möglichkeit für SchülerInnen ihr Lehrpersonal zu bewerten und Feedback abzugeben) oft mit gesellschaftlichen Machtverschiebungen einhergehen.⁸

Es existieren gegenwärtig vielfältige Empfehlungen und Lösungsansätze zur Herstellung von Fairness und Transparenz in digitaler Kommunikation. Beispielhaft kann die nachgewiesene Wirksamkeit von Nach-Krisen-Entschuldigungen (Li 2019) und dialogischen Verfahren der Krisenkommunikation (du Plessis 2018) angeführt werden. Im medizinischen Bereich sollen zentrale ethische Prinzipien eine faire und transparente Online-Bewertungen ermöglichen: Patientenwohlfahrt, Patientenautonomie, ärztliche Fürsorge und soziale Gerechtigkeit stehen dabei im Fokus (Strech 2011). Auch der Österreichische Ethik-Rat für Public Relations stellt einen Leitfaden zur „Ethik in der Digitalen Kommunikation“ zur Verfügung⁹ und selbst die Kirche publizierte bereits 2002 päpstlichen Rat zur Ethik im Internet und verweist auf die Gefahr des Kulturimperialismus durch mangelnden Dialog.¹⁰ Doch inwieweit abstrakte ethische Prinzipien und Kommunikationsrichtlinien die Fairness in Online-Ratings garantieren können, sei dahingestellt; kritische Stimmen verweisen auf die hohen Ansprüche dialogi-

*Relevanz für Österreich:
LehrerInnen-
Bewertungs-App und
Kultur-Token*

*Ethische Prinzipien
für die digitale
Kommunikation*

⁵ [wienerzeitung.at/nachrichten/politik/oesterreich/2038228-Lehrer-Bewertungs-App-startet.html](https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/politik/oesterreich/2038228-Lehrer-Bewertungs-App-startet.html).

⁶ digitales.wien.gv.at/projekt/kultur-token/.

⁷ de.wikipedia.org/wiki/Spickmich.

⁸ [faz.net/aktuell/finanzen/meine-finanzen/geld-ausgeben/online-bewertungen-werden-fuer-unternehmen-wichtiger-15086974.html](https://www.faz.net/aktuell/finanzen/meine-finanzen/geld-ausgeben/online-bewertungen-werden-fuer-unternehmen-wichtiger-15086974.html).

⁹ prethikrat.at/wp-content/uploads/2016/09/Kodex-Digitale-Kommunikation_PR-Ethik-Rat.pdf.

¹⁰ vatican.va/roman_curia/pontifical_councils/pccs/documents/rc_pc_pccs_doc_20020228_ethics-internet_ge.html.

scher Kommunikation, die v. a. im Dialog mit Regierungen und staatlichen Organisationen erhebliche Einschränkungen und Defizite aufweist (Lane 2018).

Gerade im Kontext neuer Entwicklungen, wie dem Projekt Kultur-Token, das Online Bewertungen zur Evaluierung klimaschonenden Verhaltens von BürgerInnen im öffentlichen Sektor einsetzt, wäre es wünschenswert ethische und gesellschaftsrelevante Fragestellungen vorab zu diskutieren. Fragen, die sich stellen sind: Wie transparent ist das Verfahren zur Bewertung klimaschonenden Verhaltens von BürgerInnen? Welche Mitgestaltungsmöglichkeiten bieten sich im Rahmen des Anreizsystems „Kultur-Token“ für BürgerInnen? Wie können algorithmische Diskriminierung und verzerrte Zielgruppen-Sampels in den Anwendungsfällen vermieden werden? Welchen Einfluss hat das zugrundeliegende Machtverhältnis Staat-BürgerInnen auf die Bewertungsdynamik?

Vorschlag weiteres Vorgehen

*Analyse der bisherigen
Erfahrungen mit
Online-Bewertung*

Es gibt viele Erfahrungen mit Online-Bewertungsportalen in unterschiedlichen Anwendungskontexten und Ländern. Trotz vielfältigen Beispielen und unterschiedlichen Strategien zu transparenter und fairer Online-Kommunikation, ist das Feld sehr zerklüftet und es scheint keine einheitliche, in Beziehung gesetzte Linie für Bewertungen zu geben. In unterschiedlichen Bereichen machen sich Akteure für die Durchsetzung von Standards und Verhaltensregeln stark. Was bisher fehlt ist die Analyse und Ableitung von Schlussfolgerungen. Am Schluss ist klar, dass zukünftig nicht die Regulierung bzw. neue Gesetzgebung im Fokus der Debatte steht. Das grundlegende Recht auf Meinungsfreiheit, sowie strafrechtliche Tatbestände sind gesetzlich ausreichend geregelt, genauso Spezialfälle im Gesundheitsbereich (ärztliche Schweigepflicht). Generell gilt für digitale Kommunikation das gleiche Recht wie in der analogen Welt: Rufschädigung, üble Nachrede, etc. sind strafbar. Mehrebenen-Ansätze sollten daher vielmehr die Pflege der Kommunikationskultur in den Fokus rücken, wesentlich ist: es geht um die „Grauzone“ die stark mit unterschiedlichen Vorstellungen von Dialog verknüpft ist und auf zwischenmenschlichen Umgangsformen aufbaut.

*Gütesiegel für
faire und transparente
Online-Bewertungen?*

Was in Österreich für den digitalen Handel als E-Commerce Gütesiegel¹¹ bereits verwirklicht ist, könnte auch aus Perspektive von BürgerInnen zu einem zivilgesellschaftlich vertretbaren Standard für die digitale Kommunikation im öffentlichen Sektor führen. Demnach wäre eine Möglichkeit für das Österreichische Parlament bisherige Erkenntnisse und Erfahrungen zu nutzen und einen Prozess anzuregen, der die kontinuierliche Reflexion digitaler Kommunikation in Hinblick auf Transparenz und Fairness ermöglicht. Um die Chancen und Risiken im proaktiven Umgang mit Online-Reputationsnetzwerken vor allem im staatlichen Bereich auszuloten, würde sich ein Foresight-Prozess in Hinblick auf zukünftige Anwendungs- und Einsatzgebiete für den öffentlichen Sektor anbieten.

¹¹ [quetezeichen.at](https://www.quetezeichen.at).

Zitierte Literatur

- du Plessis, C., 2018, Social media crisis communication: Enhancing a discourse of renewal through dialogic content, *Public Relations Review* 44(5), 829-838.
- Huete-Alcocer, N., 2017, A Literature Review of Word of Mouth and Electronic Word of Mouth: Implications for Consumer Behavior, *Frontiers in psychology* 8, 1256-1256; auch veröffentlicht in: *Front Psychol.*
- Katz, E. und Lazarsfeld, P. F., 1955, *Personal influence: the part played by people in the flow of mass communications*, New York, NY, US: Free Press.
- Kim, A., Moravec, P. L. und Dennis, A. R., 2019, Combating Fake News on Social Media with Source Ratings: The Effects of User and Expert Reputation Ratings, *Journal of Management Information Systems* 36(3), 931-968.
- Lane, A. B., 2018, If it's so good, why not make them do it? Why true dialogue cannot be mandated, *Public Relations Review* 44(5), 656-666.
- Lederrey, G. und West, R., 2018, When Sheep Shop: Measuring Herding Effects in Product Ratings with Natural Experiments, *Proceedings of the 2018 World Wide Web Conference*, Lyon, France: International World Wide Web Conferences Steering Committee.
- Li, Y., 2019, Can an apology change after-crisis user attitude? The role of social media in online crisis management, *Information Technology & People* 32(4), 802-827.
- Simon Kucher & Partners, 2019, *Trend Radar "Rating Economy". Global Survey*.
- Strech, D., 2011, Ethical Principles for Physician Rating Sites, *J Med Internet Res* 13(4), e113.
- Verhoef, L. M., Van de Belt, T. H., Engelen, L. J., Schoonhoven, L. und Kool, R. B., 2014, Social Media and Rating Sites as Tools to Understanding Quality of Care: A Scoping Review, *J Med Internet Res* 16(2), e56.

Robojournalismus und digitalisierte Medien

Nachrichteninhalte werden zunehmend über soziale Netzwerke und mobile Geräte konsumiert. Das hat zwei gravierende Folgen: Erstens dominieren wenige (digitale) Plattformen die (Verteilung der) Nachrichten. Zweitens verlieren traditionelle Nachrichtenunternehmen dadurch zunehmend Werbeeinnahmen und damit ihre wirtschaftliche Basis. Die Nachrichtenunternehmen reagieren oft mit Sparmaßnahmen, was zur Folge hat, dass seriöse Medien Angestellte entlassen und ihre Inhalte reduzieren müssen. Das wiederum vermindert die Attraktivität des Mediums für LeserInnen und AnzeigenkundInnen. Zusätzlichen Druck auf den Qualitätsjournalismus erzeugt die Automatisierung der Textproduktion, die bereits in einzelnen 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 AkteurInnen in Frage gestellt. Nachdem jedeR BesitzerIn eines Smartphones potenziell über ein Ereignis berichten kann und über soziale Netzwerke oder offene Internetnachrichtendienste 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. Gleichzeitig ermöglicht der Digitalisierungstrend auch die Veränderung der journalistischen Arbeit hin in Richtung höhere Qualität (Stichwort „Datenjournalismus“ oder „Augmented Journalism“): mithilfe von automatisierten Analysetools, umfassenden, neuen Nachrichten-Datenbanken und künstlicher Intelligenz können zukünftig Inhalte schneller und besser aufbereitet werden.¹ Beispielsweise können Soziale Medien automatisiert nach Neuigkeiten durchsucht, Quellen und Informationen verifiziert und strukturiert analysiert werden. Darauf folgt die automatisierte Erstellung von Text, Bild und Ton als News-Vorschlag (Tejedor/Vila 2021). Eine Studie zeigt, dass JournalistInnen durchaus KI-Unterstützung in ihrer Arbeit schätzen, das Hauptargument ist dabei die Arbeitsentlastung (Schapals/Portezza 2020). Die Bevölkerung steht automatisiertem Journalismus eher skeptisch gegenüber, erwartet wenig Qualitätszugewinn durch KI Einsatz und spricht sich für eine starke Regulierung aus (Kieslich 2021). Ein Metastudie, die die Wahrnehmung von automatisiert mit von Menschen geschriebenen Texten verglich, zeigte keinen Unterschied in der Wahrnehmung der LeserInnen hinsichtlich der Glaub-

¹ insights.ap.org/uploads/images/the-future-of-augmented-journalism_ap-report.pdf.

würdigkeit, einen kleinen Vorteil für von Menschen geschriebene Nachrichten in Bezug auf die Qualität und einen großen Vorteil für von Menschen geschriebene Nachrichten in Bezug auf die Lesbarkeit (Graefe/Bohlken 2020). Soziale Netzwerke filtern Nachrichteninhalte mit intransparenten Mechanismen vor, die beispielsweise auf Likes oder Empfehlungen basieren (siehe [Bewertungsplattformen](#)). Dadurch konsumieren insbesondere Gruppen mit ähnlichen (politischen) Interessen verstärkt ausgewählte Medieninhalte; deren Meinungsbildung und Diskurs findet so vornehmlich unter Gleichgesinnten in ihrer „Filterblase“ statt. Die Nutzung „intelligenter“ virtueller Assistenten kann diesen Effekt zusätzlich verstärken (Elikci 2021). 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, wäre Gegenstand einer wichtigen gesellschaftlichen und demokratiepolitischen Debatte. Diese sollte auch in Bezug auf die europäische KI-Regulierung geführt werden, außerdem müssen Haftungsfragen geklärt werden, die z. B. durch Falschmeldungen von Schreibrobotern entstehen können.

Zitierte Quellen

- Elikci, C., 2021, Integration of Artificial Intelligence Into Austrian Journalism: A Potential Threat to Austrian Journalism?, in: Musiolik, T. H. et al. (Hg.): *Analyzing Future Applications of AI, Sensors, and Robotics in Society*, Hershey, PA, USA: IGI Global, 182-200 services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/978-1-7998-3499-1.ch011.
- 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
- Graefe, A. und Bohlken, N., 2020, Automated Journalism: A Meta-Analysis of Readers' Perceptions of Human-Written in Comparison to Automated News, 2020 8(3), 10 %J Media and Communication cogitatiopress.com/mediaandcommunication/article/view/3019.
- Kieslich, K., 2021, *Künstliche Intelligenz im Journalismus. Wie nimmt die Bevölkerung den Einfluss von Künstlicher Intelligenz auf die journalistische Arbeit wahr? Meinungsmonitor Künstliche Intelligenz Factsheet Nr.4*: Center for advanced internet studies, Heinrich Heine Universität Düsseldorf, cais.nrw/factsheet-4-ki-im-journalismus/
- 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](https://europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/603253/EPRS_STU(2017)603253_EN.pdf).
- Schapals, A. K. und Porlezza, C., 2020, Assistance or Resistance? Evaluating the Intersection of Automated Journalism and Journalistic Role Conceptions, 2020 8(3), 11 %J Media and Communication cogitatiopress.com/mediaandcommunication/article/view/3054.
- Tejedor, S. und Vila, P., 2021, Exo Journalism: A Conceptual Approach to a Hybrid Formula between Journalism and Artificial Intelligence, *Journalism and Media* 2(4), 830-840.

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, aber auch Suchverläufe, öffentliche Aufzeichnungen, Online-Einkäufe, oder andere individuell verfügbare Daten 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 breit in den USA eingesetzt. Kampagnen in den sozialen Medien sind in den meisten europäischen Ländern zum Mainstream geworden (López Ortega 2022). 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.¹ Auch Firmen setzen Microtargeting ein, um mit Hilfe von Big-Data-Analysen spezifische Psychogramme zu erstellen, die zu erfolgreicheren Werbekampagnen führen können. Bedenkt man die enormen Umsätze, die Google und Facebook im US-Kongresswahlkampf 2018 mit politischer Werbung erwirtschaftet haben (an die 430 Millionen US-Dollar), wird die Bedeutung des Geschäftsmodells ersichtlich.² Mittlerweile gibt es einen ganzen Zweig von Tech-Firmen, die auf diese Art politischer Werbung spezialisiert sind (Cotter 2022). Untersuchungen zeigen kausale Effekte von persönlichkeitskongruenter politischer Werbung: BürgerInnen werden stärker von politischen

¹ Weitere Beispiele in: bpb.de/lernen/bewegt-bild-und-politische-bildung/themen-und-hintergruende/youtube-learnmedium/343726/desinformationen-und-microtargeting/.

² netzpolitik.org/2019/twitter-verbietet-politische-werbung-eine-herausforderung-an-facebook/.

Anzeigen überzeugt, die zu ihren eigenen Persönlichkeitsmerkmalen passen (Zarouali et al. 2020). Insgesamt verstärkt Microtargeting gesellschaftliche Polarisierung, indem es eine höhere Präzision in der Werbestrategie der politischen KandidatInnen ermöglicht (Prummer 2020). Damit bietet es Parteien einerseits eine große Chance, sich mit den wirklichen Interessen der BürgerInnen auseinanderzusetzen. Andererseits kann Microtargeting eine Quelle für Fehlinformationen, Negativität und eine Hyperfragmentierung von Kampagnen und der Öffentlichkeit sein (López Ortega 2022).

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 weiter untersucht werden wie zugeschnittene (Wahl-)Werbung Meinungsbildung und die Bildung der (politischen) Öffentlichkeit beeinflusst (siehe dazu auch Thema [Digitales Nudging](#)).

Zitierte Quellen

- Cotter, K., 2022, Selling Political Data: How Political Ad Tech Firms' Discourses Legitimate Microtargeting, Information for a Better World: Shaping the Global Future, Cham.
- López Ortega, A., 2022, Are microtargeted campaign messages more negative and diverse? An analysis of Facebook Ads in European election campaigns, *European Political Science* 21(3), 335-358 doi.org/10.1057/s41304-021-00346-6.
- Kind, S., Weide, S. (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/themenprofil/Themenkurzprofil-018.pdf.
- Kolany-Raiser, B., Radtke, T. (2018) Microtargeting – Gezielte Wähleransprache im Wahlkampf. Assessing Big Data: ABIDA-Dossier, abida.de/sites/default/files/16_Microtargeting.pdf.
- Prummer, A., 2020, Micro-targeting and polarization, *Journal of Public Economics* 188, 104210 [sciencedirect.com/science/article/pii/S0047272720300748](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0047272720300748).
- Zarouali, B., Dobber, T., De Pauw, G. und de Vreese, C., 2020, Using a Personality-Profiling Algorithm to Investigate Political Microtargeting: Assessing the Persuasion Effects of Personality-Tailored Ads on Social Media, *Communication Research*, 0093650220961965 doi.org/10.1177/0093650220961965.

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, Siri, Cortana und Co. sowie die Bewertung von Menschen in der Arbeitswelt, bei Versicherungen oder Banken beruhen auf algorithmischen Entscheidungssystemen und selbstlernenden Programmen (siehe Thema [Zukunft der Bewertungsplattformen](#)). 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 (siehe Thema [Fintechs](#)), 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, 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.¹ 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 Autonomie der Einzelnen ein, ohne dass diese 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.²

¹ Aktuell zeigt sich dies an der Diskussion um den so genannten AMS-Algorithmus in Österreich. Das Arbeitsmarkt-Chancen-Assistenzsystem (AMAS) sollte ab 2021 auf Basis von Statistiken vergangener Jahre die zukünftigen Chancen von Arbeitssuchenden am Arbeitsmarkt berechnen. Die Arbeitssuchenden werden dabei anhand der Prognose ihrer „Integrationschance“ in drei Gruppen eingeteilt, denen unterschiedliche Ressourcen für Weiterbildung zugeteilt werden. Wie eine Studie des ITA (Allhutter et al. 2020) zeigt, hat der AMS-Algorithmus weitreichende Konsequenzen für Arbeitssuchende, AMS-MitarbeiterInnen sowie die Organisation AMS.

² So kann eine künstliche Intelligenz stereotype Werturteile entwickeln, wenn sie ihr Wissen aus repräsentativen Texten der Menschheit generiert, die eben diese Stereotype enthalten, siehe Caliskan, et al. (2017). Für eine Vielzahl von Beispielen, wie Meinungen und unhinterfragte Hypothesen in mathematische Modelle eingebettet sind, siehe O'Neil (2016).

Für einige Bereiche wie das Gesundheitswesen oder die Versicherungsbranche 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 2018 geltende EU-Datenschutz-Grundverordnung kann einzelfallbezogene Transparenz, 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). Gegenwärtig entsteht ein Forschungsbereich unter dem Namen „Diskriminierungsbewusstes Data Mining“, der erforscht, wie Vorhersagemodelle frei von Diskriminierung erstellt werden können, v. a. wenn die historischen Daten, auf denen sie aufgebaut sind, möglicherweise verzerrt oder unvollständig sind oder sogar diskriminierende Entscheidungen aus der Vergangenheit enthalten (Žliobaitė 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 als Ausgangspunkt nimmt.³ 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.⁴ Algorithmen können auch Kompromisse zwischen konkurrierenden Werten transparent machen, was bedeutet, dass Algorithmen nicht nur eine Bedrohung darstellen, die reguliert werden muss, sondern mit den richtigen Schutzmaßnahmen einen potenziell positiven Beitrag zu Gerechtigkeit leisten können (Kleinberg et al. 2019). 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.

³ Mittlerweile hat die EU-Kommission einen Vorschlag zur Regulierung von KI vorgelegt, siehe digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence.

⁴ Siehe dazu auch Udrea et al. 2022.

Zitierte Quellen

- Allhutter, D., Mager, A., Cech, F., Fischer, F. und Grill, G., 2020, *Der AMS-Algorithmus – Eine soziotechnische Analyse des Arbeitsmarktchancen-Assistenz-Systems (AMAS)*, November 2020, Wien: ITA.
- 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.
- O'Neil, C., 2016, *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*: Crown.
- Udrea, T., Fuchs, D., & Peissl, W. (2022). Künstliche Intelligenz. Verstehbarkeit und Transparenz – Endbericht (p. 77). Wien.
doi:/10.1553/ITA-pb-2022-01
- Schaar, P., 2017, Überwachung, Algorithmen und Selbstbestimmung, in: bpb: Bundeszentrale für politische Bildung (Hg.): *Digitale Gesellschaft und politisches Handeln*, Bonn.
- Kleinberg, J., Ludwig, J., Mullainathan, S. und Sunstein, C. R., 2019, Discrimination in the Age of Algorithms, *Journal of Legal Analysis* 10, 113-174.
- Žliobaitė, I., 2017, Measuring discrimination in algorithmic decision making, *Data Mining and Knowledge Discovery* 31(4), 1060-1089.

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:¹ Alle BürgerInnen sollen eine digitale Identität bekommen, mehr Behördenwege digitalisiert werden oder entfallen; durch Daten-Zusammenführung soll auch der Gesetzesvorrat profitieren, etwa im Bereich der Besteuerung.²

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 hat³) 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; siehe auch Projekt ISIDOR⁴). Es wäre

¹ Siehe dazu die Initiative „Digital Austria“ der Bundesregierung:
bmdw.gv.at/Themen/Digitalisierung/Strategien/Digital-Austria.html.

² futurezone.at/netzpolitik/von-breitband-bis-egovernment-das-plant-die-regierung/302.588.659.

³ Vgl. etwa derstandard.at/2000078770407/IT-Blamage-Chat-des-Bundeskanzleramts-war-fuer-jeden-zugaenglich.

⁴ oeaw.ac.at/ita/projekte/isidor-was-geht-ohne-internet.

für den Staat zweckmäßig, sich auf den möglichen Ausfall dieser wichtigen Funktionen vorzubereiten und Überlegungen anzustellen, wie die Souveränität im Sinne von Kontrolle über hoheitliche Infrastrukturen aufrechterhalten werden könnte (siehe auch Nentwich et al. 2019; Jäger et al. 2022).

Digitale Souveränität ist längst auf der EU-Ebene angekommen (Floridi 2020): Der EU-Rat⁵ erörtert diese Herausforderung im Rahmen der Digitalen Agenda, die EU-Kommission verweist darauf unter dem Stichwort „digitale Resilienz“ in ihrer jüngsten Kommunikation zur Digitalen Dekade.⁶ Die Bedeutung des Themas wurde in Österreich von mehreren Einrichtungen erkannt, so vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung (RFTE 2021). Der Internet Summit Austria 2022, organisiert von den Internet Service Providers Austria (ISPA), widmete sich diesem Thema.⁷ Das BMF hat die einschlägigen Kompetenzen vom ehemaligen BMDW übernommen und betreibt u. a. die Taskforce Digitale Kompetenzen.⁸ Auch von einzelnen ParlamentarierInnen wird das Thema forciert.⁹

Zitierte Quellen

- BITKOM (2015), Digitale Souveränität. Positionsbestimmung und erste Handlungsempfehlungen für Deutschland und Europa, abgedruckt in: *Datenschutz und Datensicherheit* 2018 (5), 294-300.
- Floridi, L. (2020), The Fight for Digital Sovereignty: What It Is, and Why It Matters, Especially for the EU, *Philosophy & Technology* 33, 369-378.
- Jäger, W. et al. (2022), Digitale Souveränität und politische Prozesse, in: Bogner, A. et al. (Hg.): *Digitalisierung und die Zukunft der Demokratie*, Berlin: Nomos, 189-204, nomos-elibrary.de/10.5771/9783748928928-189.pdf?download_chapter_pdf=1&page=1.
- Müller Quade, J., et al. (2018), Karlsruher Thesen zur Digitalen Souveränität Europas, *Datenschutz und Datensicherheit* (5), 277-280.
- Nentwich, M., et al. (2019), *Kann es eine digitale Souveränität Österreichs geben? Herausforderungen für den Staat in Zeiten der Digitalen Transformation*. ITA Manu:scripts Nr. ITA-19-01 epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_19_01.pdf.
- RFTE (2021), 10 Thesen zur Technologiesouveränität, Diskussionsgrundlage, 18. Jänner, Rat für Forschung und Technologieentwicklung: Wien, rat-fte.at/files/rat-fte-pdf/publikationen/2021/RFTE_Neujahrsempfang_2021_Thesenpapier.pdf.
- Strauß, S., Krieger-Lamina, J. (2017), Digitaler Stillstand: Die Verletzlichkeit der digital vernetzten Gesellschaft – Kritische Infrastrukturen und Systemperspektiven, Projekt-Endbericht, ITA: Wien, epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2017-01.pdf.

⁵ consilium.europa.eu/de/policies/a-digital-future-for-europe/.

⁶ ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_de.

⁷ ispa.at/news-events/internet-summit-austria/.

⁸ bmf.gv.at/themen/digitalisierung/.

⁹ Siehe zwei SPÖ-Anträge 2020 (parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/A/A_01154/) und 2021 (parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/A/A_01984/).

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 Gesellschaft und Umwelt dar (siehe Thema [Digitalisierung und Klima](#)) 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. Untersucht wird auch inwieweit die Digitalisierung eine „erodierende Kraft“ auf die Demokratie ausüben könnte (Thiel 2022).

Der öffentliche Raum ist jedoch zentral für die Demokratie (Boehme-Neßler 2017). Der Meinungsaustausch am „Marktplatz“ gilt vielen noch heute als Synonym für gelebte Demokratie. Hier treffen Menschen unterschiedlichster sozialer Herkunft aufeinander, es ist der Raum des Mitei-

*Anonymität im
öffentlichen Raum ist
zentral für die Demokratie*

inander und für Aushandlung und Kompromissfindung, hier werden fundamentale 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](#)“).

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 dieses 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. Zudem gelten in der DSGVO nicht alle Gesichtsbilder als biometrische – und damit besser geschützte – Daten. Deshalb werden Milliarden von Fotos im Internet ausgewertet.¹ Unseren „Gesichtsabdruck“ können wir aber 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 dahin, mit Hilfe Künstlicher Intelligenz (KI) Menschen aufgrund ihres Ganges zu identifizieren (Schaber et al. 2020), siehe auch Thema „[Authentifizierung durch Verhalten](#)“).

¹ [nytimes.com/2020/01/18/technology/clearview-privacy-facial-recognition.html](https://www.nytimes.com/2020/01/18/technology/clearview-privacy-facial-recognition.html)
siehe auch die Aktivitäten von pimeyes.com/en und clearview.ai/.

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 [Künstlicher Intelligenz \(KI\)](#) 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 (siehe [Digitale Souveränität](#)), 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 Verhaltensweisen: 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/Peissl 2001).

*Richtlinien für
demokratiepolitisch
akzeptable,
privatsphärenfreundliche
Produkte*

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.

Zentrale weiterführende Quellen

- Boehme-Neßler, V., 2017, Videoüberwachung und Demokratie.
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
- Schaber, F., Strauß, S. und Peissl, W., 2020, *Der Körper als Schlüssel? - Biometrische Methoden für Konsument*innen*, November 2020, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2020-03.pdf.

- Thiel, T., 2022, Der digitale Strukturwandel von Öffentlichkeit:
Demokratiethoretische Anmerkungen, in: Indra Spiecker gen.
Döhmman, Westland, M. und Campos, R. (Hg.): *Demokratie und
Öffentlichkeit im 21. Jahrhundert – zur Macht des Digitalen*, Baden-Baden:
Nomos, 41-56 nomos-elibrary.de/10.5771/9783748932741-41.pdf.
- 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://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://techradar.com/news/all-eyes-on-you-what-is-the-future-of-public-surveillance).

Zukunft des Internets: zentral vs. dezentral?

Das Internet basiert auf zwei Komponenten: der technischen Infrastruktur (WLAN/UMTS, Kupfer- oder Glasfaserkabel, DSL etc.) und der Dateninfrastruktur, die in den meisten Ländern mehrheitlich von privaten Anbietern bereitgestellt wird (Jetzke/Richter 2016). Das neunte nachhaltige Entwicklungsziel der Vereinten Nationen forderte bis 2020 vermehrte Bemühungen, umfassenden und leistbaren Internetzugang bereitzustellen, vor allem in den am wenigsten entwickelten Ländern (United Nations 2015). Ursprünglich vom Erfinder des World Wide Web, Tim Berners-Lee, als dezentrales Netzwerk designt, unterliegt es auf beiden Ebenen seiner Infrastruktur (technisch und informationell) in den letzten Jahren erheblichen Zentralisierungstendenzen.¹

Das verdeutlichen neue Geschäftsmodelle globaler Internetkonzerne: Google und Facebook forschen an neuen Mobilfunktechnologien, vor allem an kostengünstigen drahtlosen Übertragungswegen, wie Drohnen, Ballons und Satelliten (Jetzke/Richter 2016). Die Innovationsbestrebungen der Unternehmen treiben einerseits die Entwicklung dezentraler technischer Infrastruktur voran, bergen andererseits auch Risiken in Hinblick auf die Dateninfrastruktur: Als Netzbetreiber können sie durch das sogenannte „Zero-Rating“ bestimmte Online-Angebote kostenlos zur Verfügung stellen und die Nutzung der ausgewählten Dienste damit bevorzugen (da die Errichtung neuer Infrastruktur eine hohe Markteintrittsbarriere für neue Marktteilnehmer darstellt). Unter dem Schlagwort „Netzkolonialismus“ kritisieren AktivistInnen der Netzneutralität das Geschäftsmodell, das vor allem zur Gewinnung von Marktanteilen in Entwicklungs- und Schwellenländern eingesetzt wird. Das Beispiel Wikipedia Zero in Angola zeigt, dass Nutzungsgebote, die durch gratis Zugangsmöglichkeiten forciert werden, auch in die andere Richtung ausschlagen können: Mit dem Mobilfunkbetreiber wurde ein kostenloser Zugang zu Wikipedia-Angeboten ausgehandelt; in Folge wurde das zur Verfügung gestellte Datenvolumen zum illegalen Austausch von Filmen und Videospielen genutzt, oft als Bild- oder Textdatei getarnt.²

Was sind in Anbetracht der zunehmenden digitalen Macht einiger weniger, Möglichkeiten, den Zugang zum Internet zu demokratisieren und die Datenhoheit zu dezentralisieren? Eine Option ist es, die physisch-technischen Datenspeicher von Datenservices zu entkoppeln und damit die vorab getroffenen Entscheidungen von Internetanbietern aufzuheben, um freie, eigenständige Entscheidungen im Zusammenhang mit den eigenen Daten treffen zu können. Beispiele für die Implementierung sogenannter „Personal Data Pods“ sind das Solid Projekt³ von Tim Berners-Lee oder Mas-

¹ ruben.verborgh.org/articles/redecentralizing-the-web/.

² sueddeutsche.de/digital/nachrichten-aus-dem-netz-vielen-dank-fuer-das-datenvolumen-1.2932453.

³ solidproject.org.

todon⁴, ein dezentraler Twitter-ähnlicher Service von Eugen Rochko. Mit diesen Services kann die Entscheidung, auf welchen Servern persönliche Daten gespeichert werden, und wer welche Art von Zugang zu den Daten erhält, von den UserInnen selbst getroffen werden. Gerade im Gesundheitsbereich bergen solche dezentralen Architekturen hohes Potenzial für selbstbestimmtes Gesundheitsdatenmanagement durch BürgerInnen.⁵ Was einerseits die Selbstbestimmung von Usern erhöht, kann andererseits die Grenzen der Filterblasen weiter verhärten: der Zustrom zu Mastodon wurde auch von der Möglichkeit, pornografische Inhalte zu teilen, angetrieben.⁶ Andererseits zeichnet sich gegenwärtig ein Trend ab, der deutlich macht, dass das Interesse an technischer Internetinfrastruktur ständig wächst: Neben überregionalen Handynetzbetreibern ersteigerten in den ersten Auktionen in Österreich auch kommunale Unternehmen, wie z. B. die Graz Holding AG, Frequenzen für 5G-Mobilfunk, um regionale Netze aufzubauen (siehe Thema [5G – Gestaltungsoffenheit der Anwendungen für den neuen Mobilfunkstandard nutzen](#)).

Wie sich die Eigentumsverhältnisse in der Internetinfrastruktur weiterentwickeln und wie sich die Datenarchitekturen von Servicediensten zukünftig verändern, wird Parameter wie die Netzneutralität⁷ beeinflussen. Um in Zukunft einen fairen und leistbaren Internetzugang für alle Menschen garantieren und damit zusammenhängende regulative Herausforderungen meistern zu können, empfiehlt sich eine kontinuierliche Beobachtung von Infrastrukturtrends und Nutzungsdynamiken im globalen Internet.

Zitierte Literatur

- Bullinger, G. M., 2010, Sachstand: Netzneutralität. Pro und Contra einer gesetzlichen Festschreibung, Berlin: Deutscher Bundestag.
- Jetzke, T. und Richter, S., 2016, Netzkolonialismus, in: TAB, Themenkurzprofil No. 6, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag.
- United Nations, 2015, Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development, New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs.

⁴ mastodon.social/about.

⁵ techcrunch.com/2020/11/08/tim-berners-lees-startup-inrupt-releases-solid-privacy-platform-for-enterprises/.

⁶ ethanzuckerman.com/blog/2017/08/18/mastodon-is-big-in-japan-the-reason-why-is-uncomfortable.

⁷ Netzneutralität meint vordergründig die Gleichbehandlung von Daten bei der Übertragung im Internet, ist aber ein vieldiskutierter und uneindeutiger Begriff. Zur Diskussion um die gesetzliche Festschreibung der Netzneutralität in Deutschland siehe Bullinger (2010).

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, war eine der Anwendungen, die als Favoriten galten, um in eine Blockchain überführt zu werden. Einige Staaten (z. B. Honduras¹, Ukraine, Schweden) haben begonnen, digitale Grundbücher mit Blockchain einzuführen oder prüfen die Möglichkeit einer solchen Einführung. Ein Blockchain-Grundbuch wurde als sicher vor Manipulation angesehen, als stark kostensenkend und als Mittel, Korruption einen Riegel vorzuschieben. Mittlerweile zeigt sich, dass die Schwierigkeiten der Realisierung größer sind, als vor wenigen Jahren angenommen und dass die Einführung verteilter Datenbanken in dem Sektor zwar stattfindet, dass die Einführung aber im Vergleich zu anderen Sektoren langsamer verläuft als erwartet (Bennett, Pickering, & Sargent, 2019). Eine Arbeit spielt die Einführung der Blockchain im deutschen Grundbuchwesen durch und zeigt hier Fallstricke und Lösungen auf (Simmchen, 2020).

Allerdings sind viele Ansätze primär über private Firmen realisiert worden 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.² 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 haben sich zur Gestaltung konkreter Prototypen geeignet, da sie hochgradig formalisiert sind. Die bisherigen Erfahrungen in einigen Ländern verweisen aber nicht darauf, dass es eine hohe globale Dynamik in der Einführung geben wird (Bennett et al., 2019).

Zitierte Literatur

- Bennett, R. M., Pickering, M., & Sargent, J. (2019). Transformations, transitions, or tall tales? A global review of the uptake and impact of NoSQL, blockchain, and big data analytics on the land administration sector. *Land Use Policy*, 83, 435-448.
doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.016.

¹ 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).

² Einen Überblick zu Chancen und Risiken von KI und Distributed-Ledger-Technologie in der öffentlichen Verwaltung bieten Evers-Wölk et al. 2022.

- Evers-Wölk, M.; Kluge, J.; Steiger, S. (2022): Künstliche Intelligenz und Distributed-Ledger-Technologie in der öffentlichen Verwaltung : Ein Überblick von Chancen und Risiken einschließlich der Darstellung international einschlägiger Praxisbeispiele : Endbericht zum TA-Projekt »Chancen der digitalen Verwaltung« Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
<https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000151158/149392454>
- Lemieux, V. L. (2016). Trusting records: is Blockchain technology the answer? *Records Management Journal*, 26(2), 110-139.
doi:10.1108/rmj-12-2015-0042.
- Simmchen, C. (2020). *Grundbuch ex machina: Eine kritische Untersuchung zum Einsatz der Blockchain im Grundbuchwesen* (1 ed. Vol. 42). Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.

Einmal im Netz – immer im Netz? Technologien digitalen Vergessens

Wie wird in Zukunft „digitales Vergessen“ möglich sein? Digitales Vergessen umfasst so unterschiedliches wie die Löschung von Daten aus dem quasi digitalen Kurzzeitgedächtnis,¹ die Forderung nach Löschung von Daten in einer Weise, dass sie nicht „für immer“ im digitalen Langzeitgedächtnis verbleiben („digitaler Radiergummi“)² und schließlich Ansätze, die vorwiegend auf die Information von NutzerInnen abzielen. Bisher gibt es schwer durchsetzbare Rechtsansprüche auf Löschung und die Datenschutzprinzipien der Datensparsamkeit bzw. Datenvermeidung und der informationellen Selbstbestimmung, aber keine Konzepte, die das Problem längerfristig und ganzheitlich angehen.

Seit dem Skandal rund um Facebook und Cambridge Analytica³ wissen wir, dass Technologieunternehmen oft mehr Daten speichern, als sie vorgeben und es für einzelne NutzerInnen immer schwieriger wird, den Überblick über die eigenen, personenbezogenen Daten im Netz zu behalten. Mit zunehmenden Datenmengen steigen auch die Möglichkeiten des Datenmissbrauchs, z. B. in Form von Hacker-Angriffen, die in unterschiedlicher Weise danach trachten, einzelne, persönliche Identitätsmerkmale zu stehlen. In Anbetracht fehlender Nutzungsalternativen und mangelndem Bewusstsein für den eigenen digitalen Fußabdruck, vor allem bei jungen Menschen (Vervier et al. 2017), stellt sich die Frage, wie zukünftig die Integrität von Online-Persönlichkeiten gesichert werden kann. Zur Integrität zählt ganz zentral die Kontrolle über individuelle Daten und damit auch über die Daten, die aus den unterschiedlichsten Gründen gerade nicht öffentlich verfügbar sein sollten, und somit auch das Recht auf „digitales Vergessen“.⁴

Technologien digitalen Vergessens sind unterschiedlich konzeptualisiert: Zum einen sind es Technologien, die darauf abzielen zu verhindern, dass überhaupt personenbezogene Daten gesammelt werden können. Das sind z. B. Maßnahmen wie das Blockieren von Trackingscripts, das automatische Wechseln von User Agents, das automatische Verbinden über HTTPS, das Deaktivieren von JavaScripts, das Nicht-Aufzeichnen des Browserverlaufs u.v.m. Es gibt bereits Apps, die diese Technologien nutzen und hohen Datenschutz versprechen. Zum anderen sind es Techno-

¹ In Österreich kann die Löschung von Daten gemäß Artikel 17 der Datenschutz-Grundverordnung mit Hilfe eines Formblatts der Datenschutzbehörde beantragt werden.

² zeit.de/digital/datenschutz/2011-01/radiergummi-vergessen-schoenberger/komplettansicht.

³ derstandard.at/2000076457187/Cambridge-Analytica-Datenskandal-erschuettert-Facebook.

⁴ Das Konzept des digitalen Vergessens ist durch den österreichischen Wissenschaftler Mayer-Schönberger (2009) bekannt geworden.

logien, die das Internet auf personenbezogene Daten durchsuchen, missbräuchliche Verwendung sofort aufspüren können und dann mit Handlungsoptionen Unterstützung bieten.⁵ Einen anderen Ansatz wählen jene Anwendungen, die auf die Information von NutzerInnen zielen und anhand von Labels (Klassifizierungen) die Verständlichkeit der Datenschutzbestimmungen und Nutzungsbedingungen von Websites bewerten.

Ob solche Technologien des Vergessens wirklich funktionieren und adäquaten Schutz persönlicher Daten im Internet bieten, ist fraglich. Es mag möglich sein, personenbezogene Daten aus Suchmaschinen zu löschen, was nicht heißen muss, dass die Daten an ihrem Ursprungsort gelöscht werden.⁶ Die zeitliche Dynamik von Daten ermöglicht kontinuierliche Geschäftsmodelle, die Datenschutz an regelmäßige Zahlungen koppelt. ExpertInnen verweisen auf die augenscheinliche Konsequenz: exklusive Nutzung dieser Technologien durch zahlungsfähige KundInnen⁷ und Vernachlässigung eines solidarischen Modells für Datenschutz. Ob diesem Trend die Einführung von Datenschutzstandards und Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung entgegenwirken, ist offen. Eine wichtige Frage bleibt, wie das Recht auf Vergessen anhand von Technologien des Vergessens zukünftig wirkungsvoll umgesetzt werden kann.

Zitierte Literatur

- Mayer-Schönberger, V., 2009, Delete the virtue of forgetting in the digital age: Princeton Univ. Press.
- Vervier, L., Schomakers, E.-M., Lidynia, C. und Ziefle, M., 2017, Perceptions of Digital Footprints and the Value of Privacy.

⁵ experian.co.uk/consumer/identity.html.

⁶ Für Österreich gilt dazu Art. 17, Abs. 2 der DSGVO.

⁷ marketplace.org/2018/04/02/tech/erasing-your-digital-footprint-hard.

Digitales Nudging und Demokratie

Zusammenfassung

Nudges sind „Anstupser“ für verändertes Verhalten. Politisches Nudging umfasst das Anstoßen von Verhaltensänderungen zum Beispiel in Bereichen der gesünderen Ernährung, der Verringerung des Energieverbrauchs oder in der Abfallvermeidung. Ein zentraler Mechanismus sind die ‚Voreinstellungen‘ hinsichtlich von Entscheidungen. Zum Beispiel ist in Ländern wie Österreich, in denen BürgerInnen der potentiellen Organspende im Todesfall zuvor aktiv widersprechen müssen, die Zahl der Organspender höher als in Ländern, in denen der Organspende aktiv zugestimmt werden muss. Wenn Obst in der Kantine auf Augenhöhe sichtbar ist, wird öfter zum Obst gegriffen. Andere Beispiele sind die Nutzung von Erkenntnissen der Verhaltensforschung zur Gestaltung von Erinnerungsschreiben für noch nicht eingereichte Steuererklärungen (vgl. Beispiele im Bericht der OECD 2017 und OECD 2019). Würden diese Schreiben einen Hinweis darauf enthalten, dass in der Nähe lebende BürgerInnen ihre Steuererklärung bereits eingereicht haben, so würde die Wirksamkeit der Schreiben deutlich steigen. Nudging wird mit Big-Data-Ansätzen kombiniert zu digitalem Big Nudging, wobei daran angeknüpft wird, dass mit Big Data riesige Datensätze analysiert werden, um individuelle Muster in Konsum, Gesundheitsverhalten und politischem Verhalten zu identifizieren.¹ Im digitalen Raum beinhaltet Nudging digitale Informationen, Warnungen, Erinnerungen und Voreinstellungen bei der Auswahl von Online-Angeboten. Mit Echtzeitdaten lässt sich unmittelbar erfassen und darstellen, wie das individuelle Verhalten im Vergleich zu anderen abweicht. Die damit sofort gespiegelte eventuelle Abweichung von sozialen Normen zielt auf die (Selbst-)Anpassung der AdressatInnen an die Norm. Für die BefürworterInnen ist Nudging die absichtsvolle Führung von BürgerInnen bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung ihrer Wahlfreiheit und gilt als motivierende Steuerung, die statt Zwang oder Verboten eingesetzt werden kann. Die „Stupser“ sind gerade so erfolgreich, da sie unbemerkt bleiben und somit zu weniger Konflikten führen als Gebote und Verbote. Zugleich schränken sie die Selbstbestimmung ein – und damit die Grundlage der Kontrolle über das eigene Leben – und unterminieren Verfassungsrecht und Demokratie. Nudging wird zudem zur Beeinflussung von WählerInnen genutzt (siehe [Micro-targeting](#)).²

*Politisches Nudging:
das Anstoßen von
Verhaltensänderungen*

¹ welt.de/print/welt_kompakt/print_wissen/article154584139/Manipulation-2-0.

² theguardian.com/2017/mar/06/big-data-cambridge-analytica-democracy.

Überblick zum Thema

Nach Erkenntnissen der Verhaltensökonomie können Verhaltensänderungen vielfach durch sanfte Anstöße bzw. Anreize – englisch: Nudges – herbeigeführt werden. Mittels solcher Nudges könne das Verhalten von Menschen auf vorhersagbare Weise beeinflusst werden, ohne dass dabei Verbote und Anordnungen notwendig wären (Thaler/Sunstein 2009). Charakteristisch für Nudging ist in der Theorie, dass es keinen offensichtlichen Zwangscharakter gibt und sich die Einzelnen dem Anreiz entziehen können („opting out“). Das setzt allerdings voraus, dass sie die Nudges bemerken, was in der Praxis und im digitalen Raum gerade oft nicht der Fall ist. Das Nudging-Konzept ist auf die Gestaltung (oder auch die Architektur und das Design) von Entscheidungssystemen ausgerichtet. Im Falle von Online-Portalen geht es z. B. darum, Aufmerksamkeit zu binden, indem Angebote für weitere Filme, Produkte oder Dienstleistungen automatisch erfolgen. In der Politik geht es um Verhalten, das als für das Individuum und/oder die Gesellschaft als „besser“ erachtet wird, wie zum Beispiel bei Anreizen zur Gesundheitsförderung.

*Debatten über politische
Steuerungsinstrumente
und ihren manipulativen
versus unterstützenden
Charakter*

2017 erhielt der Verhaltensökonom Richard Thaler den Wirtschaftsnobelpreis für den Ansatz des Nudgings, der auch neue Ansätze zur verhaltensbasierten Regulierung in der Politik ermöglicht. Nudges – als Steuerungsinstrumente verstanden – sind im Sinne Thalers Verhaltensstimuli, mit der die Freiheit des Individuums bewahrt wird und sich Autonomie und Wahlfreiheit sogar erhöhen würden. Dieses von Thaler selbst als „libertärer Paternalismus“ bezeichnete politische Konzept (Thaler/Sunstein 2003) hat umfangreiche Debatten über politische Steuerungsinstrumente und ihren manipulativen versus unterstützenden Charakter ausgelöst, wobei kritische Stimmen Nudging als Manipulationsinstrument auffassen.

Nudging und Big Data

In der heute zunehmenden Kombination von Nudging mit Big Data entstehen Instrumente des digitalen „Big Nudging“ (Helbing et al. 2015; vgl. Grafenstein et al. 2018) und damit eine Verhaltenssteuerung mit schwer absehbaren Konsequenzen. Big-Data-Techniken erweitern die Prognosefähigkeit von Organisationen direkt durch die sofortige Verfügbarkeit von Daten und indirekt dadurch, dass die zugrundeliegenden Modelle durch Tests und mehr Variablen permanent optimiert werden können. Big Data und digitales Nudging kombiniert, wie auch andere Formen gesellschaftlicher Steuerung, die Analyse von Verhalten mit Versuchen der Lenkung von Verhalten. Smart Meter, „intelligente“ Stromzähler, ermöglichen es, den Verbrauch von Strom datengestützt genau zu beobachten und damit auch, den Stromverbrauch durch Anreize für verschiedene Kundengruppen zu beeinflussen.

Big Data kann auch verwendet werden, um individuelle Verhaltensweisen umfassend zu verstehen, gegebenenfalls zu prognostizieren und mit Nudges im digitalen Raum zu beeinflussen. Unternehmen nutzen dies für ihr Marketing und staatliche Institutionen nutzen zunehmend die Kombination, um BürgerInnen zu Verhaltensänderungen zu bewegen. Mittlerweile werden die politischen Nudging-Strategien von der OECD erhoben

und ausgewertet (OECD 2017), wobei sichtbar wird, dass immer mehr Regierungen diese Art der Verhaltenssteuerung in so unterschiedlichen Feldern wie VerbraucherInnenschutz, Bildung, Energie,³ Umwelt, Finanzen, Gesundheit und Arbeitsmarktpolitik anwenden. Die OECD bekam die meisten Anwendungsbeispiele aus UK, Australien, Kanada, Dänemark und Spanien. Die vergleichenden Auswertungen sind darauf gerichtet, den experimentellen Ansatz breiter als Politikinstrument zu nutzen.

Nudging wird auch in Wahlkämpfen genutzt, wenn auf der Grundlage von Prognosen, wer welche Partei wählen würde bzw. noch unentschieden ist, die jeweiligen potentiellen WählerInnen durch Nudging selektiv zur Wahl „genudged“ werden (siehe Thema „[Microtargeting](#)“).

*Nudging in
Wahlkämpfen*

Die digitalen Nudging-Anwendungen von globalen digitalen Plattformen werden stark wachsen, da die Erwartungen, damit Verhalten steuern zu können, für Unternehmensziele sehr attraktiv sind. Experimente mit personalisierten Preisen können von KonsumentInnen nur aufwändig nachgewiesen werden und eine personalisierte Werbung der Zukunft kann auf immer mehr Daten aufbauen. Das Nudging der KonsumentInnen im Kontext der digitalen Verhaltensüberwachung ist eine Frage des KonsumentInnen- und des Datenschutzes, während es im politischen Bereich weitgehend um Freiheitsrechte insgesamt geht. Im Bereich der Politik sind zentrale Fragen zum Verhältnis von Freiheitsrechten und evidenzbasierter Politik noch offen. Bei Nudging geht es um die Verhaltenssteuerung durch „Anstupsen“, wobei die Grenzen zur Manipulation von Verhalten fließend sind. Digitales Nudging wird von denen, die es als Steuerungsinstrument sehen und entwickeln, als eine zwar absichtsvolle Lenkung von Individuen gesehen, doch würde bei Nudging gleichzeitig die Wahlfreiheit bestehen bleiben, da das Prinzip mit motivierender Steuerung statt mit Zwang oder Verbot arbeiten würde. In der Politik könnten Nudges eine hohe Wirksamkeit zeigen und erzeugen dabei, verglichen mit Gesetzen oder Verordnungen, weniger Konflikte. Die Kritik bezieht sich darauf, dass Nudges eine Form der Bevormundung und Manipulation der Einzelnen darstellen, dass die Beeinflussung intransparent ist und die Nudges somit die individuelle Freiheit beschränken, ohne das klar wird, wer dafür die Verantwortung hat und wie die Einschränkungen legitimiert sind.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Mit dem Nudging im Kontext von Digitalisierung und Big Data sind Gefahren für die Freiheit der für die Demokratie konstitutiven freien BürgerInnen verbunden: Denn Verhaltensveränderungen werden gerade unterschwellig und unsichtbar initiiert, womit die Nudging-Akteure zu selbsternannten und häufig unerkannten Auswahl-DesignerInnen (die das „Choice Design“ und das „Default-setting“ entwerfen) oder Auswahl-ArchitektInnen (die die „Choice Architecture“ entwickeln) von wirtschaftlichen und politischen Ent-

*Gefahren für die
Demokratie*

³ Z. B. Verbrauchsfeedback durch Heizenergiesparkonten:
umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-08-22_texte_69-2017_nudgeansetze_nach-konsum_0.pdf.

**Menschenwürde,
Autonomie**

scheidungen werden, ohne als solche erkennbar zu sein und ohne dass diese Entscheidungsarchitekturen als politische Maßnahmen erscheinen.

Auf grundsätzlicher Ebene stellen sich Fragen nach der Menschenwürde, wenn über Big-Data-gestützte Verhaltensbeeinflussung Menschen als Datenquellen zu Zwecken der Steuerung durch Dritte benutzt werden, aber auch Fragen nach Handlungsautonomie und wie die Freiheit von Fremdbeeinflussung gewährleistet werden kann. Diese Fragen zu bearbeiten, wäre die Voraussetzung, um langfristig zu breit akzeptierten Anwendungen in unterschiedlichen Politikfeldern zu kommen. In Österreich wird Nudging in der Öffentlichkeit vielfältig diskutiert,⁴ jedoch gibt es keine Studien zu konkreten Anwendungen oder Voraussetzungen für die Anwendung von Nudging.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Im Rahmen einer Langstudie wäre es sinnvoll, zunächst systematisch die aktuellen technologischen Entwicklungen und die internationalen Anwendungsgebiete zu identifizieren. Der internationale und vor allem der europäische Rechtsrahmen wäre daraufhin zu untersuchen, wie privatsphärenorientierte Prinzipien trotz der hohen globalen Dynamik durchgesetzt werden können (z. B. die Möglichkeit Standardvorgaben zu setzen und andere zu verbieten). Die zweite Ebene wäre es, partizipativ Innovationspfade, Infrastrukturen und Software-Ebenen zu analysieren, die individuelle Datenprofile effektiver dezentral schützen können. Dazu gehören Möglichkeiten einer automatischen Sichtbarbarmachung von Nudging, die es BürgerInnen ermöglichen, auf Grundlage ihres Grundrechts auf informationelle Selbstbestimmung zu entscheiden, ob und welche Formen der digitalen Verhaltenssteuerung sie aktiv unterstützen bzw. dulden.

Zentrale weiterführende Quellen

- Grafenstein, M. v. et al., 2018, Nudging. Regulierung durch Big Data und Verhaltenswissenschaften. ABIDA - Assessing Big Data, Berlin, abida.de/sites/default/files/ABIDA-Gutachten_Nudging.pdf.
- Helbing, D. et al., 2015, Das Digital Manifest, Spektrum der Wissenschaft, 5-39.
- OECD, 2017, Behavioural Insights and Public Policy: Lessons from Around the World: OECD Publishing.
- OECD, 2019, Tools and Ethics for Applied Behavioural Insights: The BASIC Toolkit, OECD Publishing.
- Thaler, R. H. und Sunstein, C. R., 2003, Libertarian paternalism, American Economic Review 93(2), 175-179.
- Thaler, R. H. und Sunstein, C. R., 2009, Nudge. Wie man kluge Entscheidungen anstößt, 4. Aufl., Berlin: Econ.

⁴ Siehe z. B. trend.at/wirtschaft/nudge-wie-menschen-8359578 (Ausgabe 4/2017); vben.at/wp-content/uploads/2016/10/102016-5.pdf.

Deepfakes – Perfekt gefälschte Bilder und Videos

Zusammenfassung

Gefälschte Bilder sind nichts Neues. Aber die Fähigkeit, alternative Fakten zu schaffen hat mit der Deepfake-Technologie einen signifikanten Sprung gemacht. Es ist mittlerweile relativ einfach möglich, Audio- und Video-Dateien von echt wirkenden Menschen zu erstellen, die Dinge sagen und tun, die sie nie gesagt oder getan haben. Dabei werden eigenständig lernende Algorithmen wie neurale Netzwerke mit Audio und Bildbearbeitungssoftware kombiniert. Das Ergebnis sind – für den/die Laien/in nicht vom Original zu unterscheidende – Fälschungen. Welche Risiken birgt das? Vor allem Videos, die als Medium bisher ein relativ hohes Vertrauen genießen, können für Rufschädigung, Erpressung oder Marktmanipulation missbraucht werden – mit eklatanten Folgen für Einzelne, Unternehmen und Gesellschaft. Potenzielle Gefahr für die Demokratie, sowie nationale und internationale Sicherheit könnte etwa von gefälschten Aufnahmen von Gewalt, Kriegserklärungen, Ankündigungen drohender Katastrophen oder Beweisen für das kriminelle Verhalten eines Staatsoberhauptes ausgehen. Auch Wahlbeeinflussung oder staatlicher, z. B. polizeilicher oder geheimdienstlicher Missbrauch der Technologie sind denkbar. Außerdem könnte die unkontrollierte Verbreitung von Deepfakes zu einem starken Verlust von Vertrauen in politische und mediale Institutionen führen.

Überblick zum Thema

Nachdem verändertes und gefälschtes Foto- und Videomaterial so alt ist wie die Aufnahmetechniken selbst, hat der Realismus und die Einfachheit des mit Künstlicher Intelligenz „gefakten“ Bildes und Tons eine neue Stufe erreicht. Es ist mittlerweile mit frei erhältlichen Apps und Programmen möglich, komplexes Material wie z. B. Gesicht und Sprache einer Person nachzuahmen und in für Laien/innen echt erscheinendes Videomaterial zu verwandeln. Solche „Deepfakes“ haben jüngst viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen, z.B. durch komplett gefälschte Reden von PolitikerInnen¹ oder gefälschte Pornographie mit berühmten Persönlichkeiten.² Der Begriff Deepfake setzt sich dabei aus „deep learning“, einer Methode, den Lernerfolg künstlicher neuronaler Netze zu optimieren, und „fake“, also Fälschung, zusammen.

Bei früheren Fälschungen wurde beispielsweise das Gesicht einer Person aus vorhandenem Bildmaterial ausgeschnitten und über das Gesicht einer anderen montiert. Der Prozess war relativ aufwendig, die Ergebnisse insbesondere bei bewegten Bildern oft offensichtlich zweifelhaft. Fälschungen waren relativ leicht an Übergangsstellen oder an Beleuchtungswinkeln zu

*Künstliche Intelligenz
kombiniert mit Audio-
und Bildbearbeitungs-
software*

¹ You Won't Believe What Obama Says In This Video! youtu.be/cQ54GDm1eL0.

² Künstliche Intelligenz: Auf Fake News folgt Fake Porn, *Die Zeit*, zeit.de/digital/internet/2018-01/kuenstliche-intelligenz-deepfakes-porno-face-swap.

erkennen. Solche „face swaps“ sind mittlerweile in spielerischen Apps weit verbreitet und liefern nahezu ohne Verzögerung auf den ersten Blick gute Ergebnisse;³ ähnliche Apps generieren Fake-Video-Anrufe⁴ oder verändern den Körper in gewünschter Weise.⁵ Fälschungen, die mit Hilfe Künstlicher Intelligenz, größerer Rechenleistung und professioneller Software erzeugt werden, sind dagegen noch viel überzeugender, weil hier 3D-Computergrafikmodelle, z. B. des gefälschten Gesichts, von Grund auf generiert werden. Hier entstehen bereits die ersten Geschäftsmodelle, welche den Zugang zu professioneller Deepfake-Software und -Rechenleistung stundenweise verkaufen.⁶

*Maschinelles Lernen:
Neuronale Netzwerke
trainieren sich
gegenseitig*

Oft kommen dabei zwei gegnerische neuronale Netzwerke zum Einsatz, die selbstständig voneinander lernen (generative adversary networks, GAN, vgl. Goodfellow/Pouget-Abadie et al. 2014). Einer dieser lernenden Algorithmen (Generator) wird mit mehreren Stunden vorhandenen Videomaterials mit dem Ziel trainiert, anhand von vielen Variablen möglichst genaue Kopien erzeugen zu können. Der zweite Algorithmus, der Diskriminator, wird dahingegen trainiert, die Ergebnisse des ersten vom Original zu unterscheiden. Der Generator versucht Ergebnisse, also z. B. das Modell eines sprechenden Menschen, zu erzeugen, die der Diskriminator nicht mehr unterscheiden kann. Dadurch nähern sich die gefakten Inhalte dem Erscheinungsbild des Originals nach und nach immer weiter an.

*perfekt gefälschte
Mimik und Stimme*

Hat der erste Algorithmus alle nötigen biometrischen Parameter und Eigenheiten wie Mimik, Mundbewegungen und Sprache einer Person in verschiedenen Situationen erlernt, kann professionelle Audio- und Bildverarbeitungssoftware z. B. ein Gesicht perfekt digital replizieren und in ein beliebiges Video derselben oder einer anderen Person in hoher Qualität einfügen oder ein neues Video erzeugen. Da auch alle charakteristischen Stimmeneigenschaften wie Frequenz, Intonation oder Pausen erlernt und digital repliziert werden, passen dann nicht nur die Lippenbewegungen perfekt zum vermeintlich Gesagten, sondern auch die Stimme selbst. Dafür reichen schon wenigen Minuten gesprochenen Materials.

*Erkennung von
Fälschungen*

Für den/die Laien/in nicht zu erkennen, haben ExpertInnen verschiedene Ansätze entwickelt, um gefälschtes Bildmaterial zu entlarven. Beispielsweise fehlt in künstlich erzeugten Videos oft das physiologisch wichtige Augenblinzeln, dies machen sich ForscherInnen zunutze, um wiederum

³ Dazu gibt es mittlerweile eine Reihe von frei verfügbaren Apps, siehe play.google.com/store/search?q=deepfake+app&c=apps&hl=de&gl=US.

⁴ Im Juni 2022 wurde über Videotelefonate zwischen einem vermutlich deep-gefakekten Kiewer Bürgermeister Vitali Klitschko mit europäischen BürgermeisterInnen, darunter der Wiener Michael Ludwig berichtet; unklar ist, ob in diesem Fall technisch oder mit einem Schauspieler gefakt wurde. Offenbar ist aber die Technik schon so weit fortgeschritten, dass nur mehr an der Plausibilität der gesprochenen Inhalte erkennbar ist, mit wem man es zu tun hat. Siehe futurezone.at/digital-life/wiener-buergermeister-michael-ludwig-deepfake-vitali-klitschko-ukraine-krieg-giffey/402053326.

⁵ Gesichter spielerisch tauschen mit Apps: play.google.com/store/search?q=deepfake&c=apps&hl=de.

⁶ deepfakesweb.com.

lernende Algorithmen auf die Erkennung solcher Abnormalitäten zu trainieren (Li, Chang et al. 2018). Auch unsichtbare „Wasserzeichen“ die auf eine bestimmte Kamera zurückzuführen sind, sind in Planung, oder auch Blockchain basierte verifizierbare Zeitmarken. Lernende Algorithmen wurden auch benutzt, um Kunstfälschungen zu entlarven, da alle Charakteristika jedes Pinselstriches des Gesamtwerks eines/r Künstlers/in analysiert und Abweichungen erkannt werden können. In einem Fall produzierte ein 3D-Drucker auf Basis solcher Daten ein Portrait Rembrandts das alle Charakteristika eines echten Rembrandts aufweist, eine künstliche Intelligenz würde dieses vermutlich als echt klassifizieren (Floridi 2018). Auch das laufende österreichische Projekt Defalsif-AI⁷ des AIT beschäftigt sich mit KI-basierter Software zur Detektion von Deepfakes.

Offen ist dabei die Frage, wie schnell die Entwicklung von Fälschungstechnologie auf Erkennungen reagiert. Während 2018 fehlendes Augenblinzeln als unfehlbares Kennzeichen für Deepfakes galt, tauchten wenig später die ersten Videos mit Augenblinzeln auf. Der Wettlauf zwischen EntwicklerInnen ist in vollem Gange und es ist nicht immer klar, wer gerade die Oberhand hat, und auf welcher Seite er/sie steht. Derzeit gelten Blockchain-Technologien als hoffnungsvollster Weg die Authentizität von Videos zweifelsfrei zu dokumentieren (Hasan/Salah 2019), und KI-Systeme selbst werden zur Detektion von Fakes eingesetzt. Dass KI auch zu solchen Zwecken genutzt wird, ist offensichtlich und verschiedene Formen der Kriminalität treten heute entweder schon auf oder sind in naher Zeit absehbar (King, Aggarwal et al. 2018, siehe auch Thema „Künstliche Intelligenz“).

In Bezug auf Deepfakes stehen momentan strafbare Handlungen gegen Personen im Vordergrund. Die oben beschriebenen gefälschten Bilder und Videos können nicht nur rufschädigend wirken und Belästigungen hervorrufen, sondern bei Betroffenen auch zu schweren psychologischen Auswirkungen führen, insbesondere falls einzelne Fälle von den Medien ausführlich aufgegriffen werden. Auch Erpressungen und Identitätsdiebstähle könnten sich häufen, was z. B. auch eklatante Auswirkungen auf Unternehmen haben könnte. Auch Marktmanipulationen, beispielsweise am Aktienmarkt, sind mit gefakten Aussagen von CEOs denkbar. Auch Videoanrufe mit dem Gesicht des CEOs, der dann die gefälschte Anweisung erteilt, Geld auf ein bestimmtes Konto zu überweisen, sind bereits bekannt geworden (CEO-Fraud). Besonders in den letzten Jahren, in denen wegen erhöhter Ansteckungsgefahr viele Besprechungen auf Videoplattformen verschoben wurden, erlebten Deep Fakes eine Blüte.

Momentan sind vor allem Persönlichkeiten öffentlichen Lebens betroffen, da für einen guten Fake genug Trainingsmaterial in Form von Bildern und Videos im Internet verfügbar sein muss. Allerdings reichen für einen täuschend echten „faceswap“, also den Austausch eines Gesichts, schon wenige Hundert Bilder der betreffenden Person. Durch den allgegenwärtigen Gebrauch von Smartphones und die weitverbreitete Speicherung von Fotos

*Wettlauf zwischen
EntwicklerInnen*

*Schäden für Personen
und Unternehmen;
Marktmanipulation*

*Rufschädigung,
Belästigung,
Einschüchterung,
Erpressung*

⁷ ait.ac.at/themen/surveillance-protection/projects/defalsif-ai.

in angreifbaren Clouds oder in Sozialen Netzwerken kann potenziell jedeR NutzerIn zum Opfer werden (siehe Thema „[Cloud Computing](#)“). Besonders Selfies eignen sich gut als Trainingsmaterial für die Neuronalen Netzwerke. Die einfache Fälschbarkeit von bewegtem Bild und Stimme könnten auch weitreichende Auswirkungen auf Nutzung und Missbrauch von sprachgesteuerten Geräten und Systemen mit biometrischer Fernauthentifizierung haben. Weiters werden Deepfakes in Videoanrufen immer mehr auch zu einem Sicherheitsproblem in Organisationen. Gezieltes Social Engineering, sog. Spear-Phishing, bedient sich mittlerweile auch der Deepfakes.⁸ Wenn sich Missbrauchsfälle insgesamt häufen, kann das zu einem gravierenden gesellschaftlichen Problem werden.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

*potenzielle Gefahr
für Demokratie und
nationale Sicherheit*

Demokratiegefährdend wird die Entwicklung dann, wenn nicht Prominente, wie z. B. Filmstars, Opfer von Deepfakes werden, sondern EntscheidungsträgerInnen und PolitikerInnen. Das könnte auch Risiken für die nationale und internationale Sicherheit bergen (Chesney and Citron 2018). Gefälschtes Bildmaterial kann als digitaler Beweis für beliebige Situationen genutzt werden. Nach dem gleichen Prinzip wie „Fake News“ spielt die Authentizität eines Videos oft keine Rolle mehr, nachdem es mehrfach über Social Media geteilt wurde (siehe Thema „[Robojournalismus](#)“, und „[Microtargeting](#)“). Aufwendige Dementi-Kampagnen binden dann nicht nur Ressourcen, sondern führen auch oft durch die erhöhte mediale Aufmerksamkeit zu einer noch weiteren Verbreitung der Fälschungen. Bislang war Österreich noch nicht stark von diesem Phänomen betroffen, doch in absehbarer Zeit könnte sich das ändern, es gibt jedenfalls keine Barriere die eine Ausbreitung in Österreich verhindern könnte.

*Auswirkungen auf
Wahlen, Schüren
von Unruhen*

Tatsächlich wird eine gefälschte Rede eines/r Kandidaten/in bei einer politischen Wahl, ob als solche identifiziert oder nicht, wahrscheinlich Auswirkungen auf seine/ihre WählerInnenschaft haben. Gefälschte Aufnahmen von Polizeigewalt, Kriegserklärungen, Ankündigungen drohender Katastrophen oder Beweise für das kriminelle Verhalten eines Staatsoberhauptes haben das Potenzial, unmittelbar zu sozialen Unruhen zu führen (EPRS 2018). Auch staatlicher, z. B. polizeilicher oder geheimdienstlicher, Missbrauch der Technologie ist denkbar, etwa zur Beweismittelfälschung in illiberalen Regimen.

*möglicher Verlust
von Vertrauen in
Institutionen*

Ob professionell gefälschte Videos zum Massenphänomen werden, ist derzeit vielleicht noch fraglich, da die Technologie dafür aber reif und einfach verfügbar ist, steht dem wenig entgegen. Gesellschaftliches Bewusstsein für die nahezu perfekte Fälschbarkeit von Video- und Audiomaterialien zu schaffen, ist ein demokratiestärkender Ansatz. Aber auch das weit verbreitete Bewusstsein darüber könnte selbst zu einem gravierenden Problem werden, weil das ohnehin schon angeschlagene Vertrauen in öffentliche In-

⁸ computerweekly.com/de/tipp/Phishing-mit-Deepfakes-Unternehmen-muessen-sich-vorbereiten.

stitutionen⁹ und Medien dadurch noch weiter ausgehöhlt werden könnte. Wenn jedes Video ein Fake sein könnte, was und wem glaubt man dann?

Vorschlag für weiteres Vorgehen

Eine genaue Erhebung des technischen Ist-Zustandes und dessen Weiterentwicklungspotenzials wäre die Grundlage für eine tiefergreifende Abschätzung und Bewertung bisheriger sowie möglicher sozialer, politischer und wirtschaftlicher Folgen. Auf dieser wissenschaftlichen Basis könnten dann Empfehlungen für weitere Maßnahmen zum gesetzlichen, institutionellen und organisatorischen Umgang mit Deepfakes erarbeitet werden. Vorzugsweise könnte das unter Einbindung von Stakeholdern, ExpertInnen und einer breiten Öffentlichkeit geschehen. Das Thema sollte dringend behandelt werden, um mögliche Schäden von Demokratie und öffentlichem Leben abzuwenden. Im Mai 2022 hat die Bundesregierung in Erfüllung einer Entschließung des Parlaments¹⁰ einen Nationalen Aktionsplan Deepfake (BKA et al. 2022) beschlossen.¹¹ Dieser Plan zitiert u.a. die Erstfassung des vorliegenden Themenpapiers, erörtert die Bedrohungslage und beschreibt Maßnahmen in mehreren Handlungsfeldern.

*Nationaler Aktionsplan
Deepfake 2022*

Zentrale weiterführende Quellen

- BJA, BMEIA, BMJ, BMLV und BMI, 2022, Aktionsplan Deepfake, Wien, bmi.gv.at/bmi_documents/2779.pdf.
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik), o.J., Deepfakes – Gefahren und Gegenmaßnahmen, bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Kuenstliche-Intelligenz/Deepfakes/deepfakes_node.html.
- Chesney, B., D. Citron, 2018, Deep Fakes: A Looming Challenge for Privacy, Democracy, and National Security. Univ. of Texas School of Law.
- EPRS, 2018, Global Trendometer. Essays on medium- and long-term global trends. Brussels, European Parliamentary Research Service - European Parliament.
- Floridi, L., 2018, Artificial Intelligence, Deepfakes and a Future of Ectypes. *Philosophy & Technology* 31(3): 317-321.
- Goodfellow, I., J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville and Y. Bengio, 2014, Generative adversarial nets. *Advances in neural information processing systems*: 2672–2680.
- King, T., N. Aggarwal, M. Taddeo and L. Floridi, 2018, Artificial Intelligence Crime: An Interdisciplinary Analysis of Foreseeable Threats and Solutions, Oxford Internet Institute, University of Oxford.
- Li, Y., et al., 2018, In Ictu Oculi: Exposing AI Generated Fake Face Videos by Detecting Eye Blinking. (preprint) arXiv:1806.02877."
- Hasan, H. R. und Salah, K., 2019, Combating Deepfake Videos Using Blockchain and Smart Contracts, *IEEE Access* 7, 41596-41606.

⁹ Standard Eurobarometer 88 – Public opinion in the European Union, ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/ResultDoc/download/DocumentKy/82873.

¹⁰ Entschließung Nr. 104/E vom 14. Oktober 2020, parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/E/E_00104/.

¹¹ bmi.gv.at/bmi_documents/2779.pdf.

Wege aus der Antibiotikaresistenz

Zusammenfassung

Die Entdeckung von Antibiotika ist eine der wichtigsten medizinischen Errungenschaften. Bakterien können allerdings Resistenzen gegenüber Antibiotika ausbilden – eine Entwicklung, die unter anderem durch den falschen und übermäßigen Einsatz von Antibiotika beschleunigt wird. In manchen Fällen kann das dazu führen, dass gewisse Infektionen gar nicht mehr behandelt werden können, da die Erreger multiresistent, d. h. gegenüber mehreren Antibiotika resistent sind. Der Einsatz von so genannten Bakteriophagen könnte dazu beitragen, das Problem der rasch voranschreitenden Antibiotikaresistenz zu lösen. Es gibt jedoch noch zahlreiche ungeklärte Fragen bei dieser Therapieform, und die Komplexität des zugrundeliegenden Problems bedarf auch noch Maßnahmen in Handlungsfeldern jenseits pharmazeutischer Entwicklung.

Überblick zum Thema

Bereits antike Kulturen haben verschiedene Arten von Schimmelpilzen und Pflanzenextrakten dazu genutzt, um Infektionen zu behandeln, ohne jedoch über die genauen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge Bescheid zu wissen. Grundlegend funktioniert das, weil manche Schimmelpilze und Pflanzen in der Lage sind, antibiotische Substanzen zu produzieren, welche gegen bakterielle Infektionen wirken können.¹ Noch bis in das frühe 20. Jahrhundert waren global gesehen Infektionskrankheiten eine der Haupttodesursachen. Die Entdeckung des ersten breit wirksamen Antibiotikums der Welt (Penicillin) kann deshalb als eine der bisher wichtigsten medizinischen Errungenschaften angesehen werden. Für diese Entdeckung haben Sir Alexander Fleming, Ernst Boris Chain und Sir Howard Walter Florey 1945 den Medizin-Nobel-Preis erhalten.² Zwischen 1940 und 1960 – dem „goldenen Zeitalter“ der Antibiotika-Entdeckungen – wurde eine Vielzahl weiterer Wirkstoffe basierend auf natürlichen Produkten isoliert. Die Sterblichkeitsrate durch Infektionskrankheiten konnte dadurch im Zeitraum von 1900 bis 1980 um das Zwanzigfache reduziert werden (Walsh/Wright 2005). Mittlerweile ist die moderne Medizin ohne den Einsatz von Antibiotika nicht mehr vorstellbar.

Diese Erfolgsgeschichte hat jedoch auch eine wesentliche Schattenseite. Bakterien entwickeln immer schneller Resistenzen gegen die eingesetzten Antibiotika. Die Ausbildung einer so genannten antimikrobiellen Resistenz

*Bis in das frühe
20. Jahrhundert waren
Infektionskrankheiten
eine der
Haupttodesursachen*

*Bakterien entwickeln
Resistenzen gegen
Antibiotika*

¹ microbiologysociety.org/members-outreach-resources/outreach-resources/antibiotics-uneearthed/antibiotics-and-antibiotic-resistance/the-history-of-antibiotics.html.

² nobelprize.org/prizes/medicine/1945/summary/.

*In Europa
sterben jährlich
33.000 Menschen an
den Folgen einer
Infektion durch
resistente Erreger*

*Für pharmazeutische
Unternehmen ist es
nicht mehr rentabel die
Entwicklung neuartiger
Antibiotika
voranzureiben*

*Antibiotikaresistenz wird
in Fachkreisen als eine
der größten globalen
Gesundheitskrisen
angesehen*

(AMR)³ ist ein zu erwartender natürlicher Prozess⁴, denn der Einsatz von Antibiotika erzeugt einen evolutionären Selektionsdruck, der zwar antibiotikaempfindliche Bakterien abtötet, jedoch zugleich die Entwicklung von resistenten Bakterien fördert.⁵ Resistent werden somit nicht Menschen, sondern Bakterien. Dieses Problem ist seit der Entdeckung von Penicillin bekannt. Fleming warnte selbst bereits 1945 davor, dass die vereinfachte Form der Einnahme von Antibiotika in Tablettenform eine missbräuchliche und falsche Anwendung fördern könnte (z. B. zu gering dosiert), wodurch penicillinresistente Organismen entstehen könnten (Fleming 1945).

Schätzungen zufolge sterben in Europa jährlich 33.000 Menschen an den Folgen einer Infektion durch resistente Erreger.⁶ Eine besondere Herausforderung für die öffentliche Gesundheit stellen in diesem Zusammenhang so genannte multiresistente Bakterien („super bugs“) dar. Dabei handelt es sich um Mikroorganismen, die gegen mehrere oder sogar gegen alle bekannten und im Einsatz befindlichen Antibiotika resistent sind (Magiorakos et al. 2012). Dazu zählen die unter dem Akronym „ESKAPE“ zusammengefassten Bakterien *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* und *Enterobacter* spp. (Pendleton et al. 2013). Neben der bereits erwähnten natürlichen Resistenzentwicklung von Bakterien gegenüber Antibiotika besteht auch noch das Problem, dass die Entwicklung neuer Antibiotika sehr teuer, langwierig (10-15 Jahre) und mit vielen regulatorischen Hürden verbunden ist. Für pharmazeutische Unternehmen ist es dadurch nicht rentabel in die Entwicklung neuartiger Antibiotika zu investieren (Kwon/Powderly 2021). Die Situation wird auch noch dadurch verschärft, dass Antibiotika oft nicht korrekt angewendet werden, etwa durch falsche Dosierungen oder als inadäquates Therapeutikum für die zugrundeliegende Erkrankung. Zudem verursachen in vielen Teilen der Welt der Mangel an sauberem Wasser und das Fehlen von Sanitätseinrichtungen vermeidbare und oft auch resistente bakterielle Infektionen.⁷ Auch der breite Einsatz von Antibiotika in der Massentierhaltung trägt zur Verschärfung des Problems bei.

Die voranschreitende Antibiotikaresistenz gepaart mit dem Ausbleiben der Entwicklung neuer Wirkstoffe wird deshalb in Fachkreisen als eine der größten globalen Gesundheitskrisen angesehen (Gordillo Altamirano/Barr 2019). Auch auf internationaler gesundheitspolitischer Ebene wurde das Problem bereits erkannt,⁶ wenngleich die COVID-Pandemie dazu geführt hat, dass die Ambitionen zur Bekämpfung der Antibiotikaresistenz gedämpft wurden (Kwon/Powderly 2021; Rodríguez-Baño et al. 2021). Die Sorge

³ Antimikrobielle Resistenz ist der Überbegriff, wenn Mikroben Resistenzen entwickeln. Bakterien können antibiotische, Pilze antifungale, Viren antivirale und Protozoen antiprotozoale Resistenzen entwickeln.

⁴ [wienerzeitung.at/nachrichten/wissen/natur/2133409-Resistenter-Superkeim-ist-vor-200-Jahren-im-Igel-entstanden.html](https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/wissen/natur/2133409-Resistenter-Superkeim-ist-vor-200-Jahren-im-Igel-entstanden.html).

⁵ [rki.de/DE/Content/Infekt/Antibiotikaresistenz/Grundwissen/Glossar.html](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Antibiotikaresistenz/Grundwissen/Glossar.html).

⁶ ec.europa.eu/health/antimicrobial-resistance/eu-action-antimicrobial-resistance_en.

⁷ [who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance).

ist, dass deshalb in Zukunft auch medizinische Routineeingriffe mit einem höheren Risiko behaftet sein könnten. Das wäre ein beachtlicher Rückschritt für die moderne Medizin.

Neben der Entwicklung neuer Antibiotika gibt es auch weitere Möglichkeiten, um das Problem einzudämmen. Diagnostische Verfahren müssen ausgebaut und verbessert werden. Sie helfen dabei, die Erreger schneller und besser zu identifizieren, denn oft wird die Behandlung mit dem falschen Antibiotikum begonnen (in ca. 50 % der Fälle). Rasch durchführbare, robuste und leistbare antimikrobielle Empfindlichkeitstests (rapid antimicrobial susceptibility testing – AST) werden als wichtiges Instrument zur Prävention der Resistenzbildung angesehen (Vasala et al. 2020). Dadurch können von Therapiebeginn an „zielgenauere“ Schmalbandantibiotika eingesetzt werden.

*Diagnostische Verfahren
müssen ausgebaut und
verbessert werden*

Ein Forschungsfeld, welches in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung im Kampf gegen Antibiotikaresistenz gewonnen hat, beschäftigt sich mit der Phagentherapie (Kortright et al. 2019). Dabei kommen so genannten Bakteriophagen (kurz Phagen) zum Einsatz. Dabei handelt es sich um natürlich vorkommende Viren, die darauf spezialisiert sind, bestimmte Bakterienarten zu infizieren – darunter auch solche, die antibiotikaresistent sind. Sie haben also im Gegensatz zu Antibiotika ein sehr enges Wirkungsspektrum. In Deutschland haben sich die zwei Projekte *Phage4Cure*⁸ und *PhagoFlow*⁹ mit den Potentialen der Therapie mit und der Arzneimittelherstellung aus Bakteriophagen beschäftigt. Auch das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik hat einen eigenen Schwerpunkt im Bereich der Bakteriophagen-Forschung etabliert.¹⁰ Im Rahmen von vereinzelten klinischen Studien konnten bereits erste Therapieerfolge erzielt werden. Einer Mukoviszidose-Patientin, die nach der Lungentransplantation an einer antibiotikaresistenten Infektion litt, konnte mit der Verabreichung eines „Phagencocktails“ geholfen werden. Die Therapie hat die bakterielle Infektion ohne größere Nebenwirkungen geheilt (Dedrick et al. 2019). Trotz erster Erfolge befindet sich dieser Forschungszweig noch in seinen Anfängen. Das enge Wirkungsspektrum und die hohe Diversität der Phagen erschweren die Identifikation von therapeutisch geeigneten und sicheren Virenstämmen. Zudem können Bakterien auch Resistenzen gegen Phagen entwickeln. Gezielte Genommodifikationen, um wirkungsvolle Phagen mit gewünschten Eigenschaften schnell und kostengünstig zu kultivieren, werden hierbei als möglicher Ausweg gesehen (Łobocka et al. 2021). Jedoch entstehen dadurch neue Risiken. Beispielsweise ist vollkommen ungeklärt, welche negativen Folgen entstehen können, wenn genmodifizierte Phagen in die Umwelt gelangen (Nair/Khairnar 2019). Auch könnte das menschliche Immunsystem nach mehreren Verabreichungen desselben Phagen deren Konzentration dezimieren (Broncano-Lavado et al. 2021). Derzeit führt das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim

*Phagentherapie als
neuer Hoffnungsträger*

*Der Einsatz von
Bakteriophagen birgt
ungeklärte Risiken*

⁸ phage4cure.de/de/projekt/.

⁹ phagoflow.de/detaillierte-projektbeschreibung/.

¹⁰ igb.fraunhofer.de/de/forschung/virus-basierte-technologien/bakteriophagen.html.

Deutschen Bundestag eine Innovationsanalyse durch, die Chancen, Risiken und mögliche Förder- und Regulierungsansätze für den Einsatz in Medizin, Land- und Lebensmittelwirtschaft untersucht.¹¹

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Wirksamkeit von Antibiotika sollte als gesamtgesellschaftliche Ressource angesehen werden

Die Wirksamkeit von Antibiotika sollte als globale und gesamtgesellschaftliche Ressource angesehen werden. Bei jeder Antibiotikaeinnahme wird etwas von dieser Ressource, die uns allen gehört, verbraucht. Deshalb ist es wichtig, das Problem der Antibiotikaresistenz auf verschiedenen Handlungsebenen zu adressieren. Das umfasst sowohl die Entwicklung von neuen Therapie- und Diagnoseverfahren als auch gesellschaftliche Informations- und Sensibilisierungskampagnen. Auch die Entwicklung neuer Antibiotika müsste wieder intensiver vorangetrieben werden (Simpkin et al. 2017). Ein stärkerer Fokus sollte aber jedenfalls auch darauf gerichtet werden, soziale und kulturelle Aspekte in die Gleichung zur Lösung des Problems aufzunehmen (Broom et al. 2021). Österreich hat mit der Implementierung des Nationalen Aktionsplans zur antimikrobiellen Resistenz¹² bereits einen wichtigen Schritt gesetzt. Eine zentrale Aktivität darin ist der so genannte AURES-Bericht, in dem die Resistenzentwicklung jährlich gemonitort wird.¹³ Aufgrund der starken Ressourcenbindung durch die COVID-Pandemie, besteht jedoch die Gefahr, dass die Dringlichkeit des Problems der Antibiotikaresistenz unterschätzt wird (Kwon/Powderly 2021; Rodríguez-Baño et al. 2021). Dabei wäre es wichtig, so bald wie möglich die notwendigen Rahmenbedingungen zu setzen, um die weitere Forschung an dem Thema auch in Österreich zu unterstützen.

Soziale und kulturelle Aspekte müssen stärker berücksichtigt werden

Vorschlag weiteres Vorgehen

Einbindung aller Akteure notwendig

Bei der Bekämpfung und Prävention von Antibiotikaresistenz handelt es sich um ein komplexes globales Problem, welches den Handlungsspielraum von vielen unterschiedlichen Akteuren und Sektoren umfasst (Öffentlichkeit, Forschung, Ärzteschaft, Politik, pharmazeutische Industrie, Landwirtschaft etc.). In diesem Kontext kann die Technikfolgenabschätzung als zentrale Drehscheibe zwischen den relevanten Akteuren fungieren. Im Rahmen von partizipativen Beteiligungsprozessen könnte die öffentliche Aufmerksamkeit auf das Problemfeld der Antibiotikaresistenz gerichtet werden. Ein ausführlicher Sachstandsbericht und eine Risikoanalyse zu aktuellen technologischen Entwicklungen (z. B. Phagentherapie) unter Einbindung von ExpertInnen und Stakeholdern würde zudem einen wichtigen Beitrag zum bereits bestehenden Wissensstand liefern.

¹¹ tab-beim-bundestag.de/projekte_bakteriophagen-in-medizin-land-und-lebensmittelwirtschaft.php.

¹² sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Antimikrobielle-Resistenzen-und-Gesundheitssystem-assoziierte-Infektionen/Antimikrobielle-Resistenzen/NAP-AMR--Der-Nationale-Aktionsplan-zur-Antibiotikaresistenz.html.

¹³ sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Antimikrobielle-Resistenzen-und-Gesundheitssystem-assoziierte-Infektionen/Antimikrobielle-Resistenzen/AURES--der-%C3%B6sterreichische-Antibiotikaresistenz-Bericht.html.

Zitierte Literatur

- Broncano-Lavado, A., et al., 2021, Advances in Bacteriophage Therapy against Relevant MultiDrug-Resistant Pathogens, Chapter 7, *Antibiotics*, [ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8226639/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8226639/).
- Broom, A., Kenny, K., Prainsack, B. und Broom, J., 2021, Antimicrobial resistance as a problem of values? Views from three continents, *Critical Public Health* 31(4), 451-463.
- Dedrick, R. M., et al., 2019, Engineered bacteriophages for treatment of a patient with a disseminated drug-resistant Mycobacterium abscessus, *Nature Medicine* 25(5), 730-733, doi.org/10.1038/s41591-019-0437-z.
- Fleming, A., 1945, Penicillin's Finder Assays Its Future, *The New York Times*.
- Gordillo Altamirano, F. L. und Barr, J. J., 2019, Phage Therapy in the Postantibiotic Era, *Clinical microbiology reviews* 32(2), e00066-18, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30651225.
- Kortright, K. E., et al., 2019, Phage Therapy: A Renewed Approach to Combat Antibiotic-Resistant Bacteria, *Cell Host & Microbe* 25(2), 219-232, [sciencedirect.com/science/article/pii/S1931312819300526](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1931312819300526).
- Kwon, J. H. und Powderly, W. G., 2021, The post-antibiotic era is here, *Science* 373(6554), 471-471, science.org/doi/abs/10.1126/science.abl5997.
- Łobocka, M., Dąbrowska, K. und Górski, A., 2021, Engineered Bacteriophage Therapeutics: Rationale, Challenges and Future, *BioDrugs* 35(3), 255-280.
- Magiorakos, A. P., et al., 2012, Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance, *Clinical Microbiology and Infection* 18(3), 268-281, [sciencedirect.com/science/article/pii/S1198743X14616323](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1198743X14616323).
- Nair, A. und Khairnar, K., 2019, Genetically engineered phages for therapeutics: proceed with caution, *Nature Medicine* 25(7), 1028-1028, doi.org/10.1038/s41591-019-0506-3.
- Pendleton, J. N., Gorman, S. P. und Gilmore, B. F., 2013, Clinical relevance of the ESKAPE pathogens, *Expert Review of Anti-infective Therapy* 11(3), 297-308, doi.org/10.1586/eri.13.12.
- Rodríguez-Baño, J., et al., 2021, Key considerations on the potential impacts of the COVID-19 pandemic on antimicrobial resistance research and surveillance, *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 115(10), 1122-1129, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33772597.
- Simpkin, V. L., et al., 2017, Incentivising innovation in antibiotic drug discovery and development: progress, challenges and next steps, *The Journal of Antibiotics* 70(12), 1087-1096, doi.org/10.1038/ja.2017.124.
- Vasala, A., et al., 2020, Modern Tools for Rapid Diagnostics of Antimicrobial Resistance, *Frontiers in cellular and infection microbiology* 10, 308-308, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32760676.
- Walsh und Wright, 2005, Introduction: Antibiotic Resistance, *Chemical Reviews* 105(2), 391-394, doi.org/10.1021/cr030100y.

Digitale Gesundheitsanwendungen

Die Digitalisierung schreitet auch im Gesundheitsbereich voran. Damit einher gehen unterschiedliche Buzzwords, die verschiedenen Bereiche und Phasen der Entwicklung beherrschen. Von der Telemedizin, über e- und mHealth zu neuerdings Digital Therapeutics (DTx), die in Deutschland und Österreich auch unter dem Begriff Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) bekannt sind (Hong et al. 2021). DTx sind evidenzbasierte, softwaregesteuerte therapeutische Interventionen zur Vorbeugung, Verwaltung oder Behandlung einer medizinischen Störung oder Krankheit. Sie sind patientenorientierte Softwareanwendungen, die PatientInnen bei der Behandlung, Vorbeugung oder Bewältigung einer Krankheit helfen und die eine nachgewiesene klinische Wirkung entfalten (Kampouraki 2021).

Im Unterschied zu gewöhnlichen Life-Style-, Wellness- oder Gesundheits-Apps unterliegen DiGAs in Deutschland strengen Regularien:¹ Es handelt sich um CE-gekennzeichnete Medizinprodukte der Risikoklasse I oder IIa. Der Nutznachweis wurde durch klinische randomisierte kontrollierte Studien bewertet und nachgewiesen. Es gelten über die DSGVO hinausgehende, strenge Vorschriften zum Datenschutz. Es gibt gesetzliche Vorschriften zu Datensicherheit und Qualität der verwendeten medizinischen Inhalte. DTx finden Anwendung bei einer durch einen Arzt oder eine Ärztin diagnostizierten Erkrankung und sind verschreibungspflichtig. Basis ist die EU-Medizinprodukte-Verordnung (2017/745),² die unmittelbar gilt, aber Anpassungen im nationalen Medizinprodukterecht notwendig macht. Deutschland ist hinsichtlich der Verschreibung und kassenärztlichen Verordnung Vorreiter in Europa. Mit dem Inkrafttreten des Gesetzes zur Digitalen-Versorgung im Jahre 2019 wurde die „App auf Rezept“ für PatientInnen in die Gesundheitsversorgung eingeführt. Grundlage für die Verordnung und Refundierung ist die Aufnahme in das DiGA-Verzeichnis nach Durchführung eines speziellen, verkürzten Zulassungsverfahrens.³

In Österreich hat sich bisher das Austrian Institute of Health Technology Assessment (AIHTA) mit DiGAs beschäftigt. In einer vor kurzen veröffentlichten Studie wurden unterschiedliche Refundierungsansätze untersucht (Jeindl und Wild 2020). Das AIHTA empfiehlt zur gründlichen Evaluation von DiGA ein mehrstufiges Vorgehen und eine Kombination verschiedener Bewertungsinstrumente. Weiters wurde ein Bewertungsprozess für so genannte Symptom-Checker durchgeführt, um Erkenntnisse für die Etablierung im österreichischen Gesundheitswesen zu gewinnen. Seitens der Industrie wird die baldige Realisierung eines entsprechenden Rahmens⁴ gefordert.

¹ [linkedin.com/pulse/digitale-gesundheitsanwendungen-diga-%C3%B6sterreich-philipp-steininger?trk=public_profile_article_view](https://www.linkedin.com/pulse/digitale-gesundheitsanwendungen-diga-%C3%B6sterreich-philipp-steininger?trk=public_profile_article_view).

² eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0745.

³ diga.bfarm.de/de.

⁴ pharmig.at/media/4576/positionspapier-digas-austromed_022022.pdf?download=1&v=637794113690000000&ipignore=true.

Grundsätzlich erscheint interessant herauszufinden, welche Bereiche sich für diese Art von Therapie eignen und was die digital-gestützte „Selbsttherapie“ z. B. langfristig für das Vertrauensverhältnis zu ÄrztInnen oder für das Selbstbild von PatientInnen bedeutet? Die Notwendigkeit sorgfältiger Beurteilung ergibt sich aus den besonderen Ansprüchen an Produktsicherheit und Bedienungskomfort (Bedienung durch PatientInnen selbst). Weiters stellen sich insbesondere Fragen zu Datenqualität, Datensicherheit und Datenschutz (siehe [Datengetriebene Medizin](#)).

Zitierte Literatur

- Hong, J. S., Wasden, C. und Han, D. H., 2021, Introduction of digital therapeutics, *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 209.
- Jeindl R. und Wild C., 2020, *Framework zur Unterstützung von Refundierungsentscheidungen zu digitalen Gesundheitsanwendungen (mHealth) und dessen (retrospektive) Anwendung an ausgewählten Beispielen*, Nr. AIHTA Projektbericht Nr.: 134, Wien: HTA Austria – Austrian Institute for Health Technology Assessment GmbH.
- Kampouraki, D., 2021, Digital therapeutics, in: Thomas Zerdick und Stefano Leucci, *TechSonar 2021-2022 Report*; EDPS.

Einmal im Netz – immer im Netz? Technologien digitalen Vergessens

Wie wird in Zukunft „digitales Vergessen“ möglich sein? Digitales Vergessen umfasst so unterschiedliches wie die Löschung von Daten aus dem quasi digitalen Kurzzeitgedächtnis,¹ die Forderung nach Löschung von Daten in einer Weise, dass sie nicht „für immer“ im digitalen Langzeitgedächtnis verbleiben („digitaler Radiergummi“)² und schließlich Ansätze, die vorwiegend auf die Information von NutzerInnen abzielen. Bisher gibt es schwer durchsetzbare Rechtsansprüche auf Löschung und die Datenschutzprinzipien der Datensparsamkeit bzw. Datenvermeidung und der informationellen Selbstbestimmung, aber keine Konzepte, die das Problem längerfristig und ganzheitlich angehen.

Seit dem Skandal rund um Facebook und Cambridge Analytica³ wissen wir, dass Technologieunternehmen oft mehr Daten speichern, als sie vorgeben und es für einzelne NutzerInnen immer schwieriger wird, den Überblick über die eigenen, personenbezogenen Daten im Netz zu behalten. Mit zunehmenden Datenmengen steigen auch die Möglichkeiten des Datenmissbrauchs, z. B. in Form von Hacker-Angriffen, die in unterschiedlicher Weise danach trachten, einzelne, persönliche Identitätsmerkmale zu stehlen. In Anbetracht fehlender Nutzungsalternativen und mangelndem Bewusstsein für den eigenen digitalen Fußabdruck, vor allem bei jungen Menschen (Vervier et al. 2017), stellt sich die Frage, wie zukünftig die Integrität von Online-Persönlichkeiten gesichert werden kann. Zur Integrität zählt ganz zentral die Kontrolle über individuelle Daten und damit auch über die Daten, die aus den unterschiedlichsten Gründen gerade nicht öffentlich verfügbar sein sollten, und somit auch das Recht auf „digitales Vergessen“.⁴

Technologien digitalen Vergessens sind unterschiedlich konzeptualisiert: Zum einen sind es Technologien, die darauf abzielen zu verhindern, dass überhaupt personenbezogene Daten gesammelt werden können. Das sind z. B. Maßnahmen wie das Blockieren von Trackingscripts, das automatische Wechseln von User Agents, das automatische Verbinden über HTTPS, das Deaktivieren von JavaScripts, das Nicht-Aufzeichnen des Browserverlaufs u.v.m. Es gibt bereits Apps, die diese Technologien nutzen und hohen Datenschutz versprechen. Zum anderen sind es Techno-

¹ In Österreich kann die Löschung von Daten gemäß Artikel 17 der Datenschutz-Grundverordnung mit Hilfe eines Formblatts der Datenschutzbehörde beantragt werden.

² zeit.de/digital/datenschutz/2011-01/radiergummi-vergessen-schoenberger/komplettansicht.

³ derstandard.at/2000076457187/Cambridge-Analytica-Datenskandal-erschuettert-Facebook.

⁴ Das Konzept des digitalen Vergessens ist durch den österreichischen Wissenschaftler Mayer-Schönberger (2009) bekannt geworden.

logien, die das Internet auf personenbezogene Daten durchsuchen, missbräuchliche Verwendung sofort aufspüren können und dann mit Handlungsoptionen Unterstützung bieten.⁵ Einen anderen Ansatz wählen jene Anwendungen, die auf die Information von NutzerInnen zielen und anhand von Labels (Klassifizierungen) die Verständlichkeit der Datenschutzbestimmungen und Nutzungsbedingungen von Websites bewerten.

Ob solche Technologien des Vergessens wirklich funktionieren und adäquaten Schutz persönlicher Daten im Internet bieten, ist fraglich. Es mag möglich sein, personenbezogene Daten aus Suchmaschinen zu löschen, was nicht heißen muss, dass die Daten an ihrem Ursprungsort gelöscht werden.⁶ Die zeitliche Dynamik von Daten ermöglicht kontinuierliche Geschäftsmodelle, die Datenschutz an regelmäßige Zahlungen koppelt. ExpertInnen verweisen auf die augenscheinliche Konsequenz: exklusive Nutzung dieser Technologien durch zahlungsfähige KundInnen⁷ und Vernachlässigung eines solidarischen Modells für Datenschutz. Ob diesem Trend die Einführung von Datenschutzstandards und Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung entgegenwirken, ist offen. Eine wichtige Frage bleibt, wie das Recht auf Vergessen anhand von Technologien des Vergessens zukünftig wirkungsvoll umgesetzt werden kann.

Zitierte Literatur

- Mayer-Schönberger, V., 2009, Delete the virtue of forgetting in the digital age: Princeton Univ. Press.
- Vervier, L., Schomakers, E.-M., Lidynia, C. und Ziefle, M., 2017, Perceptions of Digital Footprints and the Value of Privacy.

⁵ experian.co.uk/consumer/identity.html.

⁶ Für Österreich gilt dazu Art. 17, Abs. 2 der DSGVO.

⁷ marketplace.org/2018/04/02/tech/erasing-your-digital-footprint-hard.

Deepfakes – Perfekt gefälschte Bilder und Videos

Zusammenfassung

Gefälschte Bilder sind nichts Neues. Aber die Fähigkeit, alternative Fakten zu schaffen hat mit der Deepfake-Technologie einen signifikanten Sprung gemacht. Es ist mittlerweile relativ einfach möglich, Audio- und Video-Dateien von echt wirkenden Menschen zu erstellen, die Dinge sagen und tun, die sie nie gesagt oder getan haben. Dabei werden eigenständig lernende Algorithmen wie neurale Netzwerke mit Audio und Bildbearbeitungssoftware kombiniert. Das Ergebnis sind – für den/die Laien/in nicht vom Original zu unterscheidende – Fälschungen. Welche Risiken birgt das? Vor allem Videos, die als Medium bisher ein relativ hohes Vertrauen genießen, können für Rufschädigung, Erpressung oder Marktmanipulation missbraucht werden – mit eklatanten Folgen für Einzelne, Unternehmen und Gesellschaft. Potenzielle Gefahr für die Demokratie, sowie nationale und internationale Sicherheit könnte etwa von gefälschten Aufnahmen von Gewalt, Kriegserklärungen, Ankündigungen drohender Katastrophen oder Beweisen für das kriminelle Verhalten eines Staatsoberhauptes ausgehen. Auch Wahlbeeinflussung oder staatlicher, z. B. polizeilicher oder geheimdienstlicher Missbrauch der Technologie sind denkbar. Außerdem könnte die unkontrollierte Verbreitung von Deepfakes zu einem starken Verlust von Vertrauen in politische und mediale Institutionen führen.

Überblick zum Thema

Nachdem verändertes und gefälschtes Foto- und Videomaterial so alt ist wie die Aufnahmetechniken selbst, hat der Realismus und die Einfachheit des mit Künstlicher Intelligenz „gefakten“ Bildes und Tons eine neue Stufe erreicht. Es ist mittlerweile mit frei erhältlichen Apps und Programmen möglich, komplexes Material wie z. B. Gesicht und Sprache einer Person nachzuahmen und in für Laien/innen echt erscheinendes Videomaterial zu verwandeln. Solche „Deepfakes“ haben jüngst viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen, z.B. durch komplett gefälschte Reden von PolitikerInnen¹ oder gefälschte Pornographie mit berühmten Persönlichkeiten.² Der Begriff Deepfake setzt sich dabei aus „deep learning“, einer Methode, den Lernerfolg künstlicher neuronaler Netze zu optimieren, und „fake“, also Fälschung, zusammen.

Bei früheren Fälschungen wurde beispielsweise das Gesicht einer Person aus vorhandenem Bildmaterial ausgeschnitten und über das Gesicht einer anderen montiert. Der Prozess war relativ aufwendig, die Ergebnisse insbesondere bei bewegten Bildern oft offensichtlich zweifelhaft. Fälschungen waren relativ leicht an Übergangsstellen oder an Beleuchtungswinkeln zu

*Künstliche Intelligenz
kombiniert mit Audio-
und Bildbearbeitungs-
software*

¹ You Won't Believe What Obama Says In This Video! youtu.be/cQ54GDm1eL0.

² Künstliche Intelligenz: Auf Fake News folgt Fake Porn, *Die Zeit*, zeit.de/digital/internet/2018-01/kuenstliche-intelligenz-deepfakes-porno-face-swap.

erkennen. Solche „face swaps“ sind mittlerweile in spielerischen Apps weit verbreitet und liefern nahezu ohne Verzögerung auf den ersten Blick gute Ergebnisse;³ ähnliche Apps generieren Fake-Video-Anrufe⁴ oder verändern den Körper in gewünschter Weise.⁵ Fälschungen, die mit Hilfe Künstlicher Intelligenz, größerer Rechenleistung und professioneller Software erzeugt werden, sind dagegen noch viel überzeugender, weil hier 3D-Computergrafikmodelle, z. B. des gefälschten Gesichts, von Grund auf generiert werden. Hier entstehen bereits die ersten Geschäftsmodelle, welche den Zugang zu professioneller Deepfake-Software und -Rechenleistung stundenweise verkaufen.⁶

*Maschinelles Lernen:
Neuronale Netzwerke
trainieren sich
gegenseitig*

Oft kommen dabei zwei gegnerische neuronale Netzwerke zum Einsatz, die selbstständig voneinander lernen (generative adversary networks, GAN, vgl. Goodfellow/Pouget-Abadie et al. 2014). Einer dieser lernenden Algorithmen (Generator) wird mit mehreren Stunden vorhandenen Videomaterials mit dem Ziel trainiert, anhand von vielen Variablen möglichst genaue Kopien erzeugen zu können. Der zweite Algorithmus, der Diskriminator, wird dahingegen trainiert, die Ergebnisse des ersten vom Original zu unterscheiden. Der Generator versucht Ergebnisse, also z. B. das Modell eines sprechenden Menschen, zu erzeugen, die der Diskriminator nicht mehr unterscheiden kann. Dadurch nähern sich die gefakten Inhalte dem Erscheinungsbild des Originals nach und nach immer weiter an.

*perfekt gefälschte
Mimik und Stimme*

Hat der erste Algorithmus alle nötigen biometrischen Parameter und Eigenheiten wie Mimik, Mundbewegungen und Sprache einer Person in verschiedenen Situationen erlernt, kann professionelle Audio- und Bildverarbeitungssoftware z. B. ein Gesicht perfekt digital replizieren und in ein beliebiges Video derselben oder einer anderen Person in hoher Qualität einfügen oder ein neues Video erzeugen. Da auch alle charakteristischen Stimmeneigenschaften wie Frequenz, Intonation oder Pausen erlernt und digital repliziert werden, passen dann nicht nur die Lippenbewegungen perfekt zum vermeintlich Gesagten, sondern auch die Stimme selbst. Dafür reichen schon wenigen Minuten gesprochenen Materials.

*Erkennung von
Fälschungen*

Für den/die Laien/in nicht zu erkennen, haben ExpertInnen verschiedene Ansätze entwickelt, um gefälschtes Bildmaterial zu entlarven. Beispielsweise fehlt in künstlich erzeugten Videos oft das physiologisch wichtige Augenblinzeln, dies machen sich ForscherInnen zunutze, um wiederum

³ Dazu gibt es mittlerweile eine Reihe von frei verfügbaren Apps, siehe play.google.com/store/search?q=deepfake+app&c=apps&hl=de&gl=US.

⁴ Im Juni 2022 wurde über Videotelefonate zwischen einem vermutlich deep-gefakekten Kiewer Bürgermeister Vitali Klitschko mit europäischen BürgermeisterInnen, darunter der Wiener Michael Ludwig berichtet; unklar ist, ob in diesem Fall technisch oder mit einem Schauspieler gefakt wurde. Offenbar ist aber die Technik schon so weit fortgeschritten, dass nur mehr an der Plausibilität der gesprochenen Inhalte erkennbar ist, mit wem man es zu tun hat. Siehe futurezone.at/digital-life/wiener-buergermeister-michael-ludwig-deepfake-vitali-klitschko-ukraine-krieg-giffey/402053326.

⁵ Gesichter spielerisch tauschen mit Apps: play.google.com/store/search?q=deepfake&c=apps&hl=de.

⁶ deepfakesweb.com.

lernende Algorithmen auf die Erkennung solcher Abnormalitäten zu trainieren (Li, Chang et al. 2018). Auch unsichtbare „Wasserzeichen“ die auf eine bestimmte Kamera zurückzuführen sind, sind in Planung, oder auch Blockchain basierte verifizierbare Zeitmarken. Lernende Algorithmen wurden auch benutzt, um Kunstfälschungen zu entlarven, da alle Charakteristika jedes Pinselstriches des Gesamtwerks eines/r Künstlers/in analysiert und Abweichungen erkannt werden können. In einem Fall produzierte ein 3D-Drucker auf Basis solcher Daten ein Portrait Rembrandts das alle Charakteristika eines echten Rembrandts aufweist, eine künstliche Intelligenz würde dieses vermutlich als echt klassifizieren (Floridi 2018). Auch das laufende österreichische Projekt Defalsif-AI⁷ des AIT beschäftigt sich mit KI-basierter Software zur Detektion von Deepfakes.

Offen ist dabei die Frage, wie schnell die Entwicklung von Fälschungstechnologie auf Erkennungen reagiert. Während 2018 fehlendes Augenblinzeln als unfehlbares Kennzeichen für Deepfakes galt, tauchten wenig später die ersten Videos mit Augenblinzeln auf. Der Wettlauf zwischen EntwicklerInnen ist in vollem Gange und es ist nicht immer klar, wer gerade die Oberhand hat, und auf welcher Seite er/sie steht. Derzeit gelten Blockchain-Technologien als hoffnungsvollster Weg die Authentizität von Videos zweifelsfrei zu dokumentieren (Hasan/Salah 2019), und KI-Systeme selbst werden zur Detektion von Fakes eingesetzt. Dass KI auch zu solchen Zwecken genutzt wird, ist offensichtlich und verschiedene Formen der Kriminalität treten heute entweder schon auf oder sind in naher Zeit absehbar (King, Aggarwal et al. 2018, siehe auch Thema „Künstliche Intelligenz“).

In Bezug auf Deepfakes stehen momentan strafbare Handlungen gegen Personen im Vordergrund. Die oben beschriebenen gefälschten Bilder und Videos können nicht nur rufschädigend wirken und Belästigungen hervorrufen, sondern bei Betroffenen auch zu schweren psychologischen Auswirkungen führen, insbesondere falls einzelne Fälle von den Medien ausführlich aufgegriffen werden. Auch Erpressungen und Identitätsdiebstähle könnten sich häufen, was z. B. auch eklatante Auswirkungen auf Unternehmen haben könnte. Auch Marktmanipulationen, beispielsweise am Aktienmarkt, sind mit gefakten Aussagen von CEOs denkbar. Auch Videoanrufe mit dem Gesicht des CEOs, der dann die gefälschte Anweisung erteilt, Geld auf ein bestimmtes Konto zu überweisen, sind bereits bekannt geworden (CEO-Fraud). Besonders in den letzten Jahren, in denen wegen erhöhter Ansteckungsgefahr viele Besprechungen auf Videoplattformen verschoben wurden, erlebten Deep Fakes eine Blüte.

Momentan sind vor allem Persönlichkeiten öffentlichen Lebens betroffen, da für einen guten Fake genug Trainingsmaterial in Form von Bildern und Videos im Internet verfügbar sein muss. Allerdings reichen für einen täuschend echten „faceswap“, also den Austausch eines Gesichts, schon wenige Hundert Bilder der betreffenden Person. Durch den allgegenwärtigen Gebrauch von Smartphones und die weitverbreitete Speicherung von Fotos

*Wettlauf zwischen
EntwicklerInnen*

*Schäden für Personen
und Unternehmen;
Marktmanipulation*

*Rufschädigung,
Belästigung,
Einschüchterung,
Erpressung*

⁷ ait.ac.at/themen/surveillance-protection/projects/defalsif-ai.

in angreifbaren Clouds oder in Sozialen Netzwerken kann potenziell jedeR NutzerIn zum Opfer werden (siehe Thema „[Cloud Computing](#)“). Besonders Selfies eignen sich gut als Trainingsmaterial für die Neuronalen Netzwerke. Die einfache Fälschbarkeit von bewegtem Bild und Stimme könnten auch weitreichende Auswirkungen auf Nutzung und Missbrauch von sprachgesteuerten Geräten und Systemen mit biometrischer Fernauthentifizierung haben. Weiters werden Deepfakes in Videoanrufen immer mehr auch zu einem Sicherheitsproblem in Organisationen. Gezieltes Social Engineering, sog. Spear-Phishing, bedient sich mittlerweile auch der Deepfakes.⁸ Wenn sich Missbrauchsfälle insgesamt häufen, kann das zu einem gravierenden gesellschaftlichen Problem werden.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

*potenzielle Gefahr
für Demokratie und
nationale Sicherheit*

Demokratiegefährdend wird die Entwicklung dann, wenn nicht Prominente, wie z. B. Filmstars, Opfer von Deepfakes werden, sondern EntscheidungsträgerInnen und PolitikerInnen. Das könnte auch Risiken für die nationale und internationale Sicherheit bergen (Chesney and Citron 2018). Gefälschtes Bildmaterial kann als digitaler Beweis für beliebige Situationen genutzt werden. Nach dem gleichen Prinzip wie „Fake News“ spielt die Authentizität eines Videos oft keine Rolle mehr, nachdem es mehrfach über Social Media geteilt wurde (siehe Thema „[Robojournalismus](#)“, und „[Microtargeting](#)“). Aufwendige Dementi-Kampagnen binden dann nicht nur Ressourcen, sondern führen auch oft durch die erhöhte mediale Aufmerksamkeit zu einer noch weiteren Verbreitung der Fälschungen. Bislang war Österreich noch nicht stark von diesem Phänomen betroffen, doch in absehbarer Zeit könnte sich das ändern, es gibt jedenfalls keine Barriere die eine Ausbreitung in Österreich verhindern könnte.

*Auswirkungen auf
Wahlen, Schüren
von Unruhen*

Tatsächlich wird eine gefälschte Rede eines/r Kandidaten/in bei einer politischen Wahl, ob als solche identifiziert oder nicht, wahrscheinlich Auswirkungen auf seine/ihre WählerInnenschaft haben. Gefälschte Aufnahmen von Polizeigewalt, Kriegserklärungen, Ankündigungen drohender Katastrophen oder Beweise für das kriminelle Verhalten eines Staatsoberhauptes haben das Potenzial, unmittelbar zu sozialen Unruhen zu führen (EPRS 2018). Auch staatlicher, z. B. polizeilicher oder geheimdienstlicher, Missbrauch der Technologie ist denkbar, etwa zur Beweismittelfälschung in illiberalen Regimen.

*möglicher Verlust
von Vertrauen in
Institutionen*

Ob professionell gefälschte Videos zum Massenphänomen werden, ist derzeit vielleicht noch fraglich, da die Technologie dafür aber reif und einfach verfügbar ist, steht dem wenig entgegen. Gesellschaftliches Bewusstsein für die nahezu perfekte Fälschbarkeit von Video- und Audiomaterialien zu schaffen, ist ein demokratiestärkender Ansatz. Aber auch das weit verbreitete Bewusstsein darüber könnte selbst zu einem gravierenden Problem werden, weil das ohnehin schon angeschlagene Vertrauen in öffentliche In-

⁸ computerweekly.com/de/tipp/Phishing-mit-Deepfakes-Unternehmen-muessen-sich-vorbereiten.

stitutionen⁹ und Medien dadurch noch weiter ausgehöhlt werden könnte. Wenn jedes Video ein Fake sein könnte, was und wem glaubt man dann?

Vorschlag für weiteres Vorgehen

Eine genaue Erhebung des technischen Ist-Zustandes und dessen Weiterentwicklungspotenzials wäre die Grundlage für eine tiefergreifende Abschätzung und Bewertung bisheriger sowie möglicher sozialer, politischer und wirtschaftlicher Folgen. Auf dieser wissenschaftlichen Basis könnten dann Empfehlungen für weitere Maßnahmen zum gesetzlichen, institutionellen und organisatorischen Umgang mit Deepfakes erarbeitet werden. Vorzugsweise könnte das unter Einbindung von Stakeholdern, ExpertInnen und einer breiten Öffentlichkeit geschehen. Das Thema sollte dringend behandelt werden, um mögliche Schäden von Demokratie und öffentlichem Leben abzuwenden. Im Mai 2022 hat die Bundesregierung in Erfüllung einer Entschließung des Parlaments¹⁰ einen Nationalen Aktionsplan Deepfake (BKA et al. 2022) beschlossen.¹¹ Dieser Plan zitiert u.a. die Erstfassung des vorliegenden Themenpapiers, erörtert die Bedrohungslage und beschreibt Maßnahmen in mehreren Handlungsfeldern.

*Nationaler Aktionsplan
Deepfake 2022*

Zentrale weiterführende Quellen

- BJA, BMEIA, BMJ, BMLV und BMI, 2022, Aktionsplan Deepfake, Wien, bmi.gv.at/bmi_documents/2779.pdf.
- BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik), o.J., Deepfakes – Gefahren und Gegenmaßnahmen, bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Informationen-und-Empfehlungen/Kuenstliche-Intelligenz/Deepfakes/deepfakes_node.html.
- Chesney, B., D. Citron, 2018, Deep Fakes: A Looming Challenge for Privacy, Democracy, and National Security. Univ. of Texas School of Law.
- EPRS, 2018, Global Trendometer. Essays on medium- and long-term global trends. Brussels, European Parliamentary Research Service - European Parliament.
- Floridi, L., 2018, Artificial Intelligence, Deepfakes and a Future of Ectypes. *Philosophy & Technology* 31(3): 317-321.
- Goodfellow, I., J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville and Y. Bengio, 2014, Generative adversarial nets. *Advances in neural information processing systems*: 2672–2680.
- King, T., N. Aggarwal, M. Taddeo and L. Floridi, 2018, Artificial Intelligence Crime: An Interdisciplinary Analysis of Foreseeable Threats and Solutions, Oxford Internet Institute, University of Oxford.
- Li, Y., et al., 2018, In Ictu Oculi: Exposing AI Generated Fake Face Videos by Detecting Eye Blinking. (preprint) arXiv:1806.02877."
- Hasan, H. R. und Salah, K., 2019, Combating Deepfake Videos Using Blockchain and Smart Contracts, *IEEE Access* 7, 41596-41606.

⁹ Standard Eurobarometer 88 – Public opinion in the European Union, ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/index.cfm/ResultDoc/download/DocumentKy/82873.

¹⁰ Entschließung Nr. 104/E vom 14. Oktober 2020, parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/E/E_00104/.

¹¹ bmi.gv.at/bmi_documents/2779.pdf.

Wege aus der Antibiotikaresistenz

Zusammenfassung

Die Entdeckung von Antibiotika ist eine der wichtigsten medizinischen Errungenschaften. Bakterien können allerdings Resistenzen gegenüber Antibiotika ausbilden – eine Entwicklung, die unter anderem durch den falschen und übermäßigen Einsatz von Antibiotika beschleunigt wird. In manchen Fällen kann das dazu führen, dass gewisse Infektionen gar nicht mehr behandelt werden können, da die Erreger multiresistent, d. h. gegenüber mehreren Antibiotika resistent sind. Der Einsatz von so genannten Bakteriophagen könnte dazu beitragen, das Problem der rasch voranschreitenden Antibiotikaresistenz zu lösen. Es gibt jedoch noch zahlreiche ungeklärte Fragen bei dieser Therapieform, und die Komplexität des zugrundeliegenden Problems bedarf auch noch Maßnahmen in Handlungsfeldern jenseits pharmazeutischer Entwicklung.

Überblick zum Thema

Bereits antike Kulturen haben verschiedene Arten von Schimmelpilzen und Pflanzenextrakten dazu genutzt, um Infektionen zu behandeln, ohne jedoch über die genauen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge Bescheid zu wissen. Grundlegend funktioniert das, weil manche Schimmelpilze und Pflanzen in der Lage sind, antibiotische Substanzen zu produzieren, welche gegen bakterielle Infektionen wirken können.¹ Noch bis in das frühe 20. Jahrhundert waren global gesehen Infektionskrankheiten eine der Haupttodesursachen. Die Entdeckung des ersten breit wirksamen Antibiotikums der Welt (Penicillin) kann deshalb als eine der bisher wichtigsten medizinischen Errungenschaften angesehen werden. Für diese Entdeckung haben Sir Alexander Fleming, Ernst Boris Chain und Sir Howard Walter Florey 1945 den Medizin-Nobel-Preis erhalten.² Zwischen 1940 und 1960 – dem „goldenen Zeitalter“ der Antibiotika-Entdeckungen – wurde eine Vielzahl weiterer Wirkstoffe basierend auf natürlichen Produkten isoliert. Die Sterblichkeitsrate durch Infektionskrankheiten konnte dadurch im Zeitraum von 1900 bis 1980 um das Zwanzigfache reduziert werden (Walsh/Wright 2005). Mittlerweile ist die moderne Medizin ohne den Einsatz von Antibiotika nicht mehr vorstellbar.

Diese Erfolgsgeschichte hat jedoch auch eine wesentliche Schattenseite. Bakterien entwickeln immer schneller Resistenzen gegen die eingesetzten Antibiotika. Die Ausbildung einer so genannten antimikrobiellen Resistenz

*Bis in das frühe
20. Jahrhundert waren
Infektionskrankheiten
eine der
Haupttodesursachen*

*Bakterien entwickeln
Resistenzen gegen
Antibiotika*

¹ microbiologysociety.org/members-outreach-resources/outreach-resources/antibiotics-uneearthed/antibiotics-and-antibiotic-resistance/the-history-of-antibiotics.html.

² nobelprize.org/prizes/medicine/1945/summary/.

(AMR)³ ist ein zu erwartender natürlicher Prozess⁴, denn der Einsatz von Antibiotika erzeugt einen evolutionären Selektionsdruck, der zwar antibiotikaempfindliche Bakterien abtötet, jedoch zugleich die Entwicklung von resistenten Bakterien fördert.⁵ Resistent werden somit nicht Menschen, sondern Bakterien. Dieses Problem ist seit der Entdeckung von Penicillin bekannt. Fleming warnte selbst bereits 1945 davor, dass die vereinfachte Form der Einnahme von Antibiotika in Tablettenform eine missbräuchliche und falsche Anwendung fördern könnte (z. B. zu gering dosiert), wodurch penicillinresistente Organismen entstehen könnten (Fleming 1945).

*In Europa
sterben jährlich
33.000 Menschen an
den Folgen einer
Infektion durch
resistente Erreger*

Schätzungen zufolge sterben in Europa jährlich 33.000 Menschen an den Folgen einer Infektion durch resistente Erreger.⁶ Eine besondere Herausforderung für die öffentliche Gesundheit stellen in diesem Zusammenhang so genannte multiresistente Bakterien („super bugs“) dar. Dabei handelt es sich um Mikroorganismen, die gegen mehrere oder sogar gegen alle bekannten und im Einsatz befindlichen Antibiotika resistent sind (Magiorakos et al. 2012). Dazu zählen die unter dem Akronym „ESKAPE“ zusammengefassten Bakterien *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* und *Enterobacter* spp. (Pendleton et al. 2013). Neben der bereits erwähnten natürlichen Resistenzentwicklung von Bakterien gegenüber Antibiotika besteht auch noch das Problem, dass die Entwicklung neuer Antibiotika sehr teuer, langwierig (10-15 Jahre) und mit vielen regulatorischen Hürden verbunden ist. Für pharmazeutische Unternehmen ist es dadurch nicht rentabel in die Entwicklung neuartiger Antibiotika zu investieren (Kwon/Powderly 2021). Die Situation wird auch noch dadurch verschärft, dass Antibiotika oft nicht korrekt angewendet werden, etwa durch falsche Dosierungen oder als inadäquates Therapeutikum für die zugrundeliegende Erkrankung. Zudem verursachen in vielen Teilen der Welt der Mangel an sauberem Wasser und das Fehlen von Sanitätseinrichtungen vermeidbare und oft auch resistente bakterielle Infektionen.⁷ Auch der breite Einsatz von Antibiotika in der Massentierhaltung trägt zur Verschärfung des Problems bei.

*Für pharmazeutische
Unternehmen ist es
nicht mehr rentabel die
Entwicklung neuartiger
Antibiotika
voranzureiben*

*Antibiotikaresistenz wird
in Fachkreisen als eine
der größten globalen
Gesundheitskrisen
angesehen*

Die voranschreitende Antibiotikaresistenz gepaart mit dem Ausbleiben der Entwicklung neuer Wirkstoffe wird deshalb in Fachkreisen als eine der größten globalen Gesundheitskrisen angesehen (Gordillo Altamirano/Barr 2019). Auch auf internationaler gesundheitspolitischer Ebene wurde das Problem bereits erkannt,⁶ wenngleich die COVID-Pandemie dazu geführt hat, dass die Ambitionen zur Bekämpfung der Antibiotikaresistenz gedämpft wurden (Kwon/Powderly 2021; Rodríguez-Baño et al. 2021). Die Sorge

³ Antimikrobielle Resistenz ist der Überbegriff, wenn Mikroben Resistenzen entwickeln. Bakterien können antibiotische, Pilze antifungale, Viren antivirale und Protozoen antiprotozoale Resistenzen entwickeln.

⁴ [wienerzeitung.at/nachrichten/wissen/natur/2133409-Resistenter-Superkeim-ist-vor-200-Jahren-im-Igel-entstanden.html](https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/wissen/natur/2133409-Resistenter-Superkeim-ist-vor-200-Jahren-im-Igel-entstanden.html).

⁵ [rki.de/DE/Content/Infekt/Antibiotikaresistenz/Grundwissen/Glossar.html](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Antibiotikaresistenz/Grundwissen/Glossar.html).

⁶ ec.europa.eu/health/antimicrobial-resistance/eu-action-antimicrobial-resistance_en.

⁷ [who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance).

ist, dass deshalb in Zukunft auch medizinische Routineeingriffe mit einem höheren Risiko behaftet sein könnten. Das wäre ein beachtlicher Rückschritt für die moderne Medizin.

Neben der Entwicklung neuer Antibiotika gibt es auch weitere Möglichkeiten, um das Problem einzudämmen. Diagnostische Verfahren müssen ausgebaut und verbessert werden. Sie helfen dabei, die Erreger schneller und besser zu identifizieren, denn oft wird die Behandlung mit dem falschen Antibiotikum begonnen (in ca. 50 % der Fälle). Rasch durchführbare, robuste und leistbare antimikrobielle Empfindlichkeitstests (rapid antimicrobial susceptibility testing – AST) werden als wichtiges Instrument zur Prävention der Resistenzbildung angesehen (Vasala et al. 2020). Dadurch können von Therapiebeginn an „zielgenauere“ Schmalbandantibiotika eingesetzt werden.

*Diagnostische Verfahren
müssen ausgebaut und
verbessert werden*

Ein Forschungsfeld, welches in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung im Kampf gegen Antibiotikaresistenz gewonnen hat, beschäftigt sich mit der Phagentherapie (Kortright et al. 2019). Dabei kommen so genannten Bakteriophagen (kurz Phagen) zum Einsatz. Dabei handelt es sich um natürlich vorkommende Viren, die darauf spezialisiert sind, bestimmte Bakterienarten zu infizieren – darunter auch solche, die antibiotikaresistent sind. Sie haben also im Gegensatz zu Antibiotika ein sehr enges Wirkungsspektrum. In Deutschland haben sich die zwei Projekte *Phage4Cure*⁸ und *PhagoFlow*⁹ mit den Potentialen der Therapie mit und der Arzneimittelherstellung aus Bakteriophagen beschäftigt. Auch das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik hat einen eigenen Schwerpunkt im Bereich der Bakteriophagen-Forschung etabliert.¹⁰ Im Rahmen von vereinzelten klinischen Studien konnten bereits erste Therapieerfolge erzielt werden. Einer Mukoviszidose-Patientin, die nach der Lungentransplantation an einer antibiotikaresistenten Infektion litt, konnte mit der Verabreichung eines „Phagencocktails“ geholfen werden. Die Therapie hat die bakterielle Infektion ohne größere Nebenwirkungen geheilt (Dedrick et al. 2019). Trotz erster Erfolge befindet sich dieser Forschungszweig noch in seinen Anfängen. Das enge Wirkungsspektrum und die hohe Diversität der Phagen erschweren die Identifikation von therapeutisch geeigneten und sicheren Virenstämmen. Zudem können Bakterien auch Resistenzen gegen Phagen entwickeln. Gezielte Genommodifikationen, um wirkungsvolle Phagen mit gewünschten Eigenschaften schnell und kostengünstig zu kultivieren, werden hierbei als möglicher Ausweg gesehen (Łobocka et al. 2021). Jedoch entstehen dadurch neue Risiken. Beispielsweise ist vollkommen ungeklärt, welche negativen Folgen entstehen können, wenn genmodifizierte Phagen in die Umwelt gelangen (Nair/Khairnar 2019). Auch könnte das menschliche Immunsystem nach mehreren Verabreichungen desselben Phagen deren Konzentration dezimieren (Broncano-Lavado et al. 2021). Derzeit führt das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim

*Phagentherapie als
neuer Hoffnungsträger*

*Der Einsatz von
Bakteriophagen birgt
ungeklärte Risiken*

⁸ phage4cure.de/de/projekt/.

⁹ phagoflow.de/detaillierte-projektbeschreibung/.

¹⁰ igb.fraunhofer.de/de/forschung/virus-basierte-technologien/bakteriophagen.html.

Deutschen Bundestag eine Innovationsanalyse durch, die Chancen, Risiken und mögliche Förder- und Regulierungsansätze für den Einsatz in Medizin, Land- und Lebensmittelwirtschaft untersucht.¹¹

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Wirksamkeit von Antibiotika sollte als gesamtgesellschaftliche Ressource angesehen werden

Die Wirksamkeit von Antibiotika sollte als globale und gesamtgesellschaftliche Ressource angesehen werden. Bei jeder Antibiotikaeinnahme wird etwas von dieser Ressource, die uns allen gehört, verbraucht. Deshalb ist es wichtig, das Problem der Antibiotikaresistenz auf verschiedenen Handlungsebenen zu adressieren. Das umfasst sowohl die Entwicklung von neuen Therapie- und Diagnoseverfahren als auch gesellschaftliche Informations- und Sensibilisierungskampagnen. Auch die Entwicklung neuer Antibiotika müsste wieder intensiver vorangetrieben werden (Simpkin et al. 2017). Ein stärkerer Fokus sollte aber jedenfalls auch darauf gerichtet werden, soziale und kulturelle Aspekte in die Gleichung zur Lösung des Problems aufzunehmen (Broom et al. 2021). Österreich hat mit der Implementierung des Nationalen Aktionsplans zur antimikrobiellen Resistenz¹² bereits einen wichtigen Schritt gesetzt. Eine zentrale Aktivität darin ist der so genannte AURES-Bericht, in dem die Resistenzentwicklung jährlich gemonitort wird.¹³ Aufgrund der starken Ressourcenbindung durch die COVID-Pandemie, besteht jedoch die Gefahr, dass die Dringlichkeit des Problems der Antibiotikaresistenz unterschätzt wird (Kwon/Powderly 2021; Rodríguez-Baño et al. 2021). Dabei wäre es wichtig, so bald wie möglich die notwendigen Rahmenbedingungen zu setzen, um die weitere Forschung an dem Thema auch in Österreich zu unterstützen.

Soziale und kulturelle Aspekte müssen stärker berücksichtigt werden

Vorschlag weiteres Vorgehen

Einbindung aller Akteure notwendig

Bei der Bekämpfung und Prävention von Antibiotikaresistenz handelt es sich um ein komplexes globales Problem, welches den Handlungsspielraum von vielen unterschiedlichen Akteuren und Sektoren umfasst (Öffentlichkeit, Forschung, Ärzteschaft, Politik, pharmazeutische Industrie, Landwirtschaft etc.). In diesem Kontext kann die Technikfolgenabschätzung als zentrale Drehscheibe zwischen den relevanten Akteuren fungieren. Im Rahmen von partizipativen Beteiligungsprozessen könnte die öffentliche Aufmerksamkeit auf das Problemfeld der Antibiotikaresistenz gerichtet werden. Ein ausführlicher Sachstandsbericht und eine Risikoanalyse zu aktuellen technologischen Entwicklungen (z. B. Phagentherapie) unter Einbindung von ExpertInnen und Stakeholdern würde zudem einen wichtigen Beitrag zum bereits bestehenden Wissensstand liefern.

¹¹ tab-beim-bundestag.de/projekte_bakteriophagen-in-medizin-land-und-lebensmittelwirtschaft.php.

¹² sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Antimikrobielle-Resistenzen-und-Gesundheitssystem-assoziierte-Infektionen/Antimikrobielle-Resistenzen/NAP-AMR--Der-Nationale-Aktionsplan-zur-Antibiotikaresistenz.html.

¹³ sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Antimikrobielle-Resistenzen-und-Gesundheitssystem-assoziierte-Infektionen/Antimikrobielle-Resistenzen/AURES--der-%C3%B6sterreichische-Antibiotikaresistenz-Bericht.html.

Zitierte Literatur

- Broncano-Lavado, A., et al., 2021, Advances in Bacteriophage Therapy against Relevant MultiDrug-Resistant Pathogens, Chapter 7, *Antibiotics*, [ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8226639/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8226639/).
- Broom, A., Kenny, K., Prainsack, B. und Broom, J., 2021, Antimicrobial resistance as a problem of values? Views from three continents, *Critical Public Health* 31(4), 451-463.
- Dedrick, R. M., et al., 2019, Engineered bacteriophages for treatment of a patient with a disseminated drug-resistant Mycobacterium abscessus, *Nature Medicine* 25(5), 730-733, doi.org/10.1038/s41591-019-0437-z.
- Fleming, A., 1945, Penicillin's Finder Assays Its Future, *The New York Times*.
- Gordillo Altamirano, F. L. und Barr, J. J., 2019, Phage Therapy in the Postantibiotic Era, *Clinical microbiology reviews* 32(2), e00066-18, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30651225.
- Kortright, K. E., et al., 2019, Phage Therapy: A Renewed Approach to Combat Antibiotic-Resistant Bacteria, *Cell Host & Microbe* 25(2), 219-232, [sciencedirect.com/science/article/pii/S1931312819300526](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1931312819300526).
- Kwon, J. H. und Powderly, W. G., 2021, The post-antibiotic era is here, *Science* 373(6554), 471-471, science.org/doi/abs/10.1126/science.abl5997.
- Łobocka, M., Dąbrowska, K. und Górski, A., 2021, Engineered Bacteriophage Therapeutics: Rationale, Challenges and Future, *BioDrugs* 35(3), 255-280.
- Magiorakos, A. P., et al., 2012, Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance, *Clinical Microbiology and Infection* 18(3), 268-281, [sciencedirect.com/science/article/pii/S1198743X14616323](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1198743X14616323).
- Nair, A. und Khairnar, K., 2019, Genetically engineered phages for therapeutics: proceed with caution, *Nature Medicine* 25(7), 1028-1028, doi.org/10.1038/s41591-019-0506-3.
- Pendleton, J. N., Gorman, S. P. und Gilmore, B. F., 2013, Clinical relevance of the ESKAPE pathogens, *Expert Review of Anti-infective Therapy* 11(3), 297-308, doi.org/10.1586/eri.13.12.
- Rodríguez-Baño, J., et al., 2021, Key considerations on the potential impacts of the COVID-19 pandemic on antimicrobial resistance research and surveillance, *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 115(10), 1122-1129, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33772597.
- Simpkin, V. L., et al., 2017, Incentivising innovation in antibiotic drug discovery and development: progress, challenges and next steps, *The Journal of Antibiotics* 70(12), 1087-1096, doi.org/10.1038/ja.2017.124.
- Vasala, A., et al., 2020, Modern Tools for Rapid Diagnostics of Antimicrobial Resistance, *Frontiers in cellular and infection microbiology* 10, 308-308, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32760676.
- Walsh und Wright, 2005, Introduction: Antibiotic Resistance, *Chemical Reviews* 105(2), 391-394, doi.org/10.1021/cr030100y.

Digitale Gesundheitsanwendungen

Die Digitalisierung schreitet auch im Gesundheitsbereich voran. Damit einher gehen unterschiedliche Buzzwords, die verschiedenen Bereiche und Phasen der Entwicklung beherrschen. Von der Telemedizin, über e- und mHealth zu neuerdings Digital Therapeutics (DTx), die in Deutschland und Österreich auch unter dem Begriff Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) bekannt sind (Hong et al. 2021). DTx sind evidenzbasierte, softwaregesteuerte therapeutische Interventionen zur Vorbeugung, Verwaltung oder Behandlung einer medizinischen Störung oder Krankheit. Sie sind patientenorientierte Softwareanwendungen, die PatientInnen bei der Behandlung, Vorbeugung oder Bewältigung einer Krankheit helfen und die eine nachgewiesene klinische Wirkung entfalten (Kampouraki 2021).

Im Unterschied zu gewöhnlichen Life-Style-, Wellness- oder Gesundheits-Apps unterliegen DiGAs in Deutschland strengen Regularien:¹ Es handelt sich um CE-gekennzeichnete Medizinprodukte der Risikoklasse I oder IIa. Der Nutznachweis wurde durch klinische randomisierte kontrollierte Studien bewertet und nachgewiesen. Es gelten über die DSGVO hinausgehende, strenge Vorschriften zum Datenschutz. Es gibt gesetzliche Vorschriften zu Datensicherheit und Qualität der verwendeten medizinischen Inhalte. DTx finden Anwendung bei einer durch einen Arzt oder eine Ärztin diagnostizierten Erkrankung und sind verschreibungspflichtig. Basis ist die EU-Medizinprodukte-Verordnung (2017/745),² die unmittelbar gilt, aber Anpassungen im nationalen Medizinprodukterecht notwendig macht. Deutschland ist hinsichtlich der Verschreibung und kassenärztlichen Verordnung Vorreiter in Europa. Mit dem Inkrafttreten des Gesetzes zur Digitalen-Versorgung im Jahre 2019 wurde die „App auf Rezept“ für PatientInnen in die Gesundheitsversorgung eingeführt. Grundlage für die Verordnung und Refundierung ist die Aufnahme in das DiGA-Verzeichnis nach Durchführung eines speziellen, verkürzten Zulassungsverfahrens.³

In Österreich hat sich bisher das Austrian Institute of Health Technology Assessment (AIHTA) mit DiGAs beschäftigt. In einer vor kurzen veröffentlichten Studie wurden unterschiedliche Refundierungsansätze untersucht (Jeindl und Wild 2020). Das AIHTA empfiehlt zur gründlichen Evaluation von DiGA ein mehrstufiges Vorgehen und eine Kombination verschiedener Bewertungsinstrumente. Weiters wurde ein Bewertungsprozess für so genannte Symptom-Checker durchgeführt, um Erkenntnisse für die Etablierung im österreichischen Gesundheitswesen zu gewinnen. Seitens der Industrie wird die baldige Realisierung eines entsprechenden Rahmens⁴ gefordert.

¹ [linkedin.com/pulse/digitale-gesundheitsanwendungen-diga-%C3%B6sterreich-philipp-steininger?trk=public_profile_article_view](https://www.linkedin.com/pulse/digitale-gesundheitsanwendungen-diga-%C3%B6sterreich-philipp-steininger?trk=public_profile_article_view).

² eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0745.

³ diga.bfarm.de/de.

⁴ pharmig.at/media/4576/positionspapier-digas-austromed_022022.pdf?download=1&v=637794113690000000&ipignore=true.

Grundsätzlich erscheint interessant herauszufinden, welche Bereiche sich für diese Art von Therapie eignen und was die digital-gestützte „Selbsttherapie“ z. B. langfristig für das Vertrauensverhältnis zu ÄrztInnen oder für das Selbstbild von PatientInnen bedeutet? Die Notwendigkeit sorgfältiger Beurteilung ergibt sich aus den besonderen Ansprüchen an Produktsicherheit und Bedienungskomfort (Bedienung durch PatientInnen selbst). Weiters stellen sich insbesondere Fragen zu Datenqualität, Datensicherheit und Datenschutz (siehe [Datengetriebene Medizin](#)).

Zitierte Literatur

- Hong, J. S., Wasden, C. und Han, D. H., 2021, Introduction of digital therapeutics, *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 209.
- Jeindl R. und Wild C., 2020, *Framework zur Unterstützung von Refundierungsentscheidungen zu digitalen Gesundheitsanwendungen (mHealth) und dessen (retrospektive) Anwendung an ausgewählten Beispielen*, Nr. AIHTA Projektbericht Nr.: 134, Wien: HTA Austria – Austrian Institute for Health Technology Assessment GmbH.
- Kampouraki, D., 2021, Digital therapeutics, in: Thomas Zerdick und Stefano Leucci, *TechSonar 2021-2022 Report*; EDPS.

Technische Arbeitsplatzüberwachung

Zusammenfassung

Überwachungstechnologien werden ständig weiterentwickelt und sind kostengünstig verfügbar, was eine Anwendung am Arbeitsplatz als Werkzeug für das Management, gerade in Zeiten vermehrter Telearbeit im Homeoffice, plausibel erscheinen lässt. Die Arbeitsleistung von Menschen werden aber nicht nur im Homeoffice überwacht, auch Callcenter, Handel und Gastronomie sowie Logistik sind weitere Bereiche, in denen Arbeitsplatzüberwachung stattfindet. Beispiele dafür sind das Aufzeichnen von Mausbewegungen und Tastaturanschlägen, automatische Screenshots, GPS-Ortung, oder minütliches Fotografieren per Webcam und der Einsatz von Gesichtserkennungssoftware, das Auswerten der Leistung des Arbeitsgerätes oder Algorithmen zur automatischen Berechnung der Produktivität. Während verhältnismäßiges Monitoring, z. B. durch Zeitaufzeichnungen oder Zutrittskarten berechtigt und legal ist, können andere Formen der Arbeitsplatzüberwachung Persönlichkeitsrechte und damit die Menschenwürde verletzen und führen mitunter zu vermehrten Arbeitsunfällen oder Produktivitätseinbußen. Gerade in Unternehmen mit schwachen oder nicht-vorhandenen Betriebsräten können solche Überwachungspraktiken schnell Einzug halten. Hier ist eine zeitgemäße Überprüfung bestehender Gesetze nötig.

Überblick zum Thema

Der Trend zu vermehrter Arbeit im Homeoffice hat sich auch schon vor der Corona-Krise abgezeichnet und wurde nun deutlich verstärkt (Ebert I et al. 2021). Viele Unternehmen hegten jahrelang Skepsis gegenüber der Telearbeit, wobei beispielsweise Produktivitätseinbrüche durch mangelnde Kontrolle und schlechte Kommunikationsmöglichkeiten befürchtet wurden. Nachdem in den letzten zwei Jahren sehr viele ArbeitnehmerInnen monatelang zur Heimarbeit gezwungen waren, und viele Arbeitsabläufe trotzdem funktionieren, erkennen viele Unternehmen Vorteile, wie z. B. Einsparungen bei Büroräumen oder anderen Kosteneinsparungen. Es ist zu erwarten, dass auch in Zukunft deutlich mehr Arbeit sowie Aus- und Fortbildung zumindest teilweise in Heimarbeit stattfinden wird.

Allerdings sind nicht alle Arbeitsverhältnisse von Vertrauen geprägt, was beispielsweise die lange Geschichte elektronischer Arbeitsplatzüberwachung zeigt (OTA 1987). Das Bedürfnis nach Kontrolle auf Seiten des Managements gepaart mit kostengünstigen digitalen und anderen Überwachungstechnologien führte in den letzten Jahrzehnten zu deren vermehrten Entwicklung und Einsatz (Ajunwa et al. 2017). Ein Trend der durch die Entwicklung hin zu mehr Telearbeit noch verstärkt wird. Aber auch Callcenter, Handelsbetriebe, Warenlager und Zustellung sowie die Wissensarbeit im Büro sind weitere Bereiche, in denen Arbeitsplatzüberwachung stattfindet (vgl. Christl 2021).

*Kontrollverlust durch
mehr Homeoffice?*

*Mangelndes Vertrauen
trifft leicht verfügbare
Überwachungs-
technologien*

Produktivitäts-Scores und periodische Webcamfotos	Gerade bei der Verwendung firmeneigener Geräte ist die Versuchung groß Software zu installieren, die die vermeintliche Arbeitsleistung eines Menschen überwacht. Etwa durch das Aufzeichnen von Mausbewegungen und Tastaturanschlägen, automatischen Screenshots, mittels GPS-Ortung, durch minütliches Fotografieren per Webcam und dem Einsatz von Gesichtserkennungssoftware oder durch das Auswerten der Leistung eines Computers oder mittels Algorithmen zur automatischen Berechnung der Produktivität. ¹ Während der Browserverlauf etwa Aufschluss darüber gibt, welche privaten Dienste (email, soziale Netzwerke etc.) genutzt werden, können über die Aufzeichnung der Tastaturanschläge auch vormals private Inhalte überwacht werden
Auswertung privater Inhalte	
„Klassische“ Arbeitsplatz- überwachung	Auch jenseits des Homeoffice ist die Überwachung des Arbeitsplatzes ein relevantes Thema. So werden beispielsweise in den USA Namensschilder mit eingebautem Mikrofon, Standortbestimmung und Bewegungssensor getestet; UPS stattete bereits 2009 seine Lastwagen mit über 200 Sensoren aus, um Fahrtgeschwindigkeit und Haltezeiten sowie viele andere Parameter aufzuzeichnen; Amazon misst die Effizienz seiner Lieferanten mittels obligatorischer Apps oder Tablets; einige Krankenhäuser überwachen wie oft sich Krankenschwestern die Hände waschen mittels elektronischer Plaketten an Uniformen (Ajunwa et al. 2017). Mit Hilfe von KI soll die automatische Auswertung von Überwachungsvideos im Produktionsbereich eingeführt werden, mit dem Ziel Arbeitsleistung zu überwachen, persönliche körperliche Ermüdung zu messen oder für Gesundheitsrisikobewertung und prozessbasierte Qualitätskontrolle (Luo et al. 2019).
Psychometrie, Drogen- und Gentests	Auch andere Formen der Überwachung sind bei fehlender oder schwacher Regulierung denkbar. So werden etwa in den USA Maßnahmen angewendet um ArbeitnehmerInnen zu kontrollieren, die tief in die Privatsphäre eingreifen, z. B. psychometrische Tests, Drogentests, Biometrie, Hintergrundüberprüfungen, Bonitätsprüfungen, aber auch Gentests und die Bewertung von Veranlagungen zu Gesundheitsrisiken (Ajunwa et al. 2017).
Effizienzsteigerung ...	Das Fehlen von verhältnismäßigem Monitoring von Arbeitsplätzen kann zu organisatorischen Abweichungen und Fehlverhalten führen. Elektronische Überwachung soll hier zu Effizienzsteigerung führen. Unverhältnismäßige Überwachung kann allerdings auch kontraproduktiven Stress und Angst hervorrufen. Werden z. B. gesetzte Ziele elektronisch überwacht, beeilen sich ArbeitnehmerInnen oft mehr, woraufhin es häufiger zu Verletzungen in Folge von Unfällen kommt (Ajunwa et al. 2017). Außerdem werden auch Anreize gesetzt „das System zu schlagen“. Es konnte beispielsweise gezeigt werden, dass MitarbeiterInnen, die Videoüberwachung als nötigend empfinden, sich Verhaltensweisen angewöhnen, um unsichtbar und unbemerkt zu bleiben, was auf Managementseite dann als Begründung für noch mehr Überwachung angeführt wird – ein Teufelskreis (Anteby/Chan 2018).
... Stress, Angst und vermehrte Unfälle ...	
... kontraproduktive Vermeidungsstrategien	

¹ trendingtopics.at/ueberwachung-software-home-office-tools-grenzen/.

Während verhältnismäßige Formen der Arbeitsplatzüberwachung, wie Zeitaufzeichnungen oder Zutrittskontrollen per Firmenausweis legal sind, befinden sich andere in regulatorischen Grauzonen, wieder andere sind – zumindest in der EU – klar illegal. Prinzipiell ist Videoüberwachung von MitarbeiterInnen laut Datenschutzgesetz verboten, also auch die Nutzung der Webcam für diesen Zweck. Ausnahmen davon gibt es nur, wenn ein berechtigtes Interesse des Arbeitgebers am Einsatz eines Videoüberwachungssystems besteht. Dies kann beispielsweise im Schutz vor bzw. in der Hilfe zur Aufklärung von Diebstählen oder Überfällen liegen, etwa im Schalterraum einer Bank, wo ja primär nicht ArbeitnehmerInnen beobachtet werden sollen. Soweit ArbeitnehmerInnen in das Blickfeld der Kamera kommen ist jedenfalls die Menschenwürde berührt und die individuelle Zustimmung der ArbeitnehmerInnen oder, wo einer besteht, durch den Betriebsrat in einer Betriebsvereinbarung, notwendig.

*Webcam im
privaten Bereich*

*Verletzung von
Persönlichkeitsrechten
Dritter*

Das Verbot gilt insbesondere auch, wenn im privaten Bereich gearbeitet wird. Videocalls fallen nicht unter diese Regelung, wenn der Zweck eine Besprechung und nicht die Kontrolle ist. Allerdings können auch hier die Persönlichkeitsrechte dritter, betriebsfremder Personen verletzt werden, wenn z. B. Familienmitglieder mitaufgenommen werden. Die Verhältnismäßigkeit der Überwachungsmaßnahme muss also stimmen, was natürlich einen gewissen Graubereich mit sich bringt.

Zunehmende Verbreitung finden mittlerweile Systeme, die Daten aus unterschiedlichsten Bereichen von Unternehmen zusammenführen und daraus ableitend Arbeitsschritte direkt bestimmten ArbeitnehmerInnen zuweisen. In diesem algorithmischen Management wirkt die Verarbeitung personenbezogener Daten direkt auf die Arbeitstätigkeit zurück (Christl 2021).

*Betriebsrat und
MitarbeiterInnen
mit Vetorecht ...*

Für die algorithmische Berechnung von Produktivitäts-Scores zur Bewertung von ArbeitnehmerInnen (auch bei Profilen und Prognosen) beispielsweise gilt die DSGVO und eine Datenschutz-Folgenabschätzung ist nötig. Hier müssen ArbeitnehmerInnen bzw. Betriebsräte zustimmen, bzw. haben Vetorechte. Generell gilt, dass Überwachungsmaßnahmen die die Menschenwürde verletzen verboten sind, z. B. heimliches Abhören von Telefongesprächen, Überwachungskameras in Waschräumen oder Toilettenanlagen, oder die Überprüfung des Privatlebens. Überwachungsmaßnahmen die die Menschenwürde berühren, d. h. die Persönlichkeitsrechte der ArbeitnehmerInnen entsprechend tangieren dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn zwischen Betriebsrat und Unternehmen eine dementsprechende Betriebsvereinbarung getroffen wurde, oder MitarbeiterInnen den Maßnahmen einzeln schriftlich zugestimmt haben.² Bei schwachen Betriebsräten oder deren gänzlichem Fehlen, z. B. in KMUs, oder bei ausreichendem Druck von ArbeitgeberInnen auf einzelne ArbeitnehmerInnen können also legal Maßnahmen eingesetzt werden, die deren Menschenwürde massiv berühren können.

*... kann zum
Schwachpunkt werden*

² arbeiterkammer.at/beratung/arbeitsrecht/Arbeitsklima/Big_Brother_am_Arbeitsplatz.html.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Rechtliche Grundlagen überprüfen

Für Kontrollen in der Heimarbeit gelten dieselben Arbeits- wie Datenschutzgesetze wie am Arbeitsplatz im Betrieb, also Arbeitsverfassungsgesetz (ArbVG), Arbeitsvertragsrechtsanpassungsgesetz (AVRAG) und Europäische Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), sowie das Datenschutzgesetz (DSG). Hier stellt sich die Frage inwieweit diese Gesetze auch absehbare Fortschritte bei der Entwicklung von Überwachungstechnologien abdecken, und inwieweit Betriebsvereinbarungen oder die Zustimmung von ArbeitnehmerInnen in Zukunft noch adäquate Werkzeuge sind.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Eine vertiefenden Foresight- und TA-Studie könnte hier neueste Entwicklungen auf dem Überwachungstechnologiemarkt erörtern und vorausschauend Folgen von deren potentieller Anwendung im österreichisch/europäischen Kontext abschätzen. Literaturrecherche mit ExpertInnenbefragungen sollten hier eine Grundlage an Daten liefern, auf der dann aufbauend unter Einbeziehung relevanter Stakeholder Folgen erörtert und insbesondere auch Empfehlungen für die Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen erarbeitet werden.

Zitierte Literatur

- Ajunwa, I., Crawford, K. und Schultz, J., 2017, Limitless worker surveillance, *Calif. L. Rev.* 105, 735.
- Anteby, M. und Chan, C. K., 2018, A Self-Fulfilling Cycle of Coercive Surveillance: Workers' Invisibility Practices and Managerial Justification, *Organization Science* 29(2), 247-263, doi.org/10.1287/orsc.2017.1175.
- Christl, W., 2021, *Digitale Überwachung und Kontrolle am Arbeitsplatz – Von der Ausweitung betrieblicher Datenerfassung zum algorithmischen Management?*, Wien: Cracked Labs, crackedlabs.org/dl/CrackedLabs_Christl_UeberwachungKontrolleArbeitsplatz.pdf.
- Ebert I, Wildhaber I and Adams-Prassl J., 2021, Big Data in the workplace: Privacy Due Diligence as a human rights-based approach to employee privacy protection, *Big Data & Society* 8(1), journals.sagepub.com/doi/10.1177/20539517211013051.
- Luo, X., et al., 2019, Capturing and Understanding Workers' Activities in Far-Field Surveillance Videos with Deep Action Recognition and Bayesian Nonparametric Learning, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering* 34(4), 333-351, onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/mice.12419.
- OTA, 1987, *The Electronic Supervisor: New Technology, New Tensions*, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, Sept. 1987: Office of Technology Assessment, U.S. Congress, ota.fas.org/reports/8708.pdf.

Pandemiemanagement mit technologischer Hilfe

In den verschiedenen Phasen der Bekämpfung der Covid-19-Pandemie spielten auch nicht-medizinische Technologien eine Rolle (EPTA 2021, 7ff.). Neben fortschrittlicher Modellierungsverfahren aus der Komplexitätsforschung zur Erstellung von Szenarien über den weiteren Pandemieverlauf kamen im Pandemiemanagement auch verschiedene IT-Anwendungen zum Einsatz, etwa das elektronische Rezept und insbesondere Formen der Distanzbetreuung und Telearbeit (Fernlehre an (Hoch-) Schulen, E-Meetings etc.). Alle diese Maßnahmen dienen dazu, direkte Kontakte zu reduzieren. Inwieweit manche Anwendungen, wie z. B. das elektronische Rezept oder Homeoffice, auch in einer postpandemischen Zeit erhalten bleiben werden und welche weiteren Folgen dies nach sich zieht, wäre ein spannendes Forschungsthema.

Ein besonders wichtiges Beispiel für technisches Pandemiemanagement ist das Contact-Tracing. Dieses wurde durch die österreichische Stopp-Corona-App (eingestellt im Februar 2022¹) und vergleichbare Applikationen anderer Länder unterstützt. Seit Juni 2021 gibt es in vielen Ländern auch Apps, die den Nachweis des Impf-, Genesungs- bzw. Teststatus („digitales Covid-Zertifikat“²) EU-weit vereinfachen.

International werden auch Drohnen im Pandemiemanagement eingesetzt. Während der Ausgangssperren in China wurden Lebensmittel und Medikamente auf dem Luftweg in das gesperrte Gebiet geliefert (siehe [Lieferdrohnen](#)). Drohnen werden vielerorts zur fliegenden Überwachung und zum Bewegungs-Monitoring eingesetzt. Personen ohne Mund-Nasen-Schutz werden mit Hilfe von Drohnen zum Tragen desselben ermahnt, außerdem werden Körpertemperaturen gemessen und Fotos gemacht. Per [Gesichtserkennung](#) werden Personen identifiziert und mit Datenbanken von Reiserückkehrern und unter Quarantäne gestellten Personen verglichen, woraufhin gegebenenfalls die Polizei verständigt wird. Diese Anwendungen sind zurecht umstritten und werden oft durch die spezielle und nur temporäre Situation der Pandemie begründet. Es ist wichtig zu bedenken, dass selbst wenn solche Maßnahmen in einer Ausnahmesituation als gerechtfertigt angesehen werden könnten, die Ausnahmesituation auch eine solche bleiben muss und Regulierungen für drohnengestützte Überwachung notwendig sind.

¹ ots.at/presseaussendung/OTS_20220218_OTS0039/rotes-kreuz-zum-betriebsende-der-stop-corona-app-danke-an-alle-nutzerinnen-und-nutzer.

² Für einen Überblick siehe: de.wikipedia.org/wiki/Digitales_COVID-Zertifikat_der_EU.

Weniger problematisch aus datenschutzrechtlicher Sicht sind Drohnen, die Desinfektionsmittel versprühen³, und Roboter, die Viren und Bakterien mittels UV-Licht abtöten.⁴ Diese werden beispielsweise in Krankenhäusern genutzt, sodass kein Mensch die Zimmer von Infizierten betreten muss, aber auch in Supermärkten. Alle Aufgaben zusammengefasst sollen in Zukunft dedizierte Pandemie-Drohnen erledigen können.⁵ Solche Anwendungen sorgen für erleichterte und das Ansteckungsrisiko reduzierende Arbeitsbedingungen, können aber auch zu Stellenabbau führen, beispielsweise von Reinigungskräften.

Für die Identifikation vermeintlich infizierter Personen mittels der Daten verschiedener Sensoren gibt es bereits Anwendungen Künstlicher Intelligenz (KI). KI wird außerdem auf Social Media zur Erkennung von Fake News im Zusammenhang mit Covid-19 genutzt sowie zur Erkennung von Molekülen und zur Vorhersage neuer Mutationen (STOA 2020). Seit dem weltweiten Ausbruch des Virus werden weitere technologische Anwendungen zur Bekämpfung entwickelt. Neben den bereits genannten sind synthetische Biologie, Gen- und Nanotechnologien vielversprechend (STOA 2020). Manche technischen Lösungen mögen unproblematisch sein, andere bergen eklatante Risiken für Demokratie und Menschenrechte. Diese sollten bei betreffenden Maßnahmen im Rahmen der Kontrollfunktion des Parlaments genau untersucht und abgewogen werden.

Zitierte Literatur

- EPTA, 2021, Technology assessment and decision-making under scientific uncertainty. Lessons from the Covid-19 pandemic. November, epub.oeaw.ac.at/ita/ita-papers/EPTA_report_2021.pdf.
- STOA, 2020, Ten technologies to fight coronavirus. European Parliament Research Service, Scientific Foresight Unit. PE 641.543. April, [europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/641543/EPRS_IDA\(2020\)641543_EN.pdf](http://europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/641543/EPRS_IDA(2020)641543_EN.pdf).

³ Solche werden etwa von der australischen Firma draganfly zur Desinfektion von Veranstaltungsstätten regelmäßig eingesetzt, siehe draganfly.com/press-release/draganfly-selected-to-implement-health-and-safety-program-to-keep-events-safe-during-ces-2022/.

⁴ Beispielsweise die dänische Firma uvd-robots.com, deren Drohnen bereits weltweit eingesetzt werden.

⁵ 7news.com.au/lifestyle/health-wellbeing/coronavirus-drones-developed-by-university-of-south-australia-researchers-c-763510.

Länger leben

Zusammenfassung

Bislang sind Alterung und Tod unvermeidlich. Das soll sich bald ändern, so jedenfalls das Versprechen einer milliardenschweren Anti-Aging-Industrie. Biologische Alterungsprozesse sollen mit Hilfe von Diäten und neuen Medikamenten verlangsamt, gestoppt oder sogar umgekehrt werden. Sollten hier wissenschaftliche Durchbrüche gelingen, wäre ein sprunghafter Anstieg der Lebenserwartung möglich, es könnte sogar die maximale Lebensspanne ausgedehnt werden. Eine solche Entwicklung hätte disruptives Potential, denn sie würde zu tiefgreifenden gesellschaftlichen Veränderungen führen.

Überblick zum Thema

Der Traum von der Unsterblichkeit begleitet uns, seit Menschen über ihren Tod reflektieren. Weltweit versuchen Forschende seit langem, die Grundmechanismen des biologischen Alterns zu klären – denn nur so könnte eine Therapie für die „Krankheit Altern“ gefunden werden. Früher versprach die Anti-Aging-Industrie eine Verlangsamung des natürlichen Alterungsprozesses. Heute versprechen zahlreiche Forschungsunternehmen auf der Suche nach Risikokapital, ein Anhalten oder sogar das Umkehren des Alterns und wollen den Tod bis 2050 abschaffen (De Magalhães 2017). Neben den Visionen zur biologischen Unsterblichkeit, gibt es auch Forschung im Bereich der digitalen Unsterblichkeit. Einerseits gibt es hier erste Ansätze mittels eines KI-Chatbots, der mit Daten von Verstorbenen gefüttert wird, Gespräche mit diesen zu ermöglichen¹. Andererseits gibt es seit den 1970ern die Vision menschliches Bewusstsein und Persönlichkeit auf einen Computer zu übertragen (Häggström 2021).

*Altes Versprechen
Unsterblichkeit*

Die Weltbevölkerung hat sich seit 1950 verdreifacht, die durchschnittliche Lebenserwartung – ein Maßstab für die Gesundheit der Bevölkerung – ist in diesen sieben Jahrzehnten von 47 auf 73 Jahre angestiegen. Eine parallele Verlängerung der krankheitsfreien Lebenszeit (*health span*) ist jedoch nicht erfolgt, was vor allem durch Pandemien und chronische Krankheiten bedingt wird, von denen die stark gewachsene, ältere Bevölkerung erheblich betroffen ist (Garmany et al. 2021). Vor dem Hintergrund der heute weitverbreiteten altersbedingten Krankheiten, wird auch daran geforscht, wie Menschen nicht nur länger, sondern auch mit einer hohen Lebensqualität und mentaler und physischer Gesundheit altern können.

*Mehr bessere Jahre –
die Lücke zwischen
Lebensspanne und
krankheitsfreier Zeit*

Weltweit gibt es einige Regionen, in denen Menschen überdurchschnittlich alt werden; zu diesen sogenannten ‚blue zones‘ gehören Okinawa (Japan),

*Blaue Zonen der
Langlebigkeit*

¹ deutschlandfunk.de/seele-3-0-digitale-unsterblichkeit.2540.de.html?dram:article_id=504211.

	Sardinien (Italien), Nicoya (Costa Rica), Ikaria (Griechenland). Diese relativ abgeschiedenen Insel- und Bergregionen haben anscheinend ideale Bedingungen, um Langlebigkeit zu fördern. Als Hauptfaktoren gelten hier die Beibehaltung eines traditionellen Lebensstils mit intensiver körperlicher Aktivität bis ins hohe Alter von weit über 80 Jahren, ein geringeres Stressniveau, eine intensive familiäre und gemeinschaftliche Unterstützung für Ältere sowie der Verzehr von lokal erzeugten Lebensmitteln (Poulain et al. 2013).
Wie und warum altern wir?	Altern ist ein hochkomplexer und vielschichtiger Prozess, der von vielen Faktoren abhängig ist. Die Wissenschaft ist sich hier keineswegs einig. Während einige Alternsmechanismen gut geklärt sind, liegen andere noch im Dunklen. Als gesichert gilt jedoch, dass die individuelle Geschwindigkeit des Alterns und die maximale Lebenserwartung sowohl von der Genetik als auch von Umweltfaktoren und Lebensstil abhängig sind.
Unsterblichkeit im Tierreich	Die Zellen aller Eukaryonten, also Lebewesen, deren Zellen einen echten Zellkern haben, sind sehr ähnlich. Und doch altern diese Lebewesen höchst unterschiedlich. Während der Grönlandhai bis zu 400 Jahre alt wird, gibt es Schwämme die bis zu 10.000 Jahre leben. Einige Quallen können ihren Lebenszyklus schließen, indem sie sich wieder in festsitzende Polypen wandeln, die wieder neue Quallen hervorbringen. Sie gelten daher, wie einige wenige andere Organismen, als biologisch unsterblich.
Evolutionäre Alternstheorien	Grob lassen sich in der naturwissenschaftlichen Alternsforschung zwei Stränge unterscheiden: evolutionäre Alternstheorien und Schadenstheorien. Für die Frage nach dem Warum suchen viele verschiedene evolutionäre Alternstheorien den Grund von Altern und Tod in evolutionären Vorteilen für die jeweilige Spezies (Flatt & Partridge 2018).
Schadenstheorien: Akkumulation von Fehlern im Erbgut	Die Schadenstheorien untersuchen das Wie und erklären den Alternsprozess als die Akkumulation von Schäden im Erbgut der Zellen im Verlauf des Lebens. Als Erklärungsmodelle gelten hier z. B. freie Radikale, hochreaktive organische und anorganische Verbindungen, die frei an die DNA binden und sie dadurch schädigen, was durch Antioxydanzien verhindert werden kann. Auch Abschreibfehler während der laufend anfallenden Reparatur des Erbguts oder bei deren Verdopplung während jeder Zellteilung gelten als primäre Treiber des Alterns.
Telomere: Schutzkappen der Chromosomen	Eine andere Schadenstheorie fokussiert auf Telomere: Alle menschlichen Zellen, außer Stammzellen, unterliegen Alterungsprozessen, die die maximal mögliche Anzahl der Zellteilungen begrenzen. Jede Zelle enthält Chromosomen, die einen Großteil unseres Erbguts speichern. Damit die Zelle ordnungsgemäß funktionieren kann, müssen die Chromosomen vor Abbau geschützt werden. Diesen Schutz übernehmen die Enden der Chromosomen, sogenannte Telomere, ähnlich den Plastikkappen, die ein Ausfransen bei Schnürsenkeln verhindern. Diese Schutzkappen werden bei jeder Zellteilung kürzer, deshalb lässt sich das Alter einer Zelle auch molekularbiologisch über die Telomerlänge bestimmen. Sind die Telomere gänzlich abgebaut, teilt sich die Zelle nicht mehr, sie ist seneszent. Im Lebensverlauf reichern sich immer mehr seneszente Zellen im Körper an, was Gewebeverlust und Organversagen begünstigt.

Grundsätzlich lassen sich zwei unterschiedliche Ansätze von Anti-Aging-Interventionen unterscheiden: pharmakologische und ernährungsbasierte (Ros/Carrascosa 2020).

Welche Anti-Aging-Ansätze gibt es?

Einschränkungen bei der Ernährung sind der Goldstandard zur Verzögerung des Alterns und der Verlängerung der Gesundheits- und Lebensspanne, was bei verschiedenen Tierarten und auf molekularer Ebene gut untersucht ist (Green et al. 2022). Einige Diätansätze, die zur allgemeinen Steigerung der Gesundheit wie zur Prävention von Adipositas und assoziierten Erkrankungen eingesetzt werden, werden auch auf ihre Eigenschaften zur Verlangsamung des Alterns untersucht. Dazu gehören verminderte Kalorienaufnahme, Intervallfasten, tageszeitabhängige Nahrungsaufnahme oder auch andere Diäten die das Fasten imitieren. Weiterhin werden Diäten mit begrenzten Mengen bestimmter Nährstoffe und Diäten mit sekundären Pflanzenstoffen und essenziellen Fettsäuren auf ihre Anti-Aging-Wirkung hin untersucht (Ros/Carrascosa 2020).

Ernährung: Diäten, sekundäre Pflanzenstoffe, essenzielle Fettsäuren

Zusätzlich werden einige Diätmedikamente auf ihre Wirkung in der Altersforschung untersucht. So gibt es einige, die die positiven Effekte der Kalorienrestriktion imitieren könnten, ohne dass eine Lebensstiländerung notwendig wäre. Hierzu zählen u. a. Resveratrol, Polyphenole, Metformin oder Rapamycin.

Diätmedikamente

Andere pharmakologische Ansätze versuchen die primären Ursachen des Alterns zu vermeiden, und konzentrieren sich damit vor allem auf die Verhinderung des altersbedingten Verschleißes der Telomere oder auf die selektive Beseitigung seneszenten Zellen. Hier werden pharmakologische Eingriffe untersucht, aber es sind auch genetische Eingriffe denkbar.

Chromosomenschutz, selektive Beseitigung alter Zellen

Auch das menschliche Mikrobiom, die Gemeinschaft der Darmbakterien, ist zum Ziel von Anti-Aging-Forschung geworden. Altersbedingten Veränderungen im Mikrobiom scheinen ebenfalls eine Schlüsselrolle im Alterungsprozess zu spielen und altersbedingte Krankheiten zu begünstigen (Ros/Carrascosa 2020).

So viele Ansätze es auch gibt, die radikale Erweiterung der menschlichen Lebenserwartung und seiner maximalen Lebensspanne sind in nächster Zeit eher unrealistisch. Im Moment ist die Debatte wohl getrieben von Übertreibungen, Falschinformationen und erhofften Vorteilen, die mit der primären Sache nichts zu tun haben (Olshansky/Carnes 2019).

Die theoretisch mögliche maximale Lebensspanne beträgt beim Menschen nach heutigem Wissenstand etwa 130 Jahre (Pearce and Raftery 2021). Nur sehr wenige Individuen werden jedoch älter als 110 Jahre. Während die Sterbewahrscheinlichkeit ab einem gewissen Alter stetig zunimmt, legt neueste Forschung nahe, dass sie ab 110 Jahren nicht mehr zunimmt, sie liegt in jedem folgenden Jahr konstant bei 50% (Belzile et al. 2021). In Österreich beträgt die durchschnittliche Lebenserwartung von neugeborenen Männern rund 78 Jahre, bei den Frauen rund 83 Jahre.²

Maximale Lebensspanne 130 Jahre

² statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/sterbetafel/index.html.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Zwischen der heutigen mittleren Lebenserwartung und der biologisch maximal möglichen liegen also etwa 50 Jahre. Welche gesellschaftlichen Auswirkungen sind zu erwarten, wenn wir diese Lücke durch Lebensstilanpassungen und technologische Hilfsmittel verkleinern oder sogar schließen könnten? Was geschähe, wenn wir vielleicht sogar die maximale Lebensspanne technisch ausdehnen?

*Sprengkraft
Verteilungsgerechtigkeit*

Sollte in naher Zukunft ein wissenschaftlicher Durchbruch zum Beispiel bei lebensverlängernden Medikamenten gelingen, gibt es zumindest zwei denkbare Szenarien, die zu großen gesellschaftliche Verwerfungen führen würden, also disruptiven Charakter hätten. Entweder wären solche Verjüngungskuren breit verfügbar oder nur einer kleinen reichen Elite zugänglich.

*Anti-Aging Technologien
für alle ...*

Bei breiter Verfügbarkeit müssten wir das gesamte Arbeits-, Pensions- und Gesundheitssystem grundlegend überdenken, weil die Anzahl der Hochaltrigen binnen weniger Jahre schnell ansteigen würde, etwa wenn Sterbezahlen in dieser Kohorte stark abnehmen. Fraglich wäre, ob die längere Lebenserwartung auch mit mehr gesunden Jahren einhergeht, oder ob wie heute vermehrt degenerative Erkrankungen auftreten. Durch eine solche sprunghafte Überalterung wären unsere Gesellschaften in viel höherem Maße anfällig für Krisen und Katastrophen, die in Folge des Klimawandels zunehmen, wie Pandemien oder Hitzewellen. Globale Bevölkerungsprognosen rechnen derzeit mit einem Höchststand der Weltbevölkerung von etwa 10 Milliarden Menschen um das Jahr 2050 und sinkenden Zahlen danach.³ Diese Prognosen wären bei einer weitverbreiteten sprunghaften Steigerung der Lebenserwartungen wahrscheinlich obsolet und der Druck auf die ohnehin schon übernutzten natürlichen Ressourcen würde weiter steigen.

*... oder für wenige
Reiche?*

Oder zweitens – und das ist wahrscheinlicher – würden solche Jungbrunnenmedikamente zu sehr hohen Preisen am freien Markt gehandelt, so wie es heute schon beispielweise bei einigen Krebsmedikamenten der Fall ist. Dadurch würde sich die bereits zunehmende gesellschaftliche Ungleichheit verstärken. Die Gegensätze zwischen einer kleinen reichen Elite, die dann noch mehr Zeit zur Verfügung hätte, um Reichtum und Macht weiter zu akkumulieren, und ärmeren Menschen, die heute schon eine geringere Lebenserwartung haben, würden sich massiv verstärken. Auch in der Mittelschicht könnten Verteilungskämpfe entbrennen, denn was wären Menschen bereit zu opfern, um länger leben zu können? Was wäre, wenn die Art der Krankenversicherung über 30-40 zusätzliche Lebensjahre entscheiden würde?

³ population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Die Auswirkungen einer potentiellen Ausdehnung der Lebenserwartung und der maximalen Lebensspanne sollten umfassend untersucht werden, da mit weitreichenden systemischen Folgen zu rechnen wäre. Abgesehen von den zukünftigen Folgen wären auch heutige forschungspolitische Entscheidungen zu untersuchen, etwa inwiefern Forschung zur Erweiterung der maximalen Lebensspanne in Konkurrenz zu sozial relevanterer Forschung zur Verlängerung der gesunden Lebenszeit stehen. Diesbezüglich könnte eine zu klärende Frage sein, inwiefern sich die beiden Forschungsstränge in einem interdisziplinären Forschungsprogramm sinnvoll ergänzen könnten.

Zitierte Literatur

- Belzile, L. R., Davison, A. C., Rootzén, H. und Zholud, D., 2021, Human mortality at extreme age, *Royal Society Open Science* 8(9).
- De Magalhães, J. P., Stevens, M., & Thornton, D., 2017, The business of anti-aging science. *Trends in biotechnology*, 35(11), 1062-1073.
- Flatt, T., Partridge, L., 2018, Horizons in the evolution of aging, *BMC Biology* 16, 93, doi.org/10.1186/s12915-018-0562-z.
- Garmany, A., Yamada, S. und Terzic, A., 2021, Longevity leap: mind the healthspan gap, *npj Regenerative Medicine* 6(1), 57 doi.org/10.1038/s41536-021-00169-5.
- Green, C. L., Lamming, D. W. und Fontana, L., 2022, Molecular mechanisms of dietary restriction promoting health and longevity, *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 23(1), 56-73, doi.org/10.1038/s41580-021-00411-4.
- Häggström, O., 2021, Aspects of mind uploading, In *Transhumanism: The Proper Guide to a Posthuman Condition or a Dangerous Idea?* 3-20, Springer, Cham, link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-56546-6_1.
- Pearce, M., & Raftery, A. E., 2021, Probabilistic forecasting of maximum human lifespan by 2100 using Bayesian population projections. *Demographic Research*, 44, 1271–1294, jstor.org/stable/27032954
- Olshansky, S. J. und Carnes, B. A., 2019, Inconvenient Truths About Human Longevity, *The Journals of Gerontology: Series A* 74(Supplement_1), S7-S12, doi.org/10.1093/gerona/glz098.
- Poulain, M., Herm, A. und Pes, G., 2013, The Blue Zones: areas of exceptional longevity around the world, *Vienna Yearbook of Population Research* 11, 87-108, jstor.org/stable/43050798.
- Ros, M. und Carrascosa, J. M., 2020, Current nutritional and pharmacological anti-aging interventions, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Basis of Disease* 1866(3), 165612, sciencedirect.com/science/article/pii/S0925443919303357.

KI im Gesundheitswesen

Zusammenfassung

Künstliche neuronale Netzwerke können gut darauf trainiert werden, Bilder zu vergleichen, um Muster und Abweichungen zu erkennen (siehe auch Thema **Deep Fakes**). Deshalb werden immer mehr KI-Systeme zur Analyse komplexer medizinischer Daten, wie MRT-Bilder oder EKG-Daten entwickelt, die autonom Diagnosen mit teils sehr hoher Genauigkeit und vor allem Schnelligkeit erstellen. Ein weit verbreiteter Einsatz von KI-basierten intelligenten und autonomen Systemen in der Medizin kann jedoch das Risiko von Systemfehlern mit schweren Konsequenzen erhöhen und wirft komplexe ethische und gesellschaftliche Fragen auf. Künstliche Intelligenz (KI) hat hier das Potential, professionelle Beziehungen, die Kommunikation mit PatientInnen, Wissenshierarchien, und den Arbeitsmarkt zu verändern. Im Folgenden zeigen zwei Beispiele Chancen und Risiken des Einsatzes von künstlicher Intelligenz im Gesundheitswesen auf: im hochsensiblen Bereich der Analyse medizinischer Daten und der darauf basierenden Diagnose sowie im Krankenhausmanagement.

Chancen:
KI verbessert
Diagnose &
Krankenhausverwaltung

Risiko von
Systemfehlern und
schweren Folgen

Überblick zum Thema

KI-Diagnose-Systeme werden zurzeit vor allem in der Radiologie eingesetzt, können jedoch in vielen Medizinbereichen zur Anwendung kommen. Die einzige Voraussetzung sind genügend vergleichbare Daten zur Mustererkennung, wie etwa in der Blutanalyse oder der Überwachung von Vitaldaten. In der Radiologie werden KI-Anwendungen eingesetzt, die Röntgen- oder MRT-Bilder eines Menschen innerhalb weniger Minuten mit Tausenden Aufnahmen anderer Menschen vergleichen und mit hoher Wahrscheinlichkeit richtige Diagnosen stellen können. Die Maschinen arbeiten zwar nicht fehlerfrei, können aber Entscheidungen mit höherer Konsistenz als Menschen treffen. KI wirkt hier nicht nur bei der Bildinterpretation mit, sondern auch bei Berichterstellung, Ergebniskommunikation und Abrechnung (Geis et al. 2019). Insgesamt erreichen KI-Diagnosesysteme bei der Analyse medizinischen Bildmaterials momentan etwa die gleiche Genauigkeit wie Fachpersonal (Liu et al. 2019), sie sind aber viel schneller.

KI-Diagnose:
effizienter als ÄrztInnen

Die automatisierte Analyse medizinischer Daten kann helfen, mit hoher Wahrscheinlichkeit Krankheiten vorherzusagen, bevor Symptome auftreten. So kann eine KI-Diagnose z. B. Alzheimer Jahre vor Symptombeginn anhand von MRT-Bildern erkennen was eine sehr frühe und damit effektive Behandlung erlaubt (Bhagwat et al. 2018). Lernende Algorithmen können ebenfalls Brustkrebs mit höherer Genauigkeit als ExpertInnen in Mammographien erkennen und ermöglichen so eine frühestmögliche Behandlung (McKinney et al. 2020). Leukämie konnte mit Hilfe von KI anhand der Aktivierung bestimmter Gene mit hoher Genauigkeit und zum Bruchteil der Kosten bisheriger Verfahren diagnostiziert werden (Warnat-Herresthal

Frühzeitige Erkennung
mit KI: Alzheimer, Krebs
und Sepsis

et al. 2020). Auch Darmkrebs kann durch die automatisierte Blutprobenanalyse von Tumor-DNA früher und nicht-invasiv erkannt werden (Phallen et al. 2017). KI-Algorithmen können auch helfen, Sepsis (Blutvergiftung) bei IntensivpatientInnen mehrere Stunden vor klassischem Symptombeginn zu erkennen, indem Vitaldaten in Echtzeit überwacht und -analysiert werden (Garnacho-Montero/Martín-Loeches 2020).

KI-Diagnose von Herzinsuffizienz

Eine von ForscherInnen trainierte KI schaffte es kürzlich sogar, mit 100 %-Genauigkeit kongestive Herzinsuffizienz, also eine verminderte Pumpfähigkeit des Herzens, in EKG-Daten anhand weniger Herzschläge zu diagnostizieren. Ihr Einsatz könnte z. B. die oft benötigten Langzeit EKGs auf wenige Minuten verkürzen (Porumb et al. 2020).

KI und Covid-19

KI wird während der COVID-19-Pandemie in vielen Anwendungsfeldern eingesetzt, darunter Epidemiologie, Molekularforschung und Arzneimittelentwicklung, medizinische Diagnose und Behandlung sowie bei der sozioökonomischen Modellierung. Die Zahl der Studien, die KI-Techniken zur Diagnose von COVID-19 einsetzen, ist ab dem Jahr 2020 rapide gestiegen. KI-Systeme treffen Vorhersagen über die Sterblichkeitsrate, Dauer von Krankenhausaufenthalten und Behandlungserfolge (Abdulkareem/ Petersen 2021). Die meisten Arbeiten konzentrieren sich auf die Beschreibung der Diagnose anhand von Thorax-CT-Bildern. Die Genauigkeit bei der Auswertung ist hier vergleichbar mit erfahrenen ÄrztInnen, bei sehr hoher Geschwindigkeit. Unter Einbeziehung anderer klinischer Daten könnten Geschwindigkeit und Genauigkeit noch gesteigert werden, was auch im Hinblick auf zukünftige Pandemien echte Chancen bieten kann (Huang et al. 2021).

Entscheidungen treffen ÄrztInnen, auch in Zukunft

Viele KI-getriebene Diagnosesysteme machen Vorschläge mit Wahrscheinlichkeiten für Diagnosen und auch Differenzialdiagnosen, also abweichende mögliche Diagnosen, aber die Letztentscheidung treffen ÄrztInnen. Das wird auch in Zukunft wohl gesetzlich gesehen eher so bleiben, aber auch de facto? Inwieweit kann medizinisches Personal die Diagnosen der Algorithmen überhaupt nachvollziehen und ihnen damit vertrauen? Als Verantwortliche für Entscheidungen müssten sie dies aber können. Ein Problem, nachdem die meisten KI-Diagnose-Systeme Black-Boxes bleiben, wenn ÄrztInnen keine eigene Ausbildung zu ihrem Verständnis mitbringen. ÄrztInnen müssen die Grundlagen der Technologie verstehen, damit sie Hypes erkennen, KI-basierte Studien und klinische Validierungen bewerten sowie die Grenzen und Möglichkeiten der KI einschätzen können (Meskó and Görög 2020).

Wann KI vertrauen – und wann nicht?

Die Genauigkeit eines KI-Diagnose-Systems lässt sich zwar in Studien bestimmen, aber die Frage bleibt, wann ÄrztInnen der KI-Diagnose in ihrer Entscheidung folgen und wann nicht. Dieses Problem könnte relevant werden, wenn etwa MedizinerInnen z. B. aus Angst vor Klagen den statistisch genaueren KI-Diagnosen folgen, auch wenn sie im Einzelfall eventuell eine andere Einschätzung haben. Auch sollte geklärt werden wie junge ÄrztInnen genug eigene Erfahrungen aufbauen können ohne sich auf die Systeme zu verlassen.

KI hat großes Potenzial, um die Effizienz und Genauigkeit in der gesamten Radiologie zu erhöhen, aber ihr Einsatz birgt auch inhärente Fallstricke und Verzerrungen. Mehrere europäische und nordamerikanische Radiologie-Vereinigungen haben kürzlich ein gemeinsames Statement veröffentlicht (Geis et al. 2019). Sie weisen auf die Notwendigkeit der Entwicklung eines ethischen Rahmens für KI in der Radiologie hin und zeigen auf, welche veränderten Anforderungen und offene Fragen aufgrund des vermehrten klinischen Einsatzes entstehen. Hierzu zählen vor allem die notwendige Risikobewertung jedes Systems, die Anpassung der Ausbildung von ÄrztInnen, das ständige Testen von Trainingsdaten sowie ein laufendes Monitoring der Effekte.

*Fehlender ethischer
Rahmen für KI-Diagnose*

ÄrztInnen sind einerseits ethisch dazu verpflichtet, Daten, die sie sammeln, zum Besten von PatientInnen und des Gemeinwohls zu nutzen und ihr Fach zu verbessern. Andererseits dürfen sie Daten nicht so verwenden, dass PatientInnen geschädigt oder diskriminiert werden könnten. Da z. B. die Qualität radiologischer Daten stetig zunimmt, steigen auch deren Wert und damit Interesse und Druck, diese kommerziell zu verwerten. Ethische und insbesondere auch ethisch fragwürdige Geschäftsmodelle, wie z. B. die algorithmische Auswertung von Radiologiedaten zu rein finanziellen Zwecken ohne PatientInnen oder der Allgemeinheit zu helfen, entwickeln sich derzeit rascher als deren Bewertung erfolgen kann (Geis et al. 2019). Auch werden durch die Wertsteigerung medizinischer Daten Krankenhäuser vermehrt zu Angriffszielen von Hackern (siehe auch Thema [Datengetriebene Medizin](#)).

*Ethisch bedenkliche
Geschäftsmodelle*

KI im Krankenhausmanagement

KI-basierte Systeme halten auch Einzug in die digitale Infrastruktur des Krankenhausmanagements. Diese können beispielsweise den PatientInnenfluss über automatisierte Terminvergaben, Raum- und Ressourcenzuweisungen effizienter steuern. Chatbots sollen PatientInnen die gängigsten Fragen zu den nächsten Behandlungsschritten schnell beantworten. Belegte Effizienzsteigerung in speziellen Bereichen steht hier neben den (unbelegten) hohen, generellen Effizienzversprechen.

*Effiziente
Ressourcenverteilung
und Chatbots*

Aufgrund des Kostendrucks verwenden bereits viele US-Krankenhäuser und Krankenversicherungen Algorithmen, um Investitionen vorausschauend zu steuern. Kürzlich zeigte eine Studie, wie bestehende gesellschaftliche Ungleichheit über unausgewogene Trainingsdaten die Entscheidungen einer der größten kommerziellen Krankenhausmanagementsoftware beeinflusst, und damit ohnehin benachteiligte Personengruppen weiter benachteiligt (Obermeyer et al. 2019).

*Algorithmischer
Risikowert bestimmt
Behandlungsleistungen*

Der Algorithmus verwendet bereits entstandene Kosten eines Menschen im Gesundheitssystem als Indikator für gesundheitliches Risiko: je mehr Kosten in der Vergangenheit, desto höher das Gesundheitsrisiko in der Zukunft. JedeR PatientIn bekommt damit einen Risikowert zugeschrieben, der dann in Folge über die Zuweisung von Behandlungen mitentscheidet. Die im Gesundheitssystem entstandenen Kosten bilden in den USA aber strukturellen Rassismus ab: durch ungleichen Zugang zu Gesundheitsleis-

*Problem Bias:
Verstärkung
existierender
Ungleichheiten*

tungen verursachen weiße PatentInnen statistisch mehr Kosten als afro-amerikanische. Zweitere sind damit bei gleichem Risikowert in schlechterem Gesundheitszustand, bekommen also statistisch gesehen eher später in ihrem Krankheitsverlauf benötigte Behandlungen zugewiesen.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

*Hochsensible Daten
und potentiell
gravierende Folgen*

KI-Einsatz in medizinischer Informatik und Technik wirft mehrere gesellschaftliche, ethische und politische Problemfelder auf, die z. T. auch beim generellen Einsatz von KI in anderen Anwendungsgebieten diskutiert werden (siehe auch Thema [KI-Risiken](#)). Da im Gesundheitsbereich aber hochsensible Daten verarbeitet werden und Entscheidungen hier gravierende Auswirkungen auf das Leben haben, ist besondere Vorsicht geboten. Bestehende Gesetzgebung muss angepasst werden, um einen adäquaten Umgang mit neuen technischen Entwicklungen, wie der KI-Diagnose zu gewährleisten (siehe auch Thema [Datengetriebene Medizin](#)). Während die EU gerade einen Vorschlag zur Regulierung von KI diskutiert¹, verzichtet beispielsweise die US-Politik auf eine breite und umfassende Regulierung der KI und folgt dem übergreifenden Mandat, eine Überregulierung zu vermeiden und Innovation zu fördern (Vokinger and Gasser 2021).

Datensicherheit und Schutz der Privatsphäre von PatientInnen stehen im Spannungsfeld zwischen schneller und bestmöglicher Diagnose und Behandlung einerseits und freiem Datenzugang und -vernetzung für die Grundlagenforschung andererseits. Außerdem führen verzerrte KI-Trainingsdatensätze immer wieder zu Fehlern und Diskriminierung bestimmter Gruppen (Bias). Wie können diese Fehler frühzeitig erkannt und verhindert werden? Wie sicher sind dann solche Systeme? Wie können AnwenderInnen, für die derartige Systeme Black-Boxes sind, vertrauen oder Verantwortung für KI-Analysen übernehmen?

Wer profitiert?

Außerdem ist zu hinterfragen, wer letztlich von Effizienzsteigerungen profitiert: Werden freie Ressourcen in neue Stellen und Geräte investiert? Haben ÄrztInnen mehr Zeit für ihre PatientInnen? Oder wird die Profitabilität von (privatisierten) Gesundheitseinrichtungen gesteigert?

Vorschlag weiteres Vorgehen

Eine explorative FTA-Studie kann die hier angerissenen Problemfelder eingehend betrachten, um konkrete Handlungsoptionen für Gesundheitspolitik und -management sowie Technikentwicklung abzuleiten. Im Zuge der Studie ist eine umfassende Stakeholderbeteiligung anzuraten, da die offenen Fragen zum Einsatz von KI in der Diagnose und Verwaltung ein Zusammenführen verschiedenen Wissens- und Erfahrungsgebiete erfordern.

¹ EU-Verordnungsvorschlag zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für KI (21.4.2021), eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0206&from=EN.

Zitierte Literatur

- Abdulkareem, M. und Petersen, S. E., 2021, The Promise of AI in Detection, Diagnosis, and Epidemiology for Combating COVID-19: Beyond the Hype, 4 [frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2021.652669](https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2021.652669).
- Bhagwat, N. et al., 2018, Modeling and prediction of clinical symptom trajectories in Alzheimer's disease using longitudinal data, *PLOS Computational Biology* 14(9), e1006376 doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006376.
- Garnacho-Montero, J. und Martín-Loeches, I., 2020, Clinical management of sepsis can be improved by artificial intelligence: no, *Intensive Care Medicine* 46(2), 378-380 doi.org/10.1007/s00134-020-05947-1.
- Geis, J. R. et al., 2019, Ethics of Artificial Intelligence in Radiology: Summary of the Joint European and North American Multisociety Statement, *Radiology* 293(2), 436-440 ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31573399.
- Huang, S., Yang, J., Fong, S. und Zhao, Q., 2021, Artificial intelligence in the diagnosis of COVID-19: challenges and perspectives, *Int J Biol Sci* 17(6), 1581-1587.
- Liu, X. et al., 2019, A comparison of deep learning performance against health-care professionals in detecting diseases from medical imaging: a systematic review and meta-analysis, *The Lancet Digital Health* 1(6), e271-e297 [doi.org/10.1016/S2589-7500\(19\)30123-2](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(19)30123-2).
- McKinney, S. M. et al., 2020, International evaluation of an AI system for breast cancer screening, *Nature* 577(7788), 89-94.
- Meskó, B. und M. Görög (2020). A short guide for medical professionals in the era of artificial intelligence, *npj Digital Medicine* 3(1): 126.
- Obermeyer, Z. et al., 2019, Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations, *Science* 366(6464), 447 science.sciencemag.org/content/366/6464/447.abstract.
- Phallen, J. et al., 2017, Direct detection of early-stage cancers using circulating tumor DNA, *Science Translational Medicine* 9(403), eaan2415 stm.sciencemag.org/content/9/403/eaan2415.abstract.
- Porumb, M., et al., 2020, A convolutional neural network approach to detect congestive heart failure, *Biomedical Signal Processing and Control* 55, 101597 [sciencedirect.com/science/article/pii/S1746809419301776](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1746809419301776).
- Vokinger, K. N. und U. Gasser, 2021, Regulating AI in medicine in the United States and Europe. *Nature Machine Intelligence* 3(9): 738-739.
- Warnat-Herresthal, S. et al., 2020, Scalable Prediction of Acute Myeloid Leukemia Using High-Dimensional Machine Learning and Blood Transcriptomics, *iScience* 23(1) doi.org/10.1016/j.isci.2019.100780.

Epigenetische Therapieansätze

Damit PatientInnen maßgeschneiderte und auf ihre individuellen Gegebenheiten angepasste Therapien erhalten, rücken bei der Erforschung der molekularen Ursachen von Erkrankungen (siehe dazu auch die Themen [Datengetriebene Medizin](#) und [Personalisierte Genomsequenzierung](#)) neben genetischen auch zunehmend epigenetische Faktoren ins Blickfeld der Medizin. Die Epigenetik (altgr. epi ‚dazu‘, ‚darüber‘ und Genetik) untersucht den Einfluss von Umweltfaktoren (z. B. Ernährung, Lebensstil, Stress, Traumata, Umweltschadstoffe) auf die Zelleigenschaften und den Aktivitätszustand von Genen („An- und Abschalten“ von Genen). Indem sich bestimmte chemische Moleküle (z. B. Methylgruppen) umweltbedingt an die DNA oder die DNA-Bindungseiwieße anhaften, werden die betroffenen DNA-Bereiche auf molekularer Ebene wie mit einer „roten Flagge“ markiert. Solche epigenetischen Markierungen können die Funktionsweise von Genen auf den betroffenen DNA-Abschnitten beeinflussen, indem sie z. B. dazu führen, dass auf Teile der genetischen Informationen nicht mehr zugegriffen werden kann und dadurch bestimmte Zellprozesse nicht mehr ablaufen können. Fehlerhafte Markierungen können sich negativ auf die Gesundheit des Menschen auswirken und das individuelle Risiko für bestimmte – oft komplexe und chronische – Krankheiten erhöhen (z. B. Krebs, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, Depression). Obwohl epigenetische Markierungen nur chemische Anhaftungen an das eigentliche Erbgut darstellen und die DNA selbst nicht verändern, können sie trotzdem an nachfolgende Generationen vererbt werden.

Die Tatsache, dass epigenetische Markierungen unter bestimmten Umständen reversibel sind,¹ d. h. auch wieder entfernt werden können, macht sich die Medizin bei der Erforschung neuer Medikamente und personalisierter Therapiemöglichkeiten für PatientInnen zunutze. Bisher sind jene Wirkstoffe am besten untersucht, die in epigenetische Prozesse bei der Krebsentstehung eingreifen (Ganesan et al. 2019). In Österreich sind bereits erste epigenetisch wirksame Medikamente zur Behandlung von Krebserkrankungen zugelassen (seit 2008 der Wirkstoff Azacitidin und seit 2012 der Wirkstoff Decitabin zur Behandlung akuter myeloischer Leukämie (AML))². Auch das Potenzial von epigenetischen Analysen in der Präzisionsmedizin wird in Österreich breit beforscht.³ Einerseits ist Epigenetik ein vielversprechender Forschungsbereich für zukünftige, personalisierte Therapieansätze auf chemischer, psychischer und verhaltensorientierter Ebene. Vor allem eine daraus resultierende, bessere Kenntnis des mole-

¹ Psychiatrische Studien belegen, dass Psychotherapie epigenetische Veränderungen, die durch posttraumatische Belastungsstörungen verursacht wurden, rückgängig machen kann (Vinkers et al. 2019).

² medonline.at/innere-medicin/onkologie/digital/n/2020/10049339/onkologische-forschung-auf-der-ueberholspur/.

³ oeaw.ac.at/detail/news/epigenetik-als-neues-werkzeug-fuer-praezisionsmedizin/.

kular-biologischen Zusammenhangs zwischen individuellem Verhalten und chronischen Krankheiten könnte langfristig dazu beitragen, durch gezielte Präventivmaßnahmen zur Lebensstiländerung in der Bevölkerung, die Zahl chronisch kranker Menschen zu reduzieren (Hibler et al. 2019) und dadurch Kosten im Gesundheitssystem einzusparen. Andererseits stellt sich aus gesellschaftlicher Perspektive die Frage – v. a. aufgrund des wissenschaftlichen und medialen Hypes rund um das Thema (Deichmann 2016) –, wie sehr durch epigenetische Therapieansätze das persönliche Verhalten des Einzelnen medikalisiert wird, d. h. dass Lebenserfahrungen, die bisher außerhalb des medizinischen Geltungsbereichs gestanden sind, pharmazeutisch beeinflusst werden. Gleichzeitig ist der Trend zu beobachten, dass Pharmaunternehmen aufgrund der hohen Kosten bei der Medikamentenherstellung bevorzugt Medikamente entwickeln, die für weitverbreitete Erkrankungen vorgesehen sind, anstatt für seltene oder aufwendig zu behandelnde Krankheiten. Dies könnte dazu führen, dass in Zukunft auch bei der Medikamentenentwicklung auf Basis der Epigenetik der Fokus auf „profitable“ Krankheiten, wie z. B. Diabetes gelegt wird, und dadurch nur ausgewählte Bevölkerungsgruppen am medizinischen Fortschritt teilhaben.

Wünschenswert wäre daher eine breite, gesellschaftliche Diskussion und Reflexion von zukünftigen Möglichkeiten und Risiken sowie ethischen und sozialen Aspekten, die mit individuellen Therapieansätzen einhergehen könnten. Gerade unter der Annahme, dass epigenetische Muster auch vererbt werden können, hätte der eigene Lebensstil Auswirkungen auf die Nachkommen. Fragen zur Verantwortung des Einzelnen gegenüber der eigenen Gesundheit sowie der Gesundheit der Nachkommen wären daher ebenso zu adressieren, wie Fragen zur Verantwortung des Staates gegenüber sozio-ökonomisch benachteiligten Bevölkerungsgruppen, deren ungünstige Umwelt- und Lebensbedingungen negative und damit krankheitsfördernde epigenetische Veränderungen begünstigen.

Zitierte Literatur

- Deichmann U. (2016) Epigenetics: The origins and evolution of a fashionable topic. *Developmental Biology* 416 (2016) 249–254.
- Ganesan A. et al. (2019) The timeline of epigenetic drug discovery: from reality to dreams. *Clinical Epigenetics* 11:174.
- Hibler E. et al. (2019). Impact of a diet and activity health promotion intervention on regional patterns of DNA methylation. *Clinical Epigenetics* 11, 133.
- Vinkers C. H. et al. (2019) Successful treatment of post-traumatic stress disorder reverses DNA methylation marks. *Mol Psychiatry*. 2019 Oct 23. doi: 10.1038/s41380-019-0549-3.

Xenobots: lebendige Roboter?

Xenobots heißen die lebendigen, computer-designten Organismen, die US-amerikanische Forschende mithilfe eines Supercomputers entwickelt haben (Kriegman et al. 2020).¹ Ihr Namensgeber und Zelllieferant ist *Xenopus laevis* (lat.), der Afrikanische Krallenfrosch oder Apothekerfrosch. Die Vorsilbe „xeno“ (abgeleitet von griechisch *xénos*, was so viel bedeutet wie „Gast“, „Fremder“) verweist darauf, dass die zu einem Organismus zusammengefügt Zellen andere Funktionen als die von ihrem ursprünglichen genetischen Bauplan vorgesehenen erfüllen können. Von der Synthetischen Biologie (Synbio) vorangetrieben (siehe Thema [Künstliches Leben](#)), sind Xenobots ein erstes Beispiel für eine künstlich geschaffene Lebensform mit speziellen Eigenschaften. Sie bestehen aus ausschließlich lebenden,² tierischen Haut- und (Herz-)Muskelzellen, die den Organismen durch ihr kontinuierliches Pulsieren eine eingeschränkte Fortbewegung ermöglichen.³ Darüber hinaus können die lebenden Maschinen schwimmen, kleine Lasten transportieren, in Gruppen zusammenarbeiten und sich selbst heilen. Wie ist es möglich, solche künstlichen Organismen zu entwickeln? Dazu entwirft ein Computer in vielzähligen Simulationen anhand eines „Evolutionalgorithmus“, d. h. mithilfe von Methoden der künstlichen Intelligenz, unterschiedliche Baupläne, aus denen geeignete Designs ausgewählt werden.

Welchen Nutzen versprechen sich die Forschenden von Xenobots? Die ersten Studien zu den lebenden Robotern dienen vordergründig dazu, die Machbarkeit dieser neuen Technologie aufzuzeigen und die Erforschung der „Mechanismen des Lebens“⁴ voranzutreiben. Die Zukunftserwartungen in Hinblick auf den gesellschaftlichen Nutzen gehen in zwei Richtungen, abhängig vom eingesetzten Zellmaterial. Xenobots, die aus Tierzellen gebaut werden, versprechen vielseitiges Anwendungspotenzial, bspw. beim Aufspüren radioaktiver bzw. toxischer Kontamination in verseuchten Gegenden oder bei der Reinigung der Meere von Mikroplastik. Werden die Mini-Organismen aus menschlichen Zellen hergestellt, könnten diese vor

¹ Gefördert wurde das Forschungsunternehmen durch das Programm „Lifelong Learning Machines (L2M)“ der DARPA, siehe militaryembedded.com/ai/machine-learning/darpa-program-progress-seen-on-lifelong-learning-for-machines.

² Die derzeitige Lebensdauer der Xenobots reicht bis zu sieben Tagen; mithilfe von nährstoffreichen Substraten kann ihre Lebensdauer auf mehrere Wochen ausgedehnt werden.

³ Die mittlerweile zweite Generation an Xenobots – auch als Xenobots 2.0 bezeichnet – unterscheidet sich von der ersten Generation dadurch, dass sich die aus Stammzellen entwickelnden Organismen selbständig zu einem kugelförmigen Körper zusammenbauen und keine extra Muskelzellen zur Fortbewegung benötigen, siehe Blackiston, et al. (2021).

⁴ Erklärtes Ziel ist die Erforschung von biologischen Strukturen, um Kontrolle über Wachstum und Form von Organismen zu gewinnen, die bei der Lösung von Problemen, wie Geburtsfehler, Krebs, oder altersbedingten Krankheiten, helfen könnten.

allein für die biomedizinische Forschung von hoher Relevanz sein. Dort sollen Xenobots, die aus körpereigenen Zellen einer z. B. an Krebs erkrankten Person entwickelt werden, in Folge von der betroffenen Person geschluckt werden und dann eigenständig den Weg zum Krebstumor finden, um dort gezielt Medikamente abgeben zu können. Ähnlich wäre der Vorgang, um z. B. verkalkte Arterien von innen heraus von Plaque zu befreien. Ein Vorteil dieser Zukunftsanwendung wird dabei in der besseren Immunverträglichkeit der von außen eingebrachten Organismen gesehen, da sie aus körpereigenem Material entwickelt werden könnten.⁵

Obwohl diese Anwendungsszenarien noch in weiter Ferne liegen, stellen sich in Anbetracht der gegenwärtigen Entwicklung weitreichende ethische und soziale Fragen. Allen voran die zentrale Frage: Was sind Xenobots überhaupt und welchen Status hätten sie in unserer Gesellschaft? Erfüllen sie ausreichende Anforderungen, um als Lebewesen klassifiziert zu werden? Und ab wann sollten wir die künstlich erzeugten, lebendigen Organismen als Lebensformen mit Eigeninteressen ansehen und schützen?⁶ Die Forschung an den künstlichen, lebenden Maschinen erfolgt zu einem großen Teil öffentlich und unter Einbeziehung rechtlicher Expertise; auch der Quellcode, der für die Entwicklung der computer-designeten Wesen eingesetzt wurde, ist kostenlos und öffentlich zugänglich.⁷ Trotzdem bleibt die Frage offen, wie das Bewusstsein der Gesellschaft für diese komplexe und noch wenig ausgereifte Entwicklung und ihre möglichen Konsequenzen geschärft werden kann. Ein breit angelegter Foresight-Prozess, der auf die Diskussion und Reflexion von Xenobots und ähnlichen Entwicklungen⁸ in der Gesellschaft abzielt, könnte die Grundlage für erwünschte, zukünftige Forschungs- und Entwicklungspfade und für notwendige und nachhaltige, politische Rahmenbedingungen liefern.

Zitierte Literatur

- Blackiston, D. et al. 2021, A cellular platform for the development of synthetic living machines, *Science Robotics* 6(52), eabf1571.
- Kriegman, S. et al. 2020, A scalable pipeline for designing reconfigurable organisms, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(4), 1853.
- Lavazza, A. und Massimini, M., 2018, Cerebral organoids: ethical issues and consciousness assessment, *Journal of Medical Ethics* 44(9), 606.

⁵ bioethics.net/2020/02/living-robots-ethical-questions-about-xenobots/.

⁶ Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Xenobots mit Blutgefäßen, Nervensystemen, Sinneszellen und Augen werden von den Forschenden bereits angedacht, siehe theguardian.com/science/2020/jan/13/scientists-use-stem-cells-from-frogs-to-build-first-living-robots.

⁷ github.com/skriegman/reconfigurable_organisms.

⁸ In engem Zusammenhang mit der ethisch-sozialen Debatte um Xenobots stehen Organoide (organähnliche Mikrostrukturen, die aus menschlichen Zellen gezüchtet werden und z. B. für Entwicklung von individuell angepassten Medikamenten genutzt werden). Zu ethischen Aspekten von Organoiden siehe Lavazza/Massimini (2018).

Flüssige Biopsie – biopolitische Bewirtschaftung des Gesellschaftskörpers?

Bei der herkömmlichen Biopsie wird dem Körper mit chirurgischen Methoden Gewebe zur anschließenden pathologischen Untersuchung entnommen. Im Unterschied dazu versteht man unter Flüssigbiopsie eine neue nicht-invasive Technik zur Erkennung von Krankheitsbiomarkern in nicht festem, biologischem Gewebe, wie z. B. Blut, Urin oder Speichel. Die Methode wird primär zur Diagnose und Überwachung von Krankheiten wie Krebs eingesetzt, indem das Vorhandensein von zirkulierenden Krebszellen (*circulating tumor cells*, CTC), DNA und anderen von Krebszellen freigesetzten Materialien analysiert wird (Alix-Panabières&Pantel 2021). Flüssigbiopsie kann sinnvoll sein, wenn nicht genügend Gewebematerial zur Verfügung steht, nicht genügend Tumormaterial in einer Probe vorhanden, ein Tumor schwer zu erreichen oder regelmäßiges Monitoring notwendig ist. Die Anwendungsgebiete der flüssigen Biopsie reichen heute schon über das Auffinden zirkulierender Tumorzellen hinaus: Wasseranalytik, Diagnostik- und Life-Science-Anwendungen sowie Routinetests in der Hämatologie, der Infektiologie und der Immunologie werden mithilfe der neuen Technologie möglich.¹ Zukunftsvisionen vom kompakten DIY-Labor, das jedem Menschen zuhause die umfassende Diagnose von Krankheiten anhand eines Blutropfens ermöglicht,² haben in der Vergangenheit bereits atemberaubende Technologie-Hypes ausgelöst, die nicht immer ein gutes Ende nahmen: der Aufstieg und Fall des Silicon-Valley-Start-Ups Theranos zeugt von den großen Erwartungen an neue Technologien für das Gesundheitswesen und ihrem kriminellen Potenzial³. Im Gegensatz zu diesen langfristigen Visionen sind gegenwärtig bereits praktische Anwendungen beobachtbar: Flüssige Biopsie ermöglicht bspw. die Erfassung vielfältiger Informationen über Spurenelemente und insbesondere organische Substanzen im Abwasser (Choi et al. 2019), was während der Covid-19-Krise wertvolle Hinweise auf das Infektionsgeschehen in der Bevölkerung lieferte.⁴ Die Europäische Kommission fordert dementsprechend die Einführung eines systematischen Ansatzes zur Überwachung von SARS-CoV-2 und seinen Varianten im Abwasser in der EU.⁵ Abwasseranalyse kann dabei helfen die

¹ imm.fraunhofer.de/de/anwendungen/liquid-biopsy.html.

² Diese Zukunftsvision geht mit Überlegungen zu dezentralen klinischen Fernstudien – von zu Hause aus – einher, siehe z. B. derstandard.at/story/2000125093249/klinische-studien-aus-dem-wohnzimmer.

³ Gutgläubige Investoren wurden um Millionenbeträge betrogen und die Geschäftsführerin angeklagt, siehe derstandard.at/story/2000081692093/betrugsanklage-gegen-gruenderin-von-bluttest-start-up-theranos.

⁴ wien.orf.at/stories/3085152/. Die aktuellen Zahlen aus dem Abwassermonitoring können über ein Dashboard abgerufen werden, siehe abwassermonitoring.at/dashboard. Die Kapazitäten des Abwassermonitorings werden weiter ausgebaut, siehe derstandard.at/story/2000140281715/gesundheitsministerium-baut-corona-abwassermonitoring-aus.

⁵ op.europa.eu/s/o8SS.

Belastung der Bevölkerung mit Umweltgiften (Senta et al. 2020), Drogen⁶ und anderen Substanzen zu überwachen (Zarei et al. 2020). Die Nutzung biologischer Daten einer Population zur evidenzbasierten, politischen Entscheidungsfindung scheint auf den ersten Blick rational, v. a. wenn es um den Umgang mit bevölkerungsspezifischen Wirkungen und Problemen in Bereichen wie Gesundheit, Hygiene, Geburtenziffer, Lebensdauer u. ä. geht. Gerade im Kontext einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft erscheint das umfassende Monitoring biologischer Stoffkreisläufe aus der Perspektive des Ressourcen-Managements sinnvoll, denkt man etwa an die zukünftige Möglichkeit einer lückenlosen und konsequenten Nutzung von Urin als Rohstoff (z. B. als Reinigungs-, Färbe- oder Düngemittel) (siehe Thema [Phosphor-recycling](#)). Doch was bedeutet die zunehmende „biopolitische Bewirtschaftung des Gesellschaftskörpers“⁷ (Foucault 2008) für den Respekt gegenüber dem einzelnen Rechtssubjekt und der individuellen Entscheidungsfreiheit? Was passiert, wenn zukünftig Staaten Daten zu Krankheitserregern aus dem Abwasser zur Rechtfertigung umfassender Ausgangsbeschränkungen im Falle einer Pandemie nutzen? Oder wenn plötzlich einzelne Bevölkerungsgruppen aufgrund von im Abwasser analysierten, strafrechtlich relevanten Substanzen im Sinne der Suchtprävention im Fokus polizeilicher Ermittlungen stehen? Wie können im Kontext biopolitischer Bewirtschaftung zukünftig Freiheiten verhandelt werden und in wessen Namen und gemäß welcher Regeln können sie durchgesetzt werden? Die umfassende Auseinandersetzung mit diesen Fragestellungen wäre in Hinblick auf eine respektvolle und menschliche Biopolitik wünschenswert.

Zitierte Literatur

- Alix-Panabières, C. und Pantel, K., 2021, Liquid Biopsy: From Discovery to Clinical Application, *Cancer Discovery* 11(4), 858.
- Choi, P. M., et al., 2019, Social, demographic, and economic correlates of food and chemical consumption measured by wastewater-based epidemiology, *Proceedings of the Nat. Acad. of Sc.* 116(43), 21864.
- Foucault, M., 2008, *Die Geburt der Biopolitik: Vorlesung am Collège de France, 1978 - 1979*, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Kammler, C., et al., 2008, *Foucault-Handbuch: Leben – Werk – Wirkung*, Stuttgart, Germany: J.B. Metzler.
- Senta, I., et al., 2020, Wastewater-based epidemiology to assess human exposure to personal care and household products – A review of biomarkers, analytical methods, and applications, *Trends in Environmental Analytical Chemistry* 28, e00103.
- Zarei, S., et al., 2020, A global systematic review and meta-analysis on illicit drug consumption rate through wastewater-based epidemiology, *Environmental Science and Pollution Research* 27(29), 36037-36051.

⁶ emcdda.europa.eu/news/2022/2/latest-wastewater-data-reveal-drug-taking-habits-75-european-cities_de.

⁷ Biopolitik beschreibt eine bestimmte Perspektive auf Regierung, verstanden als Machtform, die verschiedenste Techniken zur Unterwerfung der Körper und zur Kontrolle der Bevölkerungen nutzt und Gefahr läuft, um des Wertes „Leben“ willen in Extreme der Vernichtung umzuschlagen, bspw. biologisch grundierter Staatsrassismus im Nationalsozialismus und Stalinismus, siehe Kammler, et al. (2008).

In die Zukunft schauen: futuristische Retina-Implantate

Retina-Implantate sollen sehbehinderten und blinden Menschen, deren Sehnerv noch funktionstüchtig ist, das Sehen wieder ermöglichen. Neben dieser grundlegenden Aufgabe sind mit der Technologie spätestens seit den 60er-Jahren futuristische Visionen verknüpft. Ein Beispiel ist der VISOR¹, Geordi La Forge's Sehhilfe aus der Serie Star Trek. Sie ermöglicht nicht nur Blinden das Sehen, sondern bietet darüber hinaus eine Reihe an Superfunktionen durch den erhöhten, wahrnehmbaren Frequenzbereich elektromagnetischer Strahlung. Anhand der zusätzlich gewonnenen visuellen Information könnten bspw. thermische Materialeigenschaften erkannt oder versteckte Hohlräume aufgefunden werden. Das mag Science Fiction sein, verweist aber auf neue Möglichkeiten zur Erweiterung visueller Wahrnehmung. So könnten Retina-Implantate zukünftig das empfangene Bild über eine Computer-Auge-Schnittstelle auf einen beliebigen Bildschirm übertragen oder umgekehrt Informationen aus dem Internet automatisch ins Sichtfeld einblenden. Teilweise ist diese Zukunftsvision bereits verwirklicht: erste Netzhaut-Implantate sind verfügbar, die Menschen mit geschädigter Netzhaut, aber intaktem Sehnerv helfen können (Velikay-Parel 2014). Die Implantate stimulieren elektrisch die verbliebenen Netzhautzellen und rufen eine Seh Wahrnehmung hervor. Gegenwärtig können mithilfe der Technologie vollständig erblindete PatientInnen in zwei von drei Fällen Umrisse erkennen, von richtigem Sehen sind sie damit noch weit entfernt. Die Kosten der Behandlung sind enorm, die Einschränkungen der Behandlung reduzieren die behandelbaren Erkrankten auf eine kleine Zahl.² Für die Weiterentwicklung der Technologie müssen immer wieder versuchswillige PatientInnen gefunden werden, denen in Anbetracht des gegenwärtigen Entwicklungsstandes der Medizin nicht viel Hoffnung auf Heilung gemacht werden kann. Trotzdem sind mit Retina-Implantaten hohe Zukunftserwartungen und Forschungsinvestitionen verknüpft.³ Bedenkt man die mäßigen Erfolge bei der Qualität des Implantat-gestützten Sehens, die hohen Kosten der Anschaffung, die erforderliche Geduld und Mühe bei der anfänglichen Nutzung (Lernmaßnahmen zur Interpretation visueller Information), sowie die möglichen Nebenwirkungen (Schmerzen, Immunreaktionen, etc.) stellt sich die Frage nach Alternativen. Ob es in Zukunft kompakte optische Geräte in Form von Augen geben wird, oder ob unsere Gesellschaft eine integrativere Lebensweise mit spezieller Aufmerksamkeit für Menschen mit Seheinschränkungen gefunden haben wird, bleibt offen. Für die Gegenwart wäre ein breiter gesellschaftlicher Diskurs zu ethischen, sozialen und ökonomischen Aspekten hoch-technologischer Gesundheitsanwendungen an der Mensch-Maschine-Schnittstelle anzuregen (das gleiche gilt bspw. für [Exoskelette](#) in der medizinischen Anwendung).

¹ memory-alpha.fandom.com/de/wiki/VISOR.

² [zeit.de/2017/51/netzhaut-chip-augenerkrankung-blinde-sehen](https://www.zeit.de/2017/51/netzhaut-chip-augenerkrankung-blinde-sehen).

³ bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Hightechlight/retinaimplantat.html.

Zitierte Literatur

Velikay-Parel, M., 2014, Chip im Auge. Retina Implantate - Zukunftsmusik oder bereits Realität?, *sichtweisen* 12/2014 - 1/2015.

High-Tech-Nahrungsmittelsysteme

Die Weltbevölkerung wird sich nach Schätzungen der Vereinten Nationen bis 2050 auf 9,7 Milliarden Menschen vergrößern¹ und zu zwei Dritteln in Städten leben. Die Produktion von Nahrungsmitteln müsste entsprechend stark gesteigert werden; ist aber im Gegenteil zunehmend bedroht durch Klimawandel, Monokulturen und eine Abhängigkeit von Importen (siehe Thema „[Europäische Resilienz](#)“). Eine mögliche Lösung sind geschlossene High-Tech-Nahrungsmittel-Systeme, in denen Pflanzen und Tiere unter digital kontrollierten Bedingungen ressourceneffizient gezüchtet werden und dabei weniger Platz, Wasser, Dünger und Pestizideinsatz brauchen (siehe Thema „[Zellfabriken](#)“).

Zu diesen Systemen gehört die „vertikale Landwirtschaft“ (vertical farming), in der es darum geht nennenswerte Mengen an Pflanzen in mehrstöckigen Gebäuden innerhalb von Städten anzubauen (AI-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 anorganischem 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.² 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.³ Allerdings ist unklar, in welchem Ausmaß diese Systeme zur zukünftigen Welternährung beitragen können und

¹ population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf.

² Beispiele siehe: derstandard.at/story/2000088148977/vertical-farming-landwirtschaft-ohne-land.

³ Einen Überblick zu urbaner Dachlandwirtschaft global gibt Appolloni et al. (2021), während Buckley et al. (2022) ein spannendes Beispiel zur Ertragssteigerung in der Dachlandwirtschaft durch die Nutzung von CO₂ aus menschlicher Atmung beschreiben.

wie die tatsächlichen Umweltwirkungen im Hinblick auf Energie-, Wasser- und Flächenverbrauch zu bewerten sind.

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).
- Appolloni, E., Orsini, F., Specht, K., Thomaier, S., Sanyé-Mengual, E., Pennisi, G., Gianquinto, G. (2021): The Global Rise of Urban Rooftop Agriculture: A Review of Worldwide Cases. *Journal of Cleaner Production* 296 (2021/05/10/ 2021): 126556.
[doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126556](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126556).
- Buckley, S., Sparks, R., Cowdery, E., Stirling, F., Marsching, J., Phillips, N. (2022): Enhancing Crop Growth in Rooftop Farms by Repurposing Co2 from Human Respiration inside Buildings. Original Research. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6 (2022-October-24 2022).
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.918027>.
- Love, D. C., Fry, J. P., Li, X. M., Hill, E. S., Genello, L., Semmens, K. und Thompson, R. E., 2015, Commercial aquaponics production and profitability: Findings from an international survey, *Aquaculture* 435, 67-74.

Exoskelette: Von digitalen Kampfanzügen zur futuristischen Gehhilfe

Exoskelette sind am Körper tragbare Maschinen, die Menschen bei Bewegungen unterstützen und körperliche Belastungen reduzieren. Seit den 1960er-Jahren wird an der Entwicklung dieser Roboteranzüge gearbeitet. Exoskelette dienen der Stabilisierung des Bewegungsapparats, können aber auch vorhandene menschliche Fähigkeiten – wie Hebekraft – verstärken. Ursprünglich wurde die Technologie für militärische Zwecke entwickelt (z. B. um Bomben in Flugzeuge einzuladen), gegenwärtig spielt sie aber vor allem im medizinisch-therapeutischen Bereich und in der manuellen Industriearbeit eine Rolle (Bogue 2015). REX¹, HAL² und ReWalk³ sind gegenwärtig am Markt erhältliche Exoskelette, die für Therapie und Rehabilitation eingesetzt werden; der „Chairless Chair“⁴ oder die „Exo-Hand“⁵ sind Beispiele für Exoskelette in der Industrie, wo auch österreichische Akteure präsent sind; ⁶ auch in EU-Projekten wird an modularen Exoskeletten für die Industrie geforscht.⁷

Roboteranzüge und -geräte gelten als entscheidende Technologie, wenn es darum geht, die Eigenständigkeit älterer Menschen zu fördern (Bogue 2015). Im Zentrum der Forschung steht hier beispielsweise die Rehabilitation der unteren Gliedmaßen, beispielsweise bei Lähmungen (Bao et al., 2019). Aber auch für die manuelle Arbeit in der industriellen Produktion haben Exoskelette eine wesentliche Bedeutung: sie können die Leistungsfähigkeit und Flexibilität von ArbeiterInnen erhöhen, indem mechanische Lasten reduziert werden und damit wiederkehrende Belastungen und Arbeitsunfälle vorgebeugt werden können (Bogue 2018). Industrielle Anwendungen von Roboteranzügen sind Prognosen folgend der vielversprechendste Zukunftsmarkt: mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 39% würde das für 2025 ein Marktvolumen von 1,9 Milliarden Dollar bedeuten.⁸

Ethische Überlegungen betreffen vor allem die hohen Anschaffungskosten von Exoskeletten (besonders bei der medizinischen Nutzung von Exoskeletten im Heimbereich) und die daraus resultierenden ungleichen bzw. exklusiven Zugangsmöglichkeiten zur Technologie (Bissolotti et al. 2018). Darüber hinaus sind Nebenwirkungen (Schmerzen, Unfallrisiko und nicht-

¹ rexbionics.com.

² cyberdyne.jp/english/.

³ rewalk.com/de/.

⁴ noonee.com.

⁵ festo.com/de/de/e/ueber-festo/forschung-und-entwicklung/bionic-learning-network/highlights-2010-2012/exohand-id_33631/.

⁶ exxowear.com.

⁷ robo-mate.eu.

⁸ abiresearch.com/press/abi-research-predicts-robotic-exoskeleton-market-e/.

erfüllte Erwartungshaltungen mit psychischen Folgewirkungen) bekannt, die mit dem therapeutischen Einsatz von Exoskeletten einhergehen können (Bissolotti et al. 2018). Auch Probleme, die durch die Reduktion menschlicher Interaktion entstehen, werden als kritisch erachtet (Bogue 2013). Chancen und Grenzen technologischer Prothetik werden auch in künstlerischen Unterfangen ausgelotet, wie bspw. in der Installation „machine 2 fish v2“, die ein Exoskelett für einen Goldfisch bereitstellt, der sich damit an Land bewegen könnte.⁹

Aus einer gesellschaftspolitischen Perspektive stellt sich einerseits die Frage, wie Exoskelette als hochtechnologische, medizinische Therapiegeräte im Kontext des demografischen Wandels zur Verfügung gestellt werden können, um ein hohes Maß an Selbständigkeit für ältere Menschen zu gewährleisten. Darüber hinaus eröffnet die Anwendung von Roboteranzügen in der industriellen Produktion ein Spannungsfeld zwischen individueller Arbeitssicherheit und -gesundheit einerseits und Überwachung bzw. Einschränkung der Privatsphäre am Arbeitsplatz andererseits.¹⁰ Welche zukünftigen Herausforderungen Exoskelette in Kombination mit neuen Technologien, wie z. B. neuronalen Schnittstellen oder haptischen Sensoren (zur Wärme- und Druckübertragung), mit sich bringen, sollte weiterverfolgt werden.

Zitierte Literatur

- Bao, G., Pan, L., Fang, H., Wu, X., Yu, H., Cai, S., Wan, Y. (2019). Academic Review and Perspectives on Robotic Exoskeletons. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 27(11), 2294-2304. doi:10.1109/TNSRE.2019.2944655
- Bissolotti, L., Nicoli, F. und Picozzi, M., 2018, Domestic Use of the Exoskeleton for Gait Training in Patients with Spinal Cord Injuries: Ethical Dilemmas in Clinical Practice, *Frontiers in neuroscience* 12, 78-78.
- Bogue, R., 2013, Robots to aid the disabled and the elderly, *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application* 40(6), 519-524.
- Bogue, R., 2015, Robotic exoskeletons: a review of recent progress, *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application* 42(1), 5-10.
- Bogue, R., 2018, Exoskeletons – a review of industrial applications, *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application* 45(5), 585-590.

⁹ die-digitale.net/dardex/.

¹⁰ So werden beispielsweise in automatisierten Industrie-4.0-Anlagen zu Zwecken der Arbeitssicherheit vollüberwachte, digitale Zwillinge von ArbeiterInnen erstellt, die neben der Ortung am Betriebsgelände auch das Monitoring von individuellen Gesundheitsdaten (Puls, Bewegungsabläufe etc.) ermöglichen.

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.¹ 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 im Arbeitsbereich für die Anzeige von z. B. Bauplänen oder Diagrammen am Arm genutzt werden, ohne die TrägerInnen in ihrer Arbeit einzuschränken.²

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). Fortschritte bei der Anwendung elektronischer Haut in der Mensch-Maschine-Interaktion könnten zukünftig zu einer verbesserten Steuerung von Computern und virtuellen Objekten führen (Cañón Bermúdez et al. 2018). Ebenso wird an der Recyclierbarkeit bzw. Selbstreparaturfähigkeit der sogenannten „e-skin“ gearbeitet (Zou et al. 2018). Auch der Einsatz von künstlicher Haut für z. B. Armprothesen, um zukünftig Druckempfindung und das Fühlen von Wärme und Kälte zu ermöglichen³ (Ober 2015; Tee et al. 2015, Zhu et al., 2020), ist ein vielversprechender Anwendungskontext der gerade für Österreich mit innovationsstarken Akteuren in der Prothetik interessant erscheint.

Zitierte Literatur

- Becker, C., et al., 2022, A New Dimension for Magnetosensitive E-Skins: Active Matrix Integrated Micro-Origami Sensor Arrays. *Nature Communications* 13, no. 1 (2022/04/19 2022): 2121.
doi.org/10.1038/s41467-022-29802-7.
- Cañón Bermúdez, et al., 2018, Magnetosensitive e-skins with directional perception for augmented reality, *Science Advances* 4(1), eaao2623.

¹ Es wird bereits erforscht, ob e-skin auch für die Erkennung von SARS-Cov-2 eingesetzt werden kann, siehe [nature.com/articles/d41586-021-00739-z](https://www.nature.com/articles/d41586-021-00739-z).

² derstandard.at/2000035044646/Elektronische-Haut-verwandelt-die-Hand-in-ein-Display.

³ Aktuelle Forschungserkenntnisse tragen dazu bei, dass elektronische Haut durch die Integration von Härchen an der Oberfläche noch empfindungsfähiger wird, siehe Becker et al (2022).

- Yokota, T., et al., 2016, Ultraflexible organic photonic skin, *Science advances* 2(4), e1501856.
- Zhu, M., et al. (2020). Tactile and temperature sensors based on organic transistors: Towards e-skin fabrication. *Frontiers of Physics*, 16(1), 1-13.
- Zou, Z., et al., 2018, Rehealable, fully recyclable, and malleable electronic skin enabled by dynamic covalent thermoset nanocomposite, *Science Advances* 4(2), eaaq0508.

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 (Wong et al. 2021). 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 haben. 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 Pharmakogenomik erforscht, wie einE PatientIn, basierend auf seinem/ihrer Genom, auf ein bestimmtes Medikament reagiert. Gene beeinflussen etwa die Produktion bestimmter Enzyme in der Leber, die Medikamente metabolisieren. Diese als Polymorphismen bekannten Genvariationen können dazu führen, dass ein Medikament möglicherweise nicht richtig wirkt oder Nebenwirkungen verursacht. Die Individualisierung von Behandlungen ist ein boomendes Forschungsthema.¹ Die vollständige Genomsequenzierung in der klinischen Praxis wirft jedoch noch zahlreiche komplexe Fragen auf² und ist in der breiten Anwendung teuer.³ In Öster-

¹ Siehe bspw. [bayer.com/de/news-stories/personalisierte-medizin-massgeschneiderte-loesungen-statt-ansatz-von-der-stange](https://www.bayer.com/de/news-stories/personalisierte-medizin-massgeschneiderte-loesungen-statt-ansatz-von-der-stange).

² aihta.at/page/vollstaendige-genomsequenzierung-in-der-klinischen-praxis/de.

reich wird derzeit an der Medizinuniversität Wien das Eric Kandel Institut – Zentrum für Präzisionsmedizin aufgebaut.⁴

Die Technik der Sequenzierung ist ausgereift und im Wesentlichen beeinflussen nur logistische Fragen den Preis, damit ist Massenapplication denkbar geworden. Unternehmen wie My Heritage, 23andMe, ancestry oder iGENA bieten über das Internet personalisierte DNA-Sequenzierung zur Untersuchung der eigenen Herkunft an. Der/die Kunde/in schickt dazu normalerweise eine Speichelprobe an das Unternehmen, das die Probe dann sequenziert, die Ergebnisse mittels verschiedener Modelle auswertet und dann an den/die Kunden/in zurückschickt. Die Aussagekraft der Tests ist aber umstritten,⁵ in Frankreich sind sie sogar verboten. Das Verbot wird allerdings nicht durchgesetzt und im Kontext der COVID-19-Pandemie kontrovers diskutiert.⁶

Auf EU-Ebene zielt die Initiative „1+ Million Genomes“⁷ darauf ab, eine europäische Dateninfrastruktur für Genomdaten aufzubauen, um personalisierte Medizin voranzutreiben.

Brennende Fragen betreffen vor allem 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 (siehe [Gläserner Patient](#)). Genetische Daten sind gemäß der DSGVO als „sensible Daten“ klassifiziert; für sie muss eine explizite Einwilligung eingeholt werden. In Österreich wird die Verarbeitung von genetischen Informationen weiters vom Gentechnikgesetz⁸ geregelt. Arbeitgebern und Versicherungen ist es in Österreich verboten, genetische Daten abzufragen. Die Weitergabe von Daten aus genetischen Analysen zur Untersuchung erworbener, d. h. nicht erblicher Mutationen an Versicherungen – nicht jedoch an Arbeitgeber – ist vom Verbot ausgenommen.⁹

Zitierte Literatur

Wong, A. K., Sealfon, R. S. G., Theesfeld, C. L. und Troyanskaya, O. G., 2021, Decoding disease: from genomes to networks to phenotypes, *Nature Reviews Genetics* 22(12), 774-790 doi.org/10.1038/s41576-021-00389-x.

³ [spiegel.de/wirtschaft/genomsequenzierung-der-teure-traum-von-der-genanalyse-auf-rezept-a-ac516912-30ad-4e00-af6a-55e07ef16072](https://www.spiegel.de/wirtschaft/genomsequenzierung-der-teure-traum-von-der-genanalyse-auf-rezept-a-ac516912-30ad-4e00-af6a-55e07ef16072).

⁴ [meduniwien.ac.at/web/forschung/eric-kandel-institut-fuer-praezisionsmedizin/](https://www.meduniwien.ac.at/web/forschung/eric-kandel-institut-fuer-praezisionsmedizin/).

⁵ [spiegel.de/kultur/gesellschaft/ahnenforschung-dna-esoterik-zum-sonderpreis-kolumne-a-1194396.html](https://www.spiegel.de/kultur/gesellschaft/ahnenforschung-dna-esoterik-zum-sonderpreis-kolumne-a-1194396.html).

⁶ connexionfrance.com/French-news/Health/French-DNA-testing-ban-is-affecting-coronavirus-research.

⁷ digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/1-million-genomes; siehe auch b1mg-project.eu.

⁸ BGBl. 510/1994, IV. Abschnitt – Genetische Analysen und Gentherapie am Menschen.

⁹ gesundheits.gv.at/labor/untersuchungen/gentests/was-ist-das.

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 (siehe auch Thema [Digitale Gesundheitsanwendungen](#)). Ein Monitoring von Gesundheitsdaten, gekoppelt mit digital vernetzten Gesundheitsdiensten und Gesundheitseinrichtungen, kann zu einem teil-automatisierten Gesundheitssystem führen.¹ 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 PatientInnendaten 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 (siehe Thema [Datengetriebene Medizin](#)).

Mit privaten, online angebotenen Genom-Analysen (siehe auch Thema [Personalisierte Genomsequenzierung](#)) 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 (siehe [Elektronische Haut](#)), 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.

¹ Dies könnte bspw. über die automatisierte Erfassung von Gesundheitsdaten über eine vernetzte Toilette, die Gesundheitsparameter im Urin auswertet (Tasoglu 2022), möglich werden.

Zitierte Quellen

Tasoglu, S, 2022,. "Toilet-Based Continuous Health Monitoring Using Urine."
Nature Reviews Urology 19, no. 4 (2022/04/01): 219-30.
doi.org/10.1038/s41585-021-00558-x.

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 (Kuang et al., 2019). 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 (siehe [Biomimikry und Bionik](#)).

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. ISBN-10: 0988263920. Verfügbar unter: millennium-project.org/publications-2-3.
Kuang, X., Roach, D. J., Wu, J., Hamel, C. M., Ding, Z., Wang, T., Qi, H. J. (2019). Advances in 4D Printing: Materials and Applications. *Advanced Functional Materials*, 29(2), 1805290. doi:10.1002/adfm.201805290.

Cyborg: Gehirn-Computer-Schnittstellen

Die „Verschmelzung“ von Menschen mit Maschinen, wie sie in der Sciencefiction 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 (Wagner 2016). 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“ (ein Kunstwort aus „cybernetic“ und „organism“) zu werden, um ihre biologischen Fähigkeiten über das normale menschliche Maß hinaus zu erweitern. „Upgrades“ der Körper sind mittlerweile ein facettenreiches Thema der Technikfolgenabschätzung (vgl. Şahinol et al. 2020)

Die Forschung an Schnittstellen zwischen Computern und dem menschlichen Hirn ist gerade dabei, über die Grundlagenforschung hinaus zu gehen (Mridha et al. 2021; Saha et al. 2021) und die Vision der Verbesserung kognitiver Funktionen zu verwirklichen, etwa durch neue „Sinne“ (etwa für Magnetfelder, Infrarotlicht oder Radiowellen). In näherer Zukunft könnten bereits Brainchips zur Serienreife gelangen, die eine einfache Kommunikation zwischen Gehirn und Computern bzw. Smartphones ermöglichen und so zunächst beispielsweise Querschnittsgelähmten bei der Prothesensteuerung und der Steuerung von elektronischen Geräten helfen sollen.¹ Neben diesen offensichtlichen gesundheitlichen Chancen gibt es freilich auch Risiken, etwa wenn IT-Komponenten – wie in der Szene der Biohacker, Cyborg-KünstlerInnen und TranshumanistInnen zunehmend verbreitet – sogar ohne medizinische Fachkenntnisse selbst implantiert werden.

Auch wenn Neuroenhancement im engeren Sinne noch einige Zeit Utopie bleiben dürfte (ITA 2016),² stellen sich schon heute spannende Fragen, wie die Gesellschaft mit solchen „Cyborgs“ umgehen würde, siehe die von den TranshumanistInnen angestoßene Debatte (Kurzweil 2014). Auch der Transhumanismus³ an sich, also das Verbessern des Menschen mit technologischen Mitteln, wird kontrovers diskutiert⁴ (siehe [CRISPR-Mensch](#)). So wird etwa in der Medizinethik erwogen, ob nicht-kuratives Verbessern menschlicher Leistungen durch technische Implantate vertretbar wäre bzw. unter welchen Voraussetzungen.⁵ Es stellt sich weiters die Verteilungsfrage

¹ Siehe die letzten Fortschritte und Ziele des US-Unternehmens Neuralink neuralink.com.

² heise.de/tp/features/Gehirndoping-und-Neuroenhancement-Fakten-und-Mythen-4995894.html.

³ Vgl. die FAQs hier: whatistranshumanism.org.

⁴ derstandard.at/story/2000117192353/transhumanismus-muss-der-mensch-optimiert-werden.

⁵ pewinternet.org/essay/human-enhancement-the-scientific-and-ethical-dimensions-of-striving-for-perfection/.

ge, 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-Sektor⁶ sowie Forschung zum Thema Human-Computer-Interaction.⁷ Das Thema wird auch regelmäßig in den deutschsprachigen Medien beleuchtet.⁸

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.
- Mridha, M. F., et al., 2021, Brain-Computer Interface: Advancement and Challenges, 21(17), 5746, mdpi.com/1424-8220/21/17/5746.
- Saha, S., et al., 2021, Progress in Brain Computer Interface: Challenges and Opportunities, 15, frontiersin.org/articles/10.3389/fnsys.2021.578875.
- Şahinol, M., Coenen, C. und Motika, R. (Hg.), 2020, Upgrades der Natur, künftige Körper: Interdisziplinäre und internationale Perspektiven. Springer: Wiesbaden.
- Wagner, P., 2016, Techno Sapiens – Die Zukunft der Spezies Mensch. Film von Peppo Wagner – Erstaussstrahlung in 3sat am 16. November 2016, pwfilm.at/dokumentation/techno-sapiens/.

⁶ lifescienceaustria.at/life-science-in-austria/medical-devices/devices.

⁷ Etwa am AIT (rund um M. Tscheligi) oder an der TU Wien (rund um G. Fitzpatrick).

⁸ Jüngst etwa: derstandard.at/story/2000139503682/transhumanismus-das-streben-menschen-zu-goettern-zu-machen; forbes.at/artikel/DER-CYBORGMACHER.html.

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-Drucker.¹ 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 (Matai, Kaur, SeyedSalehi, McClinton, & Laurencin, 2020).

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.

Zitierte Literatur

- Glenn, J. C. und Florescu, E., 2015, 2015-16 State of the Future. ISBN-10: 0988263920. Verfügbar unter: millennium-project.org/publications-2-3.
- Matai, I., Kaur, G., SeyedSalehi, A., McClinton, A., & Laurencin, C. T. (2020). Progress in 3D bioprinting technology for tissue/organ regenerative engineering. *Biomaterials*, 226, 119536. doi.org/10.1016/j.biomaterials.2019.119536.

¹ 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).

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 3D-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 (siehe [Zellfabriken](#) und [Künstliches Leben](#)). 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 ([Genom-editing Pflanzen](#)). Solche sogenannten funktionellen Lebensmittel versprechen eine gesundheitsfördernde Wirkung. Insgesamt soll es so möglich werden, Nahrungsmittel auf individuelle Bedürfnisse besser zuzuschneiden.

*Mit Nährstoffen
angereicherte
Lebensmittel*

<i>Vision individualisierte Lebensmittel aus dem 3D-Drucker</i>	Eine Vision sind beispielsweise individualisierte Lebensmittel aus dem 3D-Drucker (Li et al. 2022), angepasst auf Ernährungsbedürfnisse, die sich aus dem eigenen DNA-Profil ergeben. Neben Nährstoffen könnten auch Arzneimittel in der gewünschten individuellen Dosis beigelegt werden, was Anwendungen in Pflege, Betreuung und Gerontologie möglich machen würde, aber auch Gefahrenpotentiale birgt (unsichtbare Arzneimittel z. B. als mögliche freiheitsbeschränkende Ruhigstellung).
<i>Regulierung zu funktionellen Nahrungsmitteln</i>	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 einführt. Hier wird klar definiert, was ein Lebensmittel zu einem Funktionellen macht. Bisher finden sich mehr als 1.000 Produkte auf der Liste, darunter neben Knoblauch auch eine mit Ballaststoffen angereicherte Cola-Variante. Bei einer Erneuerung, die sich an der US-Gesetzgebung orientiert, wurde es 2015 Firmen gesetzlich ermöglicht, auf Basis eigener Evidenz mit gesundheitsfördernder (funktioneller) Wirkung zu werben. ¹ Beim ursprünglichen FOSHU-Gesetz waren noch klinische Studien nötig und die gesundheitsfördernde Wirkung auf 14 Teilgebiete begrenzt (Iwatani & Yamamoto 2019). Der Markt wächst rasant, KonsumentInnenschutz scheint in Japan eine untergeordnete Rolle zu spielen. In der EU müssen hingegen gesundheitsbezogene Aussagen seit 2006 in einer zentralen Datenbank registriert werden ² und werden nur erlaubt, wenn solide wissenschaftliche Evidenz zugrunde liegt (Dominguez-Diaz et al. 2020). 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.
<i>Laborfleisch</i>	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, der klimarelevante Methanausstoß, 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. Auch ethische und tierrechtliche Beden-

¹ mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/02.html.

² ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/register/public/?event=register.home.

ken bei der Haltung und Schlachtung von Nutztieren gewinnen an Bedeutung.³

Vor diesem Hintergrund arbeiten ForscherInnen und Unternehmen daran, Fleisch künstlich im Labor zu produzieren und so die Massenhaltung 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 Maastricht den ersten auf diesem Weg erzeugten Burger vor, der allerdings 300.000 US\$ kostete. Das US-Unternehmen Memphis Meats erzeugt bereits künstliche Fleischbällchen und Geflügel⁴ und wird nach eigenen Angaben in fünf Jahren Marktreife erlangen. Ein israelisches Startup arbeitet an künstlichem Hühnerfleisch.⁵ Trotz viel Forschung wurden in den letzten Jahren keine eklatanten Fortschritte auf dem Gebiet gemacht (Chriki & Hocquette 2020). Die Kilopreise für solches Laborfleisch bewegen sich immer noch zwischen mehreren Hundert bis Tausend Euro und sind dadurch mit pflanzenbasierten Fleischersatzprodukten nicht konkurrenzfähig, auch wenn großtechnische Produktion den Preis auf 25-50 US\$ senken könnte (Mateti et al. 2022)

Theoretisch kann Zellkultivierung im Vergleich zu Nutztierhaltung effizienter Protein produzieren und Nährwerte können nach Belieben eingestellt werden. Krankheitsauslösende Bestandteile, wie etwa in rotem Fleisch vorhanden, könnten eliminiert werden. Auch wäre Laborfleisch frei von Pestiziden oder in der Tierhaltung vorkommenden Krankheitserregern (Mateti et al. 2022). 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.

wachsender Markt

³ Darauf verweisen z. B. kürzlich erfolgte Anpassungen der Bestimmungen für das AMA-Gütesiegel in Hinblick auf die Anbindehaltung von Mastrindern und Mutterkühen, siehe bauernzeitung.at/ama-aus-fuer-anbindehaltung-auch-fuer-mastrinder-und-mutterkuehe.

⁴ memphismeats.com.

⁵ supermeat.com.

<i>Regulierung?</i>	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?
<i>langfristige Auswirkungen?</i>	
<i>kulturelle Aspekte</i>	

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.
- Chriki S and Hocquette J-F (2020) The Myth of Cultured Meat: A Review. Front. Nutr. 7:7. doi: 10.3389/fnut.2020.00007.
- Domínguez Díaz, L., Fernández-Ruiz, V., Cámara, M. (2020) An international regulatory review of food health-related claims in functional food products labeling, Journal of Functional Foods, Volume 68, ISSN 1756-4646, doi.org/10.1016/j.jff.2020.103896.
- Iwatani, S., Yamamoto, N. (2019) Functional food products in Japan: A review, Food Science and Human Wellness, Volume 8, Issue 2, 96-101, ISSN 2213-4530, doi.org/10.1016/j.fshw.2019.03.011.
- Li, G., Hu, L., Liu, J., Huang, J., Yuan, C., Takaki, K. und Hu, Y., 2022, A review on 3D printable food materials: types and development trends, International Journal of Food Science & Technology 57(1), 164-172. doi.org/10.1111/ijfs.15391.
- Mateti, T., Laha, A. und Shenoy, P., 2022, Artificial Meat Industry: Production Methodology, Challenges, and Future, JOM 74(9), 3428-3444. doi.org/10.1007/s11837-022-05316-x.
- Ozen, A., Pons, A., Josep Tur, 2012, Worldwide consumption of functional foods: a systematic review. Nutrition Reviews, Volume 70, Issue 8, 1.8.2012, 472–481, doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00492.x.

Datengetriebene Medizin – Zwischen Personalisierung und gläsernen PatientInnen?

Zusammenfassung

Die datengetriebene Medizin – die umfangreiche Nutzung von Big Data in der Medizin und der Pharmaindustrie – verspricht sowohl bessere Diagnosen und schnellere Herstellung neuer Medikamente als auch passgenaue Therapien und maßgeschneiderte, personalisierte Behandlung. Möglich wird sie mit der Etablierung von elektronischen Gesundheitsakten, kostengünstiger Genomsequenzierung, Biobanken, molekularer Bildgebung, PatientInnenportalen und gesundheitsrelevanten Sensoren in Smartphones. Damit wächst aber auch der „digitale Fußabdruck“ von PatientInnen rasant. Dazu kommen die digitalen Spuren aller Menschen, die im öffentlichen Gesundheitssystem und auf den Märkten für Gesundheitsdienstleistungen ihre Daten zu Präventions- und Forschungszwecken Dritten überlassen. Weitere relevante Daten entstehen bei der online-Suche nach gesundheitsrelevanten Informationen, beim Kauf gesundheitsbezogener Produkte und Dienstleistungen und schließlich in der Kombination: wenn direkt gesundheitsrelevante Daten mit Daten gekoppelt werden, die den Lebensstil identifizierbar machen, wie Daten aus sozialen Netzwerken und Daten der Online-Nutzung. Wie eine datengetriebene Medizin langfristig einen hohen Nutzen generieren kann, ohne dass Gesundheitsdaten zur Diskriminierung (zum Beispiel durch Versicherungen und ArbeitgeberInnen) genutzt werden, ist bisher nicht absehbar.

*Digitaler Fußabdruck
von PatientInnen wächst*

Überblick zum Thema

Mit dem Zugang zu enormen Mengen an heterogenen Daten (Big Data) und dem Zuwachs an Rechenleistung und ihren Verarbeitungsmöglichkeiten (Künstliche Intelligenz) verändert sich die Medizin und erschließt beispiellose Möglichkeiten für eine datengetriebene medizinische Forschung, die zu kostengünstigeren und personalisierten Behandlungen führen könnte. Damit könnte auch der beginnende Paradigmenwechsel in der Medizin von kurativen Maßnahmen hin zu prophylaktischen, präventiven Gesundheitsservices unterstützt werden. Die Versprechen der datengetriebenen Medizin sind hoch, denn ihre VerfechterInnen versprechen nicht weniger als proaktive, prädiktive, präventive, partizipative und patientenorientierte Ansätze in der Medizin der Zukunft (Shah/Tenenbaum 2012). Diese Form der datengetriebenen Medizinforschung geht über die Kapazitäten nationalstaatlicher Forschung hinaus und ist nicht selten von Konzernen getrieben, wie z. B. von der führenden US-amerikanischen Genomsequenzierungs-Firma 23andme, an der Alphabet/Google beteiligt ist (siehe [personalisierte Genomsequenzierung](#)). Welche Auswirkungen die Geschäftsmodelle der führenden Unternehmen auf die zukünftige medizinische Forschung haben und worin die Treiber und Barrieren hinsichtlich der Potentiale bestehen, ist bisher unklar.

*Paradigmenwechsel
in der Medizin von
kurativen Maßnahmen
zu prophylaktischen,
präventiven
Gesundheitsservices*

Verbindung von
Datensätzen
unterschiedlicher
Herkunft und Struktur

Die rasante Entwicklung der datengetriebenen Medizin besteht insbesondere darin, Datensätze unterschiedlicher Herkunft und unterschiedlicher Struktur zu verbinden: So werden DNA-Repositorien mit elektronischen Gesundheitsakten gekoppelt, um die Genomforschung voranzutreiben (McCarty et al. 2011), und elektronische Gesundheitsakten werden mit Biomarker-Datenbanken gekoppelt, um anhand der Biomarker Krankheitszusammenhänge zu identifizieren (Mosley et al. 2018).

Krankenhäuser werden
Angriffsziele von
Hackern

Wenn neues medizinisches Wissen aus Millionen von Datensätzen generiert wird, das dann für die individuelle Diagnose und Therapie von spezifischen PatientInnen genutzt wird, stellen sich völlig neue Anforderungen an die Ausbildung und Praxis in den Gesundheitsberufen. Insbesondere die Interdisziplinarität an der Schnittstelle von Medizin, Datenwissenschaft und Informatik würde aus den Nischen der Spezialisierung in das Zentrum von Medizin und Gesundheitsforschung wandern. Diese datengetriebene Medizin erfordert interdisziplinäres Knowhow, eine veränderte Ausbildung wie auch Rahmenbedingungen für den Umgang mit Daten, d. h. Maßnahmen, die das Vertrauen in diese Form von Medizin und Medizinforschung langfristig sichern. Mit der steigenden Relevanz von Daten in der Medizin werden Krankenhäuser und Institutionen des öffentlichen Gesundheitswesens zugleich Angriffsziele von Hackern.¹

Quantified-Self-
Bewegung

Immer mehr Menschen nutzen aktiv eigene Gesundheitsdaten für die Optimierung ihrer Gesundheit oder für die eigene medizinische Behandlung, angefangen von personalisierten Gesundheitsprofilen aus den Daten von Fitness- und Aktivitäts-Trackern bis zur Genomsequenzierung. NutzerInnen, die über Sensoren und Smartphone ihre Daten mit anderen vergleichen, haben vor einigen Jahren in der sogenannten *Quantified-Self*-Bewegung die elektronische Selbstvermessung zu einer Optimierung ihrer Leistungsfähigkeit genutzt (Lupton 2013). KritikerInnen sehen darin das Ende von Freiheit und eine Gefahr für Datensicherheit. Heute ist die Nutzung von Geräten der Selbstvermessung weit verbreitet und überschneidet sich mit dem Gesundheitsmonitoring. Die Beteiligung von PatientInnen und potentiellen PatientInnen an der medizinischen Forschung verbindet Self-Tracking-Tools mit umfassenden Datenportalen, wobei unklar ist, ob den Einzelnen die Tragweite ihrer Datenweitergabe bewusst ist (siehe [Digitalisierung und Anonymität](#)). Gerade bei Gesundheitsdienstleistungen ist das „Privacy Paradox“ relevant: Zwar würden die meisten in einer Befragungssituation den Datenschutz hier als extrem wichtig ansehen, im Anwendungsfall dagegen werden Datenschutzerklärungen oft pauschal akzeptiert und sensible Daten preisgegeben. Denn der Nutzen einer ge-

¹ Bereits 2017 wurden Computersysteme mehrerer Krankenhäuser in Großbritannien im Zuge eines weltweiten Angriffs mit sogenannter Ransomware blockiert. Die Computer wurden über sogenannte Erpressungstrojaner verschlüsselt und dann wurde Lösegeld zur Entschlüsselung verlangt, siehe derstandard.at/2000057473193/Loesegeld-gefordert-Hacker-greifen-englische-Spitaeler-an. Ein ähnlicher Fall wurde kürzlich bekannt: ein französisches Krankenhaus musste NotfallpatientInnen aufgrund eines Cyberangriffs abweisen, siehe futurezone.at/digital-life/ransomware-cyberangriff-krankenhaus-frankreich-erpressung/402119727.

sundheitsrelevanten Dienstleistung erscheint im Gegensatz zu den abstrakten und langfristigen Folgen einer Datenweitergabe hoch.

Diese Ansätze einer „Crowdsourced Gesundheitsforschung“ (Swan 2012) verbindet die Tradition klinischer Studien mit strukturierten Selbstversuchen. Die Dynamik wird durch globale PatientInnenplattformen wie PatientsLikeMe² vorangetrieben, die PatientInnen vernetzen, ihre Daten sammeln, diese Daten aber auch an Pharmaunternehmen verkaufen und im Auftrag von Pharmaunternehmen auch spezifische Daten sammeln. Neben den ethischen Fragen hinsichtlich einer solchen partizipativen Medizin,³ stellen sich Fragen langfristiger Folgen, die heute nur begrenzt absehbar sind. Einige der möglichen Risiken zeigen sich heute bereits in Ländern mit privaten Krankenversicherungen, die Preise nach Risiken gestalten. Deren flexible datengetriebene Tarife sind darauf ausgerichtet, Versicherte dazu zu bekommen, ihre Gesundheitsdaten über Geräte wie die Apple-Watch täglich an die Versicherungen zu übertragen. Vielfach sind diese Programme, die z. B. die Fitnessleistungen der Versicherten verfolgen, noch als Bonusprogramme konzipiert; können aber auch absehbar zu Diskriminierung führen.⁴

*flexible datengetriebene
Tarife bei
Krankenversicherungen*

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Wie es möglich ist, an der globalisierten, datengetriebenen Medizinfor-schung teilzunehmen und trotzdem langfristig ein hohes Datenschutzniveau aufrechtzuerhalten, ist weitgehend unerforscht, jedoch zentral für die Wirksamkeit und das Vertrauen in die Gesundheitssysteme der Zukunft. Da es sich um sensible, personenbezogene Daten handelt, muss die Erhebung und Verarbeitung unter Berücksichtigung der geltenden datenschutzrechtlichen Regelungen erfolgen. Das Spannungsverhältnis besteht darin, dass unklar ist, wie wirksam die heute geltenden Rechtsvorschriften sein können, wenn die Zusammenführung unterschiedlicher Daten technisch immer einfacher wird. In Bezug auf die heterogenen gesundheitsbezogenen Daten und ihre zukünftig immer leichtere Kombinierbarkeit ist keine absolute Datensicherheit möglich. Wesentlich ist allerdings, festzustellen, ob und welche Grade von Sicherheit heute möglich gemacht werden können, wenn zukünftige Entwicklungen gleichzeitig bereits antizipiert werden. Insbesondere die mögliche Re-Identifizierung der Daten durch zukünftige Künstliche-Intelligenz-Technologien und der Verlust von Anonymität tangieren die Privatsphäre sowie Eigentums- und Persönlichkeitsrechte und können zu Diskriminierungen führen.

*Aufrechterhaltung
des hohen
Datenschutzniveaus*

² patientslikeme.com.

³ bundestkanzleramt.gv.at/dam/jcr:7df6165e-2e0f-45c8-86e6-60a3dd0ab4ec/MedizinInternet_Ansicht.pdf.

⁴ netzpolitik.org/2018/tracking-durch-die-versicherung-zu-risiken-und-nebenwirkungen/.

Vorschlag weiteres Vorgehen

*Langfristigkeit
und potentielle
Konfliktträchtigkeit*

Aufgrund der Langfristigkeit der Fragen und der potentiellen Konfliktträchtigkeit wäre eine umfassende, auf Österreich fokussierende Foresight-Studie mit partizipativen Elementen sinnvoll, die über die Analyse heutiger Technologien und ihrer Folgen hinaus zukünftige Entwicklungen umfassend antizipiert. Eine transdisziplinäre Studie würde das Wissen von ExpertInnen aus Medizin, Datenwissenschaften und KI-Forschung mit den Wissensbeständen und Interessen der verschiedenen Stakeholder (Gesundheitswesen, Pharmaindustrie, PatientInnengruppen) verbinden, um insbesondere die langfristigen Folgen von aktuellen Ansätzen zu analysieren und unterschiedliche Zukunftsoptionen für den Umgang mit Daten festzustellen. Ziel wäre es auch, wirksame Lösungsansätze für die globale Dimension der datengetriebenen Medizin zu erarbeiten.

Zentrale weiterführende Quellen

- Lupton, D., 2013, Quantifying the body: monitoring and measuring health in the age of mHealth technologies, *Critical Public Health*23(4), 393-403.
- McCarty, C. A., et al., 2011, The eMERGE Network: A consortium of biorepositories linked to electronic medical records data for conducting genomic studies, *Bmc Medical Genomics* 4.
- Mosley, J. D., et al., 2018, A study paradigm integrating prospective epidemiologic cohorts and electronic health records to identify disease biomarkers, *Nature Communications* 9.
- Shah, N. H. und Tenenbaum, J. D., 2012, The coming age of data-driven medicine: translational bioinformatics' next frontier, *Journal of the American Medical Informatics Association*19(E1), E2-E4.
- Swan, M., 2012, Crowdsourced Health Research Studies: An Important Emerging Complement to Clinical Trials in the Public Health Research Ecosystem, *Journal of Medical Internet Research*14(2).

Zukunft der Mensch-Maschine-Interaktion: Haptische Holographie

Haptische Holographie ist die Forschung und Technikentwicklung an der Schnittstelle digitaler Holographie und Haptik (Berührung, Tasten).¹ Haptische Holographie umfasst verschiedene Arten von digitalen Hologrammen, die mittels unterschiedlicher Technologien (z. B. taktilen Feedback durch Vibration) haptisch erfahrbar gemacht werden sollen. Digitale Hologramme bezeichnen dabei im weiten Sinn digital gesteuerte Objekte, wie z. B. Roboter, 3D-Video- und Laserprojektionen, oder auch räumliche Illusionen, die durch Spiegelung von computergenerierten 3D-Bildern erzeugt werden. Was futuristisch anmutet, ist längst Realität: 2009 gelang es japanischen Forschern holographisch projizierte Regentropfen im freien Raum fühlbar zu machen (Hoshi et al. 2009). Dabei machte sich das Team ein Ultraschallphänomen – Schallstrahlungsdruck – zunutze, um haptisches Feedback mit einer 3D-Spiegelung von Regentropfen zu verbinden. Tatsächlich freischwebende 3D-Bilder können durch Laserplasmatechnologie (Nano-/Femtosekundenlaser) erzeugt werden (Ochiai et al. 2016). In Österreich erforschen unter anderem das Media Interaction Lab (MiL) der FH Oberösterreich, das Linz Center of Mechatronics GmbH, das Institut für Softwaretechnik und Interaktive Systeme der TU Wien sowie das Center of Technology Experience des AIT, wie virtuelle Welten für taktiler Wahrnehmung zugänglich gemacht werden können.

Für die Zukunft kann diese Schnittstellen-Technologie disruptiv wirken: Im Online-Handel würde haptische Holographie das virtuelle Erkunden von Produkten ermöglichen (z. B. Anprobieren von Kleidung), in der Produktentwicklung können Prototypen durch haptische Hologramme schneller, einfacher und günstiger zur Verfügung gestellt werden.² Weitere relevante Anwendungen wären die Nutzung von haptischer Holographie in der Bildung und praktischen Ausbildung, z. B. zum Erlernen chirurgischer Verfahren³ (Page 2013) oder in der Kommunikation, z. B. 3D-Videotelefonie mit Berührung. Die fühlbare Interaktion mit digitalen Avataren⁴ würde die Mensch-Maschine-Interaktion in Richtung einer stärkeren ‚Erfahrbarkeit‘ vorantreiben und neue Modi des Zusammenlebens („virtuelle LebensgefährtnInnen“) und der Zusammenarbeit („Telearbeit 2.0“) ermöglichen. Für die Umwelt könnte die Nutzung virtueller Räume besondere Vorteile in Hinblick auf CO₂-Reduktion und Eindämmung des Biodiversitätsverlusts haben. Haptische Hologramme könnten z. B. seltene Tiere in den dazugehörigen virtuellen Ökosystemen für viele Menschen digital zugänglich machen und

¹ Beispielsweise forscht die Object-Based Media Group des MIT Media Labs zu haptischer Holografie, media.mit.edu/groups/object-based-media/overview/.

² derstandard.at/999809/Star-Wars-Hologramme-werden-Realitaet.

³ Im Bereich der medizinischen Holographie existieren bereits marktreife Anwendungen, siehe z. B. realviewimaging.com/medical/.

⁴ mixed.de/forschung-aus-japan-bildtelefon-mit-beruehrung/.

dabei gleichzeitig sensible Lebensräume vor übermäßiger, menschlicher Nutzung schützen.⁵ Virtuelle statt reale Urlaubsreisen⁶ könnten beträchtliche CO₂-Einsparungen im Flugverkehr bringen; allerdings könnte eine attraktive virtuelle Reise auch die Nachfrage nach eben diesen steigern und wiederum Emissionen verursachen (siehe [Nachhaltig Streamen](#)). Für Museen, Bildungseinrichtungen und den Kreativbereich (Design) ist die Anwendung haptischer Holographie attraktiv, z. B. um Bilder, Präparate, Installationen multisensorisch erlebbar zu machen (Vi et al. 2017).

Die theoretische Substitution der Realwelt durch „Holodeck-Technologie“ (ein Kunstbegriff aus der TV-Serie „Star Trek“) bietet Chancen für ökologische Nachhaltigkeit (Reduktion des Flugverkehrs, Vermeidung ressourcenintensiver Werbung und Produktion, Schonung sensibler Ökosysteme).⁷ Die Kombination von haptischer Holographie mit Ansätzen digitaler Verhaltenssteuerung im globalen Risikomanagement (World Economic Forum 2018) birgt zugleich ein hohes gesellschaftliches Manipulationspotential. Gerade in Anbetracht der Wirksamkeit taktilen Feedbacks sind die Chancen und Risiken dieser Zukunftstechnologie stark vom Anwendungskontext abhängig. Während haptische Hologramme in der Bildung, Produktion und Kommunikation hohes Potenzial in Hinsicht auf verbesserte Lernprozesse und interaktive Lernobjekte aufweisen, sind auch dystopische Anwendungsmöglichkeiten vorstellbar. Gerade in Bereichen wie Internetpornographie und Sicherheit könnte haptische Holographie hohes Schadpotenzial mit sich bringen: Holographisch-haptische Grenzmauern, fühlbare Personenkontrollen ohne zwischenmenschlichen Kontakt oder sexueller Missbrauch über das Internet, sind nur einige Überlegungen, die deutlich machen, dass die Antizipation von zukünftigen Risiken dieser Technologie bereits heute sinnvoll wäre.

Zitierte Quellen

- Hoshi, T. et al., 2009, Touchable holography, ACM SIGGRAPH 2009 Emerging Technologies, New Orleans, Louisiana: ACM.
- Ochiai, Y. et al., 2016, Fairy Lights in Femtoseconds: Aerial and Volumetric Graphics Rendered by Focused Femtosecond Laser Combined with Computational Holographic Fields, ACM Trans. Graph. 35(2), 1-14.
- Page, M., 2013, Haptic Holography/Touching the Ethereal, Journal of Physics: Conference Series 415(1), 012041.
- Vi, C. T. et al., 2017, Not just seeing, but also feeling art: Mid-air haptic experiences integrated in a multisensory art exhibition, International Journal of Human-Computer Studies 108, 1-14.
- World Economic Forum, 2018, The Global Risks Report 2018, Geneva, Switzerland: World Economic Forum.

⁵ voicemag.uk/blog/296/7d-hologram-technology-could-mean-an-end-to-zoos-and-captive-animals.

⁶ theguardian.com/world/2018/feb/15/japanese-tour-firm-offers-virtual-reality-holidays-with-a-first-class-seat".

⁷ Die ökologische Nachhaltigkeit ist in diesem Fall an den effizienten Energieeinsatz haptisch-holographischer Technologie gekoppelt.

Der gen-editierte Mensch

Zusammenfassung

Veränderungen am menschlichen Genom sind seit der Entwicklung von CRISPR-Cas9 einfacher und präziser möglich als je zu vor. Hier müssen zwei Anwendungsfelder unterschieden werden: somatische Gentherapie, die nur das Individuum betrifft, und Keimbahn-Gentherapie, bei der Veränderungen an Nachkommen weitervererbt werden, was einen besonderen Risikofaktor darstellt. In der Keimbahntherapie führten ForscherInnen 2015 erste Versuche mit menschlichen Embryonen durch. 2018 wurden mit dem bekannten chinesischen Zwillingsspaar die ersten gen-editierten Menschen geboren. Neue Therapiemethoden, beispielsweise für Erbkrankheiten oder Krebs scheinen damit in Reichweite und könnten die Medizin revolutionieren. Die internationale Forschungsgemeinschaft ist sich aber einig: für klinische Anwendungen in der Keimbahntherapie ist es viel zu früh, das Risiko zu hoch. Die neue Technologie ist derzeit zu ungenau mit nicht abschätzbaren gesundheitlichen Nebenwirkungen für Individuen und die menschliche Art als solche, weil Genomveränderungen an Folgegenerationen vererbt werden können. Die internationale Rechtslage ist uneinheitlich, was eine überstürzte Verbreitung der Risikotechnologie befördern könnte, vor allem wenn falsche Hoffnungen verbreitet werden.

Überblick zum Thema

Mit Hilfe des gentechnischen Verfahrens CRISPR/Cas9, das auch vereinfacht als Gen-Schere, Genomchirurgie oder Gene-editing bezeichnet wird, lassen sich erstmals relativ einfach, effizient und präzise Änderungen am Genom vornehmen (siehe Thema [Künstliches Leben](#)). Das Verfahren revolutionierte in den letzten Jahren die Grundlagenforschung in der Biotechnologie und verspricht, dies auch in der Medizin zu tun. Das Verfahren, das auf einem bakteriellen DNA-Reparaturmechanismus nach Virusinfektionen beruht, wurde bereits 1987 beschrieben. Die genaue Funktion wurde viel später verstanden und erst um 2012 für Genomchirurgie nutzbar gemacht (Jinek et al. 2012; Doudna/Charpentier 2014). Dadurch wurden schlagartig viele gentechnische Anwendungen praktisch möglich, die vormals nur theoretisch denkbar waren. Mittlerweile gibt es mehrere Patente in zahlreichen Anwendungsfeldern wie der Therapie von Blut-, Augen-, Leber- oder Herzkrankheiten und etlicher Krebserkrankungen sowie in der Pflanzen- und Nutztierzucht (Storz 2018).

Im Gegensatz zu Pflanzen müssen in Bezug auf Menschen und Tiere zwei Anwendungsfelder unterschieden werden: die Manipulation von somatischen Zellen und die von Keimbahnzellen. Beide Formen von Eingriffen in das menschliche Erbgut können theoretisch einerseits die Behandlung von Krankheiten und andererseits die Steigerung von Fähigkeiten (Enhancement) zum Ziel haben.

*technische Revolution
in Mikrobiologie und
Medizin*

*zwei Anwendungsfelder:
somatische Gentherapie
und Keimbahn-
Gentherapie*

*somatische Gentherapie
betrifft „nur“ Individuen*

Somatische Zellen sind Körperzellen, die sich im Laufe ihres Lebens ausdifferenzieren, etwa zur Haut- oder Leberzelle und dann sterben. Gentechnische Veränderungen von Körperzellen haben damit nur Auswirkungen auf das behandelte Individuum und nicht auf die nächste Generation. Somatische Gentherapie ist relativ alt, wurde aber einige Zeit lang nicht weiterverfolgt, weil erste Versuche dramatisch gescheitert sind. Nun erhält die Form der Therapie neuen Aufwind, auch durch CRISPR/Cas9, und befindet sich bereits teilweise in der Anwendungsphase. Im Vordergrund steht, Sicherheit und Wirksamkeit verschiedener Strategien zur Genomeditierung besser zu messen (Saha 2021).

*Keimbahntherapie:
Veränderungen werden
vererbt*

Keimbahntherapie verspricht die Heilung erbbedingter Krankheiten, wird aber zumindest seit den 1980er-Jahren kontrovers diskutiert. Gentechnische Eingriffe in die Keimbahn, also in das Erbgut von Geschlechtszellen (Ei und Spermium) sowie von frühen Embryos, verändern potentiell das Erbgut aller Zellen des entstehenden Organismus. Diese Änderungen werden damit auch weitervererbt, haben also Auswirkungen auf die folgenden Generationen und damit möglicherweise auf die menschliche Evolution.

*erhoffter Nutzen bei
Erbkrankheiten*

Ethische Fragestellungen, die zuvor nur theoretisch verhandelt wurden, bekommen mit den seit 2015 geschaffenen Fakten neue Brisanz. Nicht zuletzt kann z. B. der therapierte Embryo dem Eingriff nicht zustimmen. Schwierig ist dabei beispielsweise, ob das Recht des gesetzlich geschützten Embryos schwerer wiegt als der Wunsch von Eltern nach einem genetisch eigenen, unbelasteten Kind (Hardt 2019).

*technisch unausgereift:
sehr hohes Risiko für
Nebeneffekte*

Genomchirurgie mit CRISPR/Cas9 ist zwar viel effektiver und genauer als andere bis dato bekannte Verfahren, birgt aber trotzdem Unsicherheiten mit potentiell weitreichenden Folgen (Hardt 2019). Oft wird das Verfahren so dargestellt, als sei es höchst präzise und auch der Beiname „Editierung“ weckt die Assoziation eines sauberen „Löschens“ und „Einfügens“. Wie bei allen biologischen Prozessen gibt es aber auch bei diesem Verfahren Abweichungen bezüglich des erwarteten Ergebnisses: es kann also vorkommen, dass die gewünschte genetische Sequenz gar nicht, an falscher Stelle oder nicht in allen Zellen eingebaut oder herausgeschnitten wird (sogenannte Off-target-Effekte).

*Komplexität:
Immunisierung gegen
HIV führt zur Anfälligkeit
für andere
Viruserkrankungen*

Im Genom ist beispielsweise ein Gen oft an der Ausprägung mehrerer Eigenschaften beteiligt und gleichzeitig mehrere Gene an einer Eigenschaft. Bestimmten Genveränderungen haben deshalb nicht immer nur die gewünschten Effekte, sondern können fatale Nebenwirkungen haben: Im Fall der chinesischen Zwillinge sollte die Ausprägung eines Eiweißes, an das der HI-Virus andockt, verhindert werden, um so HIV-Immunität zu erreichen. Erstens kam es bei der Behandlung zu Mosaikeffekten, was bedeutet, dass zumindest bei einem der Zwillinge das entsprechende Gen nicht gänzlich deaktiviert wurde. Zweitens spielt das Eiweiß bei Schutz von Lunge, Leber und Gehirn bei anderen schweren Infektionen eine Rolle (Cyranoski 2018).

Solche unerwünschten Nebeneffekte sind außerdem schwer vorherzusagen, da auch die Techniken zur Erkennung der Off-target-Effekte noch unausgereift sind. Welche Auswirkungen solche Mutationen hervorrufen können, ist ebenfalls nicht immer abschätzbar. Manchmal zeigen die fehlerhaft verbauten oder geschnittenen Sequenzen keine direkten Auswirkungen auf den Phänotyp, also das äußere Erscheinungsbild, des behandelten Organismus, allerdings gibt es auch keine Langzeitstudien, da derzeit die zu Forschungszwecken behandelten menschlichen Embryonen meist nach spätestens sieben Tagen zerstört werden (Hardt 2019).

*Auswirkungen nicht
vorhersagbar*

In Anlehnung an den Missbrauch herkömmlicher pharmazeutischer Produkte kann auch Missbrauch von gentherapeutischen Verfahren oder Produkten nicht ausgeschlossen werden. Sollten etwa Produkte zur Behandlung von Muskel- oder kognitiven Störungen zugelassen werden, könnten sie zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Einzelpersonen eingesetzt werden. Generell könnte durch die technische Machbarkeit des Enhancements ein gesellschaftlicher Optimierungs- und Leistungsdruck entstehen, soziale Ungerechtigkeiten könnten verschärft oder Veränderungen könnten zwangsweise verordnet werden (EASAC 2017; Hardt 2019). Aus den genannten Gründen ist aber derzeit eine Beeinflussung von hochkomplexen Eigenschaften wie Intelligenz nicht absehbar.

*Sicherheitsrisiken:
potentieller Missbrauch,
Optimierungsdruck,
Zwangsverordnungen*

Auch wären gentechnische Anpassungen etwa von SoldatInnen als Gegenmaßnahme zu biologischen Waffen denkbar. Die weltweite Regulierung militärischer Forschung und Entwicklung in diesem Bereich ist herausfordernd bis unmöglich. Auch ein Missbrauch der Technologie zur Bearbeitung des menschlichen Genoms in der Do-it-yourself (DIY) Biologie ist denkbar, momentan gibt es hierfür aber keine Evidenz und das Risiko wird zumindest für die nahe Zukunft als niedrig eingeschätzt (Fears/IAP 2017).

*Sicherheitsrisiken:
Dual Use und
DIY-Biologie*

Absehbarer ist aber vermehrter Medizintourismus in Bezug auf Therapien, sollte der Zugang zur Technologie in verschiedenen Ländern sehr unterschiedlich reguliert sein. Auch wenn die technischen Voraussetzungen noch gar nicht gegeben sind, könnten aus Geschäftsinteresse unbegründete Hoffnungen geweckt werden, gerade in Ländern mit rechtlichen Graubereichen.

*vermehrter
Medizintourismus
und Kriminalität*

Führende WissenschaftlerInnen, unter ihnen Emmanuelle Charpentier, die die Anwendung von CRISPR/Cas9 als Genschere als erste erfolgreich demonstrierte, fordern ein weltweites Moratorium für die klinische Anwendung des Verfahrens in der menschlichen Keimbahn. Sie fordern einen internationalen Rahmen, in dem sich alle Länder unter Wahrung ihrer nationalen Souveränität freiwillig verpflichten, die klinische Verwendung nicht zu genehmigen. So solle Zeit gewonnen werden, um wichtige technische, medizinische, soziale, ethische und moralische Fragestellungen ausreichend zu erörtern (Lander et al. 2019). Bisher scheint ein solches Moratorium eher unrealistisch. Die Entwicklung eines nicht rechtsverbindlichen Instrumentes wie eines „informierten adaptiven Konsenses“ könnte der vielversprechendere Steuerungsansatz für die internationale Gemeinschaft aus InteressenvertreterInnen, ForscherInnen etc. sein (Kaan et al. 2021).

*weltweites Moratorium
für Keimbahneingriffe
gefordert ...*

*... wichtige technische,
medizinische, soziale,
ethische und moralische
Fragen ungeklärt*

Zurzeit fehlt noch das nötige Wissen, um Risiken und Nutzen ausreichend abzuwägen, und damit kann nicht entschieden werden, ob und in welcher Form Keimbahntherapie überhaupt zulässig sein kann. Dieses Moratorium soll jedoch nicht Erbgutveränderungen in der Keimbahn zu Forschungszwecken betreffen, solange solche Embryonen nicht ausgetragen werden. Genauso ausgenommen soll Gentherapie an somatischen Zellen sein, also Erbgutveränderungen, die nicht weitervererbt werden können (Lander et al. 2019).

*rigorose Evaluierung
notwendig*

In Bezug auf die somatische Gentherapie besteht hoher Bedarf, die Risiken, z. B. durch ungenaue Editierung, besser zu verstehen, auch um den potentiellen Nutzen jeder Anwendung abzuschätzen. Hierfür ist eine rigorose Evaluierung innerhalb des bestehenden und sich weiterentwickelnden Rechtsrahmens für die Gen- und Zelltherapie durch die europäischen und nationalen Arzneimittel-Agenturen notwendig. Bei Keimbahneingriffen ist das Risiko ungleich höher, da schädliche Auswirkungen nicht nur für die behandelten Individuen, sondern auch für zukünftige Generationen abzuschätzen sind. Hierzu wird auch ein breiter gesellschaftlicher Diskurs und Konsens benötigt (EASAC 2017).

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

*internationale
Rechtslage nicht
einheitlich*

Die Rechtslage ist derzeit sehr unterschiedlich. Während viele Länder Keimbahntherapie oder Versuche mit Embryonen explizit verbieten, erlauben dies andere; in dritten fehlt eine gesetzliche Regelung (ITA 2016). Während ForscherInnen 2015 die ersten Versuche mit CRISPR/Cas9 an menschlichen Embryonen veröffentlichten, wurden bereits 2018 – wenn auch unter Umgehung aller Gesetzte und Ethikrichtlinien – mit dem bekannten chinesischen Zwillingsspaar die ersten gen-editierten Menschen geboren.

*USA, China und
Großbritannien erlauben
Keimbahnveränderung
zur Forschung*

Derzeit erlauben die USA, China und Großbritannien Keimbahnveränderungen zu Forschungszwecken, alle anderen europäischen Länder verbieten diese. Diese Uneinheitlichkeit befördert Konkurrenzängste, die Liberalisierung nationaler Embryonenschutzgesetze, etwa in Deutschland, steht zur Debatte. Oft sind diese Gesetze auch nicht eindeutig bzw. decken sie neue technologische Möglichkeiten nicht ab. So werden beispielsweise der Zellkerntransfer, also der Ersatz des ganzen Kerns (und damit des gesamten enthaltenen Genoms), nicht erfasst, da keine Erbgutveränderung stattfindet (Hardt 2019).

*Reformbedarf für
kohärente
regulatorischen
Rahmenbedingungen*

So können Graubereiche entstehen, die zu einer überstürzten Verbreitung und klinischen Anwendung der Technologie führen können. Damit wird eine internationale Kooperation zur Reform der regulatorischen Rahmenbedingungen zumindest in der EU, besser weltweit, notwendig.

International wäre die Verhinderung unregulierter Vorstöße durch möglichst weitreichende Absprachen und Vereinbarungen auf verschiedenen Handlungsebenen wünschenswert (Albrecht et al. 2021). Die WHO verfasste jüngst einen Vorschlag für einen globalen Governance-Rahmen für Genom-Editierung am Menschen. Dieser orientiert sich an Best-Practice-Beispielen

und kann in verschiedenen Kontexten umgesetzt werden, um Aufsichtsmaßnahmen zu stärken, unabhängig davon, ob dies auf institutioneller, nationaler, regionaler oder internationaler Ebene passieren soll (WHO 2021).

Eine zentrale gesellschafts-politische Herausforderung für die somatische Gentherapie sind die derzeit sehr hohen Preise und damit Fragen der Leistbarkeit und Verteilungsgerechtigkeit (Albrecht et al. 2021).

Vorschlag weiteres Vorgehen

Es bietet sich an, die umfassende Debatte, die lange vor der Erfindung der modernen CRISPR/Cas9-Genschere sozusagen theoretisch geführt wurde, für die aktuelle Diskussion angesichts der nun vorhandenen tatsächlichen technischen Möglichkeiten fruchtbar zu machen. Dabei würde auch aufgezeigt werden, welche Fragestellungen in der früheren Debatte noch gar nicht gestellt werden konnten (etwa im Zusammenhang mit der DIY-Bewegung und den damit grundsätzlich neuen Verbreitungs- und Kontrollperspektiven). Das könnte auch die Grundlage für einen partizipativen Prozess sein und eine längere parlamentarische Diskussion im Rahmen einer Enquete-Kommission bilden.

Zitierte Literatur

- Albrecht, S., König, H. und Sauter, A. (Bundestag, D.), 2021, *Genome Editing am Menschen. Endbericht zum Monitoring. TAB-Arbeitsbericht 191*: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000141083>
- Cyranoski, D., 2018, Baby gene edits could affect a range of traits, *Nature*, [nature.com/articles/d41586-018-07713-2](https://www.nature.com/articles/d41586-018-07713-2).
- Doudna, J. A. und Charpentier, E., 2014, The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9, *Science* 346(6213), 1077.
- EASAC, 2017, *Genome editing: scientific opportunities, public interests and policy options in the European Union*, European Academies Advisory Council: EASAC.
- Fears, R. und IAP, 2017, *Assessing the Security Implications of Genome Editing Technology. Report of an international workshop*, im Auftrag von: Interacademy Partnership, Herrenhausen, Germany.
- Hardt, A., 2019, *Technikfolgenabschätzung des CRISPR/Cas-Systems, Über die Anwendung in der menschlichen Keimbahn*, [degruyter.com/view/product/510634](https://www.degruyter.com/view/product/510634).
- ITA, 2016, Genkorrekturen – neue Technik, altes Risiko? ITA-Dossier Nr. 21 (Mai 2016; AutorInnen: Helge Torgersen, Karen Kastenhofer), Wien, epub.oeaw.ac.at/ita/ita-dossiers/ita-dossier021.pdf.
- Jinek, M., et al., 2012, A Programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity, *Science* 337(6096), 816-821, science.sciencemag.org/content/sci/337/6096/816.full.pdf.
- Kaan, T., et al., 2021, Germline genome editing: Moratorium, hard law, or an informed adaptive consensus?, *PLOS Genetics* 17(9), e1009742 doi.org/10.1371/journal.pgen.1009742.
- Lander, E., et al., 2019, Adopt a moratorium on heritable genome editing, *Nature* 567, 165-168.

- Saha, K. et al., 2021, The NIH Somatic Cell Genome Editing program, *Nature* 592(7853), 195-204 doi.org/10.1038/s41586-021-03191-1.
- Storz, U., 2018, CRISPR Cas9 - Licensing the unlicensable, *J Biotechnol* 265, 86-92, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29154806.
- WHO, 2021, *Human genome editing: a framework for governance*, Geneva: World Health Organization apps.who.int/iris/handle/10665/342484.

Sterben 2.0: digitaler Nachlass

Nicht nur lebensaffirmative Technologien machen unsere Welt immer komplexer und dynamischer. Auch soziale Praktiken im Zusammenhang mit dem Tod, wie z. B. die Leichenbestattung, das Trauern, das Erinnern und auch das Erben, verändern sich zunehmend. Individualisierung und Digitalisierung ermöglichen unter dem Motto „Sterben 2.0“ zukunftssträchtige Geschäftsmodelle und schaffen die Digitale-Nachlass-Industrie (Öhman & Luciano 2022, Yamauchi et al. 2022): Digitale Tools unterstützen die Planung einer Bestattung online,¹ Angehörige und Bekannte können online kondolieren (z. B. durch Anzünden einer virtuellen Kerze) und auch online Trauerfeiern² werden bereits angeboten. Aufgaben und Prozesse, die mit dem Ableben eines Menschen einhergehen, verlagern sich immer mehr in die Online-Welt (Beaunoyer&Guitton 2021). Aber was passiert eigentlich mit einer Online-Präsenz, wenn die dahinterstehende Person stirbt?

Antworten auf diese Frage werden unter dem Schlagwort „digitaler Nachlass“ gefasst, wobei es keineswegs eine eindeutige Definition des Begriffs gibt. Beim digitalen Nachlass handelt es sich insbesondere um Zugänge zu BenutzerInnenkonten und persönlichen Online-Daten, die nach dem Tod eines Menschen im Internet weiter bestehen. Dazu zählen z. B. E-Mail-Konten, NutzerInnenprofile in sozialen Netzwerken, Online-Zeitungsabos und auch E-Identitäten, wie der FinanzOnline-Zugang oder die Handy-Signatur (siehe Thema [Elektronische ID](#)). Auch Offline-Daten, wie z. B. Fotos, Videos, elektronische Dokumente usw., die auf einem Gerät gespeichert sind, können zum digitalen Nachlass gezählt werden.³ Letztere zählen zur Fahrrnis einer verstorbenen Person, die durch das Erbrecht geregelt wird. Doch der digitale Nachlass, d. h. personenbezogene Zugänge und online gespeicherte Daten, sind eine rechtliche Grauzone und in Österreich und auf europäischer Ebene weitgehend ungeregt. Einen Präzedenzfall stellt das 2018 in letzter Instanz vom Deutschen Bundesgerichtshof gefällte Urteil dar: Der geklagte Technologiekonzern musste den Eltern Zugang zum Account ihrer verstorbenen Tochter gewähren. Dieses richtungsweisende Urteil entspricht jedoch keiner eindeutigen Regelung und zeigt das Spannungsverhältnis zwischen Fernmeldegeheimnis, Datenschutz und dem Erbrecht auf (ISPA 2020). Einige Online-Dienste bieten bereits Möglichkeiten an, Konten von Verstorbenen löschen zu lassen.⁴ Auch sogenannte „Online-Bestatter“⁵ können bei der digitalen Nachlassverwaltung unterstützen. Das sind Firmen, die sich darauf spezialisieren, das Internet nach Onlineaktivitäten von Verstorbenen zu durchforsten. Auch die Lö-

¹ bestattungsplaner.at.

² trauerfeier.online.

³ oesterreich.gv.at/themen/gesundheits_und_notfaelle/todesfall/2.html.

⁴ So haben z. B. Facebook, Apple, GMX, Google, Twitter, Instagram, Xing, Yahoo, LinkedIn und Paypal entsprechende Informationsseiten.

⁵ Z. B. bietet die Bestattung Wien ein solches Abmeldeservice an, siehe bestattungwien.at/abmeldeservice.

schung von Profilen und die Kündigung von Verträgen und Mitgliedschaften ist im Sorglospaket inkludiert. Solche Angebote sind oft teuer und daher empfehlen offizielle Stellen die individuelle Vorsorge, die eine aufwendige Bestandsaufnahme des persönlichen digitalen Nachlasses voraussetzt. Einen alternativen Umgang mit dem digitalen Nachlass bietet das Forschungsprojekt Lifonaut⁶. Über den Zugang zu den digitalen Spuren der verstorbenen Person verspricht das Projekt nicht weniger als ein digitales Back-Up des Geistes in Form einer individuell, trainierten künstlichen Intelligenz. Doch ob es überhaupt möglich ist, die eigene Online-Präsenz lückenlos zu erfassen und zu nutzen oder zu löschen (siehe Themen [Technologien digitalen Vergessens](#) und [Digitale Erinnerung](#)) und welche Alternativen es zu neuen, oft kostspieligen Geschäftsmodellen der digitalen Nachlassverwaltung gäbe, könnte in einer Vorausschau ausgelotet werden.

Zitierte Literatur

- Beaunoyer, E. und Guitton, M. J., 2021, Cyberthanatology: Death and beyond in the digital age, *Computers in Human Behavior* 122, 106849.
- ISPA, 2020, Digitaler Nachlass. Was passiert mit digitalen Daten und Konten, wenn jemand stirbt? Ein Überblick: Co-financed by the European Union.
- Öhman, C. und Luciano F., 2017, The Political Economy of Death in the Age of Information: A Critical Approach to the Digital Afterlife Industry. *Minds and Machines* 27(4):639–62. doi: 10.1007/s11023-017-9445-2.
- Yamauchi, E., et al, V., 2022, Digital Legacy Management Systems: Theoretical, Systemic and User's Perspective: Proceedings of the 23rd International Conference on Enterprise Information Systems – ICEIS.

⁶ lifenaut.com.

„Right to Challenge“ als alternatives Bewertungsverfahren für die Sharing Economy

Zusammenfassung

Die Sharing Economy baut auf das Prinzip „Teilen statt Besitzen“ und ermöglicht neue Geschäftsmodelle, die sich mit Hilfe von digitalen Plattformen schnell durchgesetzt haben. Neben den erwarteten Vorteilen, wie CO₂-Einsparungen und höhere Ressourceneffizienz, kann die Sharing-Economy aber auch negative Wirkungen haben: Sekundäreffekte überkompensieren die erhofften Vorteile, die soziale Absicherung der Anbieter ist u. U. gering, und die Plattformanbieter können sich regulativen Anforderungen entziehen. Zudem entwickeln sich Sharing Plattformen sehr rasant und ziehen dabei unerwartete Folgen nach sich. Welche Strategien entwirft die Politik für den Umgang mit den Effekten der Sharing Economy? Und wie können solche Effekte in der Behandlung von möglichen Technikfolgen berücksichtigt werden?

Überblick zum Thema

Der Aufstieg der Sharing Economy als einem speziellen Teilbereich der Plattformökonomie ging einher mit optimistischen Erwartungen hinsichtlich möglicher Umwelt- und sozialer Effekte dieses Konzepts. Der Sharing Economy liegt das Prinzip zugrunde, dass KonsumentInnen sich gegenseitig vorübergehenden Zugang zu nicht ausgelasteten physischen Vermögenswerten, sogenannten „physical assets“ gewähren, u. U. für Geld.¹ Diese Möglichkeiten des Teilens von „physical assets“ im Austausch für Geld wurde durch die Einführung digitaler Plattformen deutlich vereinfacht und hat dadurch erst die allseits bekannten Beispiele wie Uber oder Airbnb ermöglicht, bei denen der ursprüngliche Gedanken des Teilens zunehmend hinter kommerzielle Interessen zurückgetreten ist. Allerdings mag auch der Reiz des Neuen zum steilen Aufstieg der Sharing Economy beigetragen haben, obwohl es nicht-digitale Vorläufer bereits seit vielen Jahren gegeben hat. Dabei kann zwischen drei Grundtypen unterschieden werden:

- „*Second-hand economy*“, d. h. der An- und Verkauf gebrauchter Produkte durch private und professionelle Beteiligte, der durch Plattformen wie ebay oder willhaben deutlich erleichtert wurde.
- „*Product-service economy*“, bei der die temporäre Nutzung von Produkten, die im Besitz professioneller Anbieter verbleiben im Vordergrund steht; ein Modell, dass wir alle von der Autovermietung kennen.

*Bessere Nutzung von
nicht ausgelasteten
„physical assets“
ermöglichen*

*Drei Grundtypen
der digitalen Sharing
Economy*

¹ „Consumers granting each other temporary access to under-utilized physical assets („idle capacity“), possibly for money“ Frenken/Schor (2017).

- „On-demand economy“, bei der es um das Anbieten und die Nutzung von Dienstleistungen und nicht von Produkten geht; häufig wird hierfür auch der Begriff der „gig-economy“ verwendet (siehe [Dienstleistung 4.0](#)).

Sharing gibt es also schon sehr lange, aber erst die digitalen Plattformen haben Sharing-Dienste für ein breites Spektrum neuer und häufig privater Akteure erschlossen.

Unerwartete Effekte der digitalen Plattformen

Sekundär-Effekte der Sharing-Praxis

Die Sharing Economy hat in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung genommen und neben der geteilten Nutzung von Produkten insbesondere Dienstleistungsangebote in den Bereichen Mobilität, Tourismus und Arbeitsmärkte verändert.² Im Zuge dieser Entwicklung sind eine Reihe von Effekten deutlich geworden, die zumindest als ambivalent anzusehen sind. So führen Praktiken des Sharing häufig zu Sekundär-Effekten in benachbarten Bereichen, die zu interessanten gesamt- und einzelwirtschaftlichen Phänomenen führen. Hotels leiden unter dem Anwachsen des Marktes für Airbnb-Wohnungen, insbesondere in einigen wichtigen touristischen Destinationen. Car-Sharing-Modelle führen nicht notwendigerweise zu weniger Verkehr, weil sie häufig Wege ersetzen, die ansonsten zu Fuß oder öffentlich gemacht worden wären. Die zunächst plausibel erscheinenden positiven Umwelteffekte von Car-Sharing werden dadurch zumindest teilweise kompensiert (siehe [Offene Mobilitätsplattformen](#)). Auch die Erwartungen hinsichtlich der positiven ökonomischen Effekte für die Anbieter von Sharing-Leistungen haben sich nur zum Teil erfüllt. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die Anbieter von Sharing-Plattformen eine inhärente Tendenz zur Monopolbildung besitzen und aufgrund ihrer Marktmacht einen erheblichen Teil der Gewinne aus Sharing-Geschäften abschöpfen können. Diese Monopolbildung hat ihre Ursache in sogenannten Netzwerkexternalitäten, aufgrund derer – ähnlich wie beim Telefon – der Nutzen einer Plattform für die Leistungsanbieter ebenso wie für die Nutzer mit der Reichweite der Plattform steigt.³ Rasch wachsende Plattformen werden daher immer attraktiver, wodurch die Macht der Plattformbetreiber gegenüber den Dienstleistungsanbietern (und damit die Möglichkeiten höhere Margen einzubehalten) steigt.⁴ Hinzu kommt, dass die durch die Sharing-Aktivitäten der Dienstleistungsanbieter gewonnenen Daten den Plattformanbietern gehören und von diesen für die Entwicklung neuer und die Verbesserung bestehender Geschäftsmodelle genutzt werden können. Dies wirft außerdem Fragen nach dem Datenschutz auf.

Monopolbildung und Netzwerkexternalitäten

Datenzugang und Datenschutz

² Eine kritische Perspektive auf die Sharing Economy im Tourismus am Beispiel des Beherbergungssektors in Österreich nehmen Höfner/Rosegger (2022) ein.

³ Plattformen können als Netzwerke verstanden werden, in denen die Anbieter und Nutzer von Leistungen über den Plattformbetreiber verknüpft sind. Das Netzwerk als Ganzes bietet Vorteile für alle: Je größer die Anzahl der Anbieter, desto attraktiver ist das Angebot für die Nutzer und desto größer sind auch die Anreize für neue Anbieter sich der Plattform anzuschließen.

⁴ Das untermauert ein bekannter, kartellrechtlicher Disput zwischen einem Dienstleistungsanbieter und dem Plattformbetreiber: theverge.com/2020/8/13/21366438/apple-fortnite-ios-app-store-violations-epic-payments.

Insgesamt bieten Sharing-Modelle den Anbietern von Leistungen wichtige wirtschaftliche Chancen, um ihre „physical assets“ besser nutzen und verwerten zu können. Dies setzt allerdings voraus, dass man überhaupt derartige Assets besitzt und über die erforderlichen Fähigkeiten verfügt um Sharing-Leistungen anbieten zu können. In der Praxis hat sich gezeigt, dass Sharing-Modelle die Ungleichheit in einer Gesellschaft tendenziell verstärken (Schor 2017). Zugleich haben Sharing-Konzepte für die Anbieter von Leistungen neben den wirtschaftlichen Effekten häufig auch einen sozialen Nutzen. Das hat sich insbesondere bei Airbnb gezeigt, wo häufig das Interesse an neuen sozialen Kontakten die Anbieter motiviert, ihr Haus oder ihre Wohnung temporär zu teilen. Allerdings nimmt aufgrund der zunehmenden Professionalisierung von Airbnb Angeboten die Bedeutung dieser sozialen Kontakte als Motivation ab. Insbesondere in den USA hat sich zudem zeigen lassen, dass Airbnb nicht frei von Diskriminierungen bestimmter sozialer Gruppen ist, z. B. im Hinblick auf Bewertungen und Preise (Cansoy/Schor 2017).

*Tendenz zur
Verstärkung
gesellschaftlicher
Ungleichheit ...*

*... trotz sozialen
Nutzens für die
Leistungsanbieter*

Ansätze für die bewusste Gestaltung der Sharing Economy

Die digitale Sharing Economy entwickelt sich rasant. Wenige Jahre haben gereicht, um sie zu einem relevanten und zum Teil auch umstrittenen Phänomen zu machen. Zu Beginn dieser Entwicklung waren viele der Effekte unklar und schlichtweg unbekannt. Die Einführung von Sharing Modellen erfolgte in der Regel frei von spezifischen Regulierungen, bzw. in einer regulativen Grauzone, weil sie sich nicht ohne Weiteres in existierenden Leistungskategorien fassen ließen. Man kann hier von Großexperimenten mit offenem Ausgang sprechen, deren Wirkungen sich erst in der Umsetzung gezeigt haben und die man in Echtzeit beobachten konnte. Die Regulierung derartiger Sharing Modelle erfolgte daher meist reaktiv. Heftige Auseinandersetzungen über Uber sind aus vielen Ländern bekannt, in denen sich das hochregulierte Taxigewerbe bedroht sah. Städte beklagen sich über entgangene Steuern und Abgaben von Airbnb-Anbietern, die Hotellerie über eine wenig regulierte Konkurrenz, Anwohner über Lärmbelästigung. Allerdings fällt bislang der Nachweis positiver wie negativer Sekundäreffekte schwer, weil die privaten Unternehmen, die die Plattformen betreiben, nur schwer zur Preisgabe ihrer Daten verpflichtet werden können. Im Falle von Airbnb sind einige Städte dazu übergegangen, genauer auf die Unterscheidungen von professionellen und nicht-professionellen Angeboten zu achten, und haben Begrenzungen bei der Anzahl von Nächtigungen im Sharing-Modus eingeführt. Damit soll gewährleistet werden, dass – der Definition von Sharing Economy folgend – lediglich eine temporäre Nutzung möglich ist. Die Idee dahinter ist, dass die Chancen der Sharing Economy für Private ohne weitreichende regulative Restriktionen erhalten bleiben sollen, während der professionelle Vertrieb von Leistungen den üblichen Standards vergleichbarer Berufsgruppen folgen soll. Diese verschiedenen Beispiele zeigen, dass die Effekte der Sharing Economy nach wie vor vielen Unsicherheiten unterliegen. Aufgrund der dynamischen Entwicklung der Plattformen und des Nutzer- und Anbieterverhaltens be-

*Rasante Entwicklung
der Sharing Economy*

*Regulative Grauzonen
und Echtzeit-
Experimente mit
offenem Ausgang*

*Professionelle vs.
nicht-professionelle
Angebote*

*Unsichere Effekte und
dynamische Entwicklung*

*Bedarf an
kontinuierlicher
Neubewertung*

steht auch ein Bedarf an einer kontinuierlichen Neubewertung und ggf. dem Nachjustieren von rechtlichen und anderen Regelungen.

Welche grundsätzlichen Alternativen gibt es?

*Alternative
Plattform-Modelle:
Kooperativen und
öffentliche
Sharing-Dienste*

Über die verschiedenen Wirkungsdimensionen hinaus, gibt es auch grundsätzliche Fragen nach der Architektur von Sharing Plattformen. Ist das Modell der zur Monopolisierung und Machtkonzentration neigenden Plattformbetreiber unvermeidbar oder gibt es Alternativen dazu? Ein wichtiges Leitprinzip für alternative Modelle wäre zunächst eine höhere Transparenz. Erst der Zugang zu Nutzerdaten (der derzeit unter Verweis auf Datenschutz von den Betreibern sehr restriktiv gehandhabt wird) kann die empirische Basis für eine fundierte Bewertung der positiven und negativen Effekte der Sharing Economy liefern; und damit auch für evidenzbasiertes korrekatives Eingreifen der Politik, um Fehlentwicklungen zu korrigieren und Missbrauch zu vermeiden. Tatsächlich gibt es Experimente mit alternativen offenen Plattform-Modellen, die auf dem Modell von Kooperativen basieren und die Gewinne unter den Beteiligten aufteilen, bzw. in die Weiterentwicklung der Plattform investieren (Scholz 2016). Ein Beispiel ist die Schweizer Plattformkooperative Autonomia⁵, die im Besitz der Beteiligten steht und über die Reinigungsdienste zu selbstbestimmten Arbeitsbedingungen angeboten werden. Die österreichische Smart Coop Austria⁶ bietet FreelancerInnen und neuen Selbständigen eine Anstellung und die Übernahme des Zahlungsrisikos. Allerdings kämpfen diese neuen Plattformen mit großen Hürden, um sich gegen die etablierten Großen in ihren angestammten Feldern profilieren zu können. Einige der kommerziellen Plattformen geben sich inzwischen offener für ein höheres Maß an Transparenz; dies gepaart mit Eigeninteresse, um einschneidende Regulierungen zu vermeiden.

Weiteres Vorgehen

*Mangelnder Zugang
zu Nutzungsdaten
für Forschungszwecke*

*Nachgelagerte
Technikfolgen-
abschätzung ...*

*... in Kombination mit
dem ‚Right to Challenge‘*

Um zu gewährleisten, dass digitale Sharing Plattformen eine gute Entwicklung nehmen und negative Sekundäreffekte vermieden werden, wäre ein transparenter Zugang zu Nutzungsdaten wichtig, der aber seitens der privaten Betreiber häufig auch für Forschungszwecke verwehrt wird. Dies führt insofern zu einem Problem als TA-Analysen erschwert werden, weil die empirische Basis für eine Bewertung fehlt. Weder ist eine detaillierte wissenschaftliche Analyse der Effekte der Sharing Plattformen möglich, noch eine fundierte partizipative Auseinandersetzung mit ihren normativen Implikationen. Hinzu kommt die Geschwindigkeit, mit der Sharing Plattformen an Bedeutung gewinnen. Dies führt dazu, dass eine antizipierende Bewertung von Technikfolgen kaum möglich ist, sondern lediglich eine nachgelagerte, d. h. nachdem die Plattformen bereits eingeführt wurden (Frenken/Schor 2017). Angesichts dieser Herausforderungen wird in den

⁵ autonomia-kooperative.ch.

⁶ smart-at.org.

Niederlanden das Prinzip des 'Right to Challenge' von Regulierungen als alternativer Politikansatz und als Ergänzung zur nachgelagerten Technikfolgenbewertung erwogen (Frenken/Pelzer 2020). Dabei werden zunächst anspruchsvolle regulative Ziele (z. B. soziale Standards von Leistungsanbietern) und konkrete Anforderungen (z. B. Arbeitszeitregelungen) für neue Plattformen definiert. Die Plattformbetreiber können jedoch eine befristete Ausnahme von den spezifischen Anforderungen erlangen, wenn sie glaubhaft machen, dass sie die Ziele der Regulierung auch auf anderem Weg erfüllen können. Nach Ablauf der Befristung wird eine ex-post Überprüfung in der Form einer nachgelagerten Technikfolgenbewertung vorgenommen, ob die Ziele tatsächlich eingehalten wurden und ob für die weitere Zukunft Auflagen gemacht werden müssen. Diese Erfahrungen legen nahe, dass neben neuen Verfahren des Foresight und der TA für sich rasch entwickelnde Technologien (z. B. begleitende TA oder transformativer Foresight) auch komplementäre Ansätze wie das „Right to Challenge“ in Österreich erprobt werden könnten, um negative Effekte digitaler Plattformen zu mildern und zugleich deren Potenziale zu nutzen. Zuvor müssen allerdings die rechtlichen Voraussetzungen geschaffen werden, um derartige experimentelle Verfahren zu ermöglichen (siehe [Regulatorische Experimentierräume](#)).

Zitierte Literatur

- Cansoy, M. und Schor, J. B., 2017, Who Gets to Share in the Sharing Economy: Racial Discrimination on Airbnb, *Boston College, Working Paper*.
- Frenken, K. und Pelzer, P., 2020, Reverse Technology Assessment in the Age of the Platform Economy, *Built Environment* 46(1), 22-27, doi.org/10.2148/benv.46.1.22.
- Frenken, K. und Schor, J., 2017, Putting the sharing economy into perspective, *Environmental Innovation and Societal Transitions* 23, 3-10, sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422417300114.
- Scholz, T., 2016, *Platform Cooperativism. Challenging the Corporate Sharing Economy*, New York: Rosa Luxemburg Stiftung, New York Office rosalux-nyc.org/wp-content/files_mf/scholz_platformcoop_5.9.2016.pdf.
- Schor, J. B., 2017, Does the sharing economy increase inequality within the eighty percent?: findings from a qualitative study of platform providers, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 10(2), 263-279, doi.org/10.1093/cjres/rsw047.
- Höfner, M. und Rosegger, R., 2022, A Critical Perspective on the Sharing Economy in Tourism Using Examples of the Accommodation Sector in Austria, in: Česnuitytė, V., Klimczuk, A., Miguel, C. und Avram, G. (Hg.): *The Sharing Economy in Europe: Developments, Practices, and Contradictions*, Cham: Springer International Publishing, 285-303.

Folgen digitalen Lesens

Kartenlesen, Sprache, Faktenwissen – nur ein kleiner Ausschnitt der Kulturtechniken, die im Zeitalter des allgegenwärtigen Internets unter Druck geraten sind. Das Lesen ganzer Bücher, also das tiefe Eintauchen in Texte voller Wissen, Erfahrungen, Informationen und Argumentationssträngen, die nicht in zwei Zeilen verkürzt werden können, bisweilen als „Deep Reading“ bezeichnet, ist ein anderes Beispiel. Immer mehr Menschen lesen nicht mehr „tief“, sondern „seicht“ („shallow“ wie es Carr schon 2011 nennt). Das heißt, es wird nur wenig Zeit (nicht viele Stunden am Stück, sondern oft nur Sekunden) auf Überschriften, Bildunterschriften und Kurzfassungen verwendet. Dem Mangel an tieferem Lesen entspricht in dieser Sichtweise ein Mangel an tieferem Verstehen. Auch PsychologInnen und NeurowissenschaftlerInnen erforschen seit Jahren die Konsequenzen des zunehmenden Ersatzes von Smartphone-vermittelter Kommunikation auf das Beherrschen von als wichtig eingestuften Kulturtechniken wie Sprache und Empathie, also die Fähigkeit, sich in andere Menschen hineinzuversetzen und entsprechend zu handeln (Turkle 2011; Gardner/Davis 2013; Wolf 2018; Hari 2022). Ob sich diese kulturpessimistische Sicht, die seit Carrs früher Warnung heftig debattiert wird, als richtig erweisen wird oder ob der Medienwandel qualitativ neue, durchaus adäquate Kulturtechniken befördert, die den „alten“ Techniken ebenbürtig oder vielleicht sogar überlegen sein werden, bleibt abzuwarten (etwa, dass mehr und intensiver gehört wird: Podcasts, ebooks etc., Tobin et al. 2022). Dass sich etwas ändert, ist jedoch offensichtlich: Das Lesen in digitalen Umgebungen mit seiner erleichterten Zugänglichkeit von vielem, was früher nur schwer aufzufinden war, oftmals in neuen, vernetzten, multimedialen Formaten bedeutet „die Abkehr von der statischen Gleichförmigkeit gedruckter Texte hin zu einer um Aufmerksamkeit ringenden Gestaltung komplexer digitaler Leselandschaften. Um sich diesen optimal zurechtzufinden, finden neue Lesestrategien wie Skimming Anwendung. [...] Eine tiefe Verarbeitung wie beim Lesen eines gedruckten Buchs findet nicht statt“ (Zukunftsbüro des BMBF 2020, 99, m.w.N.). Während noch ungeklärt scheint, ob das Lesen auf digitalen Geräten dem Lesen von Papier in Hinblick auf das sinnvolle Erfassen und Verstehen der Inhalte prinzipiell ebenbürtig ist (z. B. Mangen et al. 2013; Clowes 2019), gibt es technische Entwicklungen, die darauf abzielen, das digitale Deep Reading zu unterstützen, etwa mit speziellen AR-Lesebrillen (Li et al. 2021; siehe auch Thema [Virtuelle und augmentierte Realitäten](#)).¹ TranshumanistInnen träumen sogar von Schnittstellen zum Gehirn, um ganze Bücher direkt ins Gehirn zu laden (Istvan 2019, siehe Thema [Cyborg](#)).

Aufgrund der potenziell gravierenden Auswirkungen auf die Gesellschaft wird unter anderem auch in der Stavanger Declaration 2019 von internationalen LeseforscherInnen eindringlich eine konsequente Reaktion auf die-

¹ Zur Virtuellen Literaturerfahrung siehe srf.ch/kultur/literatur/literatur-und-virtual-reality-sieht-so-die-zukunft-des-lesens-aus.

se Entwicklung angemahnt: Die Forschung zu den Folgen des digitalen Lesens möge vorangetrieben werden – auch in Hinblick auf gesundheitliche Folgen (dry eye syndrom) – und es sollten speziell in den Bildungswissenschaften geeignete Strategien entwickelt werden, um das Lesen von Büchern zu fördern und nicht zuletzt tiefes Lesen und höherwertige Leseprozesse auch auf digitalen Geräten zu ermöglichen (was über sog. Deep Reading Indices messbar gemacht wird, vgl. Lee/Kim 2019). Die Demokratie ist auf gebildete BürgerInnen angewiesen, die sich auch mit komplexen Fragen kompetent auseinandersetzen können; wenn zusätzlich der Abbau der Deep-Reading-Fähigkeiten zu einer Minderung der Empathie- und Analysefähigkeit bei einem Großteil der Gesellschaft führt, stellt sich die Frage, welche Folgen für die (politische) Diskussionskultur und den Zusammenhalt zu erwarten wären.

Zitierte Literatur

- Carr, N., 2011, *The Shallows. What the Internet is Doing to Our Brain*, New York/London: W.W. Norton & Company.
- Clowes, R.W., 2019, Screen reading and the creation of new cognitive ecologies. *AI & Soc* 34, 705–720, rdcu.be/cyw0E.
- Gardner, H. and Davis, K., 2013, *The App Generation. How today's youth navigate identity, intimacy and imagination in a digital world*, Yale UP.
- Wolf, M., 2018, *Reader, Come Home. The Reading Brain in a Digital World*. New York: Harper.
- Hari, J., 2022, *Abgelenkt. Wie uns die Konzentration abhandenkam und wie wir sie zurückgewinnen*. München: Riva.
- Istvan, Z., 2019, In 15 years we'll be able to upload education to our brains. Blogbeitrag auf Quartz, 1. Juli, qz.com/1651749/brainwave-tech-will-make-college-debt-a-thing-of-the-past/.
- Lee, D., and Kim, D. 2019, Kakao Deep Reading Index: Consumption Time as a Key Factor in News Curation Algorithm, In: *KSII Transactions on Internet and Information Systems* 13/10, pp. 4833-4848, itiis.org/digital-library/manuscript/2504.
- Li, X. et al., 2021, User study of an AR reading aid system to promote deep reading. In: 2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), S. 611-612.
- Mangen, A. et al., 2013, Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *Int.J.Edu.Res.* 58, S. 61–68, sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035512001127.
- Stavenger Declaration, 2019, bielefelder-institut.de/aktuelles-beitrag/items/internationale-erklaerung-zur-zukunft-des-lesens-im-zeitalter-der-digitalisierung.html.
- Tobin, S.J., Guadagno, R.E., 2022, Why people listen: Motivations and outcomes of podcast listening. *PLoS ONE* 17(4): e0265806. doi.org/10.1371/journal.pone.0265806.
- Turkle, S., 2011, *Alone Together. Why We Expect More From Technology and Less From Each Other*, New York: Basic Books.
- Zukunftsbüro des BMBF, 2020, *Foresight-Prozess III im Auftrag des BMBF. Die ersten 50 Themen*, Juli, Berlin. Thema 43 „Deep Reading – Vom Verlernen einer Kulturtechnik“, S. 99-100, vorausschau.de/SharedDocs/Downloads/vorausschau/de/Foresight2020_50_Themenblaetter.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

KI-Kunst: algorithmische Werke, Non-fungible Tokens und das Metaversum

Obwohl Beethoven seine zehnte Sinfonie unvollendet ließ, war es kürzlich möglich das Stück uraufzuführen: eine Künstliche Intelligenz (KI) vervollständigte unter Aufsicht von MusikwissenschaftlerInnen und ProgrammiererInnen des österreichischen Karajan Instituts die Lücken des Werks, dessen Aufführung mit Begeisterung aufgenommen wurde.¹ Nicht immer sind die Zukunftsvorstellungen, die mit KI-gestützter Kunst einhergehen optimistisch: Als vor einigen Jahren eine Roboter-KI ein philharmonisches Orchester dirigierte, beanstandeten kritische Stimmen fehlende Sensibilität sowie mangelnde Interaktionsfähigkeit mit den MusikerInnen und prophezeiten dem Roboter-Dirigenten schlechte Zukunftsaussichten.² Nicht nur die Musikszene springt auf den KI-Zug auf: Eine österreichische Kooperation mit Google widmet sich der Wiederbelebung und Kolorierung der berühmten, vermutlich verbrannten Fakultätsbilder von Klimt mithilfe von Maschinellem Lernen (ML).³ Erstmals wurde dieses Jahr eine digitale Bildcollage – erstellt mit neuesten 3D-Tools – des US-Künstlers Beeple für an die 60 Mio. Euro versteigert.⁴ Die Software Sudowrite unterstützt AutorInnen beim Schreiben von fiktiven Romanen, womit die Grenze zwischen menschlicher und maschineller Kreativität weiter verschwimmt.⁵ Der Hype um digitale Kunst ist nicht neu, erreicht aber gegenwärtig neue Dimensionen: Das Wachstum des Online-Verkaufs stieg 2020 trotz rückläufigem Gesamtumsatz auf ein Rekordhoch von ca. 10 Mrd. Euro.⁶ Die Vielzahl unterschiedlicher Formen von KI-Kunst und das kontinuierliche Wachstum des Onlinemarkts untermauern das hohe Zukunftspotenzial. Doch was zeichnet KI-Kunst aus? Wie kann ein virtuelles Kunstwerk seinen Wert geltend machen?

Mitgrund für die spektakulären Preise digitaler Kunstwerke sind unter anderem neue Technologien, wie die sogenannten Non-fungible Tokens, kurz NFTs und auf Deutsch in etwa „Nicht-fälschbare Marken“ (Kind 2022). Sie schaffen so etwas wie einen originären Wert und ermöglichen es, Eigentums- und Nutzungsrechte an einzelnen digitalen Kunstwerken festzuschreiben und zu verkaufen. NFTs basieren auf der Blockchain-Technologie, wie z. B. Ethereum⁷, werden aber im Unterschied zu einem Bitcoin, der austauschbar („fungible“) ist, mit einem einmaligen kryptografischen Merkmal

¹ zeit.de/news/2021-10/09/von-ki-vollendete-10-sinfonie-von-beethoven-uraufgefuehrt.

² diepresse.com/5284669/roboter-dirigierte-arie-mit-andrea-bocelli.

³ artsandculture.google.com/project/klimt-vs-klimt.

⁴ onlineonly.christies.com/s/beeple-first-5000-days/beeple-b-1981-1/112924.

⁵ sudowrite.com.

⁶ artbasel.com/stories/art-market-report-2021.

⁷ larvalabs.com/cryptopunks.

geprägt und sind damit einzigartig und exklusiv⁸ („non-fungible“) (Kugler 2021). Außerdem haben NFTs eine Funktion, die es ermöglicht dem/der verkaufenden KünstlerIn jedes Mal einen bestimmten Prozentsatz auszu zahlen, wenn das NFT weiterverkauft wird.⁹ Im ersten Jahresquartal 2021 wurden bereits über zwei Milliarden Euro für NFTs ausgegeben.¹⁰ Ursprünglich in der Gaming-Szene bekannt geworden, wo NFTs für virtuelles Land oder virtuelle Spielcharaktere in Online-Spielen gehandelt werden, versprechen NFTs auch in der Wissenschaft Potenzial: Die Technologie könnte lückenloses Monitoring von Stammzellen-Daten ermöglichen, das nicht nur für die Forschung sondern vor allem für das Management von Gesundheitsdaten relevant wäre (Booth&Gehrie 2021).

Treibt man die Vorstellung von digitalem Handel mit virtueller Kunst, virtuellem Land oder anderen virtuellen Werken und Objekten auf die Spitze, landet man im Metaversum. Mit diesem ästhetisierten Zukunftsszenario ist der Zusammenschluss aller virtuellen Welten und die digitale Durchdringung der physischen Welt gemeint.¹¹ Technologiekonzerne, wie Meta, Microsoft, Epic Games und andere, haben sich der Vision bereits bemächtigt und werben für die neue Lebens- und Gesellschaftsform im Cyberspace. Dies zeitigt bereits Wirkungen, indem Arbeitsplätze für das Metaversum geschaffen werden.¹² Mit der langfristigen Verlagerung von immer mehr gesellschaftlichen Aktivitäten in den virtuellen Raum ist es an der Zeit die Frage zu stellen, wie ein verteilungsgerechtes und demokratisches Metaversum für eine freie Gesellschaft der Zukunft aussehen kann. Damit dabei die ökologischen Kosten nicht außer Acht gelassen werden, integrieren KI-KünstlerInnen heute schon den CO₂-Fußabdruck von NFT-Transaktionen in ihre künstlerische Auseinandersetzung.¹³

Zitierte Literatur

- Booth, G. S. und Gehrie, E. A., 2021, Non-fungible tokens: Stem cell transplantation in the blockchain, *Transfusion and Apheresis Science* 60(5), 103196.
- Kind, S., 2022, Non-Fungible Tokens (Nfts). Themenkurzprofil. Doi: 10.5445/IR/1000143464
- Kugler, L., 2021, Non-fungible tokens and the future of art, *Commun. ACM* 64(9), 19–20.
- OECD, 2021, *Global Scenarios 2035: Exploring Implications for the Future of Global Collaboration and the OECD*, OECD Publishing (Paris).

⁸ Nachdem immer mehr NFT-Anbieter auf den Markt strömen, bleibt es natürlich auf lange Sicht hin fraglich, wie exklusiv NFTs wirklich sind, siehe dazu forbes.com/sites/simonmoore/2021/10/05/the-art-market-shows-how-nfts-may-work-out-as-investments/.

⁹ theverge.com/22310188/nft-explainer-what-is-blockchain-crypto-art-faq.

¹⁰ reuters.com/technology/nft-sales-volume-surges-25-bln-2021-first-half-2021-07-05/.

¹¹ Siehe dazu z. B. das Szenario ‚Virtual Worlds‘ der OECD (2021).

¹² handelsblatt.com/technik/it-internet/zukunftsprojekt-alles-auf-metaverse-warum-facebook-10-000-neue-jobs-in-der-eu-schaffen-will/27712728.html.

¹³ flash---art.com/2021/02/episode-v-towards-a-new-ecology-of-crypto-art/.

Digitales Lernen: Offene Infrastrukturen für Bildungsgerechtigkeit

Zusammenfassung

Digitale Lerntechnologien ermöglichen es – gerade in Krisenzeiten –, den Unterricht und die Bildung aus der Ferne fortzusetzen und den Zugang zu Bildungsangeboten in Anbetracht der digitalen Transformation der Gesellschaft langfristig zu garantieren. Gleichzeitig bieten digitale Innovationen im Bildungswesen große Chancen und Möglichkeiten, durch die Sammlung und Analyse von Bildungsdaten Erkenntnisse über die Entwicklungen des Lehrens und Lernens zu gewinnen und individuelle Lernprozesse zu unterstützen. Welche Voraussetzungen für die transparente und angemessene Nutzung von Online-Tools und zukünftigen Softwarearchitekturen notwendig sind und wie eine nachhaltige, europäische Lerninfrastruktur, die auf eine Verringerung der sozialen Kluft abzielt, vorangebracht werden könnte, wird nachstehend beleuchtet.

Überblick zum Thema

Die soziale Ungleichheit in der österreichischen Gesellschaft ist in der Corona-Krise gestiegen, betroffen sind besonders Menschen mit geringer formaler Bildung.¹ Gerade in Krisenzeiten, in denen die Ansammlung von Menschen als problematisch in Hinblick auf die Krankheitsverbreitung gesehen wird und Schulen, Universitäten und Bildungseinrichtungen über mehrere Monate hinweg geschlossen bleiben, tritt das Potenzial digitaler Innovationen, wie z. B. E-Learning und digitale Verwaltung im Bildungswesen, besonders hervor. Ministerien und Landesverwaltungen setzen – unter dem Schlagwort „Distance Learning“ (Fernlehre) – zunehmend auf den Einsatz von digitalen Tools und Softwarelösungen, um den virtuellen Handlungsraum zu erweitern und Lernen sowie sozialen Austausch auf Distanz zu ermöglichen.² Das Angebot digitaler Innovationen im Bildungswesen ist vielfältig: Es zielt auf die Bereitstellung von Lern- und Bildungsinhalten in Form von virtuellen Wissensbeständen und Datenbanken, auf die Unterstützung von Lern- und Unterrichtsprozessen anhand von Web-Anwendungen (Apps), auf die digitale Verwaltung von Bildungseinrichtungen mit Hilfe spezieller Softwarelösungen und umfassen sowohl offene als auch proprietäre Software-Angebote für den Unterricht, wie Lernplattformen³,

*Vielfältiges Angebot
digitaler Innovationen
im Bildungswesen*

¹ Das zeigt eine aktuelle Panelumfrage zur Corona-Krise der Universität Wien, siehe viecer.univie.ac.at/coronapanel/.

² bmbwf.gv.at/Themen/schule/beratung/corona/corona_fl/dlsp.html.

³ So zum Beispiel die weltweit eingesetzte Open-Source-Plattform Moodle, ein freies objektorientiertes Kursmanagementsystem und eine Lernplattform, die kooperative Lehr- und Lernmethoden unterstützt moodle.org/?lang=de; aber auch proprietäre Angebote wie z. B. LessonUp lessonup.com/en; NearPod nearpod.com.

Öffentliche und kostenfreie Angebote für Bildungszwecke	Präsentations- und Visualisierungswerkzeuge⁴ oder Social-Media-Tools.⁵ Darüber hinaus unterstützen Übersetzungs-Apps⁶ das Erlernen von Sprachen und die Kommunikation über Sprachbarrieren hinweg.
Proprietäre Webanwendungen und Software-Lösungen	Neben vielzähligen kommerziellen Angeboten, entstehen zunehmend öffentliche Angebote, wie z. B. die Bildungsplattform edutube⁷, die in Anlehnung an die weltweit bekannte Plattform Youtube journalistisch verlässlich recherchierte Kurzvideos und Dokumentationen zur Verfügung stellt und vor allem auf die nicht-kommerzielle Nutzung zu Bildungszwecken ausgerichtet ist. Das europäische Kulturarchiv Europeana⁸ stellt eine digitale Sammlung von über 50 Millionen Objekten (Bücher, Musik, Kunstwerke, u.v.m.) zur Verfügung und adressiert in einem ausgewählten Abschnitt Lehrkräfte mit seinen Bildungsinhalten. Darüber hinaus gibt es eine breite Palette an digitalen Schulbüchern⁹, die von den Schulbuchverlagen online – und in Krisenzeiten oft auch gratis – angeboten werden. Zur Unterstützung des (Fern-)Unterrichts kommen bereits Open-Source-Lösungen, d. h. freie Software mit der Möglichkeit zur selbständigen Verwaltung und organisational angepassten Einrichtung, zum Einsatz.¹⁰
Learning Analytics, Academic Analytics und Educational Data Mining	Im Bereich der Schulverwaltung zeigt sich ein anderes Bild: hier werden proprietäre Webanwendungen, wie bspw. edu.FLOW¹¹ (zur Erstellung elektronischer Formulare und zur strukturierten Kommunikation zwischen bspw. Klassenvorständen und SchülerInnen oder zwischen LehrerInnen und Schuladministration), Untis/WebUntis¹² (elektronisches Klassenbuch, elektronische Hausaufgabenverwaltung) oder SOKRATES¹³ (Schulverwaltung) eingesetzt.¹⁴ Auch an Universitäten ist der Einsatz von proprietären Software-Lösungen zur Bereitstellung von E-Learning-Angeboten und zur Kommunikation zwischen Lehrkörper und Studierenden beobachtbar¹⁵; zunehmend werden aber auch Open-Source-Systeme¹⁶ eingerichtet und weiterentwickelt. Mit dem vermehrten Einsatz digitaler Anwendungen im Bildungsbereich ergeben sich neue Möglichkeiten, Daten im Bildungssektor zu sammeln und zu analysieren. Wissenschaftliche Unterfangen im Bereich „Learning Ana-

⁴ Z. B. Sutori sutori.com; Prezi prezi.com/de/.

⁵ Z. B. SchoolFox schoolfox.com oder SchoolUpdate schoolupdate.com.

⁶ Z. B. uugot.it uugot.it oder DeepL deepl.com/translator.

⁷ edutube.at.

⁸ europeana.eu/de.

⁹ bmbwf.gv.at/Themen/schule/beratung/corona/corona_fl/dsb.html.

¹⁰ Siehe bspw. desktop4education d4e.at/.

¹¹ edusuite.at/edu-flow-3/.

¹² untis.at.

¹³ bitmedia.at/sokrates-schulverwaltung/.

¹⁴ Zu beobachten ist auch der zunehmende Einsatz von Google-Anwendungen an Schulen im Zuge der Coronakrise, siehe epicenter.works/content/google-auf-empfehlung-des-ministeriums-massiv-im-einsatz-an-oesterreichischen-schulen.

¹⁵ Z. B. Adobe Connect, GoogleEdu, MS Teams, WebEx oder Zoom.

¹⁶ Z. B. Big Blue Button an der Universität Graz bigbluebutton.org oder Moodle an der Universität Wien zid.univie.ac.at/e-learning/.

lytics“ (Lernanalyse) nutzen Bildungsdaten (sogenannte „intelligente Daten“, d. h. vom Lernenden produzierte Daten und Analysemodelle), um Informationen zu gewinnen und soziale Zusammenhänge zu entdecken oder auch um Lernprognosen zu erstellen und daraus Empfehlungen abzuleiten (Larrabee Sønderlund et al. 2019; Markus/Martin 2018). Eine im Entstehen begriffene Disziplin, die damit in Zusammenhang steht, ist „Educational Data Mining“. ¹⁷ Sie setzt sich mit der Entwicklung von Methoden zur Erforschung der immer umfangreicheren Daten aus dem Bildungsbereich auseinander, mit dem Ziel, diese Methoden zum besseren Verständnis der SchülerInnen und des Umfelds, in dem sie lernen, einzusetzen. Unter dem verwandten Begriff „Academic Analytics“ werden ähnliche Unterfangen verstanden, die auf Bildungsdaten aus dem Hochschulsektor abzielen.

Die vielfältigen, wissenschaftlichen Ansätze der Datenanalyse zeigen, dass Bildungsdaten eine wertvolle Ressource sind, die zur Bearbeitung vielfältiger Problemstellungen und Fragen geeignet sind. Sie könnten zukünftig vor allem in Hinblick auf die digitale Kluft in der Gesellschaft eine wichtige Grundlage für das Monitoring von Entwicklungen im Bildungsbereich sein und darüber hinaus politische Entscheidungsfindung unterstützen (Broos et al. 2020). Voraussetzung dafür ist der Zugang zu den Bildungsdaten. Werden diese über proprietäre Cloud-Anwendungen generiert und analysiert, sind sie nicht oder nur begrenzt für die Bildungsforschung und Bildungspolitik zugänglich. Wenn im Bildungswesen dagegen umfassende, kollaborative Bildungsplattformen weiterentwickelt werden, können Daten entsprechend der DSGVO für Analysezwecke und im Sinne der dafür eingesetzten Steuermittel öffentlich zugänglich gemacht werden. Bereits in der Vergangenheit wurden Fragen aufgeworfen, die die Art und Weise der Bereitstellung digitaler Infrastruktur für vielfältige Zwecke und Einsatzbereiche im Bildungswesen in den Mittelpunkt rücken. ¹⁸ Die transparente Auswahl geeigneter Hard- und Software ist dabei zentral, v. a. um Lock-in-Effekte und den Verlust von Nutzungsrechten an Daten zu vermeiden.

*Daten im Bildungssektor
als wertvolle Ressource*

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Im gegenwärtigen globalen Trend einer immer umfassenderen Plattform-Ökonomie haben wenige private Großkonzerne umfassenden Zugang zur Ressource „Daten“ (siehe Thema [Kollaborative Plattformen](#)). Wenn der Bildungssektor konkurrenzfähige Plattformen für Bildungsangebote und Bildungsdatenanalyse bereitstellen soll, stellt sich die Frage, wie digitale Infrastrukturen im Bildungswesen so gestaltet werden können, dass auch in Zukunft Steuerungsfähigkeit und demokratische Kontrolle gegeben sind. In Hinblick auf die Proklamation zur europäischen Säule der sozialen Rech-

*Besondere
Anforderungen an
digitale Infrastrukturen
im Bildungswesen*

¹⁷ Ein Überblick zu Fragenstellungen und Themen im Bereich, kann in den Conference-Proceedings der 10. Konferenz zu Educational Data Mining in Wuhan 2017 eingesehen werden:
educationaldatamining.org/EDM2017/proc_files/proceedings.pdf.

¹⁸ Siehe Diskussion um die Beschaffung der Schulverwaltungs-Software SOKRATES: derstandard.at/story/2000019259030/sokrates-laesst-schulen-ueber-software-gruebeln.

te,¹⁹ die jedem Menschen das Recht auf eine qualitativ hochwertige und integrative Bildung, Ausbildung und lebenslanges Lernen zuspricht, nimmt Österreich als Mitgliedsstaat und in seiner Verantwortung für Bildung, Ausbildung und Kulturpolitik eine wichtige Rolle ein. Um die europäische Zielsetzung der Etablierung eines gemeinsamen Bildungsraumes bis 2025 zu erreichen, braucht es auf nationaler bzw. auch auf lokaler und regionaler Ebene Initiativen aus dem Bildungssektor für den Bildungssektor.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Ein Foresight-Prozess, der auf die partizipative Identifikation von zukünftigen Anforderungen und Erwartungen an digitale Systeme und Lerndatenanalyse im Bildungssektor abzielt sowie einen breiten Austausch zu Errichtungsmöglichkeiten unabhängiger Bildungsinfrastruktur und offenen Lernplattformen anregt, könnte dazu beitragen, der sozialen Kluft entgegenzuwirken. Darüber hinaus könnten Fragen der Datenhoheit und Datennutzung ausgelotet werden: Wie könnten Aufträge für die Errichtung von Infrastruktur öffentlich und transparent implementiert bzw. vergeben werden, ohne mit der Verpflichtung gegenüber einzelnen Infrastrukturanbietern verzerrende Marktverhältnisse zu schaffen (Lock-in-Effekte)? Wie könnten Bildungsdaten genutzt werden, um die soziale Kluft zu verringern und um zur Etablierung eines europäischen Bildungsraums beizutragen? Welche Risiken könnten durch die datenbasierte Vorhersage von Lernverhalten und den daraus abgeleiteten Politikmaßnahmen entstehen? Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, um die Privatsphäre von Lernenden und Lehrenden zu schützen und einen sensiblen Umgang mit personenbezogenen Daten bei der Analyse von Lernverhalten pflegen zu können?

Zitierte Literatur

- Broos, T. et al., 2020, Coordinating learning analytics policymaking and implementation at scale, *British Journal of Educational Technology* 51(4).
- Larrabee Sønderlund, A., Hughes, E. und Smith, J., 2019, The efficacy of learning analytics interventions in higher education: A systematic review, *British Journal of Educational Technology* 50(5), 2594-2618.
- Markus, E. und Martin, E., 2018, Learning Analytics an Schulen – Hintergrund und Beispiele, *Medienimpulse* 56(1).

¹⁹ data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-13129-2017-INIT/de/pdf.

Spielzeug 2.0

Zusammenfassung

Die Digitalisierung macht keinen Halt vor dem Kinderzimmer. Spielzeug von morgen verfügt teilweise über ein KI-basiertes und menschliches Verhalten imitierendes System, welches sich etwa freut, wenn es gegen seine kindlichen MitspielerInnen gewinnt oder enttäuscht ist, wenn es verliert. Aus entwicklungspsychologischer Sicht werfen solche Spielzeuge aber wichtige und noch zu untersuchende Fragen auf. Es ist noch nicht klar, wie sich der vermehrte Einsatz von KI-gestützten Spielkompanions auf die Entwicklung und das Wohlbefinden der Kinder auswirkt. In Zeiten, in denen problematisches Medienverhalten (Computer, Fernsehen, Mobiltelefone, Internet; siehe Cash 2012, Lozano-Blasco 2022) zunimmt und, Computer-/Videospielsucht als anerkanntes Krankheitsbild (Gaming Disorder) in die WHO ICD-Klassifikation aufgenommen wurde,¹ lohnt es sich, einen kritischen Blick auf die Digitalisierungstrends in der Spielzeugindustrie zu werfen. Vor allem auch, weil diese neue Generation an Spielzeugen noch ungeklärte Fragen bezogen auf Datenschutz und Privatsphäre aufwerfen.

Überblick zum Thema

Für eine optimale kindliche Entwicklung sind Spielen und Spielzeug von wesentlicher Bedeutung. Spielzeuge dienen als Instrumente, um die Interaktion zwischen den spielenden Kindern und deren Bezugspersonen zu koordinieren und dadurch dem Kind auf unterschiedlichen psychosozialen Ebenen Lernen zu ermöglichen. Spielen ist von Beginn an für die Entwicklung des sozialen, emotionalen, kognitiven und physischen Wohlbefindens eines Kindes essentiell. Des Weiteren lernen Kinder im Zuge des Spielens zu kooperieren, Probleme zu lösen und mit anderen zu verhandeln sowie zwischenmenschliche Beziehungen aufzubauen und zu stärken (Milteer et al. 2012).

Traditionelles Spielzeug wie das Steckpferd, unterschiedliche Varianten von Holz- oder Klemmbausteine bzw. Puppen und Miniaturfahrzeuge bekommen jedoch vermehrt Konkurrenz durch „digitalisiertes“ und KI-unterstütztes Spielzeug. Ambitionen zur elektronischen Weiterentwicklung von Spielzeug reichen zurück bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts. Unter den ersten elektronisch unterstützten Spielzeugen waren ferngesteuerte Fahrzeuge, die ab den späten 1960er-Jahren den breiten Konsummarkt erreicht haben. Ein weiterer Meilenstein in der Spielzeugindustrie war ein mechatronischer Teddybär, der ab 1985 angeboten wurde und damals zu den meistverkauften Spielzeugen zählte. Der Mund und die Augen des Teddys bewegten sich, während ein eingebauter Kassettenspieler seine Stimme imitierte. In den späten 1990er-Jahren erfreuten sich virtuelle Fa-

Spielen und Spielzeug ist wichtig für die Persönlichkeitsentwicklung

Erstes elektronisches Spielzeug bereits in den 1960er-Jahren

¹ icd.who.int/browse11/l-m/en#/http%3a%2f%2fid.who.int%2fid%2fentity%2f1448597234%2fmms%2funspecified.

belwesen (Tamagotchis), die als Schlüsselanhänger immer mitgeführt werden konnten, besonders großer Beliebtheit bei Kindern und Jugendlichen. Ziel dieses Elektronikspielzeugs war es, das virtuelle Haustier in seiner Entwicklung zu begleiten und vor dem Tod zu bewahren, indem man sich entsprechend sorgsam darum kümmerte (füttern, zu trinken geben, liebkoosen etc.). Virtuelle Haustiere haben durch dieses Elektronikspielzeug erstmals den Konsummarkt erobert. Es hat sich sogar ein Schwarzmarkt dafür entwickelt, weil die Nachfrage nach dem Schlüsselanhängern mit virtuellen Haustieren zeitweise so hoch war, dass sie das Angebot überstieg.

*„Animismus“ bezeichnet
die Tendenz des
Menschen nicht-lebende
Entitäten als lebendig
und empfindungsfähig
zu betrachten*

Der klinische Psychologe Neil Frude beschäftigte sich bereits 1983 in seinem Buch „The Intimate Machine“ mit „Animismus“. Er beschreibt Animismus als eine Tendenz des Menschen nicht-lebende Entitäten als lebendig und empfindungsfähig zu betrachten (Frude 1983). In einem Artikel mehr als 30 Jahre später reflektiert er nochmals über sein Buch und nimmt dabei Bezug auf die technologischen Entwicklungen, die seit damals stattgefunden haben. Seiner Ansicht nach haben Tamagotchis das richtige Maß an Animismus geboten, um die Vorstellungskraft und die emotionale Reaktion der Kinder zu fördern (Frude/Jandrić 2015). Frude vertritt des Weiteren die Auffassung, dass die Entwicklungen im Bereich der KI ausschlaggebend dafür sein werden, wie stark ausgeprägt der von ihm beschriebene Animismus sein wird.

*Spielzeug von morgen
ist mit verschiedenen
Sensoren und mit
Kameras ausgestattet*

Diese Entwicklungen sind im Moment in der Spielzeugindustrie zu beobachten. Fortschritte in KI, computer vision, Sprach- und Gesichtserkennung oder des spatial computings führen zu einer neuen Generation an Spielzeugen. Ein Beispiel dafür ist ein Roboter, der aussieht wie ein kleiner Bagger.² Das Besondere an diesem ist die Technologie, die darin verbaut wurde: Neben einer lernenden KI und einer programmierten „Grundpersönlichkeit“ (siehe Thema [Affective Computing](#)), die sich weiterentwickelt, je mehr man damit spielt, verfügt der kleine Roboter auch über eine Kamera mit Gesichtserkennung, Mikrofon, Lautsprecher, Wifi-Modul und verschiedene Sensoren wie Beschleunigungs- und Lagesensoren. Spielt man mit dem kleinen Roboter, so drückt dieser „Wut“ oder „Freude“ aus, je nachdem, wer gewonnen hat. Neben der Möglichkeit damit zu spielen, sollen Kinder mit der neu erscheinenden Version des Roboters (voraussichtlich im August 2021) auch programmieren lernen.

Ein anderes Beispiel, welches einen Einblick in die mögliche Zukunft des Spielzeugs gibt, ist ein Roboterhund, der von einem weltweit führenden Elektronikhersteller entwickelt wurde.³ Auch hier sind eine selbstlernende KI, eine Vielzahl an Sensoren, Kameras und weitere Module (Bluetooth, Wifi, Mikrofon etc.) verbaut. Der „Hund“ verfügt an verschiedenen Stellen seines Körpers über Berührungssensoren, um ihn bei Gehorsamkeit auf einen ausgesprochenen Befehl auch entsprechend mit Streicheleinheiten belohnen zu können und damit die KI zu konditionieren. Es gibt jedoch

² digitaldreamlabs.com/pages/cozmo.

³ us.aibo.com.

auch Momente, in denen der Hund nicht gehorcht und der im Lieferumfang enthaltene Knochen nicht apportiert wird.

Die kommende Generation solcher Spielzeuge soll noch mehr Daten nutzen und noch mehr „Personalisierungs-Simulation“ beinhalten. Im Anbetracht dieser Entwicklung stellen sich aus TA-Sicht aber auch aus entwicklungspsychologischer Sicht einige Fragen. Die Tatsache, dass dieses Spielzeug ein breites Spektrum an Sensoren bzw. über Kameras mit Gesichtserkennung verfügt (siehe Thema [Gesichtserkennung](#)), ist aus Sicht des Datenschutzes und der Privatsphäre bedenklich. In einer öffentlichen Aussendung des FBI aus 2017, heißt es dazu auch, dass durch solche Spielzeuge die Privatsphäre und die Sicherheit von Kindern gefährdet ist, da eine große Menge an persönlichen Informationen unwissentlich preisgegeben werden kann.⁴ Das Beispiel eines Spielzeugherstellers aus den USA, welcher den geplanten Verkaufsstart für einen kinderspezifischen Sprachassistenten aufgrund von Privatsphäre-Bedenken abbrechen musste, verdeutlicht die Brisanz des Themas.⁵

*Fragen aus Sicht der TA
und der Entwicklungs-
psychologie*

Die Studienlage zu den Effekten der Interaktion von Kindern mit digitalen Inhalten und Technologien ist ambivalent. Es kann zu negativen Effekten kommen, wie zum Beispiel depressiven Symptomen, Schwierigkeiten in der psychosozialen Anpassung oder verstärkter sozialer Isolation (Fioravanti et al. 2012). Sosa (2016) kommt zu dem Schluss, dass das vermehrte Spielen mit elektronischen Spielzeugen mit einer schlechteren Sprachentwicklung in Verbindung steht. Sie plädiert daher für eine Rückbesinnung auf traditionelles Spielzeug, welches die Interaktion zwischen Kind und Eltern fördert.

Andere Studien wiederum zeigen auf, dass die Nutzung digitaler Technologien auch positive Effekte haben kann, wie z. B. die Erweiterung des sozialen Umfelds oder die Reduktion der sozialen Isolation (Best et al. 2014). Die oben genannten Ergebnisse beziehen sich allerdings vor allem auf die Interaktion der Kinder mit Geräten wie Mobiltelefonen, Tablets, Computerspielen und sozialen Medien. Die Effekte der zunehmenden Digitalisierung des Kinderzimmers durch KI-gestütztes und vernetztes Spielzeug sind noch nicht absehbar. Diese Spielzeuge werden aber oft in Kombination mit Smartphones, Tablets und spezifischen Apps genutzt. In Anbetracht der höheren Smartphone-Suchtanfälligkeit von Kindern und Jugendlichen könnte das problematisch sein (Cho/Lee 2017). Dieser negative Nebeneffekt könnte zusätzlich verstärkt werden, wenn das KI-gestützte Spielzeug bewusst so gestaltet ist, dass es so gut wie möglich eine menschenähnliche Persönlichkeit und menschenähnliches Verhalten imitiert.

Der Psychiater John Bowlby entwickelte in den späten 1960er Jahren das Konzept der Bindungstheorie, welche beschreibt wie sich die Bindung zwischen einem Kind und dessen Eltern entwickelt (Bowlby 1969). Bowlby glaubte, dass die frühen Bindungen, die Kinder mit ihren Bezugspersonen

*Aktuell wird daran
gearbeitet,
das Vertrauen in
KI-Systeme zu steigern*

⁴ [ic3.gov/Media/Y2017/PSA170717](https://www.ic3.gov/Media/Y2017/PSA170717).

⁵ [nytimes.com/2017/10/05/well/family/mattel-aristotle-privacy.html](https://www.nytimes.com/2017/10/05/well/family/mattel-aristotle-privacy.html).

eingehen, einen lebenslangen Einfluss haben. Das Konzept der Bindungstheorie findet aktuell auch Anwendung in der Weiterentwicklung von KI-Systemen. Dabei will man sich die Prinzipien aus der Bindungstheorie zu Nutze machen, um so das Vertrauen in KI-Systeme zu erhöhen (Gillath et al. 2021). In diesem Zusammenhang stellt sich die berechnete Frage, welche potentiellen Effekte ein KI-gestütztes Spielzeug auf die Entwicklung eines Kindes haben kann, wenn es die eben beschriebenen bindungstheoretischen Prinzipien inkorporiert? Es bleibt auch die Frage offen, ob durch die Beschäftigung mit „digitalisiertem“ Spielzeug nicht nur direkt Einfluss auf die Entwicklung von Kindern genommen wird, sondern vielleicht auch indirekt, in dem dann mit anderem Spielzeug nicht gespielt wird, wodurch soziale, kognitive oder motorische Entwicklungen anders verlaufen.

Unabhängig vom Kindeswohl ist natürlich auch festzuhalten, dass diese Art von Spielzeug beim Recycling eine ganz andere Herausforderung darstellt als ein Satz Holzbausteine. Bei einem fortschreitenden Trend in Richtung Digitalisierung des Spielzeugs wäre jedenfalls auch der Aspekt der Nachhaltigkeit zu untersuchen.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Kinder gelten als vulnerable Gruppe in unserer Gesellschaft. Deshalb ist es notwendig, sich genau anzuschauen, wie die Digitalisierung sogar in den Kinderzimmern voranschreitet. Wie beeinflusst die Interaktion von Kindern mit KI-gestützten Spielzeugen ihre kognitive Entwicklung und ihr soziales Verhalten, und wie wirkt sich das kurz- bzw. langfristig auf sie und auf die zukünftige Gesellschaft aus? Wie kann zudem gesichert werden, dass die Privatsphäre der Kinder gewahrt bleibt? Für Österreich und das österreichische Parlament besteht durch die oben beschriebenen Entwicklungen und aufgeworfenen offenen Fragen Handlungsbedarf, denn auch hierzu nimmt die Digitalisierung des Kinderzimmers Fahrt auf.

Vorschlag weiteres Vorgehen

In einer vertiefenden Studie würde zunächst ein ganzheitlicher Überblick zu aktuellen und gerade in Entwicklung befindlichen Spielzeugen erstellt werden. In einem nächsten Schritt würde ein Analyserahmen definiert und die identifizierten Technologien entsprechend TA-relevanter Kategorien eingeordnet werden. Neben Fragen zum Datenschutz und der Privatsphäre, würde vor allem ein Fokus auf die potentiellen entwicklungspsychologischen Effekte gelegt werden. Dazu könnten leitfadengestützte Interviews mit ExpertInnen aus den Bereichen Entwicklungspsychologie, Kinder- und Jugendpsychiatrie, KI-EntwicklerInnen, Spielzeugherstellern und ElternvertreterInnen erfolgen. Ergänzend könnte auch die geltende Datenschutzgrundverordnung daraufhin geprüft werden, ob es möglicherweise in diesem Zusammenhang Nachschärfungsbedarf gibt.

Zitierte Literatur

- Best, P., Manktelow, R. und Taylor, B., 2014, Online communication, social media and adolescent wellbeing: A systematic narrative review, *Children and Youth Services Review* 41, 27-36.
- Bowlby, J., 1969, Attachment and loss v. 3 (Vol. 1): Random House.
- Furman, W., & Buhrmester, D.(2009).
- Cash, H., Rae C.D., Stee,I A.H., Winkler, A., 2012, Internet Addiction: A Brief Summary of Research and Practice. *Curr Psychiatry Rev.* 2012 Nov;8(4): 292-298. doi: 10.2174/157340012803520513.
- Cho, K.-S. und Lee, J.-M., 2017, Influence of smartphone addiction proneness of young children on problematic behaviors and emotional intelligence: Mediating self-assessment effects of parents using smartphones, *Computers in Human Behavior* 66, 303-311
[sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563216306987](https://doi.org/10.1016/j.chbh.2017.04.031).
- Fioravanti, G., Dèttore, D. und Casale, S., 2012, Adolescent Internet addiction: testing the association between self-esteem, the perception of Internet attributes, and preference for online social interactions, *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 15(6), 318-323.
- Frude, N., 1983, *The intimate machine: Close encounters with computers and robots*: Dutton Books.
- Frude, N. und Jandrić, P., 2015, The Intimate Machine – 30 years on, *E-Learning and Digital Media* 12(3-4), 410-424
doi.org/10.1177/2042753015571830.
- Gillath, O., Ai, T., Branicky, M. S., Keshmiri, S., Davison, R. B. und Spaulding, R., 2021, Attachment and trust in artificial intelligence, *Computers in Human Behavior* 115, 106607
[sciencedirect.com/science/article/pii/S074756322030354X](https://doi.org/10.1016/j.chbh.2021.106607).
- Lozano-Blasco, R., Latorre-Martínez, M., Cortés-Pascual, A., 2022, Screen addicts: A meta-analysis of internet addiction in adolescence, *Children and Youth Services Review*, Vol. 135, 2022, 106373, ISSN 0190-7409,
<https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2022.106373>.
- Milteer, R. M., Ginsburg, K. R. und Mulligan, D. A., 2012, The importance of play in promoting healthy child development and maintaining strong parent-child bond: Focus on children in poverty, *Pediatrics* 129(1), e204-e213.
- Sosa, A. V., 2016, Association of the Type of Toy Used During Play With the Quantity and Quality of Parent-Infant Communication, *JAMA Pediatrics* 170(2), 132-137, <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2015.3753>.

Zukunft der Quantentechnologie: Quantencyberkrieg oder leistbares Quanteninternet für Alle?

Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat der globale Wettlauf um die Entwicklung quantentechnologischer Anwendungen, nicht zuletzt durch beachtliche öffentliche Investitionen, neuen Aufschwung erhalten. Nationalstaaten und ihre hochrangigen Forschungseinrichtungen (Akademien der Wissenschaft, Technologiezentren, Innovationsagenturen, u. Ä.) fördern die Nutzbarmachung und Markteinführung von Quantentechnologie und mittlerweile kündigen auch Unternehmen an, in dem Bereich Durchbrüche zu erzielen. Was begrifflich als homogenes Technologiefeld erscheint, ist von unterschiedlichen Paradigmen geprägt.¹ Die Zukunftsversprechen reichen vom Quantencomputer, der spezielle Aufgaben um Größenordnungen schneller lösen kann als ein klassischer Computer, über theoretisch absolut abhörsichere Quantenkommunikation, bis hin zum globalen Quanteninternet, das über Satelliten die Welt vernetzen soll. Doch was sind die Voraussetzungen für eine verantwortungsvolle Nutzung von Quantentechnologien in der Zukunft? Schon jetzt gehen mit den vielversprechenden Quantenzukünften dystopische Vorstellungen einher: allein die notwendige Großinfrastruktur (z. B. Satelliten) hat exklusive Zugänge zur Technologie zur Folge und lässt ein Szenario umfassender Kontrolle und Überwachung von digitalem Leben realistisch erscheinen.² Gerade in Hinblick auf das forschungspolitische Ziel, die Marktreife von Quantentechnologien zu erreichen, ist die Antizipation ethischer, rechtlicher und sozialer Aspekte zur Schaffung von Rahmenbedingungen unabdingbar.

Überblick zum Thema

Quantentechnologien versprechen Antworten auf Problemstellungen, die derzeit mit keiner anderen Technologie gelöst werden können. Trotz der hohen Erwartungen an zukünftige technische Anwendungen sind Quantentechnologien nach wie vor in weiten Bereichen ein Feld der Grundlagenforschung. Aufgrund der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebiete für Quantentechnologie ist wenig transparent, was ein Quantensystem ausmacht. Sinnvoll ist die Definition, dass ein System dann ein Quantensystem ist, wenn seine Eigenschaften von der Quantenphysik dominiert sind (Elser et al. o.J.).

*Nach wie vor in weiten
Bereichen ein Feld der
Grundlagenforschung*

¹ Neben Quantenphysik oder Quanteninformatik, trägt ebenso Wissen aus dem Ingenieurwesen und aus sozialwissenschaftlichen Disziplinen, wie z. B. Bildungswissenschaften, zu quantentechnologischer Forschung bei.

² Auch der Global Risks Report beschreibt ein ähnlich dystopisches Szenario in dem hochleistungsfähige Quantencomputer als disruptives Zukunftsereignis auftreten, das zu einem weitreichenden Kollaps des digitalen Lebens und zum Verlust von Geheimnissen, sensiblen persönlichen und vertraulichen Unternehmens- und Staatsdaten durch wegfallende Sicherheitsgarantien führt; siehe World Economic Forum (2019).

„Quanten-
Superposition“

Es gibt mehrere für die Quantentechnologien wesentliche quantenphysikalische Prinzipien. Das wohl bekannteste ist das Prinzip der Quanten-Superposition oder Quantenüberlagerung, das auch anhand „Schrödingers Katze“ beschrieben werden kann. Es besagt, dass Teilchen gleichzeitig in mehreren Quantenzuständen bzw. an mehreren Orten sein können und erst durch eine Messung wird ein eindeutiger Zustand bzw. Ort festgelegt. Ein weiteres Detail liefert die Heisenbergsche Unschärferelation: sie besagt, dass in der Regel nur Wahrscheinlichkeitsaussagen und keine präzisen Vorhersagen für Messungen an einem einzelnen Quantensystem vorgenommen werden können (Elser et al. o.J.). Auf den ersten Blick mag dies als hinderlich erscheinen, es ist aber gerade diese Eigenschaft, die der Quantenschlüsselverteilung einen Vorteil verschafft: es ist aufgrund physikalischer Gesetze nicht möglich, unbekannte Quantensysteme zu kopieren. Würde nun ein Spion ein „Quantentelefonat“, d. h. Quantenkommunikation zwischen zwei Parteien, abhören und eine Messung vornehmen, könnte man die „Störung“ sofort erkennen. Dieses „No-Cloning“-Prinzip ist ausschlaggebend für den Austausch von sogenannten „Schlüsseln“ bei der Quantenschlüsselverteilung (auf Englisch Quantum Key Distribution, QKD). Dazu kommt das Quantenphänomen der Verschränkung (besser bekannt unter dem englischen Begriff „Entanglement“). Obwohl ein einzelnes Quantensystem sehr unscharfe Messresultate liefert, können zwei Quantensysteme perfekt miteinander korreliert sein und dadurch präzise Vorhersagen zu den erwartbaren Messresultaten ermöglichen. Dieses Prinzip ist die Grundlage für den Quantencomputer.

„No-Cloning“-Prinzip

Quantenphänomen der
Verschränkung

Auch international erfolgen gegenwärtig Aktivitäten, die auf zukünftige Anwendungen orientiert sind: zusammen mit chinesischen Wissenschaftlern haben österreichische Quanten-Experten das erste „Quantentelefonat“ über eine Distanz von 7.600 km durchgeführt.³ Google hat dieses Jahr angekündigt, einen Quantencomputer entwickelt zu haben, der in der Lage ist eine spezielle Aufgabe um Größenordnungen schneller zu lösen als ein klassischer Computer (vgl. Arute et al. 2019).⁴

Quantenkryptographie
und Quantenschlüssel-
verteilung

Die Quantenkryptographie und im Speziellen die Quantenschlüsselverteilung ist eine konkrete Anwendung des breiteren Felds der Quantenkommunikation. Sie ist das Teilgebiet der Quantentechnologien, das gegenwärtig das höchste Potenzial zur Kommerzialisierung aufweist. Erste erfolgreiche Demonstrationen von Quantenschlüsselverteilung weltweit wurden bereits Anfang der 2000er im Rahmen des Projekts SECQOC in Österreich durchgeführt (Peev et al. 2009). Auch in den U.S.A. und vor allem in China wird seit einigen Jahren verstärkt an der Umsetzung von QKD Verschlüsselungstechnologie in die Praxis gearbeitet. 2018 stellte die Eu-

³ oeaw.ac.at/en/detail/news/secure-quantum-communication-over-7600-kilometers-2/.

⁴ Dieser Fortschritt ist auch unter dem englischen Schlagwort „Quantum Supremacy“, auf Deutsch „Quantenüberlegenheit“ bekannt. Allerdings ist höchst umstritten, ob es sich tatsächlich um einen Durchbruch handelt, vgl. zeit.de/digital/internet/2019-10/quantencomputer-google-innovation-supercomputer-quantum-supremacy.

europäische Kommission ihre Quantum Flagship Initiative⁵ vor, die für die nächsten zehn Jahre bis zu einer Milliarde Euro für die Forschung an Schlüsselbereichen der Quantentechnologien in Europa bereitstellen wird.⁶ Die am Kick-off Event der Initiative in der Wiener Hofburg vorgestellten Vorhaben sind vielfältig: angefangen von leistbarer Quantenkommunikation für alle, über die Weiterentwicklung eines Quantensimulators zum Aufbau eines Quantenprozessor-Netzwerkes, bis hin zur Entwicklung industrieller Quantencomputer. Grundlegende Idee der Förderinitiative ist es Quantentechnologien mit der langfristigen Vision eines globalen Quanteninternets zur Marktreife zu bringen. Erste Schritte in diese Richtung sind beispielsweise die Verkleinerung von Bauteilen, was langfristig auch die Kosten von Quantengeräten verringern soll, oder die Standardisierung von Quantenelementen, um deren Integration in traditionelle Kommunikationssysteme (Glasfasernetze der Telekomanbieter) zu ermöglichen. Anhand des Beispiels Quantenkryptographie wird deutlich, dass es zusätzlich zur Technologieentwicklung notwendig ist Infrastrukturen zur Schlüsselverteilung⁷ aufzubauen (Glasfasernetze, Satelliten, u. ä.).

Quantum Flagship Initiative

Zukunftsvision: globales Quanteninternet und Quanteninfrastruktur

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Österreich hat eine international führende Rolle in der Quantenforschung.⁸ Eine Vielzahl an Einrichtungen forscht an Quantentechnologien: die Universität Wien, die Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW), das AIT Austrian Institute of Technology, sowie die Universität Innsbruck, und die Technische Universität Wien. Nicht nur die wegweisenden Experimente im Bereich Quantenphysik wurden in Österreich durchgeführt, sondern auch Hard- und Software für Quantentechnologien wird zurzeit in Österreich entwickelt. Die hohe Beteiligung Österreichs an mehreren Projekten der Quantum Flagship Initiative (z. B. CiViQ⁹, UniQorn¹⁰) und in seiner Koordinationsrolle für die europäische Initiative zur Quantenkommunikationsinfrastruktur¹¹ ist ein weiterer Indikator für die etablierte Position Österreichs. Doch nicht nur in der Forschung und Entwicklung ist das Potenzial hoch; gerade Quantentechnologien, die sich für militärische Anwendungen eignen sind von hohem internationalem Interesse und könnten auf ein zukünftig mögliches Technologie-Wettrüsten hindeuten. In Ös-

Führende Rolle Österreichs in der Quantenforschung

⁵ qt.eu.

⁶ [wienerzeitung.at/nachrichten/wissen/forschung/998839-Quantenforschung-fuer-den-Markt.html](https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/wissen/forschung/998839-Quantenforschung-fuer-den-Markt.html).

⁷ Auf diesen Bedarf reagierte die Europäische Kommission mit einem neuen Schwerpunktprogramm „Quantenkommunikationsinfrastruktur für Europa (EuroQCI)“, siehe digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-quantum-communication-infrastructure-euroqci.

⁸ Davon zeugt nicht zuletzt die Vergabe des Physiknobelpreis 2022 an den österreichischen Quantenphysiker Anton Zeilinger, siehe oeaw.ac.at/iwf/aktuelles/layer/news/anton-zeilinger-gewinnt-den-physik-nobelpreis-2022.

⁹ civiquantum.eu.

¹⁰ quantum-uniqorn.eu.

¹¹ Siehe openqkd.eu

terreich wird gegenwärtig Quantentechnologie¹² breit gefördert und im Rahmen der Sicherheitsforschung werden spezielle Projekte zu Quantenkryptographie (QKD) mit dem Ziel die Datensicherheit von Behörden zu erhöhen¹³ ausgeschrieben.

Vorschlag weiteres Vorgehen

*Hohe Investitionen in
F&E und hohes
strategisches Interesse
von Nationen und
globalen Unternehmen*

Die Dynamik im Feld der Quantentechnologien kann anhand folgender internationaler Trends zusammengefasst werden: hohe Investitionen in Forschung und Entwicklung, unterschiedliche wissenschaftliche Paradigmen in den Forschungsgemeinschaften, sowie unterschiedliche Stadien der Realisierung je nach Anwendungsgebiet. Hinzu kommt das strategische Interesse von Nationalstaaten und globalen Unternehmen, die durch Exportregulierungen, Großinfrastruktur oder exklusive Eigentumsrechte an Technologien und Know-How (IPRs) den Zugriff und die Nutzungsmöglichkeiten in der Zukunft beeinflussen können. Um eine breitere, gesellschaftliche Perspektive zu gewinnen, bietet die Auseinandersetzung mit langfristigen ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekten (ELSA) der Quantentechnologie eine Ausgangsbasis. Sehr begrenzt beginnt eine breitere Analyse von Quanten-Innovationen. Das Quantum Flagship Projekt CiViQ setzt z. B. Impulse, indem neben den technologiespezifischen Inhalten auch langfristige ethisch-soziale Aspekte berücksichtigt werden, die mit der QKD-Technologie einhergehen könnten.

*Antizipation zukünftiger
Risiken:
Quantencyberkriege?*

Bedrohungsszenarien, wie das internationale Wettrüsten mithilfe militärischer Anwendungen der Quantenkryptographie oder Möglichkeiten von Quantencyberkriegen sind bisher kaum analysiert worden. Diese Risiken zu antizipieren, würde eine Voraussetzung sein, um bei schnellem Fortschritt im Bereich der Quantentechnologien adäquate Governance-Mechanismen frühzeitig zu implementieren. Hierzu könnten in einem Foresight-Prozess alternative Entwicklungen und Änderungssignale („weak signals“) erkundet werden. Das Aufspüren neuer Paradigmen und Ansätze, wie z. B. Quantenbiologie als Schnittstelle von Quantenphysik und Biologie (siehe [Quantenbiologie](#)) wurde bereits vorausschauend erprobt¹⁴; neue Konstellationen mit Zukunftspotenzial könnten ebenso im Rahmen eines Foresight-Prozesses exploriert werden.

¹² [ffg.at/quantenforschung-und-technologie](https://www.ffg.at/quantenforschung-und-technologie).

¹³ [ffg.at/kiras/ausschreibung-2019](https://www.ffg.at/kiras/ausschreibung-2019).

¹⁴ archives.esf.org/coordinating-research/forward-looks/physical-and-engineering-sciences-pen/current-forward-looks-in-physical-and-engineering-sciences/a-foresight-activity-on-research-and-technology-in-quantum-information-science-and-european-strategy-farquest.html.

Zitierte Literatur

- Arute, F. et al., 2019, Quantum supremacy using a programmable superconducting processor, *Nature* 574(7779), 505-510.
- Elser, D., Marquardt, C. und Leuchs, G., o.J., *Quanten-Engineering mit optischer Technologie*: Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, Erlangen.
- World Economic Forum, 2019, *The Global Risks Report 2019*: World Economic Forum, .

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 hervorgebracht hat, um Energie und Wasser zu gewinnen und zu speichern, wird zur Grundlage für neue Prozessinnovationen (siehe [Treibstoffe aus Sonnenlicht](#), [Inwertsetzung von Natur](#)). Zugrundeliegende Designprinzipien werden analysiert und auf mögliche Lösungen für zukünftige Technologien untersucht, die strukturell ähnliche Herausforderungen aufweisen: z. B. Wärmedämmung, 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 Strukturbildungsgesetzen der Natur Modellierungsansätze und Designmöglichkeiten für neuartige Strukturen (Yuan et al. 2017). Biomimikry ist auf innovative Organisationsstrukturen oder systemische Lösungen ausgerichtet. 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.¹

Bionik und Biomimikry werden oft primär aus technologischer Sicht betrachtet, allerdings gibt es auch zunehmend Transferansätze, um die Ansätze breiter nutzbar zu machen (vgl. Rovalo et al. 2019). 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 entwickeln.²

¹ [wissenschaft.de/gesundheitsmedizin/schmetterlingsaugen-fuer-die-krebschirurgie/](https://www.wissenschaft.de/gesundheitsmedizin/schmetterlingsaugen-fuer-die-krebschirurgie/).

² Dies bietet sich insbesondere an, da in Österreich bereits Akteure und Netzwerke zu dem Thema vorhanden sind, siehe [epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/d2-2e18.pdf](https://pub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/d2-2e18.pdf), sowie das Institut für Angewandte Physik der TU Wien, das schwerpunktmäßig Biomimetik befasst, siehe iap.tuwien.ac.at/www/atomic/biomimetics/index.

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., Solberg, J. R., Curet, O. M., Lynch, K. M. und MacIver, M. A., 2013, Biomimetic and bio-inspired robotics in electric fish research, *Journal of Experimental Biology* 216(13), 2501-2514.
- Rovalo, E., McCardle, J., Smith, E. und Hooker, G., 2019, Growing the practice of biomimicry: opportunities for mission-based organisations based on a global survey of practitioners, *Technology Analysis & Strategic Management*, 1-17, doi.org/10.1080/09537325.2019.1634254.
- Yuan, Y. P., Yu, X. P., Yang, X. J., Xiao, Y. M., Xiang, B. und Wang, Y., 2017, Bionic building energy efficiency and bionic green architecture: A review, *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 74, 771-787.

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 werden von zwei verschiedenen Richtungen vorangetrieben: 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* (Gen-Schere; CRISPR/Cas9) von existierenden Organismen aus, an denen neue Eigenschaften implementiert werden sollen. Ziel ist in beiden Ansätzen, Lebensformen zielgerichtet zu entwerfen oder zu transformieren. Nachdem Ende 2018 publik wurde, dass in China Zwillinge geboren wurden, die angeblich gegen HIV resistent sind, weil ein Forscher ihr Erbgut mit der Gen-Schere CRISPR/Cas9 verändert hat, ist eine breitere Debatte um künstliches Leben entfacht worden (siehe Thema [CRISPR/Cas9-Mensch](#)).¹

Überblick zum Thema

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 gehören neue Chemikalien und Treibstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, wie auch Mikroorganismen zum Detektieren und Sanieren von Schadstoffkontaminationen in der Umwelt (Purnick/Weiss 2009). Während vollständig neue Organismen in ihrer mittelfristigen Machbarkeit unklar sind, zeichnet sich die Tendenz ab, künstliches Leben durch Veränderung bestehender Organismen zu erzielen, wie z. B. abgeschwächte Viren für sichere und effektive Impfstoffe.

Synthetische Biologie

¹ Siehe z. B.: derstandard.at/2000093129040/Der-Tabubruch-der-ersten-manipulierten-Kinder#, vgl. Regalado, 2019.

**Gene Editing:
CRISPR/Cas9** Mit dem *CRISPR/Cas9-System*², das seit einigen Jahren die Gentechnik von Grund auf verändert, wird es möglich, das Erbgut gezielt 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 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 (siehe bspw. [Zellfabriken](#)). Die über die bisherige Systembiologie, Gen- und Biotechnologie hinausgehenden Potenziale des biologischen künstlichen Lebens liegen mittelfristig weniger in fundamental neuen Konzepten, sondern vielmehr in der Kombination 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 (siehe Thema [Xenobots](#)), 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. In Bezug auf *CRISPR/Cas9* hat die Nachricht von genveränderten Zwillingen in China als Schritt hin zu Designer-Babys diese Debatte ausgelöst und zur Forderung nach einem Moratorium geführt.

² Die englische Abkürzung CRISPR bezeichnet 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.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Fragen der biologischen Sicherheit haben die Entwicklung von Synbio von Beginn an begleitet (ETC Group 2010; Bennett et al. 2009, Gómez-Tatay & Hernández-Andreu, 2019). 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.

Bio-Sicherheit

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, oder auch die Designerbabys durch Genome Editing.

Öffentlicher Diskurs

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.

Governance

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).

Politikfeldübergreifende Relevanz

Selbst bei den Ansätzen zur Schaffung künstlichen Lebens einfacher Organismen 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 der KI-Forschung, dem Gesundheitssystem, der Landwirtschaft aber auch der Do-it-yourself-Bewegung wären wichtig, um sowohl deren Anforderungen an die Technologie als auch den Erfahrungshorizont zur Einordnung der Technologien einzubinden.

Förderpolitik

Regulierung Der Europäische Gerichtshof hat im Sommer 2018 ein überraschend begrenzendes Urteil zu CRISPR/Cas9 in Bezug auf die Landwirtschaft gefällt, dass die strengen Gentechnik-Richtlinien auch für die neuen Methoden gelten.³ Für Experimente in Richtung menschlichen künstlichen Lebens durch CRISPR/Cas9 werden ein Moratorium und globale Regelungen gefordert (Lander et al. 2019).

Vorschlag weiteres Vorgehen

Die dargestellten Themenkomplexe könnten im Überblick in einer Kurzstudie bearbeitet werden, die den Stand der internationalen Diskussion 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). Das breite Thema des künstlichen Lebens wäre im engen Zusammenhang mit dem Moratorium und der globalen Einigung hinsichtlich zukünftiger Eingriffe am Menschen zu untersuchen.

Zitierte Literatur

- 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.
- 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.
- Gómez-Tatay, L., & Hernández-Andreu, J. M., 2019, Biosafety and biosecurity in Synthetic Biology: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49(17), 1587-1621, doi:10.1080/10643389.2019.1579628
- Juhas, M., 2016, On the road to synthetic life: the minimal cell and genome-scale engineering, *Critical Reviews in Biotechnology* 36(3), 416-423.
- Lander, E., Baylis, F., Zhang, F., Charpentier, E. und Berg, P., 2019, Adopt a moratorium on heritable genome editing, *Nature* 567(7747), 165-168.
- Mackenzie, A., 2010, Design in synthetic biology, *BioSocieties* 5(2), 180-198.
- Pühler, A. et al. (Hg.), 2011, Synthetische Biologie. Die Geburt einer neuen Technikwissenschaft, Berlin, Heidelberg: Springer
- Purnick, P. E. M., Weiss, R., 2009, The second wave of synthetic biology: from modules to systems, *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 10(6), 410-422.

³ [nature.com/articles/d41586-018-05814-6](https://www.nature.com/articles/d41586-018-05814-6).

- Regalado, A., 2019, Three years ago an unknown Chinese scientist edited the DNA of human embryos. It was a step on an inexorable path to designer babies, *MIT Technology Review* 122(1), 63-69.
- 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).

Digitale Erinnerung

Unter dem Stichwort Lifelogging wird seit den 1980er-Jahren mit Kameras und Sensoren experimentiert, die am Körper 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 möglich.¹ So 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 ([Metalinsen](#); [Gesundheitsdaten-monitoring](#); [Sensorrevolution](#)). Klinische Anwendungen, etwa zur Unterstützung der Erinnerungsleistung von AlzheimerpatientInnen, werden erforscht. Eine Anwendung hilft Menschen mit Übergewicht bei der Selbstüberwachung (Ksibi et al. 2021). Auch generell wird an lifelogging als Unterstützungstechnologie für alternde Gesellschaften geforscht (Climent-Perez et al. 2020), beispielsweise zur Prävention im Gesundheitsbereich (Scherenberg 2019). Es gibt auch Smart-TV-basierte Ansätze, bei denen die Geräte Interaktionen, Vorlieben, Aktivitäten und Ereignissen des täglichen Lebens von Einzelpersonen und Familien erfassen und speichern. Die erfassten Daten können z. B. für die Analyse des Sehverhaltens, die Erweiterung des Gedächtnisses, die Überwachung des Zuschauers, die Modellierung von BenutzerInnen, kontextbezogene Empfehlungen, E-Learning und E-Commerce verwendet werden (Khan et al. 2022). Technisch problematisch sind bei allen Ansätzen 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 Problem.² Big-Data-Anwendungen, künstliche Intelligenz und Gesichtserkennung sollen hier Abhilfe schaffen. Diesbezüglich gewinnt digitales Storytelling an Relevanz: Mithilfe künstlicher Intelligenz sollen automatisch digitale Geschichten aus unstrukturierten lifelogging-Daten erzeugt werden. (Ksibi et al. 2021). Solche Zusammenfassungen von Videos aus der Ich-Perspektive könnten der Technologie zum Durchbruch verhelfen und ganze Berufsbilder, wie das der Influencer, stark beeinflussen. 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 verletzen³ ([Digitalisierung und Anonymität](#)).

¹ spectacles.com/at/.

² technologyreview.com/s/602306/technologists-wont-give-up-on-the-dream-of-memory-augmentation/.

³ enisa.europa.eu/publications/to-log-or-not-to-log-risks-and-benefits-of-emerging-life-logging-applications/at_download/fullReport.

Auch psychische und soziale Folgen sind bei einer breitenwirksamen Anwendung zu erwarten (Selke 2020): Wie verändert sich das Verhalten des Einzelnen und die Gesellschaft, wenn jeder Moment des Lebens erfasst und gespeichert wird?

Zitierte Quellen

- Climent-Pérez, P., Spinsante, S., Mihailidis, A., Florez-Revuelta, F. (2020) A review on video-based active and assisted living technologies for automated lifelogging, *Expert Systems with Applications*, Volume 139, 112847, doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112847.
- Khan, M., Khusro, S. und Alam, I., 2022, Smart TV-Based Lifelogging Systems: Current Trends, Challenges, and the Road Ahead, in: Guarda, T., et al. (eds): *Information and Knowledge in Internet of Things*, Cham: Springer International Publishing, 31-58, doi.org/10.1007/978-3-030-75123-4_2.
- Ksibi, A., Alluhaidan, A. S. D., Salhi, A. und El-Rahman, S. A., 2021, Overview of Lifelogging: Current Challenges and Advances, *IEEE Access* 9, 62630-62641.
- Scherenberg V. (2019) Prävention via Lifelogging – Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Selbstvermessung. In: Pfannstiel M., Da-Cruz P., Mehlich H. (eds) *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen VI*. Springer Gabler, Wiesbaden. doi.org/10.1007/978-3-658-25461-2_24.
- Selke S. (2020) Lifelogging. In: Frieze H., Nolden M., Rebane G., Schreiter M. (eds) *Handbuch Soziale Praktiken und Digitale Alltagswelten*. Springer VS, Wiesbaden. doi.org/10.1007/978-3-658-08357-1_41.

Social [Ro-]Bots: Maschinen als GefährtnInnen?

Schaffen es virtuelle Software-Agenten 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.¹ Es kann sich dabei um physisch vorhandene oder auch virtuelle Software-Agenten handeln, die auch Gefühle repräsentieren bzw. vortäuschen können. Virtuelle Agenten sind unsere ständigen BegleiterInnen (wie z. B. Siri, Alexa oder Google Assistant Tay auf Smartphones, Tablets, vernetzten Objekten oder in Social Media Netzwerken). 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, Hobbit², 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 (z. B. 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 Samantha, Frauenpositionen ersetzen?³ 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 US-amerikanischen Wahlen (Grech 2017) (siehe dazu Thema „[Microtargeting](#)“). Während bereits Werkzeuge entwi-

¹ Eine deutschsprachige Vorstudie zum Thema mit Schwerpunkt auf Software-Anwendungen hat das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag im Jahr 2017 erstellt, siehe dazu: tab-beim-bundestag.de/projekte_social-bots.php.

² hobbit.acin.tuwien.ac.at/about.html.

³ Einen Überblick zur Literatur und zu ethischen Positionen für und wider die Entwicklung von sogenannten Sexrobotern geben Döring, Mohseni und Walter (2020).

ckelt werden, die dem Missbrauch entgegenwirken sollen (bspw. der Dienst Botometer⁴, der darauf abzielt Social Bots zu identifizieren oder Hoaxmap⁵ und Mimikama⁶, die Falschmeldungen im Internet entlarven), bleiben hochbrisante Fragen, die gesellschaftlich verhandelt werden müssen, vorerst unbeantwortet.

Zitierte Literatur

- Döring, N., Mohseni, M. R., & Walter, R. (2020). Design, Use, and Effects of Sex Dolls and Sex Robots: Scoping Review. *J Med Internet Res*, 22(7), e18551. doi:10.2196/18551
- Graff, B., 2016, Rassistischer Chat-Roboter: Mit falschen Werten bombardiert., *Süddeutsche Zeitung*. [sueddeutsche.de/digital/microsoft-programm-tay-rassistischer-chat-roboter-mit-falschen-werten-bombardiert-1.2928421](https://www.sueddeutsche.de/digital/microsoft-programm-tay-rassistischer-chat-roboter-mit-falschen-werten-bombardiert-1.2928421).
- Grech, B., 2017, Social Bots: Ein Wahlkampf der Algorithmen. *Die Presse*. [diepresse.com/5237997/social-bots-ein-wahlkampf-der-algorithmen](https://www.diepresse.com/5237997/social-bots-ein-wahlkampf-der-algorithmen).
- Schaber, F., Krieger-Lamina, J., Peissl, W. (2019), *Digitale Assistenten – Endbericht*, Wien. doi:/10.1553/ITA-pb-2019-01

⁴ botometer.iuni.iu.edu/#/.

⁵ hoaxmap.org.

⁶ mimikama.at.

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; Kim et al. 2021), 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 (Cao et al. 2020).

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 Quanten-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 Biologie¹ und die zukünftige Grundlagenforschung im neuen, interdisziplinären Bereich der Quantenbiologie ist möglicherweise für Österreich, das einen hohen Kompetenzgrad in der Quantenforschung aufweist, interessant.

¹ iqoqi-vienna.at/de/research/zeilinger-group/quantum-science-and-application-in-biology/.

Zitierte Quellen

- Ball, P., 2011, Physics of life: The dawn of quantum biology, *Nature News* 474(7351), 272-274.
- Cao, J., et al., 2020, Quantum biology revisited, *Science Advances* 6(14), eaaz4888 advances.sciencemag.org/content/6/14/eaaz4888.abstract.
- Caruso, F., 2016, What is Quantum Biology? Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings e.V.; lindau-nobel.org/what-is-quantum-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.
- Kim, Y., et al., 2021, "Quantum Biology: An Update and Perspective." *Quantum Reports* 3, no. 1. (2021): 80-126. <https://doi.org/10.3390/quantum3010006>.
- Lim, J. et al., 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.

Dezentrales KI-Lernen: Gesellschaft als Reallabor?

Die Erforschung Künstlicher Intelligenz (KI) prägt bereits unseren Alltag: die Eingabehilfe einer Handytastatur, Algorithmen zur Spracherkennung und für Musikempfehlungen, Fotoauswahl und [Gesichtserkennung](#) sind Beispiele für KI-Anwendungen, die ständig weiterentwickelt und praktisch getestet werden. Künstliche Intelligenz hat wesentlich zum Erfolg großer IT-Unternehmen beigetragen, da diese in der Lage sind, große Mengen an Nutzungsdaten zu sammeln und zentral zu verarbeiten. In der bisherigen Erfahrung führte die KI-Entwicklung zu einer Winner-takes-it-all-Dynamik: umso umfangreicher die Trainingsdaten einer KI, desto treffender die Prognosen, desto effektiver die angebotene KI-Dienstleistung.¹ Prinzipiell braucht KI-Lernen große Rechenkapazitäten, weshalb schon bisher Cloud-Lösungen für KI-Lernen genutzt wurden (AWS, Microsoft, Google).² Diese Cloud-Lösungen bauen auf einer zentralisierten Architektur auf: Nutzungsdaten werden zentral in der Cloud gespeichert und dann zum Training von Algorithmen genutzt. Die Nachteile einer zentralen Datenspeicherung bestehen darin, dass große Datenmengen transferiert werden müssen, was Kosten verursacht; Latenzprobleme verhindern oft die erforderliche Echtzeit-Inferenz; Verschwiegenheitsanforderungen in Bereichen mit sensibler Datenverarbeitung verhindern die Cloud-Speicherung; Datenübertragung zu entlegenen Cloud-Servern bietet Einfallstore für Hacker-Angriffe (siehe Thema [Cloud Computing](#)).

Dezentrale Ansätze im Maschinenlernen versuchen diesen Nachteilen entgegenzuwirken und werden in Anbetracht der zunehmenden Vernetzung von Geräten (siehe Thema [Netz der bewegten Dinge](#)) und damit steigender, dezentraler Rechnerleistung immer attraktiver. Einer dieser Ansätze ist „Edge Computing“. Die Idee ist, dass Informationsverarbeitung am Rand des Netzwerks („Edge“), d. h. z. B. direkt am Endgerät stattfindet, um einerseits von den Vorteilen einer Cloud zu profitieren und andererseits Verzögerungen bei der Datenübertragung zu vermeiden. Einen anderen Fokus legt „Federated Learning“, eine neue Trainingsmethode für KI, die auf kooperatives Lernen anhand eines geteilten Vorhersagemodells abzielt (Peters und Krieger 2022). Anders als bisher ist dazu kein zentraler Datensatz notwendig, sondern die Verbesserungen und Lernprozesse der einzelnen, mobilen Geräte werden als Update verschlüsselt an eine Cloud geschickt. In der Cloud werden die gesammelten Updates aller NutzerInnen zusammengeführt und helfen, das zentrale Trainingsmodell zu verbessern. Das verbesserte Modell wird dann wiederum auf die mobilen Geräte zurückgespielt und kann gleich genutzt werden. Die Vorteile dieser Verarbeitungsweise liegen im reduzierten Datenvolumen der Updates im Vergleich zur Übertragung der gesamten Nutzungsdaten und damit ge-

¹ mattturck.com/the-power-of-data-network-effects/.

² hackernoon.com/federated-learning-a-step-closer-towards-confidential-ai-7ac4afa9b437.

ringeren Kosten. Zudem bietet Federated Learning einen höheren Datenschutz, da alle persönlichen Daten am mobilen Gerät verbleiben und lediglich die Updates des Modells verschlüsselt an die Cloud übermittelt werden.

Gerade für Bereiche, in denen es aufgrund von sektoralen Geheimhaltungsbestimmungen oder Geschäfts- und Sicherheitsinteressen nicht gewünscht ist, Daten an Dritte weiterzugeben (Bankenwesen, Gesundheitsbereich, Versicherungen, Militär), eröffnet dezentrales Maschinenlernen neue Zukunftsoptionen. Die Dezentralisierung von digitaler Infrastruktur für KI-Lernen wird auch in Zukunft die umfassende Marktmacht großer Technologiekonzerne nicht mindern. Die Möglichkeiten von Federated Learning könnten aber zum vermehrten Eintritt neuer Akteure in den Markt für KI-Lernen führen, z. B. Start-ups in Nischenbereichen, wie z. B. Krebsforschung.³ Durch einen offeneren Zugang zur KI-Infrastruktur und durch dezentrale KI-Lernmethoden könnten die Nutzung und Verbesserung von KI zu Effizienzgewinnen in prognostischen Anwendungen führen und damit gesellschaftliche Vorteile realisieren. Trotz vielversprechender Visionen, bestehen auch Zweifel an der neuen Technologie: KritikerInnen argumentieren, dass das geteilte, globale Prognosemodell durch jeden TeilnehmerIn von Federated Learning manipuliert werden kann (Bagdasaryan et al. 2019).

Gerade bei der KI-Entwicklung wird deutlich, dass Forschungsprozesse und die mit ihnen verbundenen Risiken über institutionalisierte Grenzen der Wissenschaft hinaus- und in die Gesellschaft hineingetragen werden, d. h. Gesellschaft als Reallabor für experimentelle Forschung genutzt wird (Krohn/Weyer 1989). Ob dezentrale KI-Technologien begrenzen können, dass die Gesellschaft wie bisher als Experimentierfeld von Facebook, Amazon und Google dient, bleibt offen. Welche sozialen, ethischen und politischen Implikationen die Anwendung von Federated Learning für die Verarbeitung personenbezogener Daten hat, könnte weiterführend erarbeitet werden.

Zitierte Quellen

- Bagdasaryan, E., Veit, A., Hua, Y., Estrin, D. und Shmatikov, V., 2019, How To Backdoor Federated Learning, arxiv.org/pdf/1807.00459.pdf.
- Krohn, W. und Weyer, J., 1989, Gesellschaft als Labor: Die Erzeugung sozialer Risiken durch experimentelle Forschung, *Soziale Welt* 40(3), 349-373.
- Peters, R. und Krieger, B., 2022, Föderales Maschinelles Lernen. [http://dx.doi.org/10.5445/IR/1000150233](https://dx.doi.org/10.5445/IR/1000150233).

³ owkin.com.

Open Access – jetzt aber wirklich?

Open Access (OA) steht für den unbeschränkten und kostenlosen Zugang zu wissenschaftlichen Publikationen und Daten im Internet. Damit ist der Anspruch verbunden, dass die Ergebnisse öffentlich finanzierter Forschung auch für alle Interessierten öffentlich zugänglich sein sollten. Das Ziel von OA wird bereits seit vielen Jahren verfolgt, es handelt sich jedoch um einen langwierigen Umstellungsprozess des wissenschaftlichen Publikationssystems mit dem Ziel, dass nicht die LeserInnen (bzw. ihre Institutionen, Bibliotheken), sondern die AutorInnen (bzw. deren Institutionen) oder wissenschaftliche Gesellschaften und Konsortien für die Publikationskosten aufkommen. Insbesondere die großen, internationalen wissenschaftlichen Verlage verdienen am bisherigen System durch hohe Abonnementpreise bzw. am Übergangssystem der „Hybridzeitschriften“ durch hohe Preise für das Open-Access-Stellen („Freikaufen“) einzelner Artikel. Diese Verlage sind daher nur zögerlich oder gar nicht bereit, auf OA umzustellen. Da sich die Alternative, die Artikel individuell nach Veröffentlichung in sogenannte OA-Repositorien hochzuladen als lückenhaft und aufgrund der Vertragsgestaltung der Verlage oft als unmöglich herausgestellt hat, versuchen die öffentlichen Forschungsförderer seit längerem den Prozess dadurch zu beschleunigen, dass sie OA zu einer Verpflichtung für die wissenschaftlichen AutorInnen machen. Die dabei entstehenden zusätzlichen Kosten (für das Freikaufen im Hybridmodell oder durch die AutorInnengebühren bei reinen OA-Journalen) werden derzeit entweder von den Institutionen der AutorInnen oder von den Fördereinrichtungen selbst getragen.¹

Die aktuell richtungsweisende Initiative ging 2018 unter dem Namen „cOAlition Plan S“ von Science Europe, dem Dachverband der europäischen Forschungsförderorganisation aus.² Der Plan wird von der EU-Kommission und dem European Research Council (ERC) unterstützt, in Österreich ist der FWF federführend. Die finale Fassung wurde 2019 publiziert³ und setzt als ambitioniertes Ziel, dass ab 2021 jedwede mit öffentlichen Mitteln geförderte Forschung OA publiziert sein muss. Der Plan formuliert zehn Prinzipien. Unter anderem wird das sog. Hybridmodell abgelehnt, es müssen also Zeitschriften (und mit gewisser Verzögerung auch Bücher) sein, die vollständig OA erscheinen, nicht nur einzelne, freigeverkaufte Artikel. Wenn entsprechende Plattformen oder Journale noch nicht existieren, weil die bisherigen Verlage nicht bereit sind, diese im jeweiligen Fach anzubieten, sollen mit Hilfe öffentlicher Gelder solche rasch aufgebaut werden. Die Umsetzung wird also kurzfristig zusätzlich Geld kosten, mittelfristig werden jedoch die hohen Abonnementkosten stark zurückgehen. Zugleich wird der Kreis der NutzerInnen viel größer, da die wissen-

¹ Allgemein zu Open Access
open-access.network/informieren/open-access-grundlagen.

² scienceeurope.org/our-priorities/open-access/.

³ coalition-s.org.

schaftlichen Ergebnisse fortan nicht mehr nur in spezialisierten Bibliotheken zugänglich sein werden. Der jüngste Jahresbericht der cOAlition S macht deutlich, dass bereits große Schritte getan wurden und die weltweite Mitgliedschaft der cOAlition S wächst, aber noch immer rund ein Viertel aller geförderten Publikationen nicht OA sind, was als Übergangsphänomen bezeichnet wird (cOAlition S 2021). Mayer betont in ihrer Analyse des Status Quo, dass Handlungsbedarf besonders bei offenen Verwaltungsinfrastrukturen, dem Monitoring von OA-Aktivitäten und der Gestaltung eines robusten, internationalen Rechtsrahmens besteht (Mayer 2022, S. 9).

Österreich könnte einen maßgeblichen Beitrag leisten, um den Übergang rasch zu bewerkstelligen (zur aktuellen Situation ausführlich Mayer 2022, 47ff.). Neben dem FWF, der bereits erheblich Open Access in seinem Bereich gefördert hat, und dem WWTF müssten auch andere Forschungsförderer wie die FFG mit den von ihr verwalteten Programmen, die ÖAW mit ihren Stipendien und Preisen, der Jubiläumsfonds der Nationalbank, die Forschungsförderaktivitäten auf Länderebene usw. mitmachen, um Plan S tatsächlich österreichweit in die Tat umzusetzen.

Dass sich Österreich an dieser internationalen Entwicklung aktiv beteiligen will, ist auf politischer Ebene klar: Das Regierungsprogramm 2020–2024 enthält ein klares Bekenntnis zu Open Access und zu Plan S.⁴ Im Februar 2022 wurde von der Bundesregierung die Open Science Policy Austria mit einem Kapitel zu Open Access verabschiedet.⁵ Open Science Austria (OSA)⁶ dient als Drehscheibe für Stakeholder. Nun bedarf es engagierter und konkreter ökonomischer und wissenschaftspolitischer Umsetzungsmaßnahmen.

Zitierte Literatur

- cOAlition S (2021) *Accelerating Open Access. 2021 Annual Review*. European Science Foundation: Strasbourg, coalition-s.org/wp-content/uploads/2022/01/Plan-S-annual-report-2021.pdf.
- Mayer, K. (2022, Februar) Open Access im Wandel. Infrastrukturen, Monitoring und Governance als zentrale Elemente einer erfolgreichen Transformation. Baseline Report zur Open Access Transformation in der Wissenschaft. Zentrum für Soziale Innovation, Wien, osa-openscienceaustria.at/wp-content/uploads/2022/05/Open-Access-im-Wandel_bf.pdf; DOI 10.22163/fteval.2022.533.

⁴ Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020–2024, S. 212, bundeskanzleramt.gv.at/dam/jcr:7b9e6755-2115-440c-b2ec-cbf64a931aa8/RegProgramm-lang.pdf.

⁵ bmbwf.gv.at/Themen/HS-Uni/Hochschulgovernance/Leitthemen/Digitalisierung/Open-Science/Open-Science-Policy-Austria.html.

⁶ osa-openscienceaustria.at, in Nachfolge der oana.at (2012–2021).

Green Financing – ein Wolf im Schafspelz oder Taxonomie für alle?

Zusammenfassung

Green Financing zielt darauf ab, Wirtschafts- und Industriezweige mit Finanzströmen aus dem öffentlichen, privaten und gemeinnützigen Sektor im Sinne einer nachhaltigen Transformation zu unterstützen. Ziel ist es, angemessene Renditen in Einklang mit innovativen Lösungen für ökologische und soziale Herausforderungen zu bringen.¹ Zu diesem Trend zählen neue Finanzprodukte und -technologien (Fintech), wie zum Beispiel neue Investitionsplattformen oder das transparente Tracking des CO₂-Verbrauchs von Unternehmen. Ein wichtiger Baustein ist dabei eine angemessene Definition von „Nachhaltigkeit“ samt Operationalisierung durch einheitliche Kriterien. Auf politischer Ebene wird das im Rahmen des European Green Deal vorangetrieben, der sich dem Ziel verschrieben hat, die CO₂-Emissionen der EU bis 2050 auf Null zu reduzieren. Wichtige EU-Gesetze, wie die Taxonomie-Verordnung, bieten Anlegern, Finanzinstituten, Unternehmen und Emittenten Klarheit und Transparenz in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit ihrer Investitionen.

Überblick zum Thema

Unter dem Sammelbegriff „Green Financing“ finden sich eine Reihe von Aktivitäten, welche die Finanzströme aus dem Banken-, Versicherungs- und Investitionssektor in Richtung Nachhaltigkeit umlenken sollen.

Für das Vorhaben braucht es neben ökonomischen Kennzahlen auch verlässliche Indikatoren, damit die tatsächliche Nachhaltigkeit von Investitionen überprüft werden kann. In der Finanzwelt hat sich dafür der ESG²-Ansatz etabliert.

Auf EU-Ebene wird für eine einheitliche Definition die Taxonomie-Verordnung umgesetzt.³ Demnach gilt eine Investition in Europa als nachhaltig, wenn sie eines der folgenden sechs Ziele erfüllt:

1. Klimaschutz
2. Anpassung an den Klimawandel
3. Nachhaltige Verwendung und Schutz von Wasser und Meeres-ressourcen

*Herausforderungen
der Indexierung – es ist
nicht alles grün, was
grün scheint*

¹ unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-financing.

² „E“ steht für „Environment“ und umfasst die effiziente Nutzung von Energie und Rohstoffen, „S“ steht für „Social“ und bezieht sich auf soziale Themen wie Gesundheit, Sicherheit und Diversität der ArbeitnehmerInnen und Zulieferer, während „G“ für „Governance“ steht und Aspekte der Unternehmensführung und Unternehmensethik betrifft.

³ eu-taxonomy.info.

4. Übergang in eine Kreislaufwirtschaft
5. Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung
6. Schutz und Wiederherstellung von Biodiversität und Ökosystemen

Gleichzeitig darf die Investition keines der anderen Ziele substanziell verletzen.⁴ Ebenso muss sie im Einklang mit den Mindestanforderungen in den Bereichen Arbeitsstandards und Menschenrechte sein sowie den von der EU-Kommission vorgegebenen quantitativen und qualitativen Kriterien genügen.⁵

**Gefahr:
Green-Washing**

Von KritikerInnen heißt es, dass diese Vorgaben für die Praxis noch zu ungenau sind. So kann es dazu führen, dass Technologien gefördert oder Finanzdienstleistungen angeboten werden, die zwar der europäischen Definition von Nachhaltigkeit entsprechen, für die Umwelt hingegen nicht oder nur sehr gering zuträglich sind. So sind nach einer Studie der Arbeiterkammer Wien viele „grüne“ Investitionsangebote bereits als nachhaltig eingestuft, wenn nur 1 % des Fondsvolumens tatsächlich nachhaltig ist. Aufgrund der ungenauen Definitionen lassen sich so Finanzdienstleistungen als grün verkaufen, die eigentlich keine sind. Vielmehr, so die Studie weiter, würden unter dem Siegel „Nachhaltigkeit“ die bereits etablierten Finanzprodukte angeboten.⁶

**Nuklearenergie
als grüne Energie**

Ein ähnlicher Fall von Green-Washing lässt sich auch in der Debatte um Investitionen in nachhaltige Energietechnologien beobachten. So wurde Gas- und Kernenergie Anfang 2022 von der EU-Kommission als „nachhaltige Energiequellen“ eingestuft, da sie im Einklang mit den oben genannten Klima- und Umweltzielen stehen. Als Brückentechnologien sollen sie dabei helfen, das zweite Umweltziel (Anpassung an den Klimawandel) zu unterstützen.

Diese Einstufung ist sehr umstritten, da gerade die Erzeugung von Kernenergie – von der Gewinnung der Brennstoffe bis hin zur Endlagerung – langfristige Umweltbelastungen jenseits des Klimawandels zu verantworten hat. Im österreichischen Kontext wird diese Einstufung besonders relevant, wenn man bedenkt, dass sich die österreichische Bevölkerung klar gegen die Nutzung der Kernenergie ausgesprochen hat.⁷ 2021 haben sich daher verschiedene Mitgliedstaaten, unter anderem auch Österreich, dafür eingesetzt, Kernkraft aus der Taxonomie herauszunehmen.⁸ Während sich eine Fraktion gegen die Einstufung stark macht, hat sich eine andere

⁴ Eine Tätigkeit, die darauf abzielt, das Klima zu schützen, aber gleichzeitig die Biodiversität negativ beeinflusst, kann somit nicht als nachhaltig eingestuft werden, siehe: eu-taxonomy.info/de/info/eu-taxonomy-grundlagen.

⁵ Die Kriterien für Umweltziele sind noch in Entwicklung, werden im Laufe des Jahres 2022 ausgearbeitet und bis Jahresende veröffentlicht.

⁶ wien.arbeiterkammer.at/service/presse/Nachhaltig_investieren.html.

⁷ derstandard.at/story/2000133045096/eu-kommission-stuft-atomenergie-und-gas-als-gruene-investitionen-ein.

⁸ euractiv.com/section/energy-environment/news/germany-leads-call-to-keep-nuclear-out-of-eu-green-finance-taxonomy/.

öffentlich dafür positioniert⁹ und damit schlussendlich Kernenergie als klimafreundlich deklariert. Doch der Definitionsstreit dauert an. So hat Österreich im Oktober 2022 die EU-Kommission verklagt und fordert Nuklearenergie und Gas aus der Definition für nachhaltige Energieressourcen zu entfernen.¹⁰

Es braucht also einen klaren Index, um nachhaltiges Handeln zu messen und zu bewerten. In der Wirtschaft gibt es bereits jetzt Ratingagenturen wie MSCI¹¹ oder ISS,¹² die ihr eigenes ESG-Indexsystem verwenden. Häufig werden diese mit digitalen Plattformen kombiniert. Unternehmen, wie z. B. ESGAnalytics,¹³ berechnen den Nachhaltigkeitsscore eines Unternehmens mit Hilfe von künstlicher Intelligenz in Echtzeit und verwenden hierfür sowohl unternehmenseigene als auch -externe Daten. In Österreich bietet das Unternehmen VIRIDAD eine Plattform, um Wirtschaftstätigkeiten möglichst standardisiert gemäß Taxonomie-Richtlinien zu beurteilen und die entsprechenden Kennzahlen zu erheben. Dabei steht das AIT beratend zur Verfügung. Unternehmen können sich mit ihren Vorhaben an die Plattform wenden und die Vorhaben beurteilen lassen.¹⁴ Diese und weitere Ratingagenturen arbeiten in der Regel mit eigenen Indexierungen, was wiederum die Vergleichbarkeit und Transparenz der Beurteilungen erschwert. Auch hier fehlt es aktuell noch an politischen Standards, die in den nächsten Monaten allerdings für die EU-Taxonomie entwickelt werden.

Ein weiterer Garant für die richtige Indexierung ist die Nachvollziehbarkeit der Daten. Hierfür kommt z. B. bei der Lieferkettennachverfolgung Blockchain-Technologie zum Einsatz.¹⁵ Über eine transparente Datenbank wird die Herkunft unterschiedlicher Ressourcen fälschungssicher nachvollzogen. In unterschiedlichen Pilotprojekten, wie beim Aufbau von nachhaltigen Lieferketten in der indonesischen Fischindustrie¹⁶, dem Projekt „Foodtrust“ des IT-Unternehmens IBM¹⁷ oder auf der „Tradelens“-Plattform der dänischen Reederei Maersk¹⁸ wurden bereits erste Ansätze entwickelt.

*Data Tracking
als Basis für effizientes
und transparentes
Green Financing*

*Blockchain-
Anwendungen für
nachhaltige Entwicklung*

⁹ euractiv.com/section/energy-environment/news/10-eu-countries-back-nuclear-power-in-eu-green-finance-taxonomy/.

¹⁰ euractiv.com/section/energy-environment/news/anti-nuclear-austria-files-legal-challenge-to-eu-green-investment-rules/.

¹¹ msci.com/our-solutions/esg-investing/esg-ratings.

¹² issgovernance.com/esg/ratings/.

¹³ esganalytics.io.

¹⁴ assets-magazin.at/kurz-gut/viridad-die-digitale-nachhaltigkeits-plattform-fuer-eu-taxonomie-startet/.

¹⁵ Hierfür werden sogenannte „Blockchain-Oracle“ verwendet. Darunter versteht man Drittanbieterdienste, welche die digitale Datenbank automatisiert mit der analogen Welt verbinden. Der Service verifiziert und authentifiziert externe Datenquellen über entsprechende Schnittstellen (APIs), sammelt proprietäre Unternehmensdaten oder Daten von vielfältigen, internetfähigen Objekten (Internet Of Things) und leitet die Daten an eine Blockchain weiter.

¹⁶ asiapathways-adbi.org/2017/07/blockchain-pilots-making-waves-in-developing-asia/.

¹⁷ ibm.com/blockchain/solutions/food-trust.

¹⁸ tradelens.com.

Jenseits von Lieferketten wird die Blockchain-Technologie von der EU gefördert, um andere Faktoren des ESG-Indexes nachzuvollziehen. So ist das Versprechen, nicht nur physische Rohstoffe nachzuverfolgen, sondern ebenso Treibhausgasemissionen transparent aufzuzeichnen, wodurch es möglich wird, den CO₂-Fußabdruck von Unternehmen gesamtheitlich in die Bewertung mit einfließen zu lassen.¹⁹

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Damit Österreich seine Klimaziele für 2040 erreicht, müssen große Summen an Fördermitteln investiert werden. Hierfür braucht es das richtige politische und regulatorische Umfeld sowie eine geeignete Definition für grüne Investitionen.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Wie das Beispiel der Kernenergie zeigt, besteht das Risiko, dass die neuen Finanzierungswerkzeuge bereits etablierte Strukturen fördern, statt neue Investitionsmittel für grüne Innovationen zur Verfügung zu stellen. Es braucht eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Frage, welche Technologien und Investitionen im Hinblick auf die EU-Taxonomie und mit Blick auf die SDG tatsächlich nachhaltig sind. Hierfür benötigt es einen entsprechenden Analyserahmen, der über die flexiblen Formulierungen hinausgeht. Eine FTA-Studie könnte dieses Feld umfassend aufbereiten.

Literatur

- Ozili, Peterson K, 2022, Green finance research around the world: a review of literature. International Journal of Green Economics, papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4066900.
- Akomea-Frimpong, I., et al., 2021, A review of studies on green finance of banks, research gaps and future directions, Journal of Sustainable Finance & Investment, doi.org/10.1080/20430795.2020.1870202.
- Gilchrist, D.; Yu, J.; Zhong, R., 2021, The Limits of Green Finance: A Survey of Literature in the Context of Green Bonds and Green Loans. Sustainability, 13, 478, doi.org/10.3390/su13020478.

¹⁹ digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/blockchain-climate-action.

Vormarsch des digitalen Euro?

Zusammenfassung

Die Geschichte und Entwicklung des Geldes ist immer auch eine Geschichte des technischen Fortschritts. Das gilt auch in Anbetracht der stetig zunehmenden Digitalisierung des Alltags. Heutzutage ist es möglich, Einkäufe nicht mehr nur mit Bankomat- oder Kreditkarte zu bezahlen, sondern es können auch Services von Zahlungsdienstleistern genutzt werden, die nicht dem klassischen Bankensektor zuzuordnen sind (u. a. auch Hersteller von Mobiltelefonen). Auch „Kryptowährungen“ werden immer populärer. Solche strukturellen Veränderungen des Zahlungsverkehrs (vgl. Ehrenberg-Silies et al 2022) führen möglicherweise dazu, dass die Nachfrage nach Bargeld sinkt (Hanl/Michaelis 2019). Hinzu kommt, dass die aktuellen internationalen Aktivitäten rund um so genannte digitale Zentralbankwährungen diese Tendenz weiter beschleunigen könnten. Einer Umfrage zufolge, die von der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich durchgeführt wurde, erforschen zurzeit mehr als 80 % der internationalen Zentralbanken die Potentiale dieser neuen Form des Geldes (Boar/Wehrli 2021). Auch die Europäische Zentralbank hat im Juli 2021 ein Projekt lanciert, welches sich mit der möglichen technischen Ausgestaltung des digitalen Euros beschäftigen soll. Die Forschung zu digitalen Zentralbankwährungen zeigt, dass es neben zahlreichen Vorteilen, auch noch viele ungeklärte Fragen und Risiken gibt.

Überblick zum Thema

Zahlungssysteme und Zahlungsmittel entwickeln sich stetig weiter. Vor Jahrhunderten war es beispielsweise noch üblich mit Naturalien wie Muscheln, Salz oder anderen Waren zu bezahlen. Dieses sogenannte „Warengeld“ definiert sich durch den Wert der Ware selbst (intrinsischer Wert). Diese Form des Geldes wurde im Laufe der Zeit durch „repräsentatives Geld“ (z. B. Geldscheine) ersetzt, welches einen bestimmten Wert repräsentiert, aber im Gegensatz zu Warengeld keinen intrinsischen Wert besitzt. Es spiegelt jedoch den Anspruch auf bestimmte Waren wider. Lange Zeit war repräsentatives Geld an Gold gebunden, d. h. das im Umlauf befindliche Geld entsprach dem Wert des monetär genutzten Goldbestandes eines Landes. Diese – heute nicht mehr bestehende – Währungsordnung wird Goldstandard genannt. Das heute im Umlauf befindliche Geld (z. B. Euro oder Dollar) wird FIAT-Geld genannt (lat. *fiat* für „es sei so“). Sein Wert ergibt sich aus Regierungsbeschlüssen, welche es als gesetzliches Zahlungsmittel definieren. Ein Großteil des FIAT-Geldes zirkuliert in

*Von Muscheln
zu Kreditkarten*

	der Wirtschaft jedoch nicht physisch, sondern scheint als elektronische Aufzeichnungen (Buchgeld ¹) im Bankensystem auf. ²
<i>Dematerialisierung des Geldes</i>	Die Dematerialisierung des Geldes hat über die letzten Jahrhunderte stetig zugenommen. ³ Die fortschreitende Digitalisierung des Alltags beschleunigt diesen Prozess noch zusätzlich und begünstigt damit möglicherweise die Entwicklung hin zu einer bargeldlosen Gesellschaft.
<i>Transformation der Zahlungssysteme</i>	Es lassen sich drei technologiegetriebene und interdependente Entwicklungen festhalten, die das aktuelle Geld- und Bezahlssysteme transformieren (Cunha et al. 2021). Zum einen hat die gesteigerte Nachfrage nach schnelleren, effizienteren und einfacheren Bezahlmöglichkeiten, vor allem im Kontext des Onlinehandels, dazu geführt, dass alternative Zahlungsdienstleister entstehen und mit traditionellen Banken konkurrieren (siehe Thema FinTechs). Zweitens führt die zunehmende Digitalisierung der Zahlungssysteme im Einzelhandel – nicht zuletzt auch durch die COVID-19-Pandemie zusätzlich beschleunigt – zu einem Substitutionseffekt, der sich vor allem in einer geringeren Nutzung von Bargeld niederschlägt. Und drittens hat der bisherige Erfolg von „Kryptowährungen“ ⁴ (siehe Thema Vertrauenswürdige Blockchains) dazu geführt, dass immer mehr Akteure die zugrundeliegende Blockchain-Technologie als mögliche technische Basis für die Entwicklung von neuen Währungs- und Bezahlssystemen betrachten. 2019 kündigte Facebook an, eine eigene „Kryptowährung“ namens „Libra“ einführen zu wollen. Das hat international für hohes Aufsehen gesorgt, da KritikerInnen der Meinung sind, dass das Einführen einer privaten Digitalwährung durch Technologie-Giganten ein Risiko für die Finanzstabilität darstellt (Groß et al. 2019). Beispielsweise wird Bitcoin seit September 2021 als offizielles Zahlungsmittel in El Salvador anerkannt. ⁵ Allerdings hat sich das bis jetzt nicht gut für das Land entwickelt. Nach dem Hoch 2021 hat der Kursverfall dazu geführt, dass sich der Wert des staatlichen Investments in etwa halbiert hat. Damit taugt das Depot des Staates auch nicht als Sicherheit für dringend benötigte Kredite vom IWF. Die Hoffnung auf weiter steigende Kurse hat sich bis jetzt nicht erfüllt, wodurch immer mehr Probleme für den Finanzhaushalt El Salvadors ent-

¹ Buchgeld (oder auch Giralgeld) wird von Geschäftsbanken proaktiv emittiert und stellt den Anspruch eines Kunden auf die Auszahlung von Bargeld dar, insofern es der Kontostand des Kunden auch zulässt, siehe Groß, et al. (2020).

² ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/what_is_money.de.html.

³ group.bnpparibas/en/news/money-era-dematerialization.

⁴ Seit der Einführung des Bitcoin-Whitepapers 2008 hat der gesamte Kryptomarkt trotz der hohen Preisvolatilität ein konstantes Wachstum bezogen auf seine Marktkapitalisierung erfahren. Auch immer mehr institutionelle Investoren beteiligen sich daran.

⁵ futurezone.at/digital-life/bitcoin-offizielles-zahlungsmittel-el-salvador-kryptowaehrung/401727390.

standen.⁶ Dennoch folgte heuer die Zentralafrikanische Republik als zweites Land, in dem Bitcoin als offizielles Zahlungsmittel anerkannt wurde.⁷

Die oben beschriebenen Entwicklungen und der zunehmende Innovationsdruck auf die aktuell vorherrschenden Währungssysteme führen dazu, dass sich international immer mehr Zentralbanken mit so genannte digitalen Zentralbankwährungen (CBDC – Central Bank Digital Currencies) auseinandersetzen. Digitale Zentralbankwährungen können beispielsweise, wie „Kryptowährungen“ auch, auf der Blockchain-Technologie beruhen. Ein maßgeblicher Unterschied liegt jedoch darin, dass im Gegensatz zu Bitcoin und andere vergleichbaren „Kryptowährungen“, bei digitalen Zentralbankwährungen die Zentralbank als klar identifizierbarer Emittent auftritt. Die Zentralbank gewährleistet dadurch das Funktionieren des Systems und definiert die Regeln (Hani/Michaelis 2019).

Grundsätzlich lassen sich zwei Arten von digitalen Zentralbankwährungen unterscheiden (Groß et al. 2020). Die sogenannten „Wholesale-CBDC“ und die „Retail-CBDC“. Erstere würden nur im Interbankmarkt Anwendung finden und wären damit der breiten Öffentlichkeit nicht zugänglich. Diese Form würde auch zu keiner gravierenden Änderung im zweigliedrigen Geldsystem – also dem Zusammenspiel zwischen Zentral- und Geschäftsbanken – führen. Anders wäre das bei den so genannten „Retail-CBDC“. Diese könnten von der Zentralbank direkt ausgegeben und parallel zu Bargeld bzw. Buchgeld zirkulieren. Sie wären damit auch als generelles Zahlungsmittel nutzbar. Solche „Retail-CBDC“ hätten zahlreiche Implikationen nicht nur für das alltägliche Leben der Bevölkerung, sondern auch für die Privat und Geschäftsbanken.

Es lassen sich folgende Vorteile von „Retail-CBDC“ benennen (Groß et al. 2020): Zum einen geht man davon aus, dass digitale Zentralbankwährungen, die auf Blockchain-Technologien beruhen, zu einer Effizienzsteigerung bei Zahlungsvorgängen führen würden, indem sie die Transaktionskosten senken und sogenannte Real-Time-Settlements ermöglichen. Das ist bislang nicht so, denn bei Bezahlung mit Kredit- oder Bankomatkarten kann die Zahlungsabwicklung teilweise mehrere Tage dauern und in manchen Fällen auch einseitig rückabgewickelt werden. Das bedeutet, dass der Verkäufer in dieser Zeit einem Gläubigerrisiko ausgesetzt ist.

Verknüpft man solche auf Blockchain-Technologien basierenden digitalen Zentralbankwährungen auch noch mit programmierbaren Vertragsbedingungen (sog. „Smart Contracts“ siehe auch Themen [Vertrauenswürdige Blockchains](#), [P2P-Energiehandel](#) und [automatisierte Rechtberatung](#)) eröffnen sich weitere Anwendungsfelder, wie beispielsweise automatisierte Steuerzahlungen an das Finanzamt oder Dividendenzahlungen an Aktionäre. Die Nutzung der digitalen Zentralbankwährung könnte dadurch auch an bestimmte Warengruppen (z. B. Lebensmittel) oder Dienstleistungen

*Digitale
Zentralbankwährungen
als neue Form des
Geldes?*

*Potentielle Vorteile
digitaler
Zentralbankwährungen*

⁶ swp-berlin.org/publikation/el-salvadors-bitcoin-paradies-geraet-ins-wanken.

⁷ handelsblatt.com/finanzen/maerkte/devisen-rohstoffe/kryptowaehrungen-zentralafrikanische-republik-erklaert-bitcoin-zum-offiziellen-zahlungsmittel/28283894.html.

*Ungeklärte Risiken
digitaler
Zentralbankwährungen*

(z. B. Mobilität) geknüpft werden.⁸ Ein weiterer potenzieller Vorteil, der sich durch digitale Zentralbankwährungen ergeben könnte, ist eine bessere Sichtbarkeit und Transparenz der Geldpolitik. Zentralbanken hätten somit ein Werkzeug an der Hand, um Transaktionen in Echtzeit zu überwachen. Damit ergäben sich zusätzliche Steuerungsmöglichkeiten für die Geldpolitik (Bordo/Levin 2017). Die Bekämpfung der Schattenwirtschaft, Geldwäsche und Steuerhinterziehung wird als weiterer möglicher Vorteil angeführt (BIS 2018).

Diesen Vorteilen stehen aber auch einige Risiken gegenüber. Falls es durch den Einsatz von digitalen Zentralbankwährungen dazu kommt, dass die Zentralbanken in Konkurrenz zu den Geschäfts- und Privatbanken treten, dann könnte das zu einem erhöhten Liquiditätsrisiko bei diesen führen. Man befürchtet einen so genannten „bank run“, bei dem die KundInnen ihre Einlagen bei den Geschäftsbanken gegen die von der Zentralbank ausgegebenen digitalen Zentralbankwährungen eintauschen (Bech/Garratt 2017; Sveriges Riksbank 2017). Die Folgen eines solchen „bank runs“ reichen von einem Zusammenbruch der Kreditvergabe der Geschäftsbanken bis zu systemischen Risiken im gesamten Banksektor. Ein weiteres potenzielles Risiko ergibt sich bezogen auf die Privatsphäre der NutzerInnen, denn die technische Ausgestaltung digitaler Zentralbankwährungen beeinflusst den Grad der Privatsphäre bei Bezahlvorgängen maßgeblich. Dem Prinzip des „privacy-by-design“ (siehe Thema [X-by-design-Ansatz](#)) sollte bei der technischen Umsetzung von digitalen Zentralbankwährungen deshalb besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Das untermauern auch die Ergebnisse einer Umfrage der Europäischen Zentralbank zum digitalen Euro. Demnach wäre die wichtigste Anforderung, die ein digitaler Euro erfüllen müsste, die Wahrung der Privatsphäre bei Bezahlvorgängen. Dabei stimmen sowohl die befragte Bevölkerung als auch die InteressensvertreterInnen überein (EZB 2021).

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

*Mögliche technische
Ausgestaltung des
digitalen Euro soll
erforscht werden*

In den letzten Jahren haben neben vielen Zentralbanken auch der Internationale Währungsfonds, die Weltbank und die Bank für Internationalen Zahlungsausgleich (BIZ) zahlreiche Aktivitäten lanciert, um die potenziellen Chancen und Risiken von digitalen Zentralbankwährungen zu erforschen. Im 2021 veröffentlichten Bericht der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich an die G20-Staaten wurde auf die notwendige internationale Kooperation bei digitalen Zentralbankwährungen hingewiesen.⁹ Bei der Europäische Zentralbank (EZB) läuft ebenfalls seit Juli 2021 ein 24-monatiges Projekt zur möglichen technischen Ausgestaltung eines digitalen Euros.¹⁰ Die Österreichische Nationalbank unterstützte die EZB bei

⁸ jonasgross.medium.com/programmable-money-and-programmable-payments-c0f06bbcd569.

⁹ bis.org/press/p210709.htm.

¹⁰ ecb.europa.eu/paym/digital_euro/html/index.de.html.

den Vorarbeiten für einen digitalen Euro.¹¹ In der Schweiz hat TA-Swiss eine Studie zum „Digitalen Franken“ ausgeschrieben.¹²

Die Vielzahl an Aktivitäten zu digitalen Zentralbankwährungen, vor allem auch bezogen auf den digitalen Euro, zeigt, dass dieses Thema nach wie vor, aber vermutlich auch in Zukunft von hoher Relevanz ist. In Anbetracht des potenziell hohen Einflusses eines digitalen Euros auf den Alltag der österreichischen Bevölkerung scheint dieses Thema von hoher Bedeutung zu sein, zumal Bargeld in Österreich zu den bevorzugten Zahlungsmitteln gehört.¹³

Vorschlag weiteres Vorgehen

In einer vertiefenden Studie zu digitalen Zentralbankwährungen könnte in einem ersten Schritt ein ausführlicher Sachstandsbericht erstellt werden. Dieser würde neben einer internationalen Einbettung des Themas den Fokus vor allem auf die europäischen Aktivitäten zum digitalen Euro legen sowie darauf, welche potenziellen positiven und negativen Implikationen solch eine Währungsform für die österreichische Wirtschaft und Bevölkerung hätte. Die vertiefende Studie würde in einem weiteren Schritt neben der Bevölkerung auch zentrale Stakeholder (z. B. aus Bankensektor, Handel, ArbeitnehmerInnen- und Arbeitgebervertretung etc.) in Beteiligungsprozessen involvieren, in der die identifizierten Implikationen diskutiert und bewertet werden könnten. Basierend auf den Gesamtergebnissen der Vertiefungsstudie sollen Empfehlungen formuliert werden, die in den laufenden Diskurs zu digitalen Zentralbankwährungen rückgeführt werden könnten.

Zitierte Literatur

- Bech, M. L. und Garratt, R., 2017, Central bank cryptocurrencies, *BIS Quarterly Review September*, [bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1709f.pdf](https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1709f.pdf).
- BIS, 2018, Central bank digital currencies: Bank for International Settlements, [bis.org/cpmi/publ/d174.pdf](https://www.bis.org/cpmi/publ/d174.pdf).
- Boar, C. und Wehri, A., 2021, Ready, steady, go? – Results of the third BIS survey on central bank digital currency: Bank for International Settlements, [bis.org/publ/bppdf/bispap114.pdf](https://www.bis.org/publ/bppdf/bispap114.pdf).
- Bordo, M. D. und Levin, A. T., 2017, *Central bank digital currency and the future of monetary policy*: National Bureau of Economic Research, [nber.org/system/files/working_papers/w23711/w23711.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w23711/w23711.pdf).
- Cunha, P. R., Melo, P. und Sebastião, H., 2021, From bitcoin to central bank digital currencies: Making sense of the digital money revolution, *Future Internet* 13(7), doi.org/10.3390/fi13070165.

¹¹ ots.at/presseaussendung/OTS_20210727_OTS0032/oenb-unterstuetzt-vorarbeiten-fuer-einen-digitalen-euro.

¹² <https://www.ta-swiss.ch/digitales-geld>.

¹³ [wienerzeitung.at/nachrichten/wirtschaft/oesterreich/2068957-Land-der-Berge-Land-der-Bargeldzahler.html](https://www.wienerzeitung.at/nachrichten/wirtschaft/oesterreich/2068957-Land-der-Berge-Land-der-Bargeldzahler.html).

- Ehrenberg-Silies, S.; Peters, R.; Wehrmann, C.; Christmann-Budian, S., 2022, Welt ohne Bargeld – Veränderungen der klassischen Banken- und Bezahlungssysteme, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), publikationen.bibliothek.kit.edu/1000148253/148979622, doi:10.5445/IR/1000148253.
- EZB, 2021, Eurosystem report on the public consultation on a digital euro, Frankfurt am Main: Europäische Zentralbank, ecb.europa.eu/pub/pdf/other/Eurosystem_report_on_the_public_consultation_on_a_digital_euro~539fa8cd8d.en.pdf.
- Groß, J., Herz, B. und Schiller, J., 2019, Libra — Konzept und wirtschaftspolitische Implikationen, *Wirtschaftsdienst* 99(9), 625-631 doi.org/10.1007/s10273-019-2503-z.
- Groß, J., Klein, M. und Sandner, P., 2020, Digitale Zentralbankwährungen: Chancen, Risiken und Blockchain-Technologie, *Wirtschaftsdienst* 100(7), 545-549, doi.org/10.1007/s10273-020-2702-7.
- Hanl, A. und Michaelis, J., 2019, Digitales Zentralbankgeld als neues Instrument der Geldpolitik, *Wirtschaftsdienst* 99(5), 340-347, doi.org/10.1007/s10273-019-2454-4.
- Sveriges Riksbank, 2017, The Riksbank's e-krona project – Report 1, riksbank.se/globalassets/media/rapporter/e-krona/2017/rapport_ekrona_uppdaterad_170920_eng.pdf.

FinTechs – Revolution des Bankenwesens?

Zusammenfassung

„Bankgeschäfte sind notwendig, Banken nicht“ – hat Bill Gates schon 1994 vorausgesagt. Es war zu einer Zeit, in welcher die sogenannten FinTechs noch nicht existierten und der weltweite Finanzsektor allein von Banken und Versicherungen dominiert wurde. Jahre später stehen diese Unternehmen tatsächlich vor der Frage: Sind sie überhaupt noch notwendig? Und wenn ja, in welcher Form? Digitale Transformation hat auch die konservative Finanzbranche erreicht – immer mehr KundInnen gehen nicht mehr in die Bankfiliale oder lassen Roboter statt FinanzexpertInnen entscheiden, welche Aktien sie kaufen sollen. Unter dem Begriff „FinTech“ versteht man eine Vielzahl neuer Ideen, wie durch den Einsatz von digitalen Technologien Finanzdienstleistungen angeboten und verbessert werden können. Dabei wird ein breites Spektrum abgedeckt: So spielen neben der Anwendung von innovativen Technologien, wie z. B. Blockchain oder Künstliche Intelligenz, auch die Verbesserung von kundennahen Prozessen und neue Geschäftsmodelle eine große Rolle. Diese Innovationen werden oft von FinTech-Start-ups vorangetrieben, die kompetitiv oder auch komplementär zu den klassischen Banken agieren.

Überblick zum Thema

Üblicherweise werden Bankgeschäfte in verschiedene Kategorien eingeteilt, z. B. Vermögensmanagement, Zahlungsverkehr, Finanzierung, Versicherung, u.v.m.; so werden auch FinTech-Lösungen in diesen Kategorien angeboten.

Im Zuge der Finanzkrise 2008 konnten sich zahlreiche FinTechs im Bereich Vermögensmanagement etablieren. Ausgehend vom angloamerikanischen Raum erreichte dieses sogenannte „Asset Management 2.0“ schließlich auch europäische Länder, wo eine Vielzahl neuer Anbieter gegründet wurden. Dazu zählt z. B. Wikifolio¹, eine im Jahr 2008 gegründete, österreichische Social Trading Plattform. Social Trading ist eine Form der Anlageberatung und Vermögensverwaltung, bei der Informationen und Expertisen hinsichtlich bestimmter Anlageentscheidungen zwischen AnlegerInnen ausgetauscht werden. Dabei veröffentlichen AnlegerInnen ihre Meinungen zu einzelnen Wertpapieren der gesamten Portfolien auf speziellen Plattformen, wie eben Wikifolio, was wiederum andere AnlegerInnen einsehen, kommentieren oder mit dem eigenen Vermögen nachbilden können. Auf diese Weise werden die Anlageentscheidungen zeitnah offengelegt und mit Einschätzungen versehen, was eine bestimmte Transparenz des Anlageprozesses verspricht. Eine weitere FinTech-Innovation im Bereich Vermögensmanagement ist die automatisierte Anlageempfehlung, oder „Robo-Advice“. „Robo“ bezeichnet dabei einen automatisierten Pro-

*FinTechs im Bereich
Vermögensmanagement*

¹ [wikifolio.com](https://www.wikifolio.com).

zess ohne menschlichen Einfluss, wobei vor allem mathematische Algorithmen zur Findung von Investitionsentscheidungen genutzt werden. „Advice“ bezieht sich auf den Wealth Management Service an sich, der automatisch über Online- oder mobile Kanäle angeboten bzw. genutzt wird. Die Robo-Advisors können sich stark durch den zugrunde liegenden Ansatz unterscheiden. Z. B. geben die Robo-Advisors der ersten Generation nur Vorschläge für Portfolioallokationen, wobei KundInnen die vorgeschlagenen Anlagestrategien selbst umsetzen müssen. Die jüngste Generation der Robo-Advisor basiert auf KI und tätigt selbst Investitionen im Namen der KundInnen. Der Robo-Advisor-Markt wächst weltweit,² aber wie sicher und vertrauenswürdig sind eigentlich Robo-Advisors? Es handelt sich um relativ neue Player am Markt, was einen Vertrauensvorschuss der KundInnen voraussetzt, da sie bei der Veranlagung auf oft nicht transparente automatische Prozesse und Algorithmen angewiesen sind, für die es noch keine langfristigen Erfahrungswerte gibt. Um die Vertrauensbasis zu stärken, setzen viele AnbieterInnen auf eine Robo-Hybrid-Beratung, bei der die KundInnen zusätzlich durch menschliche Beratung unterstützt werden. In Hinblick auf Sicherheitsaspekte unterliegen die traditionellen BeraterInnen und die Robo-Advisors im Wesentlichen ähnlicher Regulierung, die darauf abzielt, die KundInnen vor falschen Entscheidungen zu schützen.

FinTechs im Bereich Zahlungsverkehr

Vielfältige FinTech-Lösungen gibt es auch in dem Bereich Zahlungsverkehr. Viele FinTechs, übereinstimmend mit der EU-Direktive PSD II³ – die die Entwicklung innovativer Online- und mobiler Zahlungsmöglichkeiten reguliert – entwickeln hauptsächlich neue Online-Bezahldienste sowie verbesserte Schnittstellen für BenutzerInnen. In den letzten Jahren verändert sich der Modus des Bezahls durch Kryptowährungen und Blockchain-Technologie (siehe Thema „[Vertrauenswürdige Blockchains](#)“) deutlich. Blockchain ist damit einerseits eine disruptive Entwicklung für das etablierte Finanzwesen, da sie keine Intermediäre benötigt bzw. sie ersetzt. Andererseits bietet diese Technologie auch für Banken viele Vorteile, z. B. kann Wertpapierhandel mit Einsatz der Blockchain peer-to-peer (P2P) erfolgen und ist nicht mehr auf die zahlreichen Zwischenstationen von Haus- bis Depotbanken angewiesen. Um die Technologie für sich zu nutzen, nehmen Banken bei der aktuellen Weiterentwicklung von Blockchains oft eine Vorreiterrolle ein. So hat beispielsweise die Zentralbank der Bahamas als Reaktion auf den Hurrikan Dorian, der das klassische Bankengeschäft durch Überflutungen und Stromausfälle beeinträchtigt hat, eine digitale Währung – den „Sand Dollar“ eingeführt, um Geld in der Krisensituation schnell verfügbar zu machen.⁴ Die FinTech-Entwicklungen im Bereich Zahlungsverkehr und Payment haben auch hohes Potential, die finanzielle Inklusion von Menschen in Entwicklungsländern voranzutreiben. Laut Global Findex Database, hatten 2017 rund 1,7 Milliarden Menschen keinen Zu-

² kommalpha.com/download.php?id=41.

³ eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32015L2366.

⁴ Aber auch andere Länder haben bereits Pilotprojekte zu Kryptowährungen gestartet, wie z. B. Japan und China, siehe wired.co.uk/article/sweden-ekrona-digital-currency.

gang zu klassischen Finanzdienstleistungen (Demirguc-Kunt et al. 2018). Durch hohe Kosten, einen Mangel an Servicestellen und Bankfilialen, sowie Herausforderungen beim Identitätsnachweis, bleiben gerade Menschen in Entwicklungsländern oft ohne Zugang zu Finanzdienstleistungen, d. h. „unbanked“. Um die „unbanked“ Bevölkerung zu adressieren, stellen einige FinTechs sogenannte „Mobile-First“-Bezahlsysteme zur Verfügung, welche in Zusammenarbeit mit Telekomanbietern Menschen ohne Bankkonto bargeldloses Zahlen über das Mobilabonnement ermöglichen. Ein Beispiel dafür ist das Bezahlungssystem „M-Pesa“, das von knapp zwei Drittel der kenianischen Bevölkerung genutzt wird, da Mobiltelefone in Kenia, wie in vielen afrikanischen Ländern, viel weiter verbreitet sind als Bankkonten.

Auch der Versicherungsbereich wird von digitalen Technologien maßgeblich beeinflusst. Der Begriff „InsurTech“ fasst eine Reihe an technologiebasierten Lösungen, die entlang der gesamten Versicherungswertschöpfungskette – von der Produktentwicklung bis hin zur Schadenabwicklung – eingesetzt werden können. Nicht nur neue Technologien, sondern auch innovative Geschäftsmodelle spielen dabei eine große Rolle; z. B. werden beim P2P-Versicherungsmodell Versicherte online zu Gruppen zusammengeschlossen, deren Mitglieder sich gegenseitig finanziell unterstützen. Von den gezahlten Versicherungsbeiträgen fließt ein Teil in einen Rückzahlungstopf. Dieses Geschäftsmodell hat sich mittlerweile weltweit etabliert, wobei auch hier die Herausforderungen von P2P-Märkten sichtbar werden. So kann es für junge, noch nicht etablierte AnbieterInnen problematisch sein, eine ausreichende Mitgliederzahl mit einem ähnlichen Risikoprofil anzuwerben.⁵ Unterschiedliche regulatorische Rahmenbedingungen im stark vom jeweiligen Länderkontext abhängigen Versicherungswesen sind für die P2P-InsurTechs, v. a. für den breiten Roll-out ihrer Geschäftsmodelle herausfordernd.⁶

*Versicherungsbereich –
InsurTech*

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

FinTechs nehmen an Bedeutung zu. Laut eines KPMG-Berichts erreichten die Investitionen in FinTech-Unternehmen im Jahr 2018 weltweit 111,8 Milliarden Dollar (Pollari und Ruddenklau 2019). Eine weitere Umfrage zeigt, dass das Thema FinTech von den klassischen Finanzinstituten ernst genommen wird, wobei FinTech-Innovationen bereits jetzt schon in die Angebote von etablierten Marktakteuren einfließen (PwC 2019). Neben den etablierten FinTech-Standorten entsteht in den letzten Jahren auch in Österreich eine bedeutsame FinTech-Szene. Die digitale Bank „Number 26“⁷, die 2013 in Österreich als FinTech gegründet worden ist, verfügt jetzt bereits über fünf Millionen KundInnen in 25 Ländern weltweit. Um weitere österreichische FinTechs zu unterstützen, hat das Bundesministerium für Finanzen den FinTech-Beirat eingerichtet. Ziel ist es, attraktive Rahmenbedingungen (siehe Thema „Reallabore“) für FinTech-Weiterent-

⁵ the-digital-insurer.com/is-p2p-insurance-a-sustainable-business-model/.

⁶ moneyunder30.com/p2p-insurance.

⁷ n26.com.

wicklungen in Österreich zu schaffen. Eine weitere österreichische Einrichtung ist die FinTech-Kontaktstelle bei der FMA – die Behörde steht den FinTech-Start-ups bei konkreten aufsichtsrechtlichen Fragen in erster Linie beratend zur Seite.⁸ Seit September 2020 bietet die FMA ein eigenes Sandbox-Programm für ambitionierte FinTech-Modelle an.⁹ Nicht nur Start-ups, sondern auch viele etablierten Banken in Österreich beschäftigen sich intensiv mit dem Thema FinTech und kooperieren dabei immer mehr mit jungen Unternehmen. Im Zusammenhang mit digitalen Technologien, die bei den FinTechs zum Einsatz kommen, bestehen Chancen aber auch Risiken. Z. B. kann Big Data Analytics (BDA) beim Gestalten von kundenorientierten Dienstleistungen, sowie auch bei der Prozessoptimierung Vorteile bringen. Aber auch Befürchtungen, dass Kryptowährungen von Staaten genutzt werden könnten (siehe Thema [Digitaler Euro](#)), um die Massenüberwachung ihrer BürgerInnen auszubauen, stehen im Raum.¹⁰ Auch die hohe Dynamik in der Kursentwicklung von Kryptowährungen¹¹ oder Insolvenzen von Kryptobörsen¹² stellen den zukünftigen Erfolg von Geschäftsmodellen, die auf Kryptowährungen basieren, in Frage und lassen den Ruf nach Regulierung lauter werden. Die vielfältigen Herausforderungen der digitalen Finanzbranche erfordern die umfassende Berücksichtigung rechtlicher, sozialer und ethischer Aspekte. Aktuelle Debatten rund um das Thema fokussieren auf Datenschutz, Datensouveränität sowie auf Vermeidung von Diskriminierung bei automatischen Entscheidungen (Fang und Zhang 2016). Datenschutz ist auch bei innovativen Technologien der InsurTechs, wie z. B. dem Internet der Dinge und den dabei anhand von Sensoren gesammelten Daten, ein zentrales Thema. Einerseits ermöglicht die umfassende Nutzung von Daten eine flexiblere Preisgestaltung und die individuelle Anpassung unterschiedlicher Versicherungsprodukte. Andererseits ergeben sich daraus besondere Herausforderungen in Hinblick auf Datenschutz und die gesellschaftlich vertretbare Nutzung personenbezogener Daten.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Wesentlich wäre es, die Herausforderungen digitaler Technologien in der Finanzbranche – insbesondere bezüglich Datensouveränität und der Transparenz bei der Datennutzung – näher zu beleuchten und in Hinblick auf ihre sozialen, ethischen und rechtlichen Dimensionen zu hinterfragen. Ob zukünftig bestimmte Bereiche des Finanzsektors von FinTechs dominiert werden oder ein kooperatives Szenario mit unterschiedlichen Akteuren für das Finanzwesen wahrscheinlich ist, bleibt vorerst offen. Eine detaillierte Zukunftsanalyse, die anhand explorativer Szenarien Trends und mögli-

⁸ fma.gv.at/querschnittsthemen/fintechnavigator/.

⁹ fma.gv.at/kontaktstelle-fintech-sandbox/fma-sandbox/.

¹⁰ [wired.co.uk/article/sweden-ekrona-digital-currency](https://www.wired.co.uk/article/sweden-ekrona-digital-currency).

¹¹ [wiwo.de/finanzen/boerse/kryptowaehrungen-warum-der-bitcoinpreis-so-stark-schwankt/27403478.html](https://www.wiwo.de/finanzen/boerse/kryptowaehrungen-warum-der-bitcoinpreis-so-stark-schwankt/27403478.html).

¹² [orf.at/stories/3293345](https://www.orf.at/stories/3293345).

che Weiterentwicklungen für FinTech aufzeigt, könnte zukünftige Anwendungspotenziale (z. B. FinTech für die Kreditvergabe), sowie Barrieren (z. B. in Hinblick auf eine europäische Harmonisierung von Standards und regulatorischen Experimentierräumen) adressieren.

Zitierte Literatur

- Demirguc-Kunt, A., Klapper, L., Singer, D., Ansar, S. und Hess, J. (2018). The Global Findex Database 2017: Measuring financial inclusion and the fintech revolution. The World Bank.
- Fang, B. und Zhang, P. (2016). Big data in finance. In Big data concepts, theories, and applications (pp. 391-412). Springer, Cham.
- Pollari, I. und Ruddenklau, A. (2019). The Pulse of Fintech 2018: Biannual Global Analysis of Investment in Fintech. KPMG International Cooperative.
- PwC (PricewaterhouseCoopers) (2019) Global FinTech Report, [pwc.com/gx/en/industries/financial-services/assets/pwc-global-fintech-report-2019.pdf](https://www.pwc.com/gx/en/industries/financial-services/assets/pwc-global-fintech-report-2019.pdf).

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 Österreich gibt es bereits über 40 regionale Zeitbanken und Tauschkreise (Höllhumer & Trukeschitz, 2016), sowie überregionale Time Bank Angebote¹. In der Schweiz² 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 Time Banking 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.*

¹ Siehe z.B. zeitpolster.com oder erste-time-bank.org.

² parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20150484.

Sprunginnovationen: Neue Konzepte innovationsorientierter Industriepolitik

Auf europäischer wie auf nationaler Ebene zeichnet sich gegenwärtig eine Renaissance industriepolitischer Konzepte ab.¹ Zwei globale Dynamiken stehen damit in Zusammenhang: einerseits der Erfolg proaktiver (zum Teil protektionistischer) industriepolitischer Strategien von Ländern, wie z. B. China und den USA; andererseits das rasante Tempo, mit dem digitale Technologien weiterentwickelt werden (siehe bspw. Themen [Kollaborative Plattformen](#) oder [KI-Risiken](#)) und das zu disruptiven Effekten sowie neuen Formen der Marktbeherrschung führen kann. Ein Modell, das diese neuen Dynamiken adressieren soll, ist die Förderung von Sprunginnovationen. Der Sprung betont die Art der erwünschten Innovation: radikale technologische Neuheiten, die eine vollständige Veränderung bestehender Produkte, Dienstleistungen und auch Marktstrukturen nach sich ziehen können.

In Deutschland setzt eine Agentur für Sprunginnovationen² Anreize für die Durchführung „neuer, richtungsweisender, wagemutiger Forschungs- und Entwicklungsprojekte“ (Harhoff et al. 2018). Mit einem personenzentrierten Ansatz, bei dem erfahrene Innovationsmanagerinnen und -manager eingesetzt werden, die zeitlich befristet tätig sind und besondere Handlungsfreiräume genießen, soll eine Beschleunigung der Umsetzung von Forschung in die Praxis institutionell ermöglicht werden. Der Diskurs um neue Wege zur Förderung bahnbrechender Innovationen ist nicht auf den deutschsprachigen Raum beschränkt; gemeinsam mit Frankreich setzt sich Deutschland dafür ein, dass mit dem neuen EU-Forschungsrahmenprogramm dazu beigetragen wird, dass auf allen Ebenen (Regionen, Mitgliedstaaten, EU insgesamt) aufeinander abgestimmte Initiativen für Forschung und Innovation gestartet werden können (Deutscher Bundestag 2018). In diesem Zusammenhang steht auch die Forderung der Deutschen Bundesregierung an den Europäischen Innovationsrat (EIC), die Innovations- und Wachstumsfinanzierung von technologieintensiven Start-ups zu ermöglichen, da diese an mitgliedstaatengetriebene Agenturen zur Förderung von Sprunginnovationen anschlussfähig wäre (Deutscher Bundestag 2018).

In Österreich wird die Diskussion um die Förderung radikaler und bahnbrechender Innovation schon seit längerem geführt. An prominenter Stelle fordert der FWF Präsident mehr Geld für eine risikofreudigere Wissenschafts- und Forschungskultur für Österreich³, aber auch der Rat für Tech-

¹ Vgl. hierzu die Debatte über das sogenannte „Altmaier-Papier“ (2019) in Deutschland oder die Neue Industriepolitische Strategie der EU (2017), die in Folge zur Lancierung der sogenannten IPCEIs (Important Projects of Common European Interest) geführt hat.

² sprind.org.

³ derstandard.at/2000045445359/FWF-Praesident-Wissenschaft-muss-auch-unbequem-sein.

nologie und Forschung hat bereits 2016 eine Studie veröffentlicht, die Ansatzpunkte zur Stärkung des innovativen Potenzials in österreichischer Forschung und Entwicklung, v. a. im Bereich radikaler Innovationen und risikobehafteter Forschung, analysiert (Warta/Dudenbostel 2016). Eine weitere, 2020 veröffentlichte, Studie des Rats verweist erneut auf die hohe Relevanz radikaler Innovatoren für Österreich und benennt konkrete innovationspolitische Maßnahmen (Dachs, Kalcik, & Wasserbacher, 2019). Auch die Ausrichtung der „COMET – Competence Centers for Excellent Technologies“ Förderungsprogrammlinie baut auf wesentliche Elemente risikoaffiner Innovationsförderung: Ziel ist die Erforschung zukunftsweisender Themen, das Setzen neuer Forschungsimpulse, ein verstärkter Technologietransfer und die Erhöhung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen. Explizit verweist die Innovationsstrategie der WKÖ auf Sprunginnovationen.⁴ Die FFG plant die Einführung einer eigenen Programmschiene zur Förderung disruptiver Innovation.⁵ Ob und ggf. wie Sprunginnovationen zukünftig in Österreich weiter aufgegriffen und wie radikal neuartige Lösungen durch die öffentliche Forschungsförderung vorangetrieben werden könnten, ist derzeit noch eine offene Frage.

Zitierte Literatur

- Dachs, B., Kalcik, R., & Wasserbacher, D. (2019). *Radikale Innovation und Firmenalter*. Im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung. Wien. AIT-ISP-Report 21. rat-fte.at/files/rat-fte-pdf/publikationen/2020/200109_Bericht%20radikale%20Innovation%20und%20Firmenalter_AIT.pdf.
- Deutscher Bundestag, 2018, Geplante Gründung der Agentur zur Förderung von Sprunginnovationen, Drucksache 19/5679: Antwort der Bundesregierung.
- Harhoff, D., Kagermann, H. und Stratmann, M., 2018, Impulse für Sprunginnovationen in Deutschland; in Reihe: acatech Diskussion, München: Herbert Utz Verlag.
- Warta, K. und Dudenbostel, T., 2016, Radikale Innovationen – Mehr Freiraum für innovative und risikobehaftete Forschung. Endbericht, Frankfurt am Main: technopolis group.

⁴ Vgl. wko.at/site/innovate-austria/innovationsstrategie/wko-innovationsstrategie.pdf.

⁵ Siehe science.apa.at/power-search/8436833782965758785.

KI-Diplomatie?

Während Diplomatie traditionell als Kunst und Praxis des Verhandelns auf internationaler Ebene, also als eine elaborierte Form zwischenmenschlicher Kommunikation verstanden wurde, eröffnen neue wissenschaftliche und technische Entwicklungen die Chance auf eine „Verwissenschaftlichung der Diplomatie“ (GESDA 2021, S. 160ff.). Vor allem computerbasierte Sozialwissenschaften, Mathematik, Optimierungstheorie und Verhaltensforschung sollen neue Möglichkeiten für wissenschaftsbasiertes Verhandeln eröffnen. Dabei geht es (noch länger) nicht um Verhandlungen zwischen KI-basierten Agenten, sondern vielmehr um die computergestützte, systematische Analyse des Status-Quo und von Optionen für darauf aufbauende Entscheidungen und Verhandlungsstrategien.

In der computerbasierten oder KI-Diplomatie soll die Landschaft der internationalen Beziehungen abgebildet werden, indem Daten in großem Umfang gesammelt und analysiert sowie mögliche Wirkungen von diplomatischen Aktivitäten simuliert werden. Die Welt der Diplomatie ist besonders reich an Daten, siehe etwa die UN-Protokollarchive zu internationalen Debatten, Reden und Verhandlungen¹, aber auch die globalen Datenbanken zu demographischen Entwicklungen², aber auch zu Handel, Finanzströmen, Investitionen usw. Big-Data-Analyse und Maschinelles Lernen sollen dazu eingesetzt werden, Diplomatie zu unterfüttern. Vor allem quantitative Diskursanalyse³ soll zum Einsatz kommen, wobei unklar bleibt, ob die Analyse von öffentlich Protokolliertem die notwendige Aussagekraft in den internationalen Beziehungen haben kann, in denen doch vieles im Verborgenen geschieht. Es werden bereits Akteursnetzwerke erstellt und bewertet oder die Konsistenz von Aussagen über die Zeit via Textmining analysiert. In Zukunft, so die Vision, soll es etwa möglich sein, die Folgen unterschiedlicher Szenarien zu modellieren. Auch die Verhandlungstechnik soll in Zukunft von quantitativen Methoden profitieren, etwa durch die systematische Analyse von Optionen auf Basis von Spieltheorie (siehe Thema [Gamification](#)) und mathematischer Optimierung. Fraglich ist, ob dieser Ansatz erfolgreich sein kann, da er voraussetzt, dass alle Parteien rational agieren. Durch die Untersuchung der Muster sozialer, kultureller und wirtschaftlicher Daten in vergangenen Konflikten könnte KI, so eine weitere Hoffnung, die Wahrscheinlichkeit von Auseinandersetzungen in aktuellen und zukünftigen Szenarien berechnen (sog. „predictive peacekeeping“). Es steht freilich zu erwarten, dass dieser konservative Ansatz nur beschränkt fruchtbar sein kann, da Unerwartetes (sog. Black Swans) gerade nicht erkennbar sein wird. Eine Anwendung könnte auch im Bereich Vertrauensbildung liegen, wo KI Echtheit und Seriosität von Informationen als Grund-

¹ documents.un.org/prod/ods.nsf/.

² Siehe z. B. dataexplorer.wittgensteincentre.org/wcde-v2/.

³ Siehe z. B. den Ansatz des Discourse Network Analyser, philiplefeld.com/software/software.html. Eine Kombination mit qualitativer Diskursanalyse (z. B. Wodak 2019) scheint jedenfalls angezeigt.

lage für Verhandlungen bewerten könnte. Hier könnte es jedoch zu einer Art Wettrüsten kommen, da KI gerade auch beim Erstellen von **Deep Fakes** zum Einsatz kommt.

Die Fallstricke des Einsatzes von Modellen in der Politik(-beratung) waren bereits Gegenstand von Technikfolgenabschätzung (ITA 2020). Auch die Untersuchung des Einsatzes von KI in der Diplomatie in unterschiedlichen Rollen – Analyse, Modellierung, Entscheidung/Durchführung – und deren mit den Chancen verbundenen Herausforderungen hat bereits begonnen (Unver 2017, Cummings et al. 2018, Bjola 2019, Buffanais 2022).⁴ Allerdings fehlt es noch an explorativen Foresights und umfassender Abschätzung der Folgen des Einsatzes dieser Technologien im besonders sensiblen Feld der internationalen Beziehungen.

Zitierte Literatur

- Bjola, C., 2019, Diplomacy in the Age of Artificial Intelligence. *CSS blog ETH Zürich*, isnblog.ethz.ch/technology/diplomacy-in-the-age-of-ai.
- Buffanais, R., 2022, Computational diplomacy – the science of an art? Blog post 15/09/22, lowyinstitute.org/the-interpreter/computational-diplomacy-science-art.
- Cummings, M. L. et al., 2018, *Artificial Intelligence and International Affairs. Disruption Anticipated*. Chatham House Report, chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2018-06-14-artificial-intelligence-international-affairs-cummings-roff-cukier-parakilas-bryce.pdf.
- GESDA, 2021, *Geneva Science and Diplomacy Anticipator's Annual Report on Science Trends at 5, 10 and 25 years*, radar.gesda.global.
- ITA, 2020, Welche Zukunft modellieren? *ITA-Dossier* Nr. 51 (Dezember), Wien, epub.oeaw.ac.at/ita/ita-dossiers/ita-dossier051.pdf.
- Unver, H. A., 2017, Computational Diplomacy: Foreign Policy Communication in the Age of Algorithms and Automation. *EDAM Research Reports, Cyber Governance and Digital Democracy* 2017/3, ssrn.com/abstract=3331640.
- Wodak, R., 2019, Diskursanalyse In: C. Wagemann et al. (Hrsg.), *Handbuch Methoden der Politikwissenschaft*, Springer, doi.org/10.1007/978-3-658-16937-4_40-2.

⁴ Im November 2022 findet, organisiert von der DiploFoundation gemeinsam mit dem Maltesischen und dem Schweizer Außenministerien eine Konferenz zu Digital Diplomacy statt, diplomacy.edu/topics/digital-diplomacy/ bzw. 20years.diplomacy.edu.

Weltraummüll: Allmende Universum?

Seit Beginn der Raumfahrt ist ein regelrechter Wettlauf um die Nutzung des Weltraums entbrannt. Während Unternehmen wie Project Kuiper, Starlink, Telesat oder OneWeb darauf abzielen, ganze Satellitenflotten¹ – auch „Megakonstellationen“ genannt – ins All zu schießen, machen Wohlhabende mit Raketen von SpaceX oder Blue Origin Weltraumausflüge. Bislang ist das Weltall eine globale Allmende, d. h. ein Gut, dass nicht (leicht) exklusiv nutzbar ist und um dessen Nutzung Rivalität herrscht. Während es bereits Verhandlungen und Vereinbarungen zum Abbau von Rohstoffen im Weltall gibt (siehe Thema [Bergbau im All](#)), wird die Problematik des Weltraummülls erst langsam in ihrer Tragweite sichtbar.²

Beim Start eines Raumflugkörpers fällt Müll an: Oberstufen,³ Verbindungselemente, abgeplatzte Lackteile oder Isolierstücke, aber auch ausgediente Satelliten, die funktionsunfähig als Weltraumschrott zurückbleiben. Gegenwärtig befinden sich mehr als 20.000 katalogisierte Objekte im All; werden auch Objekte im Zentimeterbereich berücksichtigt, sind es über 900.000.⁴ 70 % der Trümmer befinden sich in der niedrigen Erdumlaufbahn (Low Earth Orbit) zwischen 500 und 1.000 km und ein großer Teil davon verglüht im Lauf der Jahre in der Erdatmosphäre. Doch kleine Teile, die bei Kollisionen von Satelliten⁵ oder bei Explosionen, z. B. durch Antisatellitenwaffen-Tests, in höheren Umlaufbahnen (zwischen 1.000 und 20.000 km) entstehen, sind sehr problematisch.⁶ Durch die Zunahme an Satelliten steigt das Risiko von Beinahe-Kollisionen;⁷ jedes weitere Schadensereignis hinterlässt vielzählige Kleinteile, was wiederum das Kollisionsrisiko erhöht (diese Annahme exponentieller Steigerung von Weltraumschrott durch Kollisionen nennt man auch „Kessler-Effekt“⁸).

Wie werden wir in Zukunft mit Weltraummüll umgehen? Gegenwärtig wird bereits an Zukunftstechnologien zur Weltraumreinigung geforscht. Dazu zählen bspw. autonome Systeme zum Einfangen von Weltraummüll (Farivarnejad et al. 2021), polarisierte Laser, um Weltraummüll zu steuern (Peltoniemi et al. 2021) oder eine europäische Mission,⁹ die gleich mehrere Weltraummüllsammelmethoden, wie Harpune, Netz und Segel, testen

¹ Bis zu 60 Satelliten pro Raketenstart.

² [nature.com/articles/d41586-018-06170-1](https://www.nature.com/articles/d41586-018-06170-1).

³ Teil der Rakete, der die Nutzlast, z.B. Satelliten oder Passagiere, beinhaltet und dessen Hülle im Weltraum verbleibt.

⁴ sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space_Environment_Report_latest.pdf.

⁵ Z. B. die Kollision zweier Kommunikationssatelliten in 2009; siehe Brumfiel (2009).

⁶ esa.int/Space_in_Member_States/Germany/Was_ist_Weltraummuell.

⁷ futurezone.at/science/starlink-satellit-crash-kollision-weltraum-orbit-spacex-weltraumschrott/401479528.

⁸ Benannt nach dem US-amerikanischen Astronomen Donald J. Kessler, siehe Kessler/Cour-Palais (1978).

⁹ Z. B. die 15 Millionen Euro Mission „RemoveDEBRIS“, siehe [nature.com/articles/d41586-018-06674-w](https://www.nature.com/articles/d41586-018-06674-w).

will. Ob allein technische Lösungen ausreichen, um das Weltall vom Müll zu befreien, bleibt fraglich und auch die Kosten der Technologieentwicklung sind hoch. Einen anderen Ansatz verfolgt die ÖAW, die auf Beobachtung und Erkennung von Objekten im Weltall setzt.¹⁰ Diese validierten, präzisen und zeitnahen Weltraumüberwachungsdaten ermöglichen z. B. Kollisionsvermeidungsmanöver und damit Weltraummüllprävention. Auch künstlerische Unterfangen zielen auf die kreative Auseinandersetzung mit der Frage „Was tun mit 8,1 Millionen Kilo Weltraumschrott?“ und generieren Zukunftsideen, wie bspw. eine Weltraumschrott-Sammelinitiative für WeltraumtouristInnen, ein Weltraummuseum für Raumschiffreife oder die Errichtung eines Riesenpfeils aus Weltraumschrott, der auf die Erde zeigt.¹¹

Anfang 2021 riefen die Staats- und Regierungschefs der G7-Staaten alle Länder auf, beim „Aufräumen im All“ mitzumachen, und initiierten in Kooperation mit der Internationalen Organisation für Normung (ISO) die Entwicklung eines Bewertungsschemas für nachhaltige Weltraumnutzung („Space Sustainable Rating“ SSR).¹² Während man sich durch die zukünftige Veröffentlichung der Nachhaltigkeitsbewertungen positive Wirkungen etwa durch angepasste Versicherungsbeiträge oder nachhaltige Förderbedingungen erhofft, bleibt die Teilnahme am Schema freiwillig. Erfahrungen auf der Erde haben gezeigt, dass dem Müllproblem ohne verbindliche Regularien und transparente Sammelsysteme, d. h. passende Infrastruktur, nicht beizukommen ist. Gerade Österreich mit seiner internationalen Vorreiterrolle in der Raumfahrt,¹³ seinen exzellenten Köpfen¹⁴ und innovativen Einrichtungen und Betrieben¹⁵ könnte eine international verbindliche, TÜV-artige Nachhaltigkeitszertifizierung von Raumflugkörpern einfordern und mithilfe eines Foresight-Prozesses zukünftige Rahmenbedingungen dafür explorieren, um die Allmende Universum auch für zukünftige Generationen nutzbar und sauber zu hinterlassen.

Zitierte Literatur

- Brumfiel, G., 2009, Kaputnik chaos could kill Hubble, *Nature*, <https://doi.org/10.1038/457940a>.
- Farivarnejad, H., et al., 2021, Fully Decentralized Controller for Multi-Robot Collective Transport in Space Applications, *2021 IEEE Aerospace Conference (50100)*, 6-13 March 2021.
- Peltoniemi, J. I., et al., 2021, Steering reflective space debris using polarised lasers, *Advances in Space Research* 67(6), 1721-1732.

¹⁰ oeaw.ac.at/iwf/forschung/forschungsgruppen/satellite-laser-ranging/weltraumschrott.

¹¹ faz.net/aktuell/wirtschaft/me-convention/was-man-mit-weltraumschrott-anfangen-kann-16384444.html; studioroosegaard.net/project/space-waste-lab.

¹² weforum.org/projects/space-sustainability-rating.

¹³ Zur Rolle Österreichs in der europäischen Raumfahrt siehe esa.int/Space_in_Member_States/Austria/Oesterreich_im_Weltraum.

¹⁴ Österreich stellt seit 2021 den Generaldirektor der ESA.

¹⁵ austria-in-space.at/de/; esa.int/Space_in_Member_States/Austria/Partner_der_Raumfahrt_in_Oesterreich.

Europäische Resilienz in Krisenzeiten

Zusammenfassung

Die anhaltende, weltweite Krise, die durch die Covid-19-Pandemie ausgelöst wurde, machte wie kaum ein Ereignis bislang die große Verwundbarkeit der europäischen Staaten und damit auch Österreichs deutlich. Verschärft wurde die Situation noch durch den Angriffskrieg in der Ukraine und die damit in Verbindung stehende Politik Russlands in Energiefragen, was zu deutlichen Engpässen in der Gasversorgung Europas führte. Die internationale Vernetzung und Arbeitsteilung im Bereich der Energiebereitstellung, der Gütererzeugung und der Dienstleistungserbringung, die sich über die vergangenen Jahrzehnte entwickelt hat, führt zu mannigfachen und teils sehr fragilen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Staaten und Regionen. Bei einzelnen Warenströmen wurde das schon in der Vergangenheit deutlich (z. B. Erdölkrise 1973). Die durch die Pandemie ausgelösten weltweiten Grenzsicherungen und Marktabstottungen machen die Vulnerabilität einzelner Staaten heute umso deutlicher: So werden viele Waren (z. B. Arzneien und Medizinprodukte, sogar viele, prinzipiell überall verfügbare Grundstoffe) gar nicht mehr in Europa produziert, manche Arbeitsleistungen (z. B. im Pflegebereich, im Transportwesen, in der Landwirtschaft) nur von internationalen PendlerInnen erbracht und viele Kommunikationsdienstleistungen (z. B. Video-Konferenz-Plattformen) nur aus dem Ausland, oftmals von US-amerikanischen Firmen angeboten. Vor diesem Hintergrund stellt sich die strategische Frage, ob, und wenn ja, in welcher Weise und in welchen besonders kritischen Bereichen sich Österreich bzw. Europa für die Zukunft souveräner, also unabhängiger von den internationalen Energie-, Güter-, Dienstleistungs- und Arbeitsmärkten machen könnte, um in Krisen wie der aktuellen resilienter zu sein. Erste Aktivitäten und Forschungsergebnisse seit Ausbruch der Krise zeigen, dass noch viel zu tun bleibt.

Überblick zum Thema

Es ist Mainstream-Auffassung, dass Globalisierung der Weltwirtschaft für die meisten Länder zu enormen Wohlstandsgewinnen geführt hat. Organisatorische, rechtliche, ökonomische und technologische Innovationen konnten bisherige Herausforderungen im Kleinen und im Großen meistern und haben zur Optimierung des Weltwirtschaftssystems beigetragen. Weltweite Krisen wie die Erdölkrise der 1970er-Jahre oder zuletzt die Weltwirtschafts- und Eurokrise ab 2007 konnten gemeistert werden. Auch Pandemien, die in den letzten 20 Jahren aufgetreten sind, waren in ihren Auswirkungen nicht so dramatisch. Die Covid-19-Krise stellt die Staatengemeinschaft jedoch vor eine völlig neue Herausforderung, weil sie nicht nur einen Sektor (z. B. Energie oder Banken) oder einzelne Regionen betrifft, sondern viel umfassender ist. Schon nach wenigen Tagen und Wochen stellte sich mit großer Klarheit heraus, dass die in normalen Zeiten als po-

sitiv wahrgenommenen internationalen Verflechtungen unter Pandemiebedingungen höchst problematisch sind. Nicht nur hat die internationale Mobilität die Pandemie in kürzester Zeit in jeden Winkel der Erde gebracht, die in der Folge ergriffenen Abschottungsmaßnahmen auf vielen Ebenen haben zum Zusammenbruch von Lieferketten aller Art (nicht nur Waren, auch Arbeitskraft) geführt. Das Schengen-Abkommen, als ein zentraler Baustein der EU, wurde innerhalb kürzester Zeit durch die Maßnahmen zur Bekämpfung des Covid-19 ausgesetzt und ist weiterhin nicht in Kraft. Auch wenn das gesamte Ausmaß der Folgen dieser weltumspannenden Krise im 3. Jahr der Pandemie (November 2022) noch keineswegs abschließend beurteilt werden kann, können doch einige kritische Bereiche benannt werden, in denen die übliche Verfasstheit der europäischen Staatengemeinschaft zu gravierenden Problemen führt. Diese sollen in der Folge überblicksartig dargestellt werden.

*Produktion von
Arzneimitteln und
Medizinprodukten*

Viele Pharmazeutika und Medizinprodukte werden unter Ausnutzung von Kostendifferentialen nicht mehr in Österreich bzw. in Europa produziert, obwohl das entsprechende Knowhow in der Regel auch hierzulande vorhanden ist. Das führt, wie in der Covid-19-Krise eindrücklich erfahren werden konnte, dazu, dass der Nachschub mit vielen, teils lebenswichtigen Medikamenten für Europa zeitweise unterbrochen war. Selbst die Produktion von Atemschutzmasken (einfache wie hochwertige für das medizinische Personal) musste erst wiederaufgenommen werden. Knappheit herrschte auch hinsichtlich der notwendigen Rohstoffe, um Covid-19-Tests durchführen zu können. Die Situation ist zeitweise auch durch Exportverbote auf bereits erworbene Medizinprodukte, Bieterverfahren, um an die notwendigen Medizinprodukte zu gelangen¹ sowie ausländische Übernahmeveruche von Pharmaunternehmen² verschärft worden. Die Beispiele verdeutlichen, welche weitreichenden und nicht vorhersehbaren Konsequenzen solche Krisensituationen hervorrufen können. Für Deutschland liegt eine Studie zur Steigerung der Resilienz im Gesundheitswesen vor (Kagermann 2021b), für Österreich eine in Bezug auf kritische Güter, darunter im Medizinsektor (Klien et al. 2021).

*Grenzüberschreitender
Verkehr von
Arbeitskräften in
kritischen Bereichen*

Insbesondere in kritischen Sektoren wie der Pflege, in der Landwirtschaft (Erntehilfe) und im Gütertransportwesen zeigt die aktuelle Krise, dass ein funktionierender Arbeitsmarkt sehr voraussetzungsvoll ist. Auch nur vorübergehend geschlossene Grenzen haben deutlich gemacht, dass etwa die Pflege in Österreich vor ernststen Problemen stand, ebenso wie die Gemüseernte und es phasenweise zu wenige FahrerInnen für Lastkraftwagen im Inland gab (Grübler/Bykova 2020).

*Grenzüberschreitender
[Güter]verkehr*

Neben den Mobilitätseinschränkungen für Arbeitskräfte führten die Lock-downs in den einzelnen Ländern zeitweise auch zu einem eingeschränkt-

¹ Der Gouverneur von New York beschreibt ein Bieterverfahren um Beatmungsgeräte wie in einem Online-Auktionshaus, siehe theguardian.com/us-news/2020/mar/31/new-york-andrew-cuomo-coronavirus-ventilators.

² theguardian.com/us-news/2020/mar/15/trump-offers-large-sums-for-exclusive-access-to-coronavirus-vaccine.

ten Güterverkehr. Es kam zu kilometerlangen LKW-Staus an den Grenzen. Auch der stillgelegte bzw. stark eingeschränkte Personenflugverkehr hatte Auswirkungen auf die Güterversorgung in verschiedenen Branchen und Sektoren. Zusätzlich bewirkte die weitgehende Stilllegung des Flugverkehrs auch eine Verschlechterung der Qualität der Wetterprognosen, da Flugzeuge auch eine wichtige Funktion bei der Erhebung der Wetterdaten haben. Hier wird deutlich, dass der Personenflugverkehr auch für andere Bereiche kritisch ist, die nun kompensiert werden müssen, etwa über vermehrten Einsatz von Wetterballons³ oder die Zunahme der reinen Frachtflüge.⁴ Die Verwundbarkeit der weltweiten Produktion zeigte sich bei den teils durch Covid-19-bedingte, teils auch durch andere Faktoren wie Probleme mit der Weltschiffahrtsinfrastruktur (z. B. Suezkanal, Beirut, Ningbo) oder Klimawandel-bedingte Störungen (z. B. Dürre in Taiwan) verstärkten Lieferengpässen bei einer vielen Produkten. So sind bestimmte Typen von Chips für die Autoindustrie, aber auch Baumaterialien, Möbel oder Haushaltsgeräte⁵ aktuell nur mit Einschränkungen am Markt verfügbar⁶ – mit der Konsequenz, dass einige Produktionszweige Schwierigkeiten haben. Eine Untersuchung in Deutschland kam zum Ergebnis, dass die Lösung eher im Ausbau der Lagerhaltung und der Diversifizierung bei den Lieferanten gesehen wird als bei der heimischen Supply Chain (Flach et al. 2021). Diese Situation führt letztlich auch zu höheren Preisen vieler Produkte.⁷

Das im Zuge der Covid-19-Krise von vielen Staaten verordnete, nach wie vor breit praktizierte Homeoffice hat die Kommunikationsinfrastruktur, die in Europa in Normalzeiten als im weltweiten Vergleich besonders gut ausgebaut gelten kann, an ihre Leistungsgrenzen gebracht. Darüber hinaus sind technologische (und ökonomische) Abhängigkeiten von bestimmten, in der Regel US-Plattformen zu Tage getreten und stärker geworden (siehe dazu bereits die Themen [Digitale Souveränität](#), [Cloudcomputing](#) sowie Nentwich et al. 2019). Da viele private Personen zu Hause nicht dieselben IT-Sicherheitsmaßnahmen erfüllen können wie Unternehmen, entstehen möglicherweise Sicherheitslücken, die von Cyberkriminellen ausgenutzt werden können (siehe [Cybersecurity](#)).

*Kommunikations-
infrastruktur*

³ zamg.ac.at/cms/de/wetter/news/zusaetzliche-aufstiege-von-wetterballons-um-ausfall-von-flugzeug-daten-auszugleichen.

⁴ forbes.com/sites/willhorton1/2020/03/31/cargo-aircraft-roar-to-life-reaching-record-utilization-as-coronavirus-creates-urgent-demand-for-air-freight/#6e522498bdd7.

⁵ derstandard.at/story/2000128293326/rohstoffmangel-und-probleme-bei-lieferketten-machen-moebelhandel-zu-schaffen.

⁶ Die Lieferengpässe haben in manchen Bereichen freilich nicht nur mit Produktionsausfällen bei Vorprodukten oder Logistikproblemen zu tun, sondern auch mit teils (im Zuge der Pandemie) geänderten Nachfragemustern im Consumer-Markt.

⁷ wko.at/service/sbg/aussenwirtschaft/verwerfungen-lieferketten.html.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Die Frage der österreichischen bzw. europäischen Souveränität in kritischen Bereichen hat eine große strategische und gesamtstaatliche Bedeutung. Eine konsistente und erfolgversprechende Strategie zur Erreichung von mehr österreichischer bzw. kontinentaler Unabhängigkeit, Autarkie und Resilienz muss sehr viele Aspekte, Sichtweisen und Bereiche gleichzeitig berücksichtigen. Dazu gibt es bereits einige Aktivitäten, die auch für Österreich relevant sind:

Aktivitäten der EU

Die EU hat 2021 mit dem europäischen Covid-19-Aufbauplan NextGenerationEU, dessen wichtigstes Instrument die Aufbau- und Resilienzfazilität (RRF) ist, Schritte gesetzt, um Investitionen zu unterstützen. Darüber hinaus hat sich die EU-Kommission mit strategischen Abhängigkeiten der EU vom Weltmarkt beschäftigt und besondere Vulnerabilität in immerhin 0,6 % der Importgüter festgestellt (EC 2021). Die EU-Kommission bereitet aktuell die Einrichtung einer Behörde zur Krisenvorsorge und -reaktion bei gesundheitlichen Notlagen (Health Emergency Preparedness and Response Authority – HERA) vor, die bei ähnlichen Gesundheitskrisen wie COVID-19 zwischen den Mitgliedsstaaten koordinierend eingreifen können soll, um Verzögerungen von medizinischen Gegenmaßnahmen zu verhindern.⁸

Aktivitäten in der Schweiz und Deutschland

Die Schweiz hat ein eigenes Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL): Es greift *„im Falle eines Versorgungsengpasses [...] mit gezielten Massnahmen in das Marktgeschehen ein, um entstandene Angebotslücken zu schliessen“*.⁹ Das BWL ist in einem Bericht (BWL 2021) den Auswirkungen der Covid-19-Pandemie systematisch nachgegangen. Diese Governancestruktur könnte als Modell dienen und an die aktuellen Herausforderungen angepasst werden. Alternative Ansätze könnten darauf abzielen, mehr Flexibilität in bestehende Produktionsprozesse einzubauen, um sich vorab definierten Situationen kurzfristig und rasch entsprechend den Krisenmanagementplänen anpassen zu können. Darüber hinaus wird auch eine Re-Regionalisierung zumindest mancher, strategisch bzw. im Krisenfall besonders kritischer Produkte bzw. Produktgruppen als Lösungsweg diskutiert.¹⁰ Auch die deutsche Akademie der Technikwissenschaften acatech hat sich bereits systematisch Gedanken zur Resilienz als wirtschafts- und innovationspolitisches Gestaltungsziel angestellt (Kagermann et al. 2021a) und warnt: *„Dabei ist ein zentraler Fehler zu vermeiden: Schon früher wurden, ausgelöst durch Krisen, Resilienzdebatten geführt. Zuverlässig sinkt aber der Stellenwert der Resilienz mit dem Ende einer Krise deutlich, anderen Gestaltungszielen wird wieder höhere Priorität eingeräumt. In vielen Fällen passierte dies schneller, als das Lehren*

⁸ ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12870-EU-Behorde-fur-die-Krisenvorsorge-und-reaktion-bei-gesundheitlichen-Notlagen-Health-Emergency-Preparedness-and-Response-Authority-HERA-_de.

⁹ bwl.admin.ch/bwl/de/home/wirtschaftliche_landesversorgung/prasentation_wl_auftrag.html.

¹⁰ derstandard.at/story/2000117234618/schluss-mit-globalisierung-warum-der-abgesang-verfehlt-sein-duerfte.

aus der Krise gezogen und entsprechende Maßnahmen zu einer resilienteren Gestaltung der betroffenen Strukturen ergriffen wurden.“

Es bedarf eines Strategieprozesses, der alle gesellschaftlichen Sektoren einbezieht, um die notwendigen Abwägungen zwischen unterschiedlichen Interessen vorzunehmen. Dabei gilt es auch, die mögliche Kehrseite einer neuen Souveränität im Blick zu halten. Es könnte im schlimmsten Fall zu „nationalem Egoismus“ und dadurch zu einer zunehmenden zwischenstaatlichen Fragmentierung führen, welche ein koordiniertes und geschlossenes Vorgehen bei globalen Herausforderungen erschweren würde. Das Parlament ist der geeignete Ort, um diese Fragen adäquat behandeln zu können und zu moderieren.

Strategieprozess
notwendig

Vorschlag weiteres Vorgehen

Zur Fundierung der oben angesprochenen Debatte im Parlament und in der Gesellschaft erscheint es sinnvoll, in einem ersten Schritt eine umfassende Bestandsaufnahme der mannigfachen Abhängigkeiten in den Energie-, Güter-, Dienstleistungs- und Arbeitsmärkten zu erstellen. Es handelt sich um eine interdisziplinäre Aufgabe, die nicht nur die primär angesprochene ökonomische Perspektive beachtet, sondern auch politische, kulturelle, rechtliche und gesellschaftliche Abhängigkeiten einbezieht, etwa Handelsverträge, die Kompetenzverteilung innerhalb Österreichs und der EU, spezifische Präferenzen und Lebensgewohnheiten der ÖsterreicherInnen usw. – was genau einbezogen werden sollte, müsste im Scoping geklärt werden.

Zitierte Literatur

- BWL – Bundesamt für Wirtschaftliche Landesversorgung (Schweiz), 2021, *Bericht zur wirtschaftlichen Landesversorgung 2017-2020*, März, Bern bwl.admin.ch/dam/bwl/de/dokumente/dokumentation/publikationen/wl-bericht-2017-2020.pdf.download.pdf/Bericht_WL_DE_2021_Web.pdf.
- EC (European Commission), 2021, *Strategic dependencies and capacities*, Commission staff working document SWD(2021) 352 final, Brussels, 5 May, ec.europa.eu/info/sites/default/files/swd-strategic-dependencies-capacities_en.pdf.
- Flach, L. et al., 2021, *Internationale Wertschöpfungsketten – Reformbedarf und Möglichkeiten*, Ifo-Studie im Auftrag der Konrad-Adenauer-Stiftung e.V. (5. August): Berlin.
- Grübler, J. und Bykova, A., 2020, *Nachbarschaftsbeziehungen auf dem COVID-Prüfstand. Analyse zu den Herausforderungen für Österreichs Wirtschaftsbeziehungen mit Mittel-, Ost- und Südosteuropa und Deutschland im Kontext der Pandemie*, wiw Forschungsbericht 17, September, wiw.ac.at/nachbarschaftsbeziehungen-auf-dem-covid-pruefstand-dlp-5399.pdf.
- Kagermann, H. et al., 2021a, *Resilienz als wirtschafts- und innovationspolitisches Gestaltungsziel*, akatech Impuls, 19. April, acatech.de/publikation/resilienz-als-wirtschafts-und-innovationspolitisches-gestaltungsziel/.

- Kagermann, H. et al., 2021b, *Resilienz der Gesundheitsindustrien. Qualität und Versorgungssicherheit in komplexen Wertschöpfungsnetzwerken*, akatech Impuls, 19. April, acatech.de/publikation/resilienz-der-gesundheitsindustrien/.
- Klien, M. et al., 2021, *Stärkung der Unabhängigkeit des Wirtschaftsstandortes Österreich bei kritischen Produkten*, WIFO Research Briefs, 2021, (9), wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=67302&mime_type=application/pdf.
- Nentwich, M., et al., 2019, *Kann es eine digitale Souveränität Österreichs geben? Herausforderungen für den Staat in Zeiten der Digitalen Transformation*. ITA Manu:scripts Nr. ITA-19-01 epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_19_01.pdf.

Dezentralisierte Kollaborationsplattformen – Alternativen zu globalen Online-Monopolen

Digitale Plattformen wie Amazon, Google, Facebook, Apple und Microsoft sind die Infrastrukturen des 21. Jahrhunderts, die Handel, 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](#)) und Künstlicher Intelligenz (KI) (siehe Thema [KI-Risiken](#)) 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.¹ 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](#)). 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.

¹ Siehe z. B. das neueste Urteil in einer Reihe von Rechtsstreitigkeiten zwischen der EU-Kommission und dem amerikanischen Konzern, das die Klage von Google gegen eine Milliardenstrafe abgewiesen hat:
eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:62018TJ0604.

Was bisher fehlt, sind Technologien, die darauf ausgerichtet sind, die wesentlichen Funktionen der Ökonomie und des Alltagslebens im 21. Jahrhundert – Handel (siehe Thema „Blockchain“), 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.²

² Erste staatliche Überlegungen in Richtung einer europäischen offenen Kollaborationsplattform bzw. ‚Europa-Cloud‘ finden sich gegenwärtig in Deutschland, wo mit der Gründung der Agentur für Sprunginnovationen offene Standards und gemeinsame, europäische Forschungsinfrastrukturen als Alternativen zu turbo-kapitalistischen Plattformen beworben werden, siehe sprind.org/de/laufende-projekte/sovereign-cloud-stack/.

Bergbau im All

Asteroiden und Planeten des Sonnensystems könnten in Zukunft als Quelle für Edelmetalle nutzbar werden und über einen Bergbau im Weltall abgebaut werden. Damit könnten nicht nur Rohstoffe für die Erde gewonnen werden, sondern die Nutzung der lokal verfügbaren Ressourcen könnte die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit zukünftiger Weltraummissionen strukturell verbessern: Über 3D-Druck/additive Fertigung würden die Ressourcen für die Herstellung von Ersatzteilen, Werkzeugen und Großstrukturen direkt im All genutzt werden (Lietaert et al. 2018). Obwohl es nicht klar ist, ob ein wirtschaftlich und ökologisch nachhaltiger Bergbau im All überhaupt möglich ist und obwohl sich der Weltraumbergbau zurzeit in einer konzeptionellen Phase befindet (Probst et al. 2016), sind in vielen Ländern bereits Gesetze erlassen, um einen rechtlichen Rahmen für diese Zukunftstechnologie bereitzustellen. Damit beginnt ein Wettlauf um diese Rohstoffe und Bodenschätze im All, da der Wert der Metalle auf einzelnen Asteroiden bereits in Trillionen Euro geschätzt wird.¹ Führende Weltraumstaaten wie die USA und Russland haben bereits Gesetze verabschiedet und auch in europäischen Ländern wie Finnland und Spanien wurden nationale Weltraumgesetze erlassen.² Luxemburg hat Mitte 2017 einen rechtlichen Rahmen für den möglichen Abbau von Rohstoffen auf Asteroiden im Weltraum entwickelt und im September 2018 eine entsprechende Agentur gegründet, um eine führende Rolle bei der wirtschaftlichen Nutzung des Weltraums einzunehmen.³ In Deutschland fordert der Industrieverband BDI ein nationales Weltraumgesetz.⁴

International ist noch unklar, wie die zukünftige Nutzung der Ressourcen im Weltall aussehen wird. Zwar haben die Vereinten Nationen seit 1967 mit fünf Weltraumverträgen einen verbindlichen völkerrechtlichen Rahmen entwickelt. Danach sind alle Staaten frei, den Weltraum zu nutzen, aber es besteht ein Aneignungsverbot. Wie ein regulativer Rahmen zwischen Nutzungsfreiheit und Aneignungsverbot zukünftig aussehen kann, ist bisher offen. Ob die aktuell beschlossenen Gesetze mit dem Völkerrecht im Einklang stehen, ist ebenso unklar wie die Notwendigkeit weiterer Regelungen zum Schutz des Weltalls (vgl. Leon 2018, siehe [Weltraummüll](#)).⁵

¹ futurezone.at/science/space-mining-10000-asteroiden-im-visier-vom-bergbau-start-up/400004264.

² issuu.com/bdi-berlin/docs/20180801_position_bdi_rohstoffpolit; zur aktuellen Durchführungsverordnung der USA siehe space.com/trump-moon-mining-space-resources-executive-order.html.

³ Für Informationen zum rechtlichen Rahmen siehe: space-agency.public.lu/en/agency/legal-framework.html.

⁴ spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/weltraum-bergbau-gesetz-deutsche-industrie-will-rohstoffe-im-all-ausbeuten-a-1214970.html.

⁵ faz.net/aktuell/wissen/weltraum/aufbruch-zu-den-schaetzen-des-all-14512037.html; kurier.at/leben/weltraumrechtler-tagen-in-koeln-ueber-schuerfrechte-am-mond-und-weltraumschrott/133.152.323; taz.de/!5534269/; theconversation.com/who-owns-space-us-asteroid-mining-act-is-dangerous-and-potentially-illegal-51073.

Wenn sich die UN-Mitglieder auf ein internationales Regime einigen, könnte die Nutzung nach klaren und nachhaltig wirksamen Regeln organisiert werden. Damit würden auch Staaten ohne direkten Zugang zum Weltall nicht ins Hintertreffen geraten.

Der Aufbau von Wissensbeständen in Österreich zu den wirtschaftlichen, technologischen und rechtlichen Zukunftsoptionen würde es ermöglichen, im Fall einer hohen technologischen und international politischen Dynamik strategisch vorzugehen.

Zitierte Quellen

- Leon, A. M., 2018, Mining For Meaning: An Examination Of The Legality Of Property Rights In Space Resources, Virginia Law Review 104(3), 497-546.
- Lietaert, K., et al., 2018, Meteorite as raw material for Direct Metal Printing: A proof of concept study, Acta Astronautica 143, 76-81.
- Probst, A., Peytavi, G. G., Eissfeller, B. und Forstner, R., 2016, Mission concept selection for an asteroid mining mission, Aircraft Engineering and Aerospace Technology 88(3), 458-470.

Synthetische Daten

Im Zuge der Entwicklungen rund um Big Data und vor allem der weit verbreiteten Nutzung **Künstlicher Intelligenz** (KI) gewinnen Daten immer mehr an Bedeutung und damit an Wert. Zum Training von KI-Algorithmen sind eine Fülle von Daten notwendig. Soweit es sich dabei um personenbezogene Daten handelt, steht dem Gebrauch dieser oft die gesetzliche Beschränkung der Nutzung auf den ursprünglichen Zweck (Zweckbestimmung der DSGVO) entgegen (siehe auch **Digitalisierung und Anonymität**).

Gerade in den Bereichen Gesundheit und Finanzdienstleistungen sind die Originaldaten sehr sensibel, aber auch in anderen Bereichen wird verstärkt auf die Weiterverarbeitung von einmal generierten Daten Wert gelegt. Um dem Problem der Beschränkung nach der DSGVO zu entgehen, wird mittlerweile versucht, mit so genannten „synthetischen Daten“ (Replica Analytics 2020) zu operieren. Diese werden künstlich und mit Hilfe von KI erzeugt, um sie dann wiederum als Trainingsdaten für KI-Systeme zu nutzen. Sie bilden ein Daten-Set, das dieselben statistischen Merkmale aufweisen soll, wie die zugrundeliegenden Originaldaten und so als Proxy für das Training des Algorithmus genutzt werden können.

Dieses Versprechen macht synthetische Daten zu einem wertvollen Instrument, um andere Anonymisierungstechniken zu unterstützen bzw. abzulösen. Allerdings gibt es auch Einwände gegen die Nutzung synthetischer Daten.¹ Zum einen wird ihre Anonymisierungsstärke hinterfragt (Stadler et al. 2022) zum anderen ist die Technik noch nicht ausgereift und sehr voraussetzungsvoll² und bedarf sehr hoher Kompetenz der Durchführenden. Weiters entsteht durch die Überführung von Daten in ein Modell immer eine Komplexitätsreduktion gegenüber der Wirklichkeit. Die Vorstellung, dass ein Modell eines Daten-Sets (ebenfalls bereits nur ein Ausschnitt der Realität) erstellt wird, auf dessen Basis ein Modell der Wirklichkeit erzeugt wird, aufgrund dessen dann Entscheidungen für Menschen in der Realität getroffen werden, lässt erahnen, wie wichtig hier die Kompetenz der Beteiligten, aber auch die ethischen Kriterien für diese sein müssen. Es sollte genau überlegt werden, in welchen Bereichen diese Technologie eingesetzt werden kann.

Grundsätzlich sind synthetische Daten „fake data“ und auch die Basis für sogenannte **Deep Fakes**, z. B. synthetische Bilder von Menschen, die es nicht gibt,³ oder Videos, in denen bekannte Menschen etwas tun oder sagen, was sie nicht getan haben. Eine Entwicklung, die besonders problematisch erscheint und die Frage von Echtheit und Wahrheit im Digitalen neu stellt. Positive Anwendungen von synthetischen Daten könnten etwa darin liegen, dass bestimmte Verzerrungen (biases), die in Originaldaten

¹ diginomica.com/data-managers-beware-synthetic-data-still-has-limitations.

² universityaffairs.ca/news/news-article/the-promise-and-pitfalls-of-synthetic-data/.

³ thispersondoesnotexist.com.

vorhanden sind, ausgeglichen werden können. So wurden etwa synthetische Daten von afrikanischer Kleidung erzeugt, um Computer-Vision-Algorithmen damit zu trainieren. Bisher gab es dazu nur Daten westlicher Kleidung.⁴

Mittlerweile gibt es eine Reihe von Anbietern, die derartige Daten oder auch Prozesse anbieten. Hervorzuheben ist hier, dass ein österreichisches Start-up⁵ international sehr erfolgreich positioniert zu sein scheint. Ergänzend zum Konzept der synthetischen Daten gibt es zum Schutz der Privatsphäre auch den Ansatz der „differential privacy“, bei der nichts erfunden wird, sondern die Originaldaten in Datenbanken so verändert werden, dass Angreifer bei missbräuchlicher Verwendung nicht sicher sein können, dass eine bestimmte Person in der Datenbank enthalten ist. Dazu forscht in Österreich Monika Henzinger.⁶

Zitierte Literatur

Replica Analytics, 2020, Synthesis Tutorials;

replica-analytics.com/synthesis-tutorials.

Stadler, T., Oprisanu, B. und Troncoso, C., 2022, Synthetic Data – Anonymisation Groundhog Day, *arXiv:2011.07018 [cs.LG]*.

⁴ technologyreview.com/2022/02/23/1044965/ai-synthetic-data-2/.

⁵ mostly.ai.

⁶ informatik.univie.ac.at/news-events/beitrag/news/2-erc-grant-fuer-prof-dr-monika-henzinger/.

Digitale Schutzengel: Technologien privater Sicherheit

Mit der Verbreitung von Smartphones steigt die Zahl an Anwendungen (Apps), die auf die Herstellung von privater Sicherheit abzielen.¹ Das sind zum Beispiel Nachhause-Begleit-Apps,² die Personen virtuell nach Hause eskortieren und durch Echtzeitübertragung von Mobilitätsdaten den jeweiligen Standort an ausgewählte FreundInnen oder an andere NutzerInnen der App, die sich in der Nähe befinden, kommunizieren. Sogenannte „Schutzengel-Apps“³ ermöglichen einen raschen Notruf, der entweder durch lauten Schrei, Schütteln des Smartphones, Knopfdruck (auch über Accessoires, wie Ring⁴ oder Schlüsselanhänger) oder Laufen (Bewegungssensoren) ausgelöst werden kann. Viele dieser Apps haben zusätzliche Funktionen, wie z. B. einen Gefahren-Countdown, den der/die NutzerIn nach Ablauf einer bestimmten Zeit deaktivieren muss, um kein Notsignal auszulösen. Manche Apps ermöglichen das Monitoring von Räumen, in denen sich Menschen unwohl fühlen bzw. in denen Gefahren vermutet werden, und stellen dann – anhand der gewonnenen Daten – Karten von risikobehafteten Zonen zur Verfügung und ermöglichen die Vernetzung mit anderen, möglicherweise betroffenen Personen.⁵ Andere Apps zielen in Verbindung mit smarten Gegenständen auf Überwachung und individuellen Schutz, z. B. der intelligente Teppich,⁶ der BewohnerInnen bei Einbruch warnt oder die intelligente Armbanduhr,⁷ die Eltern in ihrer Fürsorgepflicht unterstützen soll und das Monitoring der Kinder ermöglicht. Nicht nur Versicherungen investieren in den neuen Markt an Sicherheitstechnologien, auch die Polizei und andere öffentliche Einrichtungen sind an der Infrastruktur privater Sicherheitstechnologien beteiligt.

Wesentliche Beschränkungen der Anwendungen sind zurzeit die Abhängigkeit von GPS-Ortung, WLAN-Empfang bzw. mobiler Internetverbindung und Akku-Kapazität. Sie funktionieren also nur, wenn die Ortung des GPS-Signals möglich ist, was an „Angst-Orten“ wie in Parkhäusern oder in der U-Bahn oft nicht der Fall ist.⁸ Außerdem sollte eine Internetverbindung bestehen, um die Genauigkeit der Ortung zu erhöhen. Zudem wird mit der

¹ Eine systematische Analyse und Typologie von Sicherheits-Apps bieten Wood, et al. (2021).

² Z. B. GetHomeSafe, Companion, Wayguard, Watch Over Me, bSafe, u.v.m.

³ Keine Sorgen Schutzengel App, SoftAngel, Mein Notruf App, Vivatar, u.v.m.

⁴ kickstarter.com/projects/1629204423/nimb-a-smart-ring-that-keeps-you-safe-and-sound.

⁵ dikeapp.de, irks.at/forschung/sicherheitsforschung/topos.html.

⁶ technologyreview.com/s/429130/a-smart-carpet-to-detect-intruders/.

⁷ magenta.at/kidswatch/.

⁸ Eine alternative Ortungsweise, die auch innerhalb von Gebäuden funktioniert, ist die WLAN-basierte Ortung. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist die Verfügbarkeit eines entsprechenden Location-Mapping-Diensts am Endgerät und die uneingeschränkte Nutzung von WLAN-Signalinformationsdatenbanken.

GPS-Ortung in hohem Maße Akkuleistung verbraucht. Schließlich ist das Angebot der Apps mit der Preisgabe von potenziell sensiblen Daten der NutzerInnen verbunden: Die Anwendungen erfordern Zugriff auf die Kontakt- und Standortdaten.

Digitale Technologien privater Sicherheit operieren im Spannungsfeld zwischen subjektivem Sicherheitsgefühl (Individualisierung von Sicherheit) und individueller Kontrolle (Privatisierung von Verantwortung). Einerseits können private Sicherheitstechnologien dem Bedürfnis nach subjektiven Schutz- und Sicherheitsgarantien entgegenkommen. Andererseits erzeugen sie neue Erwartungen und Anforderungen im individuellen Umgang mit risikobehafteten Situationen. Gerade in Anbetracht der Vielzahl an Apps und ihrer teilweise spezifischen Ausrichtung auf bestimmte Zielgruppen, wie z. B. solchen, die speziell für Frauen und deren Sicherheitsbedürfnisse entwickelt werden, ist unklar, ob diese privaten Sicherheitstechnologien tatsächlich Risiken minimieren können. Besonders bei staatlichen Angeboten spielt die Erwartungssicherheit in Hinblick auf ein dauerhaftes und langfristiges Angebot eine große Rolle: Das Beispiel der österreichischen Anwendung Fem:HELP,⁹ die vom Frauenministerium 2013 vorgestellt wurde, gibt Anlass zur Reflexion, da das Service aktuell nicht mehr verfügbar ist. Das aktuelle Angebot des Innenministeriums „Stiller Notruf“, eine App,¹⁰ über die sich Frauen mit ihrer Wohnadresse registrieren können, um per Knopfdruck am Smartphone die Polizei anzufordern, wenn sie sich bedroht fühlen, wirft die generelle Frage auf, ob eine App hinreichenden Gewaltschutz für Frauen bieten kann.¹¹ Das mangelnde Vertrauen in die Polizei und die mögliche Überwachung des Smartphones durch potenzielle Täter lassen Zweifel an der Wirksamkeit der Maßnahme aufkommen. Notwendig wäre daher Transparenz hinsichtlich der Wirksamkeit von unterschiedlichen privaten Sicherheitstechnologien, um genauer bestimmen zu können, in welchen Bereichen und unter welchen Umständen diese ein bestimmtes Schutzniveau bieten und wo eben auch die Grenzen privater Sicherheitstechnologien liegen.

Zitierte Literatur:

Wood, M. A., Ross, S. und Johns, D., 2021, Primary Crime Prevention Apps: A Typology and Scoping Review, *Trauma, Violence, & Abuse*, 1524838020985560.

⁹ derstandard.at/story/1378248639399/neue-app-fem-help-soll-in-notsituationen-schnell-helfen.

¹⁰ Die App wird unter dem Namen „DEC112“ als barrierefreier Notruf für Gehörlose von einem Verein zur Verfügung gestellt, siehe app.dec112.at.

¹¹ wienerzeitung.at/nachrichten/politik/oesterreich/2137177-Stiller-Notruf-bei-Gewalt-gegen-Frauen-ab-Maerz.html.

Kriegsführung im Cyberzeitalter

Zusammenfassung

Neue strategische Waffen, neue Kriegskonzepte und dynamische geopolitische Konstellationen verändern die Art und Weise der Kriegsführung im Cyberzeitalter. Vor allem intelligenten Maschinen, die schneller, ausdauernder und oft kostengünstiger als Menschen sind, wird hohes Zukunftspotenzial zugeschrieben. Gerade die Überlegenheit digitaler und autonomer Waffentechnologien wird zum Gamechanger in militärischen Konfrontationen und bedingt neue Bedrohungslagen und Herausforderungen.

Überblick zum Thema

Das schwedische Universitätsdepartment für Friedens- und Konfliktforschung stellt im Rahmen des „Uppsala Conflict Data Program (UCDP)“ seit 40 Jahren systematisch Daten zu organisierter Gewalt, bewaffneten Konflikten und Bürgerkriegen bereit.¹ Als militärischer Konflikt wird dabei ein Ereignis mit mindestens 25 Toten, verursacht durch staatliche Gewalt oder bewaffnete Gruppen, verstanden. Hotspots für solche Ereignisse sind in den letzten Jahren Afghanistan, Jemen, Syrien und Irak sowie Somalia, die Sahel-Region und Nigeria. Die Zahl der zwischenstaatlichen Kriege ist gesunken, während die Zahl der innerstaatlichen Konflikte (Bürgerkriege) zugenommen hat. Die meisten Opfer fordern innerstaatliche Konflikte mit ausländischer Beteiligung (z. B. in Syrien, der zentralafrikanischen Republik oder Myanmar). Die Hauptakteure im Kriegsgeschehen sind die militärischen Großmächte USA, Großbritannien, China, Russland und Frankreich, die sich bereits auf die Zukunft des Kriegs vorbereiten. Während Großbritannien eine Zukunft anvisiert, in der ein Viertel aller SoldatInnen bis 2030 durch Roboter ersetzt sein wird,² will Russland bis 2025 bereits ein Drittel substituiert haben.³ Länder, in denen die Entwicklung von Robotern und KI (siehe [Sicherheits-Robotik](#)) forschungsstrategische Priorität ist, haben auch hohe Rüstungsausgaben. Im Jahr 2020 lagen die USA mit 738 Milliarden US-Dollar, China mit 193 Milliarden US-Dollar und Russland mit 60 Milliarden US-Dollar an der Ausgaben Spitze. In Europa liegen Großbritannien und Frankreich voran.⁴

2021 wurde ein iranischer Nuklearwissenschaftler von einem sogenannten Killerroboter – in diesem Fall von einer ferngesteuerten bewaffneten Drohne – getötet.⁵ Der Tötungsbefehl wurde der Maschine diesmal noch von einem Angehörigen des Militärs, der über 1.000 km vom Attentat ent-

*Mehr innerstaatliche,
bewaffnete Konflikte*

*Zukunftstrend:
Roboterarmee*

*Forschungs- und
Rüstungsausgaben*

*Neue KI-
Waffentechnologien*

¹ pcr.uu.se/research/UCDP/.

² the-decoder.de/ki-im-militaer-die-britische-armee-plant-mit-robotersoldaten.

³ publikationen.bibliothek.kit.edu/1000127160.

⁴ arte.tv/de/videos/103960-009-A/mit-offenen-karten/.

⁵ futurezone.at/digital-life/iran-kernphysiker-killer-roboter-anschlag-drohne-ki/401741343.

fernt war, gegeben. Doch eine Zukunft, in der autonome Waffen- und Kriegssysteme eingesetzt werden, die schneller, ausdauernder und kostengünstiger als Menschen sind und ohne deren Zutun töten, rückt näher. Aktuell sind bereits Robo-Maultiere für den Lastentransport und Minenräumroboter, sowie autonome Panzerwagen im Einsatz,⁶ die zukünftig miteinander kommunizieren und sich gegenseitig reparieren sollen. Flug- und Unterwasserdrohnen (siehe Thema [Lieferdrohnen](#)) werden seit längerem aus Kostengründen militärisch genutzt. Neuer sind sogenannte Mikro-Drohnen im militärischen Nachrichtenwesen, die nur einige Zentimeter breit sind, zu Hunderten abgeworfen werden und in Schwarmformation autonom operieren. Welche Länder verfügen über militärische Drohnen? 102 Staaten haben Militärdrohnen für Aufklärungszwecke (darunter Österreich⁷), 40 Staaten besitzen bewaffnete Drohnen und sechs Länder exportieren Drohnen (USA, Russland, China, Israel, VAE, Türkei).⁸

**Zunehmende Autonomie
von Waffensystemen**

Seit 2001 haben immer mehr Einsätze und Angriffe mit Drohnen stattgefunden, aber erst 2019 haben Kampfdrohnen im Libyen-Krieg zum ersten Mal autonom angegriffen.⁹ Bislang haben Militärangehörige die Verantwortung für ihre Waffen und ihre Übergriffe getragen. Was passiert, wenn zukünftig Maschinen die Entscheidung treffen anzugreifen? Welche technologiebezogenen und gesellschaftsrelevanten Gefahren gehen damit einher? Während sicherheitsökonomische Zukunftsvisionen den strategischen Vorteil durch schnellere und intelligentere Kriegssysteme, die Erhöhung der Sicherheit von SoldatInnen und der Bevölkerung sowie die Kostenreduktion durch den Einsatz von Drohnen, Robotern und KI in den Vordergrund stellen, betonen dystopische Szenarien technologische Schwachstellen und das hohe Missbrauchspotenzial. Roboter und KI-basierte Kriegssysteme können – wie jeder andere Computer auch – gehackt, verändert und für unlautere Zwecke genutzt werden.¹⁰ Außerdem unterliegen sie den gleichen Herausforderungen wie allgemeine KI-Anwendungen: der Black Box des maschinellen Lernens, d. h. der fehlenden Möglichkeit, die Entscheidungen einer KI ausreichend nachzuvollziehen, sowie Verzerrungen, die durch schlecht ausgewählte Trainingsbeispiele (Lerndaten) entstehen und zu Fehlentscheidungen führen können. Ausschlaggebend für die internationale Diskussion ist das „Human-in-the-loop“-Prinzip, das die Notwendigkeit menschlicher Kontrolle bzw. Interaktion in KI-basierten Entscheidungsmodellen betont.¹¹ In der Forschung gibt es bereits Vorschläge für eine

**Sicherheitsökonomische
und dystopische
Anwendungsszenarien**

**Human-in-the-loop
Prinzip**

Seit 2001 haben immer mehr Einsätze und Angriffe mit Drohnen stattgefunden, aber erst 2019 haben Kampfdrohnen im Libyen-Krieg zum ersten Mal autonom angegriffen.⁹ Bislang haben Militärangehörige die Verantwortung für ihre Waffen und ihre Übergriffe getragen. Was passiert, wenn zukünftig Maschinen die Entscheidung treffen anzugreifen? Welche technologiebezogenen und gesellschaftsrelevanten Gefahren gehen damit einher? Während sicherheitsökonomische Zukunftsvisionen den strategischen Vorteil durch schnellere und intelligentere Kriegssysteme, die Erhöhung der Sicherheit von SoldatInnen und der Bevölkerung sowie die Kostenreduktion durch den Einsatz von Drohnen, Robotern und KI in den Vordergrund stellen, betonen dystopische Szenarien technologische Schwachstellen und das hohe Missbrauchspotenzial. Roboter und KI-basierte Kriegssysteme können – wie jeder andere Computer auch – gehackt, verändert und für unlautere Zwecke genutzt werden.¹⁰ Außerdem unterliegen sie den gleichen Herausforderungen wie allgemeine KI-Anwendungen: der Black Box des maschinellen Lernens, d. h. der fehlenden Möglichkeit, die Entscheidungen einer KI ausreichend nachzuvollziehen, sowie Verzerrungen, die durch schlecht ausgewählte Trainingsbeispiele (Lerndaten) entstehen und zu Fehlentscheidungen führen können. Ausschlaggebend für die internationale Diskussion ist das „Human-in-the-loop“-Prinzip, das die Notwendigkeit menschlicher Kontrolle bzw. Interaktion in KI-basierten Entscheidungsmodellen betont.¹¹ In der Forschung gibt es bereits Vorschläge für eine

⁶ [web.archive.org/web/20070710104756/http://www.dtic.mil/whs/directives/correspdf/500059m.pdf](http://www.dtic.mil/whs/directives/correspdf/500059m.pdf).

⁷ rechnungshof.gv.at/rh/home/home/004.667_Drohnen_Einsatz_Bundesheer.pdf.

⁸ arte.tv/de/videos/103960-009-A/mit-offenen-karten/.

⁹ Dabei handelte es sich um türkische Kampfdrohnen, die im Libyen-Konflikt der Armee in Tripolis halfen, die Armee von General Haftar zurückzudrängen.

¹⁰ In Syrien kamen zivile Drohnen zum Einsatz, die umgebaut und mit Granatwerfern ausgestattet wurden, siehe: bellingcat.com/news/mena/2017/02/10/death-drone-bombs-caliphate/.

¹¹ [web.archive.org/web/20070710104756/http://www.dtic.mil/whs/directives/correspdf/500059m.pdf](http://www.dtic.mil/whs/directives/correspdf/500059m.pdf).

verantwortungsvolle und menschenzentrierte militärische Nutzung von KI-Technologie, siehe z. B. Boulanin et al. (2020).

Kampagnen gegen den Einsatz von Killerrobotern kritisieren das neue Wettrüsten weltweit und fordern ein Verbot.¹² Das EU-Parlament und 120 Staaten der blockfreien Bewegung¹³ haben sich dieser Forderung nach einem präventiven Verbot von Killerrobotern angeschlossen. Seit sieben Jahren wird international über das Verbot autonomer Waffensysteme debattiert,¹⁴ aber zwölf gewichtige Staaten verzögern den Aushandlungsprozess, und Russland nimmt gar nicht erst an den Verhandlungen teil. Andere Länder wie z. B. Frankreich und Deutschland sind für eine kontrollierte, rechtlich nicht bindende Eindämmung.

*Verbot von
Killerrobotern?*

Doch alle Maßnahmen, die auf einen sicheren Einsatz von KI abzielen, könnten nicht verhindern, dass die Technologie in falsche Hände gerät. Daher werden Kriegsführungsstrategien an neue Bedrohungslagen, wie z. B. hybride Bedrohungen („hybrid threats“), angepasst. Sie sind dadurch definiert, dass sie Begriffe wie Freund/Feind oder wahr/falsch verwischen und Mehrdeutigkeit schaffen (Cullen et al. 2021). Ein Beispiel sind gezielte und umfassende Desinformationskampagnen, die auf politische Destabilisierung zielen, aber auch Cyberangriffe, Spionage, politische Subversion, Sabotage, u. a. zählen dazu. In Verbindung mit diesen neuen Bedrohungen steht auch der Begriff der hybriden Kriegsführung („hybrid warfare“). Er umfasst das Verschwimmen der Kriegsformen und die Verwischung der Fragen „Wer kämpft?“ und „Welche Technologien kommen zum Einsatz?“ (Hoffmann 2007). Wie der Cyberangriff „Stuxnet“ auf industrielle Kontrollsysteme u. a. eines iranischen Atomkraftwerks beispielhaft zeigt, überschneiden sich die Konzepte von Cyberkriegsführung¹⁵ („cyberwarfare“) und hybrider Kriegsführung.¹⁶ Das aktuellere Kriegskonzept der Mosaik-Kriegsführung („mosaic warfare“) stellt Komplexität in den Mittelpunkt und versteht sie als strategische Waffe. Wie Keramikfliesen in einem Mosaik werden die einzelnen Kriegsführungssysteme wie z. B. Drohnen, Flugzeuge und Cyberangriffe, über eine Plattform zu einer größeren integrierten Mission zusammengefügt. Die Idee dahinter ist, den Feind mit Hilfe von vielzähligen KI-basierten Waffen- und Sensorsystemen, die schnell reagieren können, zu überwältigen (Zhang et al. 2020).¹⁷ Zukünftige Gefahren sehen ExpertInnen in der hohen Effizienz von Mosaik-Kriegsführung,

*Neue
Bedrohungslagen*

*Neue
Kriegskonzepte*

Mosaik-Kriegsführung

¹² stopkillerrobots.org/; <https://krcaustria.at/>.

¹³ Internationale Organisation von Staaten, die nach dem zweiten Weltkrieg während des Ost-West-Konflikts militärisch neutral blieben und unter denen sich keine großen Militärmächte befinden.

¹⁴ derstandard.at/story/2000130084550/warum-killerroboter-verboten-werden-sollten-ehe-sie-eingesetzt-werden.

¹⁵ Es gibt Diskussionen darüber, was Cyberkriegsführung genau ist, siehe z. B. nato.int/docu/review/articles/2013/06/13/cyberwar-does-it-exist/index.html.

¹⁶ Es wird vermutet, dass die aufwändige Attacke aufgrund ihrer Komplexität und hohen Kosten nur ein Nationalstaat durchführen konnte, siehe archive.org/details/w32_stuxnet_dossier.

¹⁷ arpa.mil/work-with-us/darpa-tiles-together-a-vision-of-mosaic-warfare.

die zu einer sicheren Gewinnaussicht führen kann und damit hohes disruptives Potenzial v. a. aus geopolitischer Perspektive hat.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Obwohl KI bereits im zivilen und militärischen Bereich eingesetzt wird, dürfte sich ihre Anwendung zur Entscheidungsunterstützung in einem militärischen Kontext erst mittelfristig, in etwa fünf bis zehn Jahren, stärker auswirken (Bordin et al. 2020). Gerade deshalb gilt es, das Risiko neuer humanitärer Katastrophen mit all ihren Folgewirkungen (Zivile Opfer, Armut, Migration) oder die zunehmend asymmetrische Kriegsführung, die zu langanhaltenden Konflikten und nachhaltiger Beeinträchtigung von globalen Beziehungen führen kann, ausführlich zu bedenken. Auf Ebene der europäischen Verteidigungspolitik zeichnen sich zwei Treiber ab, die das Thema für Österreich relevant machen.¹⁸ Einerseits ist das der Wunsch¹⁹ nach einer stärkeren gestalterischen Rolle in der globalen Debatte zur militärischen Nutzung von KI,²⁰ andererseits das Bestreben eine größere Interoperabilität zwischen den EU-Streitkräften zu fördern und die europäische Zusammenarbeit in der militärischen Forschung und Entwicklung zu verbessern, was für Mitgliedsstaaten auch wirtschaftliche Vorteile haben könnte. Die aktive Beteiligung Österreichs an der Forderung nach einem internationalen Verbot von Killerrobotern bietet Orientierung und eine stabile Ausgangsbasis für die wirtschaftliche Positionierung.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Es bietet sich ein Foresight-Prozess zur Entwicklung einer europäischen Zukunftsvision für die verantwortungsvolle militärische Nutzung von KI an, an den eine Österreich-spezifische Vorausschau angedockt werden könnte, die die Potenziale Österreichs weiter exploriert. Auch die Frage nach ethischen, sozialen und rechtlichen Rahmenbedingungen, die zukünftig diesen verantwortungsvollen Umgang mit KI ermöglichen sollen, könnte in einer Vorausschau beantwortet werden. Hier bietet sich an zu untersuchen, inwieweit Dual-Use-Handelskontrollen zur Transparenz des internationalen Handels mit Waffen- und Kriegssystemen beitragen können, siehe z. B. Bromley & Brockmann (2021), und welche Innovationen zukünftig die Nachvollziehbarkeit militärischer Entscheidungen in KI-basierter Kriegsführung erhöhen könnten.

¹⁸ parlament.gv.at/PAKT/PR/JAHR_2021/PK0193/index.shtml.

¹⁹ Dieser Wunsch ergibt sich vor allem aus den Erfahrungen und bisherigen Aktivitäten der EU in Hinblick auf die ethische und verantwortungsvolle Nutzung von KI im zivilen Bereich (siehe z. B. Berichte und Positionspapiere der High-Level Expert Group on AI und der European AI Alliance) und dem Potenzial einer europäischen Vision für die verantwortungsvolle militärische Nutzung von KI.

²⁰ So hat Österreich zusammen mit Panama im UNO-Menschenrechtsrat eine Resolution zu autonomen Waffensystemen eingebracht, die mit Konsens verabschiedet wurde und die festhält, dass der Einsatz letaler autonomer Waffensysteme ausreichender menschlicher Kontrolle zu unterliegen hat, siehe orf.at/stories/3288605.

Zitierte Literatur

- Bordin, G., Hristova, M. und Luque Perez, E., 2020, JRC horizon scanning on dual-use civil and military research, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Boulanin, V. et al. 2020, Responsible Military Use of Artificial Intelligence; in Reihe: SIPRI Publication, Solna, Sweden: SIPRI.
- Bromley, M. und Brockmann, K., 2021, Implementing the 2021 Recast of the EU Dual-use Regulation: Challenges and Opportunities; in Reihe: SIPRI Publications: EUNPDC.
- Cullen, P. et al., 2021, The landscape of Hybrid Threats: A Conceptual Model (Public Version), in: Giannopoulos, G. et al. (Hg.), Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Hoffmann, F. G., 2007, Conflict in the 21st Century: The Rise of Hybrid Wars, Arlington: Potomac Institute for Policy Studies.
- Zhang, N., Zhu, X. und Gou, Y., 2020, The role of artificial intelligence and autonomous systems in the decision-making center of the US mosaic war, 2020 International Conference on Intelligent Computing and Human-Computer Interaction (ICHCI), 4-6 Dec. 2020.

Im Schatten des WLAN

In vielen privaten Haushalten, aber auch in Geschäften und öffentlichen Räumen ermöglichen WLAN-Router einen schnellen Einstieg ins Internet. Durch die Millionen von WLAN- Routern, sind wir ständig von Funkwellen umgeben. Die Ausbreitung der Wellen wird durch Objekte aber auch Personen abgelenkt und gestört. Auf Basis der unterschiedlichen Ausbreitungsmerkmale kann auf die Bewegung von Objekten und Personen im Raum geschlossen werden. Neuere Forschungen zeigen, dass es auch mit handelsüblichen WiFi-Geräten von außen möglich ist, Personen innerhalb von Privathäusern und Büros zu verfolgen, ohne dabei ein WLAN-Netzwerk, Datenpakete oder Geräte zu kompromittieren. Zhu et al. (2020) konnten zeigen, „dass ein Angreifer allein durch das Schnüffeln vorhandener WiFi-Signale die Bewegungen von Benutzern innerhalb eines Gebäudes genau erkennen und verfolgen kann.“ Die daraus resultierenden Angriffe z. B. Erstellung von Bewegungsprofilen, Ausspionieren von Kontakten und -pflege im Business und privaten Umfeld – sind kostengünstig, hocheffektiv und dennoch schwer zu erkennen.

Diese Technik kann mittlerweile auch dazu verwendet werden, Personen zu identifizieren. Die Bewegung im Raum ergibt ein spezifisches Bild des Ganges einer Person. Gibt es nun etwa aus einer Überwachungsanlage ein Video dieser Person, kann durch vergleichende Ganganalyse auch durch Mauern hindurch festgestellt werden, ob es sich um dieselbe Person handelt (Steiner 2019).

Die Bewegungsanalyse kann jedoch nicht nur als Überwachungsinstrument eingesetzt werden. Viele Visionen der TechnikerInnen beziehen sich auf die Verbesserung der Gestensteuerung von Anwendungen des Internet der Dinge (IoT) und von Smart-Home-Geräten (Al-qaness et al. 2019).

Wie sensitiv diese Methode sein kann, zeigen das Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (CSAIL) des MIT und das Massachusetts General Hospital. Dort wurde ein Gerät entwickelt, das mit einem fortschrittlichen KI-Algorithmus die Funksignale um eine schlafende Person analysiert. Die Breathing AI Engine erfasst die kleinsten Bewegungen des Brustkorbs über Standard-WLAN. Das Verständnis von Atemmustern ist einer der Schlüsselfaktoren für die Schlafüberwachung und die Variabilität der Atemfrequenz. Das System übersetzt diese Körperbewegungen dann in die Schlafstadien: leicht, tief oder REM (Rapid Eye Movement) (Future Today Institute 2021). Somit ist für die Überwachung des Schlafrhythmus das Tragen einer Smart-Watch oder eines anderen Überwachungsinstruments nicht mehr nötig, allein der „Schatten des WLAN“ ermöglicht die Analyse der Schlafqualität.

ForscherInnen der Northwest University in Xi'an, China (He et al. 2020), wendeten Deep Learning an, um subtile Handbewegungen zu erkennen und ihre Bedeutung über WiFi zu interpretieren. Praktische Anwendungen der Technologie reichen von der Bewegungssteuerung für Videospiele bis

hin zu neuen Möglichkeiten für Strafverfolgungsbehörden und das Militär. Damit tut sich ein weiteres Feld auf, in dem biometrische Daten bzw. Verhaltensweisen von Personen ohne deren Kenntnis aufgezeichnet werden können. Deshalb erscheint es umso dringender, dass das Parlament die Regulierung der Nutzung biometrischer Daten auf die Agenda setzt und weiterentwickelt (siehe [Neurorechte](#)).

Zitierte Literatur

- Al-qaness, M. A. A., et al., 2019, Channel State Information from Pure Communication to Sense and Track Human Motion: A Survey, *Sensors* 19, 3329 [mdpi.com/journal/sensors](https://doi.org/10.3390/s19173329).
- Future Today Institute, 2021, *14th Annual Tech Trends Report: Future Today Institute* futuretodayinstitute.com/trends/.
- He, Y., et al., 2020, WiFi Vision: Sensing, Recognition, and Detection With Commodity MIMO-OFDM WiFi, *IEEE Internet of Things Journal* 7(9), 8296-8317.
- Steiner, M., 2019, WLAN-System erkennt Personen durch Wände, *Computerwelt* <https://www.computerworld.ch/technik/forschung/wlan-system-erkennt-personen-waende-2146588.html>.
- Zhu, Y., et al., 2020, Et Tu Alexa? When Commodity WiFi Devices Turn into Adversarial Motion Sensors, *NDSS Symposium 2020* ndss-symposium.org/wp-content/uploads/2020/02/23053.pdf.

Fortgeschrittene Gesichtserkennung

Neben spezialisierten Entwicklungsfirmen aus dem Sicherheitsbereich arbeiten alle großen Internet-Konzerne an der Weiterentwicklung von Gesichtserkennungs-Software, sodass diese bereits Eingang in Alltagsgeräte wie Smartphones und sogar Spielzeug gefunden hat (siehe Thema [Digitales Spielzeug](#)). 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 ca. 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 sehr weit davon entfernt. Hier liegt im Gegensatz dazu die Rate der falsch-positiven Zuordnungen bei teilweise mehr als 90%.¹ Verbesserungen basieren vor allem auf dem mittlerweile riesigen 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 Treffergenauigkeit.² Kommuniziertes Ziel dabei war es, 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. Andere Akteure wie etwa PimEye und Clearview³ haben andere Ziele und sehen in der anlasslosen Analyse von Milliarden von frei verfügbaren Bildern im Netz ein Geschäftsmodell (Schaber et al. 2020). Eine andere Stoßrichtung der Entwicklung will mit Hilfe von KI aus den Daten der Gesichtserkennung auf den emotionalen Status einer Person schließen (siehe [Affective Computing](#)). Allerdings werden derartige Bestrebungen auch ob ihrer grundsätzlichen Machbarkeit angezweifelt (Peters 2021).

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

¹ derstandard.at/story/2000118416980/polizei-von-detroit-gesichtserkennung-liegt-in-96-prozent-der-faeelle-falsch.

² futurezone.at/digital-life/facebook-analysierte-35-milliarden-instagram-fotos-ohne-wissen-der-user/400031245.

³ pimeyes.com/en und clearview.ai.

der die Zelle gehört, vorschlagen.⁴ Der umgekehrte Fall, aus zwei Bildern auf genetische Verwandtschaft bzw. Zugehörigkeit zu schließen, wird bereits heute angeboten.⁵ 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, ob durch derzeitige Methoden der Anonymisierung genetischer Daten die Anonymität tatsächlich aufrechterhalten werden kann (siehe Thema [Digitalisierung und Anonymität](#)). Für das Parlament stellt sich die Frage, wie mit neuen Technologien umgegangen werden soll.⁶ Wie können BürgerInnen vor Missbrauch 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.
- Peters, R. (2021) Emotionserkennung mittels künstlicher Intelligenz – Perspektiven und Grenzen von Technologien zur Analyse von Gesichtsbewegungen, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). doi:10.5445/IR/1000134317.
- Schaber, F., Strauß, S. und Peissl, W. (ITA), 2020, *Der Körper als Schlüssel? – Biometrische Methoden für Konsument*innen*, November 2020, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2020-03.pdf.

⁴ theconversation.com/dna-facial-prediction-could-make-protecting-your-privacy-more-difficult-94740.

⁵ faceitdna.com.

⁶ amnesty.at/mitmachen/actions/schluss-mit-gesichtserkennung/.

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 genutzt.¹ 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 [Fortgeschrittene Gesichtserkennung](#)) oder Stimmprofile. Diese bisherigen Authentifizierungsmethoden sind durch bewusste und durch die Individuen steuerbare Handlungen bestimmt. Die Analyse des Verhaltens der NutzerInnen 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 Technologien.² Gerade in diesem Kontext drängt sich die Frage auf, wie persönliche Daten, die durch Verhaltensauthentifizierung gesammelt werden, weiterverarbeitet werden. 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 existiert,³ die auf die Verschleierung von Verhaltensdaten abzielt (indem Eingaben um einige Millisekunden verzögert oder beschleunigt werden), bleibt die Frage der transparenten Anwendung von Verhaltensanalysetools offen. Hier könnte das österreichische Parlament

¹ behaviosec.com.

² darpa.mil/program/active-authentication.

³ chrome.google.com/webstore/detail/keyboard-privacy/aoeboeflhhnobfjkafamelopfeojdohk.

mit gesellschaftlich verhandelten Transparenzrichtlinien bei der Generierung und Verarbeitung von verhaltensbezogenen Daten gestalterisch auf die Zukunft einwirken.

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 besiegen.¹ 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 werden.² Gleichzeitig ist die relevante Frage auf politischer Ebene die nach der Steuerung von Prozessen im Kontext der Unberechenbarkeit zukünftiger KI-Fähigkeiten.

¹ futurezone.at/science/computer-watson-siegte-bei-jeopardy/24.563.160.

² zeit.de/2018/14/kuenstliche-intelligenz-menschen-maschine-verhaeltnis/komplettansicht.

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

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 und werden mehr und mehr auch zivil genutzt (siehe **Lieferdrohnen, Pandemiemanagement**). Drohnen können am einfachsten (teil-)automatisiert werden, da es verhältnismäßig wenig (verschiedene) Hindernisse gibt und sich die (Funk-)Kommunikation relativ einfach gestaltet (TAB 2020).

Aber auch für spezielle Einsätze am Boden (beispielsweise bei der Kampfmittelbeseitigung) oder im bzw. unter Wasser (z. B. zur Seeminenabwehr) kommen bereits unbemannte und teilautomatisierte Systeme zum Einsatz. Die Handlungsautonomie dieser – in Aufbau und Zielsetzung teils sehr unterschiedlichen – Systeme ist derzeit noch beschränkt, und ihre Steuerung befindet sich meist regelmäßig unter menschlicher Kontrolle. Gerade stationäre Bodensysteme agieren aber bereits hochautomatisiert (beispielsweise Nahbereichflugabwehr) oder verfügen gar über die technischen Voraussetzungen für einen vollautomatischen Betrieb (Wachpostenkanonen am Gazastreifen und in Südkorea) (TAB 2020).

Angesichts der intensiven Forschungs- und Entwicklungstätigkeit ist 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 (TAB 2020). So werden sowohl Robotik und Autonomie, als auch Mensch-Maschinen-Kooperationen vom US Verteidigungsministerium als wichtige langfristige Themen deklariert (**KI-Kriegsführung**).¹

Völkerrechtlich und ethisch ist die rein maschinelle Entscheidungsfindung in Waffensystemen höchst umstritten. Österreich hat sich bereits entschieden und gehört zu den Staaten, die für ein rechtlich bindendes Instrument eintreten, das autonome Waffensysteme ohne ausreichende und effektive menschliche Kontrolle präventiv verbieten würde (BMEIA 2020). Die aufkommende Fragestellung, wie das am besten zu bewerkstelligen ist, ist hochkomplex und tiefergehend zu untersuchen (TAB 2020).

Zudem, da der Sicherheitsbereich oft Grundrechte tangiert, sind grundsätzliche Erwägungen bezüglich Dual-Use (Verschränkung von innerer und äußerer Sicherheit – Polizei und Militär) zu klären. Dazu kommt eine potentiell sehr hohe Zahl (teil-)autonomer Systeme von staatlichen und pri-

¹ defensedaily.com/wp-content/uploads/post_attachment/206477.pdf.

vaten 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

- BMEIA, 2020, Bundesministerium für europäische und internationale Angelegenheiten, bmeia.gv.at/europa-aussenpolitik/abruestung/konventionelle-waffen/autonome-waffensysteme/.
- 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.
- TAB, 2020, Autonome Waffensysteme, Arbeitsbericht Nr. 187 (Oktober 2020, Autoren: Reinhard Grünwald und Christoph Kehl), Berlin; tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab187.pdf.

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 und Allhutter et al. 2022)). 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 (APCIP¹) 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). Im Angesicht der neuesten zunehmenden Angriffe auf österreichische Infrastruktur² werden zwar bereits Maßnahmen unternommen,³ doch es sollte weiter untersucht werden wie zweckmäßig welche Maßnahmen sind, und wie eine sinnvolle Pflichtenverteilung und Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure erfolgen kann.

¹ Austrian Programme for Critical Infrastructure Protection.

² Angriff auf das Außenministerium im Jänner 2020 und Sicherheitslücke im ELAK (fm4.orf.at/stories/2998771/).

³ Z.B. wurde im Rahmen der KIRAS Sicherheitsforschung eine integrale Konsequenzanalyse für kritische Infrastrukturen in Österreich durchgeführt, die anhand von Technologie- und Trendmonitoring, sowie Technikfolgenabschätzung, Auswirkungen insbesondere digitaler Technologien in Bezug auf kritische Infrastrukturen antizipiert und Handlungsoptionen für BedarfsträgerInnen anbietet, siehe kiras.at/gefoerderte-projekte/detail/ikkriti.

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. Als Basis dafür wurde im Jahre 2021 die Studie *Cybersecurity: Systematisierung, Forschungsstand und Innovationspotenziale* (Wang et al. 2021) in Auftrag gegeben. Darüber hinaus wäre durch die Förderung österreichischer Innovationen in technischen und organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen doppelter Nutzen zu erzielen.

Zitierte Quellen

- Allhutter, D., Bettin, S., Brunner, H., Kleinfurchnner, J., Krieger-Lamina, J., Ornetzeder, M., Strauß, S., Weber, M. and Nentwich, M., 2022, *Sichere Stromversorgung und Blackout-Vorsorge in Österreich. Entwicklungen, Risiken und mögliche Schutzmaßnahmen (Endbericht)*, Array, Wien, [epub.oew.ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-17.pdf](https://pub.oew.ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-17.pdf).
- 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.oew.ac.at/ita/ita-projektberichte/2017-01.pdf](https://pub.oew.ac.at/ita/ita-projektberichte/2017-01.pdf).
- Trimintzios, P., et al. (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).
- Wang, A., et al., 2021, *Cybersecurity: Systematisierung, Forschungsstand und Innovationspotenziale*: Institut für Technikfolgen-Abschätzung, der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Austrian Institute of Technology, Center for Innovation Systems and Policy, parlament.gv.at/ZUSD/PDF/Cybersecurity_Endbericht_final_211217_BF.pdf.

Cybersicherheit: Vom Dialog zur Ko-Kreation

Zusammenfassung

Schon heute werden Angriffe auf Computer und Smartphones zunehmend komplexer und professioneller. Zukünftig nehmen potentielle Angriffspunkte mit der Vernetzung (IoT) und Automatisierung der Produktion, des Verkehrs und der Dienstleistungsbranche sowie der automatisierten Nutzung von Sensoren zu. Cybersicherheit bedeutet die Gewährleistung von Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit in digitalen Infrastrukturen und damit den Schutz von IKT-Systemen (Hardware, Software und zugehörige Infrastruktur), Daten und den bereitgestellten Diensten. Staaten und Unternehmen beobachten zunehmend systematisch die Entwicklung der Cyberkriminalität und entwickeln entsprechende Maßnahmen.¹ Angesichts der hohen Dynamik digitaler Dienstleistungen, wie Automatisierung von Produktion (Industrie 4.0, Internet der Dinge) und Verkehr (siehe Mobilitätsplattformen), wird Cybersicherheit zunehmend zu einem umfassenden Prozess, der einen hohen Wissensstand nicht nur bei Unternehmen und Betreibern von kritischen Infrastrukturen voraussetzt, sondern auch eine Kultur der Cybersicherheit in allen gesellschaftlichen Bereichen erfordert.

Überblick zum Thema

Mit der Entwicklung von cyber-physischen Systemen, bei denen informations- und softwaretechnische mit mechanischen Komponenten verbunden sind und der Datentransfer sowie die Steuerung über das Internet in Echtzeit erfolgen, nehmen die Risiken für Störungen durch Cyberbedrohungen stark zu. Cyber-physische Systeme vereinen avancierte Elektronik, fortschrittliche Sensorik und bestehende Infrastrukturen. Sie führen zu einer hohen Abhängigkeit von digitalen Komponenten untereinander² und zu einer Bedrohung dieser Systeme durch Cyberangriffe, die durch das steigende Maß an autonomer Steuerung und global zugänglicher Systeme (z. B. Navigationssysteme) auch ein höheres Bedrohungspotential nach sich ziehen. Das Internet der Dinge trägt durch die zunehmende Integration ungenügend geschützter Geräte im Internet zu neuen Angriffspunkten bei und eröffnet neuartige Angriffsszenarien.

In Österreich sind die „Cyber Sicherheit Plattform (CSP)“ und die Österreichische Strategie für Cyber-Sicherheit darauf ausgerichtet, die gesamt-

¹ Vgl. den Bericht Cyber-Sicherheit 2018, 2019 und 2020: bundeskanzleramt.gv.at/themen/cybersicherheit/bericht-cybersicherheit.html.

² Unter anderem durch jeweils unterschiedliche Sicherheitsmerkmale und Kommunikationsstandards, vgl. Burg, et al. (2018). Ein weiteres Problem ist, dass Sicherheit und Gefahrenabwehr in der Ingenieurs- und Informatikbranche traditionell unterschiedliche Probleme sind, die einer Vereinheitlichung bedürfen Wolf/Serpanos (2018).

staatlichen Zusammenarbeit in diesem Bereich zu gewährleisten.³ Für aktuelle Gefährdungen der Onlinesicherheit, die BürgerInnen und KonsumentInnen betreffen, gibt es bereits Ansätze, eine breitere Cyber-Sicherheitskultur zu fördern; dazu gehört z. B. das IKT-Sicherheitsportal als interministerielle Initiative in Kooperation mit der österreichischen Wirtschaft, welches aktuelle Themen der Cybersicherheit für breite Kreise bündelt und auf aktuelle Bedrohungen und mögliche Maßnahmen hinweist.⁴

Zugleich entwickeln die EU-Mitgliedstaaten gemeinsame Initiativen weiter. So wurde die Einrichtung eines „Kompetenzzentrums für Cybersicherheit in Industrie, Technologie und Forschung (ECCC)“ und eines „Netzes nationaler Koordinierungszentren (NCCs)“ verhandelt und 2021 umgesetzt.⁵ Zur Reform der Cybersicherheit in Europa gehören verschiedene Dimensionen:

- die Einrichtung einer wirksamen EU-Agentur für Cybersicherheit⁶;
- die Einführung eines EU-weiten Zertifizierungssystems für Cybersicherheit;
- die rasche Umsetzung der Richtlinie zur Netz- und Informationssicherheit (NIS-Richtlinie).⁷

Für eine EU-Cyberdiplomatie, die zur Konfliktverhütung, zur Eindämmung von Cyberbedrohungen und zur Förderung der Zusammenarbeit dient, ist eine „Cyber Diplomacy Toolbox“ als Teil des EU-Ansatzes geplant.⁸

Die Fragestellungen für die zukünftige Cybersicherheitsforschung zeigen, dass Cybersicherheit zukünftig auf die Nutzerintegration ausgerichtet ist (Jang-Jaccard/Nepal 2014). Damit würde das Thema verstärkt in Politikbereichen aufgegriffen werden müssen, die bisher wenig mit Cybersicherheit verbunden sind. Somit stellen sich Fragen, die auf eine Integration der NutzerInnen verweisen: Hinsichtlich des Datenschutzes geht es darum, Möglichkeiten zu finden, wie InternetnutzerInnen die Vertraulichkeit ihrer personenbezogenen Daten wirksamer schützen und kontrollieren können (Mögliche Ansätze dazu finden sich im Beitrag [Zukunft des Internets: zentral vs. dezentral?](#)). In Bezug auf ein sicheres Internet der nächsten Generation stellt sich die Frage, wie es möglich ist, das aktuelle Internet-System von Grund auf neu zu gestalten, ohne dadurch das bestehende System einzuschränken (z. B. Konzepte wie Security-by-Design, oder der Zusammenschluss heterogener Netzwerkumgebungen, Architekturdesign).

³ bundeskanzleramt.gv.at/themen/cybersicherheit/oesterreichische-strategie-fuer-cybersicherheit.html.

⁴ onlinesicherheit.gv.at. Vgl. international das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI), das anerkannte bewährte Verfahren zur Sicherheit IoT zusammenfasst, um alle an der IoT-Entwicklung beteiligten Parteien mit Hinweisen zur Sicherung ihrer Produkte zu unterstützen. etsi.org/deliver/etsi_ts/103600_103699/103645/01.01.01_60/ts_103645v010101p.pdf.

⁵ eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32021R0887.

⁶ cybersecurity-centre.europa.eu/index_en.

⁷ consilium.europa.eu/de/policies/cyber-security/.

⁸ Vgl. Zu aktuellen Entwicklungen: wms.flexious.be/editor/plugins/imagemanager/content/2140/PDF/2019/pub_9081_responding_cyberattacks.pdf.

Eine weitere zentrale Frage ist die eines globalen Identitätsmanagements (siehe [Digitale Identität](#)) und den damit verbundenen Rückverfolgungstechniken und schließlich die umfassende Frage einer tatsächlich benutzerInnenfreundlichen Sicherheit: Wie lässt sich ein Sicherheitssystem entwickeln, das von BenutzerInnen mit unterschiedlichen Kenntnissen und Ansprüchen tatsächlich verwaltet und kontrolliert werden kann? Alle diese Frage verweisen auf die Herausforderung, dass die etablierten Akteure nicht mehr für Staat, Wirtschaft und Gesellschaft Cybersicherheit entwickeln und implementieren, sondern dass dies zukünftig viel stärker im Zusammenspiel mit den entsprechenden Stakeholdern in vielfältigen Ko-Design-Prozessen geschieht.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Digitalisierung bedeutet Komplexität und die Allgegenwärtigkeit der Onlinevernetzung; sie bietet einer immer noch zunehmenden Zahl an Akteuren in Österreich mehr Möglichkeiten im privaten, im wirtschaftlichen, im beruflichen und im öffentlichen Bereich. Digitalisierung bedeutet aber auch eine Zunahme an Cybergefahren, auf die die Akteure vorbereitet sein müssen. Insofern ist Cybersicherheit eine zentrale Voraussetzung für das Gelingen der Digitalisierung und das Vertrauen in Digitalisierungsprozesse.

Mit dem bleibenden Spannungsverhältnis der Gewährleistung von Cybersicherheit, dem Schutz der Privatsphäre und steigendem Datenaustausch im Kontext von Digitalisierung sind zwei Risiken verbunden: Die steigende Gefahr für Staat, Wirtschaft und BürgerInnen, Opfer von Cyberkriminalität und Cyberespionage zu werden, und das Risiko, durch Sicherheitstechnologien in Bürgerrechten eingeschränkt zu werden. Auf grundsätzlicher Ebene stellen sich Fragen nach Freiheit, Anonymität und Handlungsautonomie im Kontext eines hohen Cybersicherheitsniveaus. Diese Fragen zu bearbeiten, wäre die Voraussetzung, um langfristig zu einer breiten gesellschaftlichen Ko-Kreation von Cybersicherheitsprodukten und -dienstleistungen zu kommen.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Das Parlament als zentraler Ort der politischen Meinungsbildung und Kontrolle kann wesentlich zur politikfeldübergreifenden Koordination österreichischer staatlicher, privater und zivilgesellschaftlicher Aktivitäten sowie zur übergreifenden Bewusstseinsbildung zur Cybersicherheit⁹ in der Öff-

⁹ In einem Hearing mit ExpertInnen im Ausschuss für Konsumentenschutz zum Thema Internet of Things am 9.5.2019 wurde das Thema Cybersicherheit als wesentlich für die Entwicklung und Akzeptanz sowie für die zukünftige Konsumentenschutzpolitik im Bereich IoT erkannt, siehe parlament.gv.at/PAKT/PR/JAHR_2019/PK0508/index.shtml. Neben den dort geführten Diskussionen über die Grenzen einer technisch von den Herstellern erzwungen Datenübertragung und der Frage der Regulierung wäre zukünftig auch die Frage zu stellen, welche ganz neue Art von Cybersecurity-Dienstleistungen den KonsumentInnen Services und Tools zur Verfügung stellen, die ihnen eine einfachere und höhere Souveränität über ihre eigenen Daten/die Daten ihrer Geräte sichert.

fentlichkeit beitragen. Wenn Cybersicherheit zukünftig auf einer breiten Kompetenz in der Gesellschaft basiert, wäre zu identifizieren, was die Anforderungen in verschiedenen Bereichen der Gesellschaft an eine zukünftige Cybersicherheitskultur sind. Aufgrund der steigenden Relevanz des Themas und des Spannungsverhältnisses von Sicherheit, Schutz der Privatsphäre und freiem Datenaustausch wäre eine umfassende, auf Österreich fokussierende Foresight- und TA-Studie mit partizipativen Elementen sinnvoll, die über die Analyse heutiger Cybersicherheit hinaus zukünftige Optionen umfassend antizipiert. Einen ersten Schritt in diese Richtung macht die Studie ‚[Cybersecurity: Systematisierung, Forschungsstand und Innovationspotenziale](#)‘ die vom Parlament im Rahmen des F&TA Monitorings 2021 beauftragt und gemeinsam mit ExpertInnen aus Wirtschaft, Wissenschaft, öffentlicher Verwaltung und Interessensvertretungen umgesetzt wurde. Eine transdisziplinäre Studie kann das Wissen von ExpertInnen aus den Bereichen der Sicherheitsdienstleistungen, Landesverteidigung und autonomer Systeme mit Wissensbeständen aus dem Bereich Sicherung der Privatsphäre und KI-Forschung und den divergierenden Interessen unterschiedlicher Stakeholder verbinden, um unterschiedliche Zukunftsoptionen festzustellen. Ziel wäre es, partizipativ Leitlinien für eine Cybersicherheitskultur zu entwerfen und mögliche Innovationspfade zu definieren, die den langfristigen Anforderungen unterschiedlicher Akteure entsprechen und damit auch eine proaktive Cybersicherheitskultur unterstützen.

Zitierte Literatur

Jang-Jaccard, J. und Nepal, S., 2014, A survey of emerging threats in cybersecurity, *Journal of Computer and System Sciences* 80(5), 973-993.

Das Dark-Net

Mit der Metapher vom „Eisberg“ gesprochen, ist das uns bekannte Internet nur die Spitze. Es handelt sich dabei um das so genannte Clear-Web. Diesen Teil des Internets können wir mittels Suchmaschinen und Web-URLs einfach erkunden. Es gibt aber auch einen verborgenen Teil des Internets – das Deep-Web oder versteckte Web. Dabei handelt es sich um Bereiche des Internets, welche nicht allen zugänglich sind. Das können Unternehmensnetzwerke sein, Bankennetze, Regierungsdaten, nicht öffentlich zugängliche Datenbanken o. ä. Dark-Nets sind darüber hinaus nicht nur nicht allen zugänglich, sondern durch bestimmte Maßnahmen vom restlichen Internet abgeschildert, weshalb sie nicht ohne weiteres durch Web-URLs oder Suchmaschinen erkundet werden können. Das Dark-Net ist somit ein eigener Bereich des Webs, welcher unter Zuhilfenahme von Zugangsinformationen und speziellen Internet-Browsern erschlossen werden kann (Tor-Services). Es besteht aus verschiedenen, i.d.R. als peer-to-peer Overlay-Netz organisierten, Teilnetzen. Das Dark-Net ermöglicht es den NutzerInnen u.a. anonym zu surfen. Diese Anonymität wird sowohl zum Guten als auch zum Schlechten genutzt. Whistleblower nutzen es als Medium, um die in Ihrem Besitz befindlichen Informationen zu verbreiten und gleichzeitig dabei anonym zu bleiben. Auch investigative JournalistInnen nutzen das Dark-Net, um an bestimmte, im Clear-Web nicht verfügbare, Informationen zu gelangen oder InformantInnen zu kontaktieren. Es wird auch genutzt, um in autokratischen Ländern die Zensur zu umgehen. Das Dark-Net bietet einen geschützten Raum der Kommunikation, in dem Vertraulichkeit noch möglich ist. In starken Demokratien gibt es solche Rückzugsorte ohnehin. In Diktaturen hingegen erfüllt das Dark-Net diese Funktion. Durch die zunehmende Tendenz zur Massenüberwachung (auch in westlichen Ländern) schwinden diese Orte.

Das Dark-Net ist aber vermutlich für seine Negativschlagzeilen bekannter. Im Jahre 2011 sorgte es erstmals für Aufsehen, als der erste digitale Schwarzmarkt „eröffnet“ wurde – die „Silk Road“. Es wurden Drogen und verschiedene digitale Güter gehandelt.¹ Eine Studie aus dem Jahr 2016 wies darauf hin, dass die Präsenz illegaler Inhalte im Dark-Net sehr hoch ist. Sie stellte zudem fest, dass religiös orientierter Extremismus im Dark-Net sehr gering war (Moore/Rid 2016). Ihre Erklärung dafür war die eingeschränkte Reichweite des Dark-Nets, was es letztlich für Propagandazwecke uninteressant macht. Das Dark-Net ist in gewisser Weise auch ein Einkaufsparadies für Cyberkriminelle, in dem grundsätzlich mittels Kryptowährungen bezahlt wird. Interpol stärkt mit einem eigenen Programm die internationale Zusammenarbeit im Kampf gegen Cyberkriminalität, die sich im Dark-Net organisieren lässt. Im Februar 2020 wurde hierzu eine dreijährige

¹ nation.time.com/2013/10/04/a-simple-guide-to-silk-road-the-online-black-market-raided-by-the-fbi/.

Kooperation mit Südkorea verkündet.² Im Dark-Net erworbene (physische) Güter werden meist über Versanddienstleister zugestellt, die dadurch unwissentlich zu „Komplizen“ werden. Deshalb hat der Deutsche Bundestag 2021 ein Gesetz beschlossen, das die Angestellten von Paketzustellern dazu verpflichtet, unzustellbare oder beschädigte Sendungen an die Strafverfolgungsbehörden zu übergeben, wenn der Verdacht besteht, dass es sich bei der Lieferung um illegale Waren handeln könnte.³ Begründet wurde dies im Antrag auch mit der gestiegenen Anzahl an Lieferungen auf Grund von Bestellungen im Dark-Net.⁴ Das Dark-Net findet auch bei den österreichischen Strafverfolgungsbehörden Beachtung.⁵ Es gibt bereits Anwaltskanzleien, die darauf hinweisen, dass es strafbar ist, illegale Produkte über das Dark-Net zu erwerben.⁶ Denn auch in Österreich sind mittlerweile verstärkt Aktivitäten zu verzeichnen, die mit dem Erwerb illegaler Substanzen über das Dark-Net in Zusammenhang stehen.⁷ Es gab im österreichischen Parlament 2022 auch eine Initiative, Anleitungen aus dem Dark-Net zum Missbrauch Minderjähriger zu verbieten.⁸ Ein österreichisches Start-Up nutzt das Dark-Net als zentralen Bestandteil seines Geschäftsmodells.⁹ Der Service ermöglicht es laut Eigendarstellung zu kontrollieren, ob die eigene E-Mail-Adresse, Kreditkartennummer oder sonstige NutzerInnendaten im Dark-Net kursieren und verschränkt dabei Informationen aus Dark-Net und Clear-Net.

Chertoff (2017) weist darauf hin, dass ein konstruktiver Diskurs über das Dark-Net notwendig ist. Es gilt zu klären, was dabei die angemessene Rolle des Staates ist, und was angemessene Bedingungen für eine Intervention wären. Das zentrale Kriterium für die Funktion des Dark-Nets sind Anonymität und anonyme Rückzugsorte als wichtiger Bestandteil starker Demokratien. Auch für Österreich wäre ein systematischer Diskurs über Potentiale und Probleme des Dark-Nets sinnvoll. Welche möglichen Alternativen für anonyme Rückzugsorte bestehen in einer zunehmend vernetzten Welt, und welche Risiken bergen diese?

Zitierte Quellen

- Chertoff, M., 2017, A public policy perspective of the Dark Web, Journal of Cyber Policy 2(1), 26-38, doi.org/10.1080/23738871.2017.1298643.
Moore, D. und Rid, T., 2016, Cryptopolitik and the Darknet, Survival 58(1), 7-38, doi.org/10.1080/00396338.2016.1142085.

-
- ² interpol.int/News-and-Events/News/2020/Korea-to-fund-INTERPOL-projects-combating-cyber-enabled-crime.
³ focus.de/politik/bundestag-verabschiedete-neuen-gesetzesentwurf-jeder-postbote-darf-jetzt-pakete-oeffnen-wenn-er-drogen-darin-vermutet_id_12977871.html.
⁴ bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2020/0101-0200/106-20.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
⁵ kurier.at/chronik/oesterreich/159-dealer-hinters-licht-gefuehrt/265.476.940.
⁶ strafverteidiger-wien.at/recht-oesterreich-news/suchtgiftbestellung-im-darknet.html.
⁷ bmi.gv.at/magazinfiles/2017/07_08/files/drogenbekaempfung.pdf.
⁸ parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/A/A_02660/fnameorig_1453364.html.
⁹ horizont.at/home/news/detail/intelligence-x-oesterreicher-launcht-erste-darknet-suchmaschine.html.

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 (Crime Maps), mit markierten Bereichen hoher Verbrechenswahrscheinlichkeit erstellt werden. Das Ziel dieser Überwachungsmaßnahme ist es, die Sicherheit präventiv durch 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. Das vielen Algorithmen zugrundeliegende Prinzip ist die so genannte Near-Repeat Analyse, welche besagt, dass Folgestraftaten öfter in geographischer und zeitlicher Nähe zu einer bereits verübten früheren Straftat erfolgen. Zurzeit ist ein verstärkter Einsatz dieser Technologien unter anderem in den USA oder in Deutschland zu beobachten (Mugari/Obioha 2021). PredPol oder PRECOBS¹ (letzteres vom deutschen Institut für musterbasierte Prognose-technik) stellen einsatzfähige Beispiele dieser Technologien dar. Es ist jedoch schwer festzustellen, welchen Erfolg der Einsatz von Predictive Policing tatsächlich bringt, denn wenn die Polizei zu einem mutmaßlich zukünftigen Tatort fährt und dort Präsenz zeigt und kein Verbrechen geschieht, so kann daraus nicht geschlossen werden, dass die „Vorhersage“ richtig war.

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 gestellt wird. Der breite Einsatz dieser Technologien könnte somit zu Generalverdacht führen. Eine aktuelle Studie zum Einsatz dieser Technologie in Großbritannien kommt des Weiteren zu dem Schluss, dass Predictive Policing zu sich selbst-erfüllenden Prophezeiungen führen kann. Das heißt, dass gerade die geographischen Areale, in denen aufgrund der Empfehlung des Algorithmus vermehrt polizeiliche Präsenz vorherrscht, auch mehr Verbrechen registriert werden. Die AutorInnen der Studie empfehlen zum einen, dass die Predictive-Poli-

¹ predpol.com und ifmpt.de.

cing-Programme in Großbritannien in der Form, in der sie zurzeit stattfinden, nicht mehr fortgeführt werden sollten. Des Weiteren sollte vermehrt daran gearbeitet werden, die in den Predictive-Policing-Algorithmen verpackten und potentiell diskriminierenden Parameter zu identifizieren und zu korrigieren.² Jeglicher Einsatz dieser noch relativ jungen Technologie sollte von externen, interdisziplinären ExpertInnen begleitet und evaluiert werden. Grundlegend sollte hierbei das Ziel verfolgt werden, die langsame Unterminierung des Justizsystems mit fehlerbehafteten Algorithmen, zu verhindern.³ Neuere Ergebnisse zeigen, dass Versuche, rassistischen Bias in einem Pred-Pol-Modell zu entfernen, nicht erfolgreich waren.⁴ Da Predictive Policing auch in Österreich von der Abteilung Kriminalanalyse des Bundeskriminalamtes bereits seit geraumer Zeit genutzt wird, und die Nutzung auch weiter ausgebaut werden soll,⁵ könnte sich eine interdisziplinäre Vertiefungsstudie mit der Einordnung der österreichischen Praktiken in der internationalen Landschaft beschäftigen.⁶ Besonderes Augenmerk sollte dabei auf die zuvor genannten und bereits international vielfach erkannten Probleme gelegt werden, um zu verhindern, dass potentiell fehlerbehaftete, diskriminierende und undurchsichtige Algorithmen das Justizsystem auch in Österreich belasten.

Zitierte Quellen

- Adensamer, A. and Klausner, L. D., 2019, Ich weiß, was du nächsten Sommer getan haben wirst: Predictive Policing in Österreich, *Juridicum* 3/2019, S. 419-431, elibrary.verlagoesterreich.at/article/10.33196/juridikum201903041901.
- 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.
- 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.
- Leingruber, C., 2022, *Predictive Policing im österreichischen Strafverfahren. Ist die Polizei den Tätern eine (Daten-)Spur voraus?*, Institut für Strafrecht, Strafprozessrecht und Kriminologie, KF Univ. Graz.
- Mugari, I. und Obioha, E. E., 2021, Predictive Policing and Crime Control in The United States of America and Europe: Trends in a Decade of Research and the Future of Predictive Policing, *10*(6), 234 mdpi.com/2076-0760/10/6/234.

² brennancenter.org/our-work/research-reports/predictive-policing-explained.

³ libertyhumanrights.org.uk/policy/report-policing-machine-policing-machine.

⁴ heise.de/hintergrund/Predictive-Policing-Studien-sehen-weiterhin-Rassismus-5047881.html.

⁵ jku.at/kepler-tribune/artikel/vorzeitige-verhaftung/at/kepler-tribune/artikel/vorzeitige-verhaftung/.

⁶ Aktuelle Überblicke in Adensamer/Klausner (2019); Leingruber (2022).

Nachhaltig Streamen? Grüne Informations- und Kommunikationstechnologie

Wie viel CO₂ verursacht ein E-Mail? Welchen CO₂-Verbrauch hat eine Blockchain oder eine Cloud? Ist Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) wirklich per se grün, weil sie physische Wege erspart, oder machen Rebound-Effekte die Einsparungen wieder wett?¹ Endgeräte und Datennetze werden immer effizienter, trotzdem steigt der Energiebedarf gerade in Rechenzentren. Jährlich werden dort 200 bis 250 Terawattstunden Strom verbraucht, was ca. einem Prozent des globalen Strombedarfs² entspricht (siehe Thema [Klimaschutzrisiko Digitalisierung](#)). Laut Schätzungen werden solche Datenzentren bis 2025 ein Fünftel des weltweiten Energieverbrauchs ausmachen.³ Vor allem die Kühlung und Sicherung (Back-up) von Servern erhöht den Energieaufwand für die Datenverarbeitung. Noch mehr Energie verbraucht die Datenübertragung, d. h. die Nutzung von Unterhaltungsdiensten (Streaming) oder digitaler Kommunikation, aber auch Suchanfragen⁴ und E-Mail-Verkehr⁵ erzeugen CO₂-Emissionen (Berners-Lee 2010). Eine KI zu trainieren, verursacht ungefähr so viel CO₂, wie fünf Autos über ihre ganze Lebensspanne benötigen.⁶ Ein besonderer Energiefresser sind Kryptowährungen, die auf dem Proof-of-Work-Algorithmus basieren und ihre Gültigkeit durch Rechnerleistung herstellen.⁷ Dazu kommt die hohe Dynamik von IKT-Produkten (stetig neu erscheinende Modelle und kurze Produktlebenszyklen) die auch in der Arbeitswelt Wiederverwertung⁸ und Entsorgung zu zentralen Themen machen.

Grüne IKT vereint Bestrebungen, die Nutzung von IKT über den gesamten Lebenszyklus hinweg umwelt- und ressourcenschonend zu gestalten. Die Möglichkeiten sind vielfältig: Innovative Projekte setzen bereits auf die Nutzung der Abwärme von Rechenzentren, z. B. zur Beheizung von Gebäuden.⁹ Daneben geht der Trend zur „Refurbished Hardware“, d. h. wie-

¹ Siehe dazu eset.org/traegt-die-digitalisierung-wirklich-zum-klimaschutz-bei/.

² diepresse.com/6075961/effizienzsteigerungen.

³ broad-group.com/data/news/documents/b1m2y6qlx5dv5t/data-centres-world-will-consume-1-5-earths-power-2025.

⁴ Eine Google-Suche verursacht lt. eigenen Angaben ca. 0,2g CO₂, der Klimaschaden weltweiter Google-Anfragen kann hier in Echtzeit verfolgt werden: janavirgin.com/CO2/.

⁵ Angestellte verursachen mit ihrem E-Mail-Verkehr am Tag durchschnittlich so viel CO₂ wie eine 11 km lange Autofahrt, siehe arte.tv/de/articles/die-e-mail-erzeugerin-von-treibhausgasen.

⁶ technologyreview.com/2019/06/06/239031/training-a-single-ai-model-can-emit-as-much-carbon-as-five-cars-in-their-lifetimes/.

⁷ Ein EU-weites Verbot von energiehungrigen Kryptowährungen und Bitcoin-Mining unter Berücksichtigung des internationalen Handels wird diskutiert, siehe netzpolitik.org/2022/interne-dokumente-eu-tueftelt-an-bitcoin-verbot/.

⁸ Das damit in Zusammenhang stehende Ressourcen- und Abfallproblem beleuchtet der österreichische Dokumentarfilm, behindthescreen.at.

⁹ zurich.ibm.com/st/energy_efficiency/zeroemission.html.

deraufbereitete Geräte, die durch ausgebesserte und technisch aufgerüstete Hardware auf den neuesten Stand gebracht werden und einen zweiten Produktlebenszyklus durchlaufen können.¹⁰ Modular aufgebaute Smartphones mit lizenzfreier Software¹¹ können die Reparaturfähigkeit (siehe Thema [Recht auf Reparatur](#)) und damit die Lebensdauer erhöhen. Neue Nutzungsmodelle wie bspw. Thin Clients, d. h. virtuelle Desktopumgebungen, können durch längere Nutzungsdauer und geringeren Verschleiß zu ressourceneffizienter IKT-Nutzung beitragen.¹² Auch die Art der Datenübertragung ist für die Klimabilanz entscheidend: Drahtlose Kommunikation (z. B. 5G) hat einen höheren CO₂-Ausstoß als die Glasfaser-Übertragung.¹³ Aktuelle österreichische Forschung behandelt dieses Problem und untersucht Möglichkeiten, optische Übertragung durch die Rückumwandlung von digitalen in analoge Signale energieeffizienter zu gestalten.¹⁴

Nach wie vor ist jedoch das mangelnde Bewusstsein zum CO₂-Ausstoß von virtuellen Diensten und Gütern eine der zentralen Herausforderungen in der nachhaltigen Gestaltung von IKT. Hierbei unterstützen Aufmerksamkeitskampagnen, wie das Museum des fossilen Internets der Mozilla Stiftung¹⁵ oder Apps, die den CO₂-Ausstoß von digitalen Diensten abbilden und z. B. MitarbeiterInnen bewusste Entscheidungen in ihrem Nutzungsverhalten ermöglichen. Wie das Mitdenken von Klimawirksamkeit neuer digitaler Lösungen vor allem im Unternehmensbereich z. B. anhand eines Klimadashboards¹⁶ für Firmen breiter verankert werden und wie eine grüne Infrastruktur für IKT zukünftig aussehen könnte, wären vorausschauende Fragestellungen.

Zitierte Literatur

Berners-Lee, M., 2010, Wie schlimm sind Bananen? Der CO₂-Abdruck von Allem., Zürich: Midas.

¹⁰ Ein bekannter Anbieter von Refurbished Hardware ist z. B. fairphone.com/de/.

¹¹ Z. B. Librem, PinePhone, oder Shiftphone.

¹² umweltbundesamt.de/themen/thin-clients-neuer-leitfaden-fuer-umweltfreundliche.

¹³ Siehe parlament.gv.at/dokument/fachinfos/zukunftsthemen/5G_Ueberblick_final.pdf.

¹⁴ Siehe coyoti.to/nonsci/.

¹⁵ wiki.mozilla.org/Projects/Sustainability/Museum.

¹⁶ Das kürzlich vorgestellte Klimadashboard für Österreich, könnte für Unternehmen adaptiert werden, siehe klimadashboard.at.

Künstlicher Schnee und die Zukunft des Wintersports

Sonne, Bergspitzen, weißer Pulverschnee und der unberührte Hang: Schifahren in Österreich! Das schätzt nicht nur die fiktive Familie Sattmann aus der Filmreihe „Die Piefke-Saga“ am Österreichurlaub, sondern auch die Tourismuswerbung als Werbesujet. Doch die Klimaerwärmung stellt für den Wintersport eine zentrale Herausforderung dar, da Schneesicherheit in vielen alpinen Regionen bereits heute und vor allem in Zukunft nicht mehr gewährleistet ist.¹

Bereits heute kommen Technologien zum Einsatz, die das Skifahrvergnügen auch in Zukunft ermöglichen sollen²: künstliche Schneeerzeugung mit Schneekanonen, Snow-Farming oder künstliche Schneewolken tragen zur Schneegarantie bei. Beim Snow-Farming wird künstlich erzeugter Schnee bzw. Frühjahrsschnee in Haufen gelagert und mit einer Isolierschicht (z. B. Sägemehl, Hackschnitzel) bedeckt, um in der nächsten Saison wieder verfügbar zu sein. Die künstliche Schneewolke erzeugt mithilfe von Wasser und Energie naturnahen Schnee durch die Simulation der Parameter einer Wolke.³ Die Erzeugung und Verwendung von Kunstschnee beeinträchtigt vor allem die Zusammensetzung (Biodiversität) sensibler, alpiner Ökosysteme, etwa durch die spezielle Beschaffenheit von Kunstschnee (andere Isolierwirkung), das zusätzliche Schmelzwasser und die verwendeten Schneezusätze, die aus potenziell phytopathogenen Bakterien⁴ hergestellt werden (Rixen et al. 2003). Das gravierendste Problem von künstlich erzeugtem Schnee ist jedoch der enorm hohe Wasser- und Energieverbrauch. In Österreich werden bis zu 70 % der Pisten mit Kunstschnee präpariert.⁵ Für die Beschneigung höher gelegener Gebiete wurde in den letzten Jahrzehnten eine umfassende Infrastruktur errichtet, um ausreichend Wasser und Energie für die Schneeproduktion in den Bergregionen bereitzustellen. Abseits der Skisaison wird diese – oft brutalistisch gestaltete und aus der

¹ Bereits seit den 2000er-Jahren dokumentieren wissenschaftliche Studien die hohe Vulnerabilität von tief gelegenen Schigebieten und den hohen Kostenaufwand für den weiteren Ausbau und Betrieb, siehe z. B. Ergebnisse aus dem INTERREG-III B-Projekt ClimChAlp, alpine-space.org/2000-2006/climchalp3a6e.html?&L=yobycrvmtmp.

² Das Extremszenario konnte man dieses Jahr bei den olympischen Winterspielen in China beobachten, die mit 100% künstlichem Schnee durchgeführt wurden, time.com/6146039/artificial-snow-2022-olympics-beijing/

³ innovationorigins.com/de/die-kuenstliche-schneewolke-simuliert-die-physikalischen-parameter-einer-wolke-und-erzeugt-mit-geringem-umwelteffekt-naturidenten-schnee/.

⁴ In Österreich wird der Einsatz von phytopathogenen Keimen zur Kunstschneeerzeugung kontrovers diskutiert, siehe tirol.orf.at/v2/news/stories/2930158/.

⁵ tirol.orf.at/stories/3146409/.

Landschaft fallende – Infrastruktur⁶ kaum genutzt. Unzureichende rechtliche Rahmenbedingungen und bestehende Vorurteile, wie etwa die negative Tourismuswirkung von Windkraftanlagen, erschweren die effiziente Nutzung der vorhandenen Infrastruktur z. B. für die Erzeugung erneuerbarer Energien durch Windräder.⁷

Ein Blick in die Zukunft in der Version der Piefke-Saga projiziert einen zerstörten alpinen Lebensraum, in dem Wiesen und Schnee imitierende Plastikplanen alpenhohe Müllberge verdecken und wo Menschen in unterirdischen Hotelbunkern mit virtuellem Ausblick einquartiert werden, um schädlichen Umwelteinflüssen in einer zerstörten Landschaft zu entgehen. Wie solche Horrordimensionen vermieden werden können und welche nachhaltigen Alternativen sich für Österreich als langfristig attraktive Reisedestination abseits vom Skitourismus anbieten, wären ein geeignetes Thema für eine Vorausschau.

Zitierte Literatur

Rixen, C., Stoeckli, V. und Ammann, W., 2003, Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review, *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 5(4), 219-230.
[sciencedirect.com/science/article/pii/S143383190470061X](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S143383190470061X).

⁶ Nicht nur Wasserspeicherseen, Liftanlagen oder Leitungen, sondern auch Hotels und Wirtschaftsgebäude folgen einem oft radikalen Baustil, siehe z. B. derstandard.at/story/2000134845790/brutalismus-in-den-franzoesischen-alpen-plan-b-fuer-eine-zeit.

⁷ igwindkraft.at/mmedia/download/2016.03.21/1458552516764376.pdf.

Langlebige organische Schadstoffe

Zusammenfassung

Langlebige organische Schadstoffe (persistent organic pollutants – POP) sind hochgiftige chemische Verbindungen, die aufgrund ihrer Eigenschaften extrem stabil sind. Sie werden daher in der Umwelt nur sehr langsam oder oft gar nicht abgebaut. Da in vielen wirtschaftlichen Prozessen POP freigesetzt werden, reichern sie sich im Verlauf der Zeit in der Umwelt an und werden über verschiedene Ferntransportmechanismen in Luft und Wasser weltweit verteilt. Diese gesundheitsschädigenden Schadstoffe reichern sich über die Nahrungskette auch in Menschen und Tieren an, und können akute Vergiftungen hervorrufen, bzw. langfristig beispielsweise Krebs auslösen oder reproduktionsschädigend wirken. Die schädigende Wirkung kann damit zeitlich sehr weit vom Herstellungs- und Verwendungszeitpunkt entfernt liegen. 2001 wurden zwölf Stoffe bzw. Stoffgruppen international eingeschränkt bzw. verboten, heute sind es etwa dreißig. Weitere stehen zur Aufnahme in das Verbot zur Diskussion. Allerdings wurden auch Ausnahmen für schwer ersetzbare Stoffe definiert. Viele Schadstoffe sind höchstwahrscheinlich auch noch nicht bekannt. Einige POP stehen im Zusammenhang mit Treib- und Kältemitteln. Zwar wurden in den letzten Jahrzehnten die hochproblematischen FCKWs durch alternative Treib-/Kühlmittel ersetzt, diese scheinen jedoch ihrerseits Umweltprobleme zu verursachen: bei ihrer Zersetzung entstehen langlebige organische Schadstoffe, die Wasser und Luft verschmutzen.

Überblick zum Thema

Generell können zwei verschiedenen Gruppen von POP unterschieden werden: zu kommerziellen Zwecken künstlich hergestellte wie Pestizide oder Flammschutzmittel, sowie unbeabsichtigt in Verbrennungsprozessen entstehende POP. Als langlebig gelten Stoffe deren Halbwertszeit, z. B. im Boden, über sechs Monaten liegt, sie können aber teilweise Jahrhunderte in der Umwelt verbleiben.

Einmal in die Umwelt ausgebracht, bleibt die Verbreitung von POP nicht auf den Ort der Entstehung/Ausbringung begrenzt. Sie können gasförmig und auch als Partikel gebunden vorkommen. Globale Ferntransportmechanismen wie Meeres-, bzw. Luftströmungen und wandernde Lebewesen verteilen die Chemikalien weltweit, ähnlich wie bei [Mikroplastik](#). Zwar findet so vorerst ein Verdünnungseffekt statt, durch die extreme Langlebigkeit der Chemikalien reichern sie sich aber auch an Orten an, an denen eigentlich keine POP ausgebracht werden. Der Klimawandel scheint diese Prozesse noch anzutreiben (Borgå et al. 2022). So haben sich POP etwa auch an den Polen oder den höchsten Gebirgsgipfeln abgelagert.

*Luft- und
Meeresströmungen
verteilen POP weltweit*

<i>Anreicherung in tierischem Gewebe</i>	POP sind fettlöslich und lagern sich daher im Fettgewebe von Tieren und Menschen ab. Generell gilt, dass je höher ein Tier in der Nahrungskette steht, desto höher ist auch die Anreicherung mit Schadstoffen, da auf jeder höheren Stufe sukzessive mehr POP mit der Nahrung aufgenommen und abgelagert werden.
<i>Vielzahl von Krankheiten mit POP assoziiert</i>	Unter chronischer Exposition können POP bereits bei geringen Konzentrationen gesundheitliche Schäden hervorrufen. Zu den verschiedenen Krankheiten, die von POP beim Menschen begünstigt oder auf sie zurückzuführen sind, gehören Diabetes, Fettleibigkeit, endokrine Störungen, Krebs, Herz-Kreislauf- und Fortpflanzungsprobleme (Alharbi et al. 2018). Sie verursachen aber auch Umweltschäden wie Biodiversitätsverlust. Die weltweit am stärksten kontaminierten Wasserressourcen mit den höchsten Risiken für Bevölkerung und Umwelt befinden sich in Südafrika, Indien, Türkei, Pakistan, Kanada, Hongkong und China. Das in der EU schon lange verbotene Pestizid DDT kommt hier anteilig in der höchsten Konzentration vor (Vasseghian et al. 2021).
<i>Internationales Völkerrecht schränkt POP ein</i>	2001 wurden erstmals im Rahmen der Stockholmer Konvention ¹ und des Genfer Abkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung ² Herstellung und Gebrauch von 12 Stoffen (das dreckige Dutzend) völkerrechtlich eingeschränkt bzw. verboten. Weltweit haben 181 Länder die Stockholmer Konvention ratifiziert, aber auch einige nicht wie z. B. die USA oder Italien. Umgesetzt wird die Konvention in der EU-POP-Verordnung (EU 2019/1021) seit 2004, welche heute Herstellung, Inverkehrbringen, Verwendung und Freisetzung und Entsorgung von 28 Stoffen und Stoffklassen regelt.
<i>Umsetzung durch EU-Verordnung</i>	
<i>Pestizide, Industriechemikalien, Nebenprodukte von Verbrennung</i>	Zu den ersten verbotenen Stoffen gehören vor allem hochgiftige Pestizide (Aldrin, Chlordan, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphen), chlorhaltige Dioxine und Furane, die als Nebenprodukte in thermischen Prozessen entstehen (PCDD/PCDF), sowie Industriechemikalien wie Hexachlorobenzene und polychlorierte Biphenyle (PCB).
<i>Ausnahmen weiter erlaubt, andere von Regelung nicht erfasst</i>	Einige weitere stehen zur Diskussion, werden aber teilweise in so hohen Mengen produziert, dass ein schnelles Ersetzen – aus Sicht der Industrie – schwer möglich erscheint. Deshalb wurden politisch einerseits befristete Ausnahmen gewährt und andererseits unbefristet akzeptierte Anwendungen definiert. Die Aufnahme neuer Substanzen in die Stockholmer Konvention ist ein langwieriger Prozess bei dem auch viele unterschiedliche Interessen aufeinanderprallen ³ . Bei der extremen Vielfalt chemischer Verbindungen, die in industriellen Prozessen hergestellt werden und als Nebenprodukte entstehen, ist es auch wahrscheinlich, dass etliche toxische Stoffe noch gar nicht bekannt sind.
<i>Viele Stoffe unbekannt</i>	

¹ pops.int/TheConvention/ThePOPs/ChemicalsProposedforListing/tabid/2510/Default.aspx.

² unece.org/environment-policy/air/protocol-persistent-organic-pollutants-pops, gilt derzeit in 51 Staaten.

³ echa.europa.eu/de/proposals-for-new-pops.

In den letzten Jahrzehnten wurden weitreichende Anstrengungen unternommen, um die Verwendung von Fluorkohlenwasserstoffen (FKW) in Klimaanlage, Kühlschränken und anderen Kühlsystemen zu reduzieren, da sie zur globalen Erwärmung beitragen. Vollhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) wurden aufgrund ihrer schädigenden Wirkung auf die Ozonschicht verboten und durch teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFCKW) ersetzt. Diese wurden in den 1990er Jahren durch teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW) ersetzt, welche wegen ihres hohen Treibhauspotentials nun schrittweise vom Markt genommen werden. Sie werden teilweise durch sogenannte natürliche Kältemittel, wie CO₂ oder Ammoniak ersetzt. Teilweise aber auch durch ungesättigten HFKW (HFO) und durch ungesättigte HFCKW (HCFO), die (wieder) ein ozonschichtschädigendes Potential aufweisen. Beide haben zwar ein niedriges Treibhauspotential und kurze atmosphärische Lebensdauer, aber ihre Abbauprodukte scheinen langlebig und schädlich zu sein, und sind noch nicht ausreichend untersucht (Behringer et al. 2021).

*Kälte- und Treibmittel:
Probleme beim Ersatz
von FCKW*

Die Umweltverschmutzung durch diese langlebigen HFCKW-Ersatzstoffe scheint zuzunehmen. Zusätzliche Brisanz verursacht die im Zuge der Klima- und Energiekrise starke Zunahme des (staatlich geförderten) Einbaus von Wärmepumpen zum Heizen (und Kühlen, siehe [Frugale Kühlung](#)). Wenn die Vorschriften für den Einsatz und die Stilllegung von Kältemitteln nicht schnell und drastisch verbessert werden, könnte die Praxis, die dazu beitragen soll, die Risiken des Klimawandels zu verringern, den Klimawandel verstärken (Sutherland et al. 2022).

*Ersatzprodukte bilden
langlebige, schädliche
Abbauprodukte*

Auch aufgrund der POP-Problematik hat sich das wissenschaftliche Interesse an industrieller Abwasserbehandlung in den letzten Jahrzehnten verstärkt. Insbesondere Abscheidetechniken, d. h. Adsorptionsverfahren, Koagulation und Elektrokoagulation, zeigen hohes Potenzial bei der Entfernung der Zielschadstoffe (Titchou et al. 2021). Auch Nanomaterialien, wie Graphen zur Photokatalyse werden zur Abwasserreinigung erforscht.

*Technische Ansätze
bei der Reinigung von
Industrieabwasser*

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

In Österreich sind z. B. Standorte rund um Industriegebiete betroffen, so werden etwa POP aus bereits verbotenen Flammschutzmitteln in vielen Bodenproben nachgewiesen, aber auch Grundwasser kann belastet sein. Wenn auf diesen Flächen Futtermittel angebaut werden, gelangen die Chemikalien in die Nahrungskette. Auch Grundwasserkontamination mit perfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) wurde flächendeckend nachgewiesen, bei denen einige auch EU-Grenzwerte überschritten⁴. Bei einer Abschätzung von 300 historisch kontaminierten Standorten wie Müllverbrennungsanlagen, stuft eine Studie im Auftrag der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit 38 als mit persistenten organischen Schadstoffen erheblich belastet ein (AGES 2018). Es könnte aus parlamentarischer Sicht auch sinnvoll sein zu überprüfen, ob ein reines Umsetzen von geltendem EU-

⁴ wissenaktuell.ages.at/popmon/.

Recht in Bezug auf das Vorsorgeprinzip ausreichend ist oder ob nicht Österreich mit strengerer Gesetzgebung potentielle POP früher verbieten könnte als es die internationale Kompromissfindung zulässt. Zudem sind auch Grenzwertsetzungen zu überdenken, so gelten derzeit nur Grenzwerte für einzelnen Substanzen, jedoch nicht für Kombinationen verschiedener Stoffe. Dies führt dazu, dass z. B. ein Nahrungsmittel mit sehr vielen verschiedenen Pestiziden knapp unterhalb der Grenzwerte der einzelnen Substanzen belastet sein kann. Die Auswirkungen solcher Cocktails sind weitgehend unbekannt. Der 13. Umweltkontrollbericht des Umweltbundesamtes an den Nationalrat schlägt detaillierte Maßnahmen vor und weist z. B. auf das Fehlen von österreichweit verpflichtenden Grenzwerte für organische Schadstoffe bzw. POPs im Boden hin.⁵

Vorschlag weiteres Vorgehen

Der nationale Aktionsplan setzt die Stockholmer Konvention und die EU-POP-Verordnung um.⁶ Er wurde zuletzt 2017 aktualisiert und sollte in der bevorstehenden Aktualisierung bezüglich der oben angesprochenen Kälte- und Treibmittelproblematik, sowie kumulativen Grenzwertsetzungen dringend überprüft werden. Aufbauend auf dem Vorsorgeprinzip sollten POP-Screening und -Folgenanalysen vermehrte Aufmerksamkeit bekommen. Eine FTA-Analyse könnte in diesem Zuge beispielsweise nachhaltigere Alternativen zu POPs ausloten oder Szenarien und Roadmaps für einen Umstieg unter Einbindung wichtiger Interessenvertretungen zu Verfügung stellen.

Zitierte Literatur

- AGES, U., 2018, *POPMON – Endbericht- Identifizierung relevanter persistenter organischer Schadstoffe und potentiell belasteter Regionen als Basis für ein risikobasiertes Lebensmittel-Monitoring in Österreich*, Vienna: BMNT, BMASGK, wissenaktuell.ages.at/download/0/0/bf83fb8005e58bf4a619f0dd64a7da571f22de77/fileadmin/AGES2015/Wissen-Aktuell/Wissen_aktuell_2021/Endbericht_POPMON.pdf.
- Alharbi, O. M. L., et al., 2018, Health and environmental effects of persistent organic pollutants, *Journal of Molecular Liquids* 263, 442-453, [sciencedirect.com/science/article/pii/S0167732218321135](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167732218321135).
- Behringer, D., et al., 2021, *Persistente Abbauprodukte halogener Kälte- und Treibmittel in der Umwelt: Art, Umweltkonzentrationen und Verbleib unter besonderer Berücksichtigung neuer halogener Ersatzstoffe mit kleinem Treibhauspotenzial*, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_texte_36-2021_abbau_kaelte-treibmittel.pdf.

⁵ parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/III/III_00752/imfname_1469429.pdf.

⁶ umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pub_id=2223&cHash=90c3c3b7c18ce90588a44818db9d3e98.

- Borgå, K., et al., 2022, The influence of global climate change on accumulation and toxicity of persistent organic pollutants and chemicals of emerging concern in Arctic food webs, *Environmental Science: Processes & Impacts*, [dx.doi.org/10.1039/D1EM00469G](https://doi.org/10.1039/D1EM00469G).
- Sutherland, W. J., et al., 2022, A horizon scan of global biological conservation issues for 2022, *Trends in Ecology & Evolution* 37(1), 95-104, doi.org/10.1016/j.tree.2021.10.014.
- Titchou, F. E., et al., 2021, Removal of Persistent Organic Pollutants (POPs) from water and wastewater by adsorption and electrocoagulation process, *Groundwater for Sustainable Development* 13, 100575, sciencedirect.com/science/article/pii/S2352801X2100031X.
- Vasseghian, Y., et al., 2021, The concentration of persistent organic pollutants in water resources: A global systematic review, meta-analysis and probabilistic risk assessment, *Science of The Total Environment* 796, 149000, sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721040729.

CO₂ als Ressource

Die chemische Industrie produziert viele kohlenstoffbasierte Produkte für andere Industriezweige und verwendet dabei weitestgehend fossile Rohstoffe wie Erdöl. Könnten diese durch CO₂ aus der Atmosphäre oder aus Abgasen von Großindustrien wie der Zement-, Stahl- oder Biogasproduktion ersetzt werden, wäre das ein wichtiger Schritt in Richtung Kreislaufwirtschaft und nachhaltiger Entwicklung.

Die Abscheidung und Speicherung von CO₂ beispielsweise in Tiefengesteinsschichten wurde bisher überwiegend im Energieerzeugungsbereich (**Carbon Capture and Sequestration (CCS)**) diskutiert. Kürzlich stellte sich heraus, dass das Geschäftsmodell des weltweit größten Carbon-Capture-Projekts (betrieben durch ein global agierendes Erdölunternehmen) nicht rentabel ist.¹ Abscheidung und Speicherung von CO₂ ist vor allem dann rentabel, wenn der Erdölpreis hoch ist. Dann wird das gespeicherte CO₂ genutzt, um die Erdölausbeute in bereits versiegenden Quellen durch CO₂-„Injektion“ zu erhöhen („enhanced oil recovery“).

Neben der Rentabilität geht es auch darum, dass die Nutzung und Speicherung von CO₂ keine negativen Folgen für die Umwelt nach sich zieht. Garcia-Garcia et al. (2021) weisen in ihrer Überblickstudie darauf hin, dass die Nutzung von CO₂ zur Produktion von Industrieprodukten wie Methanol oder Propan nur unter bestimmten Bedingungen sinnvoll ist (z.B. wenn zur Betreibung der Anlagen erneuerbare Energie genutzt werden). Die gasförmige Speicherung birgt hohe Risiken für Umwelt und Gesellschaft vor allem, da es wenige langfristig sichere Lagerstätten gibt (IPCC 2018). In einer Pilotstudie in Island wird abgeschiedenes CO₂ unterirdisch in basalthaltigem Grundwasser zu Carbonatgestein mineralisiert, und so längerfristig gebunden (Pogge von Strandmann et al. 2019). Im September 2021 wurde ebenfalls in Island die weltweit erste und größte Direct-Air-Capture-(DAC-)Anlage namens „Orca“ in Betrieb genommen (**Geo-engineering**), allerdings wird das CO₂ hier nicht weitergehend genutzt und die Anlage ist nur aufgrund der Nutzung geothermaler Energie wirtschaftlich und ökologisch rentabel. Auch die großflächige Ausbringung von CO₂-bindenden Materialien, z. B. in Form von grünem Sand an Stränden, wird diskutiert.² Derzeit ist die Abscheidung von CO₂ aus Luft oder Abgasen aufwendig und teuer. Für die weitere chemische Nutzung werden verschiedene Konzepte mit Hilfe staatlicher Förderung beforscht.³

Die Nutzung von CO₂ als Ressource für kohlenstoffhaltige Materialien, etwa für die Auto-, Textil-, und Pharmaindustrie oder auch die biotechnologische Herstellung von Treibstoffen wie Ethylen, könnte zumindest helfen,

¹ energypost.eu/worlds-biggest-carbon-capture-project-shute-creeks-sell-or-vent-business-model-isnt-working/.

² technologyreview.com/2020/06/22/1004218/how-green-sand-could-capture-billions-of-tons-of-carbon-dioxide/.

³ chemieundco2.de/uploads/CO2plus_Abschlussergebnisse.pdf.

CO₂-Emissionen in der Industrie zu senken, wenn dadurch fossile Rohstoffe ersetzt würden. Eine klimaschutzrelevantere längerfristige Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre könnte etwa durch Mineralisierung zu Baustoffen erreicht werden (Gálvez-Martos et al. 2021), das CO₂ bliebe dann selbst bei Abriss im Bauschutt gebunden.

Insgesamt entstehen gerade neue Geschäftsmodelle, die auch langsam von der Industrie gefördert werden.⁴ Finanzierung und Management des Entstehens einer neuen Reihe von Industrien zur CO₂-Nutzung wird aber wahrscheinlich eine klare Richtung durch den Gesetzgeber erfordern (Hepburn et al. 2019).

Zitierte Literatur

- Gálvez-Martos, J.-L., et al., 2021, Eco-efficiency of a novel construction material produced by carbon capture and utilization, *Journal of CO₂ Utilization* 49, 101545, [sciencedirect.com/science/article/pii/S2212982021001128](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212982021001128).
- Garcia-Garcia, G., et al., 2021, Analytical Review of Life-Cycle Environmental Impacts of Carbon Capture and Utilization Technologies, *ChemSusChem* 14(4), 995-1015, chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cssc.202002126.
- Hepburn, C., et al., 2019, The technological and economic prospects for CO₂ utilization and removal, *Nature* 575(7781), 87-97, doi.org/10.1038/s41586-019-1681-6.
- IPCC, 2018, Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.
- Pogge von Strandmann, et al., 2019, Rapid CO₂ mineralisation into calcite at the CarbFix storage site quantified using calcium isotopes, *Nature Communications* 10(1), 1983, doi.org/10.1038/s41467-019-10003-8.

⁴ co2-utilization.net/de/.

Zukunft der Batterieentsorgung: Wohin mit ausgebrannten Elektroautos?

Was tun, wenn ein Elektroauto in Brand gerät? Wie werden ausgebrannte Elektroautos entsorgt? Das sind Fragen, die mit einer Zunahme von Elektroautos und möglichen Brandunfällen in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden. Die Brandbekämpfung bei Elektroautos ist aufgrund der chemischen Reaktionen, die in einer Batterie im Brandfall ablaufen, schwieriger als bei herkömmlichen Verbrennern; außerdem ist es schwer festzustellen, wann die Reaktion definitiv zu Ende ist und kein Wiederaufflammen mehr eintreten kann. Daher werden brennende E-Autos für längere Zeit in Kühlwassercontainern versenkt oder mit Sand überschüttet, um den Brand nachhaltig zu stoppen. Eine größere Herausforderung entsteht aber erst nach der Brandlöschung: das Beispiel des ausgebrannten E-Autos, das 2019 österreichische ExpertInnen beschäftigte, verdeutlicht, dass nicht die Brandbekämpfung an sich, sondern die darauffolgende Entsorgung, v. a. der beim Batteriebrand entstehenden chemischen Fraktionen, Probleme bereitet.¹ Die Rochaden um die Frage, wie das E-Autowrack entsorgt werden sollte, dauerten über Wochen nach dem Unfall an (siehe [Smarte Straßen](#)).

In Österreich wird bereits an Risiken und Auswirkungen von Batterien in abfallwirtschaftlichen Systemen geforscht (Windisch-Kern et al. 2022),² auch Sicherheitstests und Forschung an zukünftigen Batterietechnologien zur sicheren Integration in E-Fahrzeuge finden statt.³ Der finanzielle Schaden, der der Öffentlichkeit durch unsachgemäße Entsorgung von Lithium-Batterien entsteht, wird mit steigender Anzahl batteriebetriebener Geräte weiterhin zunehmen. ExpertInnen schätzen das Aufkommen an alten E-Auto-Batterien für 2030 auf 10.000 bis 20.000 Tonnen im Vergleich zu gegenwärtig 200 Tonnen jährlich.⁴ Da Österreich bisher über keine Recycling-Anlage für E-Auto-Batterien verfügt, wird der gefährliche Abfall teuer gelagert und zur Entsorgung mit Gefahrguttransporten nach Deutschland gebracht. In Anbetracht der zahlreichen politischen Strategien zur Förderung der E-Mobilität und Digitalisierung scheint es ratsam zu überlegen, wie politische Verantwortung für die Entsorgung – teils in der Anschaffung geförderter – batteriebetriebener Produkte übernommen werden kann. Anzudenken wäre bspw. die Deklaration von Herstellungskomponenten durch QR-Codes bzw. die Nachverfolgung der in Umlauf gebrachten Batterien durch RFID-Tags (siehe [Lebensmitteltracking](#)), was die Entsor-

¹ teslamag.de/news/ausgebrannter-tesla-bereitet-in-oesterreich-entsorgungsprobleme-25735.

² avaw-unileoben.at/de/forschung-projekte-bat-safe/; oeaw.ac.at/ita/projekte/safelibatt.

³ ait.ac.at/themen/battery-technologies/.

⁴ orf.at/stories/3235729/; voeb.at/service/voeb-blog/detail/show-article/steigende-brandgefahr-durch-lithium-batterien/.

gung erheblich erleichtern könnte. Gleichzeitig wären verstärkte Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung bei der Batterieentsorgung wünschenswert. Wie Batterie-Recycling zukünftig gestaltet werden kann und die externen Kosten der Entsorgung von Lithium-Batterien zukünftig gesenkt bzw. fair verteilt werden können, wären relevante Fragen für einen breit angelegten Foresight- und TA-Prozess.

Zitierte Literatur

Windisch-Kern, S., et al., 2022, Recycling chains for lithium-ion batteries: A critical examination of current challenges, opportunities and process dependencies, *Waste Management* 138, 125-139.

Lichtverschmutzung

Zusammenfassung

Zumindest die Hälfte der EuropäerInnen sieht nachts die Milchstraße nicht – und die meisten wundern sich darüber auch nicht (mehr). Neue Lichttechnologien, die zunehmende Urbanisierung und weitere Faktoren sorgen dafür, dass die Abstrahlung unserer vielfältigen Lichtquellen auch nachts ein unnatürlich hohes, konstantes Helligkeitslevel erzeugt. Diese als „Lichtverschmutzung“ bezeichneten Faktoren haben vielfältige Einflüsse: So kann ein zu hohes Helligkeitslevel beim Menschen zu Schlafproblemen führen, es stört ökologische Prozesse und nicht zuletzt wird professionelle und Laien-Astronomie immer schwieriger. Gleichzeitig gibt es immer mehr Hilfsmittel um einzuschlafen, z. B. Blaulichtfilter bei Bildschirmen oder Brillen, deren Wirksamkeit aber wissenschaftlich nicht erwiesen ist. Bezüglich des Helligkeitslevels außerhalb des Schlafzimmers, lässt sich durch die immer weiter verbreitete Nutzung von LED als Lichtquelle Richtung und Intensität des Lichts immer besser steuern. Hierdurch können einerseits Energie gespart und Kosten reduziert, andererseits den oben genannten Prozessen entgegengewirkt werden.

Überblick zum Thema

Der Nachthimmel in Europa ist zu fast 100 % von künstlicher Beleuchtung beeinflusst (TAB 2020). Von den meisten Orten aus ist die Milchstraße zwar noch sichtbar, das gilt aber nur für eine Minderheit der Bevölkerung. An sehr wenigen Orten ist es so hell, dass das Auge sich nicht mehr an Dunkelheit anpassen muss, das betrifft allerdings ein Fünftel der EuropäerInnen. Wirklich unbeleuchtete Orte sind selten geworden (ebd.). Die Lichtkegel von Städten strahlen noch über 100 km weit. Straßen, kommerziell oder öffentlich genutzten Flächen, Flughäfen und Industrielle Anlagen sind insgesamt für große Anteile der Lichtemissionen verantwortlich (ebd.).

*Wenig natürlich dunkle
Orte in Europa übrig*

Auch die weitverbreitete Einführung von lichtemittierenden Dioden (LED) hatte und hat eine Reihe von Folgen. LED verbrauchen um ein Vielfaches weniger Strom als herkömmliche Leuchtmittel und sind damit weniger energie- und somit kostenintensiv. In einem Rebound-Effekt werden gerade private Beleuchtungen jedoch oft immer weiter ausgebaut und es wird weniger darauf geachtet, wo und zu welchen Betriebszeiten sie auch sinnvoll sind.

*Lichtemittierende
Dioden (LED) erzeugen
einen Rebound-Effekt*

Auch strahlen LED in einem Licht, das mehr Blauanteile enthält. Dieses wird vom menschlichen Auge als wesentlich heller wahrgenommen. Das ist einer der Gründe weswegen es im Verdacht steht, für Mensch und Natur nachts besonders störend zu sein. Dass LED-Licht als heller wahrgenommen wird, ist wiederum auch ein Vorteil, da so gewünschte Helligkeiten mit niedrigerem Material- und Energieaufwand erreicht werden können. Zudem ist die Beleuchtung durch LED sehr gut ausrichtbar und kann

*Höhere Blauanteile in
LED Licht*

sehr exakt Objekte beleuchten und das Umfeld unbeschienen lassen. Oft werden aber nur Leuchtmittel ausgetauscht und keine Anpassung des gesamten Beleuchtungskonzepts vorgenommen, wodurch diese Potentiale ungenutzt bleiben (TAB 2020). Im schlechtesten Fall führen neue LED in alten Fassungen zu einer Verschlechterung der Beleuchtungssituation, etwa weil sie Blendung erzeugen (ebd.).

*Einfluss künstlichen
Lichts auf den
menschlichen
Schlafzyklus*

Da die innere Uhr des menschlichen Körpers auf einen etwa 25-stündigen Rhythmus eingestellt ist, muss diese immer wieder durch den natürlichen Tag-Nacht-Zyklus angepasst werden (Rodenbeck 2020). Die Nutzung von künstlichem Licht, wie sie in unserer Zivilisation normal ist, kann dieses Rücksetzen des Schlafrhythmus erschweren. Dies kann zu Müdigkeit während der Tageszeit führen, welche mit einer Reihe unerwünschter Folgen assoziiert wird: erhöhte Gefährdung im Straßenverkehr, verringerte Produktivität und allgemein schlechtes Befinden bis hin zu Depressionen. Im schlimmsten Fall können solche Schlafrhythmusstörungen zu chronischem Schlafmangel führen, der mit einer Reihe zusätzlicher Gesundheitsrisiken einhergeht (Rodenbeck 2020). Helligkeit und insbesondere blaues Licht hemmen die Produktion des Hormons Melatonin. Dieses wiederum ist hauptverantwortlich für die Regulation des Schlafes, dessen Tiefe und von Müdigkeit allgemein.

*Blaulicht-Filter für
Bildschirme*

Obgleich es Studien gibt, die einen Zusammenhang andeuten, kann wissenschaftlich nicht zweifelsfrei nachgewiesen werden, dass blaues Licht zu Schlafproblemen führt (TAB 2020; siehe auch Vagge et al. 2021). Dennoch sind viele Privatpersonen besorgt über den Einfluss blauen Display-Lichts auf ihre Schlafqualität und installieren Filter, die durch die Ausfilterung der Blauanteile das Display weniger grell und damit angenehmer erscheinen lassen sollen.¹ Diesen Trend haben auch die Hersteller erkannt und inzwischen haben alle gängigen Betriebssysteme Filter und/oder Nachtmodi integriert. Letztendlich wird Wachheit aber eher subjektiv empfunden, wodurch sich die Frage stellt, ob nicht andere Faktoren mehr Einfluss haben: So wäre ein gewisser Placebo-Effekt denkbar, besonders wenn der Blaufilter zeitgesteuert mit dem Sonnenuntergang einsetzt und so unterschwellig das Ende des Tages anzeigt. Auch geht dadurch möglicherweise die Mediennutzung später am Abend zurück, die beim Konsum mehr oder weniger aufwühlender Inhalte zu Einschlafproblemen führen könnte. Letztendlich ist also gerade bei elektronischen Displays fraglich, ob die Reduzierung der Blauanteile des ausgestrahlten Lichts tatsächlich schlafverbessernd wirkt. Fakt ist, dass im Rahmen der Selbstoptimierungsbewegung auch das persönliche Schlaferlebnis zu optimieren versucht wird – so gibt es Getränke, die nach eigenen Angaben mit ausschließlich natürlichen Kräutern und Wirkstoffen beim Einschlafen helfen sollen,² sowie Apps, die die Schlafphase erkennen sollen und dementsprechend die Weckzeit steuern. Letztere nutzen meist entweder die Vibration

*Weitere Schlaf-
Optimierungs-Hilfen*

¹ derstandard.at/story/2000107711402/handy-displays-ist-blaues-licht-ein-schlafrauber-oder-harmloser-reiz.

² derstandard.at/story/2000118814282/schlafoptimierung-an-den-hebeln-der-nacht.

der Matratze oder die Bewegungsdaten von sogenannten Fitness-Armbändern oder Smartwatches als Grundlage, die dann per Bluetooth an das Smartphone übertragen werden. Die hierbei gesammelten Daten werden analysiert und Empfehlungen gegeben. Während zumindest teilweise gesundheitsförderliche Ratschläge gegeben werden, ist die Datensicherheit teils fragwürdig (siehe [Datengetriebene Medizin](#)).

Außerordentlich sind die Einflüsse unnatürlichen Lichts für manche Tierarten. Besonders Insekten, aber auch Vögel, Fledermäuse, Fische und einige Arten von Säugetieren werden in ihrem Tag-Nacht-Rhythmus gestört und leiden somit unter hormonellen Veränderungen und verminderten Reproduktionsraten (TAB 2020). So kreisen manche Insekten beispielsweise bis zur Erschöpfung um Straßenlaternen und pflanzen sich infolgedessen nicht mehr oder seltener fort. Dies ist somit auch ein Faktor für das fortschreitende Insektensterben, das die Artenvielfalt bedroht – so stirbt auch die Nahrungsgrundlage für viele weitere Tierarten, besonders Vögel – und führt letztendlich zu ökonomischen Problemen.³

Leider ist es sehr schwer, da sehr komplex, Grenzwerte für Beleuchtungsstärke und -zeiten zu bestimmen, die für die unterschiedlichen Tierarten noch akzeptabel sind. Somit sind handfeste wissenschaftliche Erkenntnisse vergleichsweise rar. Als gegeben gilt jedoch, dass blaues Licht wesentlich mehr Insekten anzieht (Posch 2013) und dass herkömmliche LED einen höheren Blauanteil ausstrahlen. Mittlerweile gibt es jedoch besonders warmweiße LED, die besonders wenig nachtaktive Insekten anziehen (Eisenbeis und Eick 2011).

Generell stellt sich die Frage, welche Beleuchtungsintensitäten und -intervalle in welchen Kontexten notwendig sind. Die Möglichkeiten bezüglich Richtbarkeit und Steuerung der LED-Technologie könnten besser genutzt werden. LED sind das energieeffizienteste Leuchtmittel und den teilweisen ökologischen Schwierigkeiten kann mit Blaufiltern und der Nutzung warmweißer LED Abhilfe geschaffen werden.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Der offensichtlichste Effekt von Lichtverschmutzung ist der Energieverbrauch. Durch LED-Technologie ist dieser zwar vergleichsweise gering, jedoch könnte durch eine Optimierung der Strahlrichtung, Intensität und Betriebszeit vieler Beleuchtungen Energie gespart werden. Dies beginnt im öffentlichen Raum bei der Straßenbeleuchtung und der Bestrahlung von Wahrzeichen und kann in den industriellen, gewerblichen und privaten Raum weitergetragen werden. So dürfen beispielsweise in Frankreich nachts Schaufenster nicht mehr beleuchtet werden.

Zum Thema Schlafgesundheit gibt fast die Hälfte der ÖsterreicherInnen an, nicht genug zu schlafen, und fast ein Drittel hat Einschlafprobleme (Blume et al. 2020). Letztere sind im Vergleich zu vor zehn Jahren um ein

*Negative Einflüsse
nächtlicher Beleuchtung
auf gerade nachtaktive
Tierarten*

*Schwierige
wissenschaftliche
Grundlage, um
Grenzwerte zu
bestimmen*

*Energieeinsparungs-
potential*

*Einschlafprobleme
zunehmend verbreitet
in Österreich*

³ Zum Einfluss des Insektensterbens in Österreich siehe Zulka (2020).

Vielfaches gestiegen (ebd.). Hierbei gibt es den Verdacht, dass die zunehmende nächtliche Helligkeit ein möglicher Einfluss ist – jedoch sind andere Faktoren wie Stress, Ernährung und Bewegung wesentlich einflussreicher. Die Wirksamkeit von Gläsern, die den Blauanteil blockieren, wird hingegen in anderen Studien bestätigt (Hester et al. 2021). Auch ein direkter Zusammenhang zwischen Helligkeit vor dem Fenster und in der Wohnung kann bislang nicht belegt werden (TAB 2020).

*Astrotourismus als
Chance für Österreich*

Gerade für Österreich als Tourismusstandort hat Lichtverschmutzung aber auch ökonomische Folgen. Im sogenannten Astrotourismus ist Österreich teils internationaler Vorreiter.⁴ Es gibt in Österreich bereits dedizierte Lichtschutzgebiete, doch auch von dort sieht man meist das Himmelsleuchten teils weit entfernter Siedlungen. International gibt es nur rund 80 zertifizierte „Parks mit dunklem Himmel“⁵, bislang ist zwar keiner davon in Österreich, aber es gibt bereits zwei Anwärter darauf.⁶

*Interesse verschiedener
Bevölkerungsgruppen
am Thema*

Generell setzen sich verschiedene Akteure bereits intensiv mit dem Thema Lichtverschmutzung auseinander. Astronomen der Universität Wien messen sie⁷ und Hobby-Sterngucker tauschen sich über möglichst dunkle Orte aus. Private Umweltschützer und -schutzvereine informieren über das Thema und Umweltämter bearbeiten es auf Bundes- und Länderebene.

*Reduzierte
Straßenbeleuchtung in
Städten bleibt meist
unbemerkt*

In verschiedenen Städten wird bereits die Straßenbeleuchtung nachts stark reduziert, was der Bevölkerung oft gar nicht auffällt (Posch 2013). Anderorts wird die Weniger-Beleuchtung gestaffelt und je nach Platz und Straßenzug unterschiedlich vollzogen (Isépy 2013). In manchen Fällen und je mehr Infrastruktur dafür bereits zur Verfügung steht, geht das Lichtmanagement bereits in Richtung Smart City und schaltet das Licht beispielsweise morgens individuell aus, wenn die Umgebungshelligkeit hoch genug ist. Auch wenn BürgerInnen eine Anpassung der Helligkeitsniveaus nicht weiter auffällt, sollten Maßnahmen zur Beleuchtungsreduktion klar kommuniziert werden, denn nächtliche Beleuchtung trägt zum Sicherheitsempfinden bei.

*Beispiel Slowenien für
nationale Gesetzgebung*

Ein Blick nach Slowenien zeigt, dass es möglich ist Grenzwerte zu setzen. Hier ist etwa geregelt wieviel Energie Gemeinden pro BewohnerIn und Jahr für Beleuchtung verbrauchen dürfen und wie hell Licht am Schlafzimmerfenster sein darf. Auch darf nur in Ausnahmefällen von unten nach oben gestrahlt werden und Schautafeln müssen ab einer bestimmten Größe nach 24 Uhr ausgeschaltet werden.⁸

⁴ Sternenweg Großmugl: orf.at/stories/3002842/.

⁵ International Dark Sky Association: darksky.org/our-work/conservation/ids/parks/.

⁶ Naturpark Attersee-Traunsee und die Hohe Dirn in den Kalkalpen: science.orf.at/v2/stories/2931477/.

⁷ astro.univie.ac.at/ueber-uns/lichtverschmutzung/.

⁸ Zusammenfassung des deutschen Bundestages: bundestag.de/resource/blob/632966/7ba7c4cd1cfef87380d58376f1c2f165/WD-7-009-19-pdf-data.pdf.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Es gibt in Österreich bereits einige Leitfäden, Aktivitäten, Masterpläne und Initiativen mit dem Ziel, die Lichtverschmutzung einzudämmen.⁹ Dennoch ist die Herausforderung noch keineswegs gemeistert. Die oben genannten Bestimmungen können als Anhaltspunkt für mögliche österreichische Maßnahmen und Regulierung dienen, doch sollte zunächst die aktuelle Lage in Österreich umfassend erhoben werden. Auf Basis des deutschen TAB-Berichts (2020), der auf die österreichischen Verhältnisse übertragen werden könnte, wird ein partizipativer Ansatz (Einbeziehung von Stakeholdern und der Bevölkerung) vorgeschlagen.

Zitierte Literatur

- Blume, C., Hauser, T., Gruber, W.R. *et al.*, 2020, "How does Austria sleep?" self-reported sleep habits and complaints in an online survey. *Sleep Breath* 24, 735–741, doi.org/10.1007/s11325-019-01982-5.
- Eisenbeis G., Eick K., 2011, Studie zur Anziehung nachtaktiver Insekten an die Straßenbeleuchtung unter Einbeziehung von LEDs. *Natur und Landschaft* 86(7): 298-301.
- Held, M.; Hölker, F.; Jessel, B. (Hg.), 2013, *Schutz der Nacht – Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft*. Bundesamt für Naturschutz, BfN-Skripten 336, Bonn.
- Hester, L. et al., 2021, Evening wear of blue-blocking glasses for sleep and mood disorders: a systematic review, *Chronobiology International*, 38:10, 1375-1383, doi.org/10.1080/07420528.2021.1930029.
- Isépy, S., 2013, Umweltfreundliche und effiziente öffentliche Beleuchtung in Augsburg. In: Held et al., S.169–172.
- Posch, T., 2013, Besser beleuchten – Intensität, spektrale Zusammensetzung und Timing der Beleuchtung. In: Held et al., S.43–46.
- TAB, 2020, Lichtverschmutzung – Ausmaß, gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen sowie Handlungsansätze. Arbeitsbericht Nr. 186. Karlsruhe, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, publikationen.bibliothek.kit.edu/1000121964/122595546.
- Rodenbeck, A., 2020, Chronobiologie. In: Peter et al. (Hg.) *Enzyklopädie der Schlafmedizin*. Springer Reference Medizin. Springer, Berlin/Heidelberg, doi.org/10.1007/978-3-642-54672-3_32-1.
- Vagge, A. et al., 2021, Blue light filtering oph-thalamic lenses: A systematic review, *Seminars in Ophthalmology*, 36:7, 541-548, DOI: 10.1080/08820538.2021.1900283.
- Zulka, K. P., 2020, Insektensterben – eine österreichische Perspektive. *Entomologica Austriaca* 27: 269–283, zobodat.at/pdf/ENTAU_0027_0269-0283.pdf.

⁹ Siehe bspw. wien.gv.at/umweltschutz/lichtverschmutzung.html, wua-wien.at/naturschutz-und-stadtoekologie/lichtverschmutzung, bm.k.gv.at/themen/klima_umwelt/naturschutz/vielfaltleben/gemeindenetz/tipps/lichtverschmutzung.html.

Geräuschvolle Zukunft?

Zusammenfassung

Lärmbelastung ist in Städten ein großes Umweltproblem und kann zur Belastung der Gesundheit führen. Unterschiedliche Ansätze und Technologien zielen auf die Reduktion von Lärm im öffentlichen Raum und für Individuen ab. Digitale Technologien unterstützen die Erfassung von Lärmquellen und akustische Stadtplanung trägt zur Verminderung von Stadtlärm bei. Gleichzeitig nehmen Lärmquellen, wie z. B. Verkehr, Klimaanlage, oder Mini-Lautsprecher, zu. Das Spannungsverhältnis zwischen subjektivem Lärmempfinden und objektiver Lärmmessung, macht den Bedarf für Diskussion und Verhandlung wünschenswerter Klang-Zukünfte deutlich.

Überblick zum Thema

Geräusche und Lärm in der Stadt sind allgegenwärtig: Baustellen- und Straßenlärm, Musik aus Lautsprechern und Sirenen von Einsatzfahrzeugen. Das wurde vor allem im Lock-Down deutlich, als Lärmemissionen signifikant zurückgingen und plötzlich Vogelgezwitscher und Kirchturmläuten die städtischen Geräuschkulissen prägten (Arora et al. 2020). Lärmverschmutzung zählt zu den großen Umweltproblemen in der Stadt, da Lärm nicht nur Tiere beeinträchtigt (z. B. Fledermäuse, die auf Echoortung angewiesen sind, Vögel, die ihre Gesangslautstärke an den Umgebungslärmpegel anpassen¹), sondern auch für Menschen eine gesundheitliche Belastung darstellen kann. Folgen können von hormonellen Störungen, über Depressionen bis hin zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen reichen.² Töne und Geräusche können aber auch positiv assoziiert sein, wenn sie z. B. den einzigartigen Klangcharakter einer Stadt hervorheben oder in Form von Musik zur individuellen Entspannung beitragen. Denkt man an Geräuschemissionen im nachbarschaftlichen Bereich, wird schnell klar, dass die Unterscheidung zwischen unerwünschtem und belastendem Schall und erwünschter, unterhaltender Beschallung sehr subjektiven Kriterien unterliegt. So kann die Party der Einen schnell zur akustischen Hölle der Anderen werden, aber auch umgekehrt, das virtuose Geigenspiel der Einen im Wohlgefallen aller resultieren. Während die medizinische Forschung Gehörschäden durch schädigende Lärmeinflüsse (das sind Lärmpegel über 80-85 dB(A)) nachweisen kann, gibt es kaum epidemiologische Studien zum Zusammenhang zwischen konkreter Lärmbelastung und Gesundheitsschädigung (Mazur et al. 2007). Verfügbaren Studien untersuchen die Auswirkungen von Umweltlärm anhand von quantitativen Risikobewertungsansätzen, die v. a. kardiovaskuläre Erkrankungen und Schlafstörungen als potenzielles Risiko ausweisen, betonen aber auch die Grenzen solcher Bewertungen (Harding et al. 2013; Münzel et al. 2014; World Health Organi-

*Hohe Lärmbelastung
in der Stadt*

*Subjektivität des
Lärmempfindens*

*Wenig verfügbare
Evidenz*

*Viele Einflussfaktoren
auf Lärmwahrnehmung*

¹ [bbc.com/news/science-environment-54285627](https://www.bbc.com/news/science-environment-54285627).

² derstandard.at/story/2000120573929/wie-soll-die-stadt-der-zukunft-klingen.

zation 2011). Es wird deutlich, dass nicht nur die eigentliche Lärmquelle, sondern viele Faktoren, wie bspw. der Zeitpunkt, die Dauer oder der Grund des Lärms, sowie darüber hinausreichende sozioökonomische Faktoren das individuelle Lärmempfinden beeinflussen.

Lärmminderungstechnologien und Schallschutz

Lärmpflicht? Beispiel E-Auto

Es gibt bereits vielfältige Ansätze den Lärm im öffentlichen Raum zu mindern. Angefangen vom Rasengleis,³ das den Schienenverkehrslärm bei Straßenbahnen reduzieren kann, über Bewuchsstreifen entlang von Verkehrswegen bis hin zu Lärmschutzwänden an Autobahnen.⁴ Auch die Einführung von E-Autos führt aufgrund der fehlenden Motorengeräusche in einem ersten Schritt zu einer Reduktion des Verkehrslärms. Das Beispiel E-Auto zeigt, dass Lärmminderung kein allgemeingültiges und von allen erwünschtes Ziel sein muss: Blinde und sehbehinderte Menschen nutzen u. a. das Motorengeräusch zur Ortung eines Fahrzeugs und verweisen auf das erhöhte Gefährdungspotenzial durch lautlose Autos. Als Konsequenz führte die EU per Verordnung⁵ eine „Lärmpflicht“ für Kraftfahrzeuge ein, die seit 2019 in Österreich gilt.

Geräuschreduzierende Kopfhörer

Neben Ansätzen, die auf die Verringerung des Lärms im öffentlichen Raum abzielen, gibt es auch Versuche zur individuellen Lärmminderung, die sogenannten geräuschreduzierenden Kopfhörer oder auf Englisch „active noise-cancellation (ANC)“ Technologie. Ursprünglich wurden sie für Flugzeugpiloten entwickelt, um besser kommunizieren zu können und ihnen Ruhe auf Langstreckenflügen zu garantieren,⁶ heute sind sie in vielfacher Ausführung kommerziell verfügbar. Diese speziellen Kopfhörer erfassen anhand von integrierten Mikrofonen niederfrequente Geräusche aus der Umgebung und neutralisieren sie, bevor sie zum Ohr gelangen. Bei höheren Frequenzen kommen die Dämmstoffe im Kopfhörergehäuse zum Einsatz und dämpfen den Schall passiv („noise isolation“).

Geräuscherzeugende Technologien

Mini-Lautsprecher

Klanginstallationen

Auf der einen Seite zielen individuelle und öffentliche Ansätze auf die Reduktion von Lärm ab; auf der anderen Seite gibt es immer mehr Technologien, die Geräusche erzeugen. Die zunehmende Miniaturisierung von Lautsprechern und ihre technologische Weiterentwicklung (Bluetooth-Verbindung zum Smart Phone, Aufladen über tragbare Solarpaneele) ermöglicht es sie überall hin mitzunehmen und auch outdoor, z. B. im Park oder Schwimmbad, zu verwenden. Die durch die unfreiwillige Beschallung entstehenden Konflikte werden oft im Kulanzweg geregelt und setzen auf die

³ tramway.at/fachartikel/2013-06-04-RS-Rasengleise.pdf.

⁴ ait.ac.at/themen/akustik-und-laermschutz-im-bereich-verkehr/projects/laub/;
ait.ac.at/themen/akustik-und-laermschutz-im-bereich-verkehr/akustische-eigenschaften-und-optimierung-von-laermschutzwaenden/.

⁵ eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32014R0540.

⁶ theguardian.com/technology/2017/mar/16/noise-cancelling-headphones-sound-modern-life.

Einsicht der NutzerInnen von Lautsprechern.⁷ Künstlerische Interventionen, wie z. B. Klanginstallationen im öffentlichen Raum⁸ oder Performances mit akustischen Elementen,⁹ tragen ebenso zur öffentlichen Beschallung mit ausgewählter Musik bei, wobei diese zuweilen auf Bewusstseinsbildung und Auseinandersetzung mit akustischen Perspektiven abstellen.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Wie wird die Stadt der Zukunft klingen und welche Geräuschkulissen werden sie prägen? Die beschriebenen, heterogenen Dynamiken im Bereich Lärm verweisen auf sehr diverse Zukunftsszenarien. Vorstellbar ist, dass wir zukünftig von neuen, synthetischen Klangwelten umgeben sein werden, aber auch, dass bewusst eingerichtete Ruhezeiten auf den Erhalt natürlicher Geräuschkulissen abstellen. Auch die individuelle akustische Filterblase, die durch das Tragen von Kopfhörern ermöglicht wird, könnte unsere Klangzukunft bestimmen. Die steigenden Bevölkerungszahlen und die zunehmende Anzahl geräuschemittierender Quellen (z. B. laute Klimaanlagen in Wohnhausinnenhöfen) in Städten verstärken den Trend der Lärmbelastung. Es gibt Stimmen, die Stille als zunehmenden Luxus beschreiben, den sich zukünftig möglicherweise nur mehr reiche Menschen leisten können (Thompson 2017). Doch wie kann zukünftig eine faire Nutzung des öffentlichen Guts „Stille“ garantiert werden?

*Szenarien für die
Klangwelt der Zukunft?*

Der Umgang mit Geräuschen wird in vielen Disziplinen und auch trans- und interdisziplinär beforscht (Physik,¹⁰ Medizin,¹¹ Kunst, Raumplanung, u.v.m.). Digitale Technologien erweitern den Forschungsraum auf partizipative Projekte, in denen bspw. Lärmquellen von BewohnerInnen anhand einer Smart Phone App identifiziert, aufgenommen und beschrieben werden können. Diese Daten werden für das Trainieren eines Algorithmus, der Lärmquellen in Sensordaten erkennen soll, verwendet.¹² Darüber hinaus gibt es eine Reihe bestehender Instrumentarien, mit denen auf Lärmbelastung reagiert werden kann. Die Klangraumplanung bzw. akustische Stadtgestaltung zielt bspw. auf die Berücksichtigung von Klang in der Stadtplanung ab und versucht anhand von planerischen Feinheiten (z. B. begrünte Fassaden und Geleiskörper, die den Schall schlucken, verkehrsberuhigte Straßen, Bauweisen, die Straßenlärm abschirmen) den Stadtlärm zu mindern. Bei Neubauprojekten bietet die Umweltverträglichkeitsprüfung gewisse Möglichkeiten für die Abschätzung von zukünftiger Lärmbelastung.

*Ansätze zum Umgang
mit Lärm*

⁷ t-online.de/digital/id_86257026/laermbelastung-durch-bluetooth-lautsprecher-staedte-haben-kein-rezept.html; in Österreich gibt es keine gesetzlich festgelegte Ruhezeit, jedoch kann eine Lärmstörung eine strafbare Verwaltungsübertretung darstellen.

⁸ Z. B. die bekannte Klanginstallation im Wunderburggraben der Ruine Dürnstein gedaechtnisdeslandes.at/kunst/action/show/controller/Kunst/werk/duernstein-klanginstallation-im-wunderburggraben-der-ruine-duernstein.html.

⁹ koer.or.at/projekte/city-of-noise/.

¹⁰ sounds-of-matter.univie.ac.at/.

¹¹ meduniwien.ac.at/web/en/about-us/news/detailsite/2019/news-im-november-2019/sounds-and-science-music-immunology-and-life-sciences-in-graz-on-22-november/.

¹² zooniverse.org/projects/anaelisa24/sounds-of-new-york-city-sonyc.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Hoher gesellschaftlicher Verhandlungsbedarf

Trotz aller Bemühungen, die nach einem nachhaltigen und fairen Umgang mit Geräuschen und Lärm trachten, bleibt die Bewertung von Lärm eine große Herausforderung, die durch das Spannungsverhältnis zwischen subjektivem Lärmempfinden und objektiver Lärmmessung geprägt wird. Oft ist die Bewertung von Lärmbelastung nur anlassbezogen möglich, wobei die dabei notwendigen gesellschaftlichen Aushandlungsprozesse mitunter asymmetrischen Machtverhältnissen unterliegen, aufgrund derer nicht alle Interessen gleichermaßen Berücksichtigung finden. Daher wäre es wichtig, vermehrt Bewusstsein für die zugrundeliegenden Verhältnisse zu schaffen und Verhandlungsräume für Geräuschfragen zu etablieren, in denen kreativ und partizipativ mögliche und wünschenswerte Klang-Zukünfte diskutiert und verhandelt werden können.

Zitierte Literatur

- Arora, S., Bhaukhandi, K. D. und Mishra, P. K., 2020, Coronavirus lockdown helped the environment to bounce back, *The Science of the total environment* 742, 140573-140573, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32619844.
- Mazur, H., Theine, W., Lauenstein, D., Schuster, S. und Weisner, C., 2007, *Lärmrelevanz und EU-Anforderungen. Erfordernisse, Abgrenzungs- und Anpassungsprozesse zum Lärmschutz im Experimentellen Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung*, Hannover: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).
- Thompson, M., 2017, *Beyond Unwanted Sound: Noise, Affect and Aesthetic Moralism*: Bloomsbury Publishing, books.google.at/books?id=0Vu6DQAAQBAJ.
- Harding, A.-H., Frost, G., Tan, E., Tsuchiya, A. und Mason, H., 2013, The cost of hypertension-related ill-health attributable to environmental noise, *Noise and Health* 15(67), 437-445.
- Münzel, T., Gori, T., Babisch, W. und Basner, M., 2014, Cardiovascular effects of environmental noise exposure, *European heart journal* 35(13), 829-836; auch veröffentlicht in: Eur Heart J.
- World Health Organization, 2011, *Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe*, hg. v. Europe, R. O. f., Copenhagen: World Health Organization. Regional Office for Europe.

Fernerkundung mit KI

Erdobservationssatelliten und zunehmend auch Forschungsdrohnen sammeln große Mengen von Umweltdaten. Allein die Europäische Raumfahrtagentur (ESA) produziert beispielsweise mit den Sentinel Satelliten täglich Datenmengen in der Größenordnung von mehreren Millionen hochauflösenden Fotos. Diese stehen Open Access zur Verfügung und werden für verschiedenste Zwecke ausgewertet. Im Umweltbereich beispielsweise zur Wettervorhersage, zur Klimaforschung, zur Überwachung von Wasserressourcen, zur Messung von Meeres- und Luftverschmutzung oder auch für das Notfallmanagement bei Waldbränden und Erdbeben sowie in der Präzisionslandwirtschaft.

Maschinelles Lernen wird immer häufiger zur automatischen Auswertung der Fülle von Daten aus der Fernerkundung eingesetzt, um komplexe Umweltsysteme besser zu verstehen und zu managen (Yuan et al. 2020). KI-Einsatz kann z. B. Wettervorhersagen und Klimamodellierungen verbessern, um damit beispielsweise bessere Vorhersagen für Überflutungen oder Dürren zu treffen. KI findet auch in der Forstwirtschaft Anwendung (Sandino et al. 2018; Razavi-Termeh et al. 2020), z. B. bei der drohnenbasierten Überwachung von Schädlingsbefall oder bei Ernte, Logistik oder illegalem Holzeinschlag, oder der Vorhersage von Waldbränden. Eine Fallstudie aus Griechenland zeigt deutlich, dass trotz der jüngsten Entwicklungen im Bereich der Gesetzgebung für Überwachungssysteme immer noch eine Lücke im Rechts- und Verwaltungsrahmen besteht, der den rechtmäßigen Einsatz von Fernerkundungstechnologien im Umweltsektor vor allem in Bezug auf (schwere) Umweltkriminalität erschwert (Maniadaki et al. 2021).

Neben vielen Vorteilen, bringen KI-Anwendungen aber auch technische sowie ethische und rechtliche Herausforderungen mit sich. Technisch wird ein weit verbreiteter Einsatz von KI durch die Datenzugänglichkeit und den Aufbau und die Validierung der Trainingsdaten limitiert. Außerdem bringt das Algorithmendesign Unsicherheiten durch Fehler und Bias mit sich, was zu rechtlichen und ethischen Problemen führen kann [siehe [Transparente Algorithmen](#); [KI-Risiken](#)]. Das Konzept der erklärbaren KI (explainable AI) versucht diese Risiken abzufedern (Barredo Arrieta et al. 2020). Bei komplexen Algorithmen in der Umweltfernerkundung stellt sich, nicht nur aber insbesondere im öffentlichen Sektor die Frage der Nachvollziehbarkeit und Transparenz von getroffenen Entscheidungen. Auch Verantwortungs- und Haftungsfragen sind bislang ungeklärt (POST 2020).

Die europäische Datenschutzgrundverordnung bezieht sich zwar auf die Verwendung personenbezogener Daten, allerdings sehr allgemein. Es muss rechtliche eindeutig geklärt werden, wie mit den hochauflösenden Daten der Fernerkundung umzugehen ist. Die zwei Trends von zunehmender Verfügbarkeit von Satellitenbildern mit sehr hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung und die Auslagerung der rechenintensiven Bildanaly-

se haben in Verbindung mit den in naher Zukunft absehbaren Verbesserungen der Gesichtserkennungstechnologie und anderer Bilderkennungssoftware das Potenzial für die Identifizierung von Personen und bergen damit Auswirkungen auf Privatsphäre, Datenschutz und ethische Risiken (Santos/Rapp 2019). Im Vordergrund stehen auch ungeklärte Verantwortungs-, Haftungs- und Abhängigkeitsfragen: Was, wenn KI einen falschen Alarm auslöst oder einen Notfall nicht erkennt? Welche Kontrollpunkte haben automatisierte Entscheidungsprozesse? Was, wenn Entscheidungen auf real-time-Daten basierten Prognosen beruhen und die Daten nicht ausreichend oder fehlerhaft sind?

Zitierte Literatur

- Barredo Arrieta, A., et al., 2020, Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI, *Information Fusion* 58, 82-115, [sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253519308103](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1566253519308103).
- Maniadaki, M., et al., 2021, Reconciling Remote Sensing Technologies with Personal Data and Privacy Protection in the European Union: Recent Developments in Greek Legislation and Application Perspectives in Environmental Law, *Laws* 10(2).
- POST, 2020, *Remote sensing and machine learning*, London: UK Parliament – Parliamentary Office of Science and Technology, post.parliament.uk/research-briefings/post-pn-0628/.
- Razavi-Termeh, S. V., Sadeghi-Niaraki, A. und Choi, S.-M., 2020, Ubiquitous GIS-Based Forest Fire Susceptibility Mapping Using Artificial Intelligence Methods, *Remote Sensing* 12(10), 1689.
- Sandino, J., Pegg, G., Gonzalez, F. und Smith, G., 2018, Aerial mapping of forests affected by pathogens using UAVs, hyperspectral sensors, and artificial intelligence, *Sensors* 18(4), 944.
- Santos, C. und Rapp, L., 2019, Satellite Imagery, Very High-Resolution and Processing-Intensive Image Analysis: Potential Risks Under the GDPR, *Air and Space Law*.
- Yuan, Q., et al., 2020, Deep learning in environmental remote sensing: Achievements and challenges, *Remote Sensing of Environment* 241, 111716, [sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425720300857](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425720300857).

Grünes Online-Shopping

Die Lockdowns während der Corona-Krise haben unter anderem eines deutlich gemacht: Die Lieferung im Online-Handel produziert unverhältnismäßig viel Verpackungsmüll. Mehr als die Hälfte des ökologischen Fußabdrucks eines Online-Kaufs verursachen Einwegkartonage, Füllmaterial, Plastikbehälter und andere Materialien, die am Schluss als Müll entsorgt werden.¹ Aber auch zusätzliches Güterverkehrsaufkommen durch die Rücknahme von Waren belastet im Online-Handel die CO₂-Bilanz (siehe Thema [Lieferung auf der letzten Meile](#)). Eine Strategie, um Online-Shopping nachhaltig zu gestalten, ist es, auf umweltfreundliche Verpackungsalternativen zu setzen. Das sind bspw. Verpackungen aus recycelten (z. B. Papier, Plastik) oder biologischen Materialien (z. B. Pilze, siehe Thema [Bio-basierte Zukunftsmaterialien](#)). Eine andere Strategie ist es, Verpackungsmüll zu vermeiden. Zum Beispiel hat ein Wiener Start-up² ein innovatives Geschirr-Ausleih-System entwickelt, das für Partnerbetriebe Edelstahlgefäße zur Verfügung stellt, in denen das Essen ausgeliefert wird. Die Behälter werden per Elektrofahrrad in eine energieeffiziente und wassersparsame Waschanlage gebracht und für die Wiederverwendung gereinigt. Ein ähnliches System hat ein finnisches Start-up³ entwickelt, mit dem Unterschied, dass es sich um wiederverwendbare Einpacktaschen handelt, die einfach von KonsumentInnen per Aufklebeetikett und Posteinwurf retourniert werden können. Die Liste an innovativen Beispielen für Grünes Online-Shopping ist lang,⁴ selbst die Stadt Wien kooperiert mit einem österreichischen Becherproduzenten, um ein flächendeckendes Mehrwegsystem mit Rückgabestationen zu ermöglichen.⁵ Flankiert werden solche Unternehmungen von neuen digitalen Tools und Methoden, die auf eine entsprechende Bewusstseinsbildung bei Logistik und Versand, sowie eine Veränderung des Konsumverhaltens abzielen. In einem österreichischen Forschungsprojekt⁶ wird beispielsweise ein Online-Bestellsystem entwickelt, das nachhaltige Gütermobilität durch angepasstes KundInnenverhalten stärken soll, indem umweltschonende Zustelloptionen visuell hervorgehoben und die NutzerInnen bei gewünschtem Verhalten belohnt werden. Zusätzlich werden mithilfe von Maschinellem Lernen (ML) automatisch inkonsistente oder falsche Größenangaben korrigiert, um Rücksendungen zu vermeiden. Aber auch Online-Leitfäden,⁷ die Unternehmen bei der nachhaltigen Gestaltung ihrer Lieferketten anleiten, unterstützen die Bewusstseinsbildung. Darüber hinaus entstehen neue Geschäftsmodelle, die auf

¹ derstandard.at/story/2000101251071/wie-onlineshopping-gruen-werden-koennte.

² skoonu.com

³ repack.com.

⁴ Zu erwähnen ist der US-amerikanische Shootingstar Tom Szaky mit seinem Zero-Waste-(Kein-Abfall-)System Loop; loopstore.com.

⁵ mycoffeecup.at/de.

⁶ donau-uni.ac.at/de/forschung/projekt/U7_PROJEKT_4294969313.

⁷ Siehe z. B. gvbw.de/#prozesse.

die Unterstützung von KMUs bei der Umstellung auf einen nachhaltigen Online-Versand abstellen.⁸ Der Weg zum grünen Online-Shopping scheint bereitet, doch eine Frage bleibt unbeantwortet: Wie kann zukünftig das volle Potenzial digitaler Mehrwegsysteme ausgeschöpft werden, wenn die Mehrheit der Angebote auf die jeweiligen Anbieter beschränkt ist?⁹ Wie kann Online-Shopping wirklich grün werden, wenn der Erfolg von Müllvermeidung an der Marktmacht der digitalen Plattform, den wirksamsten Online-Tools oder der Verfügung über die attraktivsten Rückgabestationen hängt? Wünschbar wären zukünftig transparente, flächendeckend zugängliche und universell nutzbare Sammelsysteme, die das Zukunftspotenzial von grünem Online-Shopping voll ausschöpfen. Ein Foresight könnte die langfristigen Rahmenbedingungen dafür gemeinsam mit relevanten Stakeholdern explorieren.

⁸ getbyrd.com/nachhaltigkeit-bei-byrd/.

⁹ logistikknowhow.com/e-commerce/green-logistic-wie-laesst-sich-der-onlinehandel-nachhaltiger-gestalten/.

Von +Energie zu ++Energie: Zur Zukunft des Bauens

Plusenergiegebäude (+Energiegebäude) sind im Kommen. Sie produzieren mehr Energie, als sie verbrauchen, und sind als vereinzelte Leuchtturmprojekte bereits realisiert (z. B. in Österreich „Bürohochhaus TU Wien“¹, „Sporthalle Liefering“²). Die Energie wird über Photovoltaik und Rückgewinnung (Bremsenergie der Aufzüge, Abwärme aus dem Serverraum etc.) produziert und deckt die Gebäudegrundfunktionen (Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung etc.) ab. Über das Jahr gesehen gibt es einen Energieüberschuss.

Der nächste Schritt in die Zukunft sind ++Energiegebäude. Sie haben den Anspruch, nicht nur den Energiebedarf der Gebäudegrundfunktionen abzudecken, sondern auch den der Nutzung von Gegenständen im Gebäude (von der Kaffeemaschine über den Kühlschrank bis zum Laptop). Dies ist im Leuchtturmprojekt „Bürohochhaus TU Wien“ bereits realisiert (vgl. David 2022).

Das Erreichen eines + bzw. ++Energiestandards ist bei einem mehrstöckigen Gebäude eine besondere Herausforderung, da die Energiegewinnung zu einem großen Teil über Photovoltaik realisiert wird. Jedes zusätzliche Stockwerk müsste durch ein und dieselbe Dachfläche versorgt werden. Ein ++Gebäude kann daher nicht mit einer einzelnen innovativen Lösung, sondern nur mit einem intelligenten Gesamtkonzept ermöglicht werden, das viele einzelne Komponenten integriert (etwa fassadenintegrierte Photovoltaik, Heizung mit der Abwärme aus dem Serverraum, effiziente Energienutzung durch Steuerung von Licht, Raumwärme, Jalousien etc. über Sensoren, minimierter Stand-by-Strombedarf bei Geräten etc.) (vgl. David & Bednar 2017).

Einerseits versprechen ++Energiegebäude viele Vorteile und Chancen, z. B. den möglichen Ausgleich von Nutzungsspitzen durch die Produktion von Überschussenergie, die sich vor allem durch die Einbettung von ++Energiegebäuden in energieeffiziente Stadt- bzw. Ortsteile ergibt (siehe Thema [Plus Energie Quartiere](#)). Andererseits könnten zukünftig auch Nachteile mit den auf – oftmals proprietären – digitalen Technologien beruhenden und zur Steigerung der Energieeffizienz geforderten „intelligenten Gesamtlösungen“ für ++Energiegebäude einhergehen, v. a. wenn sie für privates Wohnen genutzt werden. In Anbetracht eines boomenden, globalen „Smart Home“³-Marktes gewinnt die Frage nach der Datenhoheit über die

¹ tuwien.at/tu-wien/campus/tu-university/standorte/plus-energie-buerohochhaus/.

² stadt-salzburg.at/orte/ma-7-betriebe/ma-701-staedtische-betriebe/sportzentrum-nord-liefering/.

³ Smart Home bezeichnet Heiminformationssysteme, die anhand von digitalen Sensoren und Geräten die kombinierte Analyse von Umweltinformation (z. B. Lichtverhältnisse, Raumwärme) und von persönlicher Information der BewohnerInnen (z. B. Körpertemperatur, Bewegungsprofile) ermöglichen und auf die Steigerung des Wohlbefindens und der Lebensqualität im Heimbereich durch Automatisierung abzielen.

in den ++Energiegebäuden zukünftig gesammelten Informationen an Bedeutung (siehe Themen [Digitalisierung und Anonymität](#); [Cybersicherheit](#)). Wenn ++Energiestandards ein zentrales Element von „Bauen im 21. Jahrhundert“ sein sollen, ist die Bearbeitung von damit verbundenen Problemstellungen, wie der langfristigen Garantie von Privatsphäre und Datensicherheit in ++Energiegebäuden und intelligenten Gebäudesystemen, Voraussetzung für eine hohe, gesellschaftliche Akzeptanz.

Zitierte Literatur

- David, A., Leeb, M. und Bednar, T. (2017) Comparison of the planned and the real energy consumption of the world's first (Plus-)Plus-Energy Office High-Rise Building. *Energy Procedia* (132), 543-548.
- David, A. (2022) Plus-energy office high-rise building. Technische Universität Wien. Abrufbar unter tuwien.at/fileadmin/user_upload/20220511_TUW_Building_and_Research.pdf.

Autonomer öffentlicher Verkehr

Zusammenfassung

Der Öffentliche Personen-Nahverkehr (ÖPNV) wird sowohl von schienen- gebundenen Systemen (U-Bahn, Straßenbahn, Zug) als auch von auf Stra- ßen betriebenen Bussen und Sammeltaxis bedient. Aufgrund der zuneh- menden Verfügbarkeit der Technologie und erwarteten Effizienzgewinnen, gibt es international und in Österreich zahlreiche Initiativen, den ÖPNV (teilweise) zu automatisieren. Dabei ist der automatisierte schienengebu- dene ÖPNV mit 64 U-Bahn-Linien in 42 Städten (Zahlen von 2018) welt- weit wesentlich weiterentwickelt. Straßengebundene autonome Fahrzeuge werden vor allem in Pilotprojekten in Randbereichen großer Städte und auf wenig genutzten Kurzstrecken getestet. Die Erwartungen sind vor allem, dass autonome Systeme im öffentlichen Verkehr eine Brücke zwischen Individualverkehr und ÖPNV bilden sollen. Bei autonomen Systemen stellt sich jedoch eine Reihe von grundsätzlichen Fragen nach Sicherheit, Ver- antwortung, Maschinenethik und Akzeptabilität sowie nach Art und Kosten der Infrastruktur und den Auswirkungen auf die zuliefernde Industrie und die Arbeitsplätze im Mobilitätssektor. Für eine zukunftsorientierte Befas- sung und proaktive Gestaltung kann das Parlament ein zentraler Ort sein.

*Effizienzgewinne vs.
Sicherheit,
Verantwortung, Ethik
und Akzeptabilität*

Überblick zum Thema

Wenn man vom autonomen Fahren spricht, wird meist an selbstfahrende Autos und den autonomen Individualverkehr gedacht. Allerdings können durch die autonome Steuerung von Fahrzeugen auch effizienzsteigernde Potentiale für den öffentlichen Verkehr erzielt werden. Von den Befürwor- terInnen werden vor allem Personaleinsparungen und eine möglicherweise höhere Sicherheit ins Treffen geführt. Derzeit werden autonome Systeme vor allem im schienengebundenen ÖPNV breiter eingesetzt. Eine großflä- chige Anwendung im straßengebundenen Bereich ist derzeit nur auf Pilot- anwendungen beschränkt. Im schienengebundenen Verkehr ist die Auto- matisierung bereits weiter fortgeschritten. In vielen Städten verkehren seit Jahren fahrerlose U-Bahn Garnituren im Linienverkehr. Im Juli 2018 gab es 64 vollautomatische U-Bahn-Linien in 42 Städten auf der ganzen Welt, die insgesamt 1026 km befuhren. Das entspricht gegenüber 2016 einem Anstieg von 27,7%. Falls gesicherte Projekte umgesetzt werden, würden die automatisierten U-Bahn-Kilometer bis zum Jahre 2023 verdreifacht wer- den, wobei der größte Anteil auf China entfiele.¹ Im städtischen Bereich erscheinen auch so genannte „Urbane Seilbahnen“ als ein möglicher Weg die Intermodalität auszubauen und auf besondere topographische Verhält- nisse Rücksicht nehmen zu können. Hier sticht das Projekt „CABLESMART“

*Vorreiter:
schienengebundener
ÖPNV*

¹ cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/06/Statistics-Brief-Metro-automation_final_web03.pdf.

*erste Versuche mit
autonomen Bussen*

eines italienischen Seilbahnherstellers, bei dem es um die Entwicklung eines Kabinensystems geht, das sowohl als Seilbahnkabine als auch als autonomes Fahrzeug agieren soll, heraus (Jetzke 2022).

Auch Züge im Überlandbereich könnten in Zukunft fahrerlos unterwegs sein. Erste Tests mit Güterzügen gibt es seit 2018 zwischen Rotterdam und Deutschland.² Die bislang entwickelten, autonom fahrenden Güterzüge erreichen das Autonomielevel 3 bis 4. Der Zug fährt zwar computergesteuert, der/die FahrerIn ist aber noch mit an Bord und kann notfalls die Steuerung übernehmen.³ Durch die klar abgegrenzte und direkt kontrollier- und beeinflussbare Systemumgebung können die schienengebundenen Systeme wesentlich leichter einen höheren Grad der Automation erreichen als solche im Straßenverkehr.

Aber auch eigene Busspuren in den Städten und der Einsatz in Außenbezirken sowie im ländlichen Raum bieten etwas einfachere Rahmenbedingungen für den Einsatz autonomer Fahrzeuge im ÖPNV. Auch in Österreich gab und gibt es bereits Versuche mit autonomen Bussen: Im Oktober 2016 wurde in Salzburg ein Testbetrieb mit Minibussen vorgestellt,⁴ der mittlerweile auch erstmals fahrerlos getestet wurde.⁵ In der Salzburger Gemeinde Koppl wurde ein selbstfahrender Kleinbus getestet; dieser verband den Ort mit der eineinhalb Kilometer entfernten Haltestelle des Bus-Liniensverkehrs.⁶ Das zugrundeliegende Forschungsprojekt DigiBus Austria⁷ wurde mittlerweile abgeschlossen. Im Jahre 2017 wurde im Rahmen des vom Land Kärnten finanzierten Projektes SURAAA (Smart Urban Region Austria Alps Adriatic) ein autonomer Bus in Pörschach präsentiert. Dieser ist seit Juni 2018 auf einer 1,5 Kilometer langen Strecke im Einsatz und seit Mai 2019 sogar im Regelverkehr auf der Bundesstraße.⁸ Ab Frühling 2018 forschte das Projektkonsortium „auto.Bus – Seestadt“ unter Gesamtleitung der Wiener Linien und wissenschaftlicher Leitung des AIT Austrian Institute of Technology an den zwei selbstfahrenden E-Bussen in der Busgarage Leopoldau: Das vom BMVIT im Rahmen des Programms „Mobilität der Zukunft“ zur Hälfte geförderte Projekt sah einen regelmäßigen Fahrgasttestbetrieb mit fixer Linienführung und Haltestellen ab dem Frühjahr 2019 in der Seestadt Aspern vor.⁹ Insgesamt wurden etwa 12.000 km gefahren und 8.000 Personen befördert, wobei die Bilanz als durchwach-

² mobilitymag.de/autonome-zuege-lokfuehrer/.

³ alstom.com/press-releases-news/2018/12/alstom-succeed-ato-tests-betuweroute.

⁴ salzburgresearch.at/presseaussendung/erster-selbstfahrender-bus-in-salzburg-autonomerminibus/.

⁵ salzburgresearch.at/presseaussendung/der-selbstfahrende-digibus-faehrt-erstmals-fahrerlos/.

⁶ vcoe.at/news/details/vcoe-durch-automatisierung-nehmen-auto-und-lkw-verkehr-stark-zu.

⁷ digibus.at/aktuelles/.

⁸ kleinezeitung.at/wirtschaft/5447868/Woerthersee_Warum-jetzt-ein-smarter-Autobus-durch-Poertschach-faehrt. und fh-kaernten.at/news/detail/suraaa-smart-urban-region-austria-alps-adriatic.

⁹ wienerlinien.at/eportal3/ep/bvContentView.do?contentType=1001&contentId=4201783&programId=4400504&channelId=-46652.

sen und die Busse für den Linienbetrieb als nicht geeignet bezeichnet wurden.¹⁰ Auch bei den Para-Olympischen Spielen 2021 in Tokio wurde der autonome Shuttle-Service von Toyota nach einem Unfall eingestellt und erst mit zusätzlichem Personal an Bord wieder aufgenommen.¹¹

Auch international¹² zeigt sich, dass vorerst nur gering genutzte Kurzstrecken an der Peripherie, also die „letzte Meile“ als Zubringer zum Zug und anderen öffentlichen Verkehrsmitteln abgedeckt werden sollen (Schnieder et al. 2016). In Singapur werden autonome (Sammel-)Taxis als Zubringer zum ÖPNV getestet. Die Verantwortlichen der stark unter Staus leidenden Großstadt möchten herausfinden, ob damit mehr Staus vermieden werden können oder vielleicht das Gegenteil passiert, weil das Angebot so attraktiv ist, dass Menschen von anderen öffentlichen Verkehrsmitteln auf die autonomen Fahrzeuge umsteigen.¹³ Autonome Busse mit Sammeltaxi-Charakter nutzen einen weiteren wesentlichen Vorteil fahrerloser Systeme: Sollten die Busse tatsächlich ohne menschlichen Sicherheits-Operator unterwegs sein dürfen, könnten sie theoretisch 24 Stunden am Tag „On-Demand“ fahren, d.h. sie werden bei Bedarf via Smartphone-App bestellt und könnten auch mehrere Anfragen autonom bedienen. Damit würde das Konzept „Mobility-as-a-Service“ (MaaS) Realität, was zu einer Stärkung des intermodalen Verkehrs führen könnte.

autonome Sammeltaxis

Die Realisierung autonomen Fahrens im Fernverkehr mit größeren Bussen wird ebenso seit längerem vorbereitet: Daimler hat in Amsterdam mit einem selbstfahrenden Bus eine 20 km lange Testfahrt absolviert, bei der der Fahrer nur noch Überwachungsfunktion hat. Linienverkehr in eigens ausgewiesenen Busspuren sei das anvisierte Einsatzgebiet der Neuentwicklung.¹⁴ Die Marktreife war ursprünglich für 2021 geplant, der Pilotbetrieb geht inzwischen weiter.¹⁵ Der größte chinesische Hersteller von Bussen, Zhengzhou Yutong Bus Co. Ltd. mit 12 % Anteil am Weltmarkt, unternimmt Testfahrten mit großen Bussen im regulären Straßenverkehr. Die Firma beschäftigt über 1.000 Angestellte allein in der Entwicklungsabteilung für Busse und gab an, die Serienreife 2019 zu erreichen, was sich bisher nur als Versuchsprojekt realisieren lies.¹⁶

autonome Fernbusse

Für den autonomen Anteil am ÖPNV gelten natürlich ähnliche Herausforderungen und Problemfelder wie beim autonomen Individualverkehr, dessen Zukunftschancen zunehmend kritisch beurteilt werden. Allein aus tech-

*viele offene
Herausforderungen*

¹⁰ [wien.orf.at/stories/3110594/](https://www.orf.at/stories/3110594/).

¹¹ [nbcnews.com/news/world/toyota-suspends-self-driving-vehicles-after-accident-olympic-village-n1277849](https://www.nbcnews.com/news/world/toyota-suspends-self-driving-vehicles-after-accident-olympic-village-n1277849) und [msn.com/en-us/sports/paralympics/toyota-restarts-driverless-vehicles-after-accident/ar-AANVck0](https://www.msn.com/en-us/sports/paralympics/toyota-restarts-driverless-vehicles-after-accident/ar-AANVck0).

¹² [srf.ch/news/schweiz/oeffentlicher-verkehr-revolution-der-selbstfahrenden-busse](https://www.srf.ch/news/schweiz/oeffentlicher-verkehr-revolution-der-selbstfahrenden-busse).

¹³ [heise.de/-2534980](https://www.heise.de/-2534980).

¹⁴ [orf.at/stories/2350006/](https://www.orf.at/stories/2350006/).

¹⁵ [heise.de/-3270072](https://www.heise.de/-3270072) und [autohub.de/daimler-zeigt-den-autonom-fahrenden-stadtbus/](https://www.autohub.de/daimler-zeigt-den-autonom-fahrenden-stadtbus/).

¹⁶ [ingenieur.de/Branchen/Verkehr-Logistik-Transport/Fahrerloser-Bus-im-oeffentlichen-Verkehr-unterwegs](https://www.ingenieur.de/Branchen/Verkehr-Logistik-Transport/Fahrerloser-Bus-im-oeffentlichen-Verkehr-unterwegs) und [en.yutong.com/pressmedia/yutong-news/2020/2020GNLXRypOZG.html](https://www.en.yutong.com/pressmedia/yutong-news/2020/2020GNLXRypOZG.html).

nischer Sicht stellt sich eine kaum überwindbare Komplexität heraus.¹⁷ Darüber hinaus sind neben dem rechtlichen Rahmen (Stichwort: Verantwortlichkeit und Versicherung) auch folgende Fragen vorerst ungeklärt: Wie müsste die Infrastruktur ausgebaut werden? Welche Technologien müssten noch zur Umsetzung von Fahrzeug-zu-Infrastruktur- und Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation entwickelt und optimiert werden? Wie sind die potenziellen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt (Bus-, Lok-, TaxifahrerInnen vs. EntwicklerInnen, Data Analysts, SystemadministratorInnen etc.) einzuschätzen und welche (Aus-)Bildungsmaßnahmen wären notwendig? Wie kann ein möglichst friktionsfreies Miteinander von autonomen Systemen und traditionellen VerkehrsteilnehmerInnen in unterschiedlichen Fortbewegungsarten sichergestellt werden? Welche Auswirkungen auf und mögliche Veränderungen im Mobilitätsverhalten wären zu erwarten und wie würden diese auf die Stadtplanung bzw. das Verhältnis von Stadt und Land zurückwirken? Nicht zuletzt ist die Frage zu stellen, inwieweit sich die Einstellung zu Besitz/Eigentum verändert bzw. ob sich Angebote der Sharing-Economy großflächig durchsetzen könnten (Chaloupka et al. 2015)?

*Gefährdung der
Privatsphäre*

Der autonome Verkehr würde generell ein beispielloses Datenvolumen produzieren. Insbesondere in einem MaaS-Szenario, bei dem über Apps öffentliche und individuelle Verkehrsdienstleistungen gebucht und abgerechnet werden, würde nachvollziehbar, ab wann die Menschen zur Arbeit gehen, auf welchen Wegen und wohin sie in ihrer Freizeit fahren. Somit bestehen neben dem Optimierungspotential für die Verkehrs- und Stadtplanung vor allem Bedenken bezüglich der Gefährdung der Privatsphäre, die einseitige ökonomische Verwertung dieser Daten und deren möglicher Missbrauch (zu Kfz siehe Krieger-Lamina 2016).

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

*öffentliche Debatte dazu
fehlt noch*

Auch in Österreich gibt es bereits zahlreiche Bemühungen, den ÖPNV zu „automatisieren“ – jedoch bislang ohne entsprechende Diskussion, ob dies überhaupt wünschenswert ist und welche Rahmenbedingungen notwendig wären. Zentrale Zukunftsthemen sind Fragen der Regulierung autonomer Systeme (nicht nur im Straßenverkehr). Wie wird Verantwortung verteilt? Wie können Haftungsfragen geregelt werden und welche Herausforderungen ergeben sich bezüglich individueller Nutzungsprofilbildung und Datenschutz? Da sich auch eine Reihe ethischer Fragen auftun, sollte ein breiter gesellschaftlicher Diskurs initiiert werden. Dieser könnte vom Parlament getragen werden. Darüber hinaus sind Fragen der Forschungsförderung und die parlamentarische Weiterentwicklung bestehender Politiken¹⁸ sowie die Gestaltung von Rahmenbedingungen für die Entwicklung der involvierten Industrien besonders relevant.

¹⁷ futurezone.at/science/autonome-autos-selfdriving-car-hype-illusion-selbstfahrend-tesla-autopilot/401751303.

¹⁸ Z.B. bmk.gv.at/themen/alternative_verkehrskonzepte/automatisiertesFahren.html.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Eine Erhebung des Ist-Zustandes in der technischen Entwicklung von Gesamtsystemen und von deren Weiterentwicklungspotenzial bildet die Grundlage für eine tiefergreifende Abschätzung und Bewertung möglicher sozialer, politischer, regulatorischer und wirtschaftlicher Folgen. Auf dieser Basis könnten dann Empfehlungen für Förder- oder Regulierungsmaßnahmen zum gesetzlichen, institutionellen und organisatorischen Umgang mit dem autonomen ÖPNV erarbeitet werden. Vorzugsweise sollte dies unter Einbindung von Stakeholdern und ExpertInnen geschehen. Die Frage der Akzeptabilität könnte darüber hinaus in regional begrenzten Verfahren mit BürgerInnen-Beteiligung diskutiert werden. Die Technik entwickelt sich gerade aus dem Labor heraus in die Realität der Anwendungen: ein idealer Zeitpunkt, den wichtigen Rahmen für die Nutzung abzustecken.

*Einbindung von
Stakeholdern,
ExpertInnen und
BürgerInnen*

Zentrale weiterführende Quellen

- Chaloupka, C. et al. (2015). Nachhaltige Mobilität aus sozioökonomischer Perspektive. Diskussionspapier. ITA-manu:script. Wien, ITA, epub.oew.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_15_02.pdf.
- Jetzke, T., 2022, *Urbane Seilbahnen*, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) [doi:10.5445/IR/1000150232](https://doi.org/10.5445/IR/1000150232).
- Krieger-Lamina, J. (2016) Vernetzte Automobile. Datensammeln beim Fahren – von Assistenzsystemen zu autonomen Fahrzeugen. Endbericht. Bericht-Nr. 2016-02; ITA: Wien; im Auftrag der Bundesarbeitskammer.
- Schnieder, L. et al., 2016, Integration individuell abrufbarer Personentransportsysteme in den ÖPNV, 25. *Verkehrswissenschaftliche Tage 2016* elib.dlr.de/103519/1/Individuell_abrufbare_Personentransportsysteme.pdf.
- Schnieder, L., et al., 2016, Integration individuell abrufbarer Personentransportsysteme in den ÖPNV, 25. *Verkehrswissenschaftliche Tage 2016* elib.dlr.de/103519/1/Individuell_abrufbare_Personentransportsysteme.pdf.

Klimaschutzrisiko Digitalisierung

Zusammenfassung

Im politischen und gesellschaftlichen Diskurs werden die zwei Megatrends Digitalisierung und Klimawandel zwar immer öfter gemeinsam diskutiert, negative Effekte werden aber eher ausgespart. Die Digitalisierung bietet auf den ersten Blick vielfältige Chancen für den Klimaschutz, z. B. durch die energie- und ressourceneffizientere Gestaltung gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Prozesse. Allerdings verbrauchen der Aufbau und Betrieb digitaler Infrastrukturen erhebliche Mengen Energie und Rohstoffe und tragen somit zur Klima- und Umweltbelastung bei. Außerdem werden oft indirekte Umwelteffekte durch Rebound-Effekte, wie z. B. gesteigerte Produktion nach digitaler Optimierung wenig beachtet. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von IKT-Infrastrukturen, Gebäuden oder Produktionsprozessen zeigen Wirkung, aber die Digitalisierung entkoppelt Wirtschaftswachstum nicht vom Energieverbrauch.

Überblick zum Thema

Die Digitalisierung aller Lebensbereiche wird bisher meist unter wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten diskutiert. Während sie vielfältige Chancen bietet, Prozesse neu und in Bezug auf Energie- und Ressourcenverbrauch effizienter zu gestalten, hat die Digitalisierung selbst einen erheblichen Fußabdruck in Bezug auf Energie und Ressourcenverbrauch und damit eklatante ökologische Auswirkungen.

Als Chance der Digitalisierung zum Klimaschutz beizutragen, wird beispielsweise die vernetzte Mobilität gesehen, von der sich eine energieeinsparende Optimierung der Verkehrsflüsse erhofft wird (siehe Thema [Offene Mobilitätsplattformen](#)). Smart-City- und Smart-Home-Systeme oder neue Abrechnungsmodelle mittels Smart Meter sollen zur Energieverbrauchsreduktionen beitragen. Neue Geschäftsmodelle, Produkte und die Optimierung von internen Prozessen können zur Senkung des Energie- und Ressourcenverbrauchs führen, beispielsweise in der Industrie ([Industrie 4.0](#)), der Energie- und Wasserwirtschaft oder im Bauwesen ([Häuser 3D-Druck](#)). Digitale Technologien können auch eingesetzt werden, die Energieeffizienz in der Industrie zu verbessern. Eine deutsche Studie zeigt hier insgesamt große, nicht ausgeschöpfte Potenziale hinsichtlich der Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden oder Produktionsstätten durch digitale Technologien auf. Diese werden von Unternehmen nur zögerlich eingesetzt (Bertschek et al. 2020). Smarte Landwirtschaft soll Dünger und andere Ressourcen effizienter einsetzen (siehe Thema [Agrarrobotik](#)). Digitalisierung kann die Kreislaufwirtschaft unterstützen oder manche physische Produkte ersetzen (Dematerialisierung), Industrie 4.0 kann die Ressourceneffizienz steigern, Produktionsverfahren dezentralisieren und zurück nach Europa holen (Reshoring). E-Commerce, Telearbeit und Videokonferenzen

Klimaschutz und zunehmende Digitalisierung, ein Widerspruch?

Digitale Chancen für den Klimaschutz

Ungenutzte Potentiale zur Verbesserung der Energieeffizienz

	sollen zu weniger Emissionen vor allem durch Verkehrsreduktion führen. Auch im Gesundheitswesen können Emissionen durch Telemedizin eingespart werden, allerdings müssen hier kontext-spezifische Rebound-Effekte genau abgewogen werden (Purohit et al. 2021).
<i>Digitalisierung: erhebliche direkte Umwelt- und Klimabelastung in Herstellung und Betrieb von IKT</i>	Gleichzeitig produziert der IKT-Sektor inzwischen beträchtliche Mengen an Treibhausgasemissionen. Während der Sektor 2007 noch für weniger als 2 % der weltweiten Emissionen verantwortlich war, könnten es, ohne Gegenmaßnahmen, bis 2040 ca. 14 % sein und damit halb so viel wie die Emissionen des gesamten Transportsektors (Belkhir/Elmeligi 2018). IKT sind momentan für 8-10 % des europäischen Stromverbrauchs und für bis zu 4 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich. ¹ Allgemein wird ein Umstieg auf erneuerbare Energieträger als Weg gesehen, die Klimawirkung des IKT-Sektors stark zu senken. ²
	Die Emissionen des Sektors und deren Umweltauswirkungen stammen aber nur teilweise aus dem Energieverbrauch, der bei Bau und Betrieb von Endgeräten, Daten- und Rechenzentren sowie Kommunikationsnetzen anfällt. Außerdem tragen alle Materialien, die bei der Herstellung von IKT-Geräten und Infrastrukturen verwendet werden, sowie deren Abfallentsorgung zusätzlich zu den Treibhausgasemissionen, und anderen Umweltschädigungen der IKT-Industrie bei (siehe Thema Elektroschrott).
<i>Exponentiell steigender Datenverkehr erhöht Strombedarf</i>	Schon heute existieren weltweit mehrere Milliarden Endgeräte wie Smartphones und Laptops, Tendenz steigend. Die Gesamtheit der Smartphones hat inzwischen einen größeren Anteil am Fußabdruck als die der Desktop-Computer, Laptops und sogar Bildschirme. Insgesamt machen aber Rechen- und Datenzentren ca. 45 % des weltweiten IKT-Fußabdrucks aus. Energieeffizienzmaßnahmen bei Endgeräten zeigen in einigen Ländern erste Wirkung in der Begrenzung der Zunahme des Gesamtstromverbrauchs. Diese Entwicklung gilt allerdings nicht für Daten- und Rechenzentren, wo der absolute Stromverbrauch weiter steigt (dena 2017). Jede einzelne E-Mail oder Googleabfrage führt zur Emission von Treibhausgasen. ³ Die Erhöhung des Stromverbrauchs wird durch das anhaltende exponentielle Wachstum des weltweiten Datenverkehrs befeuert, der vor allem durch die mobile Kommunikation, also wiederum durch Smartphones, angetrieben wird (Belkhir/Elmeligi 2018) – hier zum Beispiel durch vermehrtes Streamen von Medien (Marks et al. 2020). Einige Anbieter steigen vermehrt auf die Verwendung erneuerbarer Energien um. ⁴ Die zunehmende Digitalisierung und die damit verbundene Notwendigkeit, immer mehr Daten zu erfassen, zu übertragen und zu verarbeiten, treibt die Entwicklung hin zu mehr Cloud- und Edge-Computing (siehe Thema Cloud-Computing) und verstärkt damit den Stromverbrauch noch weiter (Montevecchi 2020). Eine verlässliche Abschätzung des Anstiegs des Energiebedarfs der IT-Infra-

¹ ictfootprint.eu/en/about/ict-carbon-footprint/ict-carbon-footprint.

² exponentialroadmap.org/wp-content/uploads/2020/03/ExponentialRoadmap_1.5.1_216x279_08_AW_Download_Singles_Small.pdf.

³ janavirgin.com/CO2/CO2GLE_about.html.

⁴ clickclean.org/austria/de/.

struktur bis 2030 ist schwierig. Für Deutschland wird ein Anstieg um 70 % bis 320 % des Verbrauchswertes von 2010 geschätzt (Grünwald/Caviezel 2022).

Exponentiell wachsender Datenverkehr wird durch die explosionsartige Zunahme von IoT-Geräten oder Industrie-4.0-Anwendungen (siehe die Themen [Netz bewegter Dinge](#), [Industrie 4.0](#), [Grüne IKT](#)) noch beschleunigt werden. Digitale Innovationen wie Blockchain und hier insbesondere Kryptowährungen wie Bitcoin haben beispielsweise beachtliche Fußabdrücke durch die benötigte enorme Rechenleistung, die oft große Serverfarmen stemmen (Stoll et al. 2019). Hier gibt es erste Entwicklungen hin zu rechenleistungsärmeren Blockchains (Zhang/Chan 2020) oder auch hin zum Betrieb von Schürfservern mit Ökostrom. In Bezug auf IoT wird in absehbarer Zeit mit viel energiesparenderen Sensoren und Aktoren gerechnet.

*Streaming, IoT,
Industry 4.0, Blockchain
und andere digitale
Innovationen
beschleunigen diesen
Trend*

Neben diesen direkten Umweltauswirkungen gibt es indirekte als Folge von IKT-induzierten Veränderungen von Konsum- und Produktionsmustern auch in anderen Bereichen als IKT (Bieser/Hilty 2018). Es wurde beispielsweise gezeigt, dass Rebound-Effekte einen erheblichen Teil der Energie- und Emissionseinsparungen aus Suffizienzmaßnahmen aufzehren können und dass solche Maßnahmen einen sehr begrenzten Einfluss auf den Gesamtenergieverbrauch und die Emissionen zu haben scheinen (Sorrell et al. 2020). Energieeffiziente Geräte werden dann zum Beispiel viel mehr genutzt. Ein anderes Beispiel ist die digitale Optimierung von industriellen Prozessen. Diese führt oft entweder zu erhöhtem Energieverbrauch oder zu erhöhter Produktion und damit mehr Konsum. Eine solche Beschleunigung ist in den meisten Fällen mit negativen Umweltfolgen verbunden (Townsend/Coroama 2018).

*Indirekte
Umweltbelastung durch
Rebound-Effekte*

In Ausnahmefällen könnte die Beschleunigung wirtschaftlicher Prozesse mehr Nachhaltigkeit durch IKT ermöglichen: (1) wenn der Prozess die Produktion und Akzeptanz eines umweltfreundlichen Produkts (Cleantech) antreibt, unter Umständen z. B. von Solarpanelen, oder (2) wenn der Prozess, der beschleunigt wird, spezifisch für die Kreislaufwirtschaft ist, wie z. B. Recycling, Wartung/Reparatur und Teilen/Wiederverwendung, z. B. Car-Sharing, Ride-Sharing und Tool-Sharing in der [Sharing Economy](#) (Townsend/Coroama 2018).

*Ausnahmen Cleantech
und Sharing economy*

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Der gesellschaftliche und politische Diskurs um die weitgreifende Digitalisierung wird vor allem von realem und erwartetem Nutzen dominiert. Als assoziierte Risiken werden meist nur Fragen zur Cybersecurity und Privatsphäre diskutiert. Klimawandel steht zwar inzwischen auch im Zentrum des politischen Diskurses, die systemischen Effekte des Wirkens von Digitalisierung auf Treibhausgasemissionen, wie z. B. Rebound-Effekte, werden aber zu wenig berücksichtigt und, wenn überhaupt, eher isoliert von der Digitalisierungsdebatte diskutiert.

*Umweltrisiken der
Digitalisierung bisher
im Abseits*

**Gesamtenergie-
verbrauch
steigt durch IKT**

Der enorme Energie- und Ressourcenverbrauch der wachsenden IKT-Infrastrukturen mit den einhergehenden Umwelt- und Klimabelastungen steht hier bisher eher im Abseits.⁵ Es besteht daher das Risiko, dass diese Zusammenhänge im politischen Diskurs übersehen oder falsch gewichtet werden.

Während der Energiebedarf von IKT zwar durch Energieeffizienzmaßnahmen und sektorale Veränderungen gesenkt wird, erhöht sich der Gesamtenergieverbrauch aufgrund des wachsenden IKT-Sektors, Rebound-Effekten und Wirtschaftswachstum. Die Digitalisierung entkoppelt Wirtschaftswachstum nicht vom Energieverbrauch (Lange et al. 2020). Energieeinsparungen ließen sich durch ein breites Spektrum von regulatorischen Maßnahmen beschleunigen. Diese reichen von gesetzlichen Anforderungen an die Energieeffizienz bestimmter Komponenten bis zur Verpflichtung von Rechenzentren zur Erbringung von Netzdienstleistungen (Grünwald/Caviezel 2022). Auch technologische und soziale Innovationen könnten zu einer nachhaltigeren Nutzung von IKT beitragen (siehe [Grüne IKT](#)).

Vorschlag weiteres Vorgehen

Um die politisch-gesellschaftlichen Diskurse zu Klimawandel und Digitalisierung enger zu verknüpfen und umfassend zu informieren, könnte eine Metaanalyse von vorausschauenden Studien inklusive einer partizipativen Technikfolgenabschätzung Chancen und Risiken der Digitalisierung in Bezug auf Klima- und Umweltauswirkungen für Österreich kartieren. Daraus können dann konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

Zitierte Literatur

- Belkhir, L. und Elmeligi, A., 2018, Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 & recommendations, *Journal of Cleaner Production* 177, 448-463.
- Bertschek, I. et al., 2020, *Schwerpunktstudie Digitalisierung und Energieeffizienz – Erkenntnisse aus Forschung und Praxis*, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), [bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/schwerpunktstudie-digitalisierung-energieeffizienz.pdf?__blob=publicationFile&v=12](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/schwerpunktstudie-digitalisierung-energieeffizienz.pdf?__blob=publicationFile&v=12).
- Bieser, J. C. T. und Hilty, L. M., 2018, Assessing Indirect Environmental Effects of Information and Communication Technology (ICT): A Systematic Literature Review, *10(8)*, 2662 [mdpi.com/2071-1050/10/8/2662](https://doi.org/10.3390/10082662).
- dena, 2017, *dena-METASTUDIE: Analyse der mit erhöhtem IT-Einsatz verbundenen Energieverbräuche infolge der zunehmenden Digitalisierung. Status Quo und Prognosen*: Deutsche Energie Agentur [dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9232_dena-Metastudie_Analyse_IT-Einsatz_Energieverbraeuche_Digitalisierung.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9232_dena-Metastudie_Analyse_IT-Einsatz_Energieverbraeuche_Digitalisierung.pdf).
- Grünwald, R. und Caviezel, C., 2022, *Energieverbrauch der IKT-Infrastruktur. Endbericht zum TA-Projekt, TAB-Arbeitsbericht 198* publikationen.bibliothek.kit.edu/1000151164.

⁵ [umweltbundesamt.at/ueberblick/chance-digitalisierung/digitalisierung-ihre-nachteile](https://www.umweltbundesamt.at/ueberblick/chance-digitalisierung/digitalisierung-ihre-nachteile).

- Lange, S., Pohl, J. und Santarius, T., 2020, Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand?, *Ecological Economics* 176, 106760.
- Marks, L. U., Clark, J., Livingston, J., Oleksijczuk, D. und Hilderbrand, L., 2020, Streaming Media's Environmental Impact, *Media+Environment* 2(1), 17242.
- Montevecchi, F. et al., 2020, *Energy-efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-friendly Cloud Market. Final Study Report.*, Brussels: European Commission.
digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/energy-efficient-cloud-computing-technologies-and-policies-eco-friendly-cloud-market.
- Purohit, A., Smith, J. und Hibble, A., 2021, Does telemedicine reduce the carbon footprint of healthcare? A systematic review, *Future healthcare journal* 8(1), e85-e91, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33791483.
- Sorrell, S., Gatersleben, B. und Druckman, A., 2020, The limits of energy sufficiency: A review of the evidence for rebound effects and negative spillovers from behavioural change, *Energy Research & Social Science* 64, 101439 [sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629620300165](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629620300165).
- Stoll, C., Klaaßen, L. und Gallersdörfer, U., 2019, The Carbon Footprint of Bitcoin, *Joule* 3(7), 1647-1661
[sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435119302557](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435119302557).
- Townsend, J. H. und Coroama, V. C., 2018, Digital Acceleration of Sustainability Transition: The Paradox of Push Impacts, 10(8), 2816
[mdpi.com/2071-1050/10/8/2816](https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2816).
- Zhang, R. und Chan, W. K., 2020, Evaluation of Energy Consumption in Block-Chains with Proof of Work and Proof of Stake, *Journal of Physics: Conference Series* 1584, 012023
[dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1584/1/012023](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1584/1/012023).

Splinternet – das Ende des freien WWW?

In den letzten zwanzig Jahren wurde das Ende des Internets bereits mehrmals prophezeit¹ – genutzt wird es heute mehr denn je. Doch was steckt hinter den Untergangsvisionen und wie frei ist das globale Gemeingut Internet, dem ursprünglich ein hohes Potenzial zur Verwirklichung individueller Freiheiten zugeschrieben wurde,² heute noch?

Die zunehmende Zersplitterung (auf Englisch *splintering*) entlang geographischer, politischer und kommerzieller Bruchlinien ist in Teilen bereits realisiert.³ Das betrifft beispielsweise limitierte Zugänge zum weltweiten Internetangebot in autoritär geführten Ländern. Ein bekanntes Beispiel ist das chinesische „Golden Shield Project“ auch bekannt als „China’s Great Firewall“ – ein Zensur- und Überwachungsmechanismus zur Einschränkung von Inhalten, Identifikation von Personen und deren persönlichen Daten.⁴ Auch der Iran kappte 2019 im Zuge von Massenprotesten den Zugang zum weltweiten Internet und propagiert seither ein „nationales“ Internet, dessen technologische Infrastruktur im Land aufgebaut wird und das künftig nur noch Webseiten und Anwendungen aus dem Iran zugänglich machen soll.⁵ Eine weitere Einschränkung des Internets kommt von den Service Providern selbst, wenn sie Inhalte und Services für NutzerInnen in bestimmten Regionen und Ländern blockieren.⁶ Das passiert häufig bei der kartografischen Darstellung von Konfliktregionen, deren Grenzverläufe bei Zugriff aus unterschiedlichen Ländern jeweils anders dargestellt werden, um eine vermeintlich neutrale Position des digitalen Kartenanbieters zu signalisieren.⁷ Diese Entwicklung wird auch in der Debatte um Netzneutralität diskutiert, die sich im Besonderen mit Eigentumsverhältnissen in der Internetinfrastruktur und Datenarchitekturen von Servicediensten beschäftigt (siehe [Zukunft des Internets](#)). Auch auf Ebene der Hardware nimmt die Fragmentierung des Internets zu – vor allem mit der Einführung neuer funkbasierter Kommunikationstechnologien wie 5G. Dabei spielt vor allem die Sicherheitsfrage eine große Rolle für das künftige Internet of Things

¹ derstandard.at/story/2000124571379/heute-vor-20-jahren-zukunfts-forscher-prophezeien-ende-des-internet-booms.

² Siehe dazu beispielsweise die Unabhängigkeitserklärung des Cyberspace: eff.org/cyberspace-independence.

³ techcrunch.com/2019/03/13/the-splinternet-is-already-here/.

⁴ politico.com/news/magazine/2020/09/01/china-great-firewall-generation-405385.

⁵ wired.co.uk/article/iran-news-internet-shutdown; auch im Zuge der gegenwärtigen Protestbewegung im Iran, ausgelöst vom Tod der Kurdin Mahsa Amini, wird der Zugang zum Internet immer wieder eingeschränkt, siehe theguardian.com/world/2022/sep/22/iran-blocks-capitals-internet-access-as-amini-protests-grow.

⁶ Während die Androhung, die Google-Suchmaschine in Australien abzuschalten, im Machtkampf Australiens mit den großen Technologiekonzernen vorerst eine Drohung blieb, wurden im Zuge der Debatte Ergebnisse bestimmter Medien bei Suchanfragen gar nicht mehr gelistet, siehe zeit.de/digital/internet/2021-01/google-australien-alphabet-suche-streit-internet-mediengesetz.

⁷ uxdesign.cc/how-does-google-maps-handle-disputed-territories-5544baa2a91b.

(IoT; siehe [Netz der bewegten Dinge](#)) und den weiteren Netzausbau: Viele Staaten haben die Verwendung von chinesischer Telekommunikationsausrüstung bereits ausgeschlossen.⁸ Hinzu kommen treibende gesellschaftliche Faktoren wie zunehmender Protektionismus, Nationalismus, strategische Beeinflussung des öffentlichen Diskurses durch internetbasierte Kommunikationskanäle (im eigenen Land oder auch gezielt in anderen Ländern); aber auch Datenschutzregulierung und die Frage von Standards und Schnittstellen beeinflussen die zukünftige Spaltung des virtuellen Raums.

Die Frage, ob das Splinternet Tendenzen zur Deglobalisierung und eine Rückkehr zum Blockdenken befördert, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Klar ist, dass die zunehmende Fragmentierung solche Entwicklungen begünstigt. Es bleibt jedoch offen, wie die anfangs visionierten und heute noch erwünschten Vernetzungspotenziale des weltweiten Internets in Anbetracht fortschreitender Ausdifferenzierung und Abspaltung zukünftig noch ausgeschöpft werden können.

⁸ Z. B. USA, Schweden, UK, siehe [zeit.de/wirtschaft/2020-10/technologie-5g-ausbau-schweden-ausschluss-huawei-zte-mobilfunkstandard-ericsson](https://www.zeit.de/wirtschaft/2020-10/technologie-5g-ausbau-schweden-ausschluss-huawei-zte-mobilfunkstandard-ericsson).

Dekarbonisierung des Flugverkehrs

Der Flugverkehr ist für 2,5 % der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich.¹ Dieser Wert vernachlässigt aber die Wirkung anderer relevanter Faktoren, wie zum Beispiel Wasserdampf bzw. Wasserkondensstreifen. Sie leisten einen wesentlich höheren Beitrag zum Treibhauseffekt als Kohlendioxid. Zwei Drittel (66 %) des Treibhauseffektes sind nicht auf das ausgestoßene CO₂ zurückzuführen, sondern durch andere Verbrennungsprodukte verursacht, v. a. durch Kondensstreifen (Lee et al. 2021). Des Weiteren berücksichtigt der Wert von 2,5 % nicht den CO₂-Ausstoß, der durch internationale Flüge entsteht. Diese Emissionen werden in einer eigenen Kategorie subsumiert. Sie unterliegen damit nicht den nationalen Begrenzungs- und Reduktionsverpflichtungen.² Dadurch gibt es für einzelne Staaten auch kaum einen Anreiz, diesen Verbrauch zu senken. Der internationale Flugverkehr ist aber für ungefähr 65 % des CO₂-Ausstoßes des gesamten Flugverkehrs verantwortlich (Lee 2018). Die Vereinbarung namens CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation), ist eine zentrale Initiative, um den Klimaeffekt des internationalen Flugverkehrs einzudämmen, an der ab 2023 115 Staaten teilnehmen werden. Sie wurde durch die ICAO, der International Civil Aviation Organisation (der UNO) initiiert und zielt darauf ab, dass ab dem Jahr 2020, nur noch CO₂-neutrales Wachstum im Flugverkehr stattfinden soll.³ In diesem Zusammenhang hofft man durch so genanntes Biokerosin oder synthetisches Kerosin den Flugverkehr zu dekarbonisieren. Das Problem bei biogenem Kerosin (aus Pflanzenölen wie z. B. Raps oder Palmöl) ist allerdings, dass ihre Produktion große Flächen und viel Wasser benötigt und so mit der Produktion von Lebensmitteln konkurriert. Für die industrielle Produktion von synthetischem Kerosin fehlt es noch an einer entsprechenden Infrastruktur und an dem dafür notwendigen Ausbau erneuerbaren Energieträgern (Rasmussen 2020). Das kürzlich abgeschlossene EU-Horizon-2020-Projekt KEROGREEN forschte an der Entwicklung chemischer Prozesse, die eine sichere und kosteneffiziente Produktion von nachhaltigem Kerosin ermöglichen.⁴ Eine technologische Alternative zu synthetischem oder biogenem Kerosin stellt der Umstieg auf Wasserstoff dar (siehe Thema [Grüne Wasserstoffproduktion 2.0](#)). Dazu müssen allerdings auch die Flugzeuge durch technologische Änderungen angepasst werden. Ein US-Start-up hat sich dieser Mission verschrieben.⁵ Einerseits hat es ein modulares Wasserstoff-Kapsel-Transport-System entwickelt. Dieses soll es ermöglichen, die bestehende Frachtinfrastruktur auf Flughäfen zu nutzen, um so ein internationales Wasserstofftransportnetzwerk zu etablieren. Andererseits hat es auch einen „Baukasten“ entwickelt, um bestehende kleinere kerosinbetriebene Flugzeuge auf einen wasserstoffelektrischen Antriebsstrang umzurüsten. Das Unternehmen

¹ ourworldindata.org/co2-emissions-from-aviation.

² unfccc.int/topics/mitigation/workstreams/emissions-from-international-transport-bunker-fuels/methods--science.

³ icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx.

⁴ kerogreen.eu.

⁵ hydrogen.aero.

hat Ende April 2021 eine Investorenfinanzierung in der Höhe von knapp 20 Mil. Dollar für Bau und Testbetrieb eines wasserstoffbetriebenen Verkehrsflugzeugs erhalten.⁶ In Österreich gibt es ebenfalls Forschungsinitiativen, die sich mit alternativen Antrieben im Flugverkehr beschäftigen. Das Projekt „ElektiFly“ elektrifizierte den Antriebsstrang eines Kleinflugzeugs über Stromgewinnung aus einer Brennstoffzelle mit einem Wasserstofftank. Das Ziel dabei war es vor allem, die komplexe Regel- und Steuerungstechnik zu entwickeln und Zulassungsfragen zu klären.⁷ In weiterer Folge gab es auch andere Projekte, wie das europäische Projekt „Solify“, das multifunktionale Bauteile für die Flugzeugkonstruktion zu entwickeln sucht, die dann sowohl Batterie als auch tragendes Element eines Flugzeugs sein können.⁸

Welche Technologie sich letztlich durchsetzen kann, wird sich zeigen. In einer Studie zum aktuellen Stand „nachhaltiger Flugzeugtreibstoffe“ wird festgestellt, dass sich Fluggesellschaften, PolitikerInnen und Kraftstoffunternehmen momentan in einer Sackgasse befänden, was das weitere Vorgehen angeht (Dodd/Yengin 2021). Berücksichtigt man zudem die Tatsache, dass Kondensstreifen für einen Großteil des Treibhauseffektes durch Fliegen verantwortlich sind und die Abgase einer Brennstoffzelle aus Wasserdampf bestehen, könnte der alleinige Fokus auf wasserstoffbasiertes Fliegen, dazu führen, dass nicht der gewünschte Klimaschutzeffekt erzielt wird.⁹ Für Österreich bestehen – neben dem Fortführen der aktuellen Forschungstätigkeit – noch weitere mögliche Handlungsfelder, die sich vor allem auf einen strukturellen Verkehrswandel beziehen. Dadurch könnten vor allem Kurzstreckenflüge durch andere Transportmodi, wie z. B. Bahnfahrten, ersetzt werden, denn allein ein Drittel der Fluggäste aus 2019, die von Wien aus starteten, hatten einen Kurzstreckenflug von weniger als 800 Kilometer (Rasmussen 2020).

Zitierte Literatur

- Dodd, T. und Yengin, D., 2021, Deadlock in sustainable aviation fuels: A multi-case analysis of agency, *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 94.
- Lee, D., 2018, International aviation and the Paris Agreement temperature goals.
- Lee, D. S. et al., 2021, The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018, *Atmospheric Environment* 244, 117834, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231020305689>.
- Rasmussen, U., 2020, *Klimakrise nur mit wenig Flugverkehr zu bewältigen*, Bräuhausgasse 7-9, 1050 Wien: VCÖ, <https://vcoe.at/files/vcoe/uploads/News/VCOe-Factsheets/2020/2020-05%20Flugverkehr/VC%C3%96-Factsheet%20Klimakrise%20nur%20mit%20wenig%20Flugverkehr%20zu%20bew%C3%A4ltigen.pdf>.

⁶ businesswire.com/news/home/20210422005869/en/Universal-Hydrogen-Announces-20.5M-in-Series-A-Funding-to-Build-and-Test-Full-Scale-Hardware-for-Hydrogen-Commercial-Aircraft.

⁷ projekte.ffg.at/projekt/3859430.

⁸ ait.ac.at/themen/hybrid-electric-aircraft-technologies/projekte/solify.

⁹ iea.org/reports/aviation.

Phosphorrecycling

Phosphor ist ein essentieller Pflanzennährstoff und deshalb als Dünger von zentraler Bedeutung für die Landwirtschaft. Er kann nicht künstlich hergestellt und auch nicht durch andere Stoffe ersetzt werden. Phosphor ist aber nicht nur in der Landwirtschaft von Bedeutung, sondern hat in Form von schwarzem Phosphor auch gute Halbleitereigenschaften oder wird z. B. zur Produktion des Nanomaterials Phosphoren¹ genutzt. Österreich und die anderen EU-Staaten verfügen über keine nennenswerten Lagerstätten und sind damit von Importen abhängig. Die Weltmarktpreise können schwanken. Während vor 30 Jahren eine Tonne Phosphatgestein 30 US-Dollar kostete, sind es heute fast dreimal so viel, 2009 kletterten die Preise sogar auf 450 US-Dollar.² Außerdem liegen die größten Phosphormineralvorkommen in wenigen Ländern, allein 80% in China, Marokko, USA und Russland, was zusätzliche Abhängigkeiten und Risiken schafft (Kind 2020).

Die Analyse von Stoffflüssen zeigt, dass das Phosphormanagement in Österreich ineffizient ist, mit ungenutzten Ressourcen in Klärschlamm oder Tiermehl (Zessner/Rechberger 2021). Berechnungen zeigen, dass 60 % der Menge des importierten Phosphors durch Recycling abgedeckt werden könnten (Egle et al. 2014). Phosphorrückgewinnung, vor allem aus Abwasser, Klärschlamm und Klärschlammmasche gewinnt damit zunehmend an Bedeutung. Hier schlägt die Überarbeitung der kommunalen Abwasserrichtlinie strengere Ablaufgrenzwerte für Stickstoff und Phosphor für alle großen kommunalen Abwasserreinigungsanlagen vor.³

Da Klärschlamm neben Phosphor auch viele andere Nährstoffe enthält, wird dieser teilweise zur Düngung von Agrarflächen verwendet (20 %)⁴. Die Bundesländer haben hier teils sehr unterschiedliche Vorschriften. Bei einer hohen Düngemenge werden allerdings viele Nährstoffe ausgewaschen und führen zu bekannten Umweltproblemen (Eutrophierung von Gewässern). Zusätzlich enthält Klärschlamm gesundheits- und umweltgefährdende Substanzen wie Mikroplastik, Schwermetalle, Arzneimittelrückstände und anderen Chemikalien.⁵

Damit diese nicht über die Düngung in die Nahrungskette gelangen, wird ein Großteil des Klärschlammes verbrannt (ca. 50 %), Tendenz steigend. Bisher wird Klärschlamm häufig gemeinsam mit anderen Energieträgern verbrannt (z. B. in Kraftwerken oder Müllverbrennungsanlagen), was Recycling erschwert. Monoverbrennung, also eine Anlage, die nur Klärschlamm verbrennt, scheint ein vielversprechender Ansatz zu sein. Nach

¹ spektrum.de/news/schwarzer-phosphor-schlaegt-graphen/1326996.

² indexmundi.com/de/rohstoffpreise/?ware=rohphosphat&monate=360.

³ info.bmlrt.gv.at/dam/jcr:faf6525d-e1f1-4554-9ccf-5bf9e2d804d0/%C3%9Cberarbeitung_komm_AWRL_20220627_final.pdf.

⁴ bmk.gv.at/dam/jcr:04ca87f4-fd7f-4f16-81ec-57fca79354a0/BAWP_Statusbericht2021.pdf.

⁵ Der Aktionsplan Mikroplastik wurde im Mai 2022 von der Bundesregierung beschlossen, bmk.gv.at/dam/jcr:3ba2cf98-f50b-4bc3-b3cf-d427b145ae8b/Aktionsplan-Mikroplastik_2022-2025.pdf.

der Verbrennung enthält die Klärschlammasche relativ konzentriert Phosphor, welcher bisher aber durch Deponierung verloren geht. Soll die Asche landwirtschaftlich genutzt werden, muss zumindest ein Teil des Schwermetallgehalts entfernt werden (Amann et al. 2021). Nach der Klärschlammstrategie im Bundesabfallwirtschaftsplan⁶ sollen bis 2030 bis zu 85 % des kommunalen Klärschlammes der Phosphorrückgewinnung zugeführt werden, verstärkt durch Verbrennung, aber auch direkt aus Abwasser und Schlamm. Zur Umsetzung werden verschiedene Szenarien und Technologien diskutiert, es gilt aber noch etliche organisatorische und technische Herausforderungen zu bewältigen und vor allem Aufmerksamkeit auf die Umsetzung zu lenken (Kretschmer et al. 2018).

Zitierte Literatur

- Amann, A., et al., 2021, Operation and Performance of Austrian Wastewater and Sewage Sludge Treatment as a Basis for Resource Optimization, 13(21), 2998, [mdpi.com/2073-4441/13/21/2998](https://doi.org/10.3390/w13212998).
- Egle, L., Rechberger, H. und Zessner, M., 2014, Endbericht Phosphorbilanz Österreich. Grundlage für ein nachhaltiges Phosphormanagement – gegenwärtige Situation und zukünftige Entwicklung, im Auftrag von: BMLFUW bmlrt.gv.at/dam/jcr:2eb21ff4-2f2c-4a5b-9353-6ed56fcd1118/Die%20%C3%B6sterreichische%20Phosphorbilanz_Endbericht_27%202%2014.pdf.
- Kind, S., 2020, Nachhaltige Phosphorversorgung, Berlin: TAB – Technikfolgenabschätzung am Bundestag tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/themenprofile/Themenkurzprofil-039.pdf.
- Kretschmer, F., Zingerle, T. und Ertl, T., 2018, Perspektiven der künftigen Klärschlambewirtschaftung in Österreich, Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft 70(11), 579-587.
- Zessner, M. und Rechberger, H., 2021, StraPhos – Zukunftsfähige Strategien des Phosphormanagements für Österreich, tuwien.at/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=132748&token=b3fc842f54330e6c1b6aaf639e133e0323564862.

⁶ bmk.gv.at/dam/jcr:3cf3a571-2f88-4a19-b955-8531a5725f86/BAWP_2022_Teil_1.pdf.

Inwertsetzung von Natur für industrielle Prozesse: Biosanierung, Bioeffektoren und Biosensorik

Zusammenfassung

Biobasierte Prozesse und Materialien sind schon seit längerem ein bedeutendes Thema für die Innovationspolitik. Der zukünftige Trend liegt in der Skalierung der Herstellungsverfahren von biobasierten Innovationen auf industrielle Fertigungsmaßstäbe. Das hohe Potenzial von naturbasierten Lösungen machen aktuelle Entwicklungen im Bereich deutlich; Biosanierung, Bioeffektoren und Biosensorik sind jedoch nur drei Beispiele für dieses umfassende Technologiefeld. Neben grundlegenden Fragen das Natur-Gesellschaftsverhältnis betreffend (z. B. In welchem Ausmaß soll die Natur vom Menschen überhaupt als Ressource betrachtet und ausgebeutet werden? Hat sie intrinsischen Wert, der nicht vollständig quantitativ erfasst werden kann?), streifen biobasierte Industrielösungen weitere Problemfelder, die gesellschaftsrelevante Perspektiven beinhalten (z. B. Einsatz umstrittener Gentechnologien, Transformationshürden in der Politik). Ein transparenter Prozess zur gesellschaftlichen Verhandlung von Werten der Natur wäre für die zukünftige Weiterentwicklung von naturbasierten Lösungen empfehlenswert.

Überblick zum Thema

Wer denkt, dass Industrie das Gegenteil von Natur ist und lediglich nach deren Ausbeutung trachtet, hat die Entwicklungen der letzten zwanzig Jahre verpasst. Spätestens seit der umstrittenen Studie¹ zum ökonomischen Wert von Ökosystemdienstleistungen² (TEEB-Studie) ist klar, dass Natur nicht außerhalb von Industrie und Wirtschaft steht, sondern als integraler Bestandteil gesellschaftlicher Systeme und damit als gestaltbar gilt (TEEB 2010). Anhand der ökonomischen Bewertung von Ökosystemdienstleistungen und biologischen Parametern wie Biodiversität, zielte der TEEB-Bericht darauf ab den Wert von Natur für die Sphäre der Wirtschaft greifbar zu machen. Neben diesem grundlegenden Unterfangen werden in der Praxis vermehrt naturbasierte Industrielösungen erforscht und entwickelt, die auf der technischen Nutzbarmachung von natürlichen Systemen und deren Funktionen aufbauen. Dieser Trend wird durch die zunehmende Anerkennung und durch das Bewusstsein, dass die Natur tragfähige Lösungen für ökonomische und soziale Probleme bieten kann, ge-

*Ökosystem-
dienstleistungen und
der ökonomische Wert
der Natur*

¹ Das Unterfangen einer quantitativen und monetären Bewertung von „natürlichen“ und damit auch ideellen und kulturellen Beständen und Prozessen wurde nicht nur von VerfechterInnen des Naturschutzes, sondern auch von WissenschaftlerInnen kritisch reflektiert; siehe dazu bspw. Schröter, et al. (2014).

² Ökosystemdienstleistungen bzw. Ökosystem-Services beschreiben ganz allgemein den Nutzen bzw. die Vorteile, die Menschen von Ökosystemen beziehen. Ein Beispiel dafür wäre die Bestäubung bzw. Verteilung von Pollen oder auch die Filterung und Speicherung von Wasser.

stärkt (siehe [Industrie 4.0](#) und [Bioökonomie](#)). Auch die Einsicht, dass der Aufbau und Wiederaufbau von natürlichem Kapital einen hohen Aufwand und Investitionen erfordert, treibt die Suche nach „intelligenten“ technischen und natur-basierten Lösungen in der Industrie voran.

Biosanierung bzw. Bioremediation

Hier setzt auch die Biosanierung bzw. Bioremediation an:³ Natur selbst wird zur „Verbesserung“ bzw. „Wiederherstellung“ von Natur genutzt und gilt damit als systemische Ressource für naturbasierte industrielle Prozesse. In der Praxis bedeutet die Reparatur von Natur, dass beispielsweise verschmutzte oder mit Schwermetallen belastete Böden oder Wasserkörper saniert, d. h. durch den Eintrag von Mikroben oder Pflanzen kuriert oder von Schadstoffen gereinigt werden (Ojuederie&Babalola 2017). Das Prinzip ist nicht neu; seit Jahrzehnten setzt z. B. die stein- und keramische Industrie unter dem Schlagwort „Renaturierung“⁴ auf eine naturbasierte Lebensraumverbesserung: stillgelegte Abbauflächen (Steinbrüche, Sand- und Kiesgruben) werden sich selbst, d. h. „der Natur“ überlassen und bieten gerade aufgrund der vorher erfolgten radikalen Eingriffe (Sprengungen, Grabungen, u. Ä.) optimale Ausgangsbedingungen für die Entstehung neuer, biodiverser Ökosysteme, die normalerweise eher selten sind. In Anbetracht zunehmender Zerstörung von natürlichen Ökosystemen, bieten diese industriell geschaffenen Lebensräume gerade für bedrohte und seltene Tier- und Pflanzenarten Zufluchtsorte und bringen nicht nur als beliebte Ausflugsziele gesellschaftlichen Mehrwert.

Bioeffektoren

Mit neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen bspw. in der Molekularbiologie (siehe [Zellfabriken der Zukunft](#)) oder Genetik (siehe [Genome editing \(CRISPR/Cas9\) in der Pflanzenzucht](#)) lässt sich das Funktionsprinzip naturbasierter Lösungen auf andere, industrielle Anwendungsgebiete und -sektoren übertragen. Ein Beispiel dafür ist die Forschung an sogenannten Bioeffektoren, d. h. z. B. an speziellen Mikroorganismen, die in Symbiose mit bestimmten anderen Bakterien zur Verbesserung der Nutzpflanzeigenschaften (v. a. Wachstum) und zur biologischen Kontrolle von Krankheitserregern beitragen (Duque et al. 2019). Als Konsequenz lässt sich die chemische Düngergabe und der Einsatz von chemischen Antimykotika⁵ reduzieren. Um die Mechanismen zu verstehen, wie die Mikroben in die Pflanzenwurzeln gelangen und sich in der gesamten Pflanze ausbreiten, werden im Vorfeld unter gesicherten Laborbedingungen genetisch veränderte Organismen im Rahmen von in vitro-Versuchen und beim Aufbau von Kontrollsystemen im Gewächshaus eingesetzt.

³ Bioremediation bezeichnet den Einsatz von Organismen (Prokaryonten, Pilze oder Pflanzen) zur biologischen Entgiftung von Ökosystemen, die verunreinigt oder mit Schadstoffen belastet sind.

⁴ forumrohstoffe.at/umwelt/#nachhaltigkeit.

⁵ Antimykotika sind antimikrobielle Substanzen, die gegen Erkrankungen wirken, die von Pilzen verursacht werden.

Ein weiteres Beispiel für naturbasierte, industrielle Lösungen sind Biosensoren, die zukünftig nicht nur für die Erhebung von Umweltparametern, wie Temperatur oder Luftfeuchtigkeit eingesetzt werden könnten (siehe [Pflanzen als vernetzte Umweltsensoren](#)), sondern auch in der medizinischen Anwendung hohes Potenzial haben. Gegenwärtig wird in Österreich eine Pilotlinie zur Herstellung papierbasierter elektrochemischer Teststreifen zur quantitativen Biosensorik in Flüssigkeiten aufgebaut⁶. Das Papier dient hierbei als Substrat für die gedruckten Leiterbahnen und für einen Mikrochip sowie die gedruckte Batterie und den Biosensor. Das IMPETUS-Projekt zielt auf die Entwicklung einer schnellen, kostengünstigen und patientennahen Labordiagnostik. Als Anwendungsbeispiel dient hierbei ein Teststreifen, der die Unterscheidung zwischen viraler und bakterieller Infektion ermöglicht, wobei die individuellen Messdaten direkt auf das Smartphone übertragen werden sollen. Herkömmliche Teststreifen ermöglichen qualitativen Analysen (z. B. Ja/Nein-Ergebnisse beim Schwangerschaftstest); die neu-entwickelten Teststreifen erweitern das Analysespektrum um quantitative Verfahren, die anhand einer geringen Menge vom Testmedium präzise quantitative Ergebnisse zu den nachzuweisenden Stoffen (z. B. Antigene) liefern. Das größte Potenzial wird in der Anpassung der Technologie für industrielle Herstellungsprozesse („Rolle-zu-Rolle-Verfahren“, ähnlich wie im Zeitungsdruck) gesehen. Hier beschleunigen auch neue Technologien, wie bspw. 3D-Druck oder Microchip-Technologien anhand derer die Teststreifen erzeugt werden, die Entwicklung in Richtung industrielle Verfahren und erhöhen damit die Effizienz von naturbasierten Prozessen.

*Biosensorik
für medizinische
Anwendungen*

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Gerade in Österreich besitzt das Zukunftsthema der naturbasierten Lösungen ein hohes Potenzial: traditionelle Verfahren und Prozesse der Industrie umfassen einerseits Beispiele und Vorbilder für naturbasierte Lösungen; andererseits besteht hohes Innovationspotenzial – wie im vorherigen Abschnitt beschrieben – in der Biosanierung, Biosensorik und beim Einsatz von Bioeffektoren, sowie in den Bereichen Textil und Cellulose, in den Bereichen Bau- und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Papiermaschinen und Zubehör, Polysaccharide, Papier, Stärke und bei den biobasierten Spezialprodukten, insbesondere in Hinblick auf ihre Herstellungsverfahren (Ganglberger et al. 2017). Die Erschließung weiterer Industriesektoren für naturbasierte Lösungen ist vielversprechend, z. B. könnte der Einsatz von papierbasierten, quantitativen Teststreifen im Wein- und Obstbau vereinfachte Analysemöglichkeiten zur Qualitätssicherung bieten. Die Verknüpfung von biobasierten und digitalen Technologien eröffnet weitere Entwicklungspfade, z. B. für neue Verfahren in der weißen, roten und grünen Biotechnologie oder für personalisierte medizinische Anwendungen (z. B. einfache Blutzuckermessung). Die zukünftige Entwicklung wird auch davon abhängen, ob die Kombination von digitalen und naturbasierten Pro-

*Hohes Potenzial
in der Entwicklung
naturbasierter Lösungen*

⁶ project-impetus.com.

zessen zukünftig Fuß fasst und ob es gesellschaftlichen Akzeptanz für eingesetzte, gesellschaftlich umstrittene Techniken (wie z. B. gentechnische Veränderung) geben wird (siehe dazu auch [Künstliches Leben](#)).

Vorschlag weiteres Vorgehen

Naturbasierte Lösungen und Ansätze haben prinzipiell ein hohes Zukunftspotenzial. Gleichzeitig wird bei näherer Betrachtung deutlich, dass ein innovatives Forschungsklima und sichere Testfelder Voraussetzung für die nachhaltige Weiterentwicklung sind. Aus gesellschaftlicher Perspektive stehen nicht nur „heiße Themen“, wie Gentechnologie, im Zusammenhang mit Inwertsetzung von Natur: die wirtschaftliche Nutzung von natürlichen Ressourcen ist mit einer Reihe von ethischen und sozialen Fragestellungen verknüpft. Kritische Einschätzungen sind mit der zentralen Metapher – der wirtschaftlichen Produktivität bzw. Wertigkeit von Ökosystemen – verbunden und verweisen auf ein daraus resultierendes ausbeuterisches Naturverhältnis. Wenn Natur einzig als Ressource und Quelle für Konsum gilt, stellt sich die Frage, welchen Wert die langfristige Erhaltung von einzigartigen Lebensräumen für die Gesellschaft hat.⁷ Auch der starke Fokus auf den Erhalt der Biodiversität als Indikator für gesellschaftlichen „Mehrwert“ wirft die Frage auf, wie vermieden werden kann, dass einzelne Aspekte und „Dienstleistungen“ von Ökosystemen zu Ungunsten einer gesamtheitlichen Betrachtungsperspektive in den Vordergrund gestellt werden. Gerade in der Ökologie hat die Systemebene als Analyserahmen hohe Bedeutung und spätestens, wenn man natürliche Lebensräume mit dem Menschen zusammendenkt wird klar, dass die Bewertung von einzelnen Funktionen nur gemeinsam mit den Betroffenen bzw. in den Ökosystemen Lebenden erfolgen kann. So haben bestimmte Ökosysteme für bestimmte Gesellschaftsgruppen mehr oder weniger Bedeutung und auch der unterschiedlich geregelte Zugang zu natürlichen Ressourcen und Ökosystem-Services wirft Fragen zur sozial gerechten Verteilung des erzielten Mehrwerts inwertgesetzter Natur auf. Ein weiterer Aspekt betrifft die normative Dimension von Naturbewertung: implizit werden dabei natürliche Produkte und Ökosystemdienstleistungen als primär wünschenswert erachtet. Dabei wird übersehen, dass nicht alles was aus der Natur kommt positive Effekte hat, wenn man z. B. an natürliche Krankheitserreger denkt.

Die Verhandlung von gesellschaftlichen Werten der Natur ist ein weitreichendes Unterfangen. Ein Foresight-Prozess, der besonders ethische, rechtliche und soziale Fragestellungen in den Vordergrund rückt und die Grundlage für einen breiteren gesellschaftlichen Diskurs zu langfristigen Entwicklungsmöglichkeiten und erwünschten Zukunftsvisionen für naturbasierte Industrielösungen schafft, wäre deshalb empfehlenswert.

*Ethische und soziale
Aspekte: sozial gerechte
Verteilung des
gesellschaftlichen
Mehrwerts
inwertgesetzter Natur?*

⁷ Das europäische Foresight-Projekt „Science, Technology and Innovation for Ecosystem Performance“ setzt sich mit Zukunftsszenarien auseinander, die unterschiedliche Konzepte von Mensch-Natur-Beziehungen explorieren und Aufschluss über mögliche Wirkungszusammenhänge geben, siehe futures4europe.eu/sti2050.

Zitierte Literatur

- Duque, A. d. B., Antonielli, L., Sessitsch, A., Samad, A. und Compant, S., 2019, Mycolicibacterium strains interact positively with Serendipita (Piriformospora) indica for crop enhancement and biocontrol of pathogens, *“Microbe-assisted crop production – opportunities, challenges and needs” (miCROPe 2019)* Vienna, Austria.
- Ganglberger, E., Sturm, T., Zahradnik, G. und Scherngell, T., 2017, *Quantitative Indikatoren für die Biobasierte Industrie in Österreich*, im Auftrag von: bmvit – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.
- Ojuederie, O. B. und Babalola, O. O., 2017, Microbial and Plant-Assisted Bioremediation of Heavy Metal Polluted Environments: A Review, *International journal of environmental research and public health* 14(12), 1504; auch veröffentlicht in: Int J Environ Res Public Health.
- Schröter, M., van der Zanden, E. H., van Oudenhoven, A. P. E., Remme, R. P., Serna-Chavez, H. M., de Groot, R. S. und Opdam, P., 2014, Ecosystem Services as a Contested Concept: a Synthesis of Critique and Counter-Arguments, *Conservation Letters* 7(6), 514-523.
- TEEB, 2010, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*.

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 (siehe Thema [Digitalisierung & Klima](#)). 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)¹ – 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 wird.² 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 das international organisierte Verbrechen zu einem lukrativen Geschäftsmodell geworden, denn der Abfall enthält viele wertvolle Ressourcen, wie Edelmetalle (Gold, Silber) oder seltene Erden (Neodym, Yttrium oder Europium). Kriminelle interessieren sich aber nicht nur für die im Schrott enthaltenen Ressourcen, sondern auch für vermeintlich gelöschte Daten, die auf Altgeräten zu finden sind (Kapoor et al. 2021). Der weltweit größte Elektroschrottplatz 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 relevant. Einerseits ist noch allen das Beispiel des ausgebrannten Tesla, dessen Entsorgung sich langwierig und mühsam gestaltete, in Erinnerung – auch als Hinweis auf die komplexer werdenden Aufgaben am Ende eines Produktlebenszyklus.³ Bei der Entsorgung von E-Autos Hersteller stärker in die Pflicht zu nehmen bzw. geeignete und u. U. gewinnbringende Entsorgungsprozesse (Akku-Pfand) einzurichten, wäre langfristig wünschenswert (siehe Thema [Batterieentsorgung](#)). Andererseits schädigt die illegale Sammlung und anschließende Ausfuhr von Elektroaltgeräten die österreichische Volkswirtschaft, indem es zur Erlösminderung für die Kommunen

¹ ban.org.

² pbs.org/newshour/science/america-e-waste-gps-tracker-tells-all-earthfix.

³ diepresse.com/5725891/ausgebrannter-tesla-stellt-entsorgungswirtschaft-vor-ratsel.

durch Verlust von Sekundärrohstoffen (Rohstoffe, die durch Recycling aus entsorgtem Material gewonnen werden) kommt. Österreich hat zwar die europäische Quotenvorgabe für Gerätealtbatterien seit ihrer Einführung jedes Jahr erfüllt,⁴ muss aber den Anteil an gesammelten Elektroaltgeräten noch weiter erhöhen. In diesem Bereich wurde die Zielvorgabe in den letzten Jahren um 3 bis 9 Prozent verfehlt (Mindestsammelquote von 65%). In einer Presseaussendung der Koordinationsstelle für Elektroaltgeräte (EAK) aus dem 4. Quartal von 2020, erklärt der zuständige Leiter der Sektion Abfallwirtschaft im BMK, dass die Mindestsammelquote eine „*enorme Herausforderung*“ für alle EU-Mitgliedsstaaten darstelle. Grund hierfür sei vor allem das Wachstum an Elektronikprodukten und Lithium-Ionen-Batterien mit einer Nutzungsdauer von durchschnittlich sechs Jahren. Österreich sei aber im europäischen Spitzenfeld vertreten.⁵ Dennoch besteht angesichts des fortlaufenden Trends (Zunahme an Elektrogeräten) weiterer Handlungsbedarf, um die Quotenvorgaben in Zukunft zu erfüllen. Diese Herausforderung bietet eine Basis für innovationspolitische Interventionen, da das Recycling von Elektroabfall, also das Rückgewinnen von wertvollen Ressourcen, das Potential hat, die nationale Wirtschaft zu fördern. Das gilt vor allem angesichts der Ambitionen, eine Kreislaufwirtschaft zu etablieren (Europäische Kommission 2020). Aufgrund bestehender Kompetenzen in Österreich 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.

Zitierte Quellen

- 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.
- European Police Office 2015, Exploring Tomorrow's Organised Crime. europol.europa.eu/sites/default/files/documents/Europol_OrgCrimeReport_web-final.pdf.
- Europäische Kommission, 2020, Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft – Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa, in: Europäische-Kommission eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN.
- Kapoor, N., Sulke, P. und Badiye, A., 2021, E-waste forensics: An overview, *Forensic Science International: Animals and Environments* 1, 100034 [sciencedirect.com/science/article/pii/S2666937421000330](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666937421000330).
- 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.

⁴ eak-austria.at/presse/TB/Taetigkeitsbericht_2021.pdf.

⁵ ots.at/presseaussendung/OTS_20201015_OTS0093/oesterreich-erreicht-2019-eu-sammelquote-fuer-geraetealtbatterien-bild.

Urban Mining 4.0

Zusammenfassung

Bis zum Jahr 2050 wird sich die Zahl der Menschen, die weltweit in Städten wohnen, verdoppeln. Mit der steigenden Bevölkerung ist ein steigender Rohstoffverbrauch bei sinkender Verfügbarkeit von Ressourcen verbunden, doch die Städte sind damit zugleich Lagerstätten für eben diese Rohstoffe.¹ 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.

*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, die wiederverwertet werden könnten: Sowohl mineralische Materialien wie Beton, Ziegel und Keramik als auch Basismetalle wie Stahl, Aluminium und Kupfer. Dazu kommen Kunststoffe, Gips und Holz. Während bestehende Gebäude nicht von vornherein auf die

¹ Für einige Materialien wird davon ausgegangen, dass diese „anthropogenen Lager“ bereits in der Größenordnung der Reserven (also der unter derzeitigen Bedingungen abbaubare Rohstoffvorkommen) in natürlichen Lagerstätten vorliegen. Vgl. die Studie aus dem Jahr 2019: nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/berichte/schriftenreihe_2019-14_urban-mining.pdf.

Wiederverwertung ausgerichtet sind, werden heute bereits Gebäudekonzepte aus trennbaren Ressourcen entwickelt, die vollständig wiederverwendbar oder kompostierbar sind.²

Elektroschrott (siehe Thema [Illegaler Handel mit E-Schrott](#)) fällt in steigendem Ausmaß an und droht zu einem globalen Problem von unüberschaubarem 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 sind. 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 Mining³ 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.

² nest-umar.net; land-der-ideen.de/wettbewerbe/beyond-bauhaus/preistraeger/urban-mining-and-recycling-unit.

³ urbanmining.at.

- 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.⁴
- Im Hinblick auf die *urbane Prospektion* geht es wie im klassischen Bergbau darum, urbane Lagerstätten vor einer Erschließung zu lokalisieren 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. Forschungsprojekte⁵, ein Kompetenzzentrum⁶, ein Blog⁷ 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.

⁴ Vgl. [wien.orf.at/news/stories/2794516](https://www.wien.orf.at/news/stories/2794516).

⁵ Siehe: [wien.orf.at/news/stories/2794516/](https://www.wien.orf.at/news/stories/2794516/).

⁶ tt.com/artikel/12836759/projekt-rewaste-4-0-erforscht-abfallbehandlung-der-zukunft.

⁷ Der Blog wurde mit Februar 2020 eingestellt, die Inhalte sind aber nach wie vor unter urbanmining.at abrufbar.

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

Zentrale weiterführende 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.

Lieferung auf der letzten Meile unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten

Unter der „Letzten Meile“ versteht man im Personenverkehr, der Warenlogistik oder in der Telekom-Branche den letzten Abschnitt einer Wegstrecke zur geplanten Destination, meist der/dem Kundin/Kunden. 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. Eine aktuelle E-Commerce-Studie für Österreich zeigt, dass dieser Trend nach wie vor ungebrochen ist,¹ die COVID-19-Pandemie hat ihn sogar noch weiter beschleunigt. Im Jahr 2017 gaben die ÖsterreicherInnen rund 7,6 Mrd. € über den Distanzhandel aus (KMU Forschung Austria 2017), 2020 waren es bereits 8,7 Mrd. € und 2021 10,4 Mrd. €². Viele der erworbenen Waren müssen versendet werden, was schließlich zur Problematik der Letzten Meile führt: Die Paketzustellung erfolgt oft zu Zeiten in denen niemand anwesend ist, um die Sendung zu empfangen. Falls keine Abstellgenehmigung an den Versanddienstleister erteilt wurde, müssen die erfolglosen Zustellungen wieder in das Paketdepot zurückgebracht werden. Von dort werden sie entweder neuerdings zugestellt oder der Kunde holt sie selbst dort ab. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist auch die Retourenquote von 41%.

Das hat nicht nur ökologische (erhöhtes Verkehrsaufkommen), sondern auch ökonomische (Staus durch Lieferwagen, höhere Zustellungskosten) und soziale Folgen (geringere Lebensqualität aufgrund erhöhten Verkehrsaufkommens (Allen et al. 2000) oder ausbeuterische Arbeitsbedingungen (siehe [Dienstleistung 4.0](#) und [technische Arbeitsplatzüberwachung](#)). Verknüpft mit dem Trend, dass immer mehr Menschen in Städten leben, führt das auch dazu, dass das Stadtbild zusehends von Zustelldienstfahrzeugen geprägt ist. Konventionell angetriebene Klein-LKWs haben zudem eine besonders schlechte Klimabilanz (Gansterer 2016). Alternative Konzepte³, um damit umzugehen, sind zum Beispiel, dass die KonsumentInnen (vermehrt) in Paketabholstationen oder speziellen Paketsafes im Haus das Paket abholen kommen, oder innovative Zustellsysteme, wie zum Beispiel Lastenfahrräder,⁴ V-Feather-Fahrzeuge oder Drohnen (siehe dazu Thema [Lieferdrohnen](#)). Bei V-Feather-Fahrzeugen handelt es sich um Elektroautos,

¹ kmuforschung.ac.at/wp-content/uploads/2020/09/Praesentation-E-Commerce-2020.pdf.

² handelsverband.at/publikationen/studien/ecommerce-studie-oesterreich/ecommerce-studie-oesterreich-2021/.

³ emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJPDLM-02-2019-0048/full/html.

⁴ In Wien wurde von 2018 bis 2021 im Rahmen des Forschungsprojekts RemiHub getestet, wie Öffi-Flächen, in diesem Fall eine Busgarage, künftig als urbane Logistik-Hubs für die städtische Paketzustellung per Lastenfahrrad genutzt werden könnten (siehe futurezone.at/science/wie-oeffi-garagen-das-groesste-problem-der-paketzustellung-loesen-koennen/400577417) Dadurch würde die „letzte Meile“ kürzer und könnte mit umweltfreundlicheren Zustellmethoden bewirtschaftet werden.

die modular aufgebaut sind. Die Fahrerkabine kann sich an verschiedene Frachtmodule andocken (Kühlwagen, Gefahrgut, Paketwagen etc.) (Slabinac 2015). Das Beratungsunternehmen McKinsey hat gemeinsam mit dem World Economic Forum 2021 am Modell Japans untersucht, welche Zustelloptionen die Nachteile des gestiegenen Verkehrsaufkommens am besten ausgleichen könnten. Dabei hat sich gezeigt, dass Fahrzeuge mit Elektro- oder Wasserstoffantrieb die größte Einsparung beim CO₂-Ausstoß verursachen könnten, wohingegen die Zustellung mit Lieferrobotern das größte unerforschte Potential hätte.⁵

Abgesehen von der Problematik der Letzten Meile, sind auch neue Lösungen für Verpackungssysteme notwendig, denn bis jetzt sind die Versandverpackungen so gestaltet, dass man sie im Restmüll oder Altpapier deponiert anstatt wieder zu verwenden. Es gibt bereits Lösungsansätze dazu, wie zum Beispiel die Nutzung von biologisch abbaubaren Verpackungsmaterialien (siehe dazu Thema [Biobasierte Zukunftsmaterialien](#)), jedoch hat sich das noch nicht breit durchgesetzt. Da Lieferdienste auch in Zukunft weiter zunehmen werden, besteht sowohl für F&E als auch die Politik ein Handlungsbedarf, innovative Lösungen zu entwickeln und zu fördern.

Zitierte Quellen

- 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.
- Gansterer, M., 2016, *Der urbane Gütertransport der Zukunft ist emissionsfrei*, Bräuhausgasse 7-9, 1050 Wien: VCÖ, <https://www.vcoe.at/files/vcoe/uploads/News/VCOe-Factsheets/2013-2017/2016-02%20-%20Der%20urbane%20Guetertransport%20der%20Zukunft%20ist%20emissionsfrei/VCO%CC%88-Factsheet%20Urbaner%20Gu%CC%88tertransport.pdf>.
- KMU Forschung Austria, 2017, E-Commerce-Studie Österreich 2017 Konsumentenverhalten im Distanzhandel.
- 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.

⁵ mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/efficient-and-sustainable-last-mile-logistics-lessons-from-japan.

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 können Speichertechnologien sein, die Energieüberschüsse zwischenspeichern, bis sie verwendet werden. Solche Energie-Zwischenspeicher¹ 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 (i.d.R. niedrige Strompreise, geringe untertägige Preisunterschiede) als prekär zu bezeichnen.² 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. 2021). 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 erschließen.³ 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 zeigt:⁴ Die Firma TESLA hat Batteriespeichersysteme kurz nach dem Hurrikan Maria, der dazu führte, dass 97% von Puerto Rico ohne Stromversorgung waren, zur Verfügung gestellt. Somit konnten zumindest die kritischen Infrastrukturen aufrechterhalten werden.

¹ Genaugenommen kann elektrischer Strom nicht gespeichert werden, sondern nur in eine andere Energieform umgewandelt und bei Bedarf rückverstromt werden.

² tugraz.at/fileadmin/user_upload/Events/Eninnov2012/files/pr/PR_Kloess.pdf.

³ isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2016/Energiespeicher-Monitoring-2016.pdf.

⁴ futurism.com/tesla-is-shipping-hundreds-of-powerwall-batteries-to-puerto-rico/.

Auch österreichische Entwicklungen sind hier zu verzeichnen, etwa die Energiezelle „Johann“ zur saisonalen Energiespeicherung via Wasserstoff, entwickelt vom GreenEnergyLab.⁵ Der Energieverlust ist wegen der Nutzung der Abwärme bei 10%.

In Österreich sind Energiespeicher seit einigen Jahren sowohl in F&E als auch zuletzt in der Politik zu einem wichtigen Thema geworden. Der Klima- und Energiefonds (KLIEN) hat mit der „Speicherinitiative“⁶ ab Herbst 2015 eine Aufbereitung des Themas mit umfassender Stakeholder-Beteiligung geleistet. Diese Ergebnisse sind mittlerweile in zahlreiche technische F&E-Projekte, gefördert durch den KLIEN, gemündet. 2018 wurde für das BMVIT die Technologie-Roadmap „Energiespeichersysteme in und aus Österreich“ erarbeitet (Friedl et al. 2018). Das Parlament hat in der Folge die Arge ITA-AIT Parlament mit einer Überblicksstudie zu diesem Thema aus Perspektive von Foresight und Technikfolgenabschätzung beauftragt (Ornetzeder et al. 2019). Die „Speicherinitiative 2.0“ legte im Jänner 2022 ihren Ergebnisbericht vor und stellt Handlungsempfehlungen und Umsetzungsmaßnahmen in verschiedenen Bereichen vor, von der Gesetzgebung bis zur zukünftigen F&E-Politik.

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://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X17302815).
- 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.
- Ettwein, F., Leonhartsberger, K., Wychera, R., 2022 (Januar), *Die Speicherinitiative des Klima- und Energiefonds. Ergebnisbericht der Phase 2*, KLIEN: Wien, speicherinitiative.at/wp-content/uploads/sites/8/2022/02/Endbericht_Speicherinitiative_2022.pdf.
- Friedl W., Wilk V., Popp H., Kubeczko K., 2018, Technologie-Roadmap „Energiespeichersysteme in und aus Österreich“, Klima- und Energiefonds (Herausgeber), Wien.
- Ornetzeder, M., Bettin S., Wasserbacher, D., Weber, M., & Nentwich, M. (2019). Zwischenspeicher der Zukunft für elektrische Energie Endbericht (p. 102). ITA-AIT: Wien, epub.oew.ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-9.pdf.
- Zhang, Z., et al., 2021, A review of technologies and applications on versatile energy storage systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 148, 111263 [sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121005505](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121005505).

⁵ greenenergylab.at/projects/energiezelle-johann/.

⁶ speicherinitiative.at.

Grüne Wasserstoffproduktion 2.0

Die nächste Generation der Hochtemperatur-Elektrolyse zur Erzeugung von Wasserstoff verspricht gesteigerte Effizienz und Nachhaltigkeit. Dabei wird Wasserstoff mittels Hochtemperatur-Elektrolyse bei 800°C gewonnen (Power-to-Gas-Technologie) und in Festoxidzellen (rSOEC – reversible Solid Oxide Electrolysis Cell) gespeichert. Die rSOEC-Technologie ermöglicht eine zweifache Art der Nutzung einer Wasserstoffproduktionsanlage: einerseits kann Wasserstoff produziert und gespeichert werden, andererseits kann die Anlage innerhalb kurzer Zeit von Wasserstoff auf Strom- und Wärmeproduktion umgestellt werden. Zu den Vorteilen des neuen Verfahrens zählen dabei der höhere Wirkungsgrad von Hochtemperatur-Brennstoffzellen bei der Wasserstofferzeugung (>50 Prozent), die mögliche Verwendung von unedleren und kostengünstigeren Materialien als für Niedrigtemperatur-Brennstoffzellen, und die Rolle der Speichertechnologie zum Ausgleich von Angebots-/Nachfrageschwankungen, v. a. im Hinblick auf punktuelle Überschüsse aus erneuerbarer Energieproduktion. Mithilfe der rSOEC-Technologie kann in weiterer Folge ein Synthesegas erzeugt werden, dessen chemische Eigenschaften sehr gezielt einstellbar sind. Diese maßgeschneiderten Kraftstoffe verbrennen in Motoren und Turbinen quasi schadstoff- und rückstandsfrei. Derzeit befindet sich die Technologie in der Testphase. Das deutsche Unternehmen Sunfire hat 2019 eine Pilotanlage in Betrieb genommen¹ und das Forschungszentrum Jülich beforscht den Lebenszyklus der neuen Hochtemperatur-Brennstoffzellen (Frey et al. 2018). Wie eine Analyse von Forschungsprojekten, Patenten und Publikationen zeigt, erweckt die grüne Wasserstoffproduktion zunehmendes Interesse bei verschiedenen Akteursgruppen (Lösch et al. 2020). Das zukünftige Potenzial der Technologie steht eng in Zusammenhang mit gegenwärtigen Veränderungsprozessen in den Energiesystemen und mit Energieeffizienzmaßnahmen, wie z. B. der Dekarbonisierung der Stahl- und Chemieindustrie.

Zitierte Literatur

- Frey, C. E., Fang, Q., Sebold, D., Blum, L. und Menzler, N. H., 2018, A Detailed Post Mortem Analysis of Solid Oxide Electrolyzer Cells after Long-Term Stack Operation, *Journal of The Electrochemical Society* 165(5), F357-F364.
- Lösch, O., Zesch, G., Prof. Dr. Jochem, E., Schmoch, U. und Ashley-Belbin, N., 2020, *Bewertung der Hochtemperaturelektrolyse zur Herstellung von grünem Wasserstoff für die Anwendung in der Grundstoffindustrie.*

¹ sunfire.de/de/unternehmen/news/detail/naechste-generation-der-hochtemperatur-elektrolyse-gestartet.

Plus-Energie-Quartiere: Zukunft der lokalen Energieversorgung?

Neue Energielösungen für Städte und Stadtviertel sind dringend nötig. In Europa und Österreich werden daher sogenannte Plus Energie Quartiere als zukunftsfähige Ansätze zur Umsetzung der klima- und energiepolitischen Ziele betrachtet. Dementsprechend wird im Umsetzungsplan der österreichischen Energieforschungsinitiative in der Klima- und Energiestrategie deren Entwicklung als Mission festgelegt und soll bis 2025 in drei Modellstädten realisiert und getestet werden¹. Schon jetzt gibt es Forschungsförderungsprogramme in Österreich² und in Europa³, um Planung, Aufbau und Betrieb von Plus-Energie-Quartieren (PED – Positive Energy Districts) voranzutreiben. Ein Plus-Energie-Quartier ist ein Gebiet mit einer jährlichen lokalen Überschussproduktion erneuerbarer Energien, einem jährlichen Netto-Nullenergieimport und Netto-Null-CO₂-Emissionen.⁴ Gleichzeitig sollen die so aufgewerteten Stadtviertel lebenswert, leistbar und inkludierend sein. Ausreichende Erzeugung erneuerbarer Energie, Steigerung der Energieeffizienz und die bestmögliche Flexibilität in der Energienutzung sind die drei Säulen der Energiestrategie. Durch entsprechende Optimierung sollen lokal sogar Energieüberschüsse in ein städtisches bzw. regionales Energiesystem integriert werden können und Energieimporte zur Wahrung der Versorgungssicherheit minimiert werden. Ein wirtschafts- und innovationspolitisches Ziel ist es, durch Replizieren derartiger urbaner Gebiete Österreich bzw. Europa zum globalen Vorbild für die Dekarbonisierung zu machen und vom damit verbundenen Know-how langfristig auch ökonomisch zu profitieren. Für die Entstehung von Plus Energie Quartieren braucht es eine enge Kooperation zwischen Politik (insbesondere Stadt-, Energie- und Klima-, Sektor- sowie Forschungs- und Innovationspolitik), städtischen Verwaltungen, Infrastrukturbetreibern, Industrie, Forschungsorganisationen und zivilgesellschaftlichen Akteuren. Gemeinsame Visionen einer nachhaltigen Urbanisierung, die von den oben genannten Akteursgruppen und Stakeholdern geteilt werden, sollen dabei die Basis einer orchestrierten Anstrengung zur Realisierung von PEDs bilden. Die Umsetzung erfordert die Interaktion und Kollaboration aller Akteure, einschließlich der NutzerInnen, sowie das Zusammenspiel zwischen den technologischen Komponenten der Gebäudeinfrastrukturen und des regionalen Energie- sowie Mobilitätssystems, gestützt durch intelligente Informations- und

¹ BMVIT 2019: Umsetzungsplan zur Energieforschungsinitiative in der Klima- und Energiestrategie, BMVIT in Kooperation mit WKO und Klima- und Energiefonds. [ikes-umsetzungsplan.at](https://www.ikes-umsetzungsplan.at).

² ffg.at/stadt-der-zukunft-programmlinie.

³ jpi-urbaneurope.eu/ped/.

⁴ Der Referenzrahmen legt die Definition und Funktion von PEDs fest und dokumentiert darauf bezogene nationale Konsultationen und Diskussionen, siehe jpi-urbaneurope.eu/wp-content/uploads/2020/04/White-Paper-PED-Framework-Definition-2020323-final.pdf.

Kommunikationslösungen. Die erforderlichen komplexen Innovations- und Planungsprozesse können in Living Labs und Reallaboren stattfinden.

Durch die Wahl von Technologien und Geschäftsmodellen, die Klärung von Eigentumsverhältnissen sowie durch institutionelle Rahmenbedingungen, die die Handlungsspielräume der beteiligten Akteure festlegen, können fruchtbare Pfadabhängigkeiten geschaffen und Risiken determiniert werden. Regulatorische Experimentierräume (siehe [Regulatorische Experimentierräume](#)) und die Nutzung neuer Finanzierungsmodelle könnten Österreich eine führende Position in diesem Bereich verschaffen und dadurch auch entscheidende Wettbewerbsvorteile bewirken. Allerdings herrschen unausgewogene Machtverhältnisse zwischen den verschiedenen Stakeholdern vor, die durch ein Übergewicht von Akteuren aus Industrie, Verwaltung und Politik gekennzeichnet sind. Die Stärkung zivilgesellschaftlicher Akteure in ihrer umfassenden Rolle als BürgerInnen und die aktive Einbindung von Menschen in ihren unterschiedlichen Rollen als BewohnerInnen, MieterInnen, EigentümerInnen, NutzerInnen oder ProduzentInnen von Energie (z. B. durch lokale Energiegemeinschaften) in die entsprechenden Governance-Prozesse wäre empfehlenswert und könnte langfristig zur Erhöhung der gesellschaftlichen Akzeptanz von Plus-Energie-Quartieren beitragen und Umsetzungsrisiken minimieren.

Straße in die Zukunft: Smarte Infrastruktur?

Die Straße der Zukunft ist gepflastert mit speziellen Solarzellen, die integriert in die Straßenoberfläche Strom erzeugen. Um Straßenneubau zu vermeiden, können die Solarzellen kostengünstig einfach aufgeklebt werden und sind robust genug, auch schweren LKWs standzuhalten. Mithilfe von selbstreinigenden und selbstheilenden Supermaterialien können Beeinträchtigungen der Solaroberfläche durch Schmutz oder mechanische Einwirkung vermieden werden (siehe dazu auch [Intelligente Oberflächen](#)). Der erzeugte Strom wird zukünftig unmittelbar über kabellose Ladeplatten, die an der Straßenoberfläche angebracht werden können, in die Elektroautos übertragen. Die dazu notwendige Technologie liefert das österreichische Start-up Easelink mit dem massentauglichen Matrix-Charging-System, das gegenwärtig weiterentwickelt, getestet und für den Einsatz in Städten vorbereitet wird.¹ Diese Vision der Solarstraße wird bereits in mehreren Ländern erprobt: in den Niederlanden gibt es seit 2014 einen Solarradweg²; in Frankreich wurde 2016 eine 1 km-lange Solarstraße getestet und in China wurde 2017 die größte Solarstraße der Welt (1,8 km)³ eröffnet. Während Solarradwege erste Erfolge in Hinblick auf die erzeugte Energie verbuchen (erwarteter Jahresertrag 50 bis 70 kWh pro m², tatsächlicher Jahresertrag 73 kWh pro m²), erweisen sich Solarstraßen in mehrfacher Hinsicht als Flop. Sie erzeugen weniger Energie als erwartet (was vor allem der horizontalen Lage der Solarmodule und der Abschattung durch Fahrzeuge zuzuschreiben ist), was wiederum negativ auf die Preis-/Leistungsrelation wirkt. Darüber hinaus sind Solarstraßen schadensanfälliger und lärmintensiv; je nach Oberflächenbeschaffenheit der neuartigen Straßenbeläge können auch Sicherheitsprobleme bspw. in Hinblick auf Rutschfestigkeit auftreten.⁴ Eine weitere Herausforderung im Zusammenhang mit smarter, zukünftiger Mobilitätsinfrastruktur tritt derzeit in Österreich besonders deutlich zutage: die Entsorgung von Elektroautos ist problematisch (siehe [Zukunft der Batterieentsorgung](#)). Der Fall eines ausgebrannten Tesla⁵, der wochenlang nicht entsorgt werden konnte, da niemand die Verantwortung für die Entsorgung der großen Lithium-Ionen-Akkus die als Sondermüll gelten, übernehmen wollte, ist ein eindrückliches Beispiel. Das bei der großräumigen Einführung von neuer, smarter Infrastruktur ein Prozess zur Antizipation zukünftiger Herausforderungen sinnvoll ist, nicht zuletzt, um Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten vorab auszuloten, liegt auf der Hand.

¹ derstandard.at/story/2000110982379/wie-man-elektroautos-in-zukunft-laden-koennte.

² spiegel.de/reise/aktuell/solarradweg-in-den-niederlanden-solarzellen-unter-den-reifen-a-998080.html.

³ geo.de/natur/oekologie/20108-rtkl-energie-china-entsteht-die-groesste-solarstrasse-der-welt-was-kann-sie.

⁴ theconversation.com/solar-freakin-roadways-why-the-future-of-this-technology-may-not-be-so-bright-51304.

⁵ derstandard.at/story/2000111333258/posse-um-entsorgung-von-unfall-tesla-in-tirol-nach-sechs.

Mobilitätsplattformen: Treiber der grünen Verkehrswende oder digitale Datensammler?

Seit 2017 gibt es in Wien eine App mit dem Namen WienMobil¹, die Mobilitätsangebote der Stadt in Echtzeit verbindet. Dazu gehören öffentliche Verkehrsmittel, Bus und Fahrrad, ebenso Fußwege und Car-Sharing-Angebote. Auf den ersten Blick eine bestechende Idee, wenn es darum geht, den Stadtverkehr klimaneutral und effizient zu gestalten. Grund genug zu fragen, ob solche Echtzeit-basierten, integrierten Verkehrsangebote die Mobilität in der Stadt wirklich intelligenter und nachhaltiger machen.

Integrierte Mobilitätsplattformen sind Apps, die unterschiedliche Verkehrsangebote einer Stadt vereinen und BürgerInnen mögliche Wege von A nach B vorschlagen. Auf der Grundlage von Echtzeit-Information zu Stau, Verfügbarkeit, Ladestand u.v.m. berechnen Algorithmen individuelle Reiserouten. Die App-NutzerInnen können Routenvorschläge miteinander vergleichen und die jeweils günstigste, klimaneutralste, schnellste oder einfach die bevorzugte Variante wählen. Je nachdem, von welchen Akteuren und in welchem Kontext die Plattformen entwickelt wurden, bieten sie unterschiedliche Funktionen und Services. Das wirtschaftliche Potenzial von Mobilitätsplattformen ist für die Betreiber hoch: Das Geschäftsmodell basiert auf den kostenpflichtigen Vermittlungsdiensten, d. h. Verkehrsunternehmen und andere Anbieter bezahlen den Plattformen Gebühren für das Anbieten ihrer Mobilitätsdienstleistungen. Viel wesentlicher ist jedoch der umfassende Zugang zu den wertvollen Bewegungsdaten ihrer NutzerInnen: BürgerInnen, die Dienste von Mobilitätsplattformen nutzen, stellen ihre Daten für neue Geschäftsmodelle privater Unternehmen kostenlos zur Verfügung.

Welches zukünftige Potenzial haben integrierte Mobilitätsplattformen? Zunächst einmal könnten sie die Möglichkeiten sich multimodal fortzubewegen und individuell Mobilitätsdienstleistungen in Anspruch zu nehmen – vergleichbar mit der Verfügbarkeit eines eigenen Autos – verbessern. Erste Anwendungen zeigen jedoch, dass das Setzen bestimmter Präferenzen in einer App dazu führen kann, dass bestimmte Mobilitätsformen und Alternativen gar nicht mehr vorgeschlagen werden. Auch bleibt die Frage aufrecht, wie NutzerInnen in Anbetracht der Verfügungsmacht privater, internationaler Anbieter Souveränität über ihre Bewegungsdaten erhalten bzw. wie die generierten Bewegungsdaten unter Einhaltung von Datenschutz und Garantie von Privatsphäre zum Vorteil der Gesellschaft genutzt werden können.²

¹ wienlinien.at/wienmobil-app.

² Gerade in Krisenzeiten haben Bewegungsdaten hohen Stellenwert, siehe z. B. wienzeitung.at/nachrichten/wirtschaft/international/2057415-Mobilitaetstrendswandern-ins-Netz.html; sciencemediacenter.de/alle-angebote/rapid-reaction/details/news/verwendung-von-bewegungsdaten-der-bevoelkerung-zur-eindaemmung-von-covid-19/.

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 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 (auch „Logistikdrohnen“ genannt). 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 Lüfte¹ zu liefern (siehe auch Thema „[Letzte Meile](#)“), vermutlich in Kombination mit Klein-Lkws (Moshref-Javadi et al. 2019) oder sogar Zügen (Huang et al. 2020). Der Nutzen für die 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

*große Nutzen-
Erwartungen*

¹ Jüngst wurde auch von autonomen Paketbooten in Berlin berichtet, [zeit.de/2022/43/autonome-schiffahrt-berlin-a-swarm-paketboote](https://www.zeit.de/2022/43/autonome-schiffahrt-berlin-a-swarm-paketboote).

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.

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 muss 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.² Darüber hinaus muss auch die nötige Infrastruktur am Boden bereitgestellt werden, etwa Landeplätze.

Die rechtlichen Voraussetzungen für autonom fliegende Drohnen sind in Europa mittlerweile vereinheitlicht. Das sogenannte EU-Drohnenregulativ³ ist seit Ende 2020 in Kraft. Lieferdrohnen sind demnach jedenfalls zulassungspflichtig, da Menschen überflogen würden. Dabei muss eine spezifische Risikobewertung durch die Zulassungsbehörde durchgeführt werden. Soweit erkennbar, sind die europäischen Regelungen weiterhin nicht auf autonome Flüge ausgerichtet. Damit ist auch 2021 ein guter Zeitpunkt, darüber nachzudenken, in welchem Umfang autonome Lieferflüge, insbesondere im Stadtgebiet überhaupt möglich gemacht werden sollen.

*drei mögliche Szenarien
einer Zukunft mit
Lieferdrohnen*

Es können zumindest drei 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.⁴ (2) In einem zweiten Szenario

² Die deutsche Firma EmQopter behauptet auf ihrer Website, dass sie die Herausforderungen umfassend gemeistert hätte, emqopter.de/de/lieferdrohne.php. Ähnlich der Sensorenhersteller Blickfeld LiDAR, blickfeld.com/de/blog/lieferdrohnen-mit-lidar/.

³ Durchführungsverordnung (EU) 2019/947 der Kommission vom 24. Mai 2019 über die Vorschriften und Verfahren für den Betrieb unbemannter Luftfahrzeuge (EU) 2019/947, eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947.

⁴ Im Herbst 2020 hat die US-Luftfahrtbehörde jedoch Amazon und anderen Unternehmen erlaubt, als Luftfahrtunternehmen zu agieren, womit die Paketlieferung durch die Luft einen Schritt näher gerückt sein dürfte, futurezone.at/digital-life/amazons-lieferdrohnen-stehen-kurz-vor-us-start/401017532. Amazon hat aber bislang noch keinen Regelbetrieb aufgenommen, heise.de/news/Prime-Air-Amazons-Lieferdrohnen-kommen-einfach-nicht-vom-Fleck-6669737.html, es wird aber weiterhin angekündigt, winfuture.de/news/130181.html, und das Projekt „Paketcopter“ von DHL wurde wieder eingestellt, welt.de/wirtschaft/article233009115/Ende-des-DHL-Paketkopters-Doch-Wingcopter-glaubt-an-die-Lieferdrohne.html.

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.⁵ (3) In spärlich bewohnten Weltgegenden könnten flugzeugähnliche Langstrecken-transportdrohnen mit größerer Nutzlast als Alternative zu pilotierten Flugzeugen zum Einsatz kommen.⁶

Eine erste Abschätzung bzw. vorläufige Themensammlung (ITA 2018) vor dem Hintergrund der ersten 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:

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 müssten durchgeführt werden. Eine deutsche Untersuchung des Energieverbrauchs (Kirschstein 2020) kam zum Ergebnis, dass Drohnen in Summe deutlich mehr Energie verbrauchen als E-Lkw-Flotten.

*Sicherheit und
Umweltaspekte*

Bekannt aus der Diskussion zu autonomen Kraftfahrzeugen stellen sich auch bei autonomen Drohnen ähnliche Fragen, da vorab programmierte Algorithmen im Fall von Unfallsituationen Entscheidungen treffen müssen, die ethisch begründet werden müssen. Weiters stellt sich etwa die Frage, ob dieser Service für alle offen sein muss.

ethische Fragen

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 relativ 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*

⁵ Der angebliche größte kommerzielle Drohnenlieferdienst wird in mehreren afrikanischen Staaten südlich der Sahara mit tausenden Geräten der Fa. Wingcopter aufgebaut, golem.de/news/lieferdrohnen-wingcopter-erhaelt-grossauftrag-fuer-afrika-2205-165516.html.

⁶ Darauf zielt die Wiener Neustädter Entwicklung von TROGON ab, siehe noe.orf.at/stories/3176514/.

**Privatsphäre und
Missbrauch**

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 Schmuggel⁷ bis zu terroristischen Absichten.⁸ Missbrauch ist schwierig unter Kontrolle zu bringen.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

**österreichische
Drohnenhersteller,
Forschungs-
einrichtungen und
Pilotversuche**

In Österreich gibt es eine Reihe von Drohnen-Herstellern (z. B. Schiebel, Stromkind, Austrodrone, 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 testete hierzulande Drohnen und auch die Österreichische Post hat in Graz 2017 einen groß angelegten Pilotversuch durchgeführt. Im Oktober 2022 wurde vom Jungfernflug eines Modells einer Langstreckentransportdrohne TROGON, die an der FH Wr. Neustadt (Studiengang Aerospace Engineering) konstruiert wird, berichtet.⁹

Das Thema ist seit ca. fünf 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 „drohnen-fit“ gemacht werden; der Bereich KonsumentInnen- und Privatsphärenschutz untersucht werden; eventuell das Steuer- bzw. Abgabenrecht angepasst werden; sowie wirksame Mechanismen zur Rechtsdurchsetzung gefunden werden.

EU-Verordnung in Kraft

Auf EU-Ebene trat Ende 2020 auf Basis von Vorschlägen der European Aviation Safety Agency (EASA)¹⁰ eine entsprechende EU-Verordnung in Kraft, die allerdings für das autonome Fliegen im Stadtgebiet kaum Regeln beinhaltet (siehe oben).

⁷ Z. B. [washingtontimes.com/news/2017/aug/20/mexican-drug-cartels-using-drones-to-smuggle-heroin/](https://www.washingtontimes.com/news/2017/aug/20/mexican-drug-cartels-using-drones-to-smuggle-heroin/).

⁸ Ein aktuelles Beispiel aus den USA: [bbc.com/news/technology-44003860](https://www.bbc.com/news/technology-44003860).

⁹ fhwn.ac.at/studiengang/master-aerospace-engineering#perspectives.

¹⁰ easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas/drones-regulatory-framework-background; easa.europa.eu/document-library/opinions/opinion-012018.

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.

Zentrale weiterführende 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.
- Huang, H., Savkin, A.V., Huang, C. (2020) A New Parcel Delivery System with Drones and a Public Train, Journal of Intelligent & Robotic Systems Vol. 100, 1341–1354.
- ITA (2018), Delivery drones from a technology assessment perspective. Überblicksbericht. Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung, pub.oew.ac.at/ita/ita-projektberichte/2018-01.pdf.
- Kirschstein, T. (2020), Comparison of energy demands of drone-based and ground-based parcel delivery services, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 78, January, sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920919309575.
- Moshref-Javadi, M., Ahmad Hemmati, A., Winkenbach, M. (2019) A truck and drones model for last-mile delivery: A mathematical model and heuristic approach, Applied Mathematical Modelling Vol. 80, April, 290-318.

Mikroplastik – Abrieb der Zivilisation

Zusammenfassung

Mikroplastikverschmutzung ist weit mehr als ein Meeresverschmutzungsproblem, nachdem Mikroplastik weltweit auch in Ackerböden, Städten, Flüssen, der Atmosphäre, im Eis der Antarktis und im menschlichen Darm gefunden wird. Mikroplastik wird entweder in industriellen Prozessen hergestellt, etwa in Form von Pellets zur Weiterverarbeitung, oder entsteht durch mechanische Zerkleinerung und Verwitterung von Plastikprodukten, z. B. Reifenabrieb. Die meisten Plastikarten sind so gut wie nicht oder nur sehr langsam biologisch abbaubar, damit akkumuliert sich bei weltweit zunehmender Plastikproduktion auch die Mikroplastikbelastung der Umwelt. Plastik enthält Weichmacher, die hormonell wirksam sind. Krankheitserreger sowie krebserregende Schadstoffe lagern sich konzentriert an Mikroplastikpartikeln ab. Sie werden von Tieren gefressen und sogar von Pflanzen aufgenommen und gelangen so in die menschliche Nahrungskette.

Überblick zum Thema

Meeresverschmutzung durch Mikroplastik ist seit Ende der 1960er-Jahre bekannt. Frühe wissenschaftlichen Studien zeigten die Verbreitung von sich immer weiter zerkleinernden Mikroplastikpartikeln in Meeren und dass sich an deren Oberfläche Schadstoffe wie PCB in hoher Konzentration ablagern, die dann von Fischen oder Meeresvögeln gefressen werden und so auch in die menschliche Nahrungskette gelangen. Primäres Mikroplastik wird in industriellen Prozessen hergestellt oder entsteht während der Nutzung von Plastikprodukten, während sekundäres Mikroplastik durch mechanische Zerkleinerung und Verwitterung von (Makro-)Plastikprodukten nach Ende ihrer Nutzungsphase entsteht. Mikroplastikgranulat wird in Form kleine Pellets bis zur Größe von wenigen Millimetern, als Rohstoff zur Fertigung von Plastikprodukten hergestellt. Dieses Rohmaterial wird oft unbeabsichtigt bei der Herstellung als auch beim Transport verschüttet und so an die Umwelt abgegeben und wird deshalb häufig in der Nähe von Kunststoffproduktionsstätten und Laderampen in erhöhter Konzentration gefunden (Karlsson et al. 2018). Mikroplastikgranulat wird auch in kosmetischen Produkten wie Duschgels, Peelings oder Zahnpasta eingesetzt. Verglichen mit anderen Quellen sind Mikroplastikemissionen aus Kosmetika eine relativ niedrige Belastung, da die Kügelchen aber besonders klein und leicht sind, können sie relativ einfach Kläranlagen passieren und damit in Flüsse und Ozeane gelangen (Ziajahromi et al. 2017). Auf EU-Ebene steht die Entscheidung über die von der ECHA vorgeschlagene Beschränkung von absichtlich zugesetztem Mikroplastik in Produkten kurz bevor.¹

*Mikroplastik in Meeren
seit der 60er-Jahren
bekannt*

*Unterscheidung zweier
Arten von Mikroplastik*

*primäres Mikroplastik
aus industrieller
Herstellung als Rohstoff
und in Kosmetika [Typ A]*

¹ echa.europa.eu/de/hot-topics/microplastics.

*primäres Mikroplastik
durch Abrieb während
der Nutzung [Typ B]: vor
allem Transportsektor*

Primäres Mikroplastik vom Typ B macht den Großteil des emittierten primären Mikroplastiks aus (ca. 90 %). Es entsteht während der Nutzung verschiedener Kunststoffprodukte. Reifenabrieb wird hier als die größte Quelle eingeschätzt, gemeinsam mit Asphalt und Straßenmarkierungsabrieb ist damit der Transportsektor für mehr als 50 % der primären Emissionen verantwortlich (Bertling et al. 2018). Andere Quellen sind Baustellen, Landwirtschaft, Sportplätze, Schuhsohlen und Plastikverpackungen. Mikrofasern aus synthetischer Kleidung, die beim Waschen freigesetzt werden, sind eine weitere wichtige Quelle. Sie machen zwar nur geschätzt 3 % der primären Mikroplastikemissionen aus (Bertling et al. 2018), sind gleichzeitig aber ein großer Teil (35 %) des Mikroplastiks, das in marinen Ökosystemen gefunden wird (Henry et al. 2019). Diese hohen Konzentrationen von Fasern sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass sie aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften nur sehr schlecht von Kläranlagen zurückgehalten werden. Auch die in der Luft befindlichen Fasern werden wahrscheinlich von synthetischer Kleidung und weichen Möbeln und Teppichen freigesetzt (Abbasi et al. 2019). Sekundäres Mikroplastik entsteht vor allem durch Verwitterung und Fragmentierung von makroplastischen Produkten in der Umwelt (Bertling et al. 2018). Verwitterung wird durch UV-Einstrahlung, Oxidation, mikrobielle Aktivität und mechanischen Abrieb, etwa durch Wellen-, Wind- oder Bodenbewegungen hervorgerufen (Liebmann 2015). Am effektivsten ist die Zerkleinerung aber an Stränden durch Brandung, Sandbewegungen und UV-Licht. An Land wird geworfener Plastikmüll zu einer Quelle von Mikroplastik, die Datenlage hierzu ist aber schwach. Diese Klassifizierung in primäres Mikroplastik Typ A und B sowie sekundäres Mikroplastik ist sinnvoll, um die Emissionen mit Quellen und Verantwortlichkeiten zu verbinden. Die Quellen von primärem Mikroplastik gehören noch jemandem, während die Quellen von sekundärem Mikroplastik in der Regel niemandem mehr zuzuordnen sind.

*Mikrofasern in Wasser
und Luft*

*sekundäres
Mikroplastik:
Fragmentierung nach
Ende der
Nutzungsphase*

*Möglichkeit,
Verantwortlichkeiten zu
klären*

*Mikroplastik weltweit in
allen Ökosystemen
verbreitet*

Mikroplastik ist weltweit in den meisten Bereichen der Umwelt zu finden, es ist einer der am weitesten verbreiteten Schadstoffe im Meer (Chen et al. 2019) und sogar in Krebsen in über 10.000 m Meerestiefe nachgewiesen. Nachdem sich Mikroplastik in allen Meeren und an Stränden auf der ganzen Welt nachweisen lässt, kamen in den letzten Jahren Nachweise für Vorkommen in Flüssen und Seen dazu. Auch im Trinkwasser ist Mikroplastik omnipräsent (Danopoulos et al. 2020). Mikroplastik wurde ebenso in erheblichen Mengen in der Atmosphäre gefunden, in der Antarktis (Waller et al. 2017), im Straßenstaub sowie im Darm von Tieren und Menschen. Über Transportprozesse und -wege gibt es derzeit trotzdem noch relativ wenig gesicherte Daten, abgesehen davon, dass Wind- und Wassertransport eine wichtige Rolle spielen. Es gibt einige Ansätze gewässer von Mikro- und Makroplastik zu befreien, darunter Mikrobläschen aus Luft², schwimmende Barrieren^{3,4}, Filter für den Hausgebrauch⁵, Wasch-

² sprind.org/de/projekte/roland_damann.

³ seadefencesolutions.com/.

⁴ theoceancleanup.com/updates/transition-to-system-03-begins/.

maschinenbeutel⁶, oder Filtersysteme für den Straßenablauf⁷. Diese sollte jedoch eher als Notlösungen betrachtet werden, da sie die Ursache der Plastikverschmutzung nicht bekämpfen.

Aufmerksamkeit erhielt in letzter Zeit vor allem die Verbreitung in Ackerböden. Abrieb von in der Landwirtschaft eingesetzten Plastikplanen, in Plastik eingekapselter Kunstdünger und weggeworfener Müll sind Quellen für Mikroplastik. Weiters ist aber auch die Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen mitverantwortlich. Ein Teil der leichten Kunststoffpartikel schwimmt in Kläranlagen auf, wird gemeinsam mit Fett in den Faultrum gepumpt und kommt damit in den Klärschlamm. Mikroplastik kann je nach Konzentration Bodenparameter wie Feuchtigkeit, Belüftung sowie mikrobielle Aktivität und Zusammensetzung erheblich negativ beeinflussen. Die geplante vermehrte Verbrennung von Klärschlamm zum **Phosphorrecycling** könnte den Mikroplastikanteil verringern.

*auch Ackerböden
belastet*

In der Umwelt widerstehen die meisten Plastikarten dem Abbau durch Mikroorganismen, da diese die Polymere nicht verstoffwechseln können. Auch wenn Plastik physikalisch immer weiter zerkleinert wird, verschwindet es nicht und reichert sich immer mehr in der Umwelt an, zumindest im menschlichen Zeithorizont. Zwar werden auch vermehrt biologisch abbaubare Plastikarten entwickelt, ihr Anteil an der Gesamtplastikproduktion ist aber gering. Auch ist sogenanntes Bioplastik nicht mit „biologisch abbaubar“ gleichzusetzen. Bei dieser Art von Plastik geht es vor allem darum, dass als Ausgangsstoff nicht Erdöl, sondern ein nachwachsender Rohstoff wie Mais verwendet wird, die entstehenden Polymerketten sind damit aber nicht zwangsläufig schnell biologisch abbaubar. Das wird bei Produkten wie Lebensmittelbehältern auch nicht gewünscht. Das erste je patentierte Lebewesen war ein gentechnisch verändertes Bodenbakterium, das Ölprodukte abbauen kann.⁸ In diesem Forschungsbereich kommt es immer wieder zu Innovationen. Eine neue Studie ein Bakterium, das Polyethylen (PET) zum Energie- und Kohlenstoffgewinn zu in der Natur vorkommenden Monomeren zu spalten kann. Eine andere Hoffnung besteht darin, Kunststoffabfälle in wertvolle chemische Zwischenprodukte umzuwandeln, um so eine wirtschaftliche Nutzung gemischter Abfälle zu ermöglichen (Sullivan et al. 2022). Eine großflächige Anwendung auf das bestehende gravierende Mikroplastikproblem ist aber aus einer Vielzahl von technischen Gründen und nicht abschätzbaren Risiken und Folgen nicht absehbar.

*Nicht-Abbaubarkeit
vieler Plastikarten und
steigende Produktion*

*Plastikabbau durch
Bakterien nicht
absehbar*

⁵ br.de/kinder/schuelerin-entwickelt-mikroplastikfilter-100.html.

⁶ utopia.de/ratgeber/guppyfriend-wie-empfehlenswert-ist-der-waschbeutel-gegen-mikroplastik/.

⁷ umweltdialog.de/de/umwelt/plastik-muell/2022/Mikroplastikfilter-besteht-Dauertest.php.

⁸ US-Supreme Court: *Diamond v. Chakrabarty* (1980), Oyez, oyez.org/cases/1979/79-136.

<i>schädliche Auswirkungen Organismen, Populationen und Ökosysteme</i>	Mikroplastik kann mehrere schädliche Auswirkungen auf Menschen und andere Organismen, Populationen und ganze Ökosysteme haben, die mitunter sehr schwer abschätzbar sind (Bertling et al. 2018). Derzeit sind die Wissenslücken über mögliche Schäden enorm, da es in den verschiedenen Bereichen der Umwelt sehr viel verschiedene Einflussfaktoren gibt (Liebmann 2015). Gesicherte Aussagen lassen sich bezogen auf Meeresorganismen machen, weil diese am längsten und besten erforscht sind. Sobald Mikroplastik aufgenommen wird, kann es entweder aus dem Organismus ausgeschieden werden, wodurch keine dauerhafte Wirkung entsteht. Oder es verbleibt im Organismus, was zu lokalen Entzündungen führen, den toxikologischen Stress erhöhen, das Wachstum beeinträchtigen, Lebertätigkeit einschränken oder die Nahrungsaktivität verringern kann (Auta et al. 2017). Außerdem lagern sich persistente organische Schadstoffe, Schwermetalle und andere Umweltschadstoffe auf der wasserabweisenden Oberfläche des Mikroplastiks ab, einige von ihnen sind hoch krebserregend.
<i>Ausscheidung oder Gewebeentzündungen</i>	
<i>Oberfläche zieht Schadstoffe an</i>	
<i>hormonell wirksame Weichmacher</i>	Eine Vielzahl umweltbeständiger Chemikalien wie Pestizide oder PCB, die sich an Mikroplastikpartikeln ablagern, wirken im Hormonsystem wie das weibliche Sexualhormon Östrogen und können damit erhebliche gesundheitliche Auswirkungen haben. Das gilt auch für einige dem Plastik absichtlich zugesetzter Additive wie Weichmacher (Phthalate). Im Meer nehmen vor allem filtrierende Organismen wie Muscheln oder Plankton Mikroplastik auf. In Böden sind es beispielsweise Regenwürmer und sogar Pflanzen. Neben den schädlichen Folgen für diese Organismen akkumuliert sich Plastik im Nahrungsnetz, wenn sie gefressen werden. Auf diesem Weg gelangen Plastik und die Schadstoffe, die es transportiert, auch auf den menschlichen Teller. Der Mensch nimmt Mikroplastik durch Verschlucken, Einatmen und Absorption über die Haut auf, hier besteht eine große Wissenslücke hinsichtlich der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (Rahman et al. 2021).
<i>Akkumulation im Nahrungsnetz</i>	

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

<i>Datenlage für Österreich schlecht</i>	Die Datenlage für Mikroplastikemissionen und Belastungen in Österreich ist sehr schlecht, mit wenigen Studien. Wahrscheinlich kann von ähnlichen Größenordnungen wie in anderen europäischen Ländern ausgegangen werden. In Deutschland werden die Mikroplastikemissionen auf insgesamt 330.000 Tonnen pro Jahr oder 4 kg pro Kopf geschätzt (Bertling et al. 2018). Zwar gibt es erste Regulierungen wie das europaweite Verbot von Einweggegenständen aus Plastik (EP 2019), diese greift aber zu kurz, verbietet sie doch nur die zehn am häufigsten im Meer gefundenen Gegenstände, wie Wattestäbchen, Strohhalme oder Einweggeschirr. Da eine Reinigung der Umwelt von entstandenem Mikroplastik derzeit eigentlich nicht möglich ist, müssen andere Wege wissenschaftlich und politisch evaluiert werden. Ein Weg wäre die massive Reduktion der Plastikproduktion gepaart mit einer Überführung in eine vollständige Kreislaufwirtschaft. Aber auch hier bleiben die Emissionen großer Quellen wie der Reifenabrieb oder verlorenen Fischernetze bestehen. Hier könnten um-
--	--

weltfreundlichere Materialien gefördert werden. Voraussetzung einer besseren Risikobewertung ist auch die Einführung gemeinsamer Beprobungsstandards, zumindest in der EU (UBA 2020). Der im Mai 2022 veröffentlichte Nationale Aktionsplan Mikroplastik⁹ will in den nächsten Jahren Ziele der EU-Aktionspläne für Kreislaufwirtschaft sowie Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden und die EU-Plastikstrategie umsetzen. Bereits 2023 kann im Zuge des Zwischenberichts überprüft werden, wie ambitioniert diese Umsetzung erfolgt.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Es wird vorgeschlagen, zu diesem auch für Österreich höchst relevanten Thema – Böden, Luft und Gewässer sind betroffen – eine umfassende Foresight & TA-Studie unter Einbeziehung aller einschlägigen Fachbereiche Stakeholder und evtl. BürgerInnen durchzuführen, um eine fundierte Basis für eine vertiefte Auseinandersetzung mit einer Vielzahl möglicher Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen zu ermöglichen.

Zitierte Literatur

- Abbasi, S., et al., 2019, Distribution and potential health impacts of microplastics and microrubbers in air and street dusts from Asaluyeh County, Iran, Environ Pollut 244, 153-164, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30326387.
- Auta, H. S., Emenike, C. U. und Fauziah, S. H., 2017, Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions, Environ Int 102, 165-176, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28284818.
- Bertling, J., Bertling, R. und Hamann, L., 2018, Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik, Fraunhofer Umsicht.
- Chen, Q. Q., et al., 2019, Marine microplastics bound dioxin-like chemicals: Model explanation and risk assessment, Journal of Hazardous Materials 364, 82-90.
- Danopoulos E, Twiddy M, Rotchell JM (2020) Microplastic contamination of drinking water: A systematic review. PLOS ONE 15(7): e0236838. doi.org/10.1371/journal.pone.0236838.
- EP, 2019, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment, European Parliament, eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/HIS/?uri=COM%3A2018%3A340%3AFIN.
- Henry, B., Laitala, K. und Klepp, I. G., 2019, Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment, Science of the Total Environment 652, 483-494.
- Liebmann, B., Sexlinger K., 2020, Mikroplastik in der Umwelt. Statusbericht 2019. Wien, 2020, Reports, Band 0727, Hg. Umweltbundesamt, ISBN: 978-3-99004-547-348 S.

⁹ bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/kunststoffe/publikationen/aktionsplan-mikroplastik.html.

- Karlsson, T. M., et al., 2018, The unaccountability case of plastic pellet pollution, *Mar Pollut Bull* 129(1), 52-60, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29680567.
- Liebmann, B., 2015, Mikroplastik in der Umwelt. Vorkommen, Nachweis und Handlungsbedarf, BMLFUW.
- Rahman, A., et al., 2021, Potential human health risks due to environmental exposure to nano- and microplastics and knowledge gaps: A scoping review, *Science of The Total Environment* 757, 143872. sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720374039.
- Sullivan, K. P., et al., 2022, Mixed plastics waste valorization through tandem chemical oxidation and biological funneling, *Science* 378(6616), 207-211. doi.org/10.1126/science.abc4626.
- Waller, C. L., et al., 2017, Microplastics in the Antarctic marine system: An emerging area of research, *Sci Total Environ* 598, 220-227, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28441600.
- Ziajahromi, S., Neale, P. A., Rintoul, L. und Leusch, F. D., 2017, Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: Development of a new approach to sample wastewater-based microplastics, *Water Res* 112, 93-99, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28160700.

Vertrauenswürdige Blockchains

Zusammenfassung

Eine Blockchain ist eine dezentral organisierte Datenbank, die es ermöglicht, Transaktionen zwischen Akteuren – Privatpersonen, Unternehmen und öffentlichen 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 (siehe Thema [Fintechs – Revolution des Bankwesens?](#)). 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. Beratungsfirmen und Überblicksarbeiten verweisen auf immer neue Blockchain-Anwendungen (Zheng et al. 2018). Anwendungen zeigen sich im Sektor von Grundbüchern und Landverwaltung (Bennett et al. 2019).

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 grö-

ßere Rolle als in anderen Wirtschaftsbereichen spielen, wird die Technologie in diesem Bereich am stärksten diskutiert.¹

Smart Contracts

Die Funktionalität von Blockchains lässt sich erweitern. Eine der vieldiskutierten Erweiterungen sind *Smart Contracts*, die beim Zusammentreffen von bestimmten Bedingungen automatisch ausgeführt werden. Da diese Smart Contracts beliebig kompliziert sein können, die Komplexität von etablierten 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.² 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 (Boucher et al. 2017): Neben Währungen (siehe Thema [Digitaler Euro](#)) 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.³ Das Europäische Parlament hat Ende 2018 die Europäische Union und ihre Mitgliedstaaten aufgefordert, bei Normung und Sicherheit der Blockchain-Technologie eine Führungsrolle zu übernehmen und gemeinsam mit internationalen Partnern und Interessenvertretern die Voraussetzungen zur Einführung der Technologie im Bereich Handel und im Lieferkettenmanagement mit zu erarbeiten. Dabei geht es insbesondere um Anwendungen der Blockchain-Technologie auf dem Gebiet des internationalen Handels.⁴

¹ Siehe zur Parlamentsdiskussion:
parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVI/J/J_00382/index.shtml.

² deutschlandfunk.de/die-welt-veraendern-visionen-und-wahrheiten-aus-der-740.de.html?dram:article_id=378079.

³ aeon.co/essays/how-blockchain-will-revolutionise-far-more-than-money.

⁴ europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0407_DE.html.

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 werden⁵. Dies ist jedoch essentiell, um das Potenzial der Blockchain, institutionelles Vertrauen aufzubauen, auszuschöpfen.

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 von Kryptowährungen 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.

⁵ Wie z. B. den Schutz persönlicher Daten, vgl. Zyskind, et al. (2015), siehe auch heise.de/hintergrund/Auslegungssache-65-Datenschutz-in-der-Blockchain-7155841.html.

Seit Ende 2018 werden die interdisziplinären Kompetenzen im Bereich der Grundlagen und der Anwendung von Blockchain-Technologien in Österreich in dem COMET Zentrum (K1) des Austrian Blockchain Centers (ABC) gebündelt.⁶

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. Weiterhin klärungsbedürftig ist zum einen, wie stark sich die Blockchain-Technologie insgesamt und in den verschiedenen Branchen durchsetzen wird, und zum anderen, was es für Auswirkungen hat, wenn die Technologie in Zukunft von wenigen zentralen Plattformen bestimmt wird oder aber selbst stark dezentralisiert implementiert wird.

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 Knowhow 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:

- Bennett, R. M., Pickering, M. und Sargent, J., 2019, Transformations, transitions, or tall tales? A global review of the uptake and impact of NoSQL, blockchain, and big data analytics on the land administration sector, *Land Use Policy* 83, 435-448.
- Boucher, P., Nascimento, S. und Kritikos, M., 2017, *How blockchain technology could change our lives*, im Auftrag von: Scientific Foresight Unit (STOA), European Parliament.
- Zheng, Z. B., Xie, S. A., Dai, H. N., Chen, X. P. und Wang, H. M., 2018, Blockchain challenges and opportunities: a survey, *International Journal of Web and Grid Services* 14(4), 352-375.
- 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.

⁶ [wu.ac.at/universitaet/news-und-events/news/details-news/detail/weltweit-groesstes-blockchain-kompetenzzentrum-in-wien-genehmigt-1](https://www.wu.ac.at/universitaet/news-und-events/news/details-news/detail/weltweit-groesstes-blockchain-kompetenzzentrum-in-wien-genehmigt-1).

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 oder die Heizung, oder Personenwaagen, die das eigene Gewicht auf Facebook posten etc.. Alle genannten Beispiele sind unbewegliche Dinge die im Internet of Things vernetzt sind.

Ein eigenes Anwendungsfeld ist das Netz der bewegten Dinge (Internet of Moving Things, IoMT). Das sind Geräte/Dinge, die vernetzt und zudem in irgendeiner Form in Bewegung sind, wie zum Beispiel Roboter, (autonome) Fahrzeuge, oder auch Dinge die Menschen mit sich herumtragen, wie etwa Smartphones, smarte Kleidung oder andere Wearables. Durch die Vernetzung können sich diese Dinge/Geräte selbst (Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung, aber auch ihre Umgebung vermessen (Temperatur, Geräusche, Bodenbeschaffenheit, Luftverschmutzung etc.). Im Smart City Bereich sollen so auch die Vorteile von edge-, fog- oder [Cloud-computing](#) genutzt werden (Cao et al. 2020).

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. Ferndiagnostik, Echtzeitnavigation und verschiedene Infotainment-Services können so zur Verfügung gestellt werden und sollen den Fahrkomfort und das Fahrerlebnis verbessern. Weitere potentielle Vorteile ergeben sich über die Datensammlung des Mobilitätsverhaltens, welches für ein effizienteres Verkehrssystem genutzt werden könnte. Neben der Steigerung der Effizienz im Verkehrssektor, verspricht man sich durch die zunehmende Vernetzung der Fahrzeuge auch eine erhöhte Verkehrssicherheit.

Die zunehmende Vernetzung hat aber nicht nur Vorteile. Es 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.¹ 2016 wiesen Hacker auf eine Sicherheitslücke eines Elektroautoherstellers hin.

¹ [wired.com/video/hackers-wireless-jeep-attack-stranded-me-on-a-highway](https://www.wired.com/video/hackers-wireless-jeep-attack-stranded-me-on-a-highway).

Sie konnten aus einer Entfernung von 19 km auf das Fahrzeug zugreifen. Nach einem Update wurde die Sicherheitslücke beseitigt.² Das Tencent Keen Security Lab hat Anfang 2019 den „Autopiloten“ eines bekannten Elektroautoherstellers mittels kleiner weißer Aufkleber, die auf der Fahrbahn angebracht wurden, ausgetrickst. Der Autopilot des Fahrzeugs wurde so dazu gebracht auf die Gegenfahrbahn zu wechseln.³ Dieses Beispiel zeigt anschaulich, dass die eingesetzten Machine-Learning-Systeme nicht fehlerfrei sind. Ob die zunehmende Vernetzung der (bewegten) Dinge solche Situationen verhindern und nicht wohlmöglich neue Einfallstore eröffnen würde, bleibt eine offene Frage.

Auch auf Österreichs Straßen sind bereits Fahrzeuge unterwegs, die vernetzt sind. Bestrebungen, Österreich zu einem Vorreiter der neuen Mobilfunkgenerationen zu machen, hätten einen förderlichen Einfluss auf die zunehmende Vernetzung bewegter Dinge, zumal es ein explizites Ziel ist, diese Technologie in der digitalen Verkehrsinfrastruktur einzusetzen (BMVIT 2018). Das Ziel hierbei ist es, die Effizienz und Sicherheit auf österreichischen Straßen zu erhöhen und zugleich die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu gewährleisten, bspw. in der Automobilzulieferindustrie.

Mit den genannten Beispielen kristallisieren sich neue Handlungsfelder im Bereich der IT-Sicherheit und vor allem des Datenschutzes heraus. Darüber hinaus sollte auch bedacht werden, wie mit der steigenden Abhängigkeit von dieser Vernetzung umzugehen ist, oder konkret, wie Mobilität zukünftig funktioniert, wenn Mobilfunknetze einmal ausfallen.⁴

Zitierte Literatur

- BMVIT, 2018, 5G-Strategie Österreichs Weg zum 5G-Vorreiter in Europa, April 2018, Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: [info.bml.gv.at/service/publikationen/telekommunikation/5gstrategie---oesterreichs-weg-zum-5g-vorreiter-in-europa.html](https://www.bml.gv.at/service/publikationen/telekommunikation/5gstrategie---oesterreichs-weg-zum-5g-vorreiter-in-europa.html).
- Cao, H.; Wachowicz, M. A (2020) Holistic Overview of Anticipatory Learning for the Internet of Moving Things: Research Challenges and Opportunities. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 9, 272. [mdpi.com/2220-9964/9/4/272/pdf](https://doi.org/10.3390/ijgi9040272).
- Krieger-Lamina, J., 2016, Vernetzte Automobile. Datensammeln beim Fahren – von Assistenzsystemen zu autonomen Fahrzeugen. Endbericht, 2016-08-31, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA): <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2016-02.pdf>.

² [zdnet.de/88279165/tesla-model-s-sicherheitsforscher-hacken-elektroauto-aus-der-ferne/?inf_by=5a03063e681db8cf478b467d](https://www.zdnet.de/88279165/tesla-model-s-sicherheitsforscher-hacken-elektroauto-aus-der-ferne/?inf_by=5a03063e681db8cf478b467d).

³ futurezone.at/produkte/kleine-sticker-auf-der-strasse-lassen-tesla-auf-gegenfahrbahn-wechseln/400453735.

⁴ Siehe dazu auch das Forschungsprojekt ISIDOR, das sich mit den Folgen eines lang andauernden und großflächigen Ausfalls Internet-basierter Dienste und Infrastrukturen befasste: oeaw.ac.at/ita/projekte/isidor-was-geht-ohne-internet. Der abschließende Projektbericht wird ab Dezember 2022 verfügbar sein.

Robotik in der Landwirtschaft

Eine zunehmende Technisierung und Automatisierung des Alltags sind auch im Bereich der Landwirtschaft zu verzeichnen. Bei diesen innovativen Agrartechnologien spielt neben der Zunahme an datenintensiven Anwendungen (Big Data in der Landwirtschaft, precision farming)¹ Robotik eine zentrale Rolle (für einen rezenten Überblick siehe Oliveira et al. 2021). 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.² 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 sind viele der Anwendungen zum aktuellen Stand nicht rentabel und wahrscheinlich wenig sinnvoll.³ Auch hierzulande interessant könnten allerdings kleinere Roboter sein, die bereits auf bei weniger Fläche rentabel sein können und Daten für die Zucht sammeln⁴ oder Unkraut bekämpfen.⁵ Allgemein stellt sich die Frage welchen Einfluss, global gesehen diese Entwicklungen für die Landwirtschaft in Österreich haben (Konkurrenzfähigkeit). Gerade Großbritannien investiert im Kontext des Brexit und der Corona-Pandemie mehr in die Entwicklung von Erntehelfern.⁶ 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. Jüngst hat dazu das TAB für den Deutschen Bundestag eine ausführliche Studie durchgeführt (Kehl et al. 2021).

Die vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) eingerichtete Plattform „Digitalisierung in der Landwirtschaft“⁷ hat sich zum Ziel gesetzt, den Einsatz digitaler Technologien in der Landwirtschaft zu verstärken. Das BMNT hat dazu im September 2018 einen Bericht veröf-

¹ tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u30700.html.

² 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.

³ zeit.de/2017/14/autonomes-fahren-traktor-acker-landwirtschaft/komplettansicht.

⁴ derstandard.at/story/2000100231154/obacht-traktor-jetzt-kommen-die-roboter;
nytimes.com/2020/02/13/science/farm-agriculture-robots.html.

⁵ modernfarmer.com/2020/02/futuristic-farming-has-arrived-with-weeding-robots/.

⁶ derstandard.at/story/2000120213911/roboter-sollen-fehlende-erntehelfer-nach-brexite-ersetzen.

⁷ ikdigital.at.

fentlicht (BMNT 2018), in dem Handlungsfelder analysiert und bereits erste Risiken und Chancen evaluiert werden. Um das enorme Potenzial der Digitalisierung greifbar zu machen und praxisnah zu veranschaulichen, plante das BMNT zudem einen digitalen Muster-Bauernhof nach dem Vorbild von Deutschland und der Schweiz.⁸ Daraus ist die an der HBFA Francisco Josephinum in Wieselburg angesiedelte Innovation Farm⁹ geworden, die u. a. zwei Projekte mit Robotik-Einsatz bei der Beikrautregulierung im Zuckerrübenanbau pilotiert.¹⁰

In diesem Bereich ist in den letzten Jahren auch in Österreich vieles in Bewegung gekommen. Unter anderem mit dem Landwirtschaftsroboter FRANC¹¹ der TU Wien gibt es Entwicklungspotenzial in Österreich, speziell im Biolandbau. Das österreichische Unternehmen smaXtec gilt als eines der führenden Unternehmen bei der Erfassung von Körperdaten von Milchkühen.¹² Weitere österreichische Initiativen sind das Comet-Projekt D4Dairy,¹³ bei dem es auf Basis von datengestützten, vernetzten Informationssystemen (Mid-Infra-Red Spektren, Genominformation, ...) und fortgeschrittener Datenanalysen um die digitale Unterstützung des Managements am Milchviehbetrieb geht, und der Innovation-Hub INNOVATE,¹⁴ der in allen Bereichen der Digitalisierung der Landwirtschaft unterstützt.

Zitierte Literatur

- BMNT (2018) Digitalisierung in der Landwirtschaft Entwicklung, Herausforderungen und Nutzen der neuen Technologien für die Landwirtschaft. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus: Wien, September, bmnt.gv.at/service/publikationen/land/digitalisierung-in-der-landwirtschaft.html.
- Kehl, C.; Meyer, R.; Steiger, S., 2021, Digitalisierung der Landwirtschaft: gesellschaftliche Voraussetzungen, Rahmenbedingungen und Effekte. Endbericht, Teile I und II, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundes-tag (TAB). doi:10.5445/IR/1000142951 und doi:10.5445/IR/1000142950.
- Oliveira, L. F. P., Moreira, A. P. und Silva, M. F., 2021, Advances in Agriculture Robotics: A State-of-the-Art Review and Challenges Ahead, Robotics 10(2), 52 mdpi.com/2218-6581/10/2/52.

⁸ ots.at/presseaussendung/OTS_20181115_OTS0081/koestinger-erster-digitaler-muster-bauernhof-es-ist-unsere-aufgabe-digitalisierung-greifbar-zu-machen.

⁹ innovationfarm.at.

¹⁰ innovationfarm.at/projektbereich/ackerbau/#elementor-toc__heading-anchor-3.

¹¹ franc.acin.tuwien.ac.at.

¹² smaxtec.com.

¹³ d4dairy.com.

¹⁴ dih-innovate.at.

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. Die Anwendung wird für die Pflanzenzüchtung als vielversprechend gesehen. Insbesondere die Methode CRISPR/Cas9¹ (siehe auch Thema [Künstliches Leben](#)), die genutzt wird, um Gene zielgerichtet zu verändern, steht im Mittelpunkt der wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion. Es geht darum, die Erbinformation zu verändern, indem mittels CRISPR/Cas9 einzelne DNA-Bausteine ausgetauscht, entnommen oder hinzugefügt werden. In Bezug auf Pflanzenzüchtung war umstritten, ob CRISPR/Cas9 als eine Form gentechnischer Veränderung zu behandeln ist oder aber als neue Züchtungsmethode.² Im Juli 2018 entschied der Europäische Gerichtshof (EuGH), dass mithilfe des CRISPR/Cas9-Verfahrens entwickelte Pflanzen nur mit einer gentechnikrechtlichen Genehmigung in die Umwelt freigesetzt oder in Verkehr gebracht werden dürfen.³ Die Kontroverse um mögliche Potentiale des CRISPR/Cas9-Verfahrens in der zukünftigen Pflanzenzüchtung geht allerdings weiter, da auch gentechnikkritische Akteure CRISPR/Cas9-Verfahren zum Teil als Möglichkeit sehen, um z. B. Nutzpflanzen an den Klimawandel anzupassen, und es mehr Akteuren als den großen Agrokonzernen ermöglichen würde, widerstandsfähigerer Sorten zu entwickeln.⁴ Gegenwärtig werden auf europäischer Ebene die Potenziale und Herausforderungen unter dem Schlagwort ‚Neue genomische Verfahren‘ (‚New genomic Techniques – NGT‘), zu denen auch konventionelle Züchtungsverfahren wie gezielte Mutagenese und Cisgenese zählen, breiter diskutiert.⁵

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

¹ Als Crispr-Cas9 (kurz für: Clustered regularly interspaced short palindromic repeats- Cas9-System) wird die neue gentechnische Methode bezeichnet, die es ermöglicht, Gene an einer bestimmten Stelle ein- oder auszuschalten.

² bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zum-genome-editing-und-crispr-cas9.pdf. mpg.de/9943004/gen-editierte-pflanzen.

³ curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2018-07/cp180111de.pdf.

⁴ Siehe zu den Kontroversen, die dem Urteil folgten, z. B. science.orf.at/stories/2934627/; biooekonomie-rat.de/media/pdf/archiv/boermemo-gentechnikrecht-07.pdf?m=1637834225&heise.de/tp/features/Beschleunigte-Evolution-fuer-den-oekologischen-Landbau-3928725.html?seite=all; derstandard.at/2000090027602/Protest-gegen-EuGH-Urteil-CRISPR-fuer-Grosskonzerne.

⁵ ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13119-Legislation-for-plants-produced-by-certain-new-genomic-techniques_en.

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 (siehe [Quantenbiologie](#), Lim et al. 2015). Aktuell beteiligt sich die Universität Wien an einem europäischen Forschungsprojekt zur Entwicklung künstlicher Chloroplasten.¹

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. et al., 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).

¹ catalight.eu.

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, Metall, Beton etc.). Eine bereits marktreife Anwendung ist das „Drucken“ von Gebäuden, Bau- und Schalungsteilen. Bei Gebäuden wird z. B. ein Roboterarm 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 Bauwesen. Inzwischen gibt es weltweit viele Akteure im Bereich des Gebäudedrucks. Beispielsweise erforschen TU Braunschweig und TU München gemeinsam die Grundlagen der neuen digitalen Fertigungstechnologie für das Bauwesen.¹ Das in Österreich ansässige doka-Venture ist etwa an der Contourcrafting Corporation beteiligt.² Wegen der hohen CO₂-Intensität von Beton wird auch mit klimafreundlicheren Alternativen, wie z. B. Lehm experimentiert.³

Während vor einigen Jahren die ersten Prototypen von Gebäuden mittels 3D-Druck errichtet wurden,⁴ entstehen 2019 zunehmend kommerzielle Projekte. Beispielsweise werden in Eindhoven (NL) fünf bewohnbare Betonhäuser realisiert.⁵ In Lateinamerika soll ein Siedlungsprojekt mit mehr als 50 Häusern für Geringstverdiener entstehen.⁶ In Nantes (FR) ist ein erstes 3D gedrucktes Haus bereits bewohnt.⁷ In Belgien wurde 2020 das erste gedruckte Niedrigenergiehaus Europas gebaut.⁸ Das derzeit größte gedruckte Haus ist mit 641 m² ein in nur 17 Tagen errichtetes Bürogebäude in Dubai.⁹ Das erste gedruckte Mehrfamilienhaus ist 2020 in Bayern entstanden.¹⁰ Aus heutiger Sicht sind für die echte Marktreife aber noch ei-

¹ amc-trr277.de/trr-277-mission/.

² 3d-grenzenlos.de/wp/wp-content/uploads/2017/06/doka-ventures-3d-druck-haeuser.pdf.

³ ad-magazin.de/article/tecla-haus-aus-3d-drucker-aus-lehm.

⁴ youtube.com/watch?v=xktwDfasPGQ.

⁵ archdaily.com/tag/houben-and-van-mierlo.

⁶ fastcompany.com/90317441/there-will-soon-be-a-whole-community-made-of-these-ultra-low-cost-3d-printed-homes.

⁷ computerwelt.at/news/topmeldung/weltpremiere-erste-familie-zieht-in-3d-druck-haus/.

⁸ ingenieur.de/technik/fachbereiche/3d-druck/europas-erstes-niedrigenergiehaus-aus-dem-3d-drucker/.

⁹ pcwelt.de/news/Weltrekord-641-Quadratmeter-Haus-aus-dem-3D-Drucker-10751031.html.

¹⁰ sueddeutsche.de/bayern/weissenhorn-architektur-mehrfamilienhaus-3-d-drucker-1.5348226.

nige technische Herausforderungen zu lösen, z. B. die praxisgerechte Bewehrung des Betons oder die Robustheit. Derzeit werden die meisten gedruckten Projekte in Kombination mit herkömmlichen Technologien hergestellt (Kehl et al. 2022). Die additive Fertigung könnte aber innerhalb des nächsten Jahrzehnts ein disruptives Potential für das Bauwesen und der Beschäftigung in diesem Bereich haben. Bezogen auf Sicherheit und Bau-normen, 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.

Zitierte Literatur

Kehl, C., Achternbosch, M. und Revermann, C., 2022, *Innovative Technologien, Prozesse und Produkte in der Bauwirtschaft, Endbericht zum TA-Projekt, TAB-Arbeitsbericht Nr. 199*, Berlin
publikationen.bibliothek.kit.edu/1000151012.

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 Sicherheit (Lutz und Risak 2017). 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 vermitteln.¹ 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. Unter den Bezeichnungen Click-Work, Gig-Economy, Edupunks oder Free Crowd wird in der Wirtschaftswissenschaft seit längerem ein Paradigmenwechsel der Organisation von Arbeit diskutiert (vgl. Al Ani 2022).

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. Eine Untersuchung für das AMS über die Folgen der Digitalisierung auf den österreichischen Dienstleistungssektor vergleicht die Bereiche Finanzdienstleistungen, Einzelhandel und IKT-Berufe. Sie kommt zum Schluss, dass der Dienstleistungssektor grundsätzlich stärker digitalisiert ist als der Produktionssektor, allerdings hat auch die Unternehmensgröße Einfluss auf den Digitalisierungsgrad; Beschäftigungsgewinne gibt es in jenen Branchen, die entweder zu den Technologievorreitern gehören oder **Industrie-4.0**-Technologien produzieren (Haberfellner/Sturm 2020, S.6).

Eine EU-Richtlinie über transparente und vorhersehbare Arbeitsbedingungen in der Europäischen Union² sollte bis Mitte 2022 in nationales Recht umgesetzt werden; Österreich ist säumig, die EU-Kommission hat daher ein Vertragsverletzungsverfahren eingeleitet.³ Es gibt Kritik, dass die Richtlinie nur teilweise zu einer Verbesserung der Situation führt und zu ungenau ist; gerade die Rechte der ArbeitnehmerInnen in der sog.

¹ clickworker.com und crowdguru.de.

² Richtlinie 2019/1152 vom 20.06.2019, eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32019L1152.

³ kurier.at/politik/inland/eu-kommission-geht-in-arbeitsmarktbelangen-gegen-oesterreich-vor/402154368.

„Gig-Economy“ würden nicht ausreichend gestärkt.⁴ Das Thema Arbeit via Plattformen wird auf EU-Ebene weiterbehandelt,⁵ die EU-Kommission hat Ende 2021 verschiedene Maßnahmen, u. a. einen Richtlinienvorschlag, zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen von Plattformarbeitenden und EinzelunternehmerInnen im Dienstleistungsbereich vorgelegt.⁶

Hierzu hat das österreichische Parlament Handlungsspielraum bei der Umsetzung der EU-Richtlinie und kann so auf Probleme eingehen. Hierbei sind die oben erwähnten strukturellen Änderungen am Arbeitsmarkt und in der Unternehmensstruktur in Österreich zu beachten. Diese haben Auswirkungen auf das Steueraufkommen und die Steuerpolitik. Dazu kommen Fragen der Anpassung von Arbeitsrecht und Schutz von EPUs, Sozialversicherungsfragen und nicht zuletzt ethische Fragen bei Pflege- und Gesundheitsdienstleistungen (siehe auch Lutz und Risak 2017).

Zitierte Literatur

- Al Ani, A., 2022, Widerstand in Organisationen. Organisationen im Widerstand – Revisited. Plattformen, Edupunks und die Free Crowd, 3. Auflage, Springer: Wiesbaden.
- 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.
- Haberfellner, R.; Sturm, R., 2020, Dienstleistung 4.0: Trends und Konsequenzen der Digitalisierung am Beispiel ausgewählter Dienstleistungsbranchen, AMS report, No. 145, Arbeitsmarktservice Österreich: Wien, econstor.eu/bitstream/10419/247332/1/AMS-report-145.pdf.
- Lutz, Doris, and Martin E. Risak, eds. 2017. Arbeit in Der Gig-Economy: Rechtsfragen Neuer Arbeitsformen in Crowd Und Cloud. Varia. Wien: ÖGB Verlag, Verlag des Österreichischen Gewerkschaftsbundes.

⁴ lesen.lexisnexis.at/_/schoeffmann-die-neue-transparenzrichtlinie-zas-2019-244/artikel/ard/2020/6682/ARD_2020_6682_014.html.

⁵ consilium.europa.eu/en/policies/platform-work-eu/.

⁶ ec.europa.eu/social/main.jsp?langId=en&catId=89&newsId=10120.

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. Frühe 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. Es eröffnen sich in den vergangenen Jahren immer mehr Anwendungsfelder für Legal-Techs, wie die juristische Dokumentenanalyse und das sog. Contract Life Cycle Management. Auch das österreichische Patentamt nutzt 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 AnwaltsanwärtlerInnen heute noch verrichten, dadurch substituiert werden könnten.¹ Der Einfluss auf den Arbeitsmarkt und auf die Berufspraxis und Ausbildung von JuristInnen wäre demnach nicht zu vernachlässigen.

Für die KonsumentInnen ergäben sich Vorteile, wie zum Beispiel der niederschwellige Zugang zu Rechtsdienstleistungen. Rechtsprechung und Streitschlichtung sind derzeit noch keine Schwerpunkte von Legal Tech, die prinzipiell aber auch Anwendung für die Arbeit an Gerichten finden können, z. B. bei der automatischen Bearbeitung gleichförmiger Streitfälle. Die (teil-)automatisierte Onlinestreitschlichtung (online dispute resolution) könnte dabei zum Vorbild werden; hier können Rechte aus Onlinegeschäften durch eine privatrechtlich organisierte Schlichtungsstelle ohne Einbezug der Judikative geltend gemacht werden (Kind et al. 2019).

Weitestgehend ungeklärt sind die Implikationen des algorithmischen Eingriffs in die Rechtsstaatlichkeit und inwieweit dieser überhaupt automatisiert werden soll?² Was heißt das für die Gültigkeit von Rechtsakten? Die Frage der Sicherstellung des Datenschutzes bei der Automatisierung im Rechtsbereich muss ebenso berücksichtigt werden wie das Problem der Cybersecurity. In dem Zusammenhang ebenfalls wichtig sind wie bei vielen Einsatzgebieten der KI Fragen nach Haftung und Verantwortlichkeit.

¹ media-publications.bcg.com/How-legal-tech-will-change-business-of-law.pdf.

² publikationen.bibliothek.kit.edu/1000133626.

Laut einer Umfrage von LexisNexis im Jahr 2017, stehen ÖsterreicherInnen der automatisierten Rechtsberatung eher offen gegenüber. Immerhin 68 % der Befragten (n=500) könnten sich vorstellen, solche Dienstleistungen in Anspruch zu nehmen (LexisNexis 2017). Eine grundlegende Akzeptanz der österreichischen Bevölkerung gegenüber Legal-Techs scheint demnach wahrscheinlich. Für österreichische Rechtsanwaltskanzleien mit ein bis drei PartnerInnen könnten Legal-Techs vor allem im Bereich der Dokumentenerstellung (z. B. Vertragserstellung oder Dokumentenprüfungsservices) zur Konkurrenz oder Ergänzung werden (LexisNexis 2017). Ein Großteil der in Österreich tätigen Rechtsanwaltskanzleien wäre dadurch betroffen, da ca. 86 % Kanzleien aus wenigen PartnerInnen bestehen (ÖRAK 2018). In Österreich wurde deshalb der so genannte Legal Tech Hub (seit 2021 Legal Tech Hub Europe³) durch sieben bedeutende Wiener Rechtsanwaltskanzleien gegründet. Ziel ist es, Kompetenzen im Bereich der Legal Techs aufzubauen, Entwicklungen zu fördern (z. B. durch das Legal Tech Startup Accelerator-Programm) und bei der Entwicklung von Standards mitzuwirken.⁴ Diese Entwicklungen zeigen, dass der Berufsstand der Rechtsanwälte bereits auf die Veränderungen reagiert. Im Bereich der Forschung und Ausbildung gibt es bspw. an der WU Wien ein Legal Tech Center⁵ sowie an der Universität Wien das Institut für Innovation und Digitalisierung im Recht.⁶ Unklar bleibt jedoch nach wie vor, welchen Einfluss die Digitalisierung des Rechtsbereichs auf den Rechtsstaat selbst hat.

Zitierte Literatur

- LexisNexis Whitepaper, 2017, Digitalisierung der Rechtsbranche Teil I von II, Verlag LexisNexis: [lexisnexis.at/vie/pdf/LexisNexis-Whitepaper-Digitalisierung-Rechtsbranche.pdf](https://www.lexisnexis.at/vie/pdf/LexisNexis-Whitepaper-Digitalisierung-Rechtsbranche.pdf).
- Österreichische Rechtsanwaltskammer (ÖRAK), 2018, Gemeinsam für den Rechtsstaat – Tätigkeitsbericht 2018, Wien: rechtsanwaelte.at/fileadmin/user_upload/PDF/02_Kammer/Stellungnahmen/Taetigkeitsbericht/tb_2018.pdf.
- Kind, S., Ferdinand, J.P., Priesack, K. (2019) Legal Tech – Potenziale und Wirkungen. TAB-Arbeitsbericht Nr. 185, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. publikationen.bibliothek.kit.edu/1000131254.

³ lthe.eu.

⁴ derstandard.at/2000090746497/Sieben-Kanzleien-ziehen-an-einem-Strang.

⁵ wu.ac.at/lte/.

⁶ id.univie.ac.at/.

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 (jüngst dazu Meindl et al. 2021). 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 – so werden beispielsweise Anpassungen der Lehrinhalte technischer Studiengänge empfohlen (Kamble et al. 2018). Insbesondere das Zusammenwirken von Menschen und Robotern bedarf noch sozialwissenschaftlicher und ethischer Überlegungen. Das BMVIT investiert in F&E in diesem Bereich. Als Ort, der „wichtige gesellschaftliche, politische, wirtschaftliche und wissenschaftliche Akteure an der Gestaltung der zukünftigen Produktions- und Arbeitswelt“ vereint, wurde die Plattform Industrie 4.0 gegründet.¹ Neben verschiedenen ExpertInnengruppen im Rahmen der Plattform, werden auch österreichische F&E-Aktivitäten dokumentiert, u. a. von Gaia-X² (europäische Dateninfrastruktur) über AI@Work³ (Sicherheitsstandards in der Mensch-Maschine-Interaktion) bis zu AI4P⁴ (Künstliche Intelligenz im Produktionsprozess). Für die Forschung an konkreten Umsetzungsthemen und für den intensivierten Wissenstransfer wurden in Wien,⁵ Graz⁶ und Linz⁷ Pilotfabriken mit unterschiedlichen Schwerpunkten eingerichtet. Die FFG schreibt laufend im Programm „Produktion der Zukunft“ Fördermittel zur Vernetzung von Pilotfabriken und für weitere Pilot- und Testanlagen aus.⁸ I4.0 wird in Österreich weiterhin als ein boomender Bereich mit großen Chancen wahrgenommen.

¹ plattformindustrie40.at.

² Mit bislang fünf österreichischen Beteiligten, gaia-x.eu.

³ Human Centered AI in Digitized Working Environments (2019-2020), projekte.ffg.at/projekt/3326060.

⁴ Digital Innovation Hub AI for Production, ai4p.at.

⁵ pilotfabrik.tuwien.ac.at; siehe dazu auch new.siemens.com/at/de/unternehmen/themenfelder/innovation-labs/pilotfabriken/wien.html.

⁶ smartfactory.tugraz.at.

⁷ jku.at/lit-factory/.

⁸ ffg.at/42-ausschreibung-produktion-der-zukunft.

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 Wirkungsfeldern⁹ vertieft. International wurde bereits auf die Zweischneidigkeit von Industrie 4.0 verwiesen, die (neben weiteren Vor- und Nachteilen) beispielsweise sowohl zu besserem Informationsfluss über Produkte und deren Entstehung als auch zu Verletzungen von Persönlichkeitsrechten führen kann (Oztemel und Gursev 2018). Dies offenbart auch eine große Schwierigkeit der Abschätzung von I4.0: Viele Akteure aus Industrie und Wissenschaft forschen und entwickeln an unterschiedlichen Bereichen von I4.0 und noch ist wenig vereinheitlicht (ibid. 2018, Zhang et al. 2021). Eine weiterführende Studie, die auch die weiteren Wirkungsfelder miteinbezieht, kann hier für mehr Klarheit sorgen.

Jüngst hat die EU-Kommission die Weiterentwicklung des Konzepts I4.0 zu Industrie 5.0 (Xun Xu et al. 2021) aufgegriffen.¹⁰ Dabei soll es darum gehen, F&E in diesem Bereich nachhaltiger, menschlicher und resilienter zu gestalten (EU Commission 2022).

Zitierte Quellen

- Aichholzer, G., et al., 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.
- Benjamin Meindl, B. et al, 2021. The four smarts of Industry 4.0: Evolution of ten years of research and future perspectives, Technological Forecasting and Social Change Vol. 168, 120784.
- EU Commission (DG Research & Innovation), 2022, Industry 5.0, a transformative vision for Europe. Governing systemic transformations towards a sustainable industry, Publications Office of the European Union, 2022, data.europa.eu/doi/10.2777/17322.
- Gawankar, S., Gunasekaran, A., Kamble, S., 2018, Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives, in: Process Safety and Environmental Protection 117, Juli 2018, 408-425.
- Gursev, S., Oztemel, E., 2018, Literature review of Industry 4.0 and related technologies, in: Journal of Intelligent Manufacturing 31, 2020, 127-182.
- Xun Xu, Y. et al., Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception, Journal of Manufacturing Systems, Volume 61, 2021, Pages 530-535.
- Zhang, C., et al., 2021, Industry 4.0 and its Implementation: a Review. *Inf Syst Front*, doi.org/10.1007/s10796-021-10153-5.

⁹ Beschäftigungseffekte; Arbeitsorganisation; Aus- und Weiterbildung; Gesundheit; Ressourceneinsatz; Wirtschaft und Wettbewerb; Sicherheit, Technische Standards; Regulierung.

¹⁰ research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en.

Peer-to-Peer(P2P)-Energiehandel

Ein neues Paradigma in der Stromversorgung ist der Peer-to-Peer (P2P)-Energiehandel. Eine Schlüsselidee beim P2P-Energiehandel ist die Transformation von KonsumentInnen in ProsumentInnen, die nicht nur Energie konsumieren, sondern auch produzieren. Die Ausgangsbasis für den P2P-Energiehandel sind lokale EnergieprosumentInnen, die erneuerbare Energiequellen (z. B. Solaranlagen, Geothermie) in Wohnanlagen, Bürohäusern, Fabriken o. ä. nutzen und damit eine dezentrale Energieversorgung ermöglichen (Zhang et al. 2017). Unterschiedliche Aspekte spielen in der Etablierung des P2P-Energiehandels weltweit eine Rolle: Geschäftsmodelle, Plattformlösungen sowie Informations- und Kommunikationstechnologien (siehe Themen [Cloud-Services](#) und [Blockchain](#)) (Zhang et al. 2017). Die Zukunftsvision für den P2P-Energiehandel ist ein von zentralen Instanzen unabhängiges Energiesystem, das dezentrale Geschäftsmodelle fördert und ohne ZwischenhändlerInnen auskommt (Hasse et al. 2016).

Ein dezentrales Energiesystem besteht aus mindestens zwei Ebenen: Die untere Ebene bilden lokale Inselnetze (Microgrids), die autark Strom aus erneuerbaren Quellen erzeugen und an ein übergeordnetes Netz angeschlossen werden können (Supergrids). Die darüber liegende Ebene ist ein funktionierendes IKT-System, das Stromversorgung, Kontrolle/Monitoring und Handel ermöglicht. Diese Ebene wird meist über eine Handelsplattform implementiert, über die Energie angeboten und gekauft werden kann. Die Konzeption einer solchen Plattform bestimmt die Möglichkeiten des Handels mit (Zhang et al. 2018). Sie sorgt für Informationsaustausch zwischen KäuferInnen und VerkäuferInnen sowie für Kontrolle über die tatsächliche Stromversorgung. Die Einführung bestimmter Handelsprinzipien beeinflusst die Entwicklung der aufgrund lokaler Wetterereignisse und Bedarfsschwankungen ohnehin schwer einschätzbaren dezentralen Märkte zusätzlich.

Dezentrale Energiemärkte können sowohl mithilfe von Blockchain-Technologie, als auch über alternative Lösungen realisiert werden (Hasse et al. 2016). Bisher existieren keine umfassenden Blockchain-Anwendungen im Energiehandel. Einige Pilotprojekte wurden in den USA und in den Niederlanden umgesetzt.¹ Auch in Österreich erforschen erste Projekte zu Blockchain in der Energiewirtschaft die Möglichkeiten von neuen und effizienten Lösungen für Energiemanagement-Services und Energiehandel.² Das Potenzial von Blockchain im P2P-Energiehandel ist vielversprechend. Für die Informationsdokumentation auf einer P2P-Handelsplattform ermöglichen Blockchain-Technologien die einfache, flächendeckende Archivie-

¹ Brooklyn Microgrid (TransactiveGrid) brooklyn.energy; Vattenfall: Powerpeers (Niederlande) powerpeers.nl.

² Projekt SonnWende+ nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/sonn-wende-plus.php, für weitere Beispiele siehe: smartgrids.at/files/smartgrids/Dateien/Dokumente/Dokumente/Fact%20Sheet%20Blockchain.pdf.

nung aller Abrechnungsdaten des Stromverbrauchs. Die dezentrale Speicherung von Transaktionsdaten durch Blockchain-Technologie kann wiederum das Sicherheitsniveau erhöhen, die Unabhängigkeit von einer zentralen Instanz garantieren und die Implementierung dezentraler Geschäftsmodelle erleichtern, v. a. durch Smart Contracts (Hasse et al. 2016). Im Unterschied zum Finanzsektor ist bei Blockchain-Anwendungen im Energiehandel das physische Produkt (der Stromfluss) zu berücksichtigen.

Ob sich Blockchain als zentrale Technologie für P2P-Energiehandel durchsetzen wird, hängt stark von der zukünftigen Entwicklung der bestehenden Energieinfrastruktur ab (z. B. Smart Meter Rollout, Datensicherheit etc.). Ebenso beeinflussen regulatorische Rahmenbedingungen, Skalierbarkeit und Resilienz der Technologie sowie die Wirtschaftlichkeit der Investitionen den zukünftigen Erfolg der Technologie. Daher sind Energiepolitik, Regulierung und die aktuelle sowie zukünftig angestrebte Struktur des Versorgungssystems entscheidend für die Realisierung von Effizienzpotenzialen des Peer-to-Peer-Energiehandels.

Zitierte Quellen

- Hasse, F., Von Perfall, A., Smole, E., Lay, L. und Charlet, M., 2016, Blockchain – Chance für Energieverbraucher?, im Auftrag von: PwC, 26. Juli 2016, Düsseldorf.
- Zhang, C., Wu, J., Long, C. und Cheng, M., 2017, Review of Existing Peer-to-Peer Energy Trading Projects, Energy Procedia 105, 2563-2568.
- Zhang, C., Wu, J., Zhou, Y., Cheng, M. und Long, C., 2018, Peer-to-Peer energy trading in a Microgrid, Applied Energy 220, 1-12.

Pflanzen als vernetzte Umweltsensoren

Sensoren spielen heutzutage eine wichtige Rolle in verschiedenen Steuerungs- und Regelkreisen. Ihre Bedeutung wird innerhalb intelligenter und vernetzter Städte vermutlich sogar größer werden. In diesem Zusammenhang besteht die Idee, sich Pflanzen als weiterentwickelte Biosensoren zu Nutze zu machen. Biosensoren, also Sensorsysteme, die eine biologische Komponente beinhalten, werden seit den 1960er-Jahren entwickelt. Das Messprinzip beruht darauf, dass bestimmte Moleküle mit dem biologischen Sensor interagieren und ein optisches oder elektrisches Signal verursachen, das gemessen, verstärkt und/oder angezeigt werden kann.¹ Aktuelle Forschung will Tiere oder Pflanzen als Sensoren einsetzen. Das ist vor allem dort nötig, wo noch nicht verstanden wurde, wie bestimmte Rezeptoren funktionieren, und diese deshalb nicht isoliert werden können, sondern nur in dem Organismus gebraucht werden können, von dem man weiß, dass er die gesuchten Fähigkeiten besitzt (ebd.).

Jede Pflanze besitzt eine Unzahl an biologischen Mechanismen, die es ihr ermöglichen, bestimmte Umweltparameter wie Luftfeuchtigkeit, Temperatur, CO₂-Gehalt, Licht etc. zu messen. Die Signalverarbeitung in Pflanzen erfolgt über elektrische Signale. Die technologische Innovation bestünde nun darin, diese „Messinstrumente“ auf entsprechende Art und Weise zu nutzen. Über eine technische Schnittstelle könnten die pflanzlichen Daten „ausgelesen“ und dann drahtlos an die Messzentrale übermittelt werden. Damit wäre ein innovatives und engmaschiges Umwelt-Monitoring möglich. Das konnte bereits in ersten Versuchen nachgewiesen werden. Mit diesem neuartigen Ansatz können Schadstoffauswirkungen, wie zum Beispiel von Pestiziden oder die Vorhersage und Beobachtung von klimatischen Veränderungen nachgewiesen werden (Volkov/Ranatunga 2006).² Pflanzen können demnach als Umweltsensoren eingesetzt werden, indem man über eine spezielle Schnittstelle die Pflanze mit einem Computer verbindet (Dixon et al. 2021). Die dazu notwendige Technologie ist zwar noch nicht marktreif, jedoch konnte durch den Demonstrationsaufbau der „proof of concept“ erbracht werden.³ Unter anderem gibt es auch Fortschritte beim Einsatz von Nanomaterialien für Biosensoren, die z. B. helfen können Pflanzenkrankheiten früh zu erkennen (Kundu et al. 2019).

Die erfolgreich durchgeführten Experimente eröffnen viele neue Möglichkeiten. Der Einsatz in der Landwirtschaft würde die Beobachtung von ernsterlevanten Faktoren ermöglichen. Eine italienische Forschungsgruppe hat einen biomimetischen, textilbasierten Sensor entwickelt, der es erlaubt, physiologische Schlüsselparameter einer Paradeiserpflanze zu monitorieren.

¹ spektrum.de/lexikon/biologie/biosensoren/8784.

² Das wurde auch im Zuge eines EU-Projekts bestätigt: PLants Employed As SEnsor Devices (PLEASED); cordis.europa.eu/project/rcn/103686_en.html.

³ youtube.com/watch?v=D2sjmLbT6NY.

Die AutorInnen der Studie sehen in dieser Technologie ein großes Potential für das Precision Farming (siehe Thema [Robotik in der Landwirtschaft](#)) (Coppedè et al. 2017). Das Austrian Institute of Technology (AIT) arbeitet an einem synthetischen Geruchssensor.⁴ Auf ähnliche Weise könnten solche Sensoren auch für das Monitoring der Luftqualität oder der Schadstoffbelastung in Städten genutzt werden. Eine Anwendung für das Klimamonitoring scheint ebenfalls vielversprechend zu sein.

Zitierte Quellen

- Volkov, A. G. und Ranatunga, D. R. A., 2006, Plants as Environmental Biosensors, *Plant Signaling & Behavior* 1(3), 105-115, ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2635006/.
- Coppedè, N., Janni, M., Bettelli, M., Maida, C. L., Gentile, F., Villani, M., Ruotolo, R., Iannotta, S., Marmioli, N., Marmioli, M. und Zappettini, A., 2017, An in vivo biosensing, biomimetic electrochemical transistor with applications in plant science and precision farming, *Scientific Reports* 7(1), 16195, doi.org/10.1038/s41598-017-16217-4.
- Dixon, T. A., Williams, T. C. und Pretorius, I. S., 2021, Sensing the future of bio-informational engineering, *Nature Communications* 12(1), 388 doi.org/10.1038/s41467-020-20764-2.
- Kundu, M., Krishnan, P., Kotnala, R. K. und Sumana, G., 2019, Recent developments in biosensors to combat agricultural challenges and their future prospects, *Trends in Food Science & Technology* 88, 157-178, sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224417307422.

⁴ ait.ac.at/themen/biosensor-technologies.

CO₂-neutrale Gebäudekühlung

Hitzetage werden auch in Österreich immer häufiger.¹ Damit steigt der Bedarf, Gebäude zu kühlen, um ein angenehmes Raumklima zu erzielen. Der umfassende Einsatz von energieintensiven Technologien zur Gebäudekühlung wie z. B. Klimaanlage stellt keine nachhaltige Lösung dar, weil der erhöhte Strombedarf im Sommer zu kurzfristig hohen Strompreisen und zu netzbedingten Problemen bis hin zu Blackouts führen kann.² Laut einer Umfrage aus dem Jahr 2019 plant jedeR dritte ÖsterreicherIn bzw. sogar jedeR zweite WienerIn den Kauf eines Klimagerätes.³ Die Internationale Energie Agentur (IEA) stellte fest, dass Gebäudekühlung der im Jahresvergleich am stärksten ansteigende Bereich und für fast 16% des Energieverbrauchs im Gebäudesektor verantwortlich ist. Sie sieht in dieser Tendenz einen großen energie- und klimapolitischen Handlungsbedarf. Der Trend zum erhöhten Kühlbedarf in Gebäuden ist anhand der steigenden internationalen Verkaufszahlen für Klimageräte schon lang zu erkennen (IEA 2021). Der zusätzliche Strombedarf gefährdet auch die energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung (Dekarbonisierung und 100% erneuerbare Stromversorgung) und konkurriert zudem mit dem zunehmenden Strombedarf für Elektromobilität bei gleichzeitig verminderter Produktion im Sommer auf Grund von Klimawandelfolgen (z. B. Dürre in Europa im Sommer 2022). Berechnungen zufolge könnte der Strombedarf für Gebäudekühlung mittels herkömmlicher Kühltechnologie in Österreich bis 2030 eineinhalbmal so hoch sein wie der Strombedarf zur Raumheizung. Diesen Trend gilt es rechtzeitig abzufangen und geeignete Gegenmaßnahmen zu setzen. Im Jahr 2007 war der Strombedarf zur Raumheizung etwa zehnmal höher als zur Raumkühlung (EEG 2007).

Aktuell wird in Österreich intensiv an der Erforschung von Alternativen gearbeitet. Erste Pilotprojekte für CO₂-neutrale Gebäudekühlung in Österreich sind in der ENERGYbase⁴ und in aspern IQ⁵ verwirklicht (diese Systeme kühlen über Erdwärme bzw. Grundwasser) sowie in Güssing.⁶ Die saisonale Gleichzeitigkeit von verfügbarer solarer Energie und des Kühlungsbedarfs legt eine verstärkte Nutzung von Technologien nahe, die sich unter dem Begriff des „solaren Kühlens“ subsummieren lassen. Das technische Prinzip beruht darauf, dass die solare Energie entweder in Form von

¹ zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/hitze und zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/alpenraum/lufttemperatur.

² uibk.ac.at/bauphysik/forschung/publications/sc-opt/ap9_broschuere_solare_kuehlen_2013.pdf.

³ elektro.at/2019/05/08/jeder-dritte-plant-kauf-eines-klimageraetes/.

⁴ pos-architecture.com/projects/energy-base/.

⁵ nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/aspern-die-seestadt-wiens-subprojekt-3a-technologiezentrum-aspern-iq.php.

⁶ smartcities.at/projects/cool-down-guessing/.

Strom oder Wärme genutzt wird, um eine Kältemaschine anzutreiben. In diesen Anlagen werden spezielle Sorptionsmaterialien als Kältemittel eingesetzt (Wasser, Lithium-Bromid, Zeolithe, Siliziumgel etc.) Diese Technologien bringen sowohl technische als auch ökologische Vorteile mit sich. Technisch gesehen würden sie zu einer Minimierung der Sommerspitze führen, die durch den hohen Energiebedarf durch konventionelle Kühlung entsteht. Sämtliche technische Komponenten sind bereits am Markt verfügbar, wenngleich es noch Optimierungs- und Weiterentwicklungspotentiale gibt. Zu den ökologischen Vorteilen zählen der Verzicht auf den Einsatz von umweltbelastenden Kältemitteln und ein Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen durch die Einsparung fossiler Energieträger im Gegensatz zu konventionellen Gebäudekühlsystemen.

Eine Herausforderung besteht derzeit vor allem darin, die beste Kombination aus bereits verfügbaren Anlagenkomponenten für die entsprechende Anwendung zu konzipieren und umzusetzen (Ehrenberg-Silies/Richter 2021). Die österreichische Forschungslandschaft beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit dieser Technologie. Es existiert bereits eine österreichische Technologie-Roadmap für die solarthermische Kühlung.⁷ Eine besondere Relevanz dieser Technologie ergibt sich einerseits aufgrund der Einsparungspotentiale bei Treibhausgasen und andererseits aus industriepolitischer Sicht aufgrund des antizipierten Wachstumspotentials dieses Technologiefeldes. Dabei müssen die Konzepte zur solaren Kühlung zukünftig auch durch Maßnahmen zur passiven Gebäudekühlung unterstützt werden. Alternative technologische Konzepte zur Gebäudekühlung (siehe [Frugale Kühlung](#)), wie etwa über Fassadenbegrünungen (Nguyen et al. 2019), Beschattung oder thermische Bauteilaktivierung, zeigen deutliche Energieeinsparungen (ZEN 2022) und sollten daher ehebaldigst Teil der Bauvorschriften werden.

Zitierte Quellen

- EEG (Haas, R. et al.) 2007, Wärme und Kälte aus Erneuerbaren 2030, Dachverband Energie Klima, Energy Economics Group, Wien.
- Ehrenberg-Silies, S.; Richter, S., 2021, Sustainable Cooling – nachhaltige Kühlung bei Hitze, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). [doi:10.5445/IR/1000131768](https://doi.org/10.5445/IR/1000131768)
- IEA, 2021, *Space Cooling*, Paris: IEA – International Energy Agency [iea.org/reports/space-cooling](https://www.iea.org/reports/space-cooling).
- Nguyen, P. A., Bokel, R. und van den Dobbelaars, A., 2019, Effects of a Vertical Green Façade on the Thermal Performance and Cooling Demand, *Journal of Facade Design and Engineering*; Vol 7 No 2 (2019): *Facade Design and Engineering* superheroscitech.tudelft.nl/jfde/article/view/3819.
- ZEN, 2022, Zukünftige Entwicklung der Raumkühlung durch Klimawandel bis 2050, energieforschung.at/wp-content/uploads/sites/11/2022/03/EnergyTransition_PubEndbericht_ZEN.pdf.

⁷ ait.ac.at/fileadmin/mc/energy/downloads/Endbericht-Publizierbar-Roadmap_SK-neu.pdf.

Kommerzialisierung von Geoengineering-Technologien

Der Traum, das Wetter zu beeinflussen, ist alt und lange Zeit standen Kulturtechniken wie Opfern und Beten im Vordergrund. Seit Anfang des 20. Jahrhunderts wurden immer mehr technische Ansätze entwickelt, wie beispielsweise die in ihrer Wirksamkeit umstrittene Wolkenimpfung. Weitreichende Klimabeeinflussung wird verstärkt im Zuge der Debatte um den menschengemachten Klimawandel diskutiert. Nachdem nationale und internationale Entscheidungsfindung und Umsetzung zur Kontrolle der atmosphärischen Treibhausgaskonzentration langwierig und fragil sind, werden immer wieder auch – sehr umstrittene – großtechnische Handlungsoptionen diskutiert, die weitreichende Folgen hätten (Caviezel/Revermann 2014). Grundsätzlich lassen sich diese in zwei Kategorien einteilen: erstens *Technologien zur Senkung der atmosphärischen CO₂-Konzentration*, sogenanntes CDR – Carbon-Dioxide-Removal, oder auch negative-emissions-technologies: z. B. Eisendüngung der Ozeane, um das Wachstum von Algen anzuregen, welche dadurch CO₂ aufnehmen und langfristig binden da sie nach dem Absterben auf den Meeresboden sinken; großflächige Aufforstungen; oder auch CO₂-Abscheidung beispielsweise in Kraftwerken und Nutzung bzw. dessen Speicherung z. B. in alten Gas- oder Öllagerstätten (Carbon Capture and Storage, CCS). Die zweite Kategorie sind *Technologien zur Beeinflussung der globalen Strahlungsbilanz* (RM – Radiation Management), welche z. B. versuchen, mehr Sonneneinstrahlung ins Weltall zu reflektieren. Diskutiert werden beispielsweise die „Injektion“ von Schwefelpartikeln in die Stratosphäre, um Wolkenbildung anzuregen; die Ausbringung reflektierender Materialien zwischen Erde und Sonne; oder die großflächige Aufhellung der Erdoberfläche etwa durch weiße Folien (Caviezel/Revermann 2014). Die einzelnen Technologien unterscheiden sich in ihrer vielschichtigen technischen, wirtschaftlichen, geografischen und soziopolitischen Auswirkung voneinander und bergen teils erhebliche Risiken (Klepper/Dovern et al. 2016). Großtechnische Eingriffe nehmen das Risiko von Fehlplanungen und gigantischen öffentlichen Investitionen in Kauf und können nach ihrem Einsatz schwer oder gar nicht kontrolliert bzw. rückgängig gemacht werden. Abhängigkeit entsteht (Lock-in-Effekt): die Technologie kann nicht „abgeschaltet“ werden und bei einem Zusammenbruch kann es zu sich selbst potenzierenden Klimaeffekten kommen (Termination Shock, siehe IPCC 2018). Von theoretischen Konzepten über Prototypen bis zu bereits lokal eingesetzten Technologien: Derzeit sind weltweit mehr als 800 Projekte zu Wettermodifikation, Strahlungsmanagement oder Treibhausgasabscheidung und -speicherung dokumentiert, was vermutlich nur ein Teil der tatsächlichen Anzahl ist.¹ Derzeit finden in Österreich keine staatlich unterstützten klimaverändernden Geoengineering-Aktivitäten statt (BMLFUW 2017). Geoengineering kann eine Dekarbonisierung des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Alltags nicht ersetzen (Pierrehumbert 2019). Globale Governance von Geoengineering beruht auf einem generellen Moratorium auf Basis der UN-Kon-

¹ Weltweite Geoengineering-Aktivitäten: map.geoengineeringmonitor.org/.

vention über die biologische Vielfalt (kleinere Experimente sind erlaubt), sowie einem späteren rechtsverbindlichen Rahmen für marines Geoengineering (London Protocol). Eine Erweiterung dieses Rahmens wäre notwendig, scheiterte aber bisher.² Beispielsweise zur Nichtnutzung von solarem Geoengineering mit den Kernforderungen: keine Vergabe von öffentlichen Fördergeldern, keine Experimente im Freien, keine Patentvergaben, keine Anwendung und keine Unterstützung durch internationale Organisationen (Biermann et al. 2022). Es besteht die Gefahr, dass einzelne Länder hier – mit globalen Konsequenzen – vorstoßen (IPCC 2018). Einige Maßnahmen könnten schnell anlaufen, was im Zuge des Klimawandels Vorteile verspricht. Fürsprecher sehen industrielle Wachstumspotenziale. Die Technologien sind aber derzeit unreif, unzulänglich und unbeständig. Zusätzlich können sie selbst sehr energie- und/oder landintensiv sein (Sovacool 2021). Trade-off-Effekte könnten CO₂-Einsparungen kontrastieren und werfen erhebliche Gleichheits- und Gerechtigkeitsfragen auf. Fraglich ist, ob es zu einer unregulierten Anwendung und auch zu einer Kommerzialisierung, Militarisierung, oder Monopolstellungen von Geoengineering-Technologien kommt und welche (machtpolitischen) Folgen das hätte. Der nationale (Nicht-)Handlungsrahmen sollte hier vorausschauend abgesteckt und gesetzlich verankert werden, damit österreichische EntscheidungsträgerInnen gut vorbereitet auf die internationale Debatte reagieren können. Zusätzlich können kurz- und langfristige umweltrelevante, wirtschaftliche und soziale Auswirkungen von den massiven Eingriffen solcher Technologien frühzeitig für die Bevölkerung dargestellt werden.

Zitierte Quellen

- Biermann, F., O. et al., 2022, Solar geoengineering: The case for an international non-use agreement, *WIREs Climate Change* 13(3), e754 doi.org/10.1002/wcc.754.
- BMLFUW (2017). Nationalrat – XXV. GP Beantwortungen „Geoengineering“ (13073/AB), Republik Österreich, Parlament.
- Caviezel, C. und C. Revermann (2014). Climate Engineering – Abschlussbericht zum TA-Projekt »Geoengineering«. TAB-Arbeitsbericht 159.
- Gernot Klepper et al. (2016). Herausforderung Climate Engineering – Bewertung neuer Optionen für den Klimaschutz. Kieler Beiträge zur Wirtschaftspolitik, Institut für Weltwirtschaft Kiel. 8.
- IPCC (2018). Global Warming of 1.5 °C – Special Report 15, Chapter 4: Strengthening and implementing the global response, ipcc.ch/report/sr15/.
- Pierrehumbert, R., 2019, There is no Plan B for dealing with the climate crisis, *Bulletin of the Atomic Scientists* 75(5), 215-221 doi.org/10.1080/00963402.2019.1654255.
- Sovacool, B. K., 2021, Reckless or righteous? Reviewing the sociotechnical benefits and risks of climate change geoengineering, *Energy Strategy Reviews* 35, 100656, sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X21000420.

² umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/umweltrecht/umweltvoelkerrecht/geoengineering-governance#wirksamer-klimaschutz-oder-grossenwahn.

5G – Gestaltungsoffenheit der Anwendungen für den neuen Mobilfunkstandard nutzen

Zusammenfassung

Die Mobilfunktechnologie der fünften Generation (5G) wird im Vergleich zu heutigen Mobilfunktechnologien sehr viel höhere mobile Übertragungsraten ermöglichen. Der neue Standard ist vor allem für die Industrie und das Internet der Dinge (IoT) von hoher Bedeutung. 5G bietet eine hohe Flexibilität und kann genau auf bestimmte Anforderungen zugeschnitten sein: In Fertigungshallen werden Maschinen miteinander verbunden, hohe Bandbreiten werden für die Wiedergabe hochauflösender Videos zur Verfügung gestellt und auf Straßen soll ein besonders schnelles und zuverlässiges Netz mit besonders kurzen Verzögerungszeiten (Latenz) ermöglichen, autonome Fahrzeuge zu steuern. In der Öffentlichkeit wird 5G auch kontrovers diskutiert, wobei es erneut um mögliche gesundheitliche Strahlungsrisiken geht. Für 5G-Anwendungen sind vielfältige Entwicklungsoptionen denkbar und offen, so dass aktuell ein hohes Gestaltungspotential dieser zentralen Infrastruktur vorhanden ist.

Überblick zum Thema

Mit 5G können die hohen und zugleich sehr unterschiedlichen Anforderungen zukünftiger Anwendungen in den Bereichen Industrie 4.0, Internet der Dinge (IoT), Automatisierung, sowie Logistik 4.0 erfüllt werden. Um dies zu erreichen, ist 5G darauf ausgerichtet, Latenzzeiten von wenigen Millisekunden zu erzielen, Datenraten von bis zu 20 Gigabits pro Sekunde möglich zu machen und dabei zugleich eine hohe Zuverlässigkeit der Netze sowie eine hohe Positionierungsgenauigkeit zu bieten. Der stets identifizierbare Standort von Objekten über vernetzte Sensorik (siehe auch Thema [Sensorrevolution](#)) stellt ein wesentliches Merkmal neuer Geschäftsmodelle und Dienstleistungen dar, so dass die Positionierung ein integraler Bestandteil des Systemdesigns von 5G-Mobilfunknetzen ist.

Hohe Erwartungen werden auch daran geknüpft, dass der neue Mobilfunkstandard den Alltag verändern wird, z. B. durch Anwendungen in den Bereichen Smart City und Smart Building. Die 5G-Positionierungs-Architektur, die auf der Integration und Vernetzung von allgegenwärtigen Sensoren basiert, bietet eine hohe Leistungsfähigkeit für die Lokalisierung, die neue Möglichkeiten in der Netzarchitektur eröffnet. Die 5G-Lokalisierung ist im Moment primär zur Beschleunigung industrieller und logistischer Prozesse gedacht; Dienstleistungen für den Alltag im Zusammenhang mit der stetig steigenden Zahl von mobilen Sensoren sind noch weniger diskutiert. Da es mit 5G möglich wird, die Position von Drohnen oder fahrerlosen Transportsystemen sowie das Tracking von Gütern in intralogistischen Prozessen zu realisieren, sind auch Haushalte und Geräte individueller privater NutzerInnen in die Netze integrierbar. Zukunftsanwendungen sind auch

Hohe Erwartungen

für eine bessere Gesundheitsversorgung dank schneller Datenübertragung denkbar, z. B. im Fall, dass Ärzte und Ärztinnen künftig umfangreiche Daten und Videoübertragung bekommen, während der Krankenwagen noch auf dem Weg zur Notaufnahme sind und damit auch steuernd eingreifen können.¹

*Öffentliche Diskussion
über Risiken*

Auf der anderen Seite werden in der Öffentlichkeit zunehmend Risiken diskutiert und es gibt Petitionen gegen den 5G-Netzausbau.² Studien öffentlicher Institutionen betonen hingegen die Unbedenklichkeit von 5G,³ erkennen aber noch bestehende Ungewissheit an. Doch die Polarisierung hinsichtlich der Gesundheitsbedenken scheint trotzdem zuzunehmen.⁴

*Österreichische
5G-Strategie*

Die österreichische 5G-Strategie sieht vor, bis Ende 2023 eine Nutzbarkeit von 5G-Diensten auf den Hauptverkehrsverbindungen möglich zu machen und bis Ende 2025 das Ziel einer nahezu flächendeckenden Verfügbarkeit von 5G zu verwirklichen.⁵

Auf der Grundlage der Mitteilung der Europäischen Kommission „5G für Europa: ein Aktionsplan“⁶ vom September 2016 wurden die Mitgliedsstaaten eingeladen, nationalstaatliche 5G-Strategien als Bestandteil der nationalen Breitband-Pläne auszuarbeiten. In Österreich wurden unter Einbeziehung von Stakeholdern zentrale Probleme identifiziert, Maßnahmen erarbeitet und priorisierte Umsetzungsempfehlungen entwickelt und der Bundesregierung zur geplanten Umsetzung empfohlen.⁷ Im März 2019 hat Österreich als eines der ersten europäischen Länder Frequenzen für 5G-

¹ Siehe zu diesem Beispiel: handelsblatt.com/unternehmen/it-medien/netzausbau-fuer-ericsson-und-nokia-ist-es-besonders-schwer-vom-5g-boom-zu-profitieren/24071874.html. Bei solchen Szenarien bleibt allerdings offen, ob die Technologie zu mehr Versorgungssicherheit führen kann, indem über die digitale Technologie Ärzte und Ärztinnen zur Verfügung stehen, die sonst nicht zur Verfügung stehen, oder ob es zu einem Abbau von Personal im Krankenwagen führt.

² weact.campact.de/petitions/petition-gegen-5g-netzausbau-in-osterreich; vgl.: derstandard.at/2000100738589/Angst-vor-Strahlung-Petition-gegen-5G-Netzausbau, krone.at/1896976.

³ In Österreich z.B.: info.bml.gv.at/themen/telekommunikation-post/funk-mobilfunk/mobilfunk-gesundheit/5g-faktencheck.html; vgl. Mandl, et al. (2018). Einen umfassenden Überblick dazu geben Kastenhofer et al. 2020.

⁴ Es gibt sehr wenige wissenschaftliche Beiträge zum Thema der möglichen Strahlenbelastungen von 5G, insbesondere im Millimeterbereich. Von manchen wird das Vorsorgeprinzip ins Spiel gebracht (und tatsächlich gibt es bereits Moratorien, etwa in Brüssel und in manchen Schweizer Kantonen); damit verbunden ist die Forderung nach Studien, die direkt und spezifisch die gesundheitlichen Auswirkungen von 5G untersuchen (z. B. Simkó und Mattsson 2019, Kastenhofer et al. 2020).

⁵ Strategie vom April 2018: info.bml.gv.at/service/publikationen/telekommunikation/5gstrategie---oesterreichs-weg-zum-5g-vorreiter-in-europa.html.

⁶ ec.europa.eu/digital-single-market/en/5g-europe-action-plan.

⁷ Strategie vom April 2018: info.bml.gv.at/dam/jcr:b4450c27-5daa-4884-81afa0508f41f25a/5Gstrategie_%C3%96sterreichs%20Weg%20zum%205G%20Vorreiter%20in%20Europa.pdf.

Mobilfunk versteigert.⁸ Dabei gab es unerwartete BieterInnen, neben den überregionalen Handynetzbetreibern kamen auch Anbieter zum Zug, die regionale Netze aufbauen wollen, wie z. B. die Salzburg AG und die Graz Holding. Mit einer städtischen bzw. regionalen und öffentlichen Kontrolle und Eigenständigkeit hinsichtlich des Netzaufbaus ergibt sich die Möglichkeit, regional 5G-bezogene Innovationaktivitäten zu starten, die lokale Akteure in die Entwicklung von Anwendungen und Dienstleistungen früh einbezieht. Denn aufgrund der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und den offenen Entwicklungsperspektiven⁹ bietet 5G große Chancen für neue Dienstleistungen.

Um potentiellen NutzerInnen ansprechende und reibungslos funktionierende Anwendungen zu bieten, stehen die beteiligten Akteure noch vor einer Vielzahl von Herausforderungen, da noch nicht klar ist, wie die Technologie implementiert wird und welche Vorteile sie Akteuren in Österreich bringen wird. Geräte müssen in die Lage versetzt werden, nach den Spezifikationen der Normen zu arbeiten und die Anbieter von Anwendungen müssen sicherstellen, dass Netzwerkgeräte interoperabel sind, während sie unter hohem Wettbewerbsdruck stehen.

*Chancen für neue
Dienstleistungen*

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Da die Infrastrukturentwicklung in den Grundlagen bereits beschlossen ist und mittelfristig realisiert wird¹⁰ – auch wenn weitere Ausbaustufen wie z. B. die Versteigerung weiterer Frequenzen aktuell wegen der Covid-19-Krise ausgesetzt wurden¹¹ – stellen sich weiterhin zwei Fragen: Zum einen sollte der Wissensstand zu den potenziellen gesundheitlichen Risiken (Kastenhofer et al. 2020) in weiterer Folge berücksichtigt werden. Zum anderen stellt sich die Frage, wie der langfristige Nutzen über eine breite 5G-Innovationskultur in Österreich gesichert werden kann. Das Thema Gesundheit ist in doppelter Hinsicht von Relevanz, da 5G für eine Vielzahl an Gesundheitsanwendungen nutzbar ist, wie z. B. für Telemedizin und das Monitoring der Vitalwerte bei chronisch Kranken durch Wearables (de Matos/Gondim 2016).

VerbraucherInnen sollen mit 5G nicht nur ein schnelleres Internet bekommen; vielmehr ermöglicht es 5G auch, dass jedes Gerät, das einen Chip enthält, ständig mit dem Netzwerk verbunden ist: Smartphone, Tablett, Auto,

⁸ Dabei erhielten sieben Bieter Nutzungsrechte im Band 3,4-3,8 GHz zum Marktwert von insgesamt rund 188 Mio. Euro. Band 3,4 bis 3,8 GHz sind mit geringeren Ausbreitungseigenschaften und hohe Bandbreiten insbesondere für die regionale Versorgung wichtig. Vgl. rtr.at/de/tk/5G-Auction.

⁹ Hier ist z. B. die openRAN Technologie als möglicher Gamechanger zu erwähnen, der die Entkopplung von Soft- und Hardware vorantreibt, aber auch neue Möglichkeiten für die Standardisierung von Funkschnittstellen, sowie Optimierung und Virtualisierung von Netzwerken bietet (Dinges et al. 2021).

¹⁰ Die Umsetzung der Österreichischen 5G Strategie wurde 2019 evaluiert, siehe info.bml.gv.at/service/publikationen/telekommunikation/5g-strategie---evaluierung-des-umsetzungsplans-2019-.html.

¹¹ wienerzeitung.at/nachrichten/digital/digital-news/2056114-Zweite-5G-Auktion-wird-wegen-Coronavirus-verschoben.html.

Ampel, Parkuhr gehören genauso dazu, wie Fernseher, Energiemanagement, Haus-Sicherheitssysteme und Kühlschränke. Mit der allgegenwärtigen Vernetzung (siehe auch Thema [Cybersicherheit](#)) sind damit auch in verschärfter Form Fragen der Privatsphäre, aber auch der Resilienz von digital vernetzten Systemen (z. B. beim autonomen Fahren) zu adressieren.

Vorschlag weiteres Vorgehen

*TAB-Studie zu
Gesundheitsrisiken
abgeschlossen,
österreichische Studie
liegt vor*

Im Rahmen einer Langstudie wäre es sinnvoll, systematisch die langfristigen technologischen Entwicklungsoptionen in zentralen 5G-Anwendungsfeldern zu identifizieren. Da in der Öffentlichkeit zunehmend Risiken thematisiert werden und es Forderungen nach Technikfolgenabschätzung gibt, wird international bereits an Zusammenfassungen des aktuellen Wissensstandes zu gesundheitlichen Risiken elektromagnetischer Felder im Allgemeinen und 5G im Besonderen gearbeitet¹² und eruiert, welchen Bedarf es an weiterer Risikoabschätzung gibt. Der Nationalrat hat diesbezüglich 2019 eine erste Überblicksstudie in Auftrag gegeben, deren Endergebnisse seit Februar 2020 vorliegen (Kastenhofer et al. 2020).

*Suche nach
gesellschaftlichen
Nutzungs- und
Wertschöpfungspotentialen in Österreich*

Wichtig wäre in weiterer Folge die Analyse, ob in den Architekturen und Anwendungen die Bedenken aufgegriffen werden können, z. B. eine individuelle Kontrolle der aktuellen Exposition möglich ist. Zentral ist es, partizipativ die Infrastrukturoptionen und Innovationspfade in den Anwendungen von 5G zu analysieren, um zu antizipieren, wo hohe gesellschaftliche Nutzungs- und Wertschöpfungspotentiale festzustellen sind und wie zukünftige Anwendungen für neue Branchen nutzbar gemacht werden können und damit in der Breite eine 5G-Innovationskultur gefördert werden kann. Gerade in der gegenwärtig intensiv geführten Gesundheitsdebatte wäre es wichtig den möglichen Beitrag von innovativen 5G Anwendungen zur Etablierung hoher Standards im Gesundheitsbereich auszuloten,¹³ der langfristig zur Stärkung des Vertrauens in das öffentliche Gesundheitswesen beitragen könnte. Zudem wäre festzustellen, ob der internationale und vor allem der europäische Rechtsrahmen ausreichen, um die Frage von 5G-Überwachungspotentialen und Demokratie ausreichend zu adressieren. Dazu gehören auch Fragen privatsphärenfreundlicher Prinzipien in Netzwerkarchitekturen sowie entsprechende Produkt- und Serviceentwicklung.

¹² Eine entsprechende Studie wurde am Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) umgesetzt, siehe tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u30300.html, die Veröffentlichung steht nach erfolgter Approbation durch den Bundestag unmittelbar bevor.

¹³ Zu den Anforderungen und Voraussetzungen für fortgeschrittene Gesundheitsdienstleistungen durch 5G siehe Cisotto, et al. (2020).

Zitierte Literatur

- Cisotto, G., Casarin, E. und Tomasin, S., 2020, Requirements and Enablers of Advanced Healthcare Services over Future Cellular Systems, *IEEE Communications Magazine* 58(3), 76-81.
- Dinges, M., et al. (2021). 5G Supply Market Trends - Final Report.
doi.org/10.2759/833784.
- de Mattos, W. D. und Gondim, P. R. L., 2016, M-Health Solutions Using 5G Networks and M2M Communications, *It Professional* 18(3), 24-29.
- Kastenhofer, K., Mesbahi, Z., Schaber, F. und Nentwich, M., 2020, *5G-Mobilfunk und Gesundheit*; Endbericht, im Auftrag des Österreichischen Parlaments, Nr. ITA-AIT-11, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) und AIT Austrian Institute of Technology, epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-11.pdf.
- Mandl, P., Pezzei, P. und Leitgeb, E., 2018, *Selected Health and Law Issues regarding Mobile Communications with Respect to 5G*; in 2018 International Conference on Broadband Communications for Next Generation Networks and Multimedia Applications, hg. v. Plank, T., New York: IEEE.
- Simkó, M. und Mattsson, M.-O., 2019, 5G Wireless Communication and Health Effects—A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz, *Environmental Research and Public Health* 16(18), 3406.

Cloud Computing als politische Herausforderung

Vielen ist „die Cloud“ ein Begriff, fast alle verwenden ihn. Die größten Anbieter kommen aus den USA,¹ Europa hinkt trotz einiger Bemühungen nach wie vor hinterher. Unter Cloud Computing versteht man Dienste, um Daten zu speichern und auf diese über das Internet zugreifen zu können. Cloud Services sind aber auch gemietete Software und Rechenleistung aus unterschiedlichen Rechenzentren eines Betreibers. Für die NutzerInnen ist dabei oft völlig unklar, wo genau ihre Daten tatsächlich gespeichert sind bzw. woher sie ihre Software beziehen.

Cloud Computing lässt sich als spezielle Form des IT-Outsourcings begreifen. Dementsprechend ergeben sich ähnliche Probleme, insbesondere was die Abhängigkeit von Anbietern betrifft. Verstärkt wird dies noch durch die Intransparenz für die NutzerInnen. Cloud Computing bietet zwar mehr Flexibilität und Datenmobilität, es ist aber im Grunde eine virtuelle Form der Zentralisierung. Damit ergeben sich noch mehr Abhängigkeit und Gefahren für Ausfälle – also weniger Ausfallsicherheit.² Die Resilienz eines Unternehmens ist somit von der Resilienz des Cloud-Betreibers abhängig.

Insbesondere für staatliche Stellen und gesellschaftlich relevante Institutionen und Unternehmen können Cloud Services als kritische Infrastrukturen begriffen werden. Wie kann im Sinne der digitalen Souveränität der Akteure (siehe auch Thema [Digitale Souveränität](#)) ein möglichst minimiertes Risiko erzielt werden? Sind die Nutzungsbedingungen und vor allem die Diversifizierung des Dienstleister-Portfolios hinreichend?

Im globalen Wettbewerb sind insbesondere Microsoft, Amazon und IBM mit etwa einem Drittel Marktanteil relevante Akteure,³ die aus europäischer Sicht kritischer Beurteilung bedürfen. Dies umso mehr, als in Zeiten der Covid-19-Pandemie deutlich wurde, dass an vielen öffentlichen und privaten Stellen US-amerikanische Cloud Services verstärkt genutzt werden und damit weitere Abhängigkeiten geschaffen werden. Eine besondere Bedeutung haben dabei die Themen Datenhoheit, Schutz der Privatsphäre und die Anfälligkeit für Missbrauch. Eine steigende Anzahl an Datenverlusten verdeutlicht dementsprechende Gefahren für die Privatsphäre des Einzelnen genauso wie für sensible Geschäftsdaten und die Funktionsfähigkeit wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Prozesse (Leimbach et al. 2014).⁴

¹ de.statista.com/statistik/daten/studie/150979/umfrage/marktanteile-der-fuehrenden-unternehmen-im-bereich-cloud-computing/.

² heise.de/newsticker/meldung/Blitzschlag-in-den-USA-stoert-Azure-Active-Directory-4155496.html; wired.de/collection/tech/amazon-cloud-ausfall-ein-simpler-tippfehler-war-schuld.

³ Amazon bekommt auch das Cloud-Monopol für das US-Militär, siehe fm4.orf.at/stories/2942129/.

⁴ Siehe auch kaspersky.com/about/press-releases/2018_costly-cloud-breaches; blog.storagecraft.com/7-infamous-cloud-security-breaches/; forbes.com/sites/louiscolombus/2018/07/27/ibms-2018-data-breach-study-shows-why-were-in-a-zero-trust-world-now/#.

Mit der Datenschutzgrundverordnung verfügt die EU nun über einen mehr oder weniger vereinheitlichten Rechtsrahmen, was die Entstehung europäischer Anbieter befördern könnte. Das deutlich bessere Datenschutzniveau in der EU kann auch global als positiver Wettbewerbsfaktor genutzt werden. Dementsprechend wurde die European Open Science Cloud (EOSC)-Initiative⁵ ins Leben gerufen, um eine Plattform zum Austausch von Daten für ForscherInnen, Innovatoren und Unternehmen sowie BürgerInnen bereitzustellen. Als weitere europäische Initiative gilt GAIA-X,⁶ die einen gemeinsamen Rahmen und Standards für den Datenaustausch in Cloud-Lösungen zu etablieren versucht. Nicht zuletzt wird in der im Februar 2020 vorgestellten Datenstrategie der Europäischen Kommission Cloud-Lösungen eine hohe Priorität zugewiesen.⁷

Darüber hinaus besteht Bedarf an offenen, und damit überprüfbaren Sicherheitsstandards und Cloud-Architekturen (siehe Thema [Dezentralisierte Kollaborationsformen](#)), sodass sichergestellt werden kann, dass keine Hintertüren oder sog. „lawful interception“-Schnittstellen zum legalen Abhören eingeplant sind, die die Sicherheit von Cloud Services (auch als [kritische Infrastruktur](#)) massiv gefährden. Mögliche Regulierungen zum besonderen Schutz und dem Verbot der Weitergabe von Cloud-Daten an Dritte könnten angedacht werden. Insgesamt könnten die Rahmenbedingungen und mögliche Erfolgsfaktoren für eine erfolgreiche europäische/österreichische Initiative ausgelotet werden.

Zitierte Quellen

Leimbach, T. et al. (2014) Potential and Impacts of Cloud Computing Services and Social Network Websites – Study IP/A/STOA/FWC/2008-096/Lot4/C1/SC8; Science and Technology Options Assessment – European Parliamentary Research Service: Brussels, [europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/513546/IPOL-JOIN_ET\(2014\)513546_EN.pdf](http://europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/513546/IPOL-JOIN_ET(2014)513546_EN.pdf).

⁵ eosc-portal.eu.

⁶ gaia-x.eu.

⁷ ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-european-strategy-data-19feb2020_de.pdf.

Infrastruktur für Elektromobilität

Elektro-Kraftfahrzeuge sind eine Option, um Mobilität umweltfreundlicher zu gestalten: Sie weisen einen deutlich höheren Wirkungsgrad auf und verbrauchen im Betrieb wesentlich weniger Energie als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Im Betrieb entstehen weder Treibhaus- noch sonstige gesundheitsgefährdende Abgase (sofern mit erneuerbarer Energie geladen wurde) und auch deutlich weniger Lärm. Immer mehr Staaten und Regionen fördern daher den Umstieg von fossil betriebenen auf elektrische Fahrzeuge und planen, dass benzin- und dieselgetriebene Kfz bald nicht mehr neu zugelassen werden dürfen: In Großbritannien soll dies bis 2035 geschehen,¹ in Frankreich bis 2040, und Norwegen will dieses Ziel sogar bis 2025 erreichen. Österreich hat sich 2021 im neuen Mobilitätsmasterplan 2030 vorgenommen, bis 2040 einen klimaneutralen Verkehrssektor zu erreichen, und setzt ebenfalls auf E-Mobilität.² Europaweit sollen ab 2035 nur mehr im Betrieb emissionsfreie Neuwagen zugelassen werden.³

Abgesehen von diversen Fördermaßnahmen für die Fahrzeuge selbst bedarf es dazu des Aufbaus einer entsprechenden Infrastruktur (siehe dazu die E-Mobilitätsinitiative 2022⁴). Hierbei geht es insbesondere um die Sicherstellung einer ausreichenden Versorgung mit Strom. Ein wichtiger Teil ist dabei der Aufbau eines flächendeckenden Netzes an Ladestationen, sowohl im öffentlichen Raum entlang von Straßen, auf Parkplätzen usw. als auch auf privaten Flächen, insbesondere in Garagen und bei gewerblichen und öffentlichen Fahrzeugflotten. Dieser Ausbau stellt eine technische und finanzielle Herausforderung dar: Die Versorgung einer großen Anzahl von (Schnell-)Ladestationen würde einen Ausbau der Stromleitungskapazitäten benötigen, etwa im Zuge der Um- bzw. Aufrüstung von Tankstellen entlang des hochrangigen Straßennetzes; insofern neue Stromleitungen benötigt werden, wäre auch mit längeren Bewilligungsverfahren zu rechnen. Eine weitere Herausforderung stellt die flächendeckende Ausstattung von Garagen in Mehrparteienhäusern dar (Wohnungseigentumsrecht, Baurecht, Brandschutz). Darüber hinaus werden sich bei zunehmendem Einsatz von E-Fahrzeugen und entsprechenden Ladestationen auch die Anschlussleistungen für private Haushalte deutlich erhöhen, d. h. dass vor allem die Niederspannungsnetze verstärkt bzw. ausgebaut werden müssten.

Österreich liegt mit knapp zwei E-Ladestationen pro 1.000 EinwohnerInnen aktuell europaweit im Spitzenfeld, hinter den Spitzenreitern Norwegen und Niederlande (über vier pro 1.000) sowie Luxemburg, vergleichbar mit

¹ [zeit.de/wirtschaft/2020-02/grossbritannien-verbrennungsmotoren-verbot-2035](https://www.zeit.de/wirtschaft/2020-02/grossbritannien-verbrennungsmotoren-verbot-2035).

² bmk.gv.at/themen/mobilitaet/mobilitaetsmasterplan/mmp2030.html, siehe auch bmk.gv.at/themen/mobilitaet/alternative_verkehrskonzepte/elektromobilitaet.html.

³ [orf.at/stories/3291490/](https://www.orf.at/stories/3291490/).

⁴ bmk.gv.at/themen/mobilitaet/alternative_verkehrskonzepte/elektromobilitaet/foerderungen/e-mobilitaet2022.html.

Schweden.⁵ In Österreich liegt Vorarlberg voran, wo auch die meisten E-Fahrzeuge zugelassen sind. Es wird weiter investiert, zuletzt massiv in der Stadt Wien.⁶ Dennoch ist offensichtlich, dass die derzeitige Ladeinfrastruktur für eine stärkere Verbreitung von E-Fahrzeugen nicht ausreichend sein wird. Effiziente und kundenfreundliche Abrechnungssysteme zwischen den verschiedenen Anbietern („E-Roaming“) ebenso wie Standardisierungen sind ebenfalls wichtige Elemente beim Ausbau der Ladeinfrastruktur. Ein weiteres wichtiges Thema für F&E und Infrastrukturplanung sind die Rahmenbedingungen für eine bessere Einbindung zusätzlicher Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (Wind und Photovoltaik), etwa bei Park&Ride-Anlagen mit Solardächern oder auch bei teilautonomen Lösungen im privaten bzw. halböffentlichen Bereich.⁷

Um noch weitergehende Entwicklungen auf dem Weg zur Elektrifizierung des Verkehrs umzusetzen, würde es noch größerer Investitionen in die Infrastruktur bedürfen: In der Nähe der schwedischen Stadt Gävle wurde beispielsweise 2016 eine „elektrische Straße“ getestet, bei der hybrid-elektrische LKW an eine Oberleitung andocken können (siehe Thema [Smarte Straßen](#)).⁸ Ohne Oberleitungen, dafür mit einer aufwändigen Infrastruktur unter der Straßenoberfläche würden Systeme zur kabellosen Stromübertragung auf fahrende Fahrzeuge auskommen.⁹ In Zukunft könnte auch der Flugverkehr zumindest zum Teil elektrifiziert werden, wodurch weitere Investitionen in die Ladeinfrastruktur notwendig würden.¹⁰

Zusammengefasst geht es bei der Infrastruktur für Elektromobilität um mehrere Themen: die Bereitstellung finanzieller Mittel, um adäquate Rahmensezung (Recht, Standards, Genehmigungsverfahren), den Schutz der VerbraucherInnen (Preistransparenz), die Vergabe von geeigneten Standorten im öffentlichen Raum und nach wie vor um Fragen der Forschung und Entwicklung (optimale Auslastung der Netze, Integration erneuerbarer Energien).

⁵ de.statista.com/statistik/daten/studie/785426/umfrage/anzahl-der-ladestationen-fuer-elektrofahrzeuge-in-laendern-europas/ (neueste Zahlen aus 2021).

⁶ wienenergie.at/privat/produkte/e-mobilitaet/.

⁷ Vgl. z. B. Giraffe 2.0, innoventum.se/wp-content/uploads/Giraffe_leaflet_A4_ENG_160930_150dpi.pdf.

⁸ scania.com/group/en/home/newsroom/news/2019/how-electric-roads-work.html.

⁹ electronicdesign.com/markets/automotive/article/21199500/wireless-charging-of-electric-vehicles.

¹⁰ electrive.net/2020/02/17/schweden-flughaefen-erhalten-infrastruktur-fuer-e-flugverkehr/.

Renaissance des Radverkehrs

Das Fahrrad entwickelt sich zu einem zentralen Bestandteil des fortschrittlichen urbanen Verkehrs – wieder – denn schon in den 1940ern wurden bis zu 85 % aller Wege in vielen europäischen Städten mit dem Rad zurückgelegt (Larsen 2016). Gleichzeitig verbreiten sich auch andere nicht-motorisierte und E-motorisierte, teils spielerische Fortbewegungsmittel und Sportgeräte, wie beispielsweise Tretroller, Longboards, Inlineskates oder elektrische Einräder. Der rechtliche Rahmen für deren Nutzung im Straßenverkehr ist teilweise sehr verschieden, abhängig davon ob sie nach STVO als Fahrzeug oder als Spielzeug gelten,¹ ein Segway (bis 25 km/h) gilt beispielsweise als Fahrrad ebenso wie ein E-Scooter; für Hoverboards ist der rechtliche Rahmen unklar.² Das Radfahren verursacht praktisch keine Umweltschäden, fördert die Gesundheit durch körperliche Aktivität, nimmt wenig Platz in Anspruch und ist sowohl bei den direkten Nutzungskosten als auch bei den öffentlichen Infrastrukturkosten wirtschaftlich (Pucher/Buehler 2017). Radfahren ist ökologisch, sozial und wirtschaftlich nachhaltiger als jedes andere Verkehrsmittel, und hat damit klimapolitisch eine entscheidende Rolle (Deffner 2018). Trotz eines erklärten Interesses zur Förderung der aktiven Mobilität³ sind die Zielsetzungen mit einer Erhöhung auf 13% Radverkehrsanteil bis 2025⁴ weit entfernt von einer radzentrierten Ausrichtung des urbanen Verkehrs. Für eine Umsetzung wird von einem Investitionsbedarf € 7 Milliarden ausgegangen.⁵ Vorreiterstädte, die seit den 1970er-Jahren konsequent in Radinfrastruktur und Begleitmaßnahmen investieren, haben heute Anteile von 30 % (Kopenhagen⁶) oder 48% (Amsterdam⁷). Als Hinderungsgrund wird oft der überdurchschnittlich gute Ausbau öffentlicher Verkehrsmittel genannt. Einige Maßnahmen könnten die den Radverkehr stark fördern, beispielsweise die Verkehrsberuhigung von Wohnstraßen. Auch Radschnellwege können den Modalsplit zugunsten des Fahrrads stark erhöhen (Agarwal et al. 2019, Ornetzeder et al. 2016). Der Anschluss des urbanen Umlandes ermöglicht PendlerInnen, mittlere Strecken zurückzulegen und auf das Auto zu verzichten. Physisch abge-

¹ oeamtc.at/thema/kindersicherheit/kleinfahrzeuge-im-strassenverkehr/.

² ots.at/presseaussendung/OTS_20160629_OTS0182/e-bikes-segways-und-hoverboards-der-rechtsschutzversicherer-arag-klaert-auf.

³ BMGF (2013) Nationaler Aktionsplan Bewegung (NAP.b), bmgf.gv.at/home/Nationaler_Aktionsplan_Bewegung.

⁴ BMLFUW (2015) Masterplan Radfahren 2015-2025, klimaaktiv.at/dam/jcr:b12274b7-5813-4c7e-b1f6-8ff72c33f136/MP-Radfahren_2015-2025%20englisch_web.pdf; Leitfaden Radverkehrsförderung, klimaaktiv.at/dam/jcr:0c4bdb7a-a856-4217-b6bf-ca62775ab7db/KAM_Leitfaden_Radverkehrsf%C3%B6rderung_2022.pdf.

⁵ radkompetenz.at/en/9089/future-oriented-study-austrias-cycle-infrastructure-needs-7-billion-euros-of-investment/.

⁶ Copenhagen city cyclists facts figures (2017) cycling-embassy.dk/2017/07/04/copenhagen-city-cyclists-facts-figures-2017/.

⁷ Netherlands Institute for Transport Policy Analysis (2018) Cycling Facts government.nl/binaries/government/documents/reports/2018/04/01/cycling-facts-2018/Cycling+facts+2018.pdf.

trennte und geschützte Wege sind ein zentrales Erfolgsrezept für die Förderung des Radverkehrs (Buehler 2016). Insgesamt gibt es aber eine hohe länderspezifische Diversität von Praktiken zur Förderung des Radverkehrs (Schröter et al. 2021). Neue Technologien (siehe auch [Netz der bewegten Dinge](#)) können genutzt werden, um die Effizienz und Sicherheit von Radinfrastruktur zu verbessern (Oliveira et al. 2021). In innerstädtischen Bereichen zeigen auch Begegnungszonen von Fußgänger-, Rad- und Autoverkehr Vorteile. In vielen chinesischen Städten sind E-Bikes, mit 250 Millionen registrierten Rädern bereits ein primärer Verkehrsmodus und werden vorrangig zum Pendeln benutzt und nicht wie in Europa für Freizeitaktivitäten (Ma et al. 2019). E-Bikes haben allerdings ein eklatant höheres Unfallrisiko als nicht-motorisierte Räder (Ma et al. 2019). Sharing-Systeme für Räder, Roller und andere Fortbewegungsmittel werden aller Voraussicht nach in den nächsten Jahren weiter starken Einfluss auf die Mobilitätskultur haben (Pucher/ Buehler 2017). Erste Studien zeigen, dass AutofahrerInnen eher auf e-Bikes umsteigen als auf nicht-motorisierte Räder (Kroesen 2017). Trade-offs zwischen Elektro- und Muskelkraftmobilität sollten näher untersucht werden, wie auch der gesamte Lifecycle von Elektorrädern. Die wissenschaftliche Erhebung von Nutzungskonflikten, Maßnahmen zum Umgang sowie Ansätze für die Überwindung von Umsetzungshürden kann einer vorausschauenden Politik Empfehlungen liefern, um eine zukunftsfähige Verkehrspolitik zu gestalten.

Zitierte Quellen

- Agarwal, A., Ziemke, D. und Nagel, K., (2019) Bicycle superhighway: An environmentally sustainable policy for urban transport, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* [sciencedirect.com/science/article/pii/S096585641731162X](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096585641731162X).
- Buehler, R., Dill, J. (2016). Bikeway networks: A review of effects on cycling. *Transport Reviews* 36(1): 9-27.
- Deffner, J. (2018). Fuß- und Radverkehr. Verkehrspolitik. O. Schwedes. Wiesbaden, Springer VS: 415-444.
- Kroesen, M. (2017). "To what extent do e-bikes substitute travel by other modes? Evidence from the Netherlands." *Transportation Research D: Transport & Environment* 53: 377-387.
- Larsen, J. (2016). The making of a pro-cycling city: Social practices and bicycle mobilities. *Environment and Planning A* 49(4): 876-892.
- Ma, C., Yang, D., Zhou, J., Feng, Z. und Yuan, Q., 2019, Risk Riding Behaviors of Urban E-Bikes: A Literature Review, *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(13).
- Oliveira, F., et al., (2021) A Survey of Technologies and Recent Developments for Sustainable Smart Cycling, 13(6), 3422
- Ornetzeder, M. C., Leo; Gutting, Alicia (2016). Monitoring urbaner Technologien, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, Nr. 18/2016 bmvit. Wien.
- Pucher, J., R. Buehler (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. *Transport Reviews* 37(6): 689-694.
- Schröter, B., et al., (2021) Guidance and Practice in Planning Cycling Facilities in Europe – An Overview, 13(17), 9560 mdpi.com/2071-1050/13/17/9560.

Von der Wegwerfgesellschaft zur Kreislaufwirtschaft: das Recht auf Reparatur

Zusammenfassung

Die Idee, Dinge zu reparieren und wiederzuverwenden, ist nicht neu, davon zeugen Einrichtungen wie Reparatur-Cafés, Reparaturzentren und DIY-Reparaturinitiativen seit langem. Die materiellen Vorteile von Reparatur im Vergleich zu Neukäufen liegen auf der Hand: Reduktion des Ressourcenverbrauchs, Müllvermeidung und die Steigerung des Produktnutzens durch Langlebigkeit. Reparaturgemeinschaften¹ betonen darüber hinaus die gesellschaftlichen Vorzüge des Reparierens: mehr Selbstbestimmung, Wissenstransfer, Erhöhung der Lebensqualität, Förderung der sozialen Integration und Schaffung von Arbeitsplätzen. All diese Vorteile lassen die Reparatur als sinnvolle Weise nachhaltigen Wirtschaftens erscheinen, die langfristig die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft² unterstützen kann. Warum aber wird das enorme Zukunftspotenzial dieses einfachen, aber wichtigen Schrittes in Richtung einer nachhaltigen Gesellschaft kaum genutzt? Und was heißt es, dass sich immer mehr Initiativen in Europa und weltweit³ für ein Recht auf Reparatur einsetzen?

Überblick zum Thema

Die Bereitschaft von VerbraucherInnen, ihre Produkte reparieren zu lassen ist hoch.⁴ Vielzählige Reparatur-Kampagnen und -Initiativen untermauern den gesellschaftlichen Bedarf an Reparaturmöglichkeiten, bspw. die europäische Koalition für das Recht auf Reparatur,⁵ die aus einem Netzwerk von mehr als 40 Organisationen aus 15 europäischen Ländern besteht. Unabhängige Reparaturbetriebe, Reparatur-AktivistInnen und BürgerInnen setzen sich im Rahmen der Kampagne für langlebigen und reparierfähigen Produktdesign, für einen universellen Zugang zu erschwinglichen Ersatzteilen und Reparaturhandbüchern, für langfristige Software-Updates und für zugängliche Informationen zur Produktreparaturfähigkeit zum Zeitpunkt des Kaufs ein. Gleichzeitig wird immer weniger repariert und die Zahl der Reparaturbetriebe nimmt aufgrund sinkender Nachfrage ab (van der Velde 2021). Viele KonsumentInnen ersetzen günstige Produkte eher als

*Hoher gesellschaftlicher
Bedarf nach Reparatur*

*Abnehmende
Reparaturmöglichkeiten*

¹ Wie z. B. das Re-Use und Reparaturnetzwerk Österreich repanet.at oder die Repair-Café-Community in deutschsprachigen Ländern repaircafe.org/de/.

² Kreislaufwirtschaft verstanden als CO₂-neutrale, ökologisch nachhaltige, giftfreie und vollständig kreislaforientierte Wirtschaft und als strategischer Baustein des europäischen Green Deal und wie im neuen EU-Aktionsplan ausformuliert, siehe eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=COM:2020:98:FIN.

³ Wie z. B. der US-amerikanische Verband „The Repair Association“ repair.org.

⁴ Laut einer Eurobarometer-Umfrage präferieren 77 % der EU-BürgerInnen Reparatur gegenüber Ersatz, siehe data.europa.eu/data/datasets/s1102_388.

⁵ repair.eu/de/.

<i>Spannungsfeld: Wachstum vs. Suffizienz</i>	diese zu reparieren, was auf die hohen Kosten für die Reparaturarbeit und die Wartezeit zurückzuführen ist.⁶ Die Idee, Menschen dabei zu unterstützen, Produkte durch Reparieren länger zu nutzen und zu genießen, um so auch weniger zu konsumieren, steht in direktem Widerspruch zum Wachstumsparadigma sogar aktueller Kreislaufwirtschaftspolitik (van der Velden 2021; Bradley/Persson 2022). Das asymmetrische Kräfteverhältnis spiegelt sich in der geballten Finanzkraft der Unternehmen wider, die sich gegen ein Recht auf Reparatur stark machen (O'Neill 2021). Bisher stand die Industrie im Fokus europäischer Regulierungsbestrebungen in Richtung erhöhter Reparaturfähigkeit und Nachhaltigkeit von Produkten (Hernandez et al. 2020). Doch das vorherrschende technokratische Verständnis von Reparatur, das sich in der wissenschaftlichen Literatur zur Kreislaufwirtschaft wiederfindet und in den letzten Jahrzehnten verbreitet hat, verdeutlicht, dass Reparatur lediglich als technisches Instrument zur Verlängerung der Produktlebensdauer und zur Verringerung von Abfall aufgefasst wird (McLaren et al. 2020). Die sozialen und politischen Aspekte von Praktiken der Pflege und der Reparatur, wie bspw. die regionale Wertschöpfung, der Kompetenzaufbau und die Schaffung von Arbeitsplätzen, die unmittelbar mit der materiellen Praxis des Reparierens verbunden sind, werden bisher ausgeblendet.
<i>Digitalisierung erschwert Zugang zu Reparatur</i>	Darüber hinaus schränkt die fortschreitende Digitalisierung die aktive Rolle von KonsumentInnen im Reparaturgeschehen weiter ein: Eigentumsbasierte Geschäftsmodelle verändern sich hin zu zugangsbezogenen (Nutzung von Online-Services, Produktmiete). Das geht mit einer radikalen Veränderung von Macht- und Kontrollbeziehungen in Hinblick auf Reparaturmöglichkeiten einher: VerbraucherInnen haben zunehmend weniger Einfluss darauf, ob und wie Produkte repariert werden (Bradley/Persson 2022). Davon zeugt die gängige Praxis von OEMs,⁷ ein Reparaturlimit einzuhalten, ab dem ein schadhaftes Produkt ersetzt wird, anstatt es zu reparieren. Bei diesen Entscheidungsprozessen kommen zunehmend komplexe Algorithmen (KI) zum Einsatz, die anhand bestimmter Parameter, wie bspw. Produktalter, Anzahl an Reparaturen oder erwartete Kosten, ausrechnen, ob sich eine weitere Reparatur lohnt.⁸
<i>Designbarrieren & Obsoleszenz</i>	Auch das Design von Produkten kann zu Reparaturbarrieren führen. So kann etwa die Nutzung von Klebstoffen das Zerlegen und damit auch das Reparieren von Produkten verhindern. Im Zusammenhang mit dem Produktdesign stehen auch Herstellungsbedingungen, die die Lebensdauer von Produkten beeinflussen: Grundlegend kann dabei in eine geplante Obsoleszenz (beabsichtigt verkürzte Lebensdauer von Produkten, z. B. durch Sollbruchstellen), frühzeitige Obsoleszenz (Einsatz schlechter Materialien führt zu frühzeitigem Funktionsverlust) und funktionale Obsoleszenz (Soft-

⁶ derstandard.at/story/2000135283077/elektronikfachhaendler-widhalm-repariert-wird-praktisch-nichts-mehr.

⁷ Original Equipment Manufacturer, d. h. ein Hersteller, der Komponenten für Produkte eines anderen Unternehmens fertigt, z. B. Mikroprozessoren für Computer.

⁸ Siehe z. B. Karagiannopoulos, et al. (2022).

ware, die nur auf neuen Produktmodellen funktioniert und nicht mit älteren Modellen kompatibel ist) unterschieden werden (Svensson-Hoglund et al. 2021).

Vor allem bei proprietären Systemen und Produkten ist der Zugang zu Ersatzteilen und Diagnosesoftware für die Reparatur durch Dritte entscheidend. Digitale Schlösser oder für die Reparatur erforderliches Spezialwerkzeug können Reparaturmöglichkeiten begrenzen (O'Neill 2021). Marktwirtschaftliche Barrieren liegen vor allem in den hohen Arbeitskosten, die bei Reparaturen anfallen, sowie dem Bedarf an fachlich qualifizierten Arbeitskräften, die Reparaturen durchführen können (Svensson-Hoglund et al. 2021). Geistige Eigentumsrechte, wie z. B. Patente oder Urheberrechte, können dem Ziel von Reparatur entgegenstehen. Davon zeugt ein aktueller Fall, bei dem ein europäischer Reparaturbetrieb von Apple auf Verletzung von Markenrechten geklagt wurde, weil er wiederverwendete Originalteile, die von einem Drittanbieter aufbereitet werden, für Reparaturen verwendet hat.⁹ Oft ist es für KonsumentInnen oder unabhängige Reparaturbetriebe auch nicht klar ersichtlich, ob bzw. wie ein Produkt repariert werden kann. Die Informationsasymmetrie hinsichtlich Reparaturmöglichkeiten stellt somit eine weitere Barriere dar, die zu übersteuerten Reparaturen und zum Verlust von Vertrauen führen kann (Svensson-Hoglund et al. 2021).

*Hohe Kosten für
Reparaturarbeit*

*Geistige
Eigentumsrechte*

*Informations-
asymmetrie*

Grundsätzlich besteht in der EU die Möglichkeit, während der gesetzlichen Gewährleistungsfrist¹⁰ die Reparatur oder den Ersatz eines funktionsunfähigen Produkts vom Verkäufer einzufordern.¹¹ Neuerungen in der europäischen Ökodesign-Richtlinie schreiben zusätzlich – zumindest für vier Produktgruppen (Waschmaschinen, Geschirrspüler, Kühlschränke und Bildschirme) – die Verfügbarkeit von Ersatzteilen für sieben bis zehn Jahre auch nach dem Auslaufen einer Produktlinie vor. Darüber hinaus gibt es vielzählige Richtlinien und Gesetze, die auf die Regulierung von vor allem elektronischen Produkten abzielen. Trotz dem umfassenden Rechts- und Normenbestand, der die Reparatur betrifft, kritisieren VertreterInnen der „Recht auf Reparatur“-Kampagne, dass die Bestimmungen nicht weit genug gehen, v. a. was die Kosten für Ersatzteile betrifft (O'Neill 2021).

*Viel Regulierung –
wenig Effekt?*

Die derzeit geplante EU-Verordnung zur Änderung der Richtlinie zum Warenhandel und möglicherweise einer separaten Regelung zum Recht auf Reparatur¹² könnte einen Perspektivenwechsel mit sich bringen: Das Europäische Parlament fordert im Vorfeld des Erlasses mehr Möglichkeiten für KonsumentInnen, ihre Produkte zu reparieren, statt sie wegzuerwerfen

*Geplante Richtlinie zum
Recht auf Reparatur*

⁹ repair.eu/news/apple-crushes-one-man-repair-shop/.

¹⁰ Die in der Richtlinie zum Warenhandel geregelt ist, siehe eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32019L0771.

¹¹ Die Regelung bei Software ist anders: Wenn sich UserInnen gegen die Installation eines von Seiten des Unternehmers als notwendig erachteten Sicherheits-Updates entscheiden, kann die Vertragsmäßigkeit der digitalen Inhalte nicht mehr garantiert werden, siehe dazu die Richtlinie zur Bereitstellung digitaler Inhalte und Dienstleistungen, eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/770/oj?locale=de.

¹² ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13150-Sustainable-consumption-of-goods-promoting-repair-and-reuse_en.

*Französischer
Reparaturindex*

*Reparaturfähigkeit als
Wettbewerbsvorteil?*

und schlägt vor, die geplante Obsoleszenz als unfaire Wirtschaftspraxis einzuordnen.¹³ Positiv zu bewerten ist die aktuelle Entwicklung in Frankreich, das als erstes Land der Welt HerstellerInnen bestimmter elektronischer Geräte, darunter Smartphones und Laptops, verpflichtet, den VerbraucherInnen mitzuteilen, wie reparabel ihre Produkte sind. HerstellerInnen, die diese Geräte in Frankreich verkaufen, müssen ihre Produkte mit einer Punktzahl oder einem „Reparierbarkeitsindex“¹⁴ bewerten, der auf einer Reihe von Kriterien basiert, darunter die Frage, wie leicht das Produkt auseinandergenommen werden kann und ob Ersatzteile und technische Unterlagen verfügbar sind. Die Verwendung des Index wird zwar erst im nächsten Jahr kontrolliert und die Nicht-Einhaltung mit Geldstrafen geahndet, aber einige Unternehmen haben bereits damit begonnen, die Bewertungen für ihre Produkte zu veröffentlichen. Unternehmen, die heute bereits in ökologisch-verträglichere und reparaturfähige Produkte investieren, könnten längerfristig bessere Chancen am Markt haben und die Reparaturfähigkeit könnte sich als langfristiger Wettbewerbsvorteil erweisen (O'Neill 2021). Die kürzliche Ankündigung von Apple, durch das Angebot von Ersatzteilen und Reparaturanleitungen die selbständige Reparatur von Apple-Geräten zu ermöglichen, verdeutlicht das unternehmerische Potenzial von Reparatur.¹⁵ Ob das Versprechen den umfassenden Forderungen auf ein Recht auf Reparatur gerecht wird, bleibt zu beobachten.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

*Österreichischer
Reparaturbonus*

Die Umsetzung der geplanten EU-Richtlinie zum Recht auf Reparatur steht zukünftig auch in Österreich an. Neuerungen im österreichischen Verbrauchergewährleistungsgesetz¹⁶ oder der aktuelle Abfallwirtschaftsplan, der sich in Begutachtung (öffentliche Konsultation)¹⁷ befindet, setzen neue Rahmenbedingungen für Reparaturbestrebungen. Darin enthalten ist ein neues Abfallvermeidungsprogramm, das unter anderem den Reparaturbonus, die geplante Pfandregelung sowie die Umsetzung der Mehrwegquote vorsieht. Ob der Reparaturbonus¹⁸ als Begleitmaßnahme den Weg zur Reparaturgesellschaft ebnet oder ob radikalere Veränderungen notwendig sind, bleibt vorerst offen.

¹³ europarl.europa.eu/news/de/press-room/20220401IPR26537/recht-auf-reparatur-fur-produkte-die-langlebiger-und-reparierbar-sind.

¹⁴ repair.eu/de/news/one-year-on-has-the-french-repair-index-kept-its-promises/.

¹⁵ apple.com/newsroom/2021/11/apple-announces-self-service-repair/.

¹⁶ ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011654.

¹⁷ bm.kg.at/themen/klima_umwelt/abfall/aws/bundes_awp/bawp2022.html.

¹⁸ reparaturbonus.at.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Es stellt sich die Frage, wie angesichts der ungleichen Kräfteverhältnisse zwischen relevanten Reparatur-Akteuren die Transformation zur Reparatur-Gesellschaft gelingen kann. Ein umfassender und partizipativer Foresight & TA-Prozess könnte alternative Strategien und Steuerungsmöglichkeiten sowie radikale Zukunftsvisionen für die Reparaturgesellschaft ausloten und die notwendigen systemischen Bedingungen näher beleuchten. Gerade die umfassende Integration von Ideen und Vorschlägen relevanter Stakeholder könnte dazu beitragen, eine umfassende, zukunftsrobuste Reparaturinfrastruktur in Österreich aufzubauen und sich damit als europäischer Vorreiter einer Reparaturkultur zu positionieren.

Zitierte Literatur

- Bradley, K. und Persson, O., 2022, Community repair in the circular economy – fixing more than stuff, *Local Environment*, 1-17.
doi.org/10.1080/13549839.2022.2041580.
- Hernandez, R. J., Miranda, C. und Goñi, J., 2020, Empowering Sustainable Consumption by Giving Back to Consumers the 'Right to Repair', *Sustainability* 12(3), 850. mdpi.com/2071-1050/12/3/850.
- Karagiannopoulos, P. S., Manousakis, N. M. und Psomopoulos, C. S., 2022, A Novel ILP Formulation for PCB Maintenance Considering Electrical Measurements and Aging Factors: A 'Right to Repair' Approach, *Energies* 15(1), 183. mdpi.com/1996-1073/15/1/183.
- McLaren, D., Niskanen, J. und Anshelm, J., 2020, Reconfiguring repair: Contested politics and values of repair challenge instrumental discourses found in circular economies literature, *Resources, Conservation & Recycling: X* 8, 100046.
sciencedirect.com/science/article/pii/S2590289X20300177.
- O'Neill, S., 2021, European Union Puts Teeth in Right to Repair, *Engineering* 7(9), 1197-1198.
- Svensson-Hoglund, S., et al., 2021, Barriers, enablers and market governance: A review of the policy landscape for repair of consumer electronics in the EU and the U.S, *Journal of Cleaner Production* 288, 125488. sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620355347.
- van der Velden, M., 2021, 'Fixing the World One Thing at a Time': Community repair and a sustainable circular economy, *Journal of Cleaner Production* 304, 127151.
sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621013706.

Point of Sale 2.0: Automaten der Zukunft

Ein Verkaufsautomat ist ein Gerät, das gegen Bezahlung Waren ausgibt (Kaugummis, Bücher, Autos, Zigaretten, Kondome, Ab-Hof-Produkte) oder Zugang zu abgesperrten Räumen (Toiletten, Abholstationen) oder Dienstleistungen (Internetzugang, Gewichtsmessung) gewährt und für die Selbstbedienung durch KundInnen bestimmt ist. Automaten sind rund um die Uhr in Betrieb und ein Point of Sale (PoS), der Ort an dem die Waren dargeboten, beworben und verkauft werden. Inzwischen machen smarte Technologien eine neue Generation von Automaten möglich, die digital vernetzt sind und die den Zugang zu Produkten virtuell unterstützen. Das bietet einerseits Vorteile durch erleichterte und personalisierte Bedienung, die durch Social Media, VR- und AR-Technologien, sowie Gesichts-, Gesten- oder Stimmerkennung und Künstliche Intelligenz (KI) ermöglicht wird. Zum Beispiel können virtuelle Assistenten (siehe [Social Robots](#)) durch den Einkaufsvorgang am Automaten begleiten oder das dargestellte Angebot kann durch Gesichtserkennung je nach abgelesener Stimmung der Einkaufenden – wie digitale Werbeplakate – am Automaten angepasst werden.¹ Andererseits können vernetzte Automaten leichter konfiguriert werden und damit flexibel in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt werden, was für Unternehmen bedeutet, dass keine Automaten mehr angeschafft werden müssen, sondern die Automaten-Dienstleistung einfach zugekauft werden kann („Vending as a Service“). Gerade in Zeiten von Corona können Warenautomaten, neben Hauszustellung und Abholservices, dabei helfen den direkten Kontakt mit Mitmenschen beim Einkaufen zu vermeiden.² Besonders im Bereich des Handels mit landwirtschaftlichen Produkten, scheint die Covid-19 Krise den Trend zum Lebensmittelautomaten verstärkt zu haben.³ Ob sie zu einem langfristigen Ersatz von menschlicher Arbeitskraft führt, wird kontrovers diskutiert (Prainsack/Buys 2018). In der Direktvermarktung landwirtschaftlicher Produkte wird argumentiert, dass die Wartung, Bewerbung und Installation von Automaten oft mit – nicht zu vernachlässigendem – Personaleinsatz verbunden ist.⁴ Unbestritten ist hingegen die Zunahme an wertvollen Nutzerdaten, die durch den vermehrten Einsatz digitaler Technologien in Automaten generiert werden. Beispielsweise beim kontaktlosen Bezahlvorgang oder wenn anhand von Eye-Tracking und Machine-Learning Technologie das Konsumentenverhalten

¹ trendsderzukunft.de/sehender-verkaufs-automat-weis-was-kunden-wollen/.

Diese Möglichkeit wird unter dem Schlagwort „Emotional Targeting“ gefasst, auf Deutsch „emotionale, zielgerichtete Werbung“, siehe Garaus, et al. (2021).

² In Wien hat während der Corona-Krise ein Automaten-Restaurant eröffnet, in dem in Selbstbedienungsmanier regionale Bioprodukte und Speisen in nachhaltiger Verpackung zum Mitnehmen angeboten werden, siehe foodie-fridge.com.

³ steiermark.orf.at/stories/3056685/.

⁴ V. a. wenn der Automat einen zusätzlichen Vertriebskanal darstellt, siehe agrarteheute.com/management/so-setzen-landwirte-verkaufsautomaten-535051; lfi.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/direktvermarktung-automaten-vertrauenskassen-forum-diversifizierung_lfi-information.pdf.

am Automaten ausgeforscht wird, um das Warenangebot zu personalisieren und zu verbessern (Pfeiffer et al. 2020). Während im Bereich Fintech bereits europäische Alternativen zu globalen Payment-Anbietern entwickelt werden, um eine sichere und kontaktlose Zahlungsabwicklung am Automaten zu ermöglichen,⁵ bleibt die Frage nach europäischen Plattformen für den personalisierten Automatenverkauf vorerst offen (siehe [Dezentralisierte Kollaborationsplattformen](#)).

Zitierte Literatur

- Pfeiffer, J., et al., 2020, Eye-Tracking-Based Classification of Information Search Behavior Using Machine Learning: Evidence from Experiments in Physical Shops and Virtual Reality Shopping Environments, *Inf. Syst. Res.* 31(3), 675–691.
- Prainsack, B. und Buyx, A., 2018, The value of work: Addressing the future of work through the lens of solidarity, *Bioethics* 32(9), 585-592, doi.org/10.1111/bioe.12507.
- Garaus, M., Wagner, U. und Rainer, R. C., 2021, Emotional targeting using digital signage systems and facial recognition at the point-of-sale, *Journal of Business Research* 131, 747-762.

⁵ derbrutkasten.com/bluecode-und-secure-payment-technologies-millionenforderung-fur-europa-expansion/.

Personalisierte Ernährung: Nudges statt Wedges?

Gesundheitliche Folgen von ungesunder Ernährung nehmen weltweit zu. Personalisierte Ernährung ist ein Ansatz, mit dem versucht wird diesen Risiken entgegenzuwirken. Dazu zählen z. B. funktionale Nahrung, die mit Hilfe biotechnologischer Methoden und Genomanalyse an individuelle Bedürfnisse angepasst wird (siehe [Funktionelle Nahrung aus dem Labor](#)), oder auch maßgeschneiderte Ernährungskonzepte, die auf die persönliche Darmbakteriengemeinschaft,¹ das genetische Profil und den Lebensstil abgestimmt werden.² Dabei spielen digitale Technologien eine wichtige Rolle, die die Personalisierung beim Lebensmitteleinkauf oder dem Restaurantbesuch ermöglichen und so eine umfassende Überwachung der eigenen Ernährungsgewohnheiten und Gesundheitsparameter unterstützen.³ Darüber hinaus versprechen personalisierte Ansätze zur Förderung der diätischen Gesundheit geringere Gesundheitsausgaben und einen großen Markt für diagnostische Anwendungen (Abrahams et al. 2019). Doch was bringt personalisierte Ernährung? Kann die Gesundheit der Bevölkerung langfristig mit individuell zugeschnittenen Empfehlungen verbessert werden? Werden die Menschen motiviert sein, sich an eine maßgeschneiderte Ernährung zu halten? Zweifel in Hinblick auf Datenschutz, mangelndes Vertrauen in die Gentechnologie und fehlendes Wissen über die Rolle der Genetik bei chronischen Krankheiten verlangsamen die breite Anwendung des personalisierten Ansatzes (Abrahams et al. 2019). Aber auch soziale Situationen, wie z. B. die gemeinsame Mahlzeit in der Familie, können sich zunehmend schwierig gestalten, wenn jede Person ihren eigenen Diätplan einhalten möchte. Die größte Hürde für personalisierte Ernährung ist die Akzeptanz der BürgerInnen.

Ein Versuch, der speziell darauf abzielt individuelle Verhaltensänderungen zu bewirken, ist Nudging (für weitere Information zu Nudging allgemein siehe [Digitales Nudging und Demokratie](#)). Im Bereich der Ernährung zählt die Lebensmittelkennzeichnung, Verbesserung der Sichtbarkeit von Produkten („cognitive nudges“), aber auch Interventionen, die darauf abzielen die Wahrnehmung durch affektive Produktgestaltung zu beeinflussen („sensorisches Marketing“), zu den gängigen Nudging-Methoden. Ein extremes Beispiel für Nudging im Ernährungsbereich ist die Aktion von mehreren Fast Food Restaurants, die vor ihren Eingängen Stäbe in unterschiedlichen Abständen montiert haben, um Menschen – freiwillig – abhängig von ihrem Körperumfang ins Lokal zu lassen und je nachdem, durch welche

¹ microbiomesupport.eu.

² Forschungsunterfangen in diesen Bereichen werden unter Nutrigenomik gefasst, ein Gebiet, das Erkenntnisse aus Genomforschung, Pflanzenzüchtung, Gentechnik und moderner Medizin verknüpft, um Nahrungsmittel zu entwickeln, die in der medizinischen Prävention und Behandlung eingesetzt werden können.

³ Unzählige Diät-Apps für das Smart Phone zeugen davon.

Öffnung sie kommen (je schmaler der Durchlass, desto höher der Rabatt), den KundInnen bis zu 100% Preisnachlass auf konsumierte Speisen gewähren.⁴ Ziel der Aktion ist es lt. Restaurantbetreibern, Bewusstsein für Ernährung zu stiften. Ob diese Art personalisierter Ansätze in Zukunft die Akzeptanz der BürgerInnen erhöht und ihre Ernährungsgewohnheiten langfristig verbessert ist jedoch fraglich. Interessant und vielversprechend sind hingegen Studien, die darauf abzielen herauszufinden, welche Bedingungen das Konzentrationsvermögen und das bewusste Denken bei Entscheidungen fördern und so die Wahrscheinlichkeit von Fehlentscheidungen verringern (Rebonato 2014). Das Zukunftspotenzial solcher kontrastierenden Ansätze zur Verhaltensänderung – ganz im Sinne von „Teaching“ statt „Nudging“ – könnte weiter ausgelotet werden.

Zitierte Literatur

- Abrahams, M., Frewer, L. J., Bryant, E. und Stewart-Knox, B., 2019, Personalised Nutrition Technologies and Innovations: A Cross-National Survey of Registered Dietitians, *Public Health Genomics* 22(3-4), 119-131, karger.com/DOI/10.1159/000502915.
- Rebonato, R., 2014, A Critical Assessment of Libertarian Paternalism, *Journal of Consumer Policy* 37(3), 357-396, doi.org/10.1007/s10603-014-9265-1.

⁴ [dailymail.co.uk/news/china/article-5708899/Restaurant-offers-discounts-skinny-customers-asking-squeeze-metal-bars.html](https://www.dailymail.co.uk/news/china/article-5708899/Restaurant-offers-discounts-skinny-customers-asking-squeeze-metal-bars.html); thesmartlocal.com/thailand/easy-ray-challenge/.

Wer sucht, der findet: Micro-Tracker

Bei der Suche nach dem Wohnungsschlüssel versprechen die neuen Micro-Tracker Abhilfe: Ein kleines, zentimetergroßes Ortungsgerät¹ in Form eines Schlüsselanhängers am Schlüsselbund kann mit dem Smartphone aufgespürt werden. Im Unterschied zu Mobiltelefonen oder GPS-Geräten haben die Micro-Tracker allerdings keine eigene Anbindung an das Internet, sondern melden via Bluetooth² ihre Anwesenheit automatisch an nahegelegene Geräte, die mit dem Internet verbunden und in das passende Ortungsnetzwerk integriert sind (wie z. B. Laptops, Tablets, Smartphones). Was Micro-Tracker so attraktiv macht ist, dass sie im Vergleich zu herkömmlichen Ortungsgeräten klein, kompakt und mit langlebigen Batterien ausgerüstet sind. Sie funktionieren praktisch überall, solange ein passendes mobiles Endgerät in der Nähe ist. Mit der stetigen Zunahme an internetfähigen Geräten stehen dadurch bereits jetzt engmaschige, lokale Ortungsnetzwerke zur Verfügung, die vor missbräuchlicher Verwendung nicht gefeit sind.

Daten aus Micro-Trackern sind wertvoll, was bisherige Forschungsergebnisse zur Datenanalyse tragbarer Bluetooth-Sensoren, wie z. B. Fitness-Tracker, untermauern. Sie speichern Daten wie die zurückgelegten Schritte, aus denen anhand einer forensischen Analyse Aktivitäten, Routinen und Ungereimtheiten identifiziert werden können (Hantke&Dewald 2020). Aber auch während der Corona-Krise können Anwendungen, die auf Bluetooth-Signalerkennung basieren, wertvolle Informationen zum Infektionsverlauf in der Bevölkerung liefern (Dyo et al. 2020) (siehe [Pandemiemanagement](#)). Angesichts des Risikos des Datenhacks, wird dem Datenschutz in allen angebotenen Lösungen etwa durch entsprechende Verschlüsselung der übertragenen Daten Rechnung getragen. Was passiert aber, wenn jemand unbemerkt einen Micro-Tracker im Rucksack eines anderen platziert, um die Person so einfach übers Smartphone verfolgen zu können? Das Micro-Tracker-Design mancher Anbieter verspricht zusätzliche Schutzmechanismen, die strafrechtlich relevanten Angriffen auf die Privatsphäre, wie z. B. Stalking, entgegenwirken sollen.³ Im Idealfall erhält das eigene Smartphone eine Benachrichtigung, wenn sich über eine längere Zeit ein unbekannter Micro-Tracker in der Nähe mitbewegt. Hat die gestalkte Person allerdings keine passende App installiert, erhält sie auch keine Benachrichtigung. Daher gibt das Mini-Ortungsgerät zusätzlich einen Ton ab, wenn es sich für einen längeren Zeitraum nicht in der Nähe des Geräts befindet, an dem es registriert wurde. Anhand des akustischen Signals können auch Perso-

¹ Auf Englisch „Tracking Device“, aber aufgrund der Größe auch „Micro-“ oder „Mini-Tracker“ oder in Hinblick auf ihre Funktion „Bluetooth-Tracker“ oder „Sensor Tags“ genannt. Auch unter den gängigen Markennamen, wie z. B. AirTag (Apple) oder SmartTag (Samsung) u. a., sind Micro-Tracker bekannt.

² Aber auch NFC- oder Ultrabreitband-Technologien kommen bei der Objektsuche zum Einsatz.

³ support.apple.com/en-us/HT212227.

nen ohne passende App den Micro-Tracker auffinden. Bis der unbekannte Micro-Tracker anfängt zu piepen, dauert es zwischen acht und 24 Stunden. Ein Selbstversuch zweier Journalisten zeigte, dass der Lautsprecher eines Micro-Trackers problemlos deaktiviert werden kann und es mit Micro-Trackern tatsächlich besonders einfach ist, Personen zu stalken.⁴

Micro-Tracker zeitigen ein hohes Missbrauchspotenzial und werfen damit breitere gesellschaftliche Fragen auf. Was passiert, wenn die umfassende Bereitstellung privater Micro-Tracking-Technologien öffentliche Sicherheit gefährdet? Welche gesellschaftlichen Abhängigkeiten können zukünftig durch technologische Pfadabhängigkeiten, Lock-in-Effekte und Technologie-Monopole⁵ entstehen? Es ist z. B. vorstellbar, dass Micro-Tracker-BesitzerInnen einer bestimmten Marke zukünftig eventuell einem höheren Stalking-Risiko ausgesetzt sind als die einer anderen Marke.⁶ Die zentrale Frage bleibt, wie bei zunehmend komplexeren Bedingungen, z. B. durch intransparente proprietäre Systeme, die Freiheit, Anonymität und Handlungsautonomie von BürgerInnen nachhaltig garantiert werden kann. Denkbar wäre demnach ein alternatives Anwendungsszenario, in dem BürgerInnen universelle und nachhaltige Micro-Tracker in unabhängigen, kollaborativen Ortungssystemen nutzen (siehe Themen [Dezentralisierte Kollaborationsplattformen](#) und [Lebensmittel-Tracking](#)), z. B. um Sharing-Modelle umzusetzen und die Verfügbarkeit gemeinschaftlich genutzter Gegenstände im Auge behalten zu können. In einem FTA-Prozess könnten die zukünftigen Potenziale und Herausforderungen von Micro-Trackern weiter exploriert und in einem umfassenderen gesellschaftlichen Kontext verortet werden.

Zitierte Literatur

- Dyo, V., Ali, J. und Ieee, 2020, Privacy-preserving Identity Broadcast for Contact Tracing Applications, *12th Wireless Days Conference (WD 2021)*.
Hantke, F. und Dewald, A., 2020, How can data from fitness trackers be obtained and analyzed with a forensic approach?, *2020 IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops (EuroS&PW)*, 7-11 Sept.

⁴ [washingtonpost.com/technology/2021/05/05/apple-airtags-stalking/](https://www.washingtonpost.com/technology/2021/05/05/apple-airtags-stalking/).

⁵ derstandard.at/story/2000126019954/kartellbeschwerde-ungewolltes-tracking-und-co-fragen-rund-um-apples-airtags.

⁶ Wenn z. B. vergleichbare Standards für das Sicherheitsdesign der Micro-Tracker oder notwendige Infrastrukturen (zugängliche Ortungsnetzwerke) fehlen.

Smart Spaces und Digital Twins

Sogenannte „Intelligente Räume“ („Smart Spaces“) bilden eine physische und/oder digitale Umgebung, in der Menschen mit unterschiedlichsten Technologien interagieren (Cearley/Burke 2018). Sie reichen von Büros mit moderner IT-Infrastruktur und ausgestattet mit einer Reihe von Sensoren, die sowohl den Raum als auch das Verhalten der BenutzerInnen überwachen und steuern,¹ bis zu Arbeitsumgebungen, in denen sogenannte „Digitale Zwillinge“ („Digital Twins“) mit den BenutzerInnen interagieren.

Digitale Zwillinge sind digitale Modelle oder Repräsentationen (Abbilder in Software) von Menschen, Dingen und organisatorischen Abläufen mit allen relevanten Eigenschaften und Verknüpfungen. Sie werden zunehmend zur Überwachung, Analyse und Kontrolle realer Umgebungen aber auch in der Tourismus-Planung und der Bildung eingesetzt.² Diese Digitalen Zwillinge in Kombination mit Künstlicher Intelligenz (KI) und Erfahrungen aus der Nutzung Virtueller und Augmentierter Realitäten (siehe Thema [VR und AR](#)) bilden die Grundlage für offene, verbundene und koordinierte, intelligente Räume (Lee et al. 2021). Ziel ist die Integration von Menschen und verschiedenen digitalen Einheiten in „intelligenten Ökosystemen“, die ihre Aktivitäten koordinieren und so zu mehr Automation und zu Effizienzsteigerungen beitragen sollen/können. Als Zielvorstellung eines Intelligenzen Raums soll es digitale Zwillinge Modelle von Menschen, Prozessen und Dingen in einer Stadt geben (Cearley/Burke 2018). Zur Klimaforschung arbeitet die ESA an einem digitalen Zwilling der Erde.³

Das Wesen digitaler Räume liegt in der Kombination und Integration verschiedenster Technologien. So werden Aspekte des Internet of Things (IoT), Augmented Reality und Edge Computing, also einer anderen Softwarearchitektur auf Systemebene,⁴ genauso eingesetzt wie KI-Anwendungen. In der größten Ausprägung entspricht ein Intelligenter Raum dem Konzept der umfassenden Smart City, die wiederum mehrere Fragen bezüglich der entstehenden Risiken aufwirft (Shayan et al. 2020).

Bei den erwarteten Steigerungen des Marktvolumens in diesem Bereich⁵ stellt sich allerdings die Frage, inwieweit in dieser Vision über menschliche Bedürfnisse hinweg gegangen und Grundrechte eingeschränkt werden sollen. Kann ein möglichst effizientes Funktionieren tatsächlich das oberste Ziel sein? Und wie können zukünftige Arbeits- und Lebenswelten so ge-

¹ it-business.de/smart-spaces-vernetzung-statt-verwaltung-a-913901/.

² projekte.fhg.at/projekt/4008061, dih-west.at/project/digitaaler-zwilling/ und auch in sog. Connected Cars sowie in der Überwachung von Produktionsmaschinen und ganzen Fertigungsstraßen: tuwien.at/en/tu-wien/organisation/central-divisions/rti-support/research-marketing/fairs-review/hm2020/digital-twins-for-energy-40; für den Bildungssektor siehe: dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3313831.3376667?.

³ esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Working_towards_a_Digital_Twin_of_Earth.

⁴ Details siehe Cearley/Burke (2018) und auch Thema [KI-Lernen](#).

⁵ alliedmarketresearch.com/smart-space-market.

staltet werden, dass Menschen sowie soziale und kulturelle Eigenheiten und Errungenschaften nicht völlig dem Druck zu Systemeffizienz untergeordnet werden?

Zitierte Literatur

- Cearley, D. und Burke, B., 2018, *Top 10 Strategic Technology Trends for 2019*, Gartner, [gartner.com/en/doc/3891569-top-10-strategic-technology-trends-for-2019](https://www.gartner.com/en/doc/3891569-top-10-strategic-technology-trends-for-2019).
- Lee, J. H., et al., 2021, Characterizing Smart Environments as Interactive and Collective Plat-forms: A Review of the Key Behaviors of Responsive Architecture, *Sensors* 21(10), 3417 [mdpi.com/1424-8220/21/10/3417](https://doi.org/10.3390/s21103417).
- Shayan, S., et al., 2020, The First Two Decades of Smart City Research from a Risk Perspective, *Sustainability*, 12 [mdpi.com/2071-1050/12/21/9280/htm](https://doi.org/10.3390/su12219280).

Lebensmitteltracking

Mit neuen Technologien der Sensorik und Überwachung kann im Lebensmittelbereich eine neue Stufe der Sicherheit für KonsumentInnen erreicht werden. Ebenso könnten Fortschritte in der Abfallvermeidung und damit Ressourcenschonung erzielt werden. Wichtige Instrumente dazu sind unter anderem so genannte Food-Waste-Technologien (Bogenstahl/Richter 2021). Nahrungsmittelsicherheit ist global ein wichtiges Thema. Insbesondere die Zurückverfolgung verdorbener, giftiger Lebensmittel stellt sich dabei als schwierig und zeitraubend dar. Oft müssen ganze Chargen vernichtet werden, was zum ohnehin riesigen Berg an Lebensmittelabfall beiträgt. Mithilfe der **Blockchain-Technologie** könnte hier ein Durchbruch gelingen. Wenn alle Rohstoffe und verarbeiteten Lebensmittel vom Bauernhof bis zur Gabel des/r KonsumentIn („farm2fork“¹) in einer Blockchain² registriert sind, lässt sich die Rückverfolgbarkeit wesentlich schneller und vor allem punktgenau durchführen. Große US-amerikanische Unternehmen der IT-Industrie haben bereits derartige Plattformen aufgebaut.³

Neben den Schäden aus Lebensmittelvergiftungen ist vor allem die Frage des Lebensmittelabfalls ein großes Problem. Etwa 30 % der jährlichen Lebensmittelproduktion wird weggeworfen (Kundua et al. 2019). In Ländern des globalen Südens geht mehr im Bereich der Verarbeitung verloren, während bei uns mehr im Verkauf bzw. bei den KonsumentInnen verloren geht.

Ein wichtiger Schritt in Richtung Lebensmittelsicherheit ist diesbezüglich in der **Sensortechnologie** getan worden (Mahmoud Soltani Firouz et al. 2021). Durch Biosensoren⁴, die beispielsweise als Label in neuartige Verpackungen integriert werden, ist es möglich, unterschiedlichste Parameter der Lebensmittelgüte zu überwachen: von der Lagertemperatur während der Lieferkette über den Reifegrad von Früchten bis zur Frische von Fleisch (World Economic Forum 2019). Damit kann auch für KonsumentInnen angezeigt werden, wie lange ein Lebensmittel noch genießbar ist, und so dem frühzeitigen Wegwerfen Einhalt geboten werden. Diese neuen Biosensoren können zusätzlich noch mit RFID-Tags ausgestattet werden und über eine entsprechende IT-Infrastruktur bei Transport und Handel ihre Daten weiterleiten und so jederzeit aus der Ferne überwacht werden.

¹ Siehe dazu die EU Policy: ec.europa.eu/food/farm2fork_en und die Debatten um die Eingliederung in die GAP: zukunftsraumland.at/aktuell/425 und ots.at/presseaussendung/OTS_20210910_OTS0090/sarah-wiener-wegweisende-farm-to-fork-position-beschlossen-umsetzungswille-fehlt.

² lebensmittelverband.de/de/lebensmittel/technologie/blockchain und acatech.de/dialog/acatech-horizonte/blockchain-anwendungsbeispiele/4/.

³ Siehe dazu z. B. ibm.com/de-de/blockchain/solutions/food-trust und auch medium.com/lokaal/12-blockchain-food-agriculture-companies-in-their-own-words-71f8398252eb.

⁴ Siehe u. a. joanneum.at/materials/forschungsbereiche/chemo-biosensoren-und-mikrofluidik.

Zitierte Literatur

- Bogenstahl, C. und Richter, S., 2021, *Technologien zur Minimierung von Lebensmittelverlusten (Food Waste Technologies)*, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB).
doi:10.5445/IR/1000134314.
- Kundua, M., et al., 2019, Recent developments in biosensors to combat agricultural challenges and their future prospects, *Trends in Food Science & Technology* 88 (June), 157-178,
doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.024.
- Mahmoud Soltani Firouz, Khaled Mohi-Alden und Mahmoud Omid, 2021, A critical review on intelligent and active packaging in the food industry: Research and development, *Food Research International* 141, 110113, [sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996921000107](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996921000107).
- World Economic Forum, 2019, *Top 10 Emerging Technologies 2019*,
[weforum.org/reports/top-10-emerging-technologies-2019](https://www.weforum.org/reports/top-10-emerging-technologies-2019).

Metalinsen

Seitdem die ersten Mobiltelefone mit eingebauter Video- und Fotokamera Anfang der 2000er-Jahre auf den Markt gekommen sind, haben sich unser Alltag und unsere Kommunikation stark verändert. Heute sind wir jederzeit in der Lage, Fotos und Videos zu machen und diese auch mit „der Welt“ zu teilen. Mobiltelefone haben mittlerweile nicht mehr nur eine Kamera verbaut, sondern teilweise bereits bis zu sechs – Tendenz steigend. Dieser Trend verdeutlicht, dass Kamerasysteme unseren Alltag in immer größerem Ausmaß durchdringen (z. B. auch in U-Bahnen, an öffentlichen Orten, etc.). Und er könnte sich mit der Entwicklung von so genannten Metalinsen noch weiter verstärken.

Bei Metalinsen handelt es sich um Linsensysteme, die nicht auf dem Prinzip der klassischen konkaven und konvexen Glas- oder Kunststofflinsen, die wir aus unserem Alltag kennen, beruhen. Eine Metalinse besteht aus einem dünnen, lichtdurchlässigem Trägermaterial, auf das Nanostrukturen in Form von Rillen und Säulen mittels lithographischer Verfahren gefräst werden. Es handelt sich um eine sogenannte Fresnel-Linse (Anwendung z. B. in Leuchttürmen), jedoch im nanoskaligen Bereich.¹ Der Vorteil von Metalinsen liegt vor allem darin, dass eine Miniaturisierung von optischen Systemen möglich wird, die durch konventionelle Linsensysteme nicht erreichbar wäre. Damit ergeben sich viele neue Anwendungsmöglichkeiten.² Die Kosten für optische Systeme (Sensoren, Endoskope, Lichtwellenleiter etc.) könnten durch Metalinsen ebenfalls reduziert werden (WEF 2019).

Ein Forschungsteam der Harvard Universität konnte eine Metalinse fertigen, die in der Lage ist, zu fokussieren und zu zoomen (She et al. 2018) – eine wichtige Errungenschaft in Richtung Konsummarkt. Derzeit erfolgt viel Forschung zu Metalinsen, die die technologische Reife und Anwendbarkeit vorantreibt. Beispielsweise ist es gelungen, eine graphenbasierte Metalinse zu konstruieren, welche in der Lage ist, die Bewegung von Nanopartikeln in einer Lösung abzubilden. Das eröffnet breite Anwendungsmöglichkeiten in der Biologie, Virologie und Ökotoxikologie. Die ForscherInnen meinen aber auch, dass ihre Arbeit ein wichtiger Schritt für die Kommerzialisierung von Metalinsen darstellt (Li et al. 2020). Weitere Fortschritte sind auch in der effizienten Fertigung von Metalinsen zu beobachten. Ein koreanisches Forschungsteam hat eine Metalinse durch die Nutzung eines speziellen Nano-Komposit-Materials gedruckt. Eine so gefertigte Metalinse weist nicht nur einen hohen Brechungsindex auf, sondern zeichnet sich auch durch einen günstigen Fertigungsprozess aus (Yoon et al. 2021). Metalinsen, die ein sehr breites optisches Sichtfeld aufweisen (annähernd 180° so genannte Fischaugenobjektive), konnten bereits in einem experimentellen Umfeld gefertigt werden (Shalaginov et al. 2020).

¹ spektrum.de/news/wie-duenn-kann-eine-linse-sein/1630558.

² Passend dazu siehe auch: [Futuristische Sehhilfen](#).

Sobald Metalinsen den Konsumgütermarkt erreicht haben (Kameras, Virtual Reality Headsets etc.), könnte das einen großen Einfluss auf unseren Alltag nehmen. Erste Erfolge in dem Bereich gibt es bei der Miniaturisierung von Kamerasystemen (Pan 2022). Das könnte jedoch Videoüberwachung nahezu „unsichtbar“ machen, was vor allem in der Kombination mit Anwendungen im Bereich des **Internets der Dinge** eine ungeheure Wirkung entfalten würde. Aus Sicht der Technikfolgenabschätzung gilt es hier rechtzeitig auf die potentiellen Folgen aufmerksam zu machen, zugleich aber die mit diesen technischen Errungenschaften verbundenen Chancen für die österreichische Wirtschaft zu berücksichtigen und zu erheben.

Zitierte Literatur

- Li, X. et al., 2020, Graphene metalens for particle nanotracking, *Photonics Research* 8(8), 1316-1322
osapublishing.org/prj/abstract.cfm?URI=prj-8-8-1316.
- Pan, M, Fu, Y., Zheng, M. et al., 2022, Dielectric metalens for miniaturized imaging systems: progress and challenges. *Light: Sciences & Applications* 11, 195 (2022).
<https://doi.org/10.1038/s41377-022-00885-7>.
- Shalaginov, M. Y. et al., 2020, Single-Element Diffraction-Limited Fisheye Metalens, *Nano Letters* 20(10), 7429-7437,
doi.org/10.1021/acs.nanolett.0c02783.
- She, A. et al., 2018, Adaptive metalenses with simultaneous electrical control of focal length, astigmatism, and shift, *Science Advances* 4(2), eaap9957,
advances.sciencemag.org/content/advances/4/2/eaap9957.full.pdf.
- WEF, 2019, *Top 10 Emerging Technologies 2019*: World Economic Forum
www3.weforum.org/docs/WEF_Top_10_Emerging_Technologies_2019_Report.pdf.
- Yoon, G. et al., 2021, Printable Nanocomposite Metalens for High-Contrast Near-Infrared Imaging, *ACS Nano* 15(1), 698-706
doi.org/10.1021/acsnano.0c06968.

X-by-design Ansatz: Bürde oder Fortschritt?

Zusammenfassung

Der X-by-design-Ansatz macht gerade internationale Karriere. Wie Erfahrungen zeigen, müssen bereits in der Designphase die Auswirkungen innovativer Aktivitäten mitbedacht werden: etwa als Privacy-by-design, Clean-by-design oder Ethics-by-design¹. Wiewohl die Einführung des X-by-design-Ansatzes überwiegend als Fortschritt wahrgenommen wird, dürfen möglicherweise entstehende administrative Bürden nicht ausgeblendet werden. In Österreich ist das X-by-design Thema bereits teilweise angekommen und sollte vertieft werden.

Überblick zum Thema

Der Ansatz X-by-design bedeutet, dass bestimmte Auswirkungen einer innovativen Aktivität (von Forschung über Wirtschaftsprozesse bis zur Gesetzgebung) bereits vom Start weg berücksichtigt werden. Der Gedanke des Design Thinking ist nicht neu,¹ macht aber mit Spezifikationen wie Privacy-by-design, Security-by-design, Safe-by-design, Clean-by-design, Law-by-design, Resilience-by-design, Quality-by-design oder Ethics-by-design erneut Karriere.² Im Folgenden sollen Ethics-by-design als grundlegendes gesellschaftspolitisches Thema und Privacy/Security-by-design als angewandte Themen im Zusammenhang mit Künstlicher Intelligenz (KI) beispielhaft charakterisiert und bewertet werden.

Derzeit werden vor allem sieben Prinzipien bzw. Prinzipiengruppen von Ethics-by-design diskutiert.³

*Ethics-by-design:
Allgemeine Prinzipien*

- Zum Prinzip „Freiheit und Würde“ gehören menschliche Handlungsermächtigung sowie positive und negative Freiheit.
- Das Prinzip „Robustheit und Sicherheit“ beinhaltet Resilienz, Absicherung („Plan B“), Verlässlichkeit und Reproduzierbarkeit.
- Beim Prinzip „Privatsphäre und Datenschutz“ sind der Respekt der Privatsphäre, die Datenqualität und die Datenrechte (Datenschutz-Grundverordnung DSGVO) zu nennen.
- Das Prinzip „Transparenz“ umfasst Nachverfolgbarkeit, Erklärbarkeit und Kommunikation.
- Das Prinzip „Vielfalt, Gleichbehandlung und Gerechtigkeit“ bezieht sich auf Nicht-Diskriminierung und Einbeziehung der Betroffenen.

¹ Vgl. Buchanan (1992), Sarwar & Fraser (2019).

² Vgl. OJEU (2016), EC-HLEG (2019), WEF (2020), UK-DCMS (2019/2021), WBG (2018), OECD (2020), CFDA (2019), EP (2020), EC (2021a), Brey et al. (2020), Brown et al. (2020), Rhomberg, Kienegger & Mattsson (2018), Jackson (2016), Yu et al. (2014).

³ Diese Prinzipien sind adaptiert von Brey et al. (2020) und EC-HLEG (2019). Da es ganz unterschiedliche Ethikansätze gibt, sei als Prüfstein der „kategorische Imperativ“ Kants angewandt: „Handle nur nach derjenigen Maxime, durch die du zugleich wollen kannst, dass sie ein allgemeines Gesetz werde.“ Kant (1968/1785: 421).

- Das Prinzip „Persönliches, gesellschaftliches und ökologisches Wohlergehen“ zielt auf sozialen Zusammenhalt, Demokratie und starke Institutionen ab.
- Das Prinzip „Verantwortung“ meint Nachvollziehbarkeit, Minimierung und Meldung negativer Auswirkungen, Schadenersatz und menschliche Beaufsichtigung.

Die Berücksichtigung dieser Liste ethischer Prinzipien, beziehungsweise deren Anpassung an die jeweilige Aufgabenstellung, ist angewandtes Ethics-by-design.

*KI: Ethics-by-design &
Privacy-by-design &
Security-by-design*

Im Zusammenhang mit KI folgt Privacy-by-design den oben dargestellten ethischen Prinzipien mit einem erweiterten Schwerpunkt auf Datenverarbeitung. Die EU-Kommission und das EU-Parlament haben kürzlich zwei Dokumente veröffentlicht, die sich mit den Rahmenbedingungen von KI auseinandersetzen und Ethics-by-design, Privacy-by-design und Security-by-design adressieren.

Die High-Level Expert Group KI (HLEG) der Kommission hält in ihrem Bericht fest, dass es enorm wichtig ist, die Vertrauenswürdigkeit von KI-Systemen sicherzustellen (EC-HLEG 2019): einerseits durch die Berücksichtigung der allgemeinen Ethics-by-design Prinzipien, die in diesem Dokument eng mit Privacy-by-design Prinzipien verbunden sind; andererseits durch Prinzipien, die eher Security-by-design zuzuordnen sind, wie:

- Hohe Sicherheit in KI-Prozessen, Daten und Ergebnissen.
- Robustheit von KI-Systemen gegenüber feindlichen Daten-Attacken.
- Gewährleistung von sicherem Abschalten und Wiedereinschalten, etwa nach einer Attacke.

Die Vorstellung der HLEG ist dabei, dass entsprechende Normen beim Design von KI-Systemen berücksichtigt werden sollen. Dies würde nicht nur der Bevölkerung dienen, sondern es würden auch Unternehmen profitieren, weil sie für die Auswirkungen ihrer Produkte und Dienstleistungen verantwortlich sind und durch den By-design-Ansatz negativen Auswirkungen vorbeugen können.

In diesem Zusammenhang hat die EU-Kommission am 21.4.2021 den Entwurf einer KI-Verordnung vorgelegt (EC 2021b). In diesem wird nicht die Technologie selbst, sondern die Verwendung von KI geregelt und es werden Designkriterien explizit angesprochen. Zwar wird der By-design-Ansatz nicht erwähnt, jedoch eine Reihe harmonisierter Regeln, die auf das Design, die Entwicklung und die Nutzung von (hoch-riskanten) KI-Systemen angewandt werden können (EC 2021b: 4). Des Weiteren kommen alle oben genannten ethischen Prinzipien vor (Freiheit und Würde, Robustheit und Sicherheit, Privatsphäre und Datenschutz etc.; den Prinzipien Transparenz und Kommunikation ist sogar ein eigener Abschnitt gewidmet). Interessanterweise werden diese Prinzipien nicht als „ethisch“ ausgewiesen. Allerdings wird bereits am Beginn des Textes auf den Bericht „Ethics Guidelines for trustworthy AI Artificial Intelligence“ (EC-HLEG 2019) hingewiesen und dessen Relevanz betont.

Darüber hinaus hat sich das EU-Parlament damit auseinandergesetzt, wie sich die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) auf KI auswirkt (EP 2020). Dabei schreibt die DSGVO vor, dass Verantwortliche intern technische und organisatorische Vorsorge treffen müssen, um den Grundsätzen des Datenschutzes durch Technik (data protection by design) und durch datenschutzfreundliche Voreinstellungen (data protection by default) Genüge zu tun (EC 2021b). Das Parlament stellt nun fest, dass die DSGVO-Maßnahmen, die Privacy-by-design betreffen, die Entwicklung von KI nicht behindern, solange sie korrekt implementiert werden – allerdings möglicherweise mit zusätzlichen Kosten verbunden sind.

By-design-Ansätze haben auf europäischer Ebene als Thema eindeutig ihren Platz gefunden (EC-HLEG 2019, EP 2020, EC 2021b). Auch auf globaler Ebene werden solche Ansätze zum Beispiel durch das World Economic Forum und die World Bank Group promotet (WEF 2020, WBG 2018). Auf beiden Ebenen wird der By-design-Ansatz durchgängig als Fortschritt dargestellt. In kritischen Diskussionen in Forschung und Industrie wird allerdings auch die Befürchtung geäußert, dass mit verpflichtenden By-design-Implementierungen weitere administrative Bürden (z. B. bei Forschungsanträgen) hinzukommen.

*By-design-Ansätze:
Bürde oder Fortschritt?*

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

By-design-Ansätze sind derzeit auf globaler und europäischer Ebene ein prominent diskutiertes Thema. Auch in Österreich ist dieses Thema angekommen.⁴ Österreich als EU-Mitgliedsland sollte eine eigenständige Position zum maßvollen Umgang mit By-design-Ansätzen erarbeiten (d. h. By-design-Ansätze gezielt fördern unter Minimierung administrativer Bürden). Das Parlament sollte speziell eine Positionierung in Bezug auf die rechtlichen Entwicklungen vornehmen, da dem Vorschlag zur EU KI-Verordnung weitere technologiespezifische Verordnungen folgen dürften, die ebenfalls By-design-Ansätze beinhalten.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Der X-by-design-Ansatz hat gesellschafts- und technologiepolitisches Potential, das in Österreich erst teilweise wahrgenommen wird. Als nächster Schritt könnte eine temporäre Plattform eingerichtet werden, in der sich Stakeholder aus unterschiedlichen Bereichen (Forschung & Forschungsförderung, Industrie, Ressorts, Sozialpartner) den Stand der Diskussion zum X-by-design-Ansatz aneignen, etwaige Handlungsbedarfe diskutieren und ein (kurzes) Positionspapier zu erstellen. Zur Unterstützung dieser Plattform sollte eine vergleichende Studie zu den unterschiedlichen X-by-design-Ansätzen durchgeführt werden, die die jeweiligen konzeptionellen und methodischen Hintergründe herausarbeitet. Auf dieser Basis kann dann die weitere Vorgehensweise zur praktischen Umsetzung entschieden werden.

⁴ Zum Beispiel im Zusammenhang mit Nanotechnologie (Rhombert, Kienegger & Mattsson 2018).

Zitierte Literatur

- Brey, P., et al. (2020) Guidelines for the ethical development of AI and big data systems: An ethics by design approach. SHERPA Consortium. project-sherpa.eu/deliverables/.
- Brown, B., Buchanan, R., DiSalvo, C., Doordan, D., Lee, K. & Mazé, R. (Eds.) (2020) The rise of legal design: Design Issues. MIT Press. doi.org/10.1162/DESI_e_00243.
- Buchanan, R. (1992) Wicked problems in design thinking. Design Issues, 8(2), 5-21. <https://doi.org/10.2307/1511637>
- CFDA (2019) Guide to sustainable strategies. Council of Fashion Designers of America. New York.
- EC (2021a) EU grants: How to complete your ethics self-assessment. European Commission. Brussels.
- EC (2021b) Proposal for a regulation laying down harmonized rules on artificial intelligence. European Commission. Brussels.
- EC-HLEG (2019) Ethics guidelines for trustworthy AI Artificial Intelligence. European Commission High-Level Expert Group. Brussels.
- EP (2020) The impact of the General Data Protection Regulation (GDPR) on artificial intelligence. European Parliament EPRS STOA. Brussels.
- Jackson, S. (2016) Principles for resilient design: A guide for understanding and implementation. In: Florin, M.-V. & Linkov, I. (Eds.), IRGC resource guide on resilience Vol. 1. Lausanne: EPFL International Risk Governance Center (IRGC), 129-135.
- Kant, I. (1968/1785) Grundlegung zur Metaphysik der Sitten (Kant Werke Akademie Textausgabe Bd. IV). Berlin: Gruyter.
- OECD (2020) Moving towards a safe(r) innovation approach (SIA) for more sustainable nanomaterials and nano-enabled products. Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris.
- OJEU (2016) General data protection regulation GDPR, 2016/679. *OJ L 119*, 4.5.2016, p. 1–88, eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj.
- Rhomberg, W., Kienegger, M. & Mattsson, M.-O. (2018) Stärken- und Schwächenanalyse NANOREG Safe-by-design. AIT - BMVIT - BMNT. Wien.
- Sarwar, A. & Fraser, P. T. (2019) Explanations in design thinking: New directions for an obfuscated field. *The Journal of Design, Economics, and Innovation*, 5(4), 343-355.
- UK-DCMS (2019/2021) Secure by design: Improving the cyber security of consumer internet of things report. UK Department for Digital, Culture, Media & Sport. London.
- WBG (2018) Privacy by design: Current practices in Estonia, India and Austria. World Bank Group. Washington.
- WEF (2020) Ethics by design: An organizational approach to responsible use of technology. World Economic Forum. Geneva.
- Yu, L. X., et al. (2014) Understanding pharmaceutical quality by design. *The AAPS Journal*, 16(4), 771-783.

Zukunft der Services

Das Kunstwort ‚Dienstleistifizierung‘ verweist neben dem Wachstum des tertiären Sektors auf die zunehmende Durchdringung der Gesellschaft mit mehr und mehr Dienstleistungen (Voswinkel 2006). Mit dem Trend der Digitalisierung wird es immer leichter möglich, die umfassenden Dienstleistungsangebote in neuen Geschäftsmodellen und Serviceformaten anzubieten. Erkennbar ist die Dienstleistifizierung im Namen oft am englischen Zusatz, ... as a service‘ (aaS), auch Servicierung wird oft synonym verwendet. Service-Angebote umfassen bspw. ein Drohnen-Miet-service (DaaS) (Mahroof et al. 2021), Abo-Modelle für Computerspiele (GaaS) (Dubois & Weststar 2021) oder auch speziell auf KundInnen zugeschnittene Software-Services (SaaS) (Qasem Ali et al. 2021). In unterschiedlichen Bereichen hat das Angebot von Services unterschiedliche Auswirkungen. Während ‚Mobilität als Service (MaaS)‘ die Servicierung von öffentlichen Mobilitätsangeboten ermöglicht (siehe Thema [Mobilitätsplattformen](#)), strebt die ‚Identität als Service (IDaaS)‘ nach der Reduzierung von unterschiedlichen Identitätsprofilen (z. B. in sozialen Medien oder E-Mail-Accounts) auf einen zentralen Account.¹ Unter dem Slogan ‚Bring your own identity (BYOI)‘ – ‚Bring deine eigene Identität mit‘ – könnten bspw. Zeiterfassungssysteme in Unternehmen vereinheitlicht und auf einen einzigen persönlichen Identitätsnachweis – unabhängig der Firmenzugehörigkeit – aufgebaut werden. Dieses ‚Identitäts-Service‘ könnte zukünftig auch für andere Angebote, wie z. B. beim Online-Shopping oder bei Behördengängen umfassend genutzt werden (siehe Thema [Digitale Identität](#)). Der Haken ist das hohe erforderliche Vertrauen in einen IDaaS-Anbieter, der zugleich einen zentralen Angriffspunkt für cyberkriminelle Aktivitäten bietet. Durch das gegenwärtige Erstarken von Cybercrime als Geschäftsmodell unter dem Schlagwort ‚Cybercrime as a Service (CaaS)‘ (siehe Thema [Dark-Net](#)) erhält die notwendige Sicherheit von neuen, digitalen Dienstleistungsangeboten zentralen Stellenwert (Manky 2013).

Die Dienstleistifizierung birgt nicht nur für Industrie und Unternehmen Potenziale (siehe Thema [Dienstleistung 4.0](#)), sondern bietet auch KonsumentInnen Vorteile: die Erweiterung und Optimierung von Service-Angeboten (kundenspezifische Anpassung), Kosteneffizienzsteigerung, vereinheitlichte und gleichförmige Dienstleistungen, die Kalkulierbarkeit und Kontrolle ermöglichen. Aber auch Nachteile, wie eine qualitative Veränderung von Arbeit (die sich in Schlagworten wie ‚Clickworker‘, ‚Microjobs‘ oder auch ‚Crowdworking‘² abzeichnet), die Abwälzung von Arbeitsvorgängen auf KonsumentInnen (Nutzung von Kundenarbeit), Umweltverschmutzung durch

¹ digitaleweltmagazin.de/2017/08/09/identity-as-a-service-ist-gut-bring-your-own-identity-ist-besser/.

² Alle drei Begriffe verweisen auf eine neue Form der Arbeit, bei der Aufträge – meist in kleinere Aufgaben aufgeteilt – über digitale Plattformen an oftmals „Solo-Selbstständige“ weltweit vergeben werden, siehe Glossar des Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2016).

ein zunehmendes Angebot an digitalen Dienstleistungen oder auch eine abnehmende Servicequalität (Qasem Ali et al. 2021) sind beobachtbar. Prinzipiell bedeutet Dienstleistifizierung eine qualitative Veränderung dessen, was Gesellschaft zusammenhält und nicht zuletzt der Arbeit und Arbeitsbedingungen. Der sozialwissenschaftlichen Dienstleistungsforschung kommt daher eine zentrale Rolle dabei zu, den Wandel von Dienstleistungen und Dienstleistungsarbeit besser zu verstehen. Neben der Untersuchung von zukünftigen Potenzialen von Dienstleistifizierung, z. B. für Services öffentlicher Einrichtungen oder beim Datenschutz, z. B. als ‚Datenschutzgerechte Datenbereinigung als Service‘ (Huang et al. 2020), erscheint auch die weitere Erforschung von Herausforderungen, wie Datensicherheit (siehe Thema [Digitalisierung und Anonymität](#)) oder der Gefahr sozialer Entfremdung durch marktorientierte Verdinglichung des Selbst und Anderer als ratsam (Voswinkel 2006).

Zitierte Literatur

- Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2016, *Weißbuch Arbeit 4.0*, Berlin: BMAS.
- Dubois, L.-E. und Weststar, J., 2021, Games-as-a-service: Conflicted identities on the new front-line of video game development, *New Media & Society*, 1461444821995815.
- Huang, Y., Milani, M. und Chiang, F., 2020, Privacy-aware data cleaning-as-a-service, *Information Systems* 94, 101608.
- Mahroof, K., et al., 2021, Drone as a Service (DaaS) in promoting cleaner agricultural production and Circular Economy for ethical Sustainable Supply Chain development, *Journal of Cleaner Production* 287, 125522.
- Manky, D., 2013, Cybercrime as a service: a very modern business, *Computer Fraud & Security* 2013(6), 9-13.
- Qasem Ali, A., et al., 2021, An Empirical Investigation of Software Customization and Its Impact on the Quality of Software as a Service: Perspectives from Software Professionals, *Applied Sciences* 11(4).
- Voswinkel, S., 2006, *Logiken und Dilemmata der Dienstleistungsarbeit und -organisation*: Campus Verl.

Industrie 4.0 und Bioökonomie

Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution durch intelligente, digital vernetzte Produktionssysteme (siehe Thema „Industrie 4.0“). 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; OECD 2017) sind jeweils Gegenstand von politischen Strategien. Innovationen mit hoher Reichweite zeichnen sich an der Schnittstelle von Bioökonomie und Industrie 4.0 ab.¹

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 Rohstoffströmen², neue Logistiklösungen 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 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 produzieren³. 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).

¹ Thematisiert 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](#).

² Z. B. durch den Einsatz von Ortungssystemen zum Rohstoff-Monitoring (siehe bspw. Future of CAP: Monitoring from outer space).

³ Weitere Beispiele sind belastbare Naturfaserverbundstoffe für die Automobilindustrie, Digitale Zwillinge in der Wirkstoffproduktion oder auch gedruckte Papersensoren in der Holzindustrie.

In Österreich zeigen sich erste Initiativen, die diese Schnittstelle adressieren, v. a. im industriellen Bereich nachwachsender Rohstoffe (Holzverbundwerkstoffe) und einzelnen Spezialsegmenten (Mikroalgen, Wirkstoffherstellung) (Ganglberger et al. 2017). Während Österreich im industriellen Bereich gut aufgestellt ist, fällt das Thema Bioökonomie 4.0 auf Policy-Ebene zwischen die Verantwortlichkeiten verschiedener Ministerien (z. B. bmvit, BMNT)⁴ und bedarf zukünftig sektorübergreifender Ansätze einer transformativen Innovationspolitik. Ob das hohe Innovationspotential genutzt werden kann, wird allerdings auch stark davon abhängen, in welcher Form, Intensität und Geschwindigkeit die Akteure auf dem Feld durch Förderung und Bewusstseinsbildung zusammengebracht werden.

Zitierte Quellen

- Ganglberger, E., Sturm, T., Zahradnik, G. und Scherngell, T., 2017, *Quantitative Indikatoren für die Biobasierte Industrie in Österreich*, im Auftrag von: bmvit Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.
- 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.
- OECD. (2017). *The Next Production Revolution. Implications for Governments and Business*. Paris: OECD Publishing.
- 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.

⁴ Jetzt BMK und BMLRT.

Intelligente und funktionelle Oberflächen für industrielle Anwendungen der Zukunft

Elektronische Informations-, Bedien- und Messelemente werden durch die zunehmende Digitalisierung immer kleiner und vielfältiger einsetzbar. Eine zukünftige Anwendungsmöglichkeit bietet die Integration dieser elektronischen Teile in Oberflächen von Objekten oder auch in Folienumhüllungen. Während smarten Oberflächen im Gesundheitswesen unter dem Schlagwort „Printed Healthcare Diagnostics“ hohes Zukunftspotenzial zugeschrieben wird (siehe [Elektronische Haut](#)), gewinnen gegenwärtig vor allem industrielle Anwendungsfelder an Relevanz. Ein Beispiel dafür sind beheizte Kunststoffoberflächen, die z. B. im E-Automobilbereich energiesparend eingesetzt werden könnten.¹ Denkt man das Potenzial dieser technologischen Innovation weiter, ist auch eine elektrisch beheizbare Wandfarbe möglich, die effiziente Raumwärme garantiert. Umgemünzt auf Leuchteigenschaften könnten durch den Einsatz von organischen Leuchtdioden (OLEDs) leuchtende Tapeten statt Lampen oder überdimensionale Touchscreens unsere Wohnräume zukünftig verändern.² Eine weitere, zukunfts-trächtige Anwendung sind intelligente Fenster, die sich durch steuerbare Lichtdurchlässigkeitseigenschaften verdunkeln lassen und nicht nur vor Licht-, sondern auch vor Wärmeeinstrahlung schützen können.³ Materialforschung hat in Österreich lange Tradition und gerade deshalb gilt es bestehende Wissenspotenziale in Hinblick auf Zukunftstechnologien auszu-schöpfen und auch für den Industriesektor nutzbar zu machen. Die Suche nach neuen Kombinationen und alternativen Anwendungsmöglichkeiten für smarte Oberflächen steht hier im Fokus (Bernhard et al. 2019). Eine zentrale Herausforderung bei der Entwicklung intelligenter Oberflächen ist der multidisziplinäre Charakter: die langfristig stärkere Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen, Unternehmen bzw. Zulieferbetrieben, AnwenderInnen und potenziellen NutzerInnen erscheint hier wünschenswert. Inwiefern hier innovative öffentliche Beschaffung Impulse setzen kann, könnte im Rahmen einer Foresight-Studie ausgelotet werden.

Zitierte Literatur

Bernhard, K., Leitner, P. und Peyrl, R., 2019, Smarte Oberflächen: Auf das Äussere kommt es an, *Oberösterreichische Zukunftsakademie*.

¹ kunststoff-cluster.at/news-presse/detail/news/neue-technologie-fuer-beheizte-premium-oberflaechen/.

² forschung-und-wissen.de/nachrichten/technik/oleds-machen-die-tapete-zum-heimkino-13372274.

³ neuffer.at/elektrochromes-glas.php.

Frugale Innovation für heiße Sommer

Der Klimawandel und damit einhergehende Extremwetterlagen, v. a. heiße Sommermonate, erhöhen bereits jetzt den Bedarf an Techniken zur Kühlung von Lebensräumen. Der Einbau von Klimageräten in privaten Wohnraum kann zu Konflikten führen, denkt man z. B. an die Lärmbelästigung (v. a. in geräuschsensiblen Innenhöfen) und kann in der Anschaffung und im Betrieb erhebliche Kosten und hohen Energieverbrauch verursachen. Der Trend zur Digitalisierung verstärkt diese Dynamik v. a. in der Industrie immens. So müssen z. B. Server nicht nur ständig gekühlt werden, sondern sie erfordern auch redundant angelegte Kühlsysteme, die bei Ausfall das Überhitzen der Server trotzdem verhindern können. Bezogen auf große gesellschaftliche Bedarfe (im sozialen Wohnbau oder auch in der digitalen Industrie) ist die Nutzung von energieintensiven Technologien keine nachhaltige und langfristige Lösung. Konzepte wie solare CO₂-neutrale Kühlung oder Fernkälte sind durch den Einsatz hochtechnologischer und ressourcenintensiver Anlagenkomponenten nicht nur im Kostenfaktor exklusiv, sondern bedeuten trotz effizienter Energienutzung zusätzlichen Energiebedarf bzw. -verbrauch (siehe dazu auch [Kältetechnologien](#)). Ein ganz anderer Ansatz, der den verengten Blick auf herkömmliche Kältetechnologien zu erweitern vermag und neue Möglichkeiten verspricht, ist frugale¹ Innovation. Frugale Innovation bricht mit dem weit verbreiteten Paradigma des „immer mehr – immer besser“ und baut auf technologisch abgespeckte (low-tech), erschwingliche Produkte und Lösungen, die aber dennoch ihre Funktion effektiv erfüllen. Der Fokus liegt auf einfachen, robusten und anwendungsorientierten Konzepten, die auch für preissensible Konsumsegmente am Fuße der sozioökonomischen Pyramide leistbar sind. Soziale Innovation ist ein wesentlicher Bestandteil von frugaler Innovation: hier geht es um Lernen von anderen kulturellen Kontexten, die für eine gegebene Problemstellung relevante Hinweise und manchmal überraschende soziale oder organisatorischen Lösungsansätze liefern.

Im Fall von Kältetechnologien wäre es z. B. sinnvoll, soziale Praktiken in Regionen zu untersuchen, die Hitzewellen seit langem gewohnt sind und adäquate Weisen gefunden haben, damit umzugehen. Neben sozialer Innovation umfassen frugale Innovationsansätze auch Design- und architektonische Innovationen. Neben der bekannten Fassadenbegrünung zur Gebäudekühlung ist der persische Badgir² – auf Deutsch Windfänger – ein Beispiel für eine jahrtausendealte Klimaanlage, die als Vorbild für natürliche Lüftungssysteme bis heute Gültigkeit besitzt. In der ökologischen Architektur wird Schwerkraftlüftung, die ohne zusätzlichen Energiebedarf auskommt, zunehmend auch in öffentlichen Gebäuden eingesetzt (z. B. in Schulen und Sporthallen). Bleibt man in näheren kulturellen Gefilden wären Eisspeichersysteme historische Vorbilder (ursprünglich als Eislöcher oder Eiskeller), die u. U. weiterentwickelt werden könnten. In Anbetracht

¹ Frugal bedeutet so viel wie schlicht, sparsam, nutzbar, aber auch fruchtig.

² fzarchiv.sachon.de/Zeitschriftenarchiv/Maler-und_Lackiermeister/2017/10_17/ML_10-17_36-40_Von_Wueste_und_Windfaengen.pdf#all_thumb.

einer blühenden Maker-Szene in Österreich, die in FabLabs und Maker-spaces kostengünstig innovative Lösungen entwickelt und erprobt, wären verstärkte Anreize für frugale Innovationen im Kühltechnologiebereich (z. B. durch öffentliche und breit zugängliche Wettbewerbe) überlegenswert.

Bioinspirierte 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](#)). 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-Nachhaltigkeitsziele¹ 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 oder

Vorbild Natur

¹ un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/.

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. Ein spezieller Einsatzbereich für bio-nisch inspirierte Materialien sind Oberflächenstrukturen: angefangen von flüssigkeitstransportierenden, über reibungsvermindernde bis hin zu selbst-reinigenden Oberflächen können dem Beispiel der Natur folgend hergestellt werden (Bernhard et al. 2019). 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 werden².

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 herkömmlichem 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 Verar-

² [wired.de/collection/science/super-dicht-super-stark-wissenschaftler-stellen-super-holz-her](https://www.wired.de/collection/science/super-dicht-super-stark-wissenschaftler-stellen-super-holz-her).

beitungsindustrie 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).

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 eingesetzt³. Bisher ist aus Myzelien erzeugtes Material ein teures Nischenprodukt. Zukünftig wird dem bioinspirierten Material hohes Potenzial, vor allem in der Anwendung als Baustoff, zugeschrieben. Nicht nur die Myzelien, auch die Pilzhaut verspricht hohes zukünftiges Anwendungspotenzial: Als flexible Leiterplatten könnten sie einen Beitrag zu nachhaltiger Elektronik leisten.⁴

Myzeltextilien

Plastik ist ein vielseitig einsetzbarer Werkstoff, der die Industrieproduktion des 20. Jahrhunderts wesentlich geprägt hat. Die Resistenz des Materials gegenüber natürlichen Abbauvorgängen 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 zentral, die zur Erprobung der Verträglichkeit neuer Stoffe notwendig sind. Ebenso relevant ist die Frage der Patentierung und Kommerzialisierung von lebensrettenden bzw. -verlängernden Materialien in Hinblick auf ihre Verfügbarkeit. Bioinspirierte Materialien, wie z. B. das Laborleder, können dagegen zu Fertigungsprozessen beitragen, die auf Tierversuche verzichten kön-

Ethische Fragen

³ ecovatedesign.com.

⁴ science.orf.at/stories/3216022.

nen, ökologisch verträglich sind und langfristig eine Abkehr von der erdöl-basierten Produktion hin zu einer Bioökonomie bedeuten.

**Bestehende
Wissensbasis/
ExpertInnenpool**

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 Weiterentwicklung von metallischen Rohstoffen. Die Universität für Bodenkultur hat einen Forschungsschwerpunkt im Bereich der biotechnologischen Materialien, die Johannes-Kepler-Universität Linz beforscht bioinspirierte Materialien und Sensoren, sowie biokompatible Oberflächen und die Universität Innsbruck untersucht 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 beforschen, 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 werden und ein partizipativer Prozess zur Identifikation von Zukunftspotentialen für bioinspirierte Materialien in Österreich könnte neue Impulse für die Forschung setzen und das Beschreiten neuer Innovationspfade in Hinblick auf die Anwendung von bioinspirierten Materialien motivieren.

Zentrale weiterführende 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*.
- Bernhard, K., Leitner, P. und Peyrl, R., 2019, Smarte Oberflächen: Auf das Äussere kommt es an, Oberösterreichische Zukunftsakademie.
- 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.

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](#)). 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.¹ Mittlerweile sind auch synthetische Hefezellen-Fabriken im Labormaßstab möglich, die in Zukunft den potenziellen Krebswirkstoff Noscapin 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.² 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.³

Neben den medizinischen Anwendungen sollen Bakterien als Zellfabriken zum Beispiel auch natürliche Kunststoffe (siehe Thema [Industrie 4.0 und Bioökonomie](#)) mit hoher Ausbeute und Reinheit fertigen („Bio-Nylon“⁴).

¹ Aufgrund 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).

² Siehe 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.

³ Open 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.

⁴ Vgl. ingenieur.de/technik/fachbereiche/biotechnik/bio-nylon-bakterien-kunststoff-nachwachsenden-rohstoffen-produzieren.

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.

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 beispielsweise 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 (extended) oder augmentierten Realitäten (AR), welche durch eine Überlagerung aus der tatsächlichen Realität mit einer künstlich erstellten, digitalen Realität erzeugt werden. 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 ließen schon damals

*Smartphones
als Treiber*

darauf schließen, dass dieser Technologiebereich in den nächsten Jahren zunehmend an Bedeutung gewinnen werde. 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). Darüber hinaus werden auch die Head-Mounted-Displays („VR-Brillen“) und deren Verbreitung für wichtig gehalten, um den Grad der Immersion zu erhöhen. Deshalb haben verschiedene Konzerne in diese Technologie investiert. So hat Meta den Marktführer Oculus aufgekauft. Sony verfolgt eigene Entwicklungen, speziell für die Spielekonsole PlayStation. Google arbeitet an einer Neuauflage von Google-Glasses und an Google Daydream. Microsoft arbeitet an Mixed-Reality-Konzepten für die Bedienung von Computern mittels VR-Headsets. Andere namhafte Hersteller bzw. Investoren sind Asus, HP, Dell, Valve und HTC.

Laut Prognose wird im Jahr 2027 ein Marktvolumen von 44,38Mrd. € erreicht.¹ Eher optimistische Schätzungen gehen von Impulsen für die Weltwirtschaft in Höhe von 1,6 Billionen Euro im Zusammenhang mit VR/AR bis 2030 aus.²

*breite
Anwendungsfelder
denkbar*

Vor diesem Hintergrund haben zurzeit nahezu alle großen Unternehmen Pläne, sich in diesem Bereich zu betätigen.³ Die Anwendungsgebiete sind breit: im Bereich der Industrie 4.0, um zum Beispiel Menschen bei Wartungsarbeiten zu instruieren⁴; in der Medizin (z. B. Chirurgie)⁵; in Schulen für interaktives Lernen⁶; oder in der Unterhaltungsindustrie, um Film- oder Spielerlebnisse noch intensiver wirken zu lassen.⁷ 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 anprobierten, eine virtuelle Hundeschlittenfahrt absolvieren, was ihr Einkaufserlebnis verstärken sollte.⁸ Auch was das für den Handel in Österreich heißt, wurde erforscht (Cesinger et al 2020). Nicht zuletzt sind es auch Ankündigungen wie jene von Mark Zuckerberg, der mit seiner danach benannten Firma Meta die Idee des Metaverse voranbringen möchte, die den Hype um VR und AR weiter am Laufen halten (siehe [KI Kunst](#)).

¹ de.statista.com/outlook/amo/ar-vr/weltweit.

² [pwc.com/seeingisbelieving](https://www.pwc.com/seeingisbelieving).

³ [goldmansachs.com/our-thinking/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf](https://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf).

⁴ [youtube.com/watch?v=SfG33CNqq-w](https://www.youtube.com/watch?v=SfG33CNqq-w).

⁵ [bdc.de/augmented-reality-in-der-chirurgie-wie-wird-unsere-wahrnehmung-erweitert/](https://www.bdc.de/augmented-reality-in-der-chirurgie-wie-wird-unsere-wahrnehmung-erweitert/).

⁶ [zspace.com](https://www.zspace.com).

⁷ Bspw. [techradar.com/best/the-best-vr-games](https://www.techradar.com/best/the-best-vr-games) und [futurezone.at/games/die-besten-augmented-reality-games-fuer-ios-und-android/401143293](https://www.futurezone.at/games/die-besten-augmented-reality-games-fuer-ios-und-android/401143293).

⁸ [adweek.com/creativity/north-face-gave-these-shoppers-vr-experience-suddenly-got-awesomely-real-167900/](https://www.adweek.com/creativity/north-face-gave-these-shoppers-vr-experience-suddenly-got-awesomely-real-167900/).

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 stehen.⁹ 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 Sebastian Errazuriz hat Jeff Koons digitales Exponat virtuell vandalisiert, um auf die Problematik der Nutzungsrechte von digitalen öffentlichen Räumen aufmerksam zu machen.¹⁰ Im Kontext der steigenden Popularität und Anwendung von AR-Technologien, stellt sich weiters die Frage, ob Augmented-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?

Unfallgefahr

Vandalismus

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. Mögliche zukünftige Entwicklungen von AR, gerade im öffentlichen Raum, und deren teils schwerwiegende Folgen für Demokratie und Gesellschaft zeigen, dass politischer Handlungsbedarf besteht (ITA 2022). Die (noch) bestehende Möglichkeit zur Gestaltung der sozio-technischen Innovationspfade rund um AR und VR in Österreich sollte demnach früh ergriffen werden.

*Folgen für Demokratie
und Gesellschaft:
politischer
Handlungsbedarf*

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)¹¹ als Fachverband professioneller VR/AR-AnwenderInnen und Unternehmen in Österreich deutet darauf hin, dass in Österreich bereits eine gewisse Dynamik besteht.

Technologieförderung

⁹ pokemongodeathtracker.com.

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

¹¹ varaa.at.

*Schutz der
KonsumentInnen

Nutzungsrechte*

Mit der zunehmenden Bedeutung dieses Technologiesektors geht auch der Bedarf einer systematischen Auseinandersetzung aus Sicht des KonsumentInnen schutzes einher. Aktuelle Studien deuten unter anderem auf potentielle Auswirkungen auf die Psyche bzw. die Selbstwahrnehmung der NutzerInnen hin (Madary/Metzinger 2016, Jimenez et al. 2020). Auch Soziale Medien-Plattformen werden in Zukunft AR/VR Technologien verwenden, was zu einer Verstärkung negativer Folgen von deren Nutzung führen kann: Depressionen, Gefühle der Isolation und Einsamkeit, negative Körperbilder, Egozentrik und Narzissmus (Studen & Tiberius 2020). Damit ergibt sich eine unmittelbare Relevanz für Gesundheitspolitik und KonsumentInnen schutz. 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 Vorschreiten der Technologien in vielen unterschiedlichen Anwendungsfeldern parallel, aber dennoch interdependent verläuft und nicht auf einen einzelnen Bereich festgelegt werden kann.

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 Innovationspotential 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

- Cesinger B., et al. (2020) Virtual Reality Augmented Reality im Handel, Forschungsbericht der FH-Salzburg und der New Design University St. Pölten, fh-salzburg.ac.at/fileadmin/fhs_daten/forschung/bwl-kmu/documents/Brosch%C3%BCre_AR_VR_FHS_web.pdf.
- ITA, 2022, Augmented Reality im öffentlichen Raum. ITA Dossier Nr.66 (Juli 2022; Autor: Niklas Gudowsky-Blatakes), *Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA)*, Wien epub.oeaw.ac.at/ita/ita-dossiers/ita-dossier066.pdf.
- Jimenez, D.E., Shah, J., Das, P., Milanaik, R.L. (2019) Health Implications of Augmented Reality Games on Children and Adolescents. In: Geroimenko V. (eds) Augmented Reality Games I. Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-030-15616-9_10.

- 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).
- Studen, L.; Tiberius, V. Social Media, Quo Vadis? Prospective Development and Implications. *Future Internet* 2020, 12, 146. doi.org/10.3390/fi12090146.

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 3D-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 Verbindung von Sensorik mit neuen Mobilfunktechnologien, wie 5G Internet (siehe Thema [5G](#)), könnte zukünftig die Effizienz und Flexibilität von vernetzten Sensorsystemen weiter steigern und eine regelrechte „Sensorrevolution“ auslösen.

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), die Automatisierung von Fertigungsprozessen durch Vernetzung von Maschinen- und Gerätedaten (siehe Thema [Industrie 4.0](#)), oder die Regulierung von Smarten Gebäuden geht (Thermostate zur Steuerung der Wohnungstemperatur über internetfähige Mobilgeräte, siehe Thema [++-Energiegebäude](#)). Bei der Erfassung von Umweltdaten verlässt sich die Wissenschaft oftmals auf BürgerInnen („Citizen Sensing“¹), die ohnehin täglich ihre mobilen und Sensor-bepackten Geräte herumtragen.

Andererseits verweist die aufkommende Praxis der Selbstoptimierung auf die möglichen Schattenseiten der bevorstehenden Sensorrevolution: ständige Messung von Schlafphasen, Ernährungsverhalten und Produktivität durch Anwendungen, die versprechen beim Abnehmen zu helfen, die Leistungsfähigkeit zu steigern oder die Gesundheit zu fördern. 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 Selbstausbeutung führen könnte (Friedrichs 2013; ITA 2018). Sensortechnologien in Verbindung mit neuen Innovationen wie Exoskeletten (siehe Thema [Exoskelette](#)), die eine umfassende Überwachung von ArbeitnehmerInnen ermöglichen und/oder erfordern, verstärken die Bedenken um Persönlichkeitsrechte und -schutz.

Als Vorbereitung auf eine bevorstehende Sensorrevolution, wäre es sinnvoll zu klären, wie Sensoren die Selbst- und Umweltwahrnehmung verändern und dadurch neue Normvorstellungen prägen, welche Bildungsmaß-

¹ citizensense.net.

nahmen die sinnvolle Integration von Sensortechnologien ins Alltagsleben ermöglichen und wie Persönlichkeitsrechte und Privatsphäre in einer vernetzten Welt garantiert werden können.

Zitierte Literatur

- Friedrichs, J., 2013, Selbstoptimierung. Das tollere Ich., *Zeit Online*.
ITA (Hrsg.), 2018, Selbst vermessen – fremd gesteuert. ITA-Dossier Nr. 35 (April), epub.oeaw.ac.at/ita/ita-dossiers/ita-dossier035.pdf.
Lohr, S., 2010, Smart Dust. Not Quite, but We're Getting There, *The New York Times*.

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 200-600 m und nutzen den dort herrschenden stetigen und kräftigen Luftstrom. Äußerlich erinnern sie an Segelflugzeuge, Drohnen, Zepeline oder auch Flugzeugturbinen.¹ Ihre Entwicklung wurde erstmals während der Energiekrise in den 1970er Jahren angeregt (Zillmann/Bechtle 2018). Strom produzieren diese Windenergiesysteme durch Rotoren auf oder in dem Drachen. Die Energie wird durch ein Kabel zum Boden geleitet.² 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. Vorläufige Ergebnisse deuten auf eine höhere Energieproduktion und Effizienz als herkömmliche Windräder hin.³

Große Energieunternehmen wie e.on experimentieren bereits mit der neuen Technologie. Google war in den Markt für Offshoreanlagen durch den Kauf von Pionierentwicklern eingestiegen, diese mussten zwar aus wirtschaftlichen Gründen aufgeben, veröffentlichten aber ihre gesamten Forschungsdaten zur freien Verwendung.⁴ Allerdings befinden sich die fortschrittlichsten Unternehmen mit ihren Prototypen noch in der Proof-of-Concept-Phase, eine breite Kommerzialisierung ist in naher Zukunft nicht zu erwarten (Hussen et al. 2018). Europa könnte in diesem Bereich eine industrielle Führungsposition einnehmen⁵. Derzeit würden die fliegenden Windturbinen Energie zu ähnlichen Kosten wie andere Windturbinen produzieren (Malz et al. 2022). Das erste deutsche fliegende Windkraftwerk ging als Pilotprojekt 2020 in den Dauerbetrieb, nachdem die Anlage mit einem 120 m² großen Drachen eine luftfahrtrechtliche Evaluierung bestand.⁶ 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 einge-

¹ airbornewindeurope.org/.

² greentechmedia.com/articles/read/a-beginners-guide-to-the-airborne-wind-turbine-market#gs.F8LhaSI.

³ global.handelsblatt.com/companies-markets/e-on-invests-millions-in-flying-wind-turbines-746616.

⁴ blog.x.company/sharing-makani-with-the-world-the-energy-kite-collection-ea49398df78c.

⁵ op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a874f843-c137-11e8-9893-01aa75ed71a1/language-en.

⁶ skypower100.de/english/news/wind-power-of-the-future/.

setzt werden, allerdings sind dabei Standortfragen vor allem auch mit der Bevölkerung abzustimmen. Sicherheit, Sichtbarkeit, [Schallemissionen](#) und ökologischen Auswirkungen haben dabei Einfluss, inwiefern die Technologie akzeptiert wird, aber auch situative und psychologische Faktoren spielen eine wichtige Rolle, wie z. B. der Planungsprozess oder das Vertrauen der Gemeinde in die Projektentwickler (Schmidt et al. 2022). Zuerst müssen sich die neuen Systeme aber im Dauerbetrieb beweisen (Hussen et al. 2018). Der vollautonome Betrieb birgt nach wie vor wichtige grundlegende Herausforderungen, die konzeptionell denen anderer autonomer Systeme ähneln, wie z. B. vollautonome Fahrzeuge oder Servicedrohnen (Fagiano et al. 2022).

Zitierte Literatur

- Fagiano, L., et al E., 2022, Autonomous Airborne Wind Energy Systems: Accomplishments and Challenges, *5*(1), 603-631
annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-control-042820-124658.
- Hussen, K. v., et al., 2018, Study on Challenges in the commercialisation of airborne wind energy systems, Luxembourg: European Commission – Directorate-General for Research and Innovation,
publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a874f843-c137-11e8-9893-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-76863616.
- Malz, E. C., et al., 2022, The value of airborne wind energy to the electricity system, *25*(2), 281-299,
onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/we.2671.
- Schmidt, H., et al., 2022, The Social Acceptance of Airborne Wind Energy: A Literature Review, *15*(4), 1384, mdpi.com/1996-1073/15/4/1384.
- Zillmann, U. und Bechtle, P., 2018, Emergence and economic dimension of airborne wind energy, in: Schmehl, R. (Hg.): Airborne Wind Energy: Springer Nature. link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-1947-0_1.

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 (Metal-Organic-Frameworks, 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 Forschungseinrichtungen¹ 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](https://www.mpg.de/1326157/wasserstoff).
Züttel, A., 2004, Hydrogen storage methods, Naturwissenschaften 91(4),
157-172.

¹ [hycenta.at](https://www.hycenta.at).

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 sind.¹ 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. Durch den geringen Platzverbrauch und vorwiegenden Holzbau werden sie oft als nachhaltig eingestuft. Im Tourismus haben sich Tiny-Houses zu einem Boom entwickelt (Grassinger 2020). Abseits davon werden sie beispielsweise auch als Unterkünfte für Obdachlose verwendet und scheinen so, Armut zu verringern und soziale Integration zu fördern (Evans 2020; Fischer 2022). 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, sondern auch in Kleingärten oder unter Umständen auch auf Grünland stehen können. 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 (siehe [P2P-Energiehandel](#)). Wurden früher mobile Heime vornehmlich für Urlaub oder Ferien benutzt, könnte ihre Verbreitung als Hauptwohnsitz längerfristig auch den heute vorherrschenden Wohnstandard senken. Insgesamt ist um Tiny-Houses eine Lifestylebewegung entstanden, die von Nachhaltigkeit, Freiheit, Individualität und Anti-Konsumdenken geprägt ist (Shearer/Burton 2021). Andererseits wird diese Bewegung als Symptom steigender Ungleichheit in kapitalistischen Gesellschaften gesehen (Hennigan 2021). Es ergeben sich damit auch für Österreich relevante Fragestellungen zur Planung und Steuerung der Raumentwicklung und der Energienetze.

¹ wohnwagon.at; ecocapsule.sk; passivdom.com/en/; cahute.eu/?lang=en.

Zitierte Literatur

- Evans, K., 2020, Tackling Homelessness with Tiny Houses: An Inventory of Tiny House Villages in the United States, *The Professional Geographer* 72(3), 360-370 doi.org/10.1080/00330124.2020.1744170.
- Fischer, A., 2022, Tiny houses as instruments for reducing poverty and promoting social integration in Germany, *International Journal of Innovation and Sustainable Development* 16(3-4), 297-321 inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJISD.2022.123904.
- Grassinger, B., 2020, Die Tiny House Bewegung und ihre Rolle im Tourismus, *Zeitschrift für Tourismuswissenschaft*, 12(3), 445-457 doi.org/10.1515/tw-2020-0021.
- Hennigan, B., 2021, *The Poverty of Simplicity: Austerity, Alienation, and Tiny Houses*, Syracuse University proquest.com/openview/2be2d809d066229fa380eecef3f2e68b/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y.
- Shearer, H. und Burton, P., 2021, Tiny houses: movement or moment?, *Housing Studies*, 1-23 doi.org/10.1080/02673037.2021.1884203.

Zukunft der Mensch-Maschine-Interaktion: Spracherkennung und -steuerung

Die Sprache ist eine zentrale Kulturtechnik und deren Rolle in der Entwicklung der menschlichen Zivilisation ist unumstritten. Gegenwärtig zeichnet sich der Trend ab, dass der Sprache eine immer größere Bedeutung in der Mensch-Maschine-Interaktion zukommt, da die Entwicklungen von Hard- und Software in den letzten Jahren große Fortschritte im Bereich der Spracherkennung gebracht haben. Diese Fortschritte ermöglichen ein breites Anwendungsspektrum für neue Interaktionsarten von Mensch und Maschine. So ist es beispielsweise den NutzerInnen von Smartphones bereits möglich, mittels der im Betriebssystem integrierten Sprache-zu-Text-Anwendungen, Nachrichten zu verfassen. Entsprechend besteht zudem die technische Möglichkeit, das Gesprochene in Echtzeit in andere Sprachen zu übersetzen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich für Menschen mit eingeschränkter Mobilität. In diesem Anwendungsfeld spielt neben der Spracherkennung vor allem auch die Sprachsteuerung eine wesentliche Rolle. Für die NutzerInnen von Spracherkennungsanwendungen bedeutet das einerseits den Zugewinn an Komfort, da eine manuelle Interaktion mit der Maschine – sei es nun ein Smartphone, Tablet oder PC – nicht mehr notwendig ist, und andererseits einen Zugewinn an Autonomie.

Alle großen Technologieanbieter sind an der Weiterentwicklung von Spracherkennung und -steuerung beteiligt und bieten diese z. T. auch als eigene Geräte zum Verkauf an (z. B. Amazon Echo, Google Home etc.). Diese Geräte sind in die digitalen „Ökosysteme“ der jeweiligen Hersteller eingebettet, was vor allem aus Sicht der Datensouveränität und des Datenschutzes Fragen aufwirft. Außerdem haben viele Systeme technische Sicherheitslücken (Edu et al. 2020). Durch Verwendung eines bestimmten Assistenten über mehrere Geräte hinweg (Sprachsteuerungen gibt es mittlerweile vom Automobilbereich bis hin zu Haushaltsgeräten wie Waschmaschinen über Smart Home-Steuerungen und Fernsehgeräten), wird nicht nur das NutzerInnenprofil detaillierter, es bekommt der Sprachassistent auch immer mehr die Rolle eines Gatekeepers in der Kommunikation mit der Außenwelt.

Ein Whitepaper von Microsoft aus dem Jahr 2019 über Sprachtechnologie und digitale Assistenten widmet sich der Frage der Akzeptanz und den zukünftigen Potentialen dieser Technologie. Aus Sicht von Microsoft wird die „Touchscreen-Gesellschaft“ über kurz oder lang von der „Voice-Assistant-Gesellschaft“ abgelöst werden. Der Bericht umfasst auch die Ergebnisse einer Onlineumfrage. Sie zeigen, dass etwas über 40 % der Befragten dieser Technologie in Bezug auf ihre Privatsphäre kritisch gegenüberstehen. Die größten Sorgen wurden im Hinblick auf die Sicherheit der personenbezogenen Daten bzw. auf die potentielle Gefahr des latenten

Mithörens durch permanent aktive Mikrofone geäußert.¹ Im Frühjahr 2019 wurde in den Medien darüber berichtet, dass Amazon, Google, Apple und Microsoft die Aufnahmen von und Befehle an Sprachassistenten durch MitarbeiterInnen anhören, transkribieren und überprüfen ließen. Das Ziel davon sei es, die Spracherkennung zu verbessern.² Diese Praktiken werfen zahlreiche datenschutzrechtliche Fragen auf. Datenschutzfreundliche Einstellungen bieten derzeit keine der Anbieter an, es werden detaillierte Persönlichkeitsprofile erstellt und direkt mit konkretem Verhalten der AnwenderInnen verknüpft (Schaber et al. 2019). Der Zugewinn an Komfort geht somit mit einer Einbuße an Privatsphäre einher (Ferdinand/Jetzke 2017). Darüber hinaus scheinen sich neue Abhängigkeiten von großen US-Konzernen und chinesischen Firmen zu ergeben, die potentiell geopolitische Folgen haben können, da europäische Firmen derzeit sowohl bei den Sprachmodellen als auch der Verfügbarkeit von Trainingsdaten im Hintertreffen sind (Peters 2022). Die zunehmende digitale Durchdringung der Gesellschaft mit dieser Technologie und die damit einhergehenden Fragen sind bislang noch nicht ausreichend geklärt.

Zitierte Literatur

- Jan-Peter Ferdinand, Tobias Jetzke (2017) Voice Computing—allgegenwärtige Spracherkennung. Themenkurzprofil Nr. 15. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), <https://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/themenprofile/Themenkurzprofil-015.pdf>.
- Jide S. Edu, Jose M. Such, Guillermo Suarez-Tangil (2020) Smart Home Personal Assistants: A Security and Privacy Review. Preprint: Accepted for publication in ACM Computing Surveys arXiv:1903.05593v3.
- Peters, R. (2022), Sprich mit mir! Perspektiven für den Einsatz KI-basierter Dialogsysteme, Themenkurzprofil Nr. 52, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), <publikationen.bibliothek.kit.edu/1000143462>.
- Schaber, F., Krieger-Lamina, J., Peissl, W. (2019). Digitale Assistenten – Endbericht (p. 77). Hrsg. Institut für Technikfolgenabschätzung (ITA) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien. doi:10.1553/ITA-pb-2019-01.

¹ advertiseonbing-blob.azureedge.net/blob/bingads/media/insight/whitepapers/2019/04%20apr/voice-report/bingads_2019voicereport.pdf.

² bloomberg.com/news/articles/2019-04-10/is-anyone-listening-to-you-on-alex-a-global-team-reviews-audio;
golem.de/news/sprachsteuerung-das-erleben-mitarbeiter-beim-abhoeren-von-siri-mitschnitten-1908-143101.html;
golem.de/news/skype-und-cortana-bei-microsoft-hoeren-menschen-bei-telefonsex-mit-1908-143065.html.

Roboterautos

Lange Zeit galt die Fahrerin bzw. der Fahrer als unverzichtbar für alle Fahrzeugtypen. Während ein Autopilot, der lange monotone Abschnitte ohne Hindernisse bewältigen kann, als Standard für Wasser- und Luftfahrzeuge gilt, ist der Sachverhalt für Landfahrzeuge wesentlich schwieriger (siehe auch [Autonomer ÖPNV](#)). Die gängige Skala der Automatisierungsstufen geht von null (keine Automatisierung, FahrerInnen steuern ohne Hilfen) bis fünf (vollständige Automatisierung, die Maschine steuert ohne Einfluss der InsassInnen), doch in der Praxis wird fast nur an den Stufen bis zwei und an Stufe fünf gearbeitet, während die „Halb-autonomen“ Fahrzeuge der Stufen drei und vier langfristig kaum Beachtung bekommen werden. Dementsprechend verliert die Idee der ständigen Bereitschaft von FahrerInnen zur rechtzeitigen Rückübernahme der Verantwortung an Bedeutung. Die dafür nötige Zeitspanne von bis zu 15 Sekunden ist in kritischen Situationen zu lang. Nach einem Einsatz im Testbetrieb soll das Konzept zu Gunsten eines vollständig autonomen Systems bei Marktreife aufgegeben werden.¹

Die Teilautomation der Stufe zwei ist mittels umfangreicher Assistenzsysteme (Bremsen, Spurhalten, Einparken etc.) bereits Realität. Vollständig autonome Fahrzeuge der Stufe fünf sind derzeit nur als Pilotprojekte auf öffentlichen Straßen unterwegs. Doch mittlerweile ist eine Welt vorstellbar, in der Menschen nicht mehr obligatorisch FahrerInnen eines Fahrzeugs, sondern lediglich Passagiere sind. Auch die österreichische Politik sieht dies als ein Ziel.²

Die notwendigen Technologien sind heute noch nicht vollständig ausgereift. Die Aufgabe ist sehr herausfordernd, geht es doch darum, sicher und effizient in allen erdenklichen Situationen in einem sehr komplexen, teils chaotischen Umfeld autonom zu agieren. Typische Verkehrssituationen, insbesondere im urbanen Raum, beinhalten auch unvorhersehbar agierende menschliche FahrerInnen in anderen Fahrzeugen und andere VerkehrsteilnehmerInnen. Vor allem die Verlässlichkeit und Erkennungsleistung der Sensoren sowie die Erzeugung eines konsistenten Lagebildes sind derzeit die Schwerpunkte der F&E. Der aktuelle Fokus liegt auf der Ausstattung selbstfahrender Fahrzeuge mit wenigen und billigeren Sensoren und auf der Lernfähigkeit der Algorithmen. Jedes große Unternehmen, das an Fahrzeugentwicklungen beteiligt ist, investiert erhebliche Ressourcen, um diese Technologie auf den Markt zu bringen.

Unter Beachtung der zu erwartenden technologischen Fortschritte, stellen sich bereits jetzt eine Reihe von Fragen, auch wenn der Einsatz der Technologie nicht so plötzlich erfolgen wird, wie ursprünglich angenommen

¹ kfv.at/wp-content/uploads/2018/11/KFV_Code-of-Conduct_DE.pdf.

² Siehe den Aktionsplan Automatisierte Mobilität 2019-2022, bmk.gv.at/dam/jcr:c6bff4ce-45e0-48ae-b415-1afa08849874/automatisiert2019_ua.pdf.

(vgl. Maurer et al. 2015). Allgemein wird zwar davon ausgegangen (ibid.),³ dass Roboterautos am Ende der Entwicklung viel sicherer als von Menschen gelenkte sein werden, für eine vermutlich lange Übergangszeit werden jedoch beide Fahrzeugtypen im Mischverkehr unterwegs sein, was das Gesamtsystem vorübergehend sogar weniger sicher machen könnte. Neben der Entwicklung der Fahrzeuge selbst bedarf es hier vor allem der Entwicklung von Konzepten und Begleitmaßnahmen für diese Übergangszeit.

Darüber hinaus sind die elektronischen Systeme an Bord ein potenziell attraktives Ziel für Hackerangriffe. Wie Gao et al (2022) beschreiben, sind nicht nur die Betriebssysteme der Fahrzeuge angreifbar, sondern auch Sensoren, Kontrollsysteme, bis hin zu einzelnen Bauteilen. Lernalgorithmen können selbst von ihren Designern nicht vollständig verstanden werden, manche halten sie für prinzipiell unvorhersehbar; es stellt sich die Frage, wie die Gesellschaft mit dieser prinzipiellen Unbeherrschbarkeit umgehen möchte. Weiters wird diskutiert, wie selbstfahrende Fahrzeuge mit ethischen Dilemmata in Gefahrensituationen umgehen würden, denn Unfälle sind nie auszuschließen.⁴ Roboterautos produzieren ständig eine große Menge, teils personenbezogener Daten (insb. Standortdaten), womit sich Fragen des Datenschutzes und der Privatsphäre der Passagiere stellen (Krieger-Lamina 2016). Autonome Fahrzeuge benötigen eine andere Infrastruktur. Das hätte Folgen für die gesamte Wirtschaft rund um Automobile und automobiles Reisen; letztendlich auch auf den Arbeitsmarkt. Schlussendlich stellt sich auch die Frage, wer die notwendige Infrastruktur aufbauen und finanzieren wird. Zu untersuchen wären weiters die Auswirkungen eines autonomen Individualverkehrs auf die Raum- und Verkehrsplanung. Die Untersuchung der genannten und anderer langfristiger Auswirkungen für Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft steht noch aus.

Zitierte Literatur

- Gao, C., Wang, G., Shi, W., et. al., 2022, Autonomous Driving Security: State of the Art and Challenges, IEEE Internet of Things Journal, Vol. 9, Issue 10, DOI: 10.1109/JIOT.2021.3130054.
- Krieger-Lamina, J., 2016, Vernetzte Automobile. Datensammeln beim Fahren – von Assistenzsystemen zu autonomen Fahrzeugen. Endbericht, No. 2016-02, 2016-08-31, Wien
epub.oeaw.ac.at/ita-projektberichte/2016-02.pdf.
- Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B. and Winner, H. (Eds), 2015, Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte: Springer, <https://www.springer.com/de/book/9783662458532>.

³ Siehe auch derstandard.at/2000102373920/Weniger-Unfaelle-durch-autonomes-Fahren.

⁴ Siehe beispielsweise den Bericht der einschlägigen deutschen Ethikkommission vom Juni 2017, bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.html.

Selbstheilende Materialien

Die meisten Materialien verschlechtern sich im Laufe der Zeit aufgrund von Ermüdung, Umweltbedingungen oder Schäden, die während der Nutzung auftreten. Risse und andere Arten von Schäden auf mikroskopischer Ebene verändern die thermischen, elektrischen und akustischen Eigenschaften von Materialien, Risse können dazu führen, dass das Material völlig unbrauchbar wird. Selbstheilende Materialien sind synthetisch hergestellte Substanzen, die die Fähigkeit haben, Schäden an sich selbst ohne externe Diagnose des Problems oder menschliches Eingreifen automatisch zu reparieren. Diese Materialien besitzen also „eingebaute“ Reparaturmechanismen. Selbstheilende Materialien sind vielfach Polymere oder Elastomere, aber auch Metalle, Glas, Keramiken und Zement – letzterer könnte in Zukunft zu deutlich längeren Gebrauchszeiten für Häuser und Straßen führen.¹ Die Heilungsmechanismen reichen von einer intrinsischen Reparatur des Materials bis hin zur Zugabe eines Reparaturmittels, welches durch einen äußeren Reiz (Licht, Temperaturänderung, usw.) aktiviert wird.

Dieses F&E-Feld ist ausgesprochen dynamisch und hat bereits zu konkreten Anwendungen geführt.² So entdeckte Yu Yanagisawa bereits 2017 „selbstheilendes“ Polymerglas, das nach dem Brechen durch einfaches Aneinanderdrücken wieder verbunden wird (Yanagisawa et al. 2018). Selbstheilende Polymere, so genannte Copolymere, weisen nach mechanischer Beanspruchung außerordentliche Selbstheilungsfähigkeiten, sowohl in trockenen als auch wässrigen und alkalischen Milieus auf. Die Heilung erfolgt dabei innerhalb weniger Minuten (Wang et al. 2019). Neuere Entwicklungen sind spezielle Pervoskite-Nanopartikel, bleifreie Strukturen, die in Solarzellen und Leuchtdioden eingesetzt werden könnten (Khalfin et al. 2021). Einige selbstheilende Materialien gelten als intelligente Strukturen, da sie sich an verschiedene Umgebungsbedingungen anpassen können. Selbstheilende Materialien können durch ihre besonderen Eigenschaften zu einer höheren Kosteneffizienz führen. Sobald ein Material Gebrauchsschäden aufweist, würde es sich selbst reparieren und müsste nicht aufwendig ausgetauscht werden. Die Lebensdauer von Teilen könnte erhöht werden, was vor allem im industriellen Einsatz von wesentlicher Bedeutung wäre.

Die Anwendungsfelder für solche neuartige Materialien sind sehr breit und zukunftssträchtig.³ Sie reichen von Materialien im Flugzeugbau über Brenn-

¹ intechopen.com/online-first/self-healing-concrete-and-cementitious-materials.

² Einen populärwissenschaftlichen Überblick gibt dieses aktuelle Video aus Mai 2022 youtube.com/watch?v=ch6ixUbsEWk&t=552s.

³ Radical Innovation Breakthrough Inquirer (RIBRI): Foresight Tender EC: Fraunhofer ISI (lead), Institut Prospectiva, Finland Futures Research Centre, isi.fraunhofer.de/en/competence-center/foresight/projekte/ribri.html; siehe auch den ausführlichen Wikipedia-Artikel "Self-healing material", Stand: 04.08.2022, en.wikipedia.org/wiki/Self-healing_material.

stoffzellen und Lithium-Ionen-Akkus mit langer Haltbarkeit bis zu Oberflächenbeschichtungen, bspw. zur Isolierung von elektrischen Kabeln.² International gibt es bereits erste Firmen, die selbstheilende Materialien kommerziell erzeugen, z. B. der französische Chemiekonzern Arkema (Gummi) oder die US-Firma Autonomic Materials (Korrosionsschutz). Auch in Österreich gibt es dazu einige F&E-Aktivitäten, beispielsweise: recycelbare Kunststoffe, die das Polymer-Kompetenzzentrum Leoben entwickelt;⁴ selbstheilende Metalle, mit denen sich das Erich-Schmid-Institut für Materialwissenschaften der ÖAW und die Montan-Uni Leoben beschäftigen.⁵ Österreich ist über Joint Technology Initiative ECSEL-Austria auch an den europäischen Aktivitäten zur Entwicklung von elektronischen Komponenten und Systemen beteiligt.⁶ Der österreichische Farbenhersteller Adler hat selbstheilende Fensteranstriche („SH-Technologie“) entwickelt.⁷

Es ergeben sich aber auch einige Risiken und Beschränkungen: Fragen der Persistenz innerhalb des Systems (siehe [Langlebige organische Schadstoffe](#)), Hybridisierung von Materialien, ob und wie diese im System zirkulieren werden ([Kreislaufwirtschaft](#)), und letztlich Haftungs- und Compliancefragen (Haines-Gadd et al. 2021).

Zitierte Quellen

- Haines-Gadd, M., Charnley, F. und Encinas-Oropesa, A., 2021, Self-healing materials: A pathway to immortal products or a risk to circular economy systems?, *Journal of Cleaner Production* 315, 128193 [sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621024112](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621024112).
- Khalfin, S., et al., 2021, Self-Healing of Crystal Voids in Double Perovskite Nanocrystals Is Related to Surface Passivation, *Advanced Functional Materials* 32/15 2110421, doi.org/10.1002/adfm.202110421.
- Wang, L., et al., 2019, Synthesis of an Acrylamide Copolymer Containing Nano-SiO₂ by Ex Situ Cu(0)-Mediated SET-LRP, *International Journal of Polymer Science*, 7379368 doi.org/10.1155/2019/7379368.
- Yanagisawa, Y., et al., 2018, Mechanically robust, readily repairable polymers via tailored noncovalent cross-linking. *Science* 2018, 359, 72.

⁴ uar.at/en/associated-companies/associated-companies-/polymer-competence-center-leoben-gmbh/recyclable-and-self-healing-polymer-materials.

⁵ [pure.unileoben.ac.at/portal/de/publications/thermallytriggered-dual-insitu-selfhealing-metallic-materials\(28345444-215c-4692-acb6-3822480669dc\).html](https://pure.unileoben.ac.at/portal/de/publications/thermallytriggered-dual-insitu-selfhealing-metallic-materials(28345444-215c-4692-acb6-3822480669dc).html).

⁶ ecsel-austria.net/home.

⁷ adler-coatings.com/news/current-topics/self-healing-paint-technology-by-adler-something-like-this-probably-happens-every-10-years~n124731.

Affective Computing – Emotionale Künstliche Intelligenz

Digitale Systeme und Geräte, die menschliche Gefühle erkennen, interpretieren, verarbeiten und auf sie reagieren können, werden als *Affective computing* bezeichnet. Zukünftig sollen Stimmungen von AutofahrerInnen anhand von Mimik, Gestik und Lautstärke erkannt und beurteilt werden. Ein Auto der Zukunft könnte bei extremer Wut oder Müdigkeit auch intervenieren. Intelligente Online-Lernsysteme könnten die Identifikation von Gefühlen wie Überforderung oder Langeweile nutzen, um eine personalisierte Lernerfahrung zu bieten und psychische Probleme könnten zunehmend über Apps frühzeitig identifiziert werden (vgl. el Kaliouby 2017).¹ Digitale Systeme erkennen zunehmend die Gefühlslage derer, die sie nutzen und können entsprechend reagieren. Mittels digitaler Technik lassen sich menschliche Stimmungen und Gefühle immer besser bestimmen und zugleich werden immer mehr Interventionen entwickelt, auf die Stimmungen von Individuen zu reagieren bzw. diese zu nutzen und zu beeinflussen.² Mit den persönlichen digitalen Assistenten verbreitet sich die Spracheingabe als Interaktion mit digitalen Geräten und aus den Spracheingaben der NutzerInnen lassen sich Gefühle nach Parametern wie Wortwahl, Tonhöhe und Pausen identifizieren. Optische Sensoren (Kameras) nutzen die Mimik, um Emotionen zu erkennen und mit den Archiven von Millionen von Gesichtern sind die führenden Unternehmen der Werbeindustrie in der Lage, z. B. umfangreiche Dienste auf Grundlage der emotionalen Wirkung von Werbeeindrücken zu bieten.

Mit Technologien des Affective Computing erscheint NutzerInnen die Interaktion mit Maschinen komfortabler und natürlicher, das Vertrauen und die Nutzungsintensität nehmen zu, wodurch weitere Daten für die lernenden Programme geliefert werden. NutzerInnen reagieren auf die Programme, sie kaufen im Kontext der Interaktion und sie steuern zusätzlich weitere vernetzte Geräte. Somit wird der Zusammenhang von Gefühlen und Verhalten identifizierbar und kann ebenfalls für Marketing und Verhaltenskontrolle genutzt werden.

Die Nutzung von Technologien mit emotionaler Intelligenz wirft sowohl bei bewusster Nutzung im Arbeitsleben, im Verkehr, in Lernumgebungen und im Bereich psychischer Erkrankungen neue ethische, aber auch versicherungsrechtliche Fragen und Fragen des Datenschutzes auf (siehe Peters 2021). Noch dringender stellen sich die Fragen, wenn Emotionen ohne Zustimmung, d. h. unbemerkt, bei der Online-Nutzung erhoben und analysiert werden. Nachhaltige Innovationspfade zur Nutzung des hohen Potentials

¹ Die Anwendungen des Affective Computings kommen vielfach aus der medizinischen Forschung, so auch bei dem wichtigsten Unternehmen *Affectiva*: siehe el Kaliouby, et al. (2006).

² Die Forschungsrichtung des Affective computing ist seit längerem etabliert, siehe z. B. Picard, et al. (2001), aber die Dynamik ist sehr stark durch die Anwendungen im Bereich persönlicher digitaler Assistenten bestimmt.

von Anwendungen des Affective Computing bedürfen eines Rahmens, der Vertrauen in die Technologien gewährleistet.

Zitierte Quellen

- el Kaliouby, R., 2017, We Need Computers with Empathy, Technology Review 120(6), 8-9.
- el Kaliouby, R., Picard, R. und Baron-Cohen, S., 2006, Affective computing and autism, in: Bainbridge, W. S. und Roco, M. C. (Hg.): Progress in Convergence: Technologies for Human Wellbeing, Malden: Wiley-Blackwell, 228-248.
- Peters, R., 2021, Emotionserkennung Mittels Künstlicher Intelligenz – Perspektiven Und Grenzen Von Technologien Zur Analyse Von Gesichtsbewegungen. Themenkurzprofil. Doi: 10.5445/IR/1000134317
- Picard, R. W., Vyzas, E. und Healey, J., 2001, Toward machine emotional intelligence: Analysis of affective physiological state, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 23(10), 1175-1191.

Gamification von Wissenschaft, Arbeit und Politik?

Die Verbreitung von Onlinespielen in Unterhaltung und Populärkultur macht den Erfolg des Spielkonzepts deutlich: Kompetitive Settings und spieltypische (Bewertungs-)Elemente, wie Punkte, Ranglisten, Highscores und Spielniveaus (Level), erhöhen die Motivation bei der Erfüllung komplexer oder als monoton empfundener Aufgaben (Robson et al. 2015). Gamification, auf Deutsch so viel wie „Spielifizierung“, bezeichnet die Anwendung von Spieldesignelementen in nicht-spielerischen Kontexten (Deterding et al. 2011). Während Computerspiele vordergründig für Unterhaltung sorgen, zielen Gamification und ernsthafte Spiele bzw. Lernspiele, sogenannte Serious Games, auf bestimmte Ergebnisse ab, die sich auf den Alltag der SpielerInnen auswirken, d. h. realweltlichen Einfluss haben (Lernen, Motivation, Engagement, Leistungssteigerung und Spaß, Vermeidung unerwünschter Verhaltensweisen). Gamification und Serious Games stehen in direktem Zusammenhang mit institutionellen Zielen (Bildung, Wissenschaft, Regierung, Industrie) (Bogost 2007) und unterscheiden sich damit grundlegend von rein spielerischer Interaktion.

Die extensive Anwendung von Spielelementen in nicht-spielerischen Kontexten ist in unterschiedlichen Bereichen gegenwärtige Praxis (Bildung, Informationswissenschaften, Mensch-Maschine-Interaktion, Gesundheit). In der Krebsforschung wird Gamification eingesetzt, um die Erkennung von problematischen DNA-Fehlern zu verbessern.¹ In Form eines Computerspiels wird die menschliche Sehkraft und Analysekapazität genutzt, um wiederkehrende und auffällige Muster in großen genetischen Datenmengen zu entdecken. Dazu begeben sich SpielerInnen mit einem Raumschiff auf die Suche nach dem wertvollen Element Alpha. Im Zuge ihrer Mission müssen sie eine Route zu den gesichteten Alpha-Vorkommen planen und markieren dabei auf einer Weltraumkarte auffällige Punkte, die gleichzeitig auffällige Muster in den Gendaten indizieren. Ein weiteres Online-Spiel aus der Forschung ist FoldIt² – hier können SpielerInnen Proteine falten und dabei spielerisch neue Strukturen entwickeln, mit dem übergeordneten Ziel Proteinstrukturen vorherzusagen und neue Proteine zu designen.

Der Trend der Gamification hat auch in der Arbeitswelt Einzug erhalten. Hier zielt das kompetitive Spielprinzip auf die Motivationssteigerung bei Angestellten, auf die Erhöhung der kooperativen Zusammenarbeit und auf individuelle Anerkennung von MitarbeiterInnen.³ Unternehmen, wie PwC⁴ und Marriott International (Freer 2012) setzen unter dem Schlagwort „Recruitment“ in der Personalsuche auf Gamification und verwenden eigens

¹ scienceblog.cancerresearchuk.org/2014/02/04/download-our-revolutionary-mobile-game-to-help-speed-up-cancer-research/.

² fold.it.

³ forbes.com/sites/jeannemeister/2015/03/30/future-of-work-using-gamification-for-human-resources/#eeab22024b7b.

⁴ multipoly.hu.

programmierte Jobsimulationen, um potenziellen Angestellten ihren zukünftigen Arbeitsplatz während des Bewerbungsprozesses näher zu bringen und um sogenannte „High Potentials“ auszuwählen.

Planspiele ermöglichen es, die Funktionsweisen komplexer Systeme spielerisch zu erforschen. Ein Teilbereich sind politische Planspiele.⁵ Dazu gehören Spiele zur Funktionsweise von UN-Sicherheitsratssitzungen und zur Formulierung von Resolutionen in Bezug auf Konfliktgebiete ebenso wie auch Spiele zu internationalen Handelsregeln, die die Problematik von Entscheidungsfindung vermitteln sollen. Teilnehmende können in der Rolle von Regierungsmitgliedern ihre Kenntnisse in Volkswirtschaft, nachhaltiger Entwicklung und Umweltfragen entwickeln oder Wertpapier-Depots mit einem fiktiven Startkapital verwalten. Planspiele können nicht nur Bewusstsein für politische Prozesse schaffen, sondern auch in der Politik für die Erkundung von Möglichkeitsräumen genutzt werden.⁶

Gerade im Fall von komplexen politischen und sozialen Ereignissen, wie z. B. einer Naturkatastrophe oder einer Terrorattacke, können unterschiedliche Annahmen, Meinungen und Werte dazu beitragen, dass notwendige ethische und moralische Entscheidungen aufgeschoben werden und Maßnahmen, die der vorherrschenden ideologischen Haltung zuwiderlaufen würden, nicht umgesetzt werden. Persuasive Games – auf Deutsch „Überzeugungsspiele“ – sind eine spezifische Form der Serious Games, die darauf abzielen unterschiedlichen Weltansichten und implizite Annahmen explizit zu machen. Sie könnten damit zu alternativen Denkweisen und höherer Entscheidungskompetenz im Ernstfall führen. Wie Wirtschaft und Politik langfristig vom Gamification-Trend profitieren können und ob es dazu Standards geben sollte, ist noch offen.

Zitierte Quellen

- Bogost, I., 2007, *Persuasive games the expressive power of videogames*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L. und Dixon, D., 2011, *Gamification: Toward a Definition*, CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings.
- Freer, T., 2012, *Social media gaming – a recipe for employer brand success*, *Strategic HR Review* 11(1), 13-17.
- Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I. und Pitt, L., 2015, *Is it all a game? Understanding the principles of gamification*, *Business Horizons* 58(4), 411-420.

⁵ Siehe z. B. die Datenbank der Bundeszentrale für politische Bildung in Deutschland: bpb.de/lernen/formate/planspiele/65585/planspiel-datenbank.

⁶ previous.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/EcosystemsServicesandManagement/event/181112-UniKoLD.html; oecd-ilibrary.org/sites/9789264301061-5-en/index.html?itemId=/content/component/9789264301061-5-en.



INSTITUT FÜR
TECHNIKFOLGEN
ABSCHÄTZUNG

www.oew.ac.at/ita



**AUSTRIAN INSTITUTE
OF TECHNOLOGY**

www.ait.ac.at