

BRIEF NR. 51

Editorial		3
Schwerpunkt:	>	Einführung in den Schwerpunkt 7
30 Jahre TAB –	>	Den Menschen »weiser und geschickter« machen? Human Enhancement als Dauerthema der TA 9
30 Jahre Beiträge zu einer	>	CCS: über enttäuschte Hoffnungen, ungedekte Schecks und dringende Notwendigkeiten 14
vorausschauenden und vor-	>	Technologischer Wandel in einem Kernbereich demokratischer Politik: zur Digitalisierung der politischen Öffentlichkeit 21
sorgenden Politikgestaltung	>	Sichtweisen und Wertvorstellungen zu wissenschaft- lich-technischen Entwicklungen – Diskurs und Dialog in der Arbeit des TAB 27
	>	Horizon-Scanning oder wie eine Foresightmethode zur Technikfolgenabschätzung kam 30
	>	Zukünftige Technologien zur Untersuchung technologischer Zukünfte 33
Projekte	>	Wenn der Algorithmus weiße Männer bevorzugt 40
	>	Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung 42
	>	Beobachtungstechnologien im zivilen Sicherheitsbe- reich – Praktiken, Wirkungen und Gestaltungsoptionen 45
	>	Gentherapien mit Genome Editing – neue Möglichkeiten, neue Herausforderungen 50
	>	Zum Nutzen partizipativer Verfahren für die parlamentarische TA 55
	>	Digitalisierung der Landwirtschaft: Stand und Perspektiven 60
	>	New Space – neue Dynamik in der Raumfahrt 64
Horizon-Scanning	>	Themenvielfalt: elf neue Kurzprofile aus dem Horizon-Scanning 68
TA International	>	EPTA-Aktivitäten vor und in der Coronakrise 74
Veröffentlichungen		75

Laufende Untersuchungen

TA-Projekte

Alternative Technologiepfade für die Emissionsreduktion in der Grundstoffindustrie	Dr. Claudio Caviezel
Urbaner Holzbau	Dr. Sonja Kind, Tobias Jetzke
Energiespareffekte im Gebäudesektor	Dr. Lydia Illge, Britta Oertel
Gene Drives – Technologien zur Verbreitung genetischer Veränderungen in Populationen	Dr. Alma Kolleck, Dr. Arnold Sauter, Dr. Steffen Albrecht
Chancen und Risiken der Digitalisierung kritischer kommunaler Infrastrukturen an den Beispielen der Wasser- und Abfallwirtschaft	Dr. Pauline Rioussel, Dr. Saskia Steiger, Dr. Claudio Caviezel
Welt ohne Bargeld – Veränderungen der klassischen Banken- und Bezahlssysteme	Dr. Simone Ehrenberg-Silies, Dr. Sonja Kind
Stand und Perspektiven der Telemedizin	Dr. Katrin Gerlinger, Michaela Evers-Wölk
Innovative Technologien, Prozesse und Produkte in der Bauwirtschaft	Dr. Christoph Kehl, Dr. Matthias Achternbosch, Dr. Christoph Revermann
Chancen der digitalen Verwaltung	Michaela Evers-Wölk, Jakob Kluge, Dr. Saskia Steiger
Energieverbrauch der IKT-Infrastruktur	Dr. Reinhard Grünwald
Algorithmen in digitalen Medien und ihr Einfluss auf die Meinungsbildung	Britta Oertel, Dr. Steffen Albrecht
Potenziale von mobilem Internet und digitalen Technologien für die bessere Teilhabe von Menschen mit Behinderungen	Dr. Steffen Albrecht, Dr. Katrin Gerlinger
Data-Mining – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen	Dr. Katrin Gerlinger

30 Jahre TAB – 30 Jahre Beiträge zu einer vorausschauenden und vorsorgenden Politikgestaltung

Zum Ende des von der Coronaviruspandemie geprägten Jahres 2020 erscheint der vorliegende TAB-Brief. Er berichtet nicht nur wie üblich von unseren zurückliegenden und laufenden Aktivitäten, sondern umfasst außerdem einen speziellen Schwerpunkt: Anlässlich von 30 Jahren TAB haben sich viele der TAB-Mitarbeitenden mit prägnanten, sozusagen typischen Fragestellungen der Technikfolgenabschätzung (TA) befasst, die bereits in mehreren Analysen des TAB behandelt wurden, aber von anhaltender Aktualität sind. Nachgezeichnet werden wichtige Diskussionslinien und die zugehörigen Ergebnisse und Einschätzungen aus unseren Projekten, um zu fragen, wie umsichtig und vorausschauend die Analysen waren, und damit eine Antwort zu geben auf die Frage, worin der besondere Wert unserer Untersuchungsansätze liegt. Außerdem reflektieren wir die Entwicklung der Aktivitätsbereiche Diskurs und Dialog sowie Vorausschau bzw. Horizon-Scanning und werfen einen Blick voraus auf die Frage, ob zukünftige Technologien nicht auch bei der Untersuchung technologischer Zukünfte selbst immer wichtiger werden können – oder sogar sollen.

Doch zunächst folgt an dieser Stelle wie gewohnt eine Zusammenfassung unserer Arbeitsergebnisse seit Erscheinen des letzten TAB-Briefs im Sommer 2019.

Aktivitäten im Bundestag

Im September 2019 lud das TAB im Anschluss an eine Sitzung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA) erstmalig zum »TAB im Foyer« ins Paul-Löbe-Haus des Deutschen Bundestages. Mit diesem neuen Veranstaltungsformat soll (geplant einmal jährlich) ein vielfältiger und lebendiger Austausch zwischen Abgeordneten, Mitarbeitenden der Fraktionen sowie der Bundestagsverwaltung, den Projektzuständigen des TAB sowie in den Projekten beteiligten weiteren Expertinnen und Experten über aktuelle TA-Themen ermöglicht werden (hierzu auch der Beitrag auf S. 27 ff.). Die anvisierte zweite Ausgabe 2020 fiel dann den Coronaverhaltensregeln zum Opfer – wir sind gespannt, was 2021 möglich sein wird oder ob wir zumindest temporär das Konzept (»So viele Interessierte so nah wie möglich zusammen und in Austausch bringen, u. a. an Hands-on-Objekten« – coronainkompatibler geht's kaum!) grundsätzlich ändern müssen.

In quasi letzter Minute vor dem weitgehenden Shutdown des öffentlichen Lebens, am 4. März 2020, konnte Armin Grunwald noch im vollbesetzten Ausschusssitzungssaal auf Anregung der Berichterstattergruppe TA einen Zwischenbericht über die Arbeit des TAB in der laufenden 19. Wahlperiode geben. Er erläuterte die vielfältigen Projekte und Produkte des TAB und beantwortete gemeinsam mit den Kolleginnen der Konsortialpartner VDI/VDE-IT und IZT, Sonja Kind und Michaela Evers-Wölk, Nachfragen der Ausschussmitglieder zu den unterschiedlichen Arbeitsweisen und Produkttypen. Die Berichterstatter für TA aller Fraktionen unterstrichen die wertvolle Unterstützungsleistung bei der Orientierung und Entscheidungsfindung im parlamentarischen Alltag und nutzten die Möglichkeit, Anregungen zu formulieren, wie die (Zusammen-)Arbeit in der TA in Zukunft noch wirksamer und partizipativer gelingen kann.

Nachdem ab Mai wieder die regelmäßigen Berichterstattertreffen – mit großen Abständen im Ausschusssitzungssaal – stattfinden konnten, wurde am 18. Juni 2020 auch das öffentliche Fachgespräch »Welt ohne Bargeld – Veränderungen der klassischen Banken- und Bezahlssysteme« in Präsenz durchgeführt, allerdings mit sehr begrenzter Teilnehmerszahl vor Ort. Einige der Fachleute waren daher per Vi-

deo zugeschaltet, die Öffentlichkeit konnte den Diskussionen live im Parlamentsfernsehen folgen.

Dadurch, dass kurzfristige oder sogar tagesaktuelle Themenstellungen in den Auftragsmodalitäten des TAB nicht vorgesehen sind und weil es nicht unsere Aufgabe ist, Handlungsempfehlungen auszusprechen, hat das Coronageschehen ansonsten unsere Arbeit insgesamt bislang nicht so stark verändert wie die von anderen Institutionen. Allerdings rechnen wir damit, dass unsere kommenden Themenstellungen Fragen aufgreifen werden, die aus der jetzigen Ausnahmesituation resultieren. Wie gut die deutsche Gesellschaft und der deutsche Staat auf Krisen vorbereitet sind, war in der Vergangenheit hinsichtlich der möglichen Folgen eines großflächigen Stromausfalls Thema eines vielbeachteten TAB-Projekts, aktuell gehen wir der Frage nach, wie es um die Kritikalität der wichtigen Infrastrukturen in der Wasserversorgung und in der Abfallwirtschaft steht.

Personell gab es im Oktober 2019 aufseiten der TA-Berichterstatter einen Wechsel in der FDP-Fraktion: Mario Brandenburg, der in seiner Fraktion andere Aufgaben übernahm, aber als Spezialist für Fragen des digitalen Wandels und Obmann in der Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale dem TAB verbunden blieb, übergab das Amt an Prof. Dr. Andrew Ullmann – seines Zeichens Infektiologe, Obmann der FDP im Gesundheitsausschuss und damit prädestiniert für eine wissenschaftsbasierte Politikgestaltung in Reaktion auf das Coronageschehen.

Eine Fülle von Resultaten: TAB-Berichte und -Hintergrundpapiere

Im Zeitraum von Mitte 2019 bis Ende 2020 hat sich der ABFTA mit einer Reihe von TAB-Berichten befasst, die zugleich

abgenommen und zur Veröffentlichung freigegeben wurden.

Am 26. Juni 2019 erfolgte die Abnahme des **TAB-Arbeitsberichts Nr. 181 »Das Potenzial algenbasierter Kraftstoffe für den Lkw-Verkehr«**. Im Bericht werden auch andere Kraftstoffe und ihre jeweiligen Antriebssysteme angesprochen, um so die potenzielle Rolle von Algenkraftstoffen für Lkw im Hinblick auf Minderungen in den THG-Emissionen im Verkehr in Relation zu diesen anderen

Technologiefpfaden abwägen zu können. Hierzu wurde eruiert, welche Menge algenbasierten Biokraftstoffs umweltverträglich zur Verfügung gestellt werden könnte, sowie der aktuelle Forschungsstand zur Gesamtenergiebilanz der neuen Kraftstoffe erhoben. Zudem wird dargelegt, welche forschungs- und wirtschaftspolitischen Strategien und Instrumente zur Verfügung stehen oder ggf. notwendig wären, um dieses Potenzial zu heben. Ebenfalls am 26. Juni 2019 abgenommen wurde der **TAB-Arbeitsbe-**

richt Nr. 185 »Legal Tech – Potenziale und Wirkungen«. Präsentiert wurden die Ergebnisse der Kurzstudie zu neuartigen automatisierten Rechtsdienstleistungen in der Sitzung von der Projektleiterin Dr. Sonja Kind. Die Analyse umfasst eine Übersicht zu Legal-Tech-Angeboten und -Anwendungen. Erörtert wird, welche rechtlichen Aspekte und Fragestellungen des Verbraucher- und Datenschutzes durch die Aktivitäten von Legal Tech berührt werden. Durch ein internationales Mapping von Legal-Tech-Start-ups wur-

Öffentliches Fachgespräch »Autonome Waffensysteme« im Deutschen Bundestag

Anlässlich des großen Interesses an der TAB-Studie sowohl innerhalb des Bundestages als auch in der (Fach-)Öffentlichkeit fand am 4. November 2020 im Bundestag ein öffentliches Fachgespräch mit Expertinnen und Experten sowie Bundestagsabgeordneten statt. Nach der Begrüßung durch den Vorsitzenden des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, Dr. Ernst Dieter Rossmann, und einer inhaltlichen Einführung durch den Projektleiter des TAB, Dr. Reinhard Grünwald, präsentierten und diskutierten Prof. Dr.-Ing. Frank Flemisch (Fraunhofer FKIE), Dr. Jürgen Altmann (TU Dortmund), Johanna Polle und Dr. Christian Alwardt (IFSH), Dr. Bernhard Koch (ITHF), Anja Dahlmann (SWP) sowie Dr. Frank Sauer (Uni BW M) eine breite Palette von Themen: Technologische Aspekte zu existierenden und in der Entwicklung befindlichen Waffensystemen, die mögliche Transformation der Kriegsführung durch neue technologische Möglichkeiten, ethische Fragen rund um die Anwen-

dung potenziell tödlicher Gewalt durch AWS und nicht zuletzt der Stand der internationalen Debatte um völkerrechtliche Regulierung bzw. Rüstungskontrolle von AWS.

Ein öffentliches Fachgespräch unter Coronabedingungen stellt eine organisatorische Herausforderung dar. So war die Mehrzahl der Abgeordneten bzw. Expertinnen und Experten online zugeschaltet. Die Öffentlichkeit wurde über eine Liveübertragung im Parlamentsfernsehen hergestellt. Zeitgleich bestand über die Plattform »adhocracy+« die Möglichkeit, Fragen an die Sachverständigen und Abgeordneten zu richten. Die öffentlichen Reaktionen und die Medienresonanz bestätigten das TAB in der Einschätzung, dass dieses Format durchaus spannende und lebendige Diskussionen ermöglicht. Die Veranstaltung wurde dokumentiert und steht als Videomitschnitt auf der Webseite des Deutschen Bundestages unter <https://dbtg.tv/cvid/7480616> zur Verfügung.

Abb.

Livestream – öffentliches Fachgespräch »Autonome Waffensysteme«



de ermittelt, in welchen Anwendungsbereichen von Legal Tech die Markt- und Gründungsdynamiken am stärksten ausgeprägt sind. Zudem wurden die aktuellen Debatten zum Thema Legal Tech analysiert, um Chancen, Potenziale und Risiken abzuwägen und etwaige Handlungsbedarfe auszuloten.

In seiner Sitzung am 25. September 2019 behandelte der ABFTA ebenfalls gleich zwei Berichte: Der **TAB-Arbeitsbericht Nr. 182 »Aktueller Stand und Entwicklungen der Präimplantationsdiagnostik«** (PID) bietet einen konzentrierten Überblick über die Entwicklungen der genetischen Analyse von Embryonen vor einer künstlichen Befruchtung seit der Etablierung der ersten zugelassenen Zentren in Deutschland. Der Bericht stellt den Verfahrensablauf einer PID mit ihren medizinischen und rechtlichen Aspekten dar und dokumentiert die in zahlreichen Interviews gewonnenen Sichtweisen des medizinischen Personals, von Mitgliedern und Mitarbeitenden der PID-Ethikkommissionen sowie Vertreterinnen und Vertretern der Belange von Betroffenen. Der **TAB-Arbeitsbericht Nr. 183 »Arzneimittelrückstände in Trinkwasser und Gewässern«** gibt vor dem Hintergrund eines stetig steigenden Verbrauchs von Arzneimitteln einen Überblick über den Wissensstand zu Mengen, Qualitäten und Wirkungen der Mikroverunreinigungen auf Mensch und Umwelt, trägt Vorschläge zur Vermeidung der Verunreinigungen zusammen und identifiziert Wissenslücken und mögliche Handlungsstrategien zur Verringerung der Risiken durch Arzneimittelrückstände im Wasser. Dieser Bericht wurde zudem in einer Sitzung des Umweltausschusses am 15. Januar 2020 durch den Projektleiter Prof. Dr. Bernd Klauer (vom ehemaligen TAB-Konsortialpartner UFZ) ausführlich präsentiert und von den Fraktionen intensiv diskutiert.

Der **TAB-Arbeitsbericht Nr. 186 »Lichtverschmutzung – Ausmaß, gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen so-**

wie Handlungsansätze« wurde am 17. Juni 2020 abgenommen. Der Bericht fasst den wissenschaftlichen Erkenntnisstand im Hinblick auf Trends und Umfang der künstlichen Nachtaufhellung sowie ihre wirtschaftlichen und soziokulturellen, humanmedizinischen und ökologischen Wirkungen zusammen. Handlungsoptionen, die eine Verringerung der Lichtverschmutzung unterstützen können, umfassen etwa Vorschläge für Forschungs- und Förderprogramme, Mess- und Monitoringsysteme, Steuerungsinstrumente, Möglichkeiten der Entwicklung integrierter lokaler und regionaler Lichtkonzepte sowie Orientierungshilfen für Bund, Länder und Kommunen zur Unterstützung planerischer und rechtlicher Angelegenheiten, z. B. hinsichtlich der Industrienormen für Straßen-, Gebäude- und andere Außenbeleuchtungen.

Am 1. Oktober 2020 erfolgte die Abnahme des **TAB-Arbeitsberichts Nr. 187 »Autonome Waffensysteme«** (AWS). Anhand einer Bestandsaufnahme von existierenden und in der Entwicklung befindlichen Systemen wird darin illustriert, welche Funktionen moderne Waffensysteme bereits heute und in absehbarer Zukunft autonom ausüben können. Es werden mögliche Einsatzszenarien für AWS diskutiert und sich daraus ergebende sicherheitspolitische Implikationen analysiert. Im Mittelpunkt stehen Fragen danach, ob der mögliche Einsatz von AWS zu mehr oder weniger kriegerischer Gewalt führen würde, welche Auswirkungen auf die regionale Stabilität und das strategische Gleichgewicht zu erwarten wären und ob neue Rüstungswettläufe ausgelöst werden könnten. Ob und ggf. inwiefern die Anwendung tödlicher Gewalt durch autonom agierende Maschinen moralisch zulässig ist, ist die Kernfrage der ethischen Debatte um AWS, die im Bericht ausführlich dargestellt wird.

Die Abnahme des **TAB-Hintergrundpapiers Nr. 24 »Mögliche Diskriminierungen durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen«**

erfolgte am 28. Oktober 2020. Insbesondere anhand von vier Fallbeispielen aus den Bereichen der Arbeitsvermittlung, der medizinischen Versorgung, des Strafvollzugs und der automatisierten Personenerkennung zeichnet der Bericht nach, dass Ungleichbehandlungen durch algorithmische Entscheidungssysteme häufig Fortführungen »vordigitaler« Ungleichbehandlungen sind. Er verdeutlicht zugleich, dass die Frage, ob eine konkrete Ungleichbehandlung diskriminierend ist (oder nicht), innerhalb einer Gesellschaft und innerhalb der Rechtsprechung oftmals hoch umstritten ist. Abschließend stellt das Hintergrundpapier verschiedene Handlungsansätze zur Prävention von algorithmisch basierten Diskriminierungen vor. Der Bericht steht damit in enger thematischer Verbindung zu den Arbeiten der Enquete-Kommission »Künstliche Intelligenz«, die ihren Abschlussbericht Anfang November 2020 vorlegte. Damit die Ergebnisse des TAB hierfür berücksichtigt werden konnten, wurden der Fokus der Fragestellungen sowie der zeitliche Umfang des TAB-Projekts so begrenzt, dass eine kürzere Laufzeit als bei den umfassenden TA-Projekten realisiert werden konnte.

Eine ähnlich kompakte Analyse erfolgte in der Untersuchung »Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung«. Das resultierende TAB-Hintergrundpapier Nr. 25 wurde am 18. November 2020 vom Forschungsausschuss abgenommen und am selben Tag von der Projektleiterin Britta Oertel auch im Petitionsausschuss vorgestellt. Da dem Petitionsausschuss nur wenige Informationen darüber vorliegen, wer Petitionen an den Deutschen Bundestag richtet und unterstützt, war das TAB beauftragt worden, diese Lücke zu schließen. Im Mittelpunkt standen drei Kernfragen, die anhand von umfangreichen Befragungen behandelt wurden: Wem ist das Recht, sich mit Bitten und Beschwerden an den Deutschen Bundestag zu wenden, bekannt bzw. nicht bekannt? Falls bekannt, wie haben die Befragten von diesem Recht erfahren? Wer nutzt

das Recht, Petitionen beim Deutschen Bundestag einzureichen, zu veröffentlichen, zu diskutieren oder zu unterstützen?

Zu guter Letzt wurde der Bericht »New Space« am 16. Dezember 2020 abgenommen. Diese als TAB-Kurzstudie Nr. 1 im neuen Erscheinungsbild vorgelegte Untersuchung vermittelt einen Überblick über aktuelle Entwicklungen und zukünftige Perspektiven der deutschen Raumfahrtforschung und -industrie und berücksichtigt dabei insbesondere neue Entwicklungs- und Gründungsdynamiken; die Aktivitäten in Deutschland werden mit dem internationalen Umfeld verglichen. Neben nationalen Strategien zur Förderung der Raumfahrt und der Positionierung der großen Raumfahrtorganisationen bilden die Ambitionen neuer Akteure (insbesondere privatwirtschaftliche Unternehmen, Start-ups) einen besonderen Fokus.

Zu den Beiträgen des vorliegenden TAB-Briefs

Neben dem diesmal besonders ausführlichen Schwerpunkt (S. 7 ff.) wird im Folgenden wie immer eine Vielzahl von Projektergebnissen dokumentiert. Von den genannten abgenommenen und publizierten Berichten wurden die meisten bereits in früheren TAB-Briefen (Nr. 49 u. 50) vorgestellt. Lediglich zur Kurzstudie Nr. 1 und zu den beiden Hintergrundpapieren 24 und 25 enthält der vorliegende TAB-Brief Beiträge. Darüber hinaus finden sich Kurzdarstellungen und Ergebnisse zu einer Reihe (nahezu) abgeschlossener TA-Projekte, die neugierig machen sollen auf die in nächster Zeit zur Abnahme und zur Veröffentlichung anstehenden Berichte. Dabei handelt es sich um folgende Themen:

- »Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit – Möglichkeiten und Herausforderungen« (TAB-Arbeitsbericht Nr. 190)
- »Genome Editing am Menschen« (TAB-Arbeitsbericht Nr. 191)

- »Nutzenpotenziale innovativer und partizipativer methodischer Verfahren für den Deutschen Bundestag« (TAB-Arbeitsbericht Nr. 192)
- »Digitalisierung der Landwirtschaft: technologischer Stand und Perspektiven« (TAB-Arbeitsbericht Nr. 193)
- »Digitalisierung der Landwirtschaft: gesellschaftliche Voraussetzungen, Rahmenbedingungen und Effekte« (TAB-Arbeitsbericht Nr. 194)

Die Breite der Aufgabenstellungen und Untersuchungsformate des TAB dokumentiert einmal mehr die Rubrik »Horizon Scanning«. Vorgestellt werden die Ergebnisse von elf Kurzdarstellungen, die im Januar und im August 2020 publiziert wurden und auf reges Interesse inner- und außerhalb des Bundestages trafen (hierfür sprechen u. a. die hohen Downloadzahlen z. B. des Themenkurzprofils Nr. 30 »Dark Patterns – Mechanismen (be)trägerischen Internetdesigns«). Zum Thema »Urbaner Holzbau« (Themenkurzprofil Nr. 32) wurde auf Empfehlung der Berichterstattergruppe TA vom ABFTA eine vertiefende Kurzstudie beim TAB in Auftrag gegeben.

In der Rubrik »TA International« wird von der EPTA-Konferenz 2019 in Stockholm berichtet. Diese behandelte »Technologien, die ältere Menschen unterstützen bzw. bei deren Pflege helfen«. Im Jahr 2020 hingegen konnten aufgrund der coronabedingten Restriktionen weder der EPTA-Council noch die EPTA-Konferenz – die sich dem Thema »Technikfolgenabschätzung in Krisenzeiten« hätte widmen sollen – durchgeführt werden.

TAB-Personalia

Wir freuen uns im TAB alle sehr über unsere beiden neuen Kolleginnen:

Pauline Rioussset ist seit Oktober 2019 wissenschaftliche Mitarbeiterin im TAB. Zuvor arbeitete sie im Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) in Berlin, wo sie u. a. zur Vermeidung von

Plastikmüll durch überflüssige Verpackungen sowie zur Schnittstelle von Sozial- und Umweltpolitik forschte. Pauline Rioussset studierte Umweltpolitik und -naturwissenschaften in Paris und Montreal und promovierte an der FU Berlin. Währenddessen arbeitete sie am Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change zu Wirkmechanismen der wissenschaftlichen Politikberatung. Im TAB war sie zuletzt am Abschluss des Berichts »Mögliche gesundheitliche Auswirkungen verschiedener Frequenzbereiche elektromagnetischer Felder (HF-EMF)« mitbeteiligt und leitet aktuell das Projekt »Chancen und Risiken der Digitalisierung kritischer kommunaler Infrastrukturen an den Beispielen der Wasser- und Abfallwirtschaft«.

Zuvor machte Franziska Börner, die ab 2014 als wissenschaftliche Mitarbeiterin beim TAB gearbeitet hatte, den Schritt zurück in die forschende Wissenschaft und wechselte im Sommer 2019 an das Institut für Arbeitsmedizin der Charité in Berlin.

Seit März 2020 hat das TAB auch endlich wieder eine zweite Mitarbeiterin im Sekretariat: Carmen Dienhardt verfügt über vielfältige und langjährige Erfahrungen in den Bereichen Sekretariat, Assistenz und Büromanagement. Zuletzt arbeitete sie in Berlin als Sekretärin in der Geschäftsstelle des Gemeinsamen Bundesausschusses – dem zentralen Gremium der gemeinsamen Selbstverwaltung im Gesundheitswesen – in der dortigen Abteilung Qualitätssicherung und sektorenübergreifende Versorgungskonzepte, davor etliche Jahre als Geschäftsführungsassistentin im Bereich Unternehmensberatung.

Hiermit fühlen wir uns personell sehr gut aufgestellt für die Herausforderungen des kommenden Jahres 2021, für das wir allen Leserinnen und Lesern des TAB-Briefs alles Gute wünschen!

*Arnold Sauter
Christoph Revermann*

Einführung in den Schwerpunkt

Als hätten wir etwas geahnt, haben wir nach den großen Festveranstaltungen zum 20- und zum 25-jährigen Bestehen von vornherein auf etwas Vergleichbares zum 30. TAB-Geburtstag verzichtet, auch wenn wir naturgemäß hochofren und auch ein wenig stolz sind, dass uns, d.h. das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), der Deutsche Bundestag über so einen langen Zeitraum sein Vertrauen in den Wert unserer Arbeit der parlamentarischen Politikberatung immer wieder bestätigt hat. Im Zuge unserer mehr oder weniger kontinuierlichen Hinterfragung und Reflexion unserer Arbeit haben wir uns zum Jubiläum für die Gestaltung eines ausführlichen Schwerpunkts im TAB-Brief entschieden, nachdem wir in den drei letzten Ausgaben von dieser Form der Ergänzung unserer Kernpublikationen abgesehen hatten.

In den folgenden Beiträgen werden drei Perspektiven auf 30 Jahre TAB eingenommen – wobei der Fokus auf der zweiten Hälfte dieses Zeitraums liegt:

- In den drei ersten Beiträgen befassen sich die TAB-Mitarbeitenden mit drei prägnanten Themenfeldern, die in unterschiedlichen Fragestellungen und Zuschnitten in mehreren Projekten der vergangenen Jahre behandelt wurden. Es handelt sich um eine Art Kernthemen der TA, die auch von vielen TA-Einrichtungen, z. B. den anderen EPTA-Mitgliedern (hierzu der Beitrag auf S. 74), untersucht wurden: Human Enhancement, also das Streben nach physischer, psychischer und mentaler Leistungssteigerung durch wissenschaftlich-technische Mittel, Carbon-Capture-and-Storage(CCS)-Technologien zur Reduktion von CO₂-Emissionen sowie Entwicklungen und Formen der Digitalisierung der politischen Öffentlichkeit hin zu einer E-Demokratie.
- In den beiden darauffolgenden Beiträgen wird der betrachtete Zeitraum kürzer: Die für das TAB zuständigen Kolleginnen der Konsortialpartner beim Betrieb des TAB seit der vorletzten Vertragsperiode, IZT und VDI/VDE-IT, fassen zusammen, wie die Aktivitätsbereiche Diskurs und Dialog sowie Vorausschau bzw. Horizon-Scanning seit 2013 auf- und ausgebaut und kontinuierlich hinsichtlich ihrer Zielstellung und Umsetzung angepasst wurden.

- Und zu guter Letzt wendet sich der Blick nach vorne – wenn auch nicht gleich 30, sondern vielleicht nur 5 oder 10 Jahre: Wir schauen auf neue, KI-basierte Technologien zur Erfassung von wissenschaftlicher Evidenz und gesellschaftlichen Meinungen, die für die wissenschaftlichen Politikberatung und damit des TAB selbst zukünftig möglicherweise eine ernsthafte Rolle spielen könnten.

Katrin Gerlinger und *Christoph Kehl* haben die erste Hälfte des Titels ihres Beitrags »Den Menschen ›weiser und geschickter‹ machen? Human Enhancement als Dauerthema der TA« direkt der Schwerpunktüberschrift des TAB-Briefs Nr. 33 aus dem Jahr 2008 entnommen. 12 Jahre später werden nunmehr die Gemeinsamkeiten und Unterschiede, Kontinuitäten und Weiterentwicklungen anhand dreier verschiedener TAB-Projekte herausgearbeitet, in denen jeweils medial ausgeschmückte und zum Teil über lange Zeiträume gehypte Visionen Schritt für Schritt entmystifiziert wurden – indem damit verbundene Zukunftserwartungen anhand des aktuellen Stands der Technik und des Wissens einem gründlichen Realitätscheck unterzogen wurden. Die Autorin und der Autor gehen insbesondere der Frage nach, wie die Ergebnisse der TAB-Analysen heute zu beurteilen sind und welche Schlussfolgerungen sich daraus für die zukünftige TA-Befassung mit ähnlich gelagerten Visionen ableiten lassen.

Matthias Achternbosch, *Claudio Caviezel* und *Reinhard Grünwald* schlussfolgern in ihrem Beitrag »CCS: über enttäuschte Hoffnungen, ungedeckte Schecks und dringende Notwendigkeiten«, dass sich die zeitweise vielfach vertretene Ansicht, die CCS-Technologie könnte ab 2020 ein wirksames Werkzeug im Kampf gegen den Klimawandel sein, nicht bewahrheitet hat, sondern vielmehr die Klimapolitik vor einem großen und sehr ernstem Dilemma steht. Daher müsste entweder umgehend eine klare politische Entscheidung für die CCS-Technologie als ein wichtiges Strategieelement für den Klimaschutz getroffen werden mit dem Ziel, die Forschung und Erprobung von CCS-Technologien in Deutschland und weltweit zu intensivieren und umzusetzen, oder Forschung und Entwicklung müssten alternativ auf dem Gebiet der radikalen Innovationen von klimaneutralen Verfahren zur Grundstoffherstellung einen deutlichen Schub erhalten.

Alma Kolleck und *Steffen Albrecht* konstatieren in ihrem Beitrag »Technologischer Wandel in einem Kernbereich demokratischer Politik: zur Digitalisierung der politischen Öffentlichkeit«, dass die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Demokratie im TAB bereits ab Mitte der 1990er Jahre untersucht und neben den Potenzialen früh auch die Probleme einer zunehmenden Digitalisierung der Onlinekommunikation thematisiert wurden. Aktuell wird deutlich, dass die Bedeutung von Social-Media-Plattformen als Intermediäre der öffentlichen Onlinekommunikation weiter zunehmen wird. Zugleich wird eine zukünftige Aufgabe gerade für politikberatende TA darin gesehen, ein realistisches Bild der Potenziale der immer stärker aufkommenden künstlichen Intelligenz (KI) zu zeichnen und Anwendungsfelder im öffentlichen Bereich zu identifizieren, die nicht nur technisch möglich, sondern auch gesellschaftlich wünschenswert sind.

Im nächsten Beitrag »Sichtweisen und Wertvorstellungen zu wissenschaftlich-

technischen Entwicklungen« beschreiben *Britta Oertel* und *Michaela Evers-Wölk*, welchen Stellenwert »Diskurs und Dialog in der Arbeit des TAB« in den vergangenen 7 Jahren erlangt haben. Die Nutzung partizipativer Methoden und Formate in der parlamentarischen TA ist darauf ausgerichtet, vielfältige Standpunkte von gesellschaftlichen Gruppen sowie Bürgerinnen und Bürgern strukturiert in die TAB-Arbeit und in die Dialogprozesse des Deutschen Bundestages einzuspeisen. Hierfür haben die Kolleginnen und Kollegen vom TAB-Konsortialpartner IZT vor allem das Konzept des Stakeholder Panel TA entwickelt sowie spezifische Publikations- und neue Veranstaltungsformate etabliert, um die Sichtbarkeit der TA im Parlament sowie den Dialog zwischen Abgeordneten, Expertinnen und Experten und der interessierten Öffentlichkeit über aktuelle TA-Themen zu stärken.

Simone Ehrenberg, *Tobias Jetzke* und *Sonja Kind* stellen in ihrem Beitrag »Horizon-Scanning oder wie eine Foresightmethode zur Technikfolgenabschätzung kam« ein weiteres wichtiges Element des methodischen Spektrums des TAB vor. Das von den Kolleginnen und Kollegen des TAB-Konsortialpartners VDI/VDE-IT methodisch kontinuierlich weiterentwickelte Horizon-Scanning wurde auf die spezifischen Anforderungen einer umfassenden TA für den Deutschen Bundestag angepasst. So werden primär neue wissenschaftlich-technologische Entwicklungen beobachtet, um möglichst frühzeitig ihre ökonomischen, ökologischen, sozialen und politischen Veränderungspotenziale zu erfassen und zu beschreiben und dadurch einen Beitrag zur forschungs- und innovationspolitischen Orientierung und Meinungsbildung des Deutschen Bundestages zu leisten.

Pauline Rioussel und *Steffen Albrecht* gehen im abschließenden Beitrag »Zukünftige Technologien zur Untersuchung technologischer Zukünfte« der Frage nach, welche Perspektiven neue, insbesondere digitale bzw. KI-basierte Technologien

für die praktische TA-Arbeit eröffnen. So wird aktuell und zunehmend kolportiert, dass die Fortschritte beim Einsatz von KI bereits die wissenschaftlichen Produktionsprozesse erreicht haben. Blicken wir also in eine Zukunft, in der auch die Arbeit der TA zunehmend von Softwaresystemen übernommen wird? Und wie wäre eine solche Entwicklung zu bewerten? Würde sie zu einer Erleichterung und Effizienzsteigerung der Arbeit führen? Oder wäre sie aufgrund der Risiken (mangelnde Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse, Fehler bei der Übertragung von Daten, Manipulierbarkeit der Systeme, weitere, bisher noch nicht absehbare Risiken) eher als problematisch einzuschätzen? Nach einem genaueren Blick auf diese und andere Beispiele zeigt sich, dass diese Fragen derzeit noch nicht beantwortet werden können. Denn wie so oft bei technologischen Entwicklungen ist der Hype darum weniger in der Substanz der Entwicklung als in den Erwartungen der Rezipienten und der Aufmerksamkeitsökonomie der Öffentlichkeit begründet.

Wir hoffen, mit den folgenden Schwerpunktbeiträgen zeigen zu können, wie aktuell und zielführend die Beauftragung des TAB zur Bearbeitung dieser Themen durch den Deutschen Bundestag war und ist und wie umsichtig und vorausschauend die TAB-Analysen durchgeführt wurden und werden. Dabei meinen wir, dass deutlich wird, dass die aufwendigen Untersuchungsansätze in den großen TA-Projekten, in denen eine umfassende mittel- und längerfristig orientierte Potenzial- und Folgeneinschätzung erfolgt, lohnenswert sind und sich in Ergebnissen und Berichten niederschlagen, die auch nach Jahren noch erkenntnisbringend für die parlamentarische Arbeit und resultierende Politikgestaltung herangezogen werden können. Gleichzeitig hat sich die Erweiterung des Untersuchungsportfolios sowohl durch das Horizon-Scanning als auch durch die neuen Diskurs- und Dialogformate mit den daraus resultierenden kürzeren Projekt- und Berichtsformen als willkommene Bereicherung

erwiesen. Und dies bestätigt uns in unserem Bemühen, kontinuierlich zu beobachten, wie andere Einrichtungen der wissenschaftlichen Politikberatung arbeiten, um immer wieder neue Methoden und Verfahren auf ihre Eignung für unsere Beratungstätigkeit des Deutschen Bundestages zu prüfen – ohne jedem Trend sofort folgen zu wollen.

Christoph Revermann
Arnold Sauter

Den Menschen »weiser und geschickter« machen? Human Enhancement als Dauerthema der TA

Die biomedizinische Forschung und biotechnologische Entwicklungen werden seit jeher mit großen Hoffnungen verbunden, genetisch bedingte Krankheiten zu heilen, Demenzerkrankungen zu behandeln oder gelähmten Menschen wieder motorische Fähigkeiten zu verleihen. In solcherart Forschung und Entwicklung (FuE) wird ein erheblicher gesellschaftlicher Nutzen gesehen, was sich auch in staatlichen Förderprogrammen niederschlägt. Gleichzeitig befeuern manche Forschungsansätze Visionen, die über medizinisch-therapeutische Anwendungen hinausgehen. Was wäre, wenn sich bestimmte Fähigkeiten auch bei gesunden Personen pharmakologisch steigern ließen oder der menschliche Körper mit technischen Mitteln optimiert werden könnte? Derartige Vorstellungen einer Verbesserung des Menschen werden seit etlichen Jahren unter dem Schlagwort Human Enhancement kontrovers diskutiert, wobei utopische und dystopische Zukunftsbilder aufeinanderprallen. Sie werfen grundsätzliche Fragen auf sowohl nach der Wunsch- und Machbarkeit als auch nach den Folgen für den Einzelnen und die Gesellschaft und sind somit klassische TA-Themen, die auch vom TAB in mehreren Projekten und mit Bezug zu unterschiedlichen technischen Entwicklungen bearbeitet wurden.

Enhancementvisionen als Untersuchungsgegenstand

Die Übertragung der weitreichenden Visionen und medizinischen Ziele der Humangenomforschung auf die Welt des Sports brachte das Gendopingphantom hervor, das nach der Jahrtausendwende durch die Medien geisterte. Die Vorstellung, dass man (das Medikament) Erythropoetin (Epo) nicht mehr spritzen muss, sondern Blutzellen genetisch so verändern kann, dass sie ihre Eigenproduktion dieses Sauerstofftransporters erhöhen, führte bei einigen dopingbekämpfenden Akteuren zu teilweise dystopischen Szenarien und Debatten um die Zukunft des organisierten Sports. Die Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA 2004) setzte Gendoping bereits 2004 vorsorglich auf die Verbotliste, obwohl noch weitgehend unklar war, ob und wie sportliche Leistungen durch genetische Verfahren verbessert werden könnten. Aufgrund der langen Dopingtradition vor allem im Spitzensport schien es aber plausibel, dass trotz Verbot und weitreichender Sanktionen eine gewisse Bereitschaft bestand, auch medizinisch hochriskante und nicht ausreichend geprüfte Mittel und Verfahren auszuprobieren – vor allem dann, wenn die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung klein ist. In der Folge regte

der Sportausschuss des Bundestages 2005 die Durchführung eines TA-Projekts zum Thema Gendoping durch das TAB an.

Die konzeptionelle Übertragung der pharmakologischen Möglichkeiten zur physischen Leistungssteigerung auf kognitive Leistungsdimensionen oder seelische Befindlichkeiten nährte eine andere Vision: Was wäre, wenn man mit speziellen Substanzen nicht nur Muskeln aufbauen, sondern auch die Leistung des Gehirns verbessern könnte? Wenn solche Mittel keine gravierenden Nebenwirkungen hätten, könnte deren Einnahme in den heutigen Wissensgesellschaften in Alltags-, Arbeits- und Ausbildungsbereichen durchaus nützlich sein. Derartige Visionen werden begrifflich mit Neuroenhancement oder Hirndoping umschrieben. Sie erlebten einen gewissen medialen Hype, nachdem die Wissenschaftszeitung »Nature« 2007 solche Mittel als »Professor's little helpers« titulierte, ihre Leserschaft danach befragte und 20 % von 1.400 Teilnehmenden entsprechenden Substanzkonsum zur mentalen Leistungssteigerung zugaben (Sahakian/Morein-Zamir 2007). Wegen der erheblichen Unsicherheiten in Bezug auf das grundsätzlich Machbare, die Verbreitung von Neuroenhancement auch in Deutschland sowie zur Abschätzung der

gesellschaftlichen und politischen Bedeutung des Phänomens wurde das TAB vom ABFTA 2008 mit einem entsprechenden TA-Projekt beauftragt.

Fortschritte in der Neurotechnologie und Robotik haben in den letzten Jahren neue Möglichkeiten eröffnet, körperliche Defizite wie Gliedmaßenverlust oder Gehörlosigkeit technisch zu kompensieren. Die Rede ist von intelligenten motorischen Prothesen, die sich durch Verkabelung mit dem Gehirn des Nutzers per Gedanken steuern lassen, oder sensorische Neuroprothesen, durch die Sineseneinschränkungen kompensiert werden sollen. Bis auf wenige Ausnahmen, wie etwa das Cochlea-Implantat, sind derartige Verfahren allerdings erst in frühen Entwicklungsphasen und bieten noch längst keine zugelassenen und verbreiteten Behandlungsoptionen. Dennoch befeuern sie weitreichende Anwendungsvisionen jenseits therapeutischer Maßnahmen bis hin zur technischen Weiterentwicklung der menschlichen Spezies. Superintelligente Maschinen und sogenannte Cyborgs – also Menschen, die durch dauerhafte maschinelle Erweiterungen zu einer Einheit verschmelzen – sind im Science-Fiction-Bereich seit Langem beliebte Motive. Angetrieben durch neue technische Entwicklungen werden derartige Visionen seit einigen Jahren zunehmend populärer. Angesichts der großen Forschungsdynamik im Bereich der Robotik und der Neurotechnologien initiierte der Ausschuss für Digitale Agenda 2014 ein TA-Projekt, das sich explizit mit den visionären Tendenzen einer Mensch-Maschine-Entgrenzung beschäftigte.

In den genannten TAB-Projekten wurden Variationen von Human-Enhancementvisionen hinterfragt und geprüft, die aus technischen Fortschritten in unterschiedlichen lebenswissenschaftlichen und informationstechnischen Bereichen abgeleitet wurden (Gen-/Neurotechnologie, Pharmakologie, Robotik): Was daran war Wunschdenken, was erschien realistisch und machbar? Welche möglichen Folgen

zeichneten sich auf individueller, kollektiver und gesellschaftlicher Ebene ab?

Herangehensweise des TAB

In allen drei Projekten wurden visionäre Zukunftserwartungen thematisiert, deren Machbarkeit unklar war. Deshalb wurde jeweils zunächst der Stand des Wissens und der Technik dezidiert erfasst. Dies schloss u. a. Fragen zur Anwendungsreife gentechnischer Eingriffe und neurotechnologischer Verfahren sowie zum Wirkungsspektrum verfügbarer Psychopharmaka und anderer Wirkstoffe ein. Anschließend wurden bereichsspezifische normative Rahmenbedingungen auf ihre Passfähigkeit sowie sich herausbildende gesellschaftliche Einstellungen und Konzepte zum Umgang mit dem jeweiligen Phänomen untersucht.

Im Gendopingprojekt ergab die technische Bestandsaufnahme, dass das Wissen zu möglichen Hochleistungsgenvarianten begrenzt, unscharf und wenig spezifisch war (Gerlinger et al. 2008). Bis heute geht man davon aus, dass viele Gene zusammenwirken und aufwendige Trainingsmethoden nötig sind, um besondere physische Fähigkeiten entwickeln zu können. Damit erscheinen Ansätze zur gezielten Selektion oder dauerhaften Veränderung der genetischen Disposition grundsätzlich wenig erfolgversprechend.

Realistischer ist, dass andere gentechnische Ansätze zur physischen Leistungssteigerung verwendet werden könnten, wobei Eingriffe in Genexpressionsprozesse 2008 kurz- bis mittelfristig relevanter erschienen als das Einbringen von genetischem Material oder genetisch veränderten Zellen. Als wahrscheinlich galt (und gilt), dass sich die Ziele eines möglichen Gendopings mit denen konventioneller Dopingstrategien weitgehend decken: Es geht dabei um die Verbesserung des Muskelaufbaus, der Sauerstoffversorgung und/oder der Energiebereitstellung. Ob dies durch die Übertragung von gene-

tischem Material, die gezielte Steigerung der Genaktivität oder sonstwie pharmakologisch erfolgt, ist für die Entwicklung von Nachweisverfahren zwar höchst relevant, für eine darüberhinausgehende Folgebetrachtung, insbesondere unter dem Blickwinkel der Prävention, jedoch weitgehend irrelevant. Jegliches Doping birgt erhebliche gesundheitliche Risiken, verzerrt den Wettkampf, ist verboten und wird dennoch praktiziert. Die Brisanz des Themas lag und liegt daher bei der Frage der Nachweismöglichkeit, denn gerichtsfeste Nachweisverfahren sind eine zwingende Voraussetzung für die Durchsetzung der formal existierenden (Gen-) Dopingverbote, die nicht nur in den Regularien des Wettkampfsports, sondern in Deutschland auch im Arzneimittelgesetz und in den Berufsordnungen der Ärztinnen und Ärzte verankert sind. Wenn wegen fehlender Testverfahren kein Fehlverhalten nachweisbar ist, gewinnen andere präventive Ansätze zur Vermeidung von (Gen-)Doping an Relevanz. Eine Stärkung der Dopingprävention ist zweifelsohne eine Aufgabe des Staates als größtem Förderer des Sports (Gerlinger et al. 2008).

Etliche Annahmen, die man auch beim Doping anfänglich formulierte, aber im Wettkampfsport längst aufgegeben hatte, wurden in der Debatte zum Neuroenhancement erneut formuliert:

- die Annahme einer wirkungsvollen und gleichzeitig nebenwirkungsarmen pharmakologischen Verbesserung menschlicher (hier: kognitiver) Fähigkeiten gesunder Menschen;
- die Annahme der Nützlichkeit (hier: in modernen Wissensgesellschaften);
- die Annahme der freien Entscheidung des Einzelnen in Bezug auf die Substanzeinnahme in hochgradig kompetitiven Strukturen.

Diese Annahmen wurden in der Neuroenhancementvision gebündelt, zu der dann eine bioethische Debatte begann, in der u. a. diskutiert wurde, inwiefern entsprechendes Verhalten zumindest gesell-

schaftlich zu tolerieren, wenn nicht gar zu befördern sei (Greely et al. 2008; Schöne-Seifert/Talbot 2009). Da es in Alltags-, Ausbildungs- und Arbeitsumgebungen kaum aktiv gegensteuernde Strukturen gab, sah das TAB im Neuroenhancement weit größere gesellschaftliche Herausforderungen als im Gendoping und setzte sich nach der Beauftragung mit den Visionen zum Neuroenhancement in zwei Phasen schrittweise auseinander (Sauter/Gerlinger 2012).

Die Explorationsphase diente einer breit angelegten Wissensbestandsaufnahme u. a. zum Wirkungsspektrum relevanter Psychopharmaka und entsprechend beworbener Nahrungs- und Genussmittel sowie der Darstellung der sozialwissenschaftlichen, ethischen und rechtlichen Debatten. In der Vertiefungsphase wurde mit Blick auf die kurz- und mittelfristige gesellschaftliche und politische Bedeutung das Spektrum möglicher Enhancementmittel auf pharmakologisch wirksame Substanzen begrenzt. Anhand zweier Zukunftsszenarien wurden Herausforderungen und Folgedimensionen herausgearbeitet, die sich einerseits bei gesellschaftlicher Tolerierung (Business-as-usual-Szenario) und andererseits bei aktiver Beförderung (Erweiterungsszenario) ergeben würden. Parallel wurde das seit Jahrzehnten real existierende Dopingphänomen im Sport dahingehend untersucht, welche der dort prägenden Verhaltensformen und Systembedingungen auch für (Neuro-)Enhancement in Berufs- und Alltagssituationen relevant sein könnten (Sauter/Gerlinger 2012).

Die Bestandsaufnahme ergab, dass eine mentale Leistungssteigerung mit unterschiedlichen Substanzen sowohl eine Wirkungs- als auch eine Nebenwirkungs(freiheits)illusion ist. Das beginnt bereits damit, dass es für die Bestimmung und Erfassung geistiger Leistungen keine feststehenden Messkonzepte wie im Wettkampfsport gibt. Dafür sind Arbeits-, Alltags- und Lernumfelder viel zu divers und dynamisch. Die bloße Erfassung ein-

zelter Hirnfunktionen oder kognitiver, emotionaler oder sozialer Fähigkeitsdimensionen oder Erregungszustände mag ein Indikator sein, reicht jedoch zur tatsächlichen Erfassung mentaler menschlicher Leistungen nicht aus. Ob Wirkstoffe in den Konzentrationen, in denen sie in Lebens-, Nahrungsergänzungs- oder Genussmitteln enthalten sein dürfen, jenseits der Überbrückung kurzfristiger Müdigkeitsattacken überhaupt relevante leistungsassoziierte Effekte haben können, ist fraglich. Für die These, dass pharmakologisch wirksame Substanzen, die die Blut-Hirn-Schranke passieren und die direkt in die im Gehirn ablaufenden Prozesse eingreifen, nebenwirkungsfrei oder zumindest nebenwirkungsarm sind, gab (und gibt) es keinerlei Praxisbelege (Sauter/Gerlinger 2012).

Um die Neuroenhancementdebatte zu Kategorien wie Autonomie und Freiwilligkeit des Einzelnen oder zu Gerechtigkeit und staatlichem Handeln in Bezug auf Substanzfreigaben oder -verboten überhaupt führen zu können, setzen sich viele Teilnehmende insbesondere in bioethischen Debatten über diese Tatsachen weitgehend hinweg. Diskutiert wird z. B. über Gerechtigkeitsfragen anhand der hypothetischen Annahme, es gäbe wirkungsvolle, nebenwirkungsarme Substanzen (Galert et al. 2009). Dieser argumentative Kniff (im Sinne einer spekulativen Bioethik) negiert nicht nur die äußerst dünne empirische Datenlage zur Wirksamkeit kognitiv-leistungssteigernder Substanzen, sondern auch die über Jahrzehnte aufgebauten medizinethischen und -rechtlichen Rahmenbedingungen für die Erforschung, Entwicklung und Verbreitung pharmakologisch wirksamer Substanzen. Im TAB-Projekt wurde diese Leerstelle geschlossen und gezeigt, dass das Forschungsziel bzw. die Substanzwirkung »Leistungssteigerung bei Gesunden« weder zu den gültigen, in langwierigen Prozessen etablierten Zulassungsvorschriften für klinische Studien noch zum Vertrieb entsprechender Produkte passt. Das Business-as-usual-Szenario verdeutlichte, dass phar-

makologische Enhancementsubstanzen in den derzeitigen Strukturen nicht systematisch erforscht, entwickelt und bereitgestellt werden können. Dafür müssten neue rechtliche Rahmungen geschaffen werden, wobei keine Hinweise gefunden wurden, dass ein solches Erweiterungsszenario eine realistische Option werden könnte. Die Fragen nach Freigabe oder Verbot von Enhancementsubstanzen sowie letztlich ein Großteil der bioethischen Debatte beruhten folglich auf einer (De-)Regulierungssillusion, für die es keine konkreten gesellschaftlichen oder politischen Anhaltspunkte gab und gibt.

Eine weitere Leerstelle der Enhancementdebatte lag aus Sicht des TAB in der fehlenden Auseinandersetzung mit den langjährigen Dopingdiskussionen. Eine Nichtvergleichbarkeit wurde und wird meist oberflächlich mit fehlenden Wettbewerbsstrukturen oder Fair-Play-Regeln in Alltagswelten begründet und Neuroenhancement daher kategorisch abgegrenzt (Galert et al. 2009). Dadurch blieben etliche Parallelen zu frühen Dopingdebatten unerkannt. Die Auffassung, dass pharmakologische Leistungssteigerung nur geringe Nebenwirkungen und Spätfolgen habe, hielt sich lange. Die retrospektive Auseinandersetzung mit dem jahrzehntelangen Dopinggeschehen und mit systemischen Dopingstrukturen bis hin zum Staatsdoping widerlegte nicht nur diese Annahme. Sie zeigte auch, dass Doping ein Prozess ist und eine Entwicklung anstößt. Aus einem kurzfristigen Nutzen auf der individuellen Ebene wird im nächsten Schritt eine gewisse Notwendigkeit, weil sonst das Leistungsniveau nicht gehalten oder gar weiterentwickelt werden kann und eine Abkehr vom Doping in der Regel das Ende der sportlichen Laufbahn bedeutet. Wenn Doping in einer Sportart um sich greift, ziehen auch die Leistungs- und Wettkampfanforderungen an. Wer nicht mitmacht, hat dann schlechtere Karten. Damit kann auch die Annahme, die oder der Einzelne würde sich völlig frei für oder gegen Doping entscheiden, bezweifelt werden (Singler 2012).

Die wohl weitreichendsten und radikalsten Zukunftsvisionen einer technischen Optimierung des Menschen waren im Projekt zur Mensch-Maschine-Entgrenzung Thema (TAB 2016). Im Unterschied zum Neuroenhancement ging es hier nicht nur um Erwartungen an kurzfristige Leistungssteigerungen, sondern um eine grundlegende Überwindung der biologischen Grenzen des Menschen durch technische Geräte, die buchstäblich unter die Haut gehen und mit dem Menschen verschmelzen. Sowohl Entwicklungen in der Robotik als auch im Bereich der Neurotechnologien befeuern entsprechende Visionen, allerdings aus unterschiedlichen Richtungen: Auf der einen Seite lassen neurotechnologische Anwendungen wie Hör- oder Sehprothesen den technisch modifizierten Menschen als zunehmend reale Möglichkeit erscheinen – es gibt bereits erste Trägerinnen und Träger von Cochlea-Implantaten, die sich selbst als Cyborg bezeichnen. Auf der anderen Seite stimulieren aktuelle Entwicklungen in der Robotik Vorstellungen einer kompletten artifiziellen Nachbildung des Menschen in Form humanoider Roboter, was zusammen mit der Übertragung des Geistes eines Individuums (»mind uploading«) dessen virtuelle Unsterblichkeit sicherstellen soll.

Auch im Projekt zur Mensch-Maschine-Entgrenzung wurde der Entwicklungsstand in den relevanten Technikfeldern genau untersucht. Da es sich um ein Sondierungsprojekt handelte, wurde jedoch auf einen vertiefenden Blick auf relevante Anwendungsfelder verzichtet. Ziel war es vielmehr, die Umsetzungschancen populärer Entgrenzungsvisionen allgemein zu bewerten. Den Ausgangspunkt der Betrachtung bildeten entsprechend nach Art eines Vision Assessments die sehr weitreichenden Zukunftsvorstellungen, die den gesellschaftlichen Diskurs rund um Robotik und Neurotechnologien bestimmen und den Anbruch eines neuen trans- oder gar posthumanistischen Zeitalters prophezeien. Im TAB-Projekt wurden die historischen Ursprünge und gesellschaftlichen Triebkräfte derartiger Visionen so-

wie die sie umgebenden Debatten detailliert aufgearbeitet (TAB 2016).

Dabei zeigte sich, dass die zugrundeliegenden Ideen und Erwartungen weitgehend deckungsgleich sind mit Spekulationen, die bereits Anfang des 20. Jahrhunderts angestellt wurden und aktuell vor allem von Akteuren aus dem Umfeld der US-amerikanischen Tech-Branche aufgegriffen, popularisiert und teils durch eigene Forschungen vorangetrieben werden. Die technologische Bestandsaufnahme führte allerdings zu dem Schluss, dass der Realitätsgehalt der propagierten Visionen derzeit als eher gering einzuschätzen ist. Eine weitgehende Verschmelzung von Mensch und Maschine dürfte absehbar bereits daran scheitern, dass die erforderlichen Neuroimplantate noch nicht über die nötige Langzeitstabilität verfügen und operative Eingriffe erforderlich machen, die mit großen gesundheitlichen Risiken einhergehen. Außerdem sind bisherige Anwendungen häufig mit Nebenwirkungen, teilweise auch mit Persönlichkeitsveränderungen verbunden (z. B. bei der tiefen Hirnstimulation). Der Einsatz wird deshalb bisher nur zur Behandlung gravierender Einschränkungen oder Krankheiten in Erwägung gezogen. Ein breiter Einsatz derartiger Neurotechnologien bei gesunden Menschen ist auf absehbare Zeit wohl kaum zu erwarten – geschweige denn die technische Überwindung menschlicher Begrenzungen, wie sie in transhumanistischen Visionen propagiert wird (TAB 2016).

Die Fokussierung der öffentlichen Debatte auf spekulative, transhumanistisch inspirierte Entgrenzungsvisionen erweist sich vor diesem Hintergrund als wenig hilfreich. Denn dies lenkt von den eigentlich drängenden, allerdings weniger spektakulären Herausforderungen ab – z. B. von der Frage, inwiefern individuelle Autonomie und Subjektivität bedroht sind, wenn maschinell in das menschliche Denkkorgan eingegriffen wird. Solche grundlegenden Fragen lassen eine sachliche gesellschaftliche Debatte zu den Implikationen und Konsequenzen der Mensch-Maschine-Ent-

grenzung als wichtig erscheinen. Das Ziel müsste sein, die weitere technische Entwicklung mit gesellschaftlichen Werten und Zielen in Einklang bringen zu können. Wie sich dies angesichts sehr weitreichender Zukunftserwartungen und Anwendungsvisionen realisieren lässt, wurde im Projekt zur Mensch-Maschine-Entgrenzung allerdings nicht weiter vertieft, sondern erst in einem Anschlussprojekt zur Pflgerobotik behandelt (TAB 2018).

Ein Blick zurück nach vorn

In den TAB-Projekten wurden jeweils medial ausgeschmückte und zum Teil über lange Zeiträume gehypte Visionen Schritt für Schritt entmystifiziert, indem damit verbundene Zukunftserwartungen anhand des aktuellen Stands der Technik und des Wissens einem gründlichen Realitätscheck unterzogen wurden. Wie sind die Ergebnisse der TAB-Analysen heute, mit einigen Jahren Abstand, zu beurteilen? Welche Schlussfolgerungen lassen sich daraus für die zukünftige Befassung mit ähnlich gelagerten Visionen ableiten?

Grundsätzlich kann man sagen, dass sich die Vision der wirkungsvollen und zugleich nebenwirkungsarmen Verbesserung von Fähigkeiten und Leistungen gesunder Personen mit unterschiedlichen biotechnologischen Ansätzen in allen drei Fällen als weitgehend spekulativ herausstellte. Zumindest um die Themen Gendoping und Neuroenhancement ist es in den letzten Jahren deutlich stiller geworden.

Das TAB bewertete 2008 die Gefahr, dass risikobereite Personen auch hochriskante, nichtzugelassene gentechnologische Verfahren zum Doping missbrauchen, als durchaus möglich und empfahl u. a. eine kontinuierliche Beobachtung der Situation. Bis heute ist unklar, ob die ohnehin illegalen Ansätze zum Gendoping den Weg in die Praxis gefunden haben. Die als relevanter eingestufte Beeinflussung der Genexpression gelang bisher eher mit pharma-

kologisch wirkenden Substanzen als mit Nukleinsäuren, gilt jedoch nicht als Gendoping. Die ab 2005 von der WADA organisierten spezifischen Forschungssymposien fanden 2013 letztmalig statt. Seitdem ist es um das Gendopingthema bzw. -phantom ruhiger geworden. Die selten gewordenen medialen Wiederbelebungsversuche bringen kaum Neues hervor. Dabei wird häufig darauf verwiesen, dass sich der Bundestag bereits vor mehr als 10 Jahren des Themas annahm (Knaack 2019). Der Gendopingbericht gilt nach wie vor als eine Art Standardwerk für die Auseinandersetzung mit der Thematik.

Der Bericht zum pharmakologischen Neuroenhancement entzauberte zwar den auf Wirksamkeitsannahmen beruhenden Hype der Debatte. Es wurde jedoch auch darauf hingewiesen, dass es trotzdem Menschen in Ausbildungs-, Arbeits- und Alltagswelten gibt, die Psychopharmaka zur Bewältigung von Leistungsanforderungen einnehmen. Auch wenn die Verbreitung in Deutschland wohl viel kleiner ist, als die Nature-Umfrage vermuten ließ, deutet dies dennoch auf eine problematische Überforderungssituation einiger Menschen in der Ausbildungs-, Arbeits- und Lebenswelt hin. Dies schien dem TAB damals die eigentliche gesellschaftliche Herausforderung zu sein. Die diesbezüglich relevanten Fragen und Aufgaben, die näher untersucht, durch Handeln im Bereich des Arbeits- und Gesundheitsschutzes und der Prävention angegangen sowie in Politik und Gesellschaft verhandelt werden sollten, lassen sich wohl nur schlecht unter dem Label Enhancement versammeln. Es geht vielmehr um den Umfang von und den Umgang mit Leistungsvorgaben und Leistungsanforderungen in der globalisierten Ausbildungs- und Arbeitswelt.

Dieser Einschätzung folgend hat die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Schröder et al. 2015) von 2012 bis 2014 in einer groß angelegten Studie den Einfluss psychischer Belastungen am Arbeitsplatz auf das Neuroenhancement durch aufwendige empirische Un-

tersuchungen an 4.000 beruflich besonders geforderten Erwerbstätigen untersuchen lassen. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass die Einnahme vermeintlich leistungssteigernder Substanzen noch nicht weit verbreitet ist. Sie weisen auf einen Zusammenhang zwischen Arbeitsbelastungen und Neuroenhancement hin und zeigen, dass vermeintlich leistungssteigernde Präparate bei hoher Belastung punktuell eingenommen wurden – weil die Betroffenen befürchteten, den Anforderungen nicht gewachsen zu sein. Das TAB wurde über eine wissenschaftliche Beiratsmitgliederschaft in das Projekt eingebunden.

Es war bei Weitem nicht das erste Mal, dass die gründliche Befassung des TAB mit einem zunächst technologiespezifischen Thema zu einer problemorientierten Perspektive führte. Aber es war doch außergewöhnlich, wie wenig von der Vision eines pharmakologischen Neuroenhancements am Ende übrig blieb. Es scheint fast eine logische Konsequenz zu sein, dass angesichts des Stands von Forschung und Entwicklung die Vision der mentalen Leistungssteigerung mit Psychopharmaka in sich zusammenfiel, während psychische Belastungen in Ausbildungs- und Arbeitskontexten bis heute immer wieder Thema auch der politischen Befassung sind. Genauso gut ließe sich eine andere Vision oder ein politisches Leitbild konstruieren: das einer Wissensgesellschaft mit attraktiven Ausbildungs-, Arbeits- und Lebensverhältnissen, die so gestaltet sind, dass Leistungsanforderungen begrenzt sowie Überforderungen vermieden werden und sich Menschen aus innerer Motivation beteiligen und frei entfalten können. Die Entwicklung derartiger Alternativvisionen ist jedoch keine eigentliche Aufgabe der TA bzw. des TAB.

Im Unterschied zum Gendoping oder dem Neuroenhancement sind transhumanistische Zukunftsvisionen, die gegenwärtig im Kontext der Mensch-Maschine-Entgrenzung diskutiert werden, so lebendig wie eh und je. Die Forschungsdynamik in der Robotik und die neurotechnologischen Fort-

schritte, die in den letzten Jahren erzielt wurden, lassen eine technische Optimierung des Menschen (z. B. mittels KI-basierter Mensch-Maschine-Schnittstellen) heute zunehmend plausibler erscheinen. Auch wenn die im TAB-Projekt getroffenen Einschätzungen zu den Möglichkeiten und Grenzen der Mensch-Maschine-Entgrenzung nach wie vor zutreffen, ist davon auszugehen, dass transhumanistische Visionen durch die weitere technische Entwicklung neue Impulse erhalten und das TAB auch zukünftig beschäftigen können. Neben einer kontinuierlichen Evaluation des Entwicklungsstandes relevanter Anwendungen, die angesichts der Geschwindigkeit des technischen Fortschritts geboten scheint, wird es dabei vor allem darauf ankommen, auf die öffentliche Debatte über die sich erst dunkel am Horizont abzeichnenden Anwendungsvisionen Einfluss zu nehmen. Denn eine fundierte gesellschaftliche Auseinandersetzung mit dem Phänomen der Mensch-Maschine-Entgrenzung ist nur möglich, wenn die dominierenden Technisierungs- und Optimierungsvisionen hinterfragt und alternative Zukunftsperspektiven aufgezeigt werden. Mit einem Vision Assessment, das die sozialen Treiber und Kontexte sowie normativen Leitbilder der visionären Debatten offenlegt, kann die TA dazu einen wichtigen Beitrag leisten.

*Katrin Gerlinger
Christoph Kehl*

Literatur

- Galert, T.; Bublitz, C.; Heuser, I.; Merkel, R.; Repantis, D.; Schöne-Seifert, B., Talbot, D. (2009): Das optimierte Gehirn. In: Gehirn und Geist 11/2009, S. 40–48
- Gerlinger, K.; Petermann, T.; Sauter, A. (2008): Gendoping. Wissenschaftliche Grundlagen – Einfallstore – Kontrolle. Studien des TAB 28, Berlin
- Greely, H.; Sahakian, B.; Harris, J.; Kessler, R.; Gazzaniga, M.; Campbell, P.; Farah, M. (2008): Towards responsible use of cognitive enhancing drugs by the healthy. In: Nature 456, S. 702–705
- Knaack, B. (2019): Ein Leben lang gedopt. Spiegel sport online, 8.1.2019, www.spiegel.de/sport/sonst/gendoping-im-sport-einleben-lang-gedopt-a-1246962.html
- Sahakian, B.; Morein-Zamir, S. (2007): Professor's little helper. In: Nature 450(20), S. 1157–1159
- Sauter, A.; Gerlinger, K. (2012): Der pharmakologisch verbesserte Mensch. Leistungssteigernde Mittel als gesellschaftliche Herausforderung. Studien des TAB 34, Berlin
- Schöne-Seifert, B.; Talbot, D. (Hg.) (2009): Enhancement. Die ethische Debatte. Paderborn
- Schröder, H.; Köhler, T.; Knerr, P.; Kühne, S.; Moesgen, D.; Klein, M. (2015): Einfluss psychischer Belastungen am Arbeitsplatz auf das Neuroenhancement – empirische Untersuchungen an Erwerbstätigen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund u. a. O.
- Singler, A. (2012): Autonomie- und Nützlichkeitsillusionen beim Doping im Sport. In: TAB-Brief Nr. 40, S. 21–27
- TAB (2016): Technologien und Visionen der Mensch-Maschine-Entgrenzung (Kehl, C.; Coenen, C.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 167, Berlin
- TAB (2018): Robotik und assistive Neurotechnologien in der Pflege – gesellschaftliche Herausforderungen (Kehl, C.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 177, Berlin
- WADA (World Anti-Doping Agency) (2004): The World Anti-Doping-Code. The 2004 Prohibited List International Standard. www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/WADA_Prohibited_List_2004_EN.pdf

CCS: über enttäuschte Hoffnungen, ungedeckte Schecks und dringende Notwendigkeiten

Um den menschenverursachten Klimawandel aufzuhalten, stehen vielfältige Instrumente zur Verfügung. Eines davon ist die Idee, CO₂ aus Abgasen oder direkt aus der Luft abzuscheiden, um es anschließend für lange Zeit unterirdisch zu lagern (Carbon Capture and Storage – CCS). In die CCS-Technologie wurden und werden große Hoffnungen gesetzt. Auch das TAB hat sich bereits mehrfach mit den Potenzialen und Risiken der Technologie auseinandergesetzt. Auf der Grundlage der hierbei gewonnenen Erkenntnisse wird der Frage nachgegangen, welcher Beitrag für den Klimaschutz von der CCS-Technologie erwartet werden kann.

Das Pariser Klimaabkommen von 2015 verpflichtet die globale Staatengemeinschaft, Maßnahmen zu ergreifen, um den globalen Temperaturanstieg in diesem Jahrhundert zumindest unter 2 °C über dem vorindustriellen Niveau zu halten, und weitere Anstrengungen zu unternehmen, um den Temperaturanstieg möglichst auf 1,5 °C zu begrenzen. Die gegenwärtig angekündigten Minderungen genügen allerdings noch nicht, um dieses Ziel zu erreichen – vielmehr wäre mit einem Temperaturanstieg von bis zu 2,7 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu rechnen (<https://climateactiontracker.org/global/temperatures>).

Soll das Klimaziel des Pariser Abkommens eingehalten werden, so sind in den kommenden Jahren weltweit deutlich stärkere Anstrengungen zur Reduktion des anthropogenen Treibhausgasausstoßes notwendig. Das verbleibende Kohlenstoffbudget zur Einhaltung des 1,5-°C-Ziels, also die Gesamtmenge an CO₂, welche die Menschheit der Atmosphäre insgesamt noch hinzufügen kann, ohne dass die globale Erwärmung in diesem Jahrhundert diese kritische Marke überschreitet, wird auf rund 420 bis 570 Mrd. t CO₂ geschätzt. Bei aktuellen CO₂-Emissionen von rd. 42 Mrd. t pro Jahr würde dies noch für etwas mehr als 10 Jahre reichen (IPCC 2018, S. 18 f.). Wird das Kohlenstoffbudget jedoch überzogen, so muss – um das Temperaturziel noch einhalten zu können – das überschüssige CO₂ wieder aus der Luft entfernt werden (sogenannte negative CO₂-Emissionen).

Eine Technologie, in die sowohl für die Reduktion der CO₂-Emissionen als auch für die Realisierung von negativen CO₂-Emissionen große Erwartungen gesetzt werden, ist die Abscheidung von CO₂ aus Abgasen oder direkt aus der Luft und dessen unterirdische Lagerung (CCS). Innerhalb der letzten 20 Jahre trat und tritt die CCS-Technologie in unterschiedlichen Anwendungskontexten als mögliche Klimaschutzmaßnahme auf:

- Etwa seit dem Jahr 2000 wird die Idee diskutiert, CO₂ direkt im Abgasstrom von fossil befeuerten Kraftwerken abzuscheiden, um dadurch den Ausstoß des Energiesektors zu reduzieren.
- Seit ca. 2010 hat in den Klimawissenschaften das Konzept der negativen CO₂-Emissionen zunehmend an Relevanz gewonnen. Entsprechende technische Ansätze sehen u. a. eine großskalige Anwendung der CCS-Technologie in Verbindung mit der Energieerzeugung aus Biomasse vor.
- Seit 2018 erlebt die CCS-Technologie im deutschen Klimadiskurs eine noch weitergehende Aufmerksamkeit, diesmal als Komponente in den Strategien zur Dekarbonisierung der Industrie.

Das TAB hatte bzw. hat die Gelegenheit, sich mit den Potenzialen und Risiken der CCS-Technologie in allen der zuvor genannten Anwendungskontexten intensiv auseinanderzusetzen:

- 2007 erschien der TAB-Arbeitsbericht »CO₂-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken« (TAB 2007).

- Potenziale und Risiken von Technologien zur Realisierung von negativen CO₂-Emissionen waren Thema im 2014 veröffentlichten TAB-Arbeitsbericht »Climate Engineering« (TAB 2014).
- Die Rolle der CCS-Technologie als Option zur Reduktion der CO₂-Emissionen in der Industrie wird im 2021 beginnenden TA-Projekt »Alternative Technologiepfade für die Emissionsreduktion in der Grundstoffindustrie« näher beleuchtet.

Im Folgenden werden wichtige Erkenntnisse aus der jahrelangen Befassung des TAB mit der CCS-Technologie resümiert und die Frage gestellt, welche Lehren daraus für die derzeit wieder aufflammende Debatte um die CCS-Technologie gezogen werden können.

CCS – lebensverlängernde Maßnahme für Kohlekraftwerke?

Mit der Veröffentlichung des Sonderberichts des IPCC (2005) im Jahr 2005 erschien die CCS-Technologie erstmals auf der politischen Landkarte möglicher Optionen zur Minderung anthropogener CO₂-Emissionen. Befürworter dieser Option versprachen sich davon, große Mengen an CO₂ aus Kraftwerken oder Industrieanlagen unterirdisch in geologischen Formationen, wie etwa porösen wasserführenden Schichten oder ausgeförderten Erdöl- bzw. Erdgasfeldern, dauerhaft einlagern zu können – bei lediglich moderaten Kosten und überschaubaren Risiken. Technologische Durchbrüche wären nicht erforderlich, da es bei der CO₂-Abscheidung um konventionelle chemische Prozesse sowie beim Transport und bei der Einbringung des CO₂ in Gesteinsschichten um bekannte Verfahren aus der Erdöl- bzw. Erdgasförderung geht. Bei zu dieser Zeit publizierten Roadmaps wurde davon ausgegangen, dass die komplette Technologiekette bis 2020 im Kraftwerksmaßstab kommerziell verfügbar sein könnte (BMW i et al. 2007).

Ein Vorreiter war Norwegen, denn die Vorstellung, Erdgas zu fördern, in Wasserstoff umzuwandeln und das dabei entstehende CO₂ abzuscheiden und wieder in die Lagerstätten zurückzuführen, erschien als ökonomisch attraktives und klimapolitisch sinnvolles Geschäftsmodell. So versprach Ministerpräsident Stoltenberg 2007, dass die Investitionen in die CCS-Technologie die norwegische »Mondlandung« sein würden. In Deutschland war das Interesse an der CCS-Technologie klar getrieben von der Vorstellung, die Klimawirkungen von Kohlekraftwerken zu minimieren und so deren Betrieb auf Jahre hinaus zu sichern. So beteiligten sich etwa am Pilotprojekt im brandenburgischen Ketzin die großen Kohlekraftwerksbetreiber RWE und Vattenfall als Industriepartner.

In dieser Phase wurde das TAB vom Bundestag beauftragt, den Wissensstand zu erheben und kritische Wissenslücken – z. B. bezüglich der Speichersicherheit, der Kosten, der Verfügbarkeit der Technik – zu identifizieren. Der bestehende rechtliche Rahmen für die CCS-Technologie sollte im Hinblick auf mögliche Defizite und gesetzgeberischen Handlungsbedarf analysiert werden. Und last but not least sollte untersucht werden, wie sich die Wahrnehmung bzw. Akzeptanz der CCS-Technologie in Fachkreisen und in der Öffentlichkeit darstellt.

Die Auffassung, dass die CCS-Technologie eine ernstzunehmende Option sein könnte, um die Klimaziele auch ohne Disruptionen im Energiesektor zu erreichen, wurde in dem engen Kreis derjenigen, die sich für das Thema seinerzeit interessierten, breit geteilt. Dies war auch auf einem Expertenworkshop 2007 im Bundestag zu beobachten, der im Rahmen des TAB-Projekts stattfand. Industrievertreter loteten gemeinsam mit Umweltorganisationen und Wissenschaftlern kritisch konstruktiv die Chancen und Risiken der CCS-Technologie aus und diskutierten, wie Pilotprojekte am besten umgesetzt werden könnten.

Die Kernaussage des TAB-Berichts (TAB 2007) bestand – für Kenner der TA wenig überraschend – darin, dass es für die erfolgreiche Umsetzung von Technologien ganz entscheidend auf die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen und auf die gesellschaftliche Akzeptanz ankommt. Denn insbesondere »die öffentliche Wahrnehmung kann erhebliche und unerwartete Auswirkungen auf geplante Technologie- und Infrastrukturprojekte haben. Auseinandersetzungen – beispielsweise um Kernenergie und Gentechnik – legen dafür ein beredtes Zeugnis ab. Technologien wie CCS mit teilweise schwer einschätzbaren langfristigen Risiken für Sicherheit, Gesundheit und Umwelt sind besonders anfällig dafür, öffentliche Beunruhigung und gegebenenfalls Widerstand auszulösen« (TAB 2007, S. 10).

Zur Vermeidung von Akzeptanz- und Vertrauenskrisen regte das TAB (2007, S. 10) daher ein bedachtes Vorgehen durch die frühzeitige Organisation eines ergebnisoffenen Dialogprozesses zwischen Industrie, Interessengruppen, Wissenschaft und Öffentlichkeit an. In Bezug auf die Gestaltung des Regulierungsrahmens war nach Auffassung des TAB eine schrittweise Herangehensweise durch einen zweistufigen Ansatz anzuraten: Im Zuge einer kurzfristig zu realisierenden Interimslösung sollten die rechtlichen Voraussetzungen geschaffen werden, damit Vorhaben, die überwiegend der Erforschung und Erprobung der CO₂-Ablagerung dienen, zeitnah gestartet werden können. Gleichzeitig sollte ein umfassender Regulierungsrahmen entwickelt und möglichst auf EU-Ebene und international abgestimmt werden, der allen Aspekten der CCS-Technologie Rechnung trägt. Dieser sollte dann die Interimsregulierung ablösen, sobald der großtechnische Einsatz von CCS ansteht (TAB 2007, S. 13).

Die Bundesregierung (2009) entschied sich allerdings dazu, beide Schritte in einem zu gehen, und legte 2009 einen entsprechenden Gesetzentwurf vor, der

sowohl Pilotanlagen als auch kommerzielle Großanlagen ermöglichen sollte. Die klimapolitische Notwendigkeit, CCS als CO₂-Minderungsoption ergebnisoffen weiterzuentwickeln, wurde dabei in Expertenkreisen breit geteilt. So betonte etwa das Öko-Institut (2009) in einer Stellungnahme zum Gesetzentwurf: »Auf die Option CCS mit einem signifikanten Beitrag zur Minderung von Treibhausgasemissionen und zweifelsohne vorhandenen, aber beschränkten Risiken kann im Rahmen einer ambitionierten Klimapolitik nicht ohne Weiteres verzichtet werden.«

In der Öffentlichkeit jedoch entstand der Eindruck, dass die großtechnische Einführung der Technologie kurz bevorstehen würde, umso mehr als einige Unternehmen bereits Explorationstrupps in Regionen schickten, um für die CO₂-Einspeicherung geeignete geologische Formationen zu erkunden. Aufseiten der Betroffenen wurden Befürchtungen laut, zum »Endlager« für CO₂ auserkoren zu sein. Einzelne Klauseln im Gesetzentwurf (Bundesregierung 2009) bestärkten diese kritischen Stimmen. So war etwa vorgesehen, dass nach 30 Jahren die Haftung für etwaige Schäden von den Betreiberunternehmen auf den Staat übergehen sollte. Diese – im Bergrecht nicht unübliche Regelung – wurde so interpretiert, dass unabsehbare Langzeitriskien auf die Allgemeinheit abgewälzt werden sollten (Greenpeace 2009).

Wie schnell in der Folge die Stimmung der Debatte von verhalten positiv in pure Ablehnung umschlug, überraschte so manchen politischen Beobachter. Bürgerinitiativen gegen CCS schossen wie Pilze aus dem Boden, z. B. in Nordfriesland oder in der Lausitz (z. B. <https://www.keinco2endlager.de/ueber-uns/>). An die Spitze dieser Bewegung setzte sich der Ministerpräsident Schleswig-Holsteins, der im Vorfeld der für September 2009 terminierten Landtags- und Bundestagswahlen ankündigte, dem Gesetzentwurf im Bundesrat wegen

fehlender Akzeptanz in der Bevölkerung nicht zuzustimmen (Ino 2009). Wegen dieser Widerstände wurde die Verabschiedung des Gesetzes bis nach den Wahlen verschoben. Der überarbeitete Gesetzentwurf entkräftete schließlich den erwarteten Widerstand im Bundesrat dadurch, dass eine Öffnungsklausel den Bundesländern erlaubte, bestimmte Gebiete für CCS auszuschließen. Davon machten Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein Gebrauch und schlossen die CO₂-Lagerung für das gesamte Landesgebiet aus (Bundesregierung 2018a, S. 6). Unternehmen zogen sich daraufhin aus geplanten Projekten zurück. Somit war die Erprobung der Technologie in Deutschland am gesellschaftlichen und politischen Widerstand gescheitert.

Ob das vom TAB angeratene behutsamere Vorgehen, flankiert von einem offenen gesellschaftlichen Diskurs, letztlich zu einem anderen Ergebnis geführt hätte, mag dahingestellt bleiben. Sicher ist jedoch, dass ein solcher Diskurs aufwendig zu organisieren und für alle Beteiligten anstrengend ist, ohne dass eine Gewissheit besteht, dass der Prozess zu einem positiven Ergebnis führt. Hierfür legen die Bemühungen bei einem anderen gesellschaftlichen Konfliktfeld von großer Reichweite, dem Ausbau der Stromnetze, ein beredtes Zeugnis ab (hierzu TAB 2015). Allerdings erscheint die Alternative, eine Großtechnologie im Hauruckverfahren durchzusetzen, in der heutigen Zeit noch weniger erfolgversprechend.

CSS – Rettungsanker für das Klima?

2011 wurde das TAB mit einer TA-Untersuchung zum Thema »Climate Engineering« beauftragt. Climate Engineering ist ein Sammelbegriff für gezielte technische Eingriffe in den CO₂- oder Strahlungshaushalt der Erde, mit denen das Ziel verfolgt wird, den Klimawandel oder seine Folgen abzumildern. Grundsätzlich kann

zwischen zwei Herangehensweisen unterschieden werden:

- Die Carbon-Dioxide-Removal(CDR)-Technologien zielen darauf ab, bereits emittiertes CO₂ wieder aus der Atmosphäre zu entfernen. Solche negativen CO₂-Emissionen könnten z. B. den CO₂-Ausstoß von Sektoren kompensieren, in denen Reduktionsmaßnahmen nur sehr aufwendig umzusetzen sind (z. B. die Luftfahrt). Negative CO₂-Emissionen lassen sich etwa durch großflächige Aufforstungsmaßnahmen und andere ökosystembasierte Ansätze realisieren. Im Fokus stehen außerdem technikbasierte Ansätze auf Basis der CCS-Technologie, u. a. die Abscheidung von CO₂ aus Biomassekraftwerken (»bio-energy with carbon capture and storage« – BECCS) oder direkt aus der Luft (»direct air carbon capture and storage« – DACCS) und dessen Lagerung in geologischen Formationen.
- Die Radiation-Management(RM)-Technologien zielen dagegen auf eine Veränderung der Strahlungsbilanz der Erde. Eine Abkühlung der Erde könnte etwa durch das Ausbringen von Schwefelpartikeln in die Atmosphäre erreicht werden, die einen Teil der einfallenden Sonnenstrahlung zurück in den Weltraum reflektieren. Die atmosphärische CO₂-Konzentration wird hierbei nicht reduziert – andere Folgen des Klimawandels (z. B. die Versauerung der Ozeane) ließen sich dadurch nicht beheben.

Die Debatte um aktive großtechnische Eingriffe in das Klimasystem geht bis in die 1960er Jahre zurück, blieb jedoch bis Mitte der 2000er Jahre vornehmlich ein akademischer Diskurs unter wenigen Wissenschaftlern. Im 4. Sachstandsbericht des IPCC (2007) wurde Climate Engineering nur als Randthema erwähnt, und in den damals aktuellen Klimaschutzszenarien ging man davon aus, dass Strategien der Emissionsreduktion ausreichen würden, um das 2-°C-Ziel einzuhalten. Angesichts der ausbleibenden Erfolge bei der Emissionsreduktion allerdings ge-

wannen in den Folgejahren die Themen Climate Engineering im Allgemeinen und CDR-Technologien im Besonderen in den Klimawissenschaften stark an Bedeutung. Nicht nur wurden die verschiedenen Ansätze des Climate Engineering im 5. Sachstandsbericht des IPCC (2013) erstmals einer intensiveren Begutachtung unterzogen. Darüber hinaus zeigte sich, dass das 2-°C-Ziel ohne negative CO₂-Emissionen, die vor allem durch eine großflächige Anwendung des BECCS-Verfahrens in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts realisiert werden sollen, kaum noch einzuhalten ist (UBA 2019, S. 11). Dies bedeutete nichts weniger als eine Abkehr vom Paradigma in den Klimawissenschaften, wonach die Reduktion der anthropogenen Treibhausgasemissionen als alternativlose Strategie zur Eindämmung des Klimawandels und seiner Folgen galt.

Der TAB-Bericht zu Climate Engineering entstand just in dieser Phase der Neuorientierung in den Klimawissenschaften, wodurch er eine ungeahnte politische Relevanz erhielt. Denn wie im Bericht gezeigt wurde, wäre nach damaligem (und auch nach aktuellem) Kenntnisstand keiner der diskutierten Ansätze des Climate Engineering – falls in einer für eine substanzielle Klimawirkung erforderlichen Größenordnung zum Einsatz gebracht – ohne gravierende Risiken für Mensch und Umwelt umsetzbar. Dies gilt auch für das im Vergleich zu anderen CDR-Technologien noch vergleichsweise risikoarme BECCS-Verfahren. So projizieren aktuelle IPCC-Emissionspfade, die das 1,5-°C-Ziel einhalten und dafür auch den Einsatz von BECCS-Verfahren vorsehen¹, je nach Szenario eine erforderliche kumulative CO₂-Entnahme von 150 bis 1.200 Mrd. t innerhalb dieses Jahrhunderts – was im pessimistischsten Szenario

¹ Bei allen IPCC-Emissionspfaden zur Einhaltung des 1,5-°C-Ziels werden negative CO₂-Emissionen genutzt. In Szenarien, in denen von einer deutlich sinkenden Energienachfrage für 2050 ausgegangen wird, würden die erforderlichen negativen CO₂-Emissionen durch Aufforstungsmaßnahmen und andere ökosystembasierte Ansätze umgesetzt werden können, also ohne technikbasierte Ansätze wie BECCS (IPCC 2018, S. 21).

rio einer Entnahmen und Speicherung von bis zu 16 Mrd. t CO₂ pro Jahr entspräche (IPCC 2018, S. 21 ff.). Neben den möglichen Risiken durch Transport und Einlagerung des CO₂ würde der enorme Flächenverbrauch für die Biomasseproduktion die heute bereits bestehenden Nutzungskonkurrenzen um fruchtbares Land, Nahrung, nachwachsende Rohstoffe und Wasser massiv verstärken.

Das TAB (2014) wies aber auch auf ein weiteres großes Risiko hin: Bereits die Aussicht auf einen prospektiven großflächigen Einsatz der BECCS-Technologie in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts könnte die Staatengemeinschaft dazu verleiten, heute dringend notwendige Anstrengungen zur Reduktion des weltweiten CO₂-Ausstoßes weiter hinauszuzögern. Denn negative CO₂-Emissionen eröffnen die Option, Maßnahmen zur Begrenzung der atmosphärischen CO₂-Konzentration später, dafür aber in größerem Umfang zu erbringen. Dabei gilt: Je länger der globale CO₂-Ausstoß nicht substanziell reduziert wird, desto höher ist die künftige Abhängigkeit von CDR-Technologien, um die internationalen Klimaziele noch erreichen zu können.

Allerdings kann gegenwärtig niemand verlässlich einschätzen, ob das BECCS-Verfahren oder eine andere CDR-Technologie in Zukunft in einer Größenordnung, wie sie in aktuellen Szenarien antizipiert wird, überhaupt erfolgreich und ohne gravierende Nebenwirkungen umgesetzt werden kann. Beispielsweise gelangte der European Academies' Science Advisory Council (EASAC 2018) zum Ergebnis, dass keine der derzeit diskutierten Technologien das Potenzial hat, negative CO₂-Emissionen in der Größenordnung von jährlich mehreren Mrd. t zu erreichen. Zudem zeigen gerade die in Deutschland gemachten Erfahrungen mit der CCS-Technologie als Option zur Emissionsreduktion bei Kohlekraftwerken, dass nicht nur technische, ökonomische oder ökologische Hemmnisse, sondern auch sozialpolitische Faktoren, insbesondere eine

mangelnde politische und gesellschaftliche Akzeptanz, das frühe Aus für eine neue Technologie bedeuten können.

Vor diesem Hintergrund regte das TAB die Etablierung einer umfassenden, gesamtgesellschaftlichen und prinzipiellen Debatte zur Frage an, ob überhaupt, aus welchen Motiven und in welcher Art und Weise die verschiedenen Ansätze des Climate Engineering weiter erforscht, entwickelt und perspektivisch ggf. eingesetzt werden sollten. Denn während die Debatten über Climate Engineering und insbesondere über die Notwendigkeit von negativen CO₂-Emissionen in den Wissenschaften, der Politikberatung und in damit befassten Behörden und Institutionen immer stärker an Fahrt aufnahmen, so war damals eine tiefergehende politische und gesellschaftliche Auseinandersetzung mit dem Themenfeld in Deutschland, aber auch international noch weitgehend ausgeblieben. Allerdings müssen Entscheidungen darüber, ob und wie das BECCS-Verfahren oder andere risikobehaftete Ansätze des Climate Engineering in Zukunft eingesetzt werden sollen, nicht nur im Hinblick auf Akzeptanzfragen letztlich von der Gesellschaft als Ganzes getroffen werden. Dabei wurde vom TAB Eile angeordnet: Werden wichtige Entscheidungen nämlich zu lange hinausgezögert, so besteht die Gefahr, dass ein unter Umständen weiter ansteigender anthropogener Treibhausgasausstoß bereits eventuell nichtrevidierbare Fakten geschaffen hat, die dann den Einsatz von CDR- oder gar von noch risikobehafteteren RM-Technologien alternativlos machen.

Auch wenn die Ergebnisse des TAB-Projekts 2014 im Rahmen einer öffentlichen Ausschusssitzung mit Bundestagsabgeordneten, Experten, Behördenvertretern und der Öffentlichkeit diskutiert wurden und sich seitdem die politische Befassung mit dem Thema intensiviert hat (z. B. Bundesregierung 2018b u. 2019), so ist nach wie vor das Ausbleiben einer

breiten gesellschaftspolitischen Debatte zu Notwendigkeit und Risiken großskaliger CDR-Maßnahmen zu konstatieren. Dies ist weiterhin als kritisch zu bewerten, denn mittlerweile werden bereits neue Hoffnungen in die CCS-Technologie projiziert, nämlich ihre Anwendung als wichtiges Werkzeug zur Realisierung der Vision einer klimaneutralen Grundstoffindustrie.

CCS – Patentrezept für die Dekarbonisierung der Industrie?

Bei der Umsetzung von Deutschlands langfristigen Ziel, bis 2050 weitgehend treibhausgasneutral zu werden (BMU o. J.), nimmt die Dekarbonisierung der Industrie eine Schlüsselrolle ein. 2018 emittierte der deutsche Industriesektor ca. 196 Mio. t CO₂-Äquivalente und hatte damit einen Anteil von 23 % an den nationalen Treibhausgasemissionen (Wuppertal Institut o. J.). Etwa zwei Drittel der Emissionen des Industriesektors stammen aus der energieintensiven Grundstoffindustrie (vor allem Baustoffe, Chemie, Glas, Aluminium, Papier und Stahl). Alleine die Herstellung von Stahl und Zement verursacht fast die Hälfte dieser Emissionen (Agora Energiewende/Wuppertal Institut 2019; BMU 2019). Im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung wurde für den Industriesektor ein Treibhausgasemissionsminderungsziel für 2030 von ca. 40 Mio. t CO₂-Äquivalenten gegenüber 2014 gesetzt. Dies entspricht einer Minderung von rund 50 % gegenüber 1990 und stellt somit ein Zwischenziel auf dem Weg zur Erreichung der Treibhausgasneutralität des Industriesektors bis 2050 dar. Allerdings konnten in den letzten 10 Jahren zwar Effizienzsteigerungen in der Industrie erzielt werden, unter dem Strich jedoch keine Emissionsreduktionen. Es ist derzeit nicht erkennbar, wie das 2030-Ziel innerhalb von nur 10 Jahren noch erreicht werden soll. Klar ist zudem, dass der Austausch von älteren Bestandsanla-

gen durch effizientere Anlagen mit ebenfalls konventioneller Technologie zur Erreichung des Ziels einer klimaneutralen Industrie bis 2050 nicht ausreichen wird (Agora Energiewende/Wuppertal Institut 2019). Erforderlich sind vielmehr neue technologische Konzepte und langfristige politische Rahmenbedingungen, die frühzeitig mögliche Handlungsfelder und Entscheidungspfade zur Realisierung einer klimaneutralen Industrie aufzeigen.

Ein zentrales Element der Strategien für eine klimaneutrale Industrieproduktion ist die stärkere Nutzung von (weitgehend) CO₂-frei hergestelltem Wasserstoff. Dieser sogenannte grüne Wasserstoff kann zum einen als Ersatz für fossilen, d. h. aus Erdgas gewonnenen Wasserstoff in konventionellen Produktionsprozessen dienen (z. B. für die Ammoniakproduktion in der chemischen Grundstoffindustrie) und ermöglicht zum anderen neue klimafreundliche Technologierouten (z. B. die Direktreduktion von Eisenerz durch Wasserstoff anstelle des konventionellen Verfahrens im Hochofen unter Einsatz von Kohlenstoff) (Bundesregierung 2020, S. 2 f.). Grüner Wasserstoff kann zum Beispiel aus Biogas mittels Dampfreformierung gewonnen werden, im Fokus steht aber vor allem die Nutzung von großskaligen Elektrolyseuren, die mit regenerativem Strom betrieben werden. Das Problem hierbei ist, dass die Herstellung von grünem Wasserstoff in ausreichenden Mengen den Bedarf an regenerativem Strom drastisch ansteigen lassen würde. Um z. B. den Energiebedarf für Rohstahl, der bisher durch die konventionelle Hochofen-Konverter-Route in Deutschland durch Kohle geliefert wurde, durch Wasserstoff im Direktreduktionsverfahren zu decken, ist eine Strommenge notwendig, die grob abgeschätzt ca. 50 % des 2019 insgesamt regenerativ hergestellten Stroms entspricht. Als Übergangslösung wird daher die Verwendung von blauem Wasserstoff vorgeschlagen, d. h. von Wasserstoff auf der Basis von Erdgas und der Anwendung der CCS-Technologie.

Für die Zementindustrie ergibt sich für die Dekarbonisierung eine besondere Situation. Gegenwärtig tragen allein die Prozessemissionen der Zementherstellung mehr als 4 % zu den globalen anthropogenen CO₂-Emissionen bei (Achternbosch et al. 2019). Aus Sicht der Zementindustrie gelten diese Emissionen als unvermeidbar (<https://www.project-leilac.eu/>). In diesem Kontext befindet sich die Zementindustrie in einem Dilemma: In den nächsten 10 bis 15 Jahren ist kein alternatives Bindemittel in Sicht, das Portlandzementklinker ersetzen kann, um die CO₂-Emissionen der Zementindustrie deutlich zu senken (Achternbosch et al. 2018; Dewald/Achternbosch 2016). Als Lösung bleiben die Abscheidung und Lagerung des entstehenden CO₂ mithilfe der CCS-Technologie sowie die Intensivierung der Entwicklung neuer kohlenstoffarmer Bindemittel, um mittel- bis langfristig die Abhängigkeit von der CCS-Technologie wieder zu verringern.

Festzustellen bleibt somit, dass es wiederum die CCS-Technologie ist, die – zumindest kurz- bis mittelfristig – fast schon im Wortsinne die Kohle aus dem Feuer holen soll. Dabei geben die hierzulande gemachten Erfahrungen mit der CCS-Technologie bei Kohlekraftwerken durchaus Anlass dazu, das Realisierungspotenzial für CCS in Deutschland nicht zu überschätzen. Was den kurz- und mittelfristigen Bedarf an blauem Wasserstoff angeht, so könnte dieser von Deutschland zwar möglicherweise importiert werden, allerdings würden damit die Risiken der CCS-Technologie nur verlagert. Überdies erscheint es zurzeit mehr als fraglich, dass die weltweiten enormen Erwartungen in CCS als technische Lösung für die Reduktion der anthropogenen CO₂-Emissionen im Energie- und Industriesektor sowie für die Realisierung von negativen CO₂-Emissionen vollumfänglich zu erfüllen sein werden. Gründe hierfür sind die ungünstigen Realisierungsbedingungen für gigantische Mengen an CO₂, die jährlich sequestriert werden müssten, um posi-

tive Klimaeffekte zu erzielen (Achternbosch et al. 2019; EASAC 2018).

Ausblick

Die vor etwa 15 Jahren aufkeimenden großen Hoffnungen, dass die CCS-Technologie ab 2020 ein wirksames Werkzeug im Kampf gegen den Klimawandel sein könnte, haben sich nicht bewahrheitet. Hätten sich die damaligen Erwartungen erfüllt – etwa nach dem Fahrplan der Internationalen Energieagentur (IEA) – so wären heute weltweit rund 100 CCS-Projekte mit einer jährlichen Gesamtspeicherkapazität von 300 Mio. t CO₂ in Betrieb (Reiner 2016). Tatsächlich liegt die genutzte Speicherkapazität heute (Bezugsjahr 2019) bei weniger als 40 Mio. t (Global CCS Institute 2019). Die meisten der in Betrieb befindlichen Anlagen dienen primär der Ausbeutesteigerung von Erdöl- und Erdgaslagerstätten, die CO₂-Lagerung ist also lediglich ein Nebeneffekt. Und in Deutschland wurden die Weiterentwicklung und die Erprobung der CCS-Technologie entgegen der erklärten Intention der Bundesregierung aufgrund von massiven Widerständen in den betroffenen Regionen ad acta gelegt.

Die Klimapolitik steht angesichts dieser Situation vor einem ernstem Dilemma: Außer wenigen sehr optimistischen Szenarien basieren alle aktuellen Modellpfade des IPCC, die zur Einhaltung des 1,5-°C-Ziels entworfen wurden, auf einem breiten Einsatz der CCS-Technologie für die Emissionsminderung im Energie- und Industriesektor sowie für die technologische Umsetzung von negativen CO₂-Emissionen – obwohl die CCS-Technologie einem Scheck gleicht, der bislang in keiner Weise gedeckt ist!

Um dieses Dilemma aufzulösen, sind zwei prinzipielle Optionen denkbar:

- Den Scheck decken – CCS als ernsthafte Klimaschutzoption forcieren: Eine Option besteht darin, eine klare

politische Entscheidung für die CCS-Technologie als ein wichtiges Strategieelement für den Klimaschutz zu treffen mit dem Ziel, die Forschung und Erprobung von CCS-Technologien in Deutschland und weltweit zu intensivieren und umzusetzen. Ob eine solche Strategie nach den geschilderten Erfahrungen mit dem deutschen CCS-Gesetz eine realistische Chance hätte, ist schwer zu prognostizieren. Erfolgversprechend erscheint dies nur, wenn eine bundesweite Kommunikations-, Informations- und Beteiligungsstrategie entworfen und umgesetzt werden würde.

- Den Scheck zurückziehen – CCS abschreiben: Eine alternative Option besteht darin, in nationalen Klimaschutzstrategien explizit auf eine zukünftige Berücksichtigung von CCS-Technologien zu verzichten. Diese Position sollte auch international vertreten werden. Es sollte darauf hingewirkt werden, dass die IPCC-Szenarien zukünftig ohne CCS operieren. Dies würde implizieren, dass zur Erreichung des 1,5-°C-Ziels die Ambitionen im Energiesektor – Ausbau der erneuerbaren Energien in Kombination mit Energieeffizienzsteigerungen – deutlich gesteigert werden müssten. Damit die Dekarbonisierung ohne die Option CCS auch im Bereich der Grundstoffindustrie vorankommen kann, müsste alles dafür getan werden, dass grüner Wasserstoff in ausreichenden Mengen und zu tragbaren Kosten bereitgestellt werden kann. Dies erfordert einen drastischen Ausbau der Erzeugungskapazitäten in Deutschland wie auch weltweit (vor allem zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nebst Elektrolyseanlagen) in den nächsten Jahren und Jahrzehnten. Bei den Grundstoffen, für die die End-of-pipe-Technologie CCS zurzeit die einzige Option für die Emissionsreduktion darstellt (etwa Zement), müssten die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der radikalen Innovationen von klimaneutralen Verfahren zur Grundstoffherstellung

einen deutlichen Schub erhalten (Achternbosch et al. 2018 u. 2019).

Beide Optionen verlangen Politik und Gesellschaft Einiges ab: Ihre Umsetzung kostet Kraft und natürlich auch Geld. Gemeinsam ist den Optionen aber auch, dass sie das Risiko ausräumen, dass der ungedeckte Scheck CCS zu einem späteren Zeitpunkt platzt. Oder wie der damalige PIK-Direktor Schellnhuber sagte: »Mit der Natur kann man nicht verhandeln«.

*Matthias Achternbosch
Claudio Caviezel
Reinhard Grünwald*

Literatur

Achternbosch, M.; Dewald, U.; Nieke, E.; Sardemann, G. (2018): Why it is so hard to develop new binder systems for mass application? In: ZKG international 9, S. 68–79

Achternbosch, M.; Dewald, U.; Nieke, E.; Sardemann, G. (2019): Towards a low-carbon post OPC era – External framing conditions. In: ZKG international 9, S. 46–60

Agora Energiewende; Wuppertal Institut (2019): Klimaneutrale Industrie Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement, Berlin/Wuppertal. https://static.agoraenergiewende.de/fileadmin/2/Projekte/2018/Dekarbo_nisierung_Industrie/164_A-EW_Kli maneutrale-Industrie_Studie_WEB.pdf

BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie); BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit); BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2007): Entwicklungsstand und Perspektiven von CCS-Technologien in Deutschland. www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/kabinetbericht_ccs.pdf

Bundesregierung (2009): Entwurf eines Gesetzes zur Regelung von Abscheidung,

Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid. Gesetzentwurf der Bundesregierung. Deutscher Bundestag, Drucksache 16/12782, Berlin

Bundesregierung (2018a): Evaluierungsbericht der Bundesregierung über die Anwendung des Kohlendioxid-Speicherungsgesetzes sowie die Erfahrungen zur CCS-Technologie. Deutscher Bundestag, Drucksache 19/6891, Berlin

Bundesregierung (2018b): Geoengineering und Klimakrise. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Lisa Badum, Kai Gehring, Steffi Lemke, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 19/2586 –. Deutscher Bundestag, Drucksache 19/3149, Berlin

Bundesregierung (2019): Status quo »Negative Emissionen«: Förderung von CO₂-Entnahmetechnologien. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Olaf in der Beek, Frank Sitta, Grigorios Aggelidis, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP – Drucksache 19/6737 –. Deutscher Bundestag, Drucksache 19/7400, Berlin

Bundesregierung (2020): Die nationale Wasserstoffstrategie. www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit) (2019): Klimaschutz in Zahlen: der Sektor Industrie. www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutz_zahlen_2019_fs_industrie_de_bf.pdf

BMU (o. J.): Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie. Stand: 6.10.2020, www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/

- Dewald, U.; Achternbosch, M. (2016): Why more sustainable cements failed so far? Disruptive innovations and their barriers in a basic industry. In: *Environmental Innovation and Societal Transition* 19, S. 15–30
- EASAC (European Academies' Science Advisory Council) (2018): Negative emission technologies: What role in meeting Paris Agreement targets? EASAC policy report 35. Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle
- Global CCS Institute (2019): Global Status of CCS 2019. Targeting Climate Change. Melbourne, www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/12/GCC_GLOBAL_STATUS_REPORT_2019.pdf
- Greenpeace (2009): CO₂-Endlager sind geologische Zeitbomben. Presseerklärung vom 25.3.2009, Berlin, <https://www.greenpeace.de/presse/presseerklarungen/co2-endlager-sind-geologische-zeitbomben>
- IPCC (International Panel in Climate Change) (2005): IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Metz, B.; Davidson, O.; de Coninck, H.; Loos, M.; Meyer, L. [Hg.]). Cambridge
- IPCC (2007): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Metz, B.; Davidson, O.R.; Bosch, P.R.; Dave, R.; Meyer, L.A. [Hg.]). Cambridge/New York
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. (Stocker, T.F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S.K.; Boschung, J.; Nauels, A.; Xia, Y.; Bex, V.; Midgley, P.M. [Hg.]). Cambridge/New York
- IPCC (2018): 1,5 °C globale Erwärmung. IPCC-Sonderbericht. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. (Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pörtner, H.-O.; Roberts, D.; Skea, J.; Shukla, P.R.; Pirani, A.; Moufouma-Okia, W.; Péan, C.; Pidcock, R.; Connors, S.; Matthews, J.B.R.; Chen, Y.; Zhou, X.; Gomis, M.I.; Lonnoy, E.; Maycock, T.; Tignor, M.; Waterfield, T. Hg.). Genf
- Ino (2009): Landtag lehnt Gesetz einstimmig ab. sh:z, 19.6.2009, www.shz.de/regional/schleswig-holstein/politik/landtag-lehnt-gesetz-einstimmig-ab-id495086.html
- Öko-Institut (2009): Regulierung von CO₂-Abscheidung und -Ablagerung (CCS). Der Entwurf für das Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG) (Matthes, F.-C.; Barth, R.; Schluze, F.; Hermann, A.; Acker, H.). Berlin/Darmstadt, www.oeko.de/oekodoc/901/2009-019-de.pdf
- Reiner, D. (2016): Learning through a portfolio of carbon capture and storage demonstration projects. *Nat Energy* 1(1), S. 15011
- TAB (2007): CO₂-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken (Grünwald, R.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 120
- TAB (2014): Climate Engineering (Caviezel, C.; Revermann, C.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 159, Berlin
- TAB (2015): Handlungsmöglichkeiten für Kommunikation und Beteiligung beim Stromnetzausbau (Grünwald, R.; Ahmels, P.; Banthien, H.; Bimesdörfer, K.; Grünert, J.; Revermann, C.) TAB-Hintergrundpapier Nr. 20, Berlin
- UBA (Umweltbundesamt) (2019): Assessment of bio-CCS in 2 °C compatible scenarios. Final report. Dessau-Roßlau, www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-04-01_cc_09-2019_bio-ccs.pdf
- Wuppertal Institut (o.J.): DekarbInd. <https://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/896/>

Technologischer Wandel in einem Kernbereich demokratischer Politik: zur Digitalisierung der politischen Öffentlichkeit

Das öffentliche Leben wurde und wird in der COVID-19-Pandemie durch Abstandsgebote, zeitweise Schulschließungen und das Arbeiten von zu Hause stark eingeschränkt. Die Maßnahmen haben deutlich gemacht, welche große Rolle digitale Medien für die Information, insbesondere aber den Austausch und die Diskussionen innerhalb der Bevölkerung spielen. Eine Technologie wie das World Wide Web, das vor 30 Jahren als »Reihe ausgesprochen nützlicher Werkzeuge« für die wissenschaftliche Arbeit erdacht wurde (Berners-Lee/Cailliau 1990), bildet heute ein Herzstück der Kommunikationsinfrastruktur der Gesellschaft. Die dadurch ermöglichte einfache und schnelle Verbreitung von Informationen an ein Massenpublikum ebenso wie die Kommunikation von Mensch zu Mensch und innerhalb von Gruppen haben insbesondere auch die Art verändert, in der öffentliche Debatten und die politische Meinungsbildung ablaufen.

Während in anderen Bereichen die positiven Aspekte der Digitalisierung im Vordergrund stehen, fällt die Bewertung der Veränderung der politischen Öffentlichkeit gegenwärtig eher kritisch aus. Beklagt wird eine zunehmende Fragmentierung der Öffentlichkeit in Teilbereiche, in denen ein homogenes Meinungsspektrum vorherrscht und die gegenüber anderen Teilbereichen (mit anderen Meinungen) abgeschottet sind. Gerade in sozialen Medien konstatieren viele Beobachter einen durch Hassrede und destruktives Verhalten geprägten Kommunikationsstil sowie das Ausnutzen der Funktionsweisen von Onlineplattformen und sozialen Netzwerken zur gezielten Manipulation der öffentlichen Meinung. In der Coronaviruspandemie sahen sich etwa die WHO und andere Organisationen veranlasst, die Bekämpfung der »Infodemie«, also der Ausbreitung von Desinformation, als wichtigen Aspekt in die Pandemiemaßnahmen einzuschließen (Zarcostas 2020). Zugleich dürfte unstrittig sein, dass digitale Medien die Bekämpfung der Pandemie massiv unterstützt haben, z. B. mittels der Corona-Warn-App, der Verbreitung und Veranschaulichung relevanter Informationen und digitalen Beteiligungsmöglichkeiten, wie im Fall von Hilfgemeinschaften oder Hackathons, bei denen innovative Lösungsansätze entwickelt wurden.

Gegensätzliche Einschätzungen in der Frühphase der Forschung: Netzoptimismus ...

Diese Janusköpfigkeit der digitalisierten Öffentlichkeit steht nicht nur aktuell im Vordergrund der Wahrnehmung, sie wurde bereits Anfang der 1990er Jahre im Zuge der einsetzenden wissenschaftlichen Erforschung der Auswirkungen des Internets auf die Politik festgestellt. Es bildeten sich früh zwei gegensätzliche Sichtweisen heraus – eine (netz)optimistische und eine pessimistische.

Aus der optimistischen Perspektive wurde zum einen auf die gesteigerten Teilhabemöglichkeiten hingewiesen, die das Netz im Vergleich zur ausschließlich massenmedial geprägten Öffentlichkeit bot. Die Veröffentlichung von Meinungen wurde durch die neuen Onlineangebote fundamental erleichtert, und dadurch, so die Erwartung, könnten mehr unterschiedliche Bevölkerungsteile politische Informationen erhalten und Einfluss auf politische Entscheidungen gewinnen (DiMaggio 2001, S. 321 f.; Thiel 2020, S. 339 f.). Die Bedeutung von Gatekeepern, die über den Zugang zur Öffentlichkeit entscheiden, werde durch die egalitäre Struktur des Internets verringert, wodurch sich die Vielfalt der Meinungen erhöhe und sich auch ressourcenschwache und gering institu-

tionalisierte Menschen bzw. Organisationen zu Gehör bringen könnten (DiMaggio 2001, S. 321 f.).

Damit verbunden wurde zum anderen erwartet, dass bei Debatten im Netz mehr Menschen in stärkerem Maß eingebunden und beteiligt würden. Durch die neuen Kommunikations- und Interaktionsformate wird es möglich, in größeren Gruppen konstruktiv zu debattieren und an Lösungen gesellschaftlicher Probleme mitzuarbeiten. Die deliberative Kapazität der Öffentlichkeit, also die Fähigkeit, Themen und Meinungen aus der Gesellschaft aufzugreifen und durch offene, unbeeinflusste Debatten zu bearbeiten und in Lösungen zu überführen, wird dadurch gestärkt (DiMaggio et al. 2001, S. 320; Thiel 2020, S. 335 f.).

Derart optimistische Perspektiven erhielten zumindest zeitweilig Bestätigung durch Ereignisse wie den Arabischen Frühling, bei dem ab 2011 insbesondere junge Menschen in vielen Ländern des Nahen Ostens sowie des Maghreb gegen ihre jeweiligen autokratischen Regierungen aufbegehrt und demokratische Strukturen einforderten. Zur Organisation und Kommunikation nutzten sie soziale Medien und Plattformen und erreichten so eine beachtliche Mobilisierung und in einigen Ländern die Abdankung bzw. Absetzung von Autokraten. So festigte sich der Eindruck, dass es sich bei den Onlinemedien um Befreiungstechnologien handelt (Kneuer 2020, S. 6). Auch Kampagnenplattformen wie change.org oder openPetition.de wurden ab den 2010er Jahren intensiv und erfolgreich zur Artikulation politischer Forderungen genutzt und schienen die netzoptimistischen Annahmen einer mobilisierenden Wirkung zu bestätigen. Einzelne Kampagnen, wie 2013 gegen eine Tarifreform der GEMA oder 2015 gegen das Freihandelsabkommen CETA, erlangten mit jeweils mehr als 100.000 Unterstützenden große öffentliche Aufmerksamkeit.

... versus Netzpessimismus

Diese Bewertung der genannten Beispiele wird allerdings von Pessimistinnen bzw. Pessimisten nicht geteilt. Im Fall der Kampagnenplattformen verweisen sie darauf, dass es sich in erster Linie um »Klick-Aktivismus« handelt, eine sehr niedrighschwellige Form von politischem Engagement, aus der kaum Konsequenzen folgten. In Bezug auf den Arabischen Frühling heben sie hervor, dass die Rolle der sozialen Medien in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich ausfiel und sozialstrukturelle Faktoren einen bedeutenderen Einfluss auf die revolutionäre Dynamik hatten als technologische (Wolfsfeld et al. 2013, S. 118). Zudem führten die Unruhen langfristig nicht zu einer Demokratisierung der Region, sondern vielerorts zu (neuen) autoritären Regimen, die ihrerseits die sozialen Medien und Onlinetechnologien dazu benutzten, die Bevölkerung zu überwachen und den Informationsfluss zu kontrollieren und zu manipulieren (Hempel 2016).

Auch die pessimistischen Einschätzungen der Auswirkungen des Internets auf die politische Öffentlichkeit bildeten sich bereits in der Frühphase der Onlineforschung heraus. Gegen die Annahme einer Ausweitung politischer Debatten wurde darauf verwiesen, dass diese primär innerhalb von Gruppen gleichgesinnter Menschen abliefen und es gerade nicht zu einem Austausch über ideologische Grenzen hinwegkomme (Rafaeli/Sudweeks 1998; Sunstein 2001). Als Folge wurde eine zunehmende Fragmentierung und Polarisierung der Netzöffentlichkeit erwartet (Buchstein 1996, S. 596; DiMaggio et al. 2001, S. 321), wofür sich das Bild der Echokammern (Sunstein 2001) bzw. Filterblasen (Pariser 2011) etabliert hat.

Als weitere negative Auswirkungen der Internetnutzung auf die politische Öffentlichkeit wurden bereits damals genannt: die Informationsüberflutung, die es erschwerte, Relevantes von Unwichtigem und verlässliche Darstellungen von Des-

information zu trennen (Buchstein 1996, S. 595 f.; Kneuer 2020, S. 6); eine durch soziale Ungleichheiten beim Zugang zu und Nutzung von Internetdiensten verstärkte Kluft zwischen Menschen, die an politischen Debatten beteiligt, und solchen, die davon ausgeschlossen sind (Buchstein 1996, S. 586; DiMaggio et al. 2001, S. 310 ff.; Kneuer 2020, S. 6); die Kommerzialisierung des Mediums Internet und das Überhandnehmen der Interessen großer Unternehmen, wodurch die Orientierung an gemeinsam geteilten Problemlagen in den Hintergrund rückt (Buchstein 1996, S. 596; DiMaggio et al. 2001, S. 319); die Förderung von Extrempositionen und Hassrede in der Onlinekommunikation, die der Kultur öffentlicher Debatte zuwiderlaufen (Buchstein 1996, S. 601; DiMaggio et al. 2001, S. 321).

Die Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Sicht auf Onlineöffentlichkeit ...

Bei aller Gegensätzlichkeit der optimistischen und pessimistischen Perspektive ist nicht zu übersehen, dass beide auch Gemeinsamkeiten teilen. Vertreterinnen bzw. Vertreter beider Positionen gingen bereits in der frühen Phase der Internetverbreitung davon aus, dass diese bedeutende gesellschaftliche Auswirkungen haben wird: »So wenig sich bereits abschätzen lässt, welche Konsequenzen das Internet auf die unterschiedlichen gesellschaftlichen Lebensbereiche konkret haben wird – dass die Folgen insgesamt gravierend sein werden, steht für jeden, der über etwas Phantasie verfügt, außer Frage« (Buchstein 1996, S. 589). Beide Gruppen legen ihrer Einschätzung den Blick auf frühere mediale Entwicklungen (des Radios bzw. des Privatfernsehens) bzw. auf die technischen Merkmale der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien zugrunde, aus denen sie ihre – wenn auch gegensätzliche – Bewertung der Auswirkungen ableiten. Eine systematische empirische Erforschung der Nutzung dieser Technologien entwickelte sich erst allmählich. Zudem

wurden beide Perspektiven dadurch geprägt, dass in den 1990er Jahren Defizite der westlichen demokratischen Systeme immer stärker sichtbar und in der Forschung als »Legitimationskrise« thematisiert wurden (Norris 2000, S. 3). Die Bürgerinnen und Bürger vieler industrialisierter Staaten fühlten sich von den bestehenden Parteien immer weniger repräsentiert und standen nicht nur der Regierung, sondern den politischen Institutionen allgemein zunehmend kritisch gegenüber, die Wahlbeteiligung sowie die Mitgliederzahlen der Parteien sanken (Dalton 1998, S. 74). Repräsentative Verfahren der Demokratie erschienen in netzoptimistischer Perspektive gegenüber dem demokratischen Ideal einer Regierung des Volkes vielfach als eine »Krücke« (Thiel 2020, S. 335), deren offenkundige Mängel mittels der neuen Technik überwunden werden sollten, wohingegen aus pessimistischer Sicht eher eine Verstärkung der Probleme erwartet wurde. Eine weitere Gemeinsamkeit ist schließlich eine häufig technikdeterministische Sichtweise, wonach bestimmte Merkmale einer Technologie mehr oder weniger direkt positive oder negative Folgen hervorbringen. Diese Sichtweise wird in der Forschung zu Technikfolgen allerdings weithin kritisiert. Studien zur Technikentwicklung haben gezeigt, dass die Folgen einer Technologie in erster Linie durch die Art, wie sie von der Gesellschaft aufgenommen, genutzt und in den Alltag integriert (und auch zunächst erfunden bzw. entwickelt) wird, bestimmt werden (Sismondo 2010).

Vor dem Hintergrund dieser Kritik und auch angesichts der offensichtlichen Gemeinsamkeiten der eigentlich konträren Bewertungen entwickelten sich bereits früh Positionen, die trotz der medial-technischen Veränderungen von einem unveränderten Weiterbestehen der politischen Prozesse ausgehen – »Politics as usual« (Margolis/Resnick 2000). Und es mehrten sich Stimmen, die darauf verwiesen, dass die dichotomen Positionen sich einseitig aus den »Bedingungen der Technik« ableiteten, aber deren Gebrauch zu wenig berücksichtigten (Schönberger 2000, S. 813).

Neue Informations- und Kommunikationstechnologien ließen sich aus dem Alltag nicht mehr wegdenken, sondern stellten ein zunehmend konventionelles Medium dar, das im Verbund mit älteren Medien genutzt wird (Yang 2008, S. 2). Auch wenn die Diskussion etwa in der politischen Wissenschaft zum Teil bis heute durch den einseitigen Blick auf entweder Chancen oder Gefahren geprägt ist (Thiel 2020, S. 332), hat sich in der Forschung die Hinwendung zur empirischen Untersuchung der mit dem medialen Wandel verbundenen konkreten Auswirkungen durchgesetzt (DiMaggio et al. 2001, S. 319).

... und ihre Rolle in TAB-Untersuchungen

Blickt man zurück auf die 30 Jahre der Arbeit des TAB, so fällt auf, dass Auswirkungen der Digitalisierung auf die Demokratie bereits sehr früh untersucht wurden. Der erste Bericht zum Thema erschien 1995 unter dem Titel »Multimedia – Mythen, Chancen und Herausforderungen« (Riehm/Wingert 1995). Weitere Berichte folgten zu »Neue Medien und Kultur« (Paschen et al. 2002), »Internet und Demokratie« (Grunwald et al. 2006), zu Stand und Entwicklungsperspektiven elektronischer Petitionen in Deutschland (Riehm et al. 2009) und Europa (Riehm et al. 2013), zu elektronischer Partizipation an der parlamentarischen Arbeit (TAB 2017a), zur Bekanntheit und Nutzung der elektronischen sowie postalischen Petitionen an den Deutschen Bundestag (hierzu der Beitrag auf S. 42 ff.) sowie zum Einfluss von Algorithmen in digitalen Medien auf die Meinungsbildung (www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u40000.html). Der Blick auf die Themen macht deutlich, dass eine Verschiebung von sehr globalen Themen (Multimedia) zu konkreteren Wechselbeziehungen (Neue Medien und Kultur, Internet und Demokratie) bis hin zu einzelnen Verfahren bzw. Aspekten (E-Petitionen beim Deutschen Bundestag, Algorithmen und Öffentlichkeit) stattgefunden hat – in ähnlicher Weise, wie sich die so-

zialwissenschaftliche Onlineforschung immer weiter ausdifferenziert hat.

Außerdem fällt auf, dass neben den Potenzialen früh auch die Risiken einer zunehmenden Digitalisierung der Onlinekommunikation thematisiert wurden. So konstatierten Riehm und Wingert bereits 1995, dass die Mediatisierung von Politik sowohl politisches Handeln als auch dessen Wahrnehmung durch die Bürgerinnen und Bürger verändert und »die ohnehin vorhandene Tendenz zur Inszenierung von Politik als symbolische Handlung« fördert (Riehm/Wingert 1995, S. 125). Im Bericht zu den Auswirkungen der neuen Medien auf die Kultur wurde auf die Gefahr einer Fragmentierung der politischen Öffentlichkeit verwiesen. Gleichzeitig wurde nicht erwartet, »dass die aufgeführten Gegensätze [zwischen den Potenzialen und den möglichen Gefahren] in naher Zukunft aus den Debatten über die Wechselwirkungen von Kultur- und Medien verschwinden werden« (Paschen et al. 2002, S. 128).

Einige Jahre später wurden diese Gegensätze zwar noch erwähnt, es wurde aber versucht, sie durch Rückgriff auf Untersuchungen der »tatsächlichen Nutzungsformen des Internets für politische Kommunikation« zu überwinden: »In der Spannung zwischen hoch fliegenden Visionen und Erwartungen einerseits und skeptischen Einschätzungen sowie Befürchtungen andererseits sollen in diesem Bericht – im Rückgriff auf einschlägige, teils zu diesem Zweck in Auftrag gegebene empirische Arbeiten – nachvollziehbare und realistische Antworten auf die Frage nach den Folgen der Internetnutzung für politische Kommunikation gegeben werden.« (Grunwald et al. 2006, S. 25) Die dabei aufgeworfenen Problemstellungen – von der Stärkung von »Obskurantisten, rechtsradikalen Gruppen und anderen Gegner[n] der Demokratie« (Grunwald et al. 2006, S. 231) über den ungleichen Zugang zur politischen Öffentlichkeit (»digital divide«) bis hin zur »Bedeutung und Wirkung von Suchmaschinen« (Grun-

wald et al. 2006, S. 237) erweisen sich aus heutiger Sicht als überraschend aktuell. Gleiches gilt für die Handlungsoptionen: Vorschläge der Förderung von Medienkompetenz und allgemein verfügbarem Zugang, zur Untersuchung der Bedeutung und Wirkung von Suchmaschinen, der Sicherstellung von Vielfalt und Qualität des Informationsangebots und einer Ausweitung des Angebots von Onlinebeteiligungsmöglichkeiten (Grunwald et al. 2006, S. 234 ff.) finden sich auch in der gegenwärtigen Debatte (z. B. Borucki et al. 2020, S. 364 f.; Bundesregierung 2018, S. 44; EK 2020, S. 477; Horz 2019; Krafft/Zweig 2017, S. 343; TAB 2017a).

Mit dem Bericht von 2006 wurde zum letzten Mal ein Urteil über die demokratischen Potenziale des Internets in Gänze gewagt: »Das Internet ist, so der aktuelle Stand der Diskussion, weder ein eigener politischer Raum, noch hat es dazu geführt, die Politik an grundlegend neuen Kriterien zivilgesellschaftlicher oder basisdemokratischer Politikgestaltung zu messen.« (Grunwald et al. 2006, S. 68) In den späteren Berichten standen jeweils einzelne Aspekte bzw. Verfahren im Vordergrund, insbesondere unterschiedliche Formen der Onlinebürgerbeteiligung wie E-Petitionen. Dabei festigte sich der Fokus auf die Onlineangebote staatlicher Institutionen, der bereits in der frühen Untersuchung zu Multimedia angelegt war. Veränderungen in der politischen Öffentlichkeit durch die zivilgesellschaftliche Nutzung des Internets spielten demgegenüber eine geringere Rolle in den TAB-Untersuchungen – obwohl sich das 1995 noch konstatierte »vielfach geringe Interesse an politischen Themen in der Bevölkerung« (Riehm/Wingert 1995, S. 128) in den 2000er Jahren deutlich gesteigert hat (Weßels 2018, S. 350 f.).

Doch diese Fokussierung ermöglichte es auch, Bereiche des Forschungsfelds Digitalisierung und Öffentlichkeit zu adressieren, die von der Forschung vernachlässigt wurden. So konnte das TAB im Fall der E-Petitionen »umfangreiche Grundla-

genarbeit« leisten (Jungherr/Jürgens 2011, S. 526) und weitere Forschungsarbeiten dieser neuen Verfahrensvariante anstoßen. Es wurden zudem konkretere und stärker auf die politische Praxis ausgerichtete Handlungsoptionen entwickelt, als es auf der abstrakteren Ebene möglich gewesen wäre. Zwar wurden die optimistischen und pessimistischen Einschätzungen weiter als Bezugspunkte herangezogen, gleichzeitig wurde jedoch auf das noch frühe, experimentelle Stadium der Onlinebeteiligung bei Parlamenten hingewiesen: »Tatsächlich rechtfertigt es der Stand der Entwicklung im Bereich parlamentarischer E-Demokratie aber noch nicht, ein Scheitern der Hoffnungen zu konstatieren, die in das Internet in Bezug auf eine Intensivierung der deliberativen Kommunikationsbeziehungen zwischen Repräsentanten und Repräsentierten gesetzt werden. Wie die E-Partizipation insgesamt steckt die parlamentarische E-Demokratie immer noch in den Kinderschuhen.« (Riehm et al. 2009, S. 125)

Der Deutsche Bundestag begleitet den Wandel der Informations- und Kommunikationstechnologien nicht nur als Gesetzgeber (Rathenau Institut 2020, S. 27 f.), sondern ist als zentrale demokratische Institution unmittelbar von ihm betroffen. Er betreibt in verschiedenen Ausschüssen und Kommissionen aktiv Angebote der Onlinebeteiligung (TAB 2017a, S. 202 f.), zuletzt beispielsweise durch die Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale (Deutscher Bundestag 2020). Da diese Angebote nicht fest institutionalisiert sind, sondern gewissermaßen auf Probe durchgeführt werden, besteht weiterhin Bedarf an einer wissenschaftlichen Begleitung und an Hinweisen, wie sich die Potenziale für die parlamentarische Arbeit nutzen und die Gefahren beispielsweise einer »Placebopolitik« (TAB 2017a, S. 62) vermeiden lassen, bei der die Beteiligung primär um der Beteiligung selbst willen betrieben wird und damit ohne tatsächlichen politischen Einfluss bleibt.

Aktuelle Herausforderungen

Der Rückblick auf die Entwicklung der wissenschaftlichen Untersuchung der digitalisierten Öffentlichkeit verdeutlicht, dass das Aufstellen von (optimistischen und pessimistischen) Extrempositionen nicht dazu führen sollte, die tatsächliche Techniknutzung sowie die konkreten Wechselwirkungen zwischen Technologie und deren Nutzung aus dem Blick zu verlieren. Oftmals liegt eine Schwierigkeit für die empirische Forschung darin, solche Wechselwirkungen überhaupt erst zu identifizieren und in einem zweiten Schritt ihre Bedeutung für die weiteren Auswirkungen der Technik zu bewerten. Ein Beispiel für eine aktuell diskutierte Entwicklung im Bereich der digitalen Öffentlichkeit wird unter dem Stichwort »dark participation« verhandelt. Damit wird eine destruktive Debattenkultur beschrieben, die den Diskurs in eine bestimmte Richtung lenken oder zum Scheitern bringen will (etwa durch Hassrede, Desinformation, Provokationen sowie strategische Versuche, die öffentliche Meinung zu beeinflussen; Kneuer 2020, S. 7; Quandt 2018, S. 40 ff.). Eine Ausweitung dieser Debattenkultur in der Onlineöffentlichkeit wird zum Teil auf technologische Faktoren wie die Nutzung von Social Bots oder die verstärkenden Algorithmen der Social-Media-Plattformen zurückgeführt. Inwiefern diese Beschreibung jedoch ausreichend ist, ist eine offene Frage. So sind die Wirkungszusammenhänge von Social Bots auf die politische Willensbildung bislang kaum belegt (Assenmacher et al. 2020; TAB 2017b) und die Rolle von Social-Media-Plattformen für die Meinungsbildung der Öffentlichkeit erweist sich bei genauerer Analyse meist als weniger wichtig, als es die mediale Debatte suggeriert (ICO 2020; Sängler et al. 2018). Daher bleibt es die – oft mühsame – Aufgabe kleinteiliger empirischer Forschung, das genaue Zusammenspiel von technischen und sozialen Faktoren herauszuarbeiten. Erst auf dieser Grundlage können die gesellschaftliche Relevanz bewertet und Handlungsoptionen identifiziert werden.

Die Forschung zur Digitalisierung der Öffentlichkeit hat sich zwar in den vergangenen 30 Jahren stark weiterentwickelt und ausdifferenziert, dennoch verbleiben Desiderate wie etwa ein stärkerer interdisziplinärer Austausch (Bieber 2020, S. 157; Jungherr 2017, S. 285). Außerdem scheint es der Forschung trotz aller Weiterentwicklung schwerzufallen, mit der ebenfalls beschleunigten technologischen Entwicklung Schritt zu halten und diese empirisch wie theoretisch einzuholen. Immer neue Entwicklungen, wie zuletzt im Bereich der KI, werfen neue, umfassende Fragen nach ihren Auswirkungen auf. Trotz der Geschwindigkeit der technologischen Entwicklung und des medialen Diskurses sollten sich Wissenschaft und Forschung folglich die notwendige Zeit nehmen, um einzelne Aspekte genauer zu untersuchen und dabei allgemeine Überzeugungen zu Wechselwirkungen zwischen Politik, Gesellschaft und Digitalisierung auf die Probe zu stellen.

Ausblick auf zukünftige Forschungsfragen

Richtet man den Blick entlang der technologischen Entwicklungslinien in die Zukunft, so weist der Pfad vom Internet als Kommunikationsinfrastruktur über das Web 1.0 und die sozialen Medien des Web 2.0 auf die mobile Onlinekommunikation, die gegenwärtig bereits von knapp drei Vierteln der deutschsprachigen Bevölkerung genutzt wird (Beisch/Schäfer 2020, S. 476). Welche weiteren Veränderungen damit verbunden sind, lässt sich aktuell noch nicht absehen. Naheliegender ist die Annahme, dass die Bedeutung von Social-Media-Plattformen als Intermediäre der öffentlichen (und vor allem der mobilen) Onlinekommunikation weiter zunehmen wird und damit eine doppelte Privatisierung (mit Blick auf die Rechtsstellung der Unternehmen, aber auch die Orientierung an den persönlichen Präferenzen und Netzwerken der Nutzenden) stattfindet (Stark/Magin 2019).

In Bezug auf die Angebotsseite politischer Kommunikation, insbesondere die Aktivitäten staatlicher Institutionen, zeichnet sich in der Forschungsliteratur ein Schwerpunkt bei KI als relevante Zukunftstechnologie ab. In Bezug auf politische Öffentlichkeit wird beispielsweise die Vision beschrieben, KI könnte genutzt werden, um »Meinungsbildungsprozesse deliberativer« stattfinden zu lassen (Borucki et al. 2020, S. 368). So ließen sich mithilfe von KI regelwidrige Inhalte identifizieren und so eine Moderation auch großer Onlinedebatten ermöglichen (Marsden et al. 2020, S. 6) – ein Verfahren, das allerdings bisher noch auf menschliche Mitarbeit angewiesen ist (Marsden et al. 2020, S. 8). Eine sehr weitreichende Vision ist ein »realtime smart government«, bei dem »über soziale Medien und Big Data vielfältige Informationen über individuelle Einstellungen und Verhaltensweisen der Bürger gesammelt« werden, die vernetzt und mit weiteren Informationsquellen verknüpft Rückmeldungen über individuelle wie kollektive Einstellungsprofile der Bürgerinnen und Bürger im Sinne einer »passiven Partizipation« (Kersting 2019, S. 108) generieren und in den politischen Prozess einbringen. Derartige Visionen werden gegenwärtig allerdings als »eher dystopisch« angesehen (Kersting 2019, S. 108) und erscheinen auch nicht realistisch. Die damit verbundene systematische Beobachtung sozialer Medien würde wohl u. a. gravierende Datenschutzfragen aufwerfen (Datenethikkommission der Bundesregierung 2019, S. 98). Zudem stellt sich die Frage, ob die technischen Möglichkeiten von KI nicht überschätzt werden (Kersting 2019, S. 108 f.). Eine zukünftige, typische Aufgabe gerade für politikberatende TA wird darin bestehen, ein realistisches Bild der Potenziale von KI zu zeichnen und Anwendungsfelder im öffentlichen Bereich zu identifizieren, die nicht nur technisch möglich, sondern auch gesellschaftlich wünschenswert sind, wozu etwa die Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz bereits einen Beitrag geleistet hat (Deutscher Bundestag 2020).

Die digitalisierte Öffentlichkeit bleibt ein Untersuchungsobjekt, das starken Veränderungsprozessen unterliegt. Die Annahme, dass sich aus der Digitalisierung gravierende gesellschaftliche Folgen ergeben, kann mittlerweile als bestätigt gelten (Thiel 2020, S. 344 f.). Ein Ende des Veränderungsprozesses ist noch nicht absehbar, daher dürfte die Frage, welche Öffentlichkeit(en) Demokratien brauchen und wie sie diese schaffen können, »in den kommenden Jahren eines der politisch wichtigsten Themen« sein (Thiel 2020, S. 342).

Steffen Albrecht
Alma Kolleck

Literatur

- Assenmacher, D.; Clever, L.; Frischlich, L.; Quandt, T.; Trautmann, H.; Grimme, C. (2020): Demystifying Social Bots: On the Intelligence of Automated Social Media Actors. In: *Social Media and Society* 6(3), DOI: 10.1177/2056305120939264
- Beisch, N.; Schäfer, C. (2020): Internetnutzung mit großer Dynamik: Medien, Kommunikation, Social Media. Ergebnisse der ARD/ZDF-Onlinestudie 2020. In: *Media Perspektiven* 9/2020, S. 462–481
- Berners-Lee, T.; Cailliau, R. (1990): WorldWideWeb: Proposal for a HyperText Project. E-Mail vom 12.11.1990, www.w3.org/Proposal
- Bieber, C. (2020): Forschungsfragen der digitalen Öffentlichkeit. Ein Ausblick. In: Bedford-Strohm, J.; Höhne, F.; Zeyher-Quattlander, J. (Hg.): *Digitaler Strukturwandel der Öffentlichkeit. Interdisziplinäre Perspektiven auf politische Partizipation im Wandel*. Baden-Baden, S. 151–158
- Borucki, I.; Michels, D.; Marschall, S. (2020): Die Zukunft digitalisierter Demokratie – Perspektiven für die Forschung. In: *Zeitschrift für Politikwissenschaft* 30(2), S. 359–378
- Buchstein, H. (1996): Bittere Bytes: Cyberbürger und Demokratietheorie. In: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 44(4), S. 583–607
- Bundesregierung (2018): *Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung*. Stand: November 2018, www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf
- Dalton, R. (1998): Political Support in Advanced Industrial Democracies. In: Norris, P. (Hg.): *Critical Citizens. Global Support for Democratic Government*. Oxford u. a. O., S. 57–77
- Datenethikkommission der Bundesregierung (2019): *Gutachten der Datenethikkommission*. Berlin
- Deutscher Bundestag (2020): *Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz präsentiert Ergebnisse ihrer Arbeit*. Pressemitteilung vom 21.9.2020, www.bundestag.de/presse/pressemitteilungen/pm-200921-enquete-793960
- DiMaggio, P.; Hargittai, E.; Neuman, W.; Robinson, J. (2001): Social Implications of the Internet. In: *Annual Review of Sociology* 27, S. 307–336
- EK (Enquete-Kommission »Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale«) (2020): *Bericht der Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale*. Unterrichtung. Deutscher Bundestag, Drucksache 19/23700, Berlin
- Grunwald, A.; Banse, G.; Coenen, C.; Hennen, L. (2006): *Netzöffentlichkeit und digitale Demokratie. Tendenzen politischer Kommunikation im Internet*. Studien des TAB 18, Berlin
- Hempel, J. (2016): Social Media Made the Arab spring, But Couldn't Save It. *Wired.com*, 26.1.2016, www.wired.com/2016/01/

- social-media-made-the-arab-spring-but-couldnt-save-it
- Horz, C. (2019): Lasst uns ein Medium für die Bürgergesellschaft schaffen! In: *Der Tagesspiegel*, 19.1.2019, S. 30
- ICO (Information Commissioner's Office) (2020): RE: ICO Investigation Into Use of Personal Information and Political Influence. https://ico.org.uk/media/action-weve-taken/2618383/20201002_ico-o-ed-l-rtl-0181_to-julian-knight-mp.pdf
- Jungherr, A. (2017): Das Internet in der politischen Kommunikation: Forschungsstand und Perspektiven. In: *Politische Vierteljahresschrift* 58(2), S. 284–315
- Jungherr, A.; Jürgens, P. (2011): E-Petitionen in Deutschland: Zwischen niedrigschwelligem Partizipationsangebot und quasi-plebiszitärer Nutzung. In: *Zeitschrift für Parlamentsfragen* 42(3), S. 523–537
- Kersting, N. (2019): Online Partizipation: Evaluation und Entwicklung – Status quo und Zukunft. In: Hofmann, J.; Kersting, N.; Ritz, C.; Schünemann, W. (Hg.): *Politik in der digitalen Gesellschaft*. Bielefeld, S. 105–122
- Kneuer, M. (2020): E-Democracy. In: Klenk, T.; Nullmeier, F.; Wewer, G. (Hg.): *Handbuch Digitalisierung in Staat und Verwaltung*. Wiesbaden, S. 1–11
- Krafft, T.; Zweig, K. (2017): Ein Faktencheck. Ließ ein Algorithmus Trump triumphieren? In: *Informatik Spektrum* 40(4), S. 336–344
- Margolis, M.; Resnick, D. (2000): *Politics as Usual: The Cyberspace »Revolution«*. Thousand Oaks u. a. O.
- Marsden, C.; Meyer, T.; Brown, I. (2020): Platform Values and Democratic Elections: How Can the Law Regulate Digital Disinformation? In: *Computer Law & Security Review* 36, 105373
- Norris, P. (2000): *A Virtuous Circle. Political Communications in Postindustrial Societies*. Cambridge u. a. O.
- Pariser, E. (2011): *The Filter Bubble. What the Internet is Hiding From You*. New York
- Paschen, H.; Wingert, B.; Coenen, C.; Banse, G. (2002): *Kultur – Medien – Märkte. Medienentwicklung und kultureller Wandel*. Studien des TAB 12, Berlin
- Quandt, T. (2018): Dark Participation. In: *Media and Communication* 6(4), S. 36–48
- Rafaeli, S.; Sudweeks, F. (1998): Interactivity on the Nets. In: Sudweeks, F.; McLaughlin, M.; Rafaeli, S. (Hg.): *Network and Netplay. Virtual Groups on the Internet*. Menlo Park u. a. O., S. 173–189
- Rathenau Instituut (2020): *A Better Grip on Digitisation – An International Comparison of Parliamentary Working Methods*. Den Haag
- Riehm, U.; Böhle, K.; Lindner, R. (2013): *Elektronische Petitionssysteme. Analysen zur Modernisierung des parlamentarischen Petitionswesens in Deutschland und Europa*. Studien des TAB 35, Berlin
- Riehm, U.; Coenen, C.; Lindner, R.; Blümel, C. (2009): *Bürgerbeteiligung durch E-Petitionen. Analysen von Kontinuität und Wandel im Petitionswesen*. Studien des TAB 29, Berlin
- Riehm, U.; Wingert, B. (1995): *Multimedia – Mythen, Chancen und Herausforderungen*. Mannheim
- Sängerlaub, A.; Meier, M.; Rühl, W.-D. (2018): *Fakten statt Fakes. Verursacher, Verbreitungswege und Wirkungen von Fake News im Bundestagswahlkampf 2017*. Berlin, www.stiftung-nv.de/sites/default/files/sn_v_fakten_statt_fakes.pdf
- Schönberger, K. (2000): Der Mensch als Maschine. Flexibilisierung der Subjekte und Hartnäckigkeit des Technikdeterminismus. In: *Das Argument* 42(5/6), S. 812–823
- Sismondo, S. (2010): *An Introduction to Science and Technology Studies*. Chichester
- Stark, B.; Magin, M. (2019): *Neuer Strukturwandel der Öffentlichkeit durch Informationsintermediäre: Wie Facebook, Google & Co. die Medien und den Journalismus verändern*. In: Eisenegger, M.; Udris, L.; Ettinger, P. (Hg.): *Wandel der Öffentlichkeit und der Gesellschaft*. Wiesbaden, S. 377–406
- Sunstein, C. (2001): *Republic.com*. Princeton
- TAB (2017a): *Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit* (Oertel, B.; Kahlich, C.; Albrecht, S.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 173, Berlin
- TAB (2017b): *Social Bots* (Kind, S.; Jetzke, T.; Weide, S.; Ehrenberg-Silies, S.; Bovenschulte, M.). *Horizon-Scanning* Nr. 3, Berlin
- Thiel, T. (2020): *Demokratie in der digitalen Konstellation*. In: Riescher, G.; Rosenzweig, B.; Meine, A. (Hg.): *Einführung in die Politische Theorie*. Stuttgart, S. 331–349
- Weßels, B. (2018): *Politische Integration und politisches Engagement*. In: *Statistisches Bundesamt; Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (Hg.): Datenreport 2018. Ein Sozialbericht für die Bundesrepublik Deutschland*. Bonn, S. 350–357
- Wolfsfeld, G.; Segev, E.; Sheaffer, T. (2013): *Social Media and the Arab Spring: Politics Comes First*. In: *The International Journal of Press/Politics* 18(2), S. 115–137
- Yang, M. (2008): *Jenseits des »Entweder-Oder«: Internet als konventioneller Teil der Demokratie*. In: *kommunikation@gesellschaft* 9, S. 1–13
- Zarcostas, J. (2020): *How to Fight an Infodemic*. In: *The Lancet* 395(10225), S. 676

Sichtweisen und Wertvorstellungen zu wissenschaftlich-technischen Entwicklungen – Diskurs und Dialog in der Arbeit des TAB

Bürgerinnen und Bürgern, Nichtregierungsorganisationen, Vereinigungen und Verbänden kommen im Kontext der Diskussion und der Bewertung von Problemen und Problemlösungen steigende Bedeutung zu. Dieser partizipative Wandel spiegelt sich auch in der Arbeit des TAB wider. Seit September 2013 ist der Erfahrungs- und Meinungsaustausch mit gesellschaftlichen Akteuren durch systematische Diskursanalysen und Dialogverfahren eine der Aufgaben des IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung im Rahmen der Konsortialpartnerschaft des TAB. Dabei geht es um eine systematische Nutzung von Teilnahmeverfahren sowohl für die Generierung von Erkenntnissen für TAB-Projekte (Input) als auch für die Weiterverbreitung und Debatte von deren Ergebnissen (Output). Hierfür hat das IZT in den vergangenen Jahren das Konzept des »Stakeholder Panel TA« entwickelt und etabliert. Mit diesem Instrument werden seitdem empirische Umfragen auf der Grundlage verschiedener Erhebungsinstrumente durchgeführt.

Typisches Ziel von TA-Partizipationsprozessen ist die Früherkennung von Aspekten, bei denen Chancen und Gefahren umstritten sein können und diverse Hoffnungen und Sorgen bei unterschiedlichen Interessengruppen bestehen: Wer gehört zu den Gewinnern, wer zu den Verlierern von Veränderungsprozessen, welche politischen Handlungsoptionen könnten angestoßen werden, um die Chancen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen zu steigern und die Gefahren zu minimieren? Partizipative TA beim TAB ist darauf ausgerichtet, vielfältige Standpunkte und Problemsichten von gesellschaftlichen Gruppen, aber auch von Bürgerinnen und Bürgern strukturiert in die eigene Arbeit und in die Dialogprozesse des Deutschen Bundestages einzuspeisen.

Befragungen bieten eine klassische Herangehensweise, die Sichten von Akteuren einzubinden. Das Spektrum der Beteiligungsmöglichkeiten ist damit aber längst nicht ausgeschöpft: Neue, oft digitale Partizipationsformate bieten immer mehr Menschen die Möglichkeit, sich in diskursive TA-Verfahren einzubringen und sich so mit ihrem Wissen und ihren Erfahrungen an der vorausschauenden Bewertung aktueller wissenschaftlich-technischer Entwicklungen zu beteiligen. Für die TA beim Deutschen Bundestag eröffnen sie die Möglichkeit, den strukturierten Austausch mit gesellschaftlichen und politischen Gruppen, aber auch mit

wissenschaftlichen Expertinnen und Experten zu vereinfachen und zu stärken. Gleichzeitig können parlamentarische Diskussionen und Entscheidungen noch transparenter und teilhabeorientierter gestaltet werden. Im Folgenden stellen wir Beispiele aus der Arbeit des TAB vor, bei denen verschiedene Dialogprozesse im Mittelpunkt standen.

Stakeholder Panel TA und andere Dialogformate

Ziel des Stakeholder Panel TA ist es, Dialogprozesse zu wissenschaftlich-technischen Entwicklungen zu initiieren, die Sichtweisen unterschiedlicher gesellschaftlicher Gruppen in die Arbeit des TAB einzubringen und damit für den Deutschen Bundestag nutzbar zu machen. Hierbei sollen nicht nur fachliche, politisch-strategische und normative Aspekte berücksichtigt, sondern insbesondere auch gesellschaftliche Bedürfnisse und potenzielle Ansprüche im Kontext ausgewählter wissenschaftlich-technischer Entwicklungen identifiziert und abgebildet werden.

Formal besteht das Stakeholder Panel TA aus einem Kreis registrierter Mitglieder (Panel) aus verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen wie Politik und Verwaltung, Wissenschaft und Bildung, Wirtschaft, Umwelt- und Verbraucherschutz

sowie auch wenig bzw. nicht institutionell organisierten Bürgerinnen und Bürgern. In den ersten Jahren konnten insgesamt mehr als 2.500 Panelmitglieder gewonnen werden, die für Befragungen oder andere Dialogelemente angesprochen werden können. Da alle Befragungen öffentlich beworben werden, wächst das TA-Panel kontinuierlich.

Seit dem Start des Internetauftritts www.stakeholderpanel.de im November 2014 hat das IZT zum einen Befragungen im Panel zu Themen wie dem Ausbau der Stromnetze, der exzessiven Mediennutzung und Online-Bürgerbeteiligung durchgeführt. Zum anderen wurden in der aktuellen Legislaturperiode des Bundestages systematisch Bevölkerungsbefragungen ergänzt, wie beispielsweise eine repräsentative Befragung junger Menschen zu personalisierten Onlinemedien oder eine repräsentative Erhebung der deutschen Wohnbevölkerung zum Nutzen von Gesundheits-Apps.

Am Stakeholder Panel TA beteiligen sich bislang vorrangig Akteure, die über 30 Jahre alt sind. Für die gezielte Ansprache junger Menschen wurden deshalb jugendspezifische Formate ergänzt, darunter bundesweite persönliche Interviews mit 60 Erstwählerinnen und Erstwählern im Sommer 2017 oder eine Repräsentativbefragung junger Menschen über ein Online-Access-Panel zum TA-Projekt »Algorithmen in digitalen Medien und ihr Einfluss auf die Meinungsbildung«.

Jugendliche Teilnehmende des brandenburgischen Landeswettbewerbs »Jugend debattiert« diskutierten 2016 im Deutschen Bundestag das Thema »Sollen alle Computerspiele einen »Beipackzettel« erhalten?« »Jugend debattiert« ist ein Schülerwettbewerb unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten, bei dem die Debatanten entweder die Pro- oder die Kontrapositionen vertreten und sich nach festen Regeln zum Thema austauschen. Der Wettbewerb will so junge Menschen zum qualifizierten Mitgestalten in der Demo-

kratie anregen. Die Debatte war Teil des öffentlichen Fachgesprächs des TAB zur Präsentation und Diskussion der Ergebnisse des TA-Projekts »Neue elektronische Medien und Suchtverhalten«.

TAB-Sensor

Die etablierten Veröffentlichungsformate des TAB werden seit August 2018 um eine handliche und reich illustrierte Publikation erweitert. In der Publikationsreihe TAB-Sensor werden zu ausgewählten Themen Befragungsergebnisse aus dem Stakeholder Panel TA visuell einprägsam in Kurzbroschüren aufbereitet. Das lesefreundliche Format soll auch zur Teilnahme beim Stakeholder Panel TA motivieren. Der TAB-Sensor soll für alle am Thema Interessierte einen schnellen Einstieg in TA-Analysen ermöglichen und dabei systematisch auf die TA beim Deutschen Bundestag bzw. die verfügbaren TAB-Ergebnisse hinweisen. Bislang erschienen sind drei Ausgaben:

- » TAB-Sensor Nr. 1: Wie bewerten junge Menschen personalisierte Online-medien?
- » TAB-Sensor Nr. 2: Wie werden Gesundheits-Apps genutzt und bewertet?
- » TAB-Sensor Nr. 3: Wer kennt und nutzt Petitionen an den Deutschen Bundestag?

Ein weiterer TAB-Sensor ist derzeit in Bearbeitung und wird Anfang 2021 die Ergebnisse einer für Deutschland wohnbevölkerungsrepräsentativen Erhebung zur Telemedizin dokumentieren.

Erprobung neuer Veranstaltungsformate

Im September 2019 wurde erstmals das neue Veranstaltungsformat »TAB im Foyer – Zukunftstechnologien im Blick« im Deutschen Bundestag durchgeführt, um die Sichtbarkeit der TA im Parlament sowie den Dialog zwischen Abgeordneten, Mitarbeitenden der Fraktionen und

der Bundtagsverwaltung, den Projektzuständigen des TAB sowie in den Projekten beteiligten weiteren Expertinnen und Experten über aktuelle TA-Themen zu stärken. Dabei boten Informationsstände zu den TAB-Untersuchungen »Additive Fertigungsverfahren« und »Wettlauf in eine neue Weltraumära« und -Publikationen – wie der kurz zuvor erschienene TAB-Sensor zu Gesundheits-Apps – die Gelegenheit, sich über neue Technologien und ihre vielfältigen Wechselwirkungen mit Gesellschaft und Umwelt zu informieren. Besonders Interesse erweckten bei Parlamentariern und Tagesbesuchern des Bundestages die ausgestellten Produktinnovationen: So präsentierte die EOS GmbH – ein weltweit führender Technologieanbieter im 3-D-Druckbereich aus München – Produkte aus der industriellen additiven Fertigung: vom individualisierten Fahrradhelm oder Sportschuh über medizinische Produkte bis hin zu industriellen Werkzeugen. Und die Planetary Transportation Systems GmbH, ein deutsches New-Space-Unternehmen, stellte sein Mondauto aus,

Dritte Ausgabe des TAB-Sensors

Wer kennt und nutzt Petitionen an den Deutschen Bundestag? Und wie haben die Menschen vom Petitionsrecht erfahren? Der **TAB-Sensor Nr. 3** nähert sich diesen Kernfragen aus der Sicht von Internetnutzerinnen und -nutzern mit Wohnsitz in Deutschland. Auch über die Bekanntheit von außerparlamentarischen Petitions- bzw. Kampagnenportalen in der Bevölkerung wird im neuen TAB-Sensor berichtet.

Die bundesweite Repräsentativbefragung stellt einen Baustein der Untersuchung des TAB zum Thema »Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung« dar (hierzu der Beitrag auf S. 42 ff.).



das mit einem elektrischen Allradantrieb, kippbaren Solarmodulen, wiederaufladbaren Batterien und hochauflösenden Kameras in Wissenschaftsqualität ausgestattet dennoch nur 30 kg auf die Waage bringt. TAB im Foyer soll auch zukünftig weitergeführt werden – die nächste Umsetzung ist derzeit für das Frühjahr 2021 geplant, sofern die aktuellen Coronabeschränkungen dies erlauben.

TA-Studien zur Bürgerbeteiligung

Auch in den TA-Studien werden – da, wo es möglich und sinnvoll ist – neue und partizipative Formate integriert. Für die Bewertung von Gesundheits-Apps als so-

ziale Innovation wurde beispielsweise ein partizipativer, moderierter Stakeholderdiskurs durchgeführt. Hier wurden sowohl zukünftige Entwicklungspfade von Gesundheits-Apps kritisch als auch potenzielle gesellschaftspolitische Handlungs- und Gestaltungsfelder gewürdigt. Kürzlich wurde zudem eine Studie »Nutzenpotenziale innovativer und partizipativer methodischer Verfahren für den Deutschen Bundestag« abgeschlossen. Sie kann als Grundlage herangezogen werden, um in der kommenden Runde der Themenfindung des Bundestages für die TAB-Arbeit sowie der anschließenden Projektkonzeption und Beschlussfassung neuer TA-Studien partizipative Verfahren gezielt berücksichtigen zu können (hierzu der Beitrag auf S. 55 ff.).

In den vergangenen Jahren hat der Deutsche Bundestag vielfältige Erfahrungen mit der konkreten Umsetzung von Angeboten der Online-Bürgerbeteiligung gesammelt. Sowohl die Enquete-Kommission Internet und digitale Gesellschaft (2010–2013) mit ihren neuartigen webbasierten Herangehensweisen und Beteiligungsformaten als auch die vom Petitionsausschuss geschaffenen Möglichkeiten, Petitionen beim Deutschen Bundestag über das Internet einzureichen, mitzuzeichnen und mit anderen zu diskutieren, haben große öffentliche Beachtung erfahren. Nachdem das TAB bereits die Einführung elektronischer und öffentlicher Petitionen ab 2005 durch mehrere Untersuchungen begleitet hatte, wurde sich in einem von der Enquete-Kommission Internet und digitale Gesellschaft initiierten, vielbeachteten Projekt 2015/2016 den Erfahrungen und Möglichkeiten der Online-Bürgerbeteiligung an der Parlamentsarbeit gewidmet. Hierfür lieferte eine große Stakeholder-Panel-TA-Befragung wichtige Ergebnisse.

2019 wurde dann vom Petitionsausschuss die Konzeption und Durchführung bevölkerungsrepräsentativer Befragungen durch das TAB zur Bekanntheit und Nutzung von Petitionen an den Deutschen Bundestag angeregt. Die Studie zur Online-Bürgerbeteiligung wurde u. a. im Bundestag in unterschiedlichen Gremien präsentiert. Auch die aktuellen Ergebnisse zur Bekanntheit und Nutzung von Petitionen (hierzu der Beitrag auf S. 42 ff. sowie der TAB-Sensor Nr. 3) wurden nicht nur den Abgeordneten des Deutschen Bundestages, sondern auf der Tagung der Vorsitzenden und stellvertretenden Vorsitzenden der Petitionsausschüsse des Bundes und der Länder im September dieses Jahres auch den Vertreterinnen und Vertretern der Landesparlamente vorgestellt.

*Britta Oertel
Michaela Evers-Wölk*

Abb.

TAB im Foyer (September 2019)



Horizon-Scanning oder wie eine Foresightmethode zur Technikfolgenabschätzung kam

Seit 2013 gehört zum methodischen Spektrum des TAB auch das Horizon-Scanning, das vom Konsortialpartner VDI/VDE-IT in regelmäßigen Abständen durchgeführt wird. Horizon-Scannings sind oftmals ein erster Schritt in umfangreicheren Prozessen der strategischen Vorausschau (Foresight) (Habegger 2009), mittels derer systematisch nach schwachen Signalen, also frühen Anzeichen für sich abzeichnende Veränderungen, gesucht wird (Ansoff 1980; Glenn/Gordon 2009; Lang 1998; Lasinger/Lasinger 2011). Diese Veränderungen können sich beispielsweise in Form von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen und Technologien sowie in Form neuer sozioökonomischer Themen und Entwicklungen zeigen (Cuhls 2019). In typischen Foresightprozessen werden die durch Horizon-Scannings gewonnenen Erkenntnisse aufbereitet und für weitere Analysen anschlussfähig gemacht. So können sie beispielsweise als Grundlage für Delphibefragungen oder für die Entwicklung von Szenarien dienen.

Das von der VDI/VDE-IT konzipierte und methodisch kontinuierlich weiterentwickelte Horizon-Scanning für das TAB greift die beschriebene Grundfunktion von Horizon-Scannings auf, wurde jedoch zusätzlich auf die spezifischen Anforderungen einer umfassenden TA für den Deutschen Bundestag angepasst. So werden primär neue technologische Entwicklungen beobachtet und systematisch auf ihre Chancen und Risiken bewertet. Ziel ist es, technologische, ökonomische, ökologische, soziale und politische Veränderungspotenziale möglichst früh zu erfassen und zu beschreiben und dadurch einen Beitrag zur forschungs- und innovationspolitischen Orientierung und Meinungsbildung des ABFTA zu leisten.

Die Ergebnisse des Horizon-Scannings werden als Themenkurzprofile aufbereitet und veröffentlicht. Das bisher entstandene Themenspektrum der Kurzprofile umfasst neue wissenschaftlich-technischen Entwicklungen u. a. in den Bereichen Arbeitswelt, Architektur, Biotechnologie, Digitalisierung, Ernährung, Klima- und Umweltschutz, Plattformökonomien, Raumfahrt sowie Zahlungsverkehr.

Die Entwicklung des Horizon-Scannings im TAB

Methodisch verknüpft das Horizon-Scanning der VDI/VDE-IT seit Beginn soft-

waregestützte Such- und Analyseschritte mit expertenbasierten Validierungs- und Bewertungsprozessen. Somit verbindet es die Vorteile qualitativer Herangehensweisen wie Offenheit und Flexibilität mit der höheren Objektivität und Generalisierbarkeit quantitativer Ansätze, die zu meist aus größeren Fallzahlen resultieren.

Die Anfänge des Horizon-Scannings: softwaregestützte quantitative Inhaltsanalyse und Experten-Know-how

Das Horizon-Scanning von 2013 bis 2018 basierte im Wesentlichen auf zwei parallelen Vorgehensweisen: einer Themenidentifizierung durch Expertinnen und Experten der VDI/VDE-IT unter Einbeziehung des Know-hows des gesamten TAB-Konsortiums und einer softwaregestützten quantitativen Textanalyse mit dem Computerprogramm »Atlas.ti«. Zu Beginn eines jeden Horizon-Scanning-Zyklus stand damals ein intensives Brainstorming, indem zunächst eine umfassende, gemeinsame Ideensammlung zu aktuellen wissenschaftlich-technischen Trends entstand (Longlist). Diese wurde in mehreren systematischen Reflexionsgesprächen zu einer finalen Kurzliste verdichtet (Shortlist). Parallel dazu wurden Quellen unterschiedlicher Provenienz systematisch und mittels »Atlas.ti« softwaregestützt durch die Teammitglieder codiert. Das Schema der VDI/VDE-IT

umfasste Codes zu Megatrends, Subtrends, Schlüsseltechnologien, Wirtschaftszweigen, Zukunftsbildern, Zeithorizonten und die in Foresightprozessen zur Analyse eines Themas häufig verwendeten STEEP+VL-Faktoren (social, technological, economic, ecologic, political, values, legal = gesellschaftlich, technisch, wirtschaftlich, ökologisch, politisch, ethisch, rechtlich).

Die eingeleseenen Texte korrespondierten inhaltlich zum Teil mit den im Brainstorming generierten Ideen und bereits validierten Themen der Shortlist, zum Teil wurden sie nach dem Zufallsprinzip ausgewählt, um durch die Quellenauswahl verursachte Verzerrungen bei der Datenauswertung zu vermeiden. Auf Basis der softwaregenerierten (Co-Occurrence-)Matrix, welche die Häufigkeiten des gemeinsamen Auftretens unterschiedlicher Codes zeigte, ließen sich sowohl technisch-wissenschaftliche Entwicklungen in den bereits validierten Themen als auch neue, ergänzende Themen entdecken. In der Matrix wurde zur Identifizierung ergänzender Themen nach Auffälligkeiten (ausgeprägt hohe Anzahl der gemeinsamen auftretenden Codes, ausgeprägt geringe Anzahl der gemeinsam auftretenden Codes, Unwahrscheinlichkeit eines gemeinsamen Auftretens zweier Codes etc.) gesucht. Zu den identifizierten Auffälligkeiten wurden die korrespondierenden codierten Zitate angezeigt und auf thematische Kohärenz und Relevanz geprüft. Erst wenn diese gegeben waren, konnte auf Basis der Zitate ein ergänzendes Thema abgeleitet werden.

Nach einigen durchgeführten Zyklen des Horizon-Scannings mit der beschriebenen Methodik zeigte sich, dass der Aufwand für die Codierung der Texte im Rahmen der softwaregestützten Inhaltsanalyse im Verhältnis zu der Anzahl und Qualität der gefundenen Themen zu hoch ist. Um den Aufwand für die softwaregestützten Such- und Analyseschritte zu reduzieren, sollten deshalb effizientere Verfahren zum Einsatz kommen. Ein entscheidender Erfolgsfaktor für die im Re-

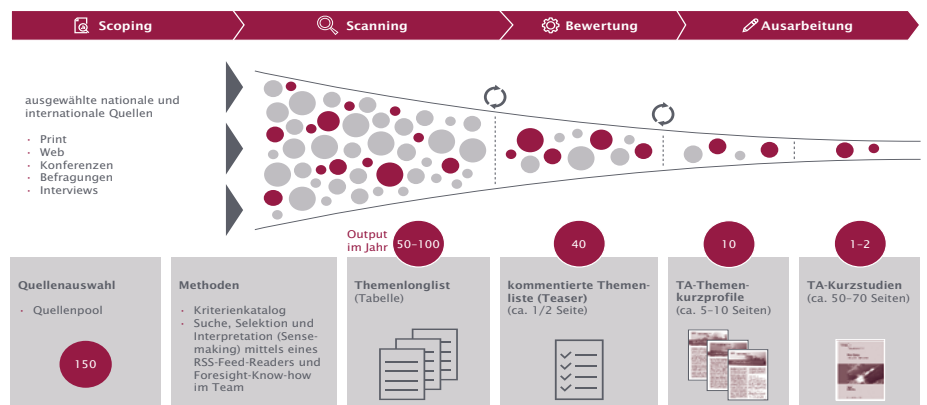
visionsprozess des Horizon-Scannings realisierte Effizienzsteigerung war, dass bereits eine fundierte und validierte Quellenbasis aus thematisch breit gefächerten Blogs, Fachzeitschriften, Veröffentlichungen von Forschungsinstitutionen, Beratungsunternehmen und parlamentarischen TA-Einrichtungen sowie populärwissenschaftlichen Zeitschriften und nationalen und internationalen Tages- und Wochenzeitungen existierte, die die Grundlage für eine weitgehend automatisierte Artikelsuche bilden konnte, die davor ausschließlich händisch durchgeführt worden war. Zudem ergab die Evaluation der Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Vorgehensweise des Horizon-Scannings, dass die Qualität der durch Expertinnen und Experten gefundenen Themen jenen Themen aus der softwaregestützten Inhaltsanalyse zumeist überlegen war. Als Konsequenz des Revisionsprozesses sollte im nachfolgenden Horizon-Scanning deshalb der qualitative expertenbasierte Ansatz gestärkt und zusätzlich eine Teilautomatisierung erprobt werden.

Das Horizon-Scanning heute: Teilautomatisierung durch RSS-Feed-Reader und Stärkung der expertenbasierten Vorgehensweise

In der praktischen Umsetzung wird das Horizon-Scanning heute als Kombination einer teilautomatisierten Artikelsuche mittels eines webbasierten RSS-Feed-Readers sowie eines ausgeweiteten expertenbasierten Such-, Validierungs- und Bewertungsprozesses durchgeführt. Die Identifizierung von möglicherweise TA-relevanten Texten und Inhalten ist dadurch zu einem gewissen Grad automatisiert. Ein nicht unbeträchtlicher Teil an Informationen wird zusätzlich expertenbasiert und damit händisch gefunden und bewertet.

Der Prozess beginnt mit der Ergänzung neuer Quellen zum bereits existierenden Quellenpool (Scoping). Im Schnitt werden Informationen aus ca. 150 nationalen

Abb. 1 Horizon-Scanning zur strategischen Früherkennung von relevanten Themen für die Technikfolgenabschätzung



und internationalen Onlinequellen und Printmedien verarbeitet. Darüber hinaus werden einmal im Jahr im Rahmen einer VDI/VDE-IT-internen Befragung von ca. 500 Expertinnen und Experten nach zukunftsrelevanten technologischen Entwicklungen die besten Themen in einem Wettbewerb gekürt.

Hiernach erfolgt die Scanningphase: Mittels eines webbasierten RSS-Feed-Readers wird der Quellenpool analysiert, um Artikel und Beiträge auf strukturierte Weise zu sammeln.

Parallel dazu erfolgt der expertenbasierte Prozess, der die softwaregestützte Suche ergänzt. Die gesammelten und aufbereiteten Informationen werden mithilfe des Know-hows der beteiligten Expertinnen und Experten sowohl im Team der VDI/VDE-IT als auch im gesamten TAB schrittweise bewertet und validiert.

Zur Auswahl potenzieller Themenvorschläge werden die folgenden Kriterien angewendet:

- > Gesellschaftlicher Diskurs: Über das Thema wird in den Medien berichtet; es zeichnen sich Kontroverse bzw. Konfliktlinien ab, gesellschaftliche Akteure nehmen Stellung.
- > Themencharakteristik: Das Thema repräsentiert eine technologische

Entwicklung bzw. Innovation und berührt soziale, ökonomische, ökologische, ethische oder geopolitische Fragestellungen.

- > Zeithorizont: Es ist zu erwarten, dass das Thema in den nächsten 5 bis 10 Jahren die politische und gesellschaftliche Diskussion weiter beschäftigen bzw. an Bedeutung zunehmen wird.
- > Relevanz: Es besteht ein gesteigerter Informationsbedarf, ggf. ist die Anpassung des legislativen Rahmens erforderlich. Es werden ein oder mehrere politische Handlungsfelder adressiert.

Im Auswahlprozess entsteht analog der ursprünglichen Longlist zunächst eine Liste mit ca. 50 bis 100 Themen. Als ein weiterer Schritt wird eine Informationssammlung zu identifizierten wissenschaftlich-technischen Trends in Form von annotierten Themenüberschriften (Teaser) erstellt, die hinsichtlich ihrer Relevanz und Eignung für eine weiterführende Analyse diskutiert wird (vergleichbar mit ehemaliger Shortlist). Ergebnis dieser Diskussion ist eine finale Liste von Themen, zu denen der TA-Berichterstatttergruppe des ABFTA Themenkurzprofile vorgelegt werden. Pro Jahr werden im heutigen Horizon-Scanning ca. 40 Teaser und 10 Themenkurzprofile erarbeitet.

Bis zum Frühjahr 2020 wurden rund 750 potenziell TA-relevante Themen im Ho-

Zukünftige Technologien zur Untersuchung technologischer Zukünfte

In der Forschung zur Technikfolgenabschätzung (TA) herrscht ein ausgeprägtes Methodenbewusstsein vor (Grunwald 2009). Doch speziell die bei TA-Untersuchungen eingesetzten Technologien werden kaum je zum Gegenstand der Betrachtung, und dies, obwohl bei digitalen Technologien für Kernaufgaben der TA, wie die Erfassung von wissenschaftlicher Evidenz und von gesellschaftlichen Meinungen, sowie für ihre synthetische Darstellung im letzten Jahrzehnt beträchtliche Fortschritte gemacht wurden. Manche dieser Technologien haben eine Reife erreicht, die die Frage aufwirft, ob eine neue Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine nicht angezeigt wäre. In diesem abschließenden Beitrag des TAB-Brief-Schwerpunkts soll nach vorne geschaut und gefragt werden, welche Zukunftsperspektiven neue, insbesondere digitale Technologien für die praktische TA-Arbeit eröffnen.

Für visionäre Ausblicke lohnt sich ein Blick auf die Berichterstattung zur KI-Forschung. Diese suggeriert, dass die Fortschritte beim Einsatz von KI bereits die wissenschaftlichen Produktionsprozesse erreicht haben. Während sich die Erwartungen der 1980er Jahre nicht erfüllt haben, künstliche Intelligenz könnte eigene wissenschaftliche Entdeckungen beisteuern (Collins 1989), wird ihr gegenwärtig zumindest das Potenzial zugeschrieben, wissenschaftliche Ergebnisse darstellen zu können, wie sich jüngst an zwei Fallbeispielen zeigte:

➤ 2019 gab Springer Nature das erste maschinell generierte Fachbuch heraus. Das knapp 250 Seiten starke Werk, das den Forschungsstand zum Thema Lithium-Ionen-Batterien (einer Technologie, deren Entwicklung im selben Jahr mit dem Nobelpreis geehrt wurde) darstellen sollte, wurde – abgesehen von einer Einleitung – vollständig von einem KI-Algorithmus erstellt. Dieser hatte aktuelle wissenschaftliche Texte aus Datenbanken zusammengefasst und – in Kapiteln geordnet – in gewissermaßen eigenen Worten wiedergegeben (Writer 2019). Das Ziel war, Forschenden einen schnellen Überblick über die aktuelle Forschungsliteratur des Themengebiets zu bieten. Der Herausgeber bezeichnete das Werk selbst als Experiment bzw. als Prototyp, der das Potenzial habe, eine neue Ära wissenschaftlichen Publizierens einzuleiten (Writer 2019, S. v). Es sei zu erwar-

ten, dass sich die Rollen der Forschenden wie auch der wissenschaftlichen Autoren grundlegend wandeln werden.

➤ Ein Jahr später, Anfang 2020, erlangte das KI-Programm »GPT-3« der Firma OpenAI (Brown et al. 2020) große mediale Aufmerksamkeit. Es war in der Lage, auf Basis eines Sprachmodells mit bis dahin nie erreichten 175 Mrd. Parametern (also Gewichtungen innerhalb des Modells, die aus den Trainingsdaten gewonnen wurden) ganz unterschiedliche Textsorten in einer scheinbar sinnhaften, von menschlichen Texten kaum unterscheidbaren Form zu generieren (Graf 2020). Die Textsorten reichten dabei von Computercodes und Übersetzungen bis hin zu einem Meinungsbeitrag für die britische Zeitung »The Guardian« (2020). Auch philosophisch anmutende Essays über Intelligenz wurden von dem System verfasst (Sabeti 2020). Die Erzeugung des Textes erfolgte ohne ein spezielles Training für die jeweilige Aufgabe, wie es für andere Sprachgeneratoren notwendig ist. Das System konnte anhand von wenigen Beispielen, die ihm vorgegeben worden waren, seine Aufgabe erschließen (Graf 2020).

Blicken wir also in eine Zukunft, in der auch die TA-Arbeit zunehmend von Softwaresystemen übernommen wird? Wie wäre eine solche Entwicklung zu bewerten? Würde sie zu einer Erleichterung und Effizienzsteigerung der Arbeit führen? Oder wäre sie aufgrund der Risiken (man-

gelnde Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse, Fehler bei der Übertragung von Daten, Manipulierbarkeit der Systeme, weitere, bisher noch nicht absehbare Risiken) eher als problematisch einzuschätzen?

Ein genauerer Blick auf die beiden Beispiele zeigt, dass diese Fragen derzeit noch nicht beantwortet werden können. Denn wie so oft bei technologischen Entwicklungen ist der Hype darum weniger in der Substanz der Entwicklung als in den Erwartungen der Rezipienten und der Aufmerksamkeitsökonomie der Öffentlichkeit begründet. So konnte das maschinengeschriebene Fachbuch nur entstehen, weil Informatiker mit Fachexpertinnen und -experten sowie Redakteurinnen und Redakteuren eng zusammengearbeitet und die Parameter des Algorithmus über zahlreiche Rückmeldungsschleifen manuell angepasst hatten. Bei der Umsetzung zeigten sich viele offenkundige Mängel, beispielsweise erwies es sich als schwierig, Textbeiträge sowohl kreativ als auch akkurat und kohärent zusammenzustellen bzw. zu formulieren. So verzeichnete das Ergebnis vielfach fachliche Ungenauigkeiten bzw. Inkorrektheiten (Writer 2019, S. xxi). Auch viele der veröffentlichten Texte von »GPT-3«, die gerade aufgrund ihrer sprachlichen Qualität beachtet wurden, erwiesen sich als editorisch nachbehandelt und aus mehreren Entwurfsfassungen zusammengestellt. Außerdem machten spezifischere Tests deutlich, dass das Programm kein Verständnis des Gegenstands der Texte entwickelt und daher nicht in der Lage ist, den Sinn von an es gestellten Fragen zu erfassen (Marcus/Davis 2020).

Es besteht somit durchaus Grund zu der Erwartung, dass menschliche Kompetenzen in der absehbaren Zukunft weiterhin für die Verfassung von qualitativ hochwertigen und belastbaren Synthesen und Analysen von zentraler Bedeutung bleiben (Sutherland/Wordley 2018) und dass Technologien der künstlichen Intelligenz allenfalls ein Hilfsmittel darstellen werden, den Prozess der Erstellung von fachlich-

chen Übersichten oder der Formulierung von Texten zu vereinfachen und ggf. zu beschleunigen (Writer 2019, S. ix u. xi). Allerdings ist zu fragen, wie sich solche neuartigen technischen Hilfsmittel in die praktische Durchführung von TA-Untersuchungen integrieren lassen. Die folgenden Betrachtungen sind vor diesem Hintergrund weniger als Prognosen, sondern als Beitrag zu einer vorausschauenden Reflexion über die Rolle und die Methoden der (parlamentarischen) TA zu verstehen.

Technologische Entwicklungen

Parlamentarische TA, wie sie das TAB für den Deutschen Bundestag leistet, zeichnet sich insbesondere durch ihre wissenschaftliche Orientierung (und die damit verbundene Überparteilichkeit) aus, die sich in politischen Kontroversen, Wertkonflikten und bei zukunftsbezogenen Fragestellungen bewähren muss, außerdem durch ihre Ausrichtung auf den Beratungsbedarf sowie die Einflussmöglichkeiten des Parlaments und durch entsprechend abgestimmte Handlungsoptionen (Grunwald 2013, S. 91). Aus dem vielfältigen Spektrum der Arbeitsschritte von TA-Untersuchungen sollen zwei herausgehoben werden, die typisch für die Anforderungen an TA im parlamentarischen Kontext sind und zu denen sich interessante Entwicklungen im Umfeld der wissenschaftsbasierten Politikberatung beobachten lassen. Dabei handelt es sich um erstens die umfassende und systematische Erfassung, Auswertung und zusammenfassende Integration wissenschaftlicher Literatur zu einem gegebenen Thema (»evidence synthesis«) sowie zweitens die Einbeziehung außerwissenschaftlicher Perspektiven und Standpunkte (Stakeholderbeteiligung). Diese zwei Schritte unterscheiden sich in der Art der Quellen, die verarbeitet werden und für die die anzuwendenden Technologien konzipiert sind, sowie in den Methoden der Bewertung der jeweiligen Quellen. Im Folgenden werden Technologien vorgestellt, die

künftig einen Mehrwert für den jeweiligen Schritt darstellen könnten.

Erfassen und Auswerten wissenschaftlicher Evidenz

Eine Kernaufgabe der TA ist die neutrale Darstellung des Wissensstandes zu wissenschaftlich-technischen Entwicklungen. Das zu einem gegebenen Thema verfügbare Wissen kann als Evidenz bezeichnet werden, dabei kann es sich um gesicherte Evidenz handeln, wie beispielsweise die in wissenschaftlichen Fachzeitschriften nach Kontrolle durch Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftler (»peer review«) veröffentlichten Erkenntnisse, aber auch um andere Arten wie anekdotische Evidenz, die als solche gekennzeichnet werden. Für die Evidenzdarstellung im Rahmen einer TA-Untersuchung müssen Daten aus unterschiedlichen Quellen (in der Regel, aber nicht ausschließlich wissenschaftliche Literatur) umfassend erhoben, zusammengeführt, bewertet und in die Analyse einbezogen werden, zielgerichtet auf das jeweilige Untersuchungsthema und die damit verbundenen Fragestellungen. Für die Erstellung des Korpus von relevanten Studien müssen Abstracts gescreent, nach Themen sortiert und ihre Relevanz für die Analyse eingeschätzt werden. Daran anschließend erfolgt die zielgruppen-gerechte Zusammenfassung der Informationen der Studien. Vorgehensweisen mit ähnlichen Anforderungen gibt es in Wissenschaftsfeldern wie der Gesundheits- und der Klimaforschung, bei denen es ebenfalls um verlässliches, »sozial robustes« (Nowotny 2003) Wissen zu potenziell konflikträchtigen Themen geht.

In der Gesundheitsforschung werden schon seit längerem Softwaresysteme angeboten, welche die systematische manuelle Codierung von Daten bzw. Studien (z. B. untersuchte Substanz, gesundheitliche Auswirkungen, Art der Studie – Tier-, Human-, Zell-, In-vitro-Studien) und die darauf basierende Analyse von Ergebnis-

sen erleichtern (Marshall/Wallace 2019). Dabei wirft allerdings – außer in sehr speziellen Themenfeldern – die schiere Menge an wissenschaftlichen Veröffentlichungen zunehmend Kapazitätsprobleme bei der Verarbeitung auf. Entsprechend werden hauptsächlich drei Ansätze verfolgt, um diesen Problemen effektiv begegnen zu können:

- » die softwaregestützte Organisation kollaborativer Reviews,
- » die KI-gestützte Erfassung und Auswertung wissenschaftlicher Publikationen sowie
- » die systematische Evidenzkartierung.

Softwaregestützte Organisation kollaborativer Reviews

Einige auf dem Markt verfügbare Softwaresysteme unterstützen die Einbindung einer breiten Expertengemeinschaft in kollaborative Reviews der wissenschaftlichen Literatur. Sie werden beispielsweise bei der Erstellung von »clinical reviews« in der Medizin verwendet. Mit ihrer Hilfe kann das Analyseraster festgelegt und mit dem Netzwerk von Reviewern geteilt werden, Studien können zur Begutachtung zugeteilt und der Fortschritt des Prozesses kann zentral überwacht werden. Auch die Methode des Crowdsourcing spielt für die Beteiligung an der Bewertung wissenschaftlicher Studien zunehmend eine Rolle. Bei dieser »interaktive[n] Form der Wertschöpfung unter Nutzung moderner IuK-Techniken«, in deren Rahmen »einzelne Aufgaben [...] an eine Vielzahl von Nutzern oder Interessenten ausgelagert [werden]« (Kollmann/Markgraf 2018), können viele Personen zur Sammlung relevanter Daten herangezogen und die Erfassung unterschiedlicher wissenschaftlicher Beiträge beschleunigt werden. Crowdsourcing kommt z. B. bei der Verfassung der »Cochrane Croud Health Reviews« (<http://crowd.cochrane.org/>) zur Anwendung sowie in Verbindung mit der teilautomatischen Erfassung wissenschaftlicher Veröffentlichungen (Shackelford et al. 2020).

KI-gestützte Erfassung und Auswertung wissenschaftlicher Publikationen

Eine Weiterentwicklung der software-gestützten kollaborativen Reviews wissenschaftlicher Studien stellt KI-Software dar, die auf Text-Mining und maschinellem Lernen beruht, um die für das Screening von wissenschaftlichen Studien erforderliche Zeit zu reduzieren bzw. große Datenmengen zu verarbeiten. Die Erfassung und Verarbeitung unstrukturierter Daten, wie sie wissenschaftliche Literatur darstellt, haben in den letzten Jahren beachtliche Fortschritte gemacht. Außer in der Primärforschung (z. B. bei gesundheitsbezogenen Daten aus Patientenakten) werden entsprechende Systeme auch etwa in der Klimaforschung eingesetzt, um die sehr schnell wachsende Menge an wissenschaftlichen Erkenntnissen zu verarbeiten, welche für eine Entscheidungsfindung relevant sein können (Sethi et al. 2020; Fisch-Romito et al. 2020). Text-Mining-Tools werden als Erweiterung spezialisierter Datenbanken angeboten, als webbasierte Anwendungen oder Software, in welche Daten zur Analyse eingepflegt werden, sowie als Bestandteil größerer Softwarepackages (Glanville 2019).

Trotz der Verfügbarkeit auf dem Markt bleiben bei der Anwendung von Softwaretools für die Erfassung und Auswertung wissenschaftlicher Studien viele Herausforderungen. Westgate et al. (2018) weisen auf die linguistische Variabilität und unterschiedliche Darstellung von Daten hin. Zudem wird die Leistungsfähigkeit existierender Tools nur selten evaluiert oder verglichen. Auch fehlen Standards für ihre Validierung. Diese Probleme stellen sich auch Versuchen entgegen, Methoden zur mehr oder weniger automatischen Zusammenfassung von Inhalten aus mehreren Textquellen zu entwickeln, wie das eingangs geschilderte Beispiel des KI-Programms »GPT-3« belegt. Zwar wird intensiv an entsprechenden Anwendungen geforscht

(u. a. Mutlu et al. 2019; Zhang et al. 2019; El-Kassas et al. 2021), doch die Zusammenführung und gebündelte Darstellung von wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren auf einem komplexen Zusammenspiel ganz unterschiedlicher Tätigkeiten und lassen sich daher schwer automatisieren (Nakagawa et al. 2020). Die vorhandenen Technologien sind noch nicht in der Lage, die Analyse von Daten zu automatisieren (Marshall/Wallace 2019, S. 7 f.).

Systematische Evidenzkartierung

In manchen Wissenschaftsbereichen ist jedoch ein so schneller Zuwachs an neuem Wissen und neuen Informationen zu beobachten, dass die Entwicklung zeitnah nur mit technologischer Unterstützung zu erfassen sein dürfte (Nakagawa et al. 2020). Die systematische Evidenzkartierung stellt eine Möglichkeit dar, mit dieser Herausforderung umzugehen (Haddaway et al. 2016). Sie produziert abfragbare Evidenzdatenbanken der relevanten Studien mitsamt ihrer Metadaten sowie einem Bericht und ggf. einem Geoinformationssystem (Haddaway et al. 2016, S. 613). Angewendet werden sie in unterschiedlichen Entscheidungskontexten. Manche solcher Datenbanken stellen Zusammenhänge in Form von Datenvisualisierungen dar (Haddaway et al. 2019, S. 8). Der »EviAtlas« (Haddaway et al. 2019), ein auf der für statistische Analysen entwickelten Programmiersprache R basierendes Open-Access- und Open-Source-Tool für die Produktion von interaktiven Tabellen und Grafiken zur Visualisierung des Forschungsstands zu einem Thema, stellt ein interessantes Beispiel dar. Eingepflegte Daten müssen zunächst umfangreich codiert werden, dafür können mit seiner Hilfe künftige – zum Zeitpunkt der Dateneinspeisung noch unbekannte – Fragen beantwortet und Forschungslücken identifiziert werden. Mit der Codierung können zudem KI-Algorithmen trainiert werden, um die Sammlung relevanter Studien, Screening und Datenextraktion zu unterstützen (Marshall/Wallace 2019).

Bei der Erstellung von systematischen Evidenzdatenbanken wird auch Crowdsourcing in der Forschung etwa zu Gesundheitsrisiken und Katastrophen ergänzend eingesetzt, wobei zusätzlich die Relevanzbewertung und die kontinuierliche Aktualisierung der Datenbank mithilfe von maschinellem Lernen teilautomatisiert werden können (Shackelford et al. 2020).

Die systematische Evidenzkartierung wird zunehmend für unterschiedliche Themenfelder eingesetzt, wie z. B. existenzielle und globale katastrophische Risiken (Shackelford et al. 2020) und den Naturschutz (Sutherland et al. 2019). Auch in weiteren Bereichen, wie etwa in der Chemikalienpolitik und im Risikomanagement, könnten sie Vorteile bringen (Wolfe et al. 2019). Solche Ansätze könnten in der TA insbesondere für umfangreiche Themen interessant sein, die ein transformatives Potenzial für ganze Wirtschaftszweige darstellen und sich rasch entwickeln (z. B. Industrie 4.0, Arbeiten 4.0), aber auch für Untersuchungen, deren Ergebnisse von technologischen Entwicklungstrends oder Durchbrüchen abhängig sind (z. B. Impfstoff gegen das Coronavirus Sars-CoV-2, Wasserstofftechnologien). In diesen Themenbereichen sind gegenüber schärfer eingrenzbareren oder weniger dynamischen Bereichen üblicherweise besonders viele und heterogene Informationen zu erfassen und zu berücksichtigen – und dies unter hohem Zeitdruck oder bei einer schnell wachsenden Menge an Informationen. Die geschilderten Ansätze könnten eine im Vergleich zur allein manuellen Recherche kosteneffektivere kontinuierliche Erfassung des Wissenszuwachses bieten und bei der Identifizierung zentraler Erkenntnisse zu einer entsprechenden Aktualisierung der Handlungsoptionen durch das Autorenteam führen. Allerdings ersetzt die (teil)automatisierte Sammlung von Daten nicht ihre Interpretation, die gänzlich in der Verantwortung der Fachexpertinnen und -experten bzw. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern bleibt.

Aufgabe der parlamentarischen TA ist es auch, geltende Regelwerke und bestehende (forschungs)politische Instrumente zu analysieren und im Lichte der aufgedeckten Wissenslücken Handlungsoptionen (z. B. neue Förderschwerpunkte oder Programme) zu formulieren. Für solche Wirkungsanalysen im Bereich der Forschung und Innovation wird KI teilweise bereits in öffentlichen Verwaltungen eingesetzt (OECD 2020, S. 170). Es läge nahe zu prüfen, ob ein solcher Ansatz künftig auch in der parlamentarischen TA eine Rolle spielen könnte.

Stakeholderbeteiligung

Neben der umfassenden und möglichst aktuell gehaltenen Darstellung des wissenschaftlichen Wissens zu einem gegebenen Thema geht es in der TA auch darum, die Perspektiven und Standpunkte von weiteren, außerwissenschaftlichen Stakeholdern zu berücksichtigen. Denn wissenschaftliche Expertise kann nicht alle Arten von Fragen beantworten, sie ist häufig umstritten und ihre Generierung benötigt mehr Zeit, als im Fall von drängenden politischen Entscheidungen zur Verfügung steht (Abels/Bora 2016). Die Einbeziehung gesellschaftlicher Perspektiven kann nicht nur die Wissensbasis von TA-Untersuchungen verbessern, sondern auch dabei helfen, eine zu enge Orientierung am aktuellen Mainstream der Forschung zu vermeiden und die Werte, Bedarfe und Interessen der von wissenschaftlich-technischen Entwicklungen Betroffenen systematisch zu berücksichtigen (Grunwald 2019; hierzu der Beitrag auf S. 27 ff.).

Im laufenden TAB-Projekt »Chancen und Risiken der Digitalisierung kritischer kommunaler Infrastrukturen an den Beispielen der Wasser- und Abfallwirtschaft« (<https://www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u40300.html>) wird bereits eine Software eingesetzt, welche die Beteiligung von Stakeholdern und die umfassende Einbeziehung ihrer Exper-

tise unterstützen soll. Dabei nutzte ein Gutachterteam der TU Berlin das sogenannte 4-Dimensionen-Modell, eine innovative Anwendung der Netzwerkanalyse (www.4d-sicherheit.de). Das 4-D-Modell ermöglicht die systematische Erfassung unterschiedlicher widerstreitender Perspektiven auf die jeweilige Technologieentwicklung, die Identifizierung von nichtintendierten Folgen und die Integration von Wissensbeständen. Software kann aber nicht nur die Meinungserfassung, sondern auch die Meinungsbildung zu aufkommenden Technologien oder technologischen Anwendungen unterstützen. Im selben TAB-Projekt wird bei der Erstellung des Gutachtens eine weitere Software eingesetzt, die es ermöglicht, im Rahmen eines Planspiels Krisenszenarien durchzuspielen und die Reaktion der Spielenden auf vorab definierte Ereignisse digital zu erfassen.

Häufig sollen die Positionen von Stakeholdern in TA-Untersuchungen nicht eigens erhoben, sondern der bereits in den Medien bzw. online geführte öffentliche Diskurs zum betreffenden Thema abgebildet und ausgewertet werden (z. B. im TAB-Projekt »Algorithmen in digitalen Medien und ihr Einfluss auf die Meinungsbildung«; www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u40000.html) – nicht zuletzt, um ein unverzerrtes Meinungsbild zu gewinnen, was durch aktiv eingreifende Erhebungen nur bedingt möglich ist. Softwaretools können die systematische und umfassende Sammlung und Strukturierung von Dokumenten für die Analyse soziotechnischer Diskurse unterstützen. So bieten webbasierte Anwendungen wie der »Issue Crawler« (Mares 2015) oder »Hyphe« (Tournay et al. 2020) die Möglichkeit, einen Korpus von Webseiten inklusive der Beziehungen zwischen diesen zu charakterisieren (»web crawling«). Eine Plattform wie »Penelope« (Willaert et al. 2020) stellt Onlineservices zur Erfassung und Auswertung von Debatten in sozialen Medien zur Verfügung. Solche Systeme können Forschende im Rahmen von TA-Untersuchungen

dabei unterstützen, Stellungnahmen und Positionspapiere gesellschaftlicher Akteure systematisch zu erfassen und strittige Themen, kontroverse Positionen und widerstreitende Meinungen umfassend zu identifizieren. Neben der Sammlung und Strukturierung von webbasierten Texten können auch die Erfassung und Strukturierung von Diskursen aus heterogenen Onlinequellen computerunterstützt oder sogar (teil)automatisiert erfolgen. Diskussionen auf Twitter lassen sich mit Verfahren wie »Topic Modeling«, bei dem aus häufig zusammen verwendeten Wörtern statistisch auf Themen der Diskussion geschlossen wird, und maschinellem Lernen auf Akteure bzw. Themen und Inhalte hin analysieren (Karamshuk et al. 2017; Schatto-Eckrodt et al. 2020); ähnlich ist dies für Facebookseiten möglich (Puschmann et al. 2020; Quandt et al. 2020).

Mehrere Forschungsprojekte richten sich auf die Analyse von Argumentationen. Bereits seit einiger Zeit werden Argumentationskarten zur Unterstützung von Diskussionen u. a. über wissenschaftlich-technische Entwicklungen genutzt (Groetker 2012; Reed et al. 2017; Voigt 2014; hierzu der Beitrag auf S. 55 ff.). Der Aufwand der Sammlung von Argumenten und der Darstellung der Zusammenhänge zwischen ihnen in Form von Karten ist allerdings hoch. Ansätze einer Automatisierung mittels KI-Technologien waren lange Zeit nicht über einen konzeptionellen Status hinausgekommen (Reed 2017; Reed et al. 2018; Walton 2016). Die webbasierte Anwendung »ArgumenText« nutzt jedoch ein neuronales Netzwerk und Deep Learning, um Argumente und Gegenargumente zu bestimmten Themen in einem Textkorpus zu identifizieren. Als Korpus dienen 400 Mio. englische Texte des »CommonCrawl« (<https://commoncrawl.org/>), einer offenen digitalen Plattform, die u. a. Textdaten aus dem Internet sammelt, aggregiert und der Öffentlichkeit zur Verfügung stellt (Stab et al. 2018). Als mögliches Anwendungsgebiet wird u. a. die Erfassung von Chancen und Risiken aufkommender Technologien ge-

nannt (Daxenberger et al. 2020). Bereits jetzt erlaubt das System einen schnellen Zugriff auf die Quellen ausgewählter Argumente zu einem Thema. Entsprechend ausgereifere Algorithmen könnten die Analyse gesellschaftlicher Diskurse in TAB-Projekten unterstützen.

Der Aufwand für die Vorbereitung der Daten und das Training solcher KI-Systeme sind allerdings nicht zu unterschätzen. Eine automatische Argumentationsanalyse und visuelle Darstellung sollen im Forschungsprojekt »ADD-up« (<https://typo.uni-konstanz.de/add-up/>) entwickelt werden, bei dem Sprachdaten in Echtzeit auf Argumente hin analysiert und der Stand der Diskussion in Form von Visualisierungen an die Teilnehmenden ausgegeben werden sollen.

Fazit und Ausblick

Die Beispiele technologischer Innovationen zu den unterschiedlichen Arbeitsschritten von TA-Untersuchungen zeigen, dass auch in dieser methodischen Dimension der TA viel Bewegung vorhanden ist. Diese Entwicklungen sind selbst kaum Gegenstand von TA-Untersuchungen, werden jedoch intensiv in der TA-Community reflektiert. Auch die Arbeitsweise des TAB hat sich in den letzten 30 Jahren in vielerlei Hinsicht gewandelt, basierend u. a. auf der kontinuierlichen Beobachtung und Erprobung innovativer Verfahren. Hierzu gehören Partizipationsmethoden (hierzu der Beitrag auf S. 55 ff.), die softwaregestützte Analyse von Konfliktnetzwerken oder auch die datenbasierte Modellierung und Simulation – vorgesehen im kommenden TAB-Projekt »Alternative Technologiepfade für die Emissionsreduktion in der Grundstoffindustrie« (www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u40700.html).

Die Ergebnisse eines Blicks über den Horizont der TA-Methoden hinaus in diesem Beitrag, aber auch unsere Erfahrungen mit existierenden Softwareanwendun-

gen sind zwiespältig: Auf der einen Seite sind die neuen Technologien attraktiv und versprechen Effizienzgewinne, etwa hinsichtlich der in einem gegebenen Zeitrahmen bearbeitbaren Fragestellungen. Für das TAB, welches in den letzten Jahren zunehmend mehr Themen in kürzeren Zeiträumen (und das mit weitgehend gleichbleibenden finanziellen Ressourcen) bearbeiten sollte, stellt dies möglicherweise eine interessante Option dar. Auf der anderen Seite wird die in Aussicht gestellte Effizienz durch die hohen Kosten bzw. den häufig auch personell hohen Aufwand konterkariert, der beispielsweise mit KI-Anwendungen und/oder der Verarbeitung großer Datensätze verbunden ist. Solange keine generischen Ansätze verfügbar sind, die sich für eine Vielzahl von Fragestellungen ohne aufwendige Anpassung an den jeweiligen Einzelfall anwenden lassen, sind die Vorteile innovativer technologischer Lösungen schnell wieder verspielt. Viele Tätigkeiten, wie z. B. die Bewertung der Qualität der Primärquellen, können nur bedingt automatisiert werden. Auch hinsichtlich der Qualität der Ergebnisse sowie deren Überprüfbarkeit stellen sich in vielen Fällen noch Fragen bzw. die Technologien sind Gegenstand von Forschungsprojekten, haben aber häufig noch keine Anwendungsreife erlangt.

Im Umgang mit diesen Ungewissheiten bietet sich eine begrenzte Erprobung an, bei der zunächst in einem abgrenzbaren Gebiet die Neuerungen zur Anwendung gebracht und die mit ihnen erzielten Ergebnisse evaluiert werden. Im Fall der Bewährung kann das Vorgehen dann auch für andere Untersuchungen übernommen werden, ggf. nur unter bestimmten Umständen, über die die Erprobung Aufschluss gibt. Solche Erprobungen haben entweder den Charakter eigener Untersuchungen – wie etwa bei der Auseinandersetzung mit dem Konzept von Responsible Research and Innovation (TAB 2016) oder werden im Rahmen von thematischen Projekten bzw. Gutachten durchgeführt. Die aus ihrer

Auswertung gewonnenen Erkenntnisse können die praktische Arbeit der TA verbessern und deren Methodenrepertoire und ggf. die Kapazitäten der Behandlung forschungs- und technologiepolitischer Fragestellungen erweitern.

Pauline Rioussel
Steffen Albrecht

Literatur

- Abels, G.; Bora, A. (2016): Ethics and Public Participation in Technology Assessment. Tübingen/Bielefeld, doi: 10.13140/RG.2.2.35586.89282
- Brown, T.; Mann, B.; Ryder, N.; Subbiah, M.; Kaplan, J.; Dhariwal, P.; Neelakantan, A.; Shyam, P.; Sastry, G.; Askell, A.; Agarwal, S. et al. (2020): Language Models are Few-Shot Learners. arXiv:2005.14165v4
- Collins, H. (1989): Computers and the Sociology of Scientific Knowledge. In: Social Studies of Science 19(4), S. 613–624
- Daxenberger, J.; Schiller, B.; Stahlhut, C.; Kaiser, E.; Gurevych, I. (2020): Argument-Text: Argument Classification and Clustering in a Generalized Search Scenario. In: Datenbank Spektrum 20(2), S. 115–121
- El-Kassas, W.; Salama, C.; Rafea, A.; Mohamed, H. (2021): Automatic text summarization: A comprehensive survey. In: Expert Systems with Applications 165, Artikel 113679 (im Erscheinen)
- Fisch-Romito, V.; Guivarch, C.; Creutzig, F.; Minx, J.; Callaghan, M. (2020): Systematic map of the literature on carbon lock-in induced by long-lived capital. In: Environmental Research Letters, Artikel 10.1088/1748-9326/aba660
- Glanville, J. (2019): Text mining for information specialists. In: Levay, P.; Craven, J. (Hg.): Systematic Searching: Practical ideas for improving results. London

- Graf, A. (2020): Multitalent für Sprache. Spektrum.de, 11.8.2020, www.spektrum.de/news/kuenstliche-intelligenz-der-textgenerator-gpt-3-als-sprachtaent/1756796
- Groetker, R. (2012): Sustainable Consumption – Towards Action and Impact. Conference Report. International Scientific Conference 2011, Hamburg, www.sustainableconsumption2011.org/pdf/_press/SuCo11_Report_June_2012.pdf
- Grunwald, A. (2009): Technology assessment: Concepts and methods. In: Meijers, A. (Hg.): *Philosophy of technology and engineering sciences*. Amsterdam u. a. O., S. 1103–1146
- Grunwald, A. (2013): Parlamentarische Technikfolgenabschätzung. In: Simonis, G. (Hg.): *Konzepte und Verfahren der Technikfolgenabschätzung*. Wiesbaden, S. 91–107
- Grunwald, A. (2019): The inherently democratic nature of technology assessment. In: *Science and Public Policy* 46(5), S. 702–709
- Haddaway, N.; Bernes, C.; Jonsson, B.; Hedlund, K. (2016): The benefits of systematic mapping to evidence-based environmental management. In: *Ambio* 45(5), S. 613–620
- Haddaway, N.; Feierman, A.; Grainger, M.; Gray, C.; Tanriver-Ayder, E.; Dhau-banjar, S.; Westgate, M. (2019): EviAtlas: a tool for visualising evidence synthesis databases. In: *Environmental evidence* 8(1), S. 1–10
- Karamshuk, D.; Shaw, F.; Brownlie, J.; Sastri, N. (2017): Bridging big data and qualitative methods in the social sciences: A case study of Twitter responses to high profile deaths by suicide. In: *Online Social Networks and Media* 1, S. 33–43
- Kollmann, T.; Markgraf, D. (2018): Crowdsourcing. *Gabler Wirtschaftslexikon*, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/crowdsourcing-51787/version-274938>
- Marcus, G.; Davis, E. (2020): GPT-3, Bloviator: OpenAI's language generator has no idea what it's talking about. *MIT Technology Review*, 22.8.2020, www.technologyreview.com/2020/08/22/1007539/gpt3-openai-language-generator-artificial-intelligence-ai-opinion/
- Marres, N. (2015): Why Map Issues? On Controversy Analysis as a Digital Method. In: *Science, Technology, & Human Values* 40(5), S. 655–686
- Marshall, I.; Wallace, B. (2019): Toward systematic review automation: a practical guide to using machine learning tools in research synthesis. In: *Systematic Reviews* 8(1), S. 163
- Mutlu, B.; Sezer, E.; Akcayol, M. (2019): Multi-document extractive text summarization: A comparative assessment on features. In: *Knowledge-Based Systems* 183, Artikel 104848
- Nakagawa, S.; Dunn, A.; Lagisz, M.; Ban-nach-Brown, A.; Grames, E.; Sánchez-Tójar, A.; O'Dea, R.; Noble, D.; Westgate, M.; Arnold, P.; Barrow, S. et al. (2020): A new ecosystem for evidence synthesis. In: *Nature Ecology & Evolution* 4(4), S. 498–501
- Nowotny, H. (2003): Democratising expertise and socially robust knowledge. In: *Science and Public Policy* 30(3), S. 151–156
- OECD (2020): *The Digitalisation of Science, Technology and Innovation*. Paris
- Puschmann, C.; Ausserhofer, J.; Slerka, J. (2020): Converging on a nativist core? Comparing issues on the Facebook pages of the Pegida movement and the Alternative for Germany. In: *European Journal of Communication* 35(3), S. 230–248
- Quandt, T.; Boberg, S.; Schatto-Eckrodt T.; Frischlich, L. (2020): Pandemic News: Facebook Pages of Mainstream News Media and the Coronavirus Crisis – A Computational Content Analysis. *Muenster Online Research, Working Paper 2/2020*, arXiv:2005.13290v2
- Reed, C. (2017): How AI can make us better at arguing. *The Conversation*, 18.12.2017, <https://theconversation.com/how-ai-can-make-us-better-at-arguing-85938>
- Reed, C.; Budzynska, K.; Duthie, R.; Janier, M.; Konat, B.; Lawrence, J.; Pease, A.; Snaith, M. (2017): The Argument Web: an Online Ecosystem of Tools, Systems and Services for Argumentation. In: *Philosophy & Technology* 30(2), S. 137–160
- Reed, C.; Budzynska, K.; Lawrence, J.; Pereira-Fariña, M.; De Franco, D.; Duthie, R.; Koszowy, M.; Pease, A.; Plüss, B.; Snaith, M.; Tesfaye, D.; Visser, J. (2018): Large-Scale Deployment of Argument Analytics. <http://comma2018.argdiap.pl/wp-content/uploads/Reed.pdf>
- Sabeti, A. (2020): Are Humans Intelligent? A Salty AI Op-Ed. <https://arr.am/2020/07/31/human-intelligence-an-ai-op-ed/>
- Schatto-Eckrodt, T.; Janzik, R.; Reer, F.; Boberg, S.; Quandt, T. (2020): A Computational Approach to Analyzing the Twitter Debate on Gaming Disorder. In: *Media and Communication* 8(3), S. 205–218
- Sethi, M.; Creutzig, F.; Lamb, W.; Minx, J. (2020): Climate change mitigation in cities: a systematic scoping of case studies. In: *Environmental Research Letters* 15(9), doi: 10.1088/1748-9326/ab99ff
- Shackelford, G.; Kemp, L.; Rhodes, C.; Sundaram, L.; ÓhÉigeartaigh, S.; Beard, S.; Belfield, H.; Weitzdörfer, J.; Avin, S.; Sørebo, D.; Jones, E. et al. (2020): Accumulating evidence using crowdsourcing and machine learning: A living bibliography about existential risk and global catastrophic risk. In: *Futures* 116, Artikel 102508

- Stab, C.; Daxenberger, J.; Stahlhut, C.; Miller, T.; Schiller, B.; Tauchmann, C.; Eger, S.; Gurevych, I. (2018): Argument-Text: Searching for Arguments in Heterogeneous Sources. In: The Association for Computational Linguistics (Hg.): Proceedings of the 2018 Conference of the NAACL-HLT 2018: Demonstrations. New Orleans, S. 21–25
- Sutherland, W.; Taylor, N.; MacFarlane, D.; Amano, T.; Christie, A.; Dicks, L.; Lemasson, A.; Littlewood, N.; Martin, P.; Ockendon, N. et al. (2019): Building a tool to overcome barriers in research-implementation spaces: The Conservation Evidence database. In: *Biological Conservation* 238, S. 108199
- Sutherland, W.; Wordley, C. (2018): A fresh approach to evidence synthesis. In: *Nature* 558(7710), S. 364–366
- TAB (2016): »Responsible Research and Innovation« als Ansatz für die Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik – Hintergründe und Entwicklungen (Lindner, R.; Goos, K.; Güth, S.; Som, O.; Schröder, T.), TAB-Hintergrundpapier Nr. 22, Berlin
- The Guardian (2020): A robot wrote this entire article. Are you scared yet, human? 8.9.2020, <https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/sep/08/robot-wrote-this-article-gpt-3>
- Tournay, V.; Jacomy, M.; Necula, A.; Leibing, A.; Blasimme, A. (2020): A New Web-Based Big Data Analytics for Dynamic Public Opinion Mapping in Digital Networks on Contested Biotechnology Fields. In: *OmicS: a journal of integrative biology* 24(1), S. 29–42
- Voigt, C. (2014): Going live: Using argument maps for debate moderation. *argunet* blog, 21.8.2014, www.argunet.org/2014/08/21/argument-maps-for-debate-moderation/
- Walton, D. (2016): Some Artificial Intelligence Tools for Argument Evaluation: An Introduction. In: *Argumentation* 30(3), S. 317–340
- Westgate, M.; Haddaway, N.; Cheng, S.; McIntosh, E.; Marshall, C.; Lindenmayer, D. (2018): Software support for environmental evidence synthesis. In: *Nature Ecology & Evolution* 2(4), S. 588–590
- Willaert, T.; Van Eecke, P.; Beuls, K.; Steels, L. (2020): Building Social Media Observatories for Monitoring Online Opinion Dynamics. In: *Social Media + Society* 6(2), S. 1–12
- Wolffe, T.; Whaley, P.; Halsall, C.; Rooney, A.; Walker, V. (2019): Systematic evidence maps as a novel tool to support evidence-based decision-making in chemicals policy and risk management. In: *Environment International* 130, Artikel 104871
- Writer, B. (2019): Lithium-Ion Batteries. A Machine-Generated Summary of Current Research. Heidelberg, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-16800-1.pdf>
- Zhang, Y.; Li, D.; Wang, Y.; Fang, Y.; Xiao, W. (2019): Abstract Text Summarization with a Convolutional Seq2seq Model. In: *Applied Sciences* 9(8), S. 1665

Wenn der Algorithmus weiße Männer bevorzugt

Stellen Sie sich vor, Sie leben in Österreich und melden sich arbeitssuchend beim zuständigen Arbeitsmarktservice (AMS). Eine Beschäftigte bzw. ein Beschäftigter des AMS empfängt Sie und trägt wichtige Merkmale Ihrer Person und Ihres Suchprofils in ein zentrales Erfassungssystem ein. Dieses Erfassungssystem berechnet Ihre Chancen am Arbeitsmarkt. Je nachdem, welche Chancen Ihnen eingeräumt werden, erhalten Sie mehr oder weniger Unterstützung vom AMS bei Ihrer Jobsuche und bei möglichen Weiterqualifizierungen. Wird in das Erfassungssystem eingetragen, dass Sie eine Frau sind, sinken Ihre prognostizierten Arbeitsmarktchancen. Haben Sie zudem Betreuungspflichten gegenüber Kindern zu erfüllen, schmälert dies Ihre Prognosen zusätzlich. Auch ein Alter über 30 Jahre wirkt sich negativ aus. Im Ergebnis könnte es schwierig für Sie werden, in die Gruppe mit den besten Prognosen am Arbeitsmarkt zu gelangen. Ist das fair, weil es schlicht ein Abbild der Arbeitsmarktrealität ist? Oder ist es diskriminierend, weil Frauen mit Betreuungspflichten von vornerein als schwerer vermittelbar klassifiziert werden?

Ungleichbehandlung und Diskriminierung

Das Erfassungssystem für Arbeitssuchende des AMS in Österreich ist eines von vier Fallbeispielen zu Ungleichbehandlung durch Algorithmische Entscheidungssysteme (AES) und maschinelles Lernen (ML), die vom TAB in einer Kurzstudie beleuchtet wurden. Bei jedem der vier Fallbeispiele existieren unterschiedliche Positionen dazu, ob es sich im jeweiligen Fall um eine gerechtfertigte oder eine ungerechtfertigte Ungleichbehandlung handelt. Denn Ungleichbehandlungen müssen nicht zwangsläufig ungerechtfertigt sein, wie eine Reihe gesellschaftlich breit akzeptierter Praktiken zeigt (beispielsweise existieren ein Mindestalter für die Erlangung von Wahlrecht und Führerschein sowie ein Höchstalter für die Ausübung bestimmter Berufe wie etwa des Piloten). Sozialwissenschaftliche Definitionen verstehen Diskriminierung als eine soziale Praxis, die den Zugang zu bestimmten materiellen wie immateriellen Gütern anhand von (vermeintlichen) Gruppenzugehörigkeiten beschränkt. Dabei dient die Abweichung vom jeweils angenommenen Normalfall als Unterscheidungsmerkmal und damit Diskriminierungsanlass. Was eine Diskriminierung ausmacht und wo sie beginnt, ist ein Produkt bestän-

diger gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse, wie etwa die Debatten um die »Ehe für alle« oder um die Senkung des Wahlalters vor Augen führen.

Wenn Algorithmen diskriminieren

Unter Algorithmen versteht man allgemein programmierte Verfahren (häufig in Software), die aus einem bestimmten Input (meist Zahlenwerte) mittels einer genau definierten, seriellen Schrittfolge einen gewünschten Output berechnen. Eine häufige Unterscheidung gliedert Algorithmen danach, ob sie regelbasiert funktionieren oder aber lernen, also aus Trainingsdaten eigene Funktions- und Analyseregeln ableiten. Lernende Algorithmen bilden einen Teil maschineller Lernsysteme, die auch mit dem Begriff der künstliche Intelligenz (KI) beschrieben werden. Sowohl regelbasierte als auch lernende Algorithmen können Teil von AES sein. AES vollziehen sowohl die Datenerfassung und -analyse als auch die Deutung und Interpretation der Ergebnisse und schließlich die Ableitung einer Entscheidung (sempfehlung) aus den Ergebnissen. AES dienen häufig der Vorbereitung oder Unterstützung, teilweise auch als Ersatz menschlicher Entscheidungsprozesse.

Wie gelangen verzerrende oder diskriminierende Einstellungen in AES? Dafür gibt es verschiedene Wege. Erstens ist es möglich, dass die Technikentwickelnden Voreingenommenheiten explizit oder implizit direkt in ein Verfahren oder technisches Artefakt einbauen. Zweitens kann es passieren, dass sich Wertannahmen nicht intendiert in Verfahren oder Artefakte einschreiben, etwa, wenn bei lernenden Verfahren Trainingsdaten verwendet werden, in denen gesellschaftliche Ungleichbehandlungen abgebildet sind. Das System lernt diese Ungleichbehandlungen und setzt sie (oftmals in gesteigerter Größenordnung) fort.

Statistik und Ungleichbehandlung

Wenn sich gesellschaftliche Ungleichbehandlungen in komplexe AES einschreiben, können sie dadurch eine Vielzahl von Personen betreffen. Algorithmische Ungleichbehandlungen geschehen häufig auf der Grundlage statistischer Zusammenhänge und anhand von Ersatzvariablen für Merkmale, die zwar von Interesse, aber statistisch nicht erfasst sind. Solche sogenannten statistischen Ungleichbehandlungen finden, wie dargestellt, auch außerhalb von AES Anwendung, wenn sie eine Ersatzvariable (wie etwa das Alter) nutzen, um auf das Vorliegen anderer Merkmale (etwa Reife) zu schließen und anhand dieser den Zugang zu bestimmten Gütern zu begrenzen (z. B. Wahlrecht). Je nachdem, auf welche Merkmale sich die Ungleichbehandlung richtet und welche Konsequenzen damit einhergehen, erscheint eine Ungleichbehandlung gerechtfertigt oder nicht. Wenn etwa Personen aus einer bestimmten Wohngegend lediglich aufgrund ihrer Adresse keinen Kredit erhalten oder Menschen mit schwarzer Hautfarbe in der Justiz als rückfallgefährdeter gelten, erscheinen die zugrundeliegenden statistischen Verallgemeinerungen zumindest gerechtfertigungsbedürftig und können im Kon-

flukt mit gesellschaftlichen Grundwerten oder Gesetzen stehen.

Rechtlicher Schutz vor Diskriminierung

Gesetze, die Schutz vor Diskriminierungen bieten sollen, sind in Deutschland das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz (AGG), die Persönlichkeitsrechte nach Artikel 2 Absatz 1 in Verbindung mit Artikel 1 des Grundgesetzes (GG) und die Datenschutz-Grundverordnung. Das AGG definiert Voraussetzungen für das Vorliegen einer Diskriminierung, benennt geschützte Merkmale (also Eigenschaften, anhand derer keine Benachteiligung stattfinden darf) und schafft unter bestimmten Voraussetzungen die Möglichkeit der Beweiserleichterung für Betroffene. Die Persönlichkeitsrechte nach dem GG schützen die freie Entfaltung des Individuums sowie das Recht auf Selbstdarstellung. Statistische Verallgemeinerungen durch AES können diese Rechte tangieren. Die Datenschutz-Grundverordnung verbietet gänzlich automatisierte Entscheidungen mit rechtlicher Wirkung über Personen und legt Informationspflichten fest.

Algorithmische Ungleichbehandlung (wie auch ihr Zustandekommen) ist häufig für Betroffene schwer nachzuvollziehen (und wird, so ist anzunehmen, deshalb auch nur selten publik). Sie betrifft potenziell eine Vielzahl von (digitalisierten) Lebensbereichen – u. a. Arbeit, Bildung, Gesundheit, Handel, Kommunikation, Kultur, Verkehr, innere Sicherheit. Ungleichbehandlung kann an verschiedenen Merkmalen ansetzen und dementsprechend gesellschaftlich stärker oder weniger stark problematisiert werden, wie auch das folgende Fallbeispiel illustriert.

Algorithmische Bewertung von Arbeitssuchenden

Im eingangs dargestellten Fall handelt es sich um ein AES, das der österreichische

AMS seit 2018 einsetzt. Das AES bewertet Arbeitssuchende anhand ihrer soziodemografischen Daten hinsichtlich ihrer Arbeitsmarktnähe und teilt sie auf dieser Basis einer von drei Gruppen (arbeitsmarktnah bis arbeitsmarktfern) zu. Da die Rechenvorschriften bei dieser Klassifizierung von Arbeitssuchenden öffentlich einsehbar waren, entzündete sich öffentliches Interesse daran, dass Frauen mit Betreuungspflichten vom österreichischen AMS systematisch als eher arbeitsmarktfern klassifiziert werden. In der veröffentlichten Berechnungsvorschrift zeigt sich, dass das weibliche Geschlecht per se zu einem Abzug in der Arbeitsmarktnähe führt und Betreuungspflichten (lediglich bei Frauen) zu einem weiteren Abzug. Stellt dies eine Diskriminierung dar? Oder vielmehr eine Förderung, da der AMS die mittlere Gruppe am stärksten fördert? Das Fallbeispiel macht deutlich, dass sich diese Fragen nicht allein durch eine Betrachtung des AES beantworten lassen, sondern die Einbeziehung des gesamten Entscheidungs- und Umsetzungsprozesses, also der sozialen Rahmenbedingungen vonnöten ist. Zentrale Fragen in diesem Fall lauten etwa: Können die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des AMS die Entscheidungen des Systems korrigieren? Falls ja, müssen sie sich dafür rechtfertigen? Wie wirkt sich der Einsatz des AES auf die Arbeitsplatzaufnahme von Frauen und Müttern aus? Erhalten Frauen durch den Einsatz des AES mehr oder weniger Fortbildungen? Welche Gruppen profitieren von der Einführung des AES in die Arbeitsvermittlung, welche nicht?

Möglichkeiten, um Diskriminierungsrisiken zu verringern

Eine Reihe von Vorschlägen zielt darauf ab, die Diskriminierungsrisiken von AES zu minimieren. Dabei stehen die Herstellung von Transparenz, eine Kontrolle und Evaluierung von AES sowie eine einheitliche Regulierung im Zen-

trum der Diskussion. So kann beispielsweise eine Kennzeichnungspflicht dazu beitragen, den Einsatz eines AES für die Betroffenen transparent zu machen, eine risikoadaptierte Bewertung von AES kann gesellschaftliche Folgewirkungen ex ante abschätzen und je nach Kritikalität verschiedene Kontrollmaßnahmen etablieren, und eine Förderung des kollektiven Rechtsschutzes mit der Möglichkeit der Verbandsklage kann eine einheitliche Regulierung begünstigen. Diese Maßnahmen stellen nur einen Ausschnitt der derzeit diskutierten Ansätze dar, die darauf zielen, einen gesellschaftlichen und rechtlichen Umgang mit AES zu entwickeln, der Raum für Innovationen und Entwicklung bietet und zugleich Bürgerinnen und Bürgern Sicherheit vor Intransparenz und Diskriminierungen beim Zugang zu gesellschaftlich verfügbaren Gütern gewährt.

Die Ergebnisse des TAB-Projekts »Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen« wurden als TAB-Hintergrundpapier Nr. 24 publiziert.

Kontakt

Dr. Alma Kolleck
+49 30 28491-113
kolleck@tab-beim-bundestag.de

Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung

»Jedermann« hat nach Artikel 17 des Grundgesetzes das Recht, sich mit Bitten oder Beschwerden an den Deutschen Bundestag zu wenden. Allein im Jahr 2019 wurden ca. 13.500 Petitionen an den Deutschen Bundestag gerichtet. Doch wer kennt und nutzt das Petitionsrecht? Diese Frage stand im Mittelpunkt des TAB-Projekts »Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung«. Es wurde angeregt vom Petitionsausschuss, dessen Arbeit das TAB seit vielen Jahren immer wieder begleitet.

An den Deutschen Bundestag werden sowohl grundsätzliche Anliegen von allgemeinem Interesse als auch persönliche Unterstützungsbitten, die die Sorgen und Nöte von einzelnen Personen betreffen, herangetragen. Sie erreichen den Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages per Post, Fax oder elektronisch über das E-Petitionsportal des Deutschen Bundestages (<https://epetitionen.bundestag.de/>).

Über das E-Petitionsportal können Petitionen nicht nur eingereicht, sondern auch zur Bekanntmachung, Mitzeichnung und Diskussion als öffentliche Petitionen publik gemacht werden. Ende 2019 waren hier mehr als 3,3 Mio. Personen angemeldet.

Der Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages legt über seine Tätigkeit jährlich ausführlich Bericht ab und wertet dazu die verfügbaren Prozessdaten aus. Zu den Petentinnen und Petenten sowie den Nutzerinnen und Nutzern des E-Petitionsportals werden Daten jedoch nur sparsam und im für die Verfahren erforderlichen Maß erhoben. So werden Persönlichkeitsrechte und Privatsphäre geschützt. Soziodemografische Merkmale für statistische Zwecke zählen nicht dazu. Auch in der Forschung gelten Petitionen als Nischenthema. Daher liegen dem Petitionsausschuss nur wenige Informationen darüber vor, wer Petitionen an den Deutschen Bundestag kennt und nutzt. Diese Lücke schließt das aktuelle TAB-Hintergrundpapier Nr. 25 »Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung«.

Seit der Einführung elektronischer und öffentlicher Petitionen hat das TAB die Entwicklung des Petitionswesens beim

Deutschen Bundestag durch mehrere Untersuchungen begleitet. Anfang 2007 wurden im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs »Öffentliche Petitionen« erstmals Daten zur Soziodemografie von Petentinnen und Petenten sowie zur Internetnutzung, zum politischen Interesse und zur politischen Teilhabe erhoben. Als Teil desselben Projekts wurden 2008 die Bekanntheit und die Nutzung des Petitionsrechts und der Institutionen des Petitionswesens in einer Bevölkerungsumfrage erfasst. Ende 2009 wurden die Petentinnen und Petenten sowie die Nutzenden des E-Petitionsportals im Rahmen einer zweiten TAB-Untersuchung befragt, um mögliche Veränderungen der Nutzung im zeitlichen Verlauf zu erfassen.

Kernfragen des TAB-Projekts

Im Mittelpunkt des Projekts standen drei Kernfragen:

- Wem ist das Recht, sich mit Bitten und Beschwerden an den Deutschen Bundestag zu wenden, bekannt bzw. nicht bekannt?
- Falls bekannt, wie haben die Befragten von diesem Recht erfahren?
- Wer nutzt das Recht, Petitionen beim Deutschen Bundestag einzureichen, zu veröffentlichen, zu diskutieren oder zu unterstützen?

Diese Kernfragen wurden ergänzt durch Fragestellungen zur Bedeutung von außergerichtlichen Schlichtungsstellen – z. B. Datenschutz- und Migrationsbeauftragte oder Antidiskriminierungsstellen, aber auch zu Verbraucherfragen wie u. a.

Bank- oder Versicherungsgeschäften. Thematisiert wurden zudem außerparlamentarische Petitions- oder Kampagnenportalen wie »openPetition« oder »Campact«. Des Weiteren erfolgt ein Vergleich zu den Ergebnissen früherer Befragungen des TAB zum Thema der Untersuchung aus den Jahren 2007 und 2008.

Zur Beantwortung der Untersuchungsfragen wurden drei Befragungen bei folgenden Zielgruppen durchgeführt:

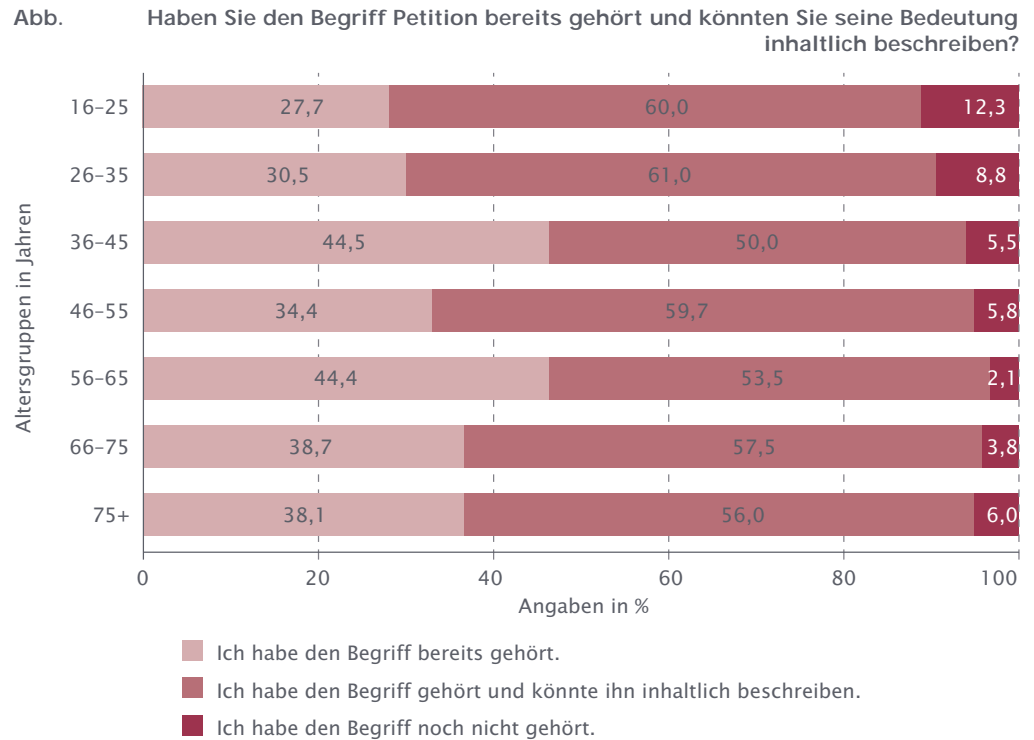
- Die erste repräsentative Befragung richtete sich an deutschsprachige Internetnutzerinnen und -nutzer ab 16 Jahren mit Wohnsitz in Deutschland. Sie fokussierte auf die Bekanntheit des Instruments Petitionen und auf die Nutzung bzw. Nichtnutzung des Petitionsrechts beim Deutschen Bundestag und bei den Länderparlamenten. Berücksichtigt wurde dabei der Durchschnitt der deutschen Wohnbevölkerung hinsichtlich Geschlecht, Alter und Schulabschluss. Ausgewertet werden konnten 990 Datensätze. Die Ansprache der Teilnehmenden erfolgte über ein Online-Access-Panel und einen Onlinefragebogen. Personen, die dort registriert sind, hatten sich zuvor bereit erklärt, wiederholt an Befragungen teilzunehmen.
- Die zweite Erhebung wurde ebenfalls als Onlinebefragung durchgeführt, sie richtete sich an Personen, die das E-Petitionsportal des Deutschen Bundestages zum Einreichen, Mitzeichnen oder Diskutieren von Petitionen nutzen. Neben soziodemografischen Merkmalen wurden Aspekte der Nutzungsweise des Petitionsportals adressiert. Zur Teilnahme eingeladen wurden 7.000 Personen, die sich seit dem Start des E-Petitionsportals registrierten. 453 Personen nahmen daran teil.
- Die dritte Befragung richtete sich an Personen, die ihr Anliegen postalisch einreichen. Sie konzentrierte sich auf die Fragestellungen, wer sich auf diesem klassischen Weg an den Deutschen Bundestag wendet und wie die Peten-

tinnen und Petenten vom Petitionswesen Kenntnis erlangten. Dazu wurde Petentinnen und Petenten, die sich im Zeitraum von Dezember 2019 bis April 2020 mit einer Bitte oder Beschwerde an den Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages wandten, mit der Eingangsbestätigung ihrer Petition ein Fragebogen zugesandt. Von 1.200 Fragebögen wurden 492 gut ausgefüllte Antworten an das TAB zurückgesandt.

Die Fragebögen wurden gemeinsam mit dem Sekretariat des Petitionsausschusses entwickelt. Das Sekretariat unterstützte auch die Adressierung der Teilnehmenden der beiden letztgenannten Erhebungen. Bei allen Befragungen wurde darauf geachtet, Daten anonym zu erheben, sodass sie nicht den teilnehmenden Personen zugeordnet werden können.

Hohe Bekanntheit des Begriffs Petitionen

Die Ergebnisse der Bevölkerungsbefragung zeigen: Der Bekanntheitswert des Begriffs Petitionen ist mit 90 % sehr hoch. Selbst das Recht, sich mit Bitten und Beschwerden an den Deutschen Bundestag oder an Länderparlamente zu wenden, ist 70 % der deutschen Wohnbevölkerung bekannt. Dieser Wert ist im Vergleich zur TAB-Befragung von vor gut 10 Jahren sogar leicht gestiegen. Männer haben häufiger Kenntnis des Petitionsrechts als Frauen, auch erhöht sich der Anteil derjenigen, die das Petitionsrecht kennen, mit zunehmendem Alter. Befragte mit (Fach-)Abitur kennen das Petitionsrecht eher als Personen mit sonstigen Schulabschlüssen. In der Gruppe der bis 35-Jährigen sind Petitionen etwas weniger bekannt. Allerdings können Menschen dieser Altersgruppen



Online-Access-Panel-Befragung der deutschen Wohnbevölkerung 2019; n = 990

Petitionen etwas häufiger inhaltlich erläutern. Etwa 1 % der Befragten haben bereits selbst eine Petition beim Deutschen Bundestag oder einem Länderparlament eingereicht. Unter den Nutzerinnen und Nutzern des E-Petitionsportals bejahten 7 % diese Frage.

Das Recht, Petitionen in eigener Sache postalisch beim Deutschen Bundestag einzureichen, nutzen vor allem ältere Menschen und Personen, die meist nicht mehr erwerbstätig sind. Bei 37 % von ihnen wurde eine Behinderung festgestellt.

Die Bereitschaft zum Mitzeichnen von Petitionen ist in der Bevölkerung unabhängig vom Alter hoch. Jede vierte Person hat bereits eine Petition unterstützt, meist über eine handschriftliche Mitzeichnungsliste.

Die Nutzerschaft des E-Petitionsportals beim Deutschen Bundestag spiegelt nicht den Durchschnitt der Bevölkerung wi-

der. Die Nutzenden sind häufiger männlich und eher im mittleren Alter (46 bis 65 Jahre). Sie verfügen mehrheitlich über einen höheren Bildungsabschluss. Vom Petitionsportal bzw. von aktuellen Petitionen erfahren sie meist aus den sozialen Medien. Dieses Ergebnis deckt sich mit Ergebnissen anderer wissenschaftlicher Veröffentlichungen: Personen melden sich, so die These, vor allem dann auf dem E-Petitionsportal an, wenn sie eine aktuelle Petition, die in Presse oder sozialen Medien Aufmerksamkeit geweckt hat, mit einer Mitzeichnung unterstützen wollen. Oft erfolgt dann eine Mitzeichnung von einer oder mehreren sonstigen laufenden Petitionen. Es ist dem Petitionsausschuss bislang jedoch kaum gelungen, Personen zu einer kontinuierlichen Aktivität auf dem Portal zu motivieren. Interessant ist auch, dass Nutzerinnen und Nutzer der E-Petitionsplattform oft auch außerparlamentarische Petitions- und Kampagnenportale nutzen. Es ist davon auszugehen, dass

diese Gruppe vorrangig durch das Interesse an den Themen einzelner Petitionen für eine Mitzeichnung überzeugt werden kann.

Vor allem die Ergebnisse der repräsentativen Befragung bezeugen, dass sich die Bevölkerung mit Eingaben und Beschwerden nicht nur an die parlamentarischen Petitionsausschüsse, sondern auch an andere Schlichtungsstellen des öffentlichen Rechts bzw. zu Verbraucherfragen wendet.

Klassische Medien wie Fernsehen, Radio und Presse sind weiterhin die häufigsten Informationswege, über die Menschen vom Petitionsrecht beim Deutschen Bundestag gehört haben. Allerdings erfahren viele Menschen auch über soziale Medien, durch Familie und Bekannte oder während ihrer Schulzeit von Petitionen. Jeweils knapp unter 10 % nennen jeweils diese Informationswege. Ausbildung bzw. Studium werden mit 6 % seltener genannt. Auch Internetsuchmaschinen und Broschüren bzw. Informationsveranstaltungen des Deutschen Bundestages kommt mit jeweils um 4 % eine nachgeordnete Rolle zu. Allerdings zeigt die Analyse nach Geschlecht, Altersgrup-

pen und Bildungsniveau dabei statistisch signifikante Unterschiede. Werden die Teilnehmenden der Onlinebefragungen nach den von ihnen meist genutzten sozialen Medien gefragt, dominieren Messengerdienste und insbesondere WhatsApp die Antworten.

Menschen ohne deutsche Staatsangehörigkeit oder mit Migrationshintergrund sind in allen drei Befragungen deutlich unterrepräsentiert. Aus den Untersuchungen ergeben sich indirekt Hinweise auf einen zu geringen Bekanntheitsgrad des Petitionsrechts in dieser in Deutschland anteilig großen Bevölkerungsgruppe.

Optionen für die Öffentlichkeitsarbeit des Petitionsausschusses

Aus den Ergebnissen ergeben sich mögliche Optionen für die Fortführung der Informations- und Öffentlichkeitsarbeit zu Petitionen. So könnten Messengerdienste wie WhatsApp ein Informationspfad sein, um interessierte Nutzende des E-Petitionsportals regelmäßig über aktuelle Informationen auf dem Laufen-

den zu halten und dabei für kontinuierliche Aktivitäten des Mitzeichnens oder Diskutierens zu motivieren. Sie könnten die Bekanntheit des Petitionsrechts fördern, da Nachrichten mit geringem Aufwand an mögliche Interessierte weitergeleitet werden können. Menschen mit Migrationshintergrund könnten zielgruppenspezifisch informiert werden, um so die derzeit geringe Bekanntheit des Petitionsrechts als Jedermannsrecht zu steigern. Nicht zuletzt könnten gezielt ältere Menschen über klassische Medien über das Petitionsrecht informiert werden. Vor allem in diesem Personenkreis kommt der Möglichkeit, sich mit einer Bitte an den Petitionsausschuss zu wenden, hohe Bedeutung zu.

Die Ergebnisse des TAB-Projekts »Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung« werden in Kürze als TAB-Hintergrundpapier Nr. 25 publiziert.

Kontakt

Britta Oertel
+49 30 80 30 88-43
b.oertel@izt.de

Beobachtungstechnologien im zivilen Sicherheitsbereich – Praktiken, Wirkungen und Gestaltungsoptionen

Über das richtige Maß des Einsatzes von Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit wird seit geraumer Zeit (teils sehr kontrovers) diskutiert: Erhoffen sich die einen mehr Sicherheit durch technisierte Beobachtung, zweifeln andere den Sicherheitsnutzen von Beobachtungstechnologien an und sehen in ihrer Anwendung eine Gefahr für die Bürgerrechte. Für die hier notwendig zu führenden politischen und gesellschaftlichen Debatten will der TAB-Arbeitsbericht Nr. 190 »Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit – Möglichkeiten und Herausforderungen« die sachlichen Grundlagen liefern.

Beobachtungstechnologien erweitern das menschliche Wahrnehmungs- und Beurteilungsvermögen für Risiken, Gefahren oder Schäden in vielfältiger Weise. Von ihrer Anwendung können daher sämtliche Aufgabenfelder der zivilen Sicherheit profitieren, angefangen von der Verkehrsüberwachung und dem Umweltmonitoring über den Brand- und Katastrophenschutz, den Rettungsdienst und den Schutz Kritischer Infrastrukturen bis hin zur polizeilichen Gefahrenabwehr und Strafverfolgung. Entsprechend erlangen Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit sowohl durch ihre bereits erfolgte Verbreitung und Nutzung als auch aufgrund des Entwicklungspotenzials für neue und erweiterte Anwendungen immer stärkere Bedeutung. In Teilen der Öffentlichkeit, Wissenschaft und Politik allerdings wird der (zunehmende) Einsatz von Beobachtungstechnologien für zivile Sicherheitsaufgaben mitunter auch kritisch gesehen. So werden Fragen nach dem tatsächlichen Sicherheitsnutzen von technisierten Beobachtungsmaßnahmen gestellt, die Verhältnismäßigkeit vieler Einsatzpraktiken angezweifelt oder unerwünschte Wirkungen und Folgen des Technologieeinsatzes für die beobachteten Personen oder die Sicherheitsakteure befürchtet.

Vor diesem Hintergrund war es die Zielsetzung des TA-Projekts, die hier relevanten gesellschaftlichen und politischen Fragestellungen zu identifizieren und kritisch zu reflektieren. Um Chancen und Herausforderungen vertieft ergründen und herausarbeiten zu können, erwies es sich als notwendig, die Vielfalt der (mögli-

chen) Einsatzfelder nicht zuletzt auch hinsichtlich ihrer technischen, rechtlichen und sozialen Komplexität klar strukturiert darzulegen. Dazu wurden

- die wissenschaftlich-technischen Grundlagen der jeweiligen Beobachtungstechnologien in Abhängigkeit von den Einsatzanforderungen und -bedingungen,
- der erwartete und tatsächliche Sicherheitsnutzen der jeweiligen konkreten Einsatzpraktiken,
- die rechtlichen Rahmenbedingungen und die aktuellen Einsatzpraktiken sowie
- mögliche nichtintendierte Wirkungen und Folgen des Technologieeinsatzes auf die beobachteten Personen und die Sicherheitsakteure

analysiert. Dieses Wissen bildete schließlich die Grundlage zur Ableitung von Gestaltungsoptionen, die zu einem zielführenden und gesellschaftlich tragfähigen Umgang mit Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheitsbereich beitragen können.

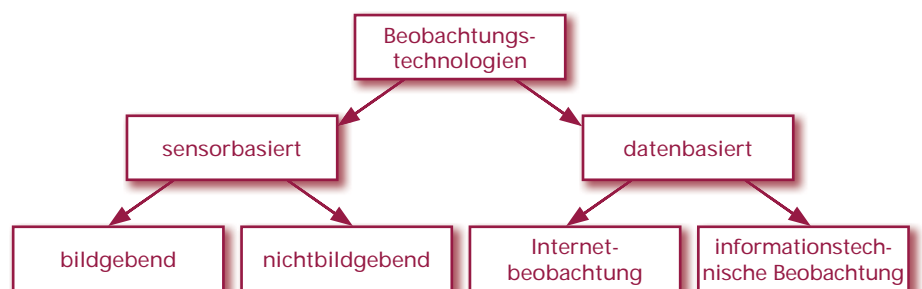
Breites Anwendungsspektrum für Beobachtungstechnologien

Begünstigt durch die rasanten Entwicklungen in den Bereichen Sensorik, Informatik und Informationstechnik wird im zivilen Sicherheitsbereich bereits heute eine breite Palette an Beobachtungstechnologien in unzähligen Anwendungskontexten eingesetzt und fortwährend kommen neue und erweiterte Anwendungsfelder hinzu. Dabei kann grundsätzlich zwischen sensorbasierten und datenbasierten Beobachtungstechnologien unterschieden werden (Abb. 1): Sensorbasierte Beobachtungstechnologien erfassen bestimmte physikalische oder chemische Eigenschaften der realen Welt und bereiten die Messgrößen in für den Menschen leicht interpretierbare Informationen auf. Datenbasierte Beobachtungstechnologien hingegen bezwecken die Erhebung und Auswertung von Informationen der digitalen Welt. Zentrale Beobachtungsräume sind hier das Internet und seine Anwendungen, die Dienste und Infrastrukturen der Telekommunikation sowie informationstechnische Endgeräte wie beispielsweise PCs oder Smartphones.

Sensorbasierte Beobachtung

Unter den sensorbasierten haben insbesondere die bildgebenden Beobachtungstechnologien vielfältige Anwendungsfelder im zivilen Sicherheitsbereich. Zu nennen sind hier etwa Foto-, Video- oder Wärmebildkameras am Boden (beispiels-

Abb. 1 Systematik der Beobachtungstechnologien



weise Videobeobachtung im öffentlichen Raum, Waldbrandfrüherkennungssysteme), in der Luft (z. B. Videokamerasysteme auf Hubschraubern zur Lageaufklärung oder Vermisstensuche) oder im Weltraum (z. B. Satellitenbilder für Risikoanalysen oder Lagebeurteilung im Kontext großräumiger Katastrophen). Aber auch nichtbildgebende sensorbasierte Beobachtungsverfahren gewinnen zunehmend an Bedeutung. Beispiele hierfür sind Metalldetektoren für Zutrittskontrollen, Geigerzähler zur Messung von Radioaktivität, Gassensoren zum Nachweis toxischer Gase oder akustische Ortungsgeräte zur Suche nach verschütteten Personen (Abb. 2). Im TAB-Bericht werden die wissenschaftlich-technischen Grundlagen der sensorbasierten Beobachtungstechnologien erörtert sowie wichtige aktuelle und künftige Anwendungsfelder im zivilen Sicherheitsbereich in Bezug auf Einsatzpraktiken, Sicherheitsnutzen und rechtliche Rahmenbedingungen diskutiert.

Die Videobeobachtung nimmt sowohl in Bezug auf ihre Verbreitung in zahlreichen

Einsatzkontexten als auch mit Blick auf die gesellschaftlichen Kontroversen über ihren Einsatz eine hervorgehobene Rolle ein. Weit verbreitet ist namentlich die offene Videobeobachtung im öffentlichen Raum, die von der Polizei beispielsweise an Kriminalitätsschwerpunkten, zum ganz überwiegenden Teil jedoch von anderen öffentlichen (z. B. Videobeobachtung im ÖPNV, in öffentlichen Gebäuden) und insbesondere privaten Akteuren (z. B. in Banken, Einkaufszentren, Veranstaltungstätten) zur Erkennung von Gefahrensituationen oder etwa zum Schutz vor Vandalismus oder Diebstahl eingesetzt wird.

Als Instrument der Kriminalitätsbekämpfung werden mit der offenen Videobeobachtung drei wesentliche Zielsetzungen verfolgt: die Senkung der Kriminalitätsbelastung durch Kriminalitätsprävention, die Verbesserung der Strafverfolgung durch Beweissicherung sowie die Steigerung des Sicherheitsempfindens. Wie die Auswertung der dazu verfügbaren Literatur allerdings zeigt, steht ein wissenschaftlicher Nachweis des Nutzens

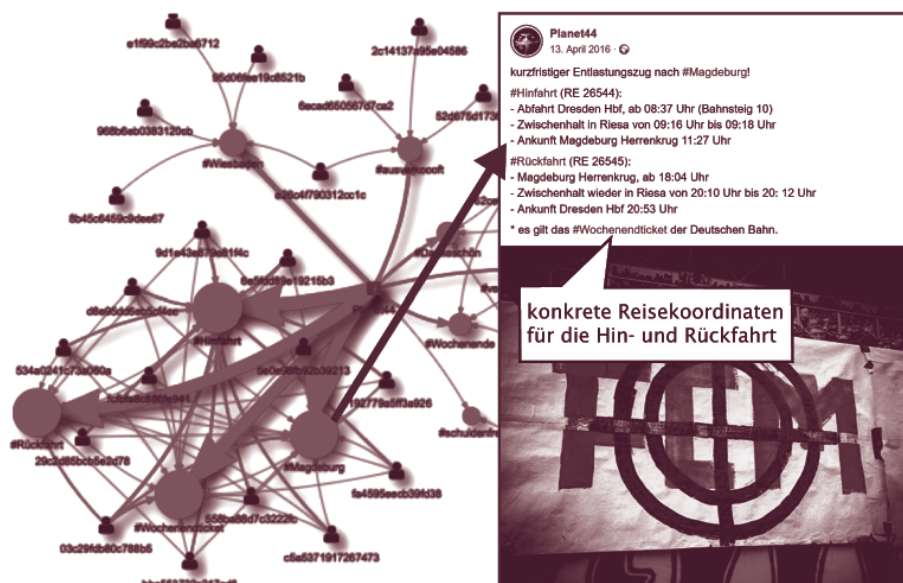
der Videobeobachtung in allen diesen drei Wirkungskategorien noch aus, da die bisher durchgeführten Evaluationen teilweise widersprüchliche und oft hinter den Erwartungen liegende Ergebnisse zeigten. Insofern besteht hier nach wie vor ein großer empirischer Forschungsbedarf.

Eine Folge der raschen Verbreitung der Videobeobachtung im öffentlichen Raum ist eine stetig steigende Masse an Videodaten, deren Bewältigung durch Sicherheitsakteure jedoch zunehmend an Grenzen stößt. An Bedeutung gewinnen daher algorithmenbasierte Verfahren, deren Ziel darin besteht, den menschlichen Beobachter bei der Analyse und Interpretation der Videobilder zu unterstützen. Ein Beispiel ist die automatisierte Gesichtserkennung, die in Deutschland für polizeiliche Zwecke aktuell im Rahmen der teilautomatisierten Grenzkontrolle (EasyPASS) oder als Hilfsmittel zur retrospektiven Auswertung von gespeichertem Foto- oder Videomaterial eingesetzt wird (einschließlich Identitätsfeststellung durch den Abgleich mit polizeilichen Lichtbilddatenbanken). Als mögliches künftiges Anwendungsfeld wird aktuell die Personenfahndung in Echtzeit diskutiert, wozu ein Videobeobachtungssystem (z. B. an großen Bahnhöfen) über ein Gesichtserkennungssystem mit einer Fahndungsdatenbank verknüpft wird. Da hierzu in Deutschland bereits mehrere Versuchsprojekte stattfanden, wurde dieses Anwendungsfeld im TAB-Bericht vertieft erörtert. Deutlich wurde, dass Vorhersagen zum sicherheitsrelevanten Nutzen solcher Systeme aufgrund von technischen und praktischen Herausforderungen im Realbetrieb nur äußerst schwer zu treffen sind. Notwendig erscheinen daher Versuchsprojekte, die nicht wie bis anhin nur die Erkennungsleistung der Systeme messen, sondern auch Faktoren wie etwa spezifische Verhaltensweisen von gesuchten Personen oder mögliche Auswirkungen des Technologieeinsatzes auf die polizeiliche Einsatzpraxis zum Untersuchungsgegenstand haben.

Abb. 2 Akustische Ortungsgeräte im Einsatz beim THW



Abb. 3 Beobachtung von Reisekoordination im Vorfeld von Risikospielen im Fußball



Quelle: Munich Innovation Labs GmbH

Internetbeobachtung

Sicherheitsakteure sind darauf angewiesen, mit veränderten Kommunikationsmustern Schritt zu halten und insofern auch verlässlich über Aktivitäten und Trends im Internet und in den sozialen Medien informiert zu sein. Entsprechend findet die Beobachtung des Internets durch Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) heute verstärkt statt. Als Quellen dienen offen zugängliche Bereiche des Internets wie einschlägige Webseiten, Foren, Twittermeldungen oder Inhalte sonstiger sozialer Medien.

Einsatzformen und Zielsetzungen variieren in Abhängigkeit vom jeweiligen Aufgabenspektrum. Bei Polizeibehörden bereits gängige Praxis ist die Internetbeobachtung im Vorfeld von und während Großveranstaltungen (z. B. Demonstrationen, Risikospiele im Fußball), um lagerelevante Informationen für die Einsatzplanung und -durchführung zu gewinnen. Aufgabenbedingt steht bei Landeskriminalämtern sowie dem Bundeskriminal-

amt die Beobachtung der Internetaktivitäten von verdächtigen Personen oder gewaltbereiten Gruppierungen im Vordergrund. Schließlich können nutzergenerierte Internetinhalte auch im Falle von unerwartet eingetretenen Großschadenslagen, Katastrophen oder Terroranschlägen wichtige Informationsquellen für polizeiliche und nichtpolizeiliche Einsatzkräfte darstellen.

Wie bei der Videobeobachtung besteht die Herausforderung auch hier in der Bewältigung und Interpretation der großen Datenmengen. Hilfe könnten hier Softwarelösungen im Rahmen der »Social Media Intelligence« (SOCMINT) bieten. Primäres Ziel ist, die notwendigen Schritte für die Beobachtung sozialer Medien (und anderer Internetquellen) softwaretechnisch zu unterstützen und dadurch effizienter zu machen (Abb. 3). Weiteren Nutzen versprechen sich Sicherheitsakteure für die Früherkennung sicherheitsrelevanter Lagen. Aktuell verfügbare Softwarelösungen sind allerdings noch nicht sehr ausgereift. An der Weiterentwicklung entsprechender Lösungen

wird derzeit (auch gefördert durch die zivile Sicherheitsforschung des Bundes) intensiv gearbeitet.

Informationstechnische Beobachtung

Im Gegensatz zur Internetbeobachtung richtet sich die informationstechnische Beobachtung auf Daten, die eine Person in der berechtigten Erwartung, dass sie vertraulich bleiben, einem informationstechnischen System anvertraut hat. Dazu gehören Inhalte und verbindungs begleitende Metadaten (z. B. Rufnummern, IP-Adressen) der Telekommunikation wie auch sämtliche Daten, die eine Person auf ihren Endgeräten bewusst oder unbewusst speichert. Informationstechnische Beobachtungsverfahren werden beinahe ausschließlich durch die Polizei- und Strafverfolgungsbehörden und hier in erster Linie zur verdeckten Informationsbeschaffung zu Zwecken der Gefahrenabwehr oder Strafverfolgung eingesetzt (nachrichtendienstliche Einsatzfelder werden im Bericht nicht behandelt). Die Notwendigkeit dazu ergibt sich u. a. im Kontext der Cyberkriminalität, deren Bekämpfung ohne den Einsatz von informationstechnischen Beobachtungsverfahren kaum möglich ist.

Die Zielsetzungen, die technischen Funktionsweisen und – soweit dies aus öffentlich zugänglichen Quellen hervorgeht – die konkreten polizeilichen Einsatzpraktiken der verschiedenen informationstechnischen Beobachtungsmethoden werden im TAB-Bericht ausführlich erläutert. Als sehr voraussetzungsreich erweisen sich hier insbesondere die Verfahren zur Beobachtung von Daten auf dem Endgerät eines Verdächtigen, die unter Umständen dann notwendig werden, wenn Straftäter ihre elektronische Kommunikation verschlüsseln. Da diese Verfahren die heimliche Installation einer speziellen Beobachtungssoftware auf dem Endgerät erforderlich machen, stellen sie einen sehr tiefen Eingriff in die technische IT-Sicherheit dar.

Informationstechnische Beobachtungsverfahren greifen aber nicht nur in technischer, sondern auch in rechtlicher Hinsicht teilweise sehr tief in geschützte Bereiche ein. Konkret sind die hochgradig sensiblen Felder der grundrechtlichen Privatheitsgarantien betroffen. An die Durchführung der Maßnahmen werden daher sehr hohe verfassungsrechtliche Anforderungen gestellt, die im Eingriffsrecht (Strafprozess- und Polizeirecht) konkretisiert sind. Im TAB-Bericht werden die aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen aufgearbeitet und wichtige regulatorische Fragestellungen erörtert, die sich bei der praktischen Anwendung der Eingriffsnormen stellen.

Gesellschaftliche Auswirkungen technisierter Beobachtung

Der Einsatz von Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit ist immer mit gesellschaftlichen Auswirkungen verbunden. Zu den intendierten Wirkungen der jeweiligen Beobachtungspraxis (z. B. die erhoffte abschreckende Wirkung auf potenzielle Straftäter) kommen mögliche unerwünschte psychische und soziale Wirkungen auf Personen, die selbst keinen Anlass für die Beobachtung gegeben haben (z. B. Einschüchterungseffekte), hinzu. Zu beachten sind ferner potenzielle Auswirkungen auf die Technologieanwender, also die Sicherheitsakteure und deren Institutionen. In den Debatten um den Einsatz von Beobachtungstechnologien durch Polizeibehörden schließlich bildet das schwierige Spannungsverhältnis zwischen den Werten der Sicherheit und der Freiheit eine herausragende Rolle.

Psychische und soziale Wirkungen

Intuitiv erscheint es naheliegend, dass das Wissen, beobachtet zu werden, sich auf die Psyche und das Verhalten der beobachteten Personen auswirkt. Ein wissenschaftlicher Nachweis solcher Effekte ist jedoch schwierig, da das Phänomen der Beobach-

tung im gesellschaftlichen Kontext sehr komplex ist. Verhältnismäßig gut erforscht sind einzig mögliche psychische Auswirkungen der offenen Videobeobachtung. Demnach kann Videobeobachtung zu einer gesteigerten und ggf. als unangenehm empfundenen Selbstaufmerksamkeit führen. Zudem sind Verhaltensmodifikationen in Form der Vermeidung beobachteter Räume möglich. Der gegenwärtige Forschungsstand legt jedoch auch nahe, diese Effekte nicht zu überschätzen. Darüber hinaus scheinen sich vergleichsweise schnell Gewöhnungseffekte einzustellen.

Die Komplexität erhöht sich weiter bei Beobachtungspraktiken, die ohne Wissen der Beobachteten stattfinden, also beispielsweise Formen der polizeilichen Internet- oder informationstechnischen Beobachtung. Potenziell betroffene Personen können kaum nachvollziehen, ob, wann und durch wen sie beobachtet werden; im Bewusstsein bleibt einzig die Möglichkeit, dass man beobachtet werden könnte. Die psychischen und sozialen Auswirkungen solcher Beobachtungspraktiken sind bis dato nur unzureichend erforscht. Zwar zeigen einige Studien klare Anhaltspunkte für sogenannte Chillingeffekte, also für Verhaltensanpassungen oder Einschränkungen der eigenen Handlungen als Folge staatlicher Beobachtung im Internet oder in der elektronischen Kommunikation. Fraglich bleibt allerdings, ob diese Befunde, die fast ausschließlich im Kontext der Beobachtungspraktiken durch (ausländische) Nachrichtendienste erzielt wurden, sich auch auf polizeiliche Beobachtungspraktiken (in Deutschland) übertragen lassen. Es besteht daher noch großer Forschungsbedarf, um die genauen Mechanismen der psychischen Auswirkungen technisierter Beobachtung auf individueller Ebene besser zu verstehen.

Auswirkungen auf Technologieanwender und deren Institutionen

Mögliche Auswirkungen des Einsatzes von Beobachtungstechnologien auf die

sie benutzenden Sicherheitsakteure wurden bislang wissenschaftlich kaum erforscht und spielen derzeit auch in politischen und öffentlichen Diskursen eine nur untergeordnete Rolle. Dabei zeigt sich in anderen Sicherheitskontexten, dass unerwünschte Wirkungen auf die Technologieanwender das Ziel einer Steigerung von Sicherheit durch Technisierung unter Umständen konterkarieren können. Aus dem Bereich der Luftfahrt bekannt ist beispielsweise der Effekt, dass ein übersteigertes Vertrauen in die Funktions- und Leistungsfähigkeit von Sicherheitstechnik zu Nachlässigkeit und zur Abnahme des Situationsbewusstseins bei den Anwendern führen kann.

Auch Beobachtungstechnologien wird teilweise eine technische Überlegenheit gegenüber menschlichen Beobachtern attestiert, etwa im Kontext der Videobeobachtung in Verbindung mit Gesichtserkennungssystemen in Bezug auf die Schnelligkeit und Zuverlässigkeit bei der Erkennung von polizeilich gesuchten Personen. Verlieren Sicherheitsakteure jedoch das Bewusstsein für die Grenzen und Limitationen von Beobachtungstechnologien, kann dies dazu führen, dass technikbasierte Handlungsempfehlungen akzeptiert werden, ohne sie auf ihre Richtigkeit zu überprüfen, oder dass sicherheitsrelevante Situationen, die von der Technologie nicht erkannt wurden, auch vom Menschen übersehen werden. Wenn zudem immer mehr Aspekte der Beobachtungs- bzw. Sicherheitsarbeit an technische Systeme abgegeben werden, während sich die Aufgabe des aktiv handelnden Sicherheitsakteurs immer stärker auf die Überprüfung von Systemmeldungen beschränkt, kann sich dies ggf. negativ auf seine Arbeitsmotivation und -leistung auswirken.

Diese und weitere im TAB-Bericht diskutierten Beispiele verdeutlichen, dass ein verstärkter Technologieeinsatz aufgrund von nichtintendierten Wirkungen auf die Technologieanwender nicht automatisch zu mehr Sicherheit führen muss.

Bei Überlegungen und Entscheidungen über den (künftigen) Einsatz von Beobachtungstechnologien sollten mögliche Effekte auf die sie benutzenden Sicherheitsakteure daher adäquat einbezogen werden. Dazu ist es notwendig, das Wissen über solche Effekte zu erweitern.

Spannungsverhältnis zwischen Sicherheit und Freiheit

Der Einsatz von Beobachtungstechnologien im zivilen Sicherheitsbereich kann mit Eingriffen in individuelle Freiheitsrechte verbunden sein. Hier im Fokus stehen insbesondere polizeiliche Beobachtungspraktiken, die in der Regel grundrechtlich geschützte Privatheitsgarantien berühren. Daraus entsteht mitunter ein sensibles Spannungsverhältnis zwischen den gesellschaftlichen Sicherheitsbedürfnissen und den individuellen Freiheitsrechten.

Es ist eine schwierige Aufgabe, staatliches Sicherheitshandeln in eine angemessene Balance zwischen Sicherheit und Freiheit zu bringen. Ein zentrales Instrument hierzu bildet der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit, der verlangt, dass der Staat mit jedem Grundrechtseingriff einen legitimen Zweck mit geeigneten, erforderlichen und angemessenen Mitteln verfolgt. So gilt beispielsweise ein Mittel im verfassungsrechtlichen Sinne dann als geeignet, wenn mit seiner Hilfe der gewünschte Erfolg gefördert werden kann. Dabei muss der erstrebte Erfolg nicht in jedem Einzelfall erreicht werden oder erreichbar sein, die abstrakte Möglichkeit der Zweckerreichung genügt. Diese Voraussetzung aber erfüllen polizeiliche Beobachtungsmaßnahmen zumeist quasi automatisch: Solange die technisch-funktionale Leistungsfähigkeit der jeweiligen Beobachtungstechnologie gegeben ist, bestehen kaum Zweifel, dass durch ihren Einsatz das verfolgte Ziel zumindest potenziell bzw. in Einzelfällen erreicht werden kann. Dies sagt aber wenig darüber aus, ob sich die fragliche Beobachtungspraktik auch tatsächlich zur Kriminalitätsbekämpfung

eignet. Denn der praktische Sicherheitsnutzen von polizeilichen Beobachtungsmaßnahmen hängt in den allermeisten Fällen nicht nur von technisch-funktionalen Kriterien, sondern auch wesentlich von den jeweiligen sozialen Anwendungskontexten oder Verhaltensweisen der beobachteten Personen ab.

Wie dieses Beispiel zeigt, sind die Prüfkriterien des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes – zumindest nach bisheriger Anwendungspraxis – zum Teil zu vage, um über die Verhältnismäßigkeit polizeilicher Beobachtungsmaßnahmen auch nach gesellschaftlichen (z. B. ethischen) Bewertungsmaßstäben entscheiden zu können. Aus diesem Grund wurden im TAB-Bericht mögliche Anforderungen an eine erweiterte Verhältnismäßigkeitsprüfung im Kontext des Einsatzes von Beobachtungstechnologien im zivilen Sicherheitsbereich diskutiert.

Gestaltungsoptionen

Aufbauend auf diesen Analysen wurde eine Reihe von Gestaltungsoptionen abgeleitet, die einen zielführenden und zugleich gesellschaftlich tragfähigen Umgang mit technisierten Beobachtungspraktiken befördern könnten.

Gestaltungsoptionen für die Akteure der Forschung und Entwicklung ergeben sich aus den im Bericht identifizierten Wissenslücken. Ein fortwährend wichtiges Forschungsdesiderat stellt beispielsweise die Evaluation des konkreten Sicherheitsnutzens technisierter Beobachtungspraktiken im zivilen Sicherheitsbereich dar.

Gestaltungsoptionen für den Gesetzgeber werden in erster Linie im Hinblick auf eine »Erweiterung« der Verhältnismäßigkeitsprüfung gesehen. Um beispielsweise die Möglichkeiten für die Geeignetheitsprüfung für polizeiliche Beobachtungspraktiken zu verbessern, wären neben technisch-funktionalen Eignungskriterien zusätzliche Bewertungsmethoden zu

entwickeln, die auf die jeweiligen konkreten Einsatzsituationen anwendbar sind und es ermöglichen, technische, rechtliche, sozialwissenschaftliche und ethische Bewertungsdimensionen integriert zu betrachten.

Schließlich sollten auch die Akteure der zivilen Sicherheit, die die Technologien im Rahmen ihrer jeweiligen Aufgaben und Befugnisse in der Praxis anwenden, den Einsatz von Beobachtungstechnologien regelmäßig auf den Prüfstand stellen. Gerade hier bieten sich gute Voraussetzungen, um den tatsächlichen Sicherheitsnutzen zu bewerten und mögliche unerwünschte Wirkungen der Technologieanwendung frühzeitig zu erkennen. Die Evaluationsergebnisse sollten anderen Sicherheitsakteuren, der Wissenschaft und – im Sinne der Transparenz – der allgemeinen Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 190 »Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit – Möglichkeiten und Herausforderungen« wird nach Abnahme durch den ABFTA publiziert.

Kontakt

Dr. Claudio Caviezel
+49 30 28491-116
caviezel@tab-beim-bundestag.de

Gentherapien mit Genome Editing – neue Möglichkeiten, neue Herausforderungen

Schon seit Langem haben Fachleute über die Möglichkeit debattiert, über gentherapeutische Interventionen in bestimmten Körperzellen hinaus auch gezielt in die menschliche Keimbahn einzugreifen. Als im November 2018 bekannt wurde, dass ein chinesisches Forschungsteam einen solchen Eingriff tatsächlich durchgeführt hatte, traf es die Fachwelt (und Teile der Öffentlichkeit) wie ein Schock. Denn nach fast einhelliger Meinung waren (und sind) weder die technischen Möglichkeiten noch der Wissensstand ausgereift genug, um die mit einem solchen Eingriff verbundenen Risiken beherrschen zu können. Die zugrundeliegenden Technologien eröffnen allerdings viele weitere Anwendungsmöglichkeiten genetischer Therapien am Menschen.

Die rasante Entwicklung neuer gentechnischer Verfahren, die als Genome Editing bezeichnet werden, hat Keimbahneingriffe, also Veränderungen des Genoms, deren Auswirkungen nicht nur die jeweils Behandelten, sondern auch deren Nachkommen betreffen, auch beim Menschen technisch möglich gemacht. Zu diesen Verfahren zählt insbesondere die Anwendung des CRISPR-Cas9-Systems, für dessen Entdeckung im Herbst 2020 der Nobelpreis für Chemie an Emmanuelle Charpentier und Jennifer A. Doudna verliehen wurde. Aber auch ältere molekularbiologische Werkzeuge wie Zinkfinger-nukleasen und Transcription-Activator-like-Effektor-Nukleasen (TALEN) erlauben eine im Vergleich zu früheren gentherapeutischen Ansätzen größere Vielfalt an Eingriffsmöglichkeiten einschließlich der Modifikation zelleigener Gene und der Einbringung therapeutischer Gene an ganz bestimmten Stellen des Erbguts.

Die Forschung zu humanmedizinischen Anwendungen dieser Verfahren wurde in den letzten Jahren stark ausgeweitet. Das TAB hat in seinem Ende 2019 abgeschlossenen Monitoringprojekt den Stand der Forschung und Anwendung des Genome Editings am Menschen untersucht. Dabei werden zwei Anwendungsbereiche unterschieden. Auf der einen Seite die somatische Gentherapie, also genetische Veränderungen in Körperzellen (wie Leber- oder Blutzellen), die nicht auf Nachkommen vererbt werden, auf der anderen Seite Eingriffe in Zellen der menschlichen

Keimbahn (durch genetische Veränderungen während der Befruchtung, in einzelligen Embryonen oder in Geschlechtszellen in unterschiedlichen Reifungsstadien), die im Fall der Fortpflanzung auch die nachfolgenden Generationen betreffen. Bei der somatischen Gentherapie stehen die Hoffnungen von Forschenden und Betroffenen auf eine Verbesserung und Erweiterung therapeutischer Möglichkeiten bzw. Optionen durch Genome Editing im Vordergrund. Diese werfen nach einhelliger Fachmeinung keine qualitativ neuartigen rechtlichen oder ethischen Fragen auf, daher wurden hierzu vom TAB der naturwissenschaftlich-medizinische Sachstand erhoben und, so weit dies in so frühen Forschungs- und Entwicklungsstadien sinnvoll ist, mögliche gesundheitsökonomische Perspektiven und Herausforderungen skizziert. Bei der Keimbahntherapie hingegen stellen sich grundsätzliche biomedizinische und ethische Fragen, daher wurden insbesondere die bisherigen und laufenden ethischen und rechtlichen, fachwissenschaftlichen und öffentlichen Diskurse analysiert. Ein übergreifendes Thema bildet die Frage der Sicherheit, die für alle Anwendungen am Menschen von höchster Wichtigkeit ist.

Die Grundlage: Genome Editing erleichtert Eingriffe ins menschliche Erbgut

Genome-Editing-Verfahren zeichnen sich dadurch aus, dass eine bestimmte Stelle im Genom einer Zelle aufgesucht und an

dieser Stelle ein Bruch des DNA-Strangs veranlasst wird. Dies führt zu einer Aktivierung zelleigener Reparaturmechanismen, die zur Veränderung von Gensequenzen genutzt werden können. Neuere Varianten des Genome Editings erlauben an der anvisierten Stelle die gezielte Umwandlung einzelner oder mehrerer Basen (der Buchstaben des genetischen Codes).

Mittels Genome Editing (und insbesondere durch das CRISPR-Cas9-System) wurde es erstmals möglich, relativ einfach, schnell und kostengünstig gezielte Veränderungen direkt im Genom ganz unterschiedlicher Zelltypen (und das bei fast allen Arten von Lebewesen) durchzuführen, einschließlich menschlicher Keimzellen sowie befruchteter Eizellen bzw. einzelliger Embryonen. Zuvor waren solche Veränderungen nur sehr ineffizient, aufwendig und langwierig umzusetzen und daher auf wenige Modellorganismen (vor allem auf die Maus) und bestimmte Zelllinien beschränkt. Oder aber die Veränderung erfolgte mit weitgehend ungezielter Integration der zusätzlichen Genkopien in das Genom der Zellen. Vor allem die Möglichkeit, mit Genome-Editing-Werkzeugen befruchtete Eizellen direkt und gezielt genetisch zu verändern, hat das Erzeugen von Organismen mit genetischen Veränderungen in allen Zellen stark vereinfacht und das Spektrum von so veränderbaren Arten deutlich erweitert. Gezielte Eingriffe in die Keimbahn des Menschen zur dauerhaften Veränderung des Erbguts der Nachkommen wurden so erst realistisch möglich. Außer solchen Keimbahneingriffen sowie der Verbesserung von Ansätzen somatischer Gentherapien ist es insbesondere die biomedizinische Grundlagen- und präklinische Forschung, in denen sich durch Genome Editing vielfältige neue Möglichkeiten aufgetan haben.

Vielen Erfolgsmeldungen zum Trotz lassen sich aber auch mit Genome-Editing-Verfahren – zumindest bislang – nicht 100%ig verlässliche Veränderungen im

Abb. 1 Mögliche Anwendungen des Genome Editing am Menschen



Genom erreichen. So kann es zu nichtbeabsichtigten Veränderungen an anderen Stellen des Genoms als der eigentlichen Zielsequenz kommen (Off-Target-Effekte). Diese können zur Inaktivierung von Genen und Beeinträchtigung ihrer Funktion, zu Veränderungen in der Menge der Genprodukte oder zu Verknüpfun-

gen unterschiedlicher Chromosomenteile (Translokationen) führen und damit Krankheitsrisiken hervorrufen. Zudem kann an der gewünschten Stelle nur sehr begrenzt gesteuert werden, mit welchem Mechanismus die Zelle den Bruch des DNA-Strangs repariert. Es kann zu un-geplanten Einfügungen oder Entfernun-

gen von genetischen Informationen kommen, sodass zwar eine Inaktivierung von Genfunktionen recht leicht erreicht werden kann, eine erfolgreiche Sequenzänderung oder das gezielte Einfügen bzw. der Austausch von Genen aber deutlich ungewisser ist. Weiterentwicklungen des CRISPR-Cas-Systems, wie das Base bzw. Prime Editing, bei denen nicht der ganze DNA-Strang geschnitten wird, einzelne Basen umgewandelt bzw. bestimmte DNA-Abschnitte gezielt eingefügt werden können, stellen mehr Kontrolle über die Umwandlung der genetischen Information und teilweise geringere Off-Target-Effekte in Aussicht. Insbesondere das Prime Editing wurde bisher aber nur versuchsweise im Labor angewendet.

Ausweitung der Optionen bei der somatischen Gentherapie

Neben der Verbesserung der Effizienz und Genauigkeit der Anwendung ist die Ausweitung der Einsatzmöglichkeiten eine zentrale Hoffnung, die mit Genome Editing im Bereich der somatischen Gentherapie verbunden wird. Die Gentherapie konnte etwa ab dem Jahr 2000 mit dem Ansatz, bestimmte Krankheiten kausal durch das Einbringen zusätzlicher Gene zu therapieren, zunehmend Erfolge vorweisen. In Europa und den USA wurden mehrere solcher Therapien für monogene Erbkrankheiten und Krebsarten zugelassen, darunter schwere Immunstörungen, angeborene Formen von Blindheit, spinale Muskelatrophie, β -Thalassämie sowie bestimmte Leukämieformen. Allerdings stellen das Risiko einer Mutation infolge des nicht zielgenauen Einbaus von Genabschnitten (Insertionsmutagenese) bei Anwendungen, die eine stabile Integration von eingebrachten Genen in das Erbgut erfordern (z. B. in sich schnell teilenden Blutzellen) sowie mögliche Nebenwirkungen durch Immunreaktionen gegen die für den Gentransport in die Zelle eingesetzten Viren (bei deren direkter Anwendung in Patienten) weiterhin Herausforderungen dar.

Genome-Editing-Verfahren sollen zum einen den zielgenaueren Einbau von Genen an bestimmten Stellen des Genoms erlauben und so das Risiko einer Insertionsmutagenese verringern. Außerdem werden erstmals Therapien für Krankheiten möglich, bei denen vorhandene Gensequenzen verändert werden müssen. So können bestimmte gewünschte Genvarianten zu groß sein, um mittels der passenden Viren in Zellen eingeschleust werden zu können (z. B. bei einer bestimmten vererbaren Form von Blindheit, LCA10). Oder dominante pathologische Gene, die Krankheiten wie z. B. die Huntington-Krankheit auslösen, müssen inaktiviert werden. Darüber hinaus können auch Gene für therapeutische Funktionen wieder aktiviert werden, die normalerweise nicht mehr abgelesen werden (z. B. zur Therapie von β -Thalassämie). Erste klinische Studien unter Anwendung von Genome Editing wurden begonnen, u. a. wird in Deutschland gegenwärtig eine Patientin mit β -Thalassämie behandelt. Genome-Editing-Ansätze richten sich außerdem auf genbasierte Therapien für chronische Infektionskrankheiten wie HIV/AIDS und die Verbesserung von Immuntherapien gegen Krebs.

Auch mit den neuen Ansätzen sind Herausforderungen verbunden. Wie bei den konventionellen Ansätzen ist der Gentransfer bei direkten Behandlungen in Patienten (In-vivo-Verfahren) vergleichsweise ineffizient und nur teilweise gewebspezifisch. Insbesondere Erbkrankheiten, bei denen Schäden in mehreren und zum Teil schwer mit den Genome-Editing-Werkzeugen zu erreichenden Organen hervorgerufen werden (Mukoviszidose, muskuläre Dystrophien), sowie Krankheiten, bei denen eine Genmutation bereits sehr früh (z. B. schon im Uterus oder zum Zeitpunkt der Geburt) zu schweren oder irreversiblen Schäden führt, können daher nach wie vor nicht oder nicht effizient behandelt werden. Neue Herausforderungen stellen sich mit Genome-Editing-Ansätzen durch Off-Target-Effekte, unbeabsichtigte Schäden

am Zielort (»on target«) sowie Immunreaktionen gegen die (aus Bakterien stammenden) Editingwerkzeuge.

Voraussetzungen von Keimbahneingriffen

Nicht lediglich verbessert, sondern durch CRISPR-Cas bzw. Genome Editing überhaupt erst in den Bereich des technisch Möglichen gerückt sind gezielte Eingriffe in das Genom von Keimbahnzellen beim Menschen. Frühere Techniken der Genmanipulation waren zu ineffizient, aufwendig und langwierig, um solche Eingriffe durchführen zu können. Erste Veröffentlichungen zu Experimenten in China, bei denen Genveränderungen an (nichtlebensfähigen) menschlichen Embryonen durchgeführt wurden, erschienen 2015. Dabei wurden, wie bei allen bis heute veröffentlichten Experimenten von Forscherteams aus China, den USA, Südkorea und Großbritannien, das CRISPR-Cas9-System oder darauf basierende Base-Editor-Systeme zur Einführung von gezielten Genomveränderungen in einzelligen Embryonen (bzw. in einem Fall in Eizellen während der Befruchtung) angewendet. Die meisten Versuche zielten auf die Korrektur von Mutationen, die monogene Erkrankungen hervorrufen. Außerdem wurde Genome Editing in einem Fall eingesetzt, um das Grundlagenwissen über die frühe Embryonalentwicklung zu verbessern.

Als mögliche Anwendungsgebiete, in denen Keimbahninterventionen als aussichtsreiche Therapieoption eingesetzt werden könnten, erscheinen gegenwärtig insbesondere:

- » die Verhinderung der Weitergabe monogener Erbkrankheiten bei Paaren, bei denen eine Präimplantationsdiagnostik (PID) nicht erfolgversprechend ist (weil keine oder zu wenig gesunde Embryonen entstehen würden, aus denen eine Auswahl getroffen werden könnte). Vor allem in Fällen, in denen

ein Gendefekt bereits sehr früh (z. B. schon zum Zeitpunkt der Geburt oder davor) zu schweren und/oder irreversiblen Schäden führt (wie bestimmte Formen von lysosomalen Speicherkrankheiten), Schäden in mehreren Organen hervorruft oder der Gendefekt in sehr vielen Zellen eines Organs korrigiert werden müsste (z. B. Duchenne-Muskeldystrophie oder Mukoviszidose), könnten Keimbahneingriffe Vorteile gegenüber somatischen Gentherapieansätzen bieten oder gar die einzige kausale Therapieoption darstellen;

- » die präventive Veränderung von Genvarianten, die mit einem sehr hohen Krankheitsrisiko verbunden sind (z. B. Mutationen, die Brust- und Eierstockkrebs auslösen können);
- » Therapien für Infertilität als Folge früher Arretierungen von Embryonen, also Embryonen, deren Zellen sich aufgrund einzelner Gendefekte nach der In-vitro-Fertilisation (IVF) nicht mehr vermehren.

Konstellationen von Eltern mit schweren Erbkrankheiten, die keine oder zu wenige gesunde Embryonen zeugen können, sind bislang sehr selten. Entsprechende Fälle könnten jedoch häufiger auftreten, wenn Krankheiten wie Mukoviszidose zukünftig besser behandelt werden können. Eine weiter steigende Zahl an IVF-Behandlungen wiederum könnte den Bedarf an Therapien für Infertilität erhöhen.

Technische Herausforderungen und Sicherheitsfragen

In den bisherigen Experimenten war die Erfolgsrate der angestrebten genetischen Veränderungen meist relativ klein (typischerweise unter 20% der injizierten Embryonen). Off-Target-Veränderungen wurden beobachtet bzw. konnten nicht ausgeschlossen werden, zudem kam es zu Mosaikbildungen, d. h. die Sequenzveränderung fand nicht in allen Zellen der Embryonen statt. Vor diesem Hintergrund erscheinen Keimbahneingrif-

fe, bei denen mehr als ein einzelnes Gen verändert oder korrigiert werden müsste, aus wissenschaftlicher Perspektive derzeit als nicht umsetzbar, zumal es vielfach an Wissen über das Zusammenspiel der menschlichen Gene fehlt. Aus dem gleichen Grund erscheint auch ein genetisches Enhancement, also eine Verbesserung bestimmter Merkmale durch Keimbahneingriffe ohne medizinische Indikation, auf absehbare Zeit als unrealistisch. Dies gilt in besonderem Maß, wenn es um komplexe Merkmale wie kognitive Fähigkeiten geht.

Sicherheitsaspekte sind bei allen medizinischen Eingriffen von zentraler Bedeutung, geht es doch darum, gesundheitliche Schäden bei den Behandelten zu vermeiden. Im Fall von Keimbahneingriffen ist die Frage der Sicherheit besonders relevant, weil die Auswirkungen der Behandlung nicht ohne Weiteres rückgängig gemacht werden können und weil sie nicht nur die Behandelten, sondern auch deren Nachkommen betreffen. Daher müsste sich ein Monitoring möglicher unerwünschter Effekte auf mehrere Generationen erstrecken. Auch die erforderliche Einholung eines informierten Einverständnisses der Behandelten ist im Fall eines Keimbahneingriffs nicht im herkömmlichen Sinne möglich, sondern kann nur durch eine Einwilligung der Eltern ersetzt werden, bei der das mutmaßliche Interesse der zukünftig Geborenen unterstellt wird.

Insgesamt ergibt sich eine Art Zwickmühle: Die (langfristige) Sicherheit von Keimbahneingriffen lässt sich kaum beurteilen, ohne Forschung am Menschen durchzuführen – für die jedoch die (zumindest weitgehende) Sicherheit der Anwendung vorausgesetzt werden muss. Insofern ist fraglich, ob klinische Versuche zu Keimbahneingriffen überhaupt zugelassen werden können bzw. wie – angesichts von international sehr unterschiedlichen Haltungen zu dieser Frage wie auch sehr unterschiedlicher Regulierung entsprechender Forschung – mit den in an-

deren Ländern ggf. erzielten Erkenntnissen umgegangen werden soll.

Anhaltende Debatte über ethische Fragen und Regulierungsmöglichkeiten

Die wissenschaftliche wie auch die gesellschaftliche Debatte über Keimbahneingriffe werden bereits seit den 1980er Jahren intensiv geführt (auch wenn sie damals noch keine konkrete Handlungsoption darstellten). Während in Bezug auf Anwendungen in der somatischen Gentherapie neben Sicherheitsaspekten vor allem die Hoffnungen Betroffener die Diskussion bestimmen, spielen beim Genome Editing von Keimbahnzellen außerdem fundamentale Bedenken eine wichtige Rolle. Kritisiert wird, dass Keimbahneingriffe einen unzulässigen Eingriff in das Selbstbestimmungsrecht der noch ungeborenen Menschen darstellen und die nötigen langfristigen Monitoringmaßnahmen Persönlichkeitsrechte verletzen. Befürchtet wird auch, dass ein so grundlegender Eingriff Grundvoraussetzungen des menschlichen Zusammenlebens infrage stellen könnte, weil nicht mehr für alle Menschen gleichermaßen eine allein natürliche Gegebenheit unterstellt werden kann. Andererseits sollen Keimbahneingriffe Menschen helfen, ihre reproduktive Autonomie zu verwirklichen, also selbstbestimmt über ihre eigene Fortpflanzung zu entscheiden, beispielsweise in Fällen, in denen Keimbahneingriffe die einzige oder eine vorzuziehende Möglichkeit darstellen, genetisch verwandte Kinder ohne Erbkrankheiten auf die Welt zu bringen. Auf der gesellschaftlichen Ebene wird befürchtet, dass Keimbahneingriffe dazu beitragen, dass sich Normvorstellungen bezüglich der genetischen Ausstattung des Menschen etablieren bzw. dass Selektionen gegen von der Norm abweichende Merkmale stattfinden, die als Ablehnung bzw. Diskriminierung der Träger solcher Merkmale aufgefasst werden könnten. Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Vorstellungen zur Schutzwürdigkeit von

Embryonen wird nicht zuletzt die grundsätzliche Zulässigkeit von Eingriffen, die möglicherweise deren Entwicklung beeinträchtigen, hinterfragt, sei es zu Zwecken der Forschung oder aber der klinischen Anwendung.

Einen gewissen Kulminationspunkt fand die Debatte über Keimbahneingriffe, als im November 2018 publik wurde, dass ein Forschungsteam in China nicht nur Experimente an Embryonen durchgeführt, sondern diese Embryonen einer Frau eingesetzt hatte, die schließlich Zwillinge auf die Welt brachte (ein weiteres, ebenfalls behandeltes Kind wurde später von einer anderen Frau geboren). Ziel war es, die Kinder durch das Nachahmen einer natürlich vorkommenden Mutation in einem Gen (CCR5) resistent gegen eine Infektion mit dem HI-Virus zu machen. Es ist allerdings unklar, ob bzw. in welchem Ausmaß dies gelungen ist. Diese erstmalige klinische Durchführung von Keimbahneingriffen mittels Genome Editing wurde von Forschenden weltweit nahezu einhellig verurteilt, weil sie ohne das nötige Wissen über die Sicherheit und die Folgen des Eingriffs und auch ohne die Berücksichtigung medizinischer Standards wie der ausreichenden Information der Probanden und der Abwägung gegenüber anderen Möglichkeiten des Schutzes vor einer Infektion erfolgte. Drei der Verantwortlichen, unter ihnen der leitende Forscher, wurden 2019 von einem chinesischen Gericht zu Haftstrafen verurteilt.

International verstärkte sich in der Folge die Debatte über die Bedingungen, unter denen eine klinische Anwendung von Keimbahneingriffen vertretbar sein könnte. Zwei internationale wissenschaftliche Kommissionen wurden eingesetzt, um diese Frage sowie die globale Regulierung von Keimbahneingriffen zu untersuchen. Neben einer bei der WHO angesiedelten Arbeitsgruppe handelt es sich um ein Gremium der US-amerikanischen National Academy of Medicine und National Academy of Science sowie der britischen Royal Society, das kürzlich

einen »Consensus Report« vorgelegt hat. Darin wird ein enger Rahmen für mögliche klinische Anwendungen von Keimbahneingriffen gesteckt. Es wird festgestellt, dass die Kriterien für effiziente und verlässliche Eingriffe in das Genom von Keimbahnzellen gegenwärtig nicht erfüllt sind und dass sowohl weitere Forschung als auch eine umfassende gesellschaftliche Debatte nötig sind, bevor weitere Schritte unternommen werden.

Herausforderungen und Handlungsoptionen

Dem sehr unterschiedlichen Stand der Forschung in den Anwendungsfeldern von Genome Editing am Menschen entsprechend ergeben sich sehr unterschiedliche Herausforderungen und Handlungsoptionen. Im Bereich der somatischen gen- und zellbasierten Therapien ist zu konstatieren, dass die neuen, immer präziseren, einfacheren und universeller anwendbaren Verfahren des Genome Editings eine Vielzahl von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten angestoßen haben, diese Ansätze zu verbessern bzw. neue zu entwickeln. Erste klinisch Erprobungen wurden begonnen. Hier bestehen in den kommenden Jahren konkrete politische Handlungsmöglichkeiten im Sinne einer Unterstützung von Forschung und Entwicklung durch die öffentliche Hand. Mit Blick auf die wohl auch weiterhin meist hohen Kosten müssen bestehende Finanzierungsmodelle durch neue Ansätze ergänzt werden.

Optionen der Forschungsförderung betreffen auch die Grundlagenforschung. Es sind insbesondere drei Bereiche, in denen sich durch Genome-Editing-Verfahren neue Möglichkeiten ergeben:

- » genomweite Screeningverfahren, mit denen sich die Rolle von Genen und ihren Produkten in zellulären und medizinisch relevanten Prozessen in verschiedensten menschlichen Zellen untersuchen lassen;

- » die Herstellung von Krankheitsmodellen in Tieren und menschlichen Zellen, wobei das Spektrum der Tiermodelle deutlich erweitert werden kann und durch Nutzung induzierter pluripotenter Stammzellen und organähnlicher Systeme (Organoide) menschliche Krankheitsmodelle in der Petrischale entwickelt werden können;
- » schließlich Experimente an frühen Embryonen in vitro, um Erkenntnisse über die frühe menschliche Embryonalentwicklung zu gewinnen.

Während sich bei den ersten Bereichen vor allem die Frage des Förderungsbedarfs stellt, wäre für ein Verfolgen der dritten Option eine Änderung des Embryonenschutzgesetzes notwendig.

Der zukünftige Umgang mit den Möglichkeiten von Keimbahneingriffen ist schließlich viel stärker Gegenstand politischer und gesellschaftlicher Debatten. Mit Blick auf die geringe Zahl realistischer Anwendungsszenarien und die Ungewissheit bezüglich ihrer Realisierungsmöglichkeiten erscheint die hohe Aufmerksamkeit für diesen Bereich erstaunlich. Falls in Deutschland Forschung zur Erlangung von Erkenntnissen angegangen werden sollte, die den Weg zu Keimbahneingriffen als therapeutische Option weisen könnten, müsste zunächst das gesetzliche Verbot von Experimenten an Embryonen geändert werden. Bereits für entsprechende Initiativen, noch mehr aber für weitergehende Schritte auf diesem Weg dürften eine breite gesellschaftliche Meinungsbildung und Debatte eine wichtige Voraussetzung sein. Von einer Debatte über die Ermöglichung von Keimbahneingriffen ist gegenwärtig jedoch nicht allzuviel zu erwarten, da das Wissen über Erfolgsraten und möglichen Nebenwirkungen noch wenig belastbar und die Szenarien möglicher Anwendungen entsprechend hypothetisch sind. Allerdings ließe sich auf internationaler Ebene auf Vereinbarungen hinwirken, dass die Forschung zu Keimbahneingriffen durch kompetente Institutionen überwacht wird und bis

zur Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich der medizinischen Sicherheit, ethischen Vertretbarkeit und gesellschaftlichen Akzeptanz keine klinischen Versuche (also Versuche an Menschen) durchgeführt werden.

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 191 »Genome Editing am Menschen« wird nach Abnahme durch den ABFTA publiziert.

Kontakt

Dr. Steffen Albrecht
+49 30 28491-111
albrecht@tab-beim-bundestag.de

Zum Nutzen partizipativer Verfahren für die parlamentarische TA

Die Arbeit des TAB ist in der aktuellen Vertragsperiode darauf ausgerichtet, neben neuen Veranstaltungsformaten auch neue Projektformate zu erproben. Mit Blick auf dieses Vorhaben wurde durch den ABFTA das TA-Projekt »Nutzenpotenziale innovativer und partizipativer methodischer Verfahren für den Deutschen Bundestag« und die Bearbeitung durch das IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung beschlossen. Im Rahmen der mittlerweile durchgeführten Studie wurden innovative und partizipative Verfahren der Zukunftsforschung und TA sondiert und im Hinblick auf ihr Nutzenpotenzial für die parlamentarische TA eingeordnet.

Für eine tiefergehende Analyse wurden Verfahren mit Blick auf die folgenden Nutzenpotenziale ausgewählt:

- > die Einbettung von aktuellem Experten- bzw. Fachwissen rund um wissenschaftlich-technische Entwicklungen;
- > die Integration von Erfahrungs- und Gestaltungswissen, insbesondere von Bürgerinnen und Bürgern;
- > eine Übersetzung von wissenschaftlichen Erkenntnissen in politische Handlungsoptionen für den Deutschen Bundestag.

Die Studie stellt insgesamt neun Verfahren in einem praxisorientierten Kompendium im Hinblick auf Ziele und Voraussetzungen, Verfahrensablauf, Zeit- und Kostenaufwand sowie ihren möglichen Nutzen für die Arbeit des TAB für den Deutschen Bundestag dar. Neben einer umfassenden Beschreibung der Verfahren ist auch eine kompakt aufbereitete Übersicht in Form von Steckbriefen in dem Kompendium enthalten. Die Studie wird demnächst als TAB-Bericht veröffentlicht, ausgewählte Inhalte zu den neun Verfahren werden im Folgenden vorgestellt.

Argumentkartierung mit Onlineunterstützung

Die Argumentkartierung kann neue Einsichten in die Struktur bislang wenig transparenter und vielschichtiger gesellschaftlicher Debatten und Konfliktfelder verschaffen. Komplexe Argumentationen, wie sie oft im Zusammenhang mit technisch-wissenschaftlichen Entwicklungen

aufzutreten, können mit diesem Verfahren auf unterschiedlicher Detailebene analysiert und strukturiert werden. Für die Argumentkartierung werden die einschlägigen Thesen und Argumente zunächst identifiziert, anschließend umschrieben und die vermutlichen Beziehungen zwischen den Thesen und Argumenten skizziert. Als Ergebnis liegt eine Argumentkarte vor, die grafisch die Struktur der analysierten Argumentationen visualisiert. Argumentkarten können auch während der Durchführung von Präsenzveranstaltungen (Livekartierung) erstellt werden. Diskussionen können so dokumentiert und für Analysezwecke verwendet werden. Die Entwicklung von Argumentkarten kann durch die Verwendung von (freien) Onlinetools unterstützt werden.

Der Nutzen einer Argumentkartierung für die parlamentarische TA kann darin bestehen, wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Debatten im Rahmen von TA-Studien zu strukturieren und die dabei gewonnenen Erkenntnisse in die Ausarbeitung und Begründung von Handlungsoptionen einzubinden. Die Argumentkartierung kann für partizipative Onlineverfahren genutzt werden, indem sie zunächst einen Debattenstand aufzeigt, an den die in TA-Zusammenhängen oft inter- und transdisziplinär zusammengesetzten Teilnehmenden anknüpfen können. In Präsenzveranstaltungen, wie Diskussionsrunden oder Workshops zu TA-Themen, kann das Verfahren Nutzen stiften, indem es die eingehenden Diskussionsbeiträge strukturiert oder aggregiert, sodass wesentliche Argumente und Positionen schnell kenntlich werden.

Barcamp

Das Barcamp ist ein partizipatives Konferenzformat, das 2005 in den USA entstanden ist. Es zeichnet sich dadurch aus, dass die Agenda und die Inhalte einer Konferenz erst von den Teilnehmenden vor Ort festgelegt werden. Auch vortragende Personen werden nicht im Vorfeld, sondern erst während der Konferenz bestimmt. Gemeinsam wird ein Tagesprogramm festgelegt und die Teilnehmenden können anschließend interessengeleitet an einzelnen Sessions mitwirken. In welchem Format die einzelnen Sessions durchgeführt werden, ist dabei variabel: Vorträge, Workshops, Diskussionsrunden u. Ä. sind möglich. Für Barcamps ist es typisch, dass die Teilnehmenden während der Veranstaltung über die Inhalte und Diskussionen auf Social-Media-Kanälen berichten. Ziel ist es, auch Personen teilhaben zu lassen, die nicht bei der Konferenz dabei sein können.

Der Nutzen von Barcamps für die parlamentarische TA kann darin bestehen, neue Formen der Zusammenarbeit und des Austausches zwischen verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen oder Mitarbeitenden unterschiedlicher Institutionen zu etablieren. Barcamps bieten sich dazu an, ein komplexes TA-Thema zu Beginn eines Projekts aus der Sicht verschiedener gesellschaftlicher Stakeholder bzw. Teilnehmenden (Expertinnen und Experten, Politikerinnen und Politikern) zu beleuchten, um auf dieser Basis Schwerpunkte oder konkrete Fragestellungen für den weiteren TA-Prozess festzulegen. Barcamps können zudem helfen, in der öffentlichen bzw. politischen Diskussion bislang marginalisierte Gruppen in TA-Prozesse einzubinden.

Datenspende

Der Begriff der Datenspende bezeichnet die bewusste und freiwillige Sammlung und Weitergabe von Daten zur Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung.

lung. Die Daten werden zweckgebunden und anonymisiert meist durch eine hohe Zahl von Personen bzw. Organisationen für Forschungszwecke bereitgestellt, um so die Datenverfügbarkeit zu erhöhen. Die Datenspende ist in der Regel der Bürgerwissenschaft (Citizen Science) zuzuordnen, in deren Rahmen Laien Daten für wissenschaftliche Zwecke sammeln und auswerten. Das Verfahren der Datenspende gewinnt vor dem Hintergrund fortschreitender Digitalisierung und der zunehmenden Erfassung von Daten über digitale Geräte und Anwendungen an Bedeutung.

Durch Datenspenden kann die notwendige Datenbasis für wissenschaftliche Analysen geschaffen und somit ein Mehrwert auch für die parlamentarische TA erzeugt werden. So können Datenspenden in TA-Studien beispielsweise zum Einsatz kommen, um auf der Mikroebene Datensätze zu gewinnen. Das Themenspektrum ist dabei durch das Vorliegen strukturierter Datensätze bei den Spendern oder durch die Möglichkeit der Erfassung strukturierter Datensätze auf Computern oder Smartphones der Nutzenden mittels dort

installierter Anwendungsprogramme begrenzt. Aktuell können Bürgerinnen und Bürger beispielsweise über die Corona-Datenspende-App des Robert Koch-Instituts auf freiwilliger und pseudonymer Basis Daten spenden. Mittels dieser Daten soll z. B. eine Fieberkarte für Deutschland berechnet werden. Diese Karte soll auf Landkreisebene und täglich aktualisiert anzeigen, ob in einer Region überdurchschnittlich viele Menschen Fieber haben. Auf dieser Grundlage können die Zahl der COVID-19-Erkrankten geschätzt und die Entstehung neuer Hotspots sichtbar gemacht werden.

Design Fiction

Das Verfahren des Design Fiction wurde als eine spezielle Variante der kreativen und kritischen Designtechniken ausgewählt, um zukunftsbezogene Fragestellungen möglichst multiperspektivisch zu bearbeiten. Auf der Grundlage von Prototypen, die neue technologische Möglichkeiten weitgehend detailliert und plausibel darstellen und die in fiktive Erzählungen eingebettet werden, soll eine reflektieren-

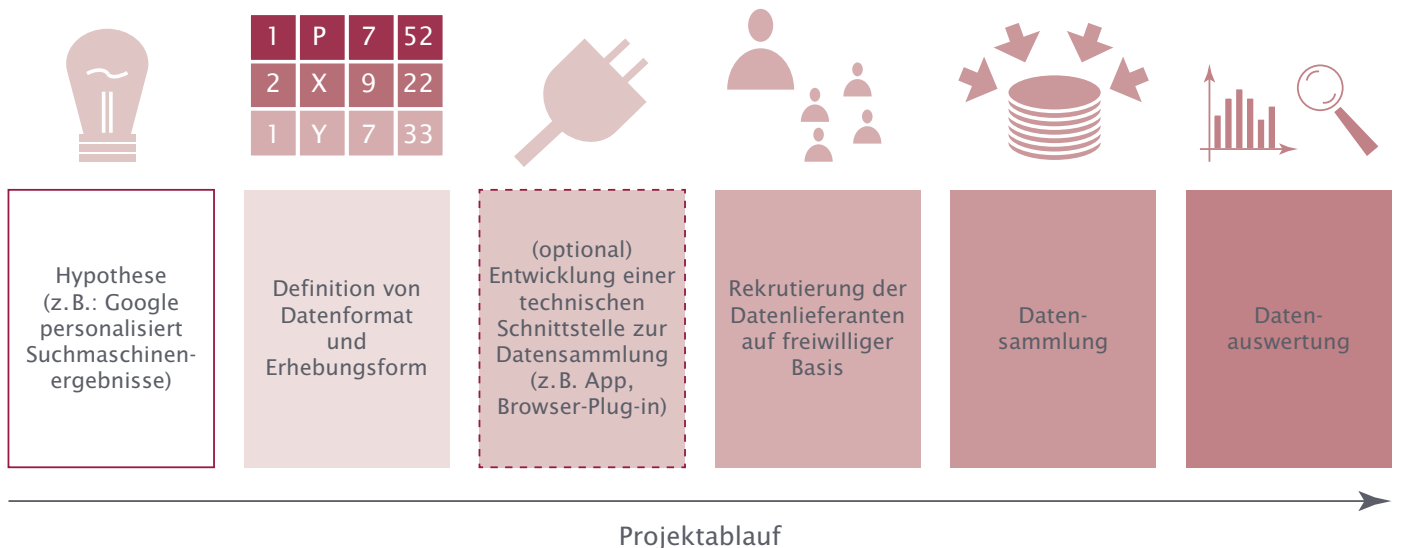
de Auseinandersetzung der Beteiligten über wissenschaftlich-technische Entwicklungen unterstützt werden. So können gewohnte Denk- und Interaktionsmuster der Nutzenden hinterfragt und diese zum offenen und kreativen Nachdenken motiviert werden. Auch können die Erzählungen im Vergleich zu rein wissenschaftlich aufbereiteten Fakten in der Regel besser auch außerhalb enger wissenschaftlicher Disziplinen erschlossen und bewertet werden.

Im Unterschied zu dem bekannteren Design Thinking geht es bei Design Fiction nicht darum, Kundenbedürfnisse genau zu verstehen und neue passgenaue Lösungen dafür zu entwickeln, sondern um die Entwicklung zukunftsgerichteter Gedankenräume und die reflektierte Auseinandersetzung mit möglichen wissenschaftlich-technischen Entwicklungen. Dabei sollen Technologieoptionen aufgezeigt und Debatten rund um ihre Wirkungen angestoßen werden.

Der Nutzen von Design Fiction für die parlamentarische TA kann darin bestehen, zukunftsgerichtete Gedankenex-

Abb. 1

Typischer Ablauf von Datenspenden und ihrer Nutzung



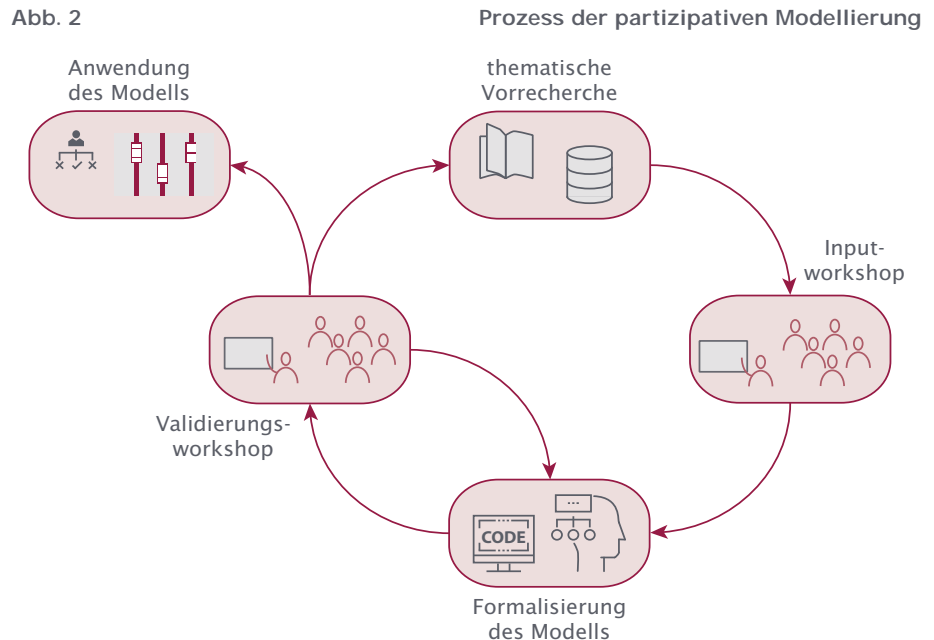
perimente rund um die Potenziale von wissenschaftlich-technischen Entwicklungen vorausschauend zu fördern. In dem Design Fiction mögliche Zukunftsbilder plastisch darstellt und verständlich vermittelt, können Impulse für die Gestaltung wissenschaftlich-technischer Entwicklungen entstehen und frühzeitig in gesellschaftliche Debatten zu wünschbaren Zukunftsentwicklungen eingebracht werden.

Digitale Kollaboration

Kollaboration bezeichnet die Zusammenarbeit von Personen, Gruppen oder Institutionen mit dem Ziel, Ideen oder Wissen zu generieren, Erkenntnisse auszutauschen und diese zu diskutieren und abzustimmen. In der Regel ist Kollaboration als Gegenteil zu Konkurrenz bzw. Konflikt konzipiert und auf das Erzielen von Konsens hin ausgerichtet. So kann es je nach Zielsetzung sinnvoll sein, durch die Kollaboration Meinungsvielfalt zu erzeugen oder Übereinstimmung abzufragen bzw. ein möglichst hohes Maß an Konsens zu erzeugen. Die Digitalisierung und die Vernetzung erleichtern die Zusammenarbeit und schaffen neue Möglichkeiten: Mit digitalen Kollaborationswerkzeugen wird eine Kommunikationsplattform im Internet zur Verfügung gestellt, die die Zusammenarbeit strukturiert und stützt. Ein Vorteil der digitalen Kollaboration besteht darin, dass die Beteiligten ortsunabhängig und zeitlich asynchron an Ideenfindung, Dokumenten oder Projekten arbeiten können.

Grundsätzlich sind digitale Kollaborationsverfahren für alle Akteursgruppen und somit auch für die Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern in Prozesse der parlamentarischen TA geeignet. In der bisherigen Praxis finden sich meist Verfahren, die sich an Fachleute aus Wissenschaft und Praxis und oft an geschlossene Gruppen richten. Bei TA-Projekten eignen sich digitale Kollaborationsprozesse, um Argumente und unterschiedliche

Abb. 2



Sichten zu sammeln und zu gewichten. Des Weiteren können Handlungs- und Verbesserungsvorschläge zusammengeführt und diskutiert werden, die die Hinweise und Kommentare der Mitwirkenden berücksichtigen. Auch ist es möglich, Vorfassungen von Dokumenten online zur Diskussion zu stellen und so gemeinschaftlich zu prüfen. Der Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages bietet auf dem E-Petitionsportal z. B. die Möglichkeit, gemeinsam mit mehreren Personen eine Petition zu erarbeiten. Dazu wird der webbasierte Texteditor »Etherpad« genutzt, der eine kollaborative Bearbeitung von Texten erlaubt.

Partizipative Modellierung

Das Verfahren der partizipativen Modellierung vereint zwei methodische Ansätze: die Modellierung komplexer Systeme mittels Computersimulationen und den partizipativen Ansatz der Sozialforschung. Beide Herangehensweisen finden bereits einen breiten Einsatz in verschiedenen Forschungsgebieten. Dabei fällt unter den Sammelbegriff der partizipativen Modellierung grundsätzlich jeder Ansatz, der die Mitwirkung von Exper-

tinnen und Experten oder auch gesellschaftlichen Anspruchsgruppen bei der Erstellung oder Nutzung konzeptioneller und computergestützter Modelle vorsieht. Entsprechend dem Zeitraum der Beteiligung können nach Hare (2011) drei Formen unterschieden werden:

- Front-End-partizipative Modellierung: Diesem Ansatz zufolge werden gesellschaftliche Stakeholder in die ersten Phasen des Prozesses mit einbezogen, um Wissen zu generieren, welches entweder für die Kalibrierung der Parameter oder für die Definition der Systemdynamik im Modell relevant ist.
- Back-End-partizipative Modellierung: In diesem Fall werden gesellschaftliche Stakeholder in spätere Phasen des Prozesses einbezogen, also nach der Entwicklung des Simulationsmodells, um das daraus resultierende Wissen zu validieren und die Plausibilität des Modells zu testen.
- Co-Konstruktion von partizipativen Modellen: Diesem Ansatz zufolge wird das komplette Projekt gemeinsam mit gesellschaftlichen Stakeholdern durchgeführt, welche bereits in die Konzeptionsphase einbezogen werden und den gesamten Prozess begleiten.

In der Sozialforschung und auch in der Zukunftsforschung wird häufig das Verfahren der agentenbasierten Modellierung verwendet. Dabei werden die Entscheidungen und Handlungen sozialer Akteure in einem konfigurierbaren Umfeld, beispielsweise in einem spezifischen Innovationssystem, simuliert und deren Auswirkungen im Rahmen des Modells untersucht.

Der Nutzen von partizipativen Modellierungen für die parlamentarische TA kann darin liegen, Systeme und Systemzusammenhänge im Kontext aktueller wissenschaftlich-technischer Entwicklungen zu analysieren und zu bewerten. Gegenstandsbereich der Modellierung können sowohl physische als auch sozioökonomische Systeme sein, aber auch die gesellschaftlichen Stakeholder selbst oder eine Kombination dieser drei Bereiche. Mit der Partizipation von Stakeholdern oder Wissensträgern am Modellierungsprozess können neue Wissensressourcen erschlossen werden, die beispielsweise auch in die Konstruktion von Zukunftsszenarien einfließen können. Zudem können die Stakeholder durch die Teilnahme an partizipativen Modellierungsprozessen für die Komplexität und Dynamik wissenschaftlich-technischer Entwicklungen sensibilisiert werden, es wird eine Erfahrung des kollektiven Lernens ermöglicht.

Real-Time-Delphi-Verfahren

Das Verfahren des Real-Time-Delphi (RTD) wird zunehmend als zeiteffiziente Methode im Umgang mit zukunftsbezogenen Fragestellungen angewendet. Es ist eine spezielle Variante der bereits seit mehreren Jahrzehnten in der Zukunftsforschung praktizierten Delphimethode. Der Grundansatz von Delphiverfahren ist, dass durch mehrere Befragungswellen Expertenmeinungen eingeholt werden. Im Rahmen einer anonymen und strukturierten Befragung soll ein ausgewählter Expertenkreis auf Basis fachlicher

Kenntnisse und von Erfahrungswissen jeweils Aussagen bzw. Thesen zur zukünftigen Entwicklung bewerten. Die Fachleute sollen durch den stetig möglichen Abgleich mit den Einschätzungen anderer Beteiligter zu ggf. fundierteren Urteilen geleitet werden.

Das RTD folgt der gleichen Grundidee wie das konventionelle Delphiverfahren: Auch hier bewertet eine Gruppe von Expertinnen und Experten Thesen zu Zukunftsentwicklungen in ihrem Fachgebiet. Während jedoch bei der konventionellen Variante die Anzahl der Befragungsrunden – und somit auch die Häufigkeit der Änderungsmöglichkeit – vorgegeben ist, entfällt beim RTD die Unterteilung in zwei (oder mehrere) Befragungswellen. Stattdessen wird beim RTD eine Onlinebefragungsplattform freigeschaltet. In der Folge erhalten alle Teilnehmenden die Gelegenheit, mehrfach innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums den Fragebogen aufzurufen. Ihnen werden die Antworten der anderen teilnehmenden Personen angezeigt. Alle Teilnehmenden können darauf aufbauend die eigenen Antworten beliebig oft ändern. Unmittelbar nachdem eine Person Angaben getätigt bzw. geändert hat, aktualisiert sich die Ergebnisanzeige des elektronischen Fragebogens in Echtzeit (»real time«). Der jeweils aktuelle Stand der Befragungsergebnisse ist somit zu jeder Zeit für alle Teilnehmenden sichtbar. Ein Vorteil des RTD gegenüber dem konventionellen Delphi besteht auch in der Flexibilität des Darstellungsdesigns, die eine digitale Plattform bietet. Es eröffnet unterschiedliche Möglichkeiten, um die Anschaulichkeit zu fördern.

Die möglichen Ziele eines RTD entsprechen denen einer konventionellen Gruppendiskussion von Expertinnen und Experten. Dazu zählen u. a. die Identifikation von Konsensmöglichkeiten, aber auch Meinungsdivergenzen innerhalb der befragten Gruppe, die Generierung von neuen Ideen und inhaltlichen Impulsen für den Prozess oder auch die Priorisie-

rung von Treibern und Schlüsselfaktoren für eine spätere Szenarioentwicklung.

Im Rahmen der TA ergeben sich die Nutzenpotenziale eines RTD vor allem aus der Integration von räumlich verteiltem Expertenwissen zu wissenschaftlich-technischen Entwicklungen. Dabei geht es nicht um die Abfrage von hartem Wissen, sondern um die Einschätzung der Wahrscheinlichkeiten von Zukunftsaussagen auf der Wissensbasis der befragten Personen. Insbesondere bei der Bewertung von Handlungsoptionen einer TA-Studie können Ergebnisse aus einem solchen Prozess nützlich sein.

Social-Media-Datenanalyse

Die Social-Media-Datenanalyse ist ein interdisziplinäres Verfahren, bei dem Erkenntnisse aus der Sozial- und der Computerwissenschaft kombiniert und genutzt werden. Sie kann dazu eingesetzt werden, um Social Media als ergänzende Informationsquelle für eine Themenfeldanalyse zu nutzen, indem Themen bzw. Trends, die in den sozialen Medien diskutiert werden, aufgespürt werden. Zudem können zentrale Akteure innerhalb eines Diskurses identifiziert werden. Dabei gibt es unterschiedliche Ausprägungen von Social-Media-Services, wie etwa Social Networks (z. B. Facebook), Weblogs (z. B. tumblr), Microblogs (z. B. Twitter), Videoportale (z. B. Youtube), Fotoplattformen (z. B. Pinterest), sowie Mischformen (z. B. Instagram als Hybrid zwischen Fotoplattform und Messengerservice). All diese Dienste haben jedoch Gemeinsamkeiten: Sie sind Web-2.0-basierte Internetanwendungen, stellen nutzergenerierte Inhalte in ihr Zentrum, verwalten Profile von den Nutzenden und fördern die Entwicklung sozialer Netzwerke durch die Verlinkung sowohl der Profile als auch der Inhalte. Aus dieser Kategorisierung ergeben sich mögliche Ansatzpunkte zur Analyse von Social-Media-Daten: Sie kann sich auf Inhalte, auf die

Profile der Nutzenden oder auf die Beziehungen von Inhalten bzw. Nutzenden konzentrieren.

Social-Media-Datenanalysen können in der parlamentarischen TA dazu dienen, Meinungen, Einstellungen und Kommentare von Bürgerinnen und Bürgern oder gesellschaftlichen Stakeholdern zu bestimmten technologiebezogenen Themen zu erfassen. Die Aktualität der in sozialen Medien geteilten Inhalte spielt vor dem Hintergrund sich rasant ändernder Technologietrends eine besondere Rolle. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Reichweite sozialer Medien, die es ermöglicht, eine besonders große Meinungsvielfalt zu bestimmten Themen über eine Social-Media-Datenanalyse abzubilden. So können auch ansonsten politisch marginalisierte Themen und Akteure identifiziert werden. Zudem kann eine Social-Media-Datenanalyse im Rahmen eines TA-Prozesses dazu genutzt werden, frühzeitig relevante Topthemen und Stimmungsbilder aus den Daten zu extrahieren oder auch Meinungsführer zu identifizieren.

Trendkarten

Auf Trendkarten können in visuell ansprechender Form Entwicklungen vorgestellt werden, die gesamtgesellschaftliche Wandlungsprozesse in einem bestimmten Zeitraum beeinflussen oder auch disruptiv verändern können. Trendkarten kön-

nen Informationen zum Stand der Dinge und zu bereits nachgewiesenen oder absehbaren Auswirkungen des jeweiligen Trends enthalten. Mit Blick auf die zukünftigen Entwicklungen können außerdem (kritische) Fragen und Unsicherheiten aufgezeigt werden. Trendkarten können durch die auf ihnen präsentierten Inhalte Basiswissen vermitteln, den Blick der Rezipierenden auf Herausforderungen lenken und so zu einem gemeinsamen Problemverständnis beitragen. Sie sind typischerweise nicht nur für Fachleute, sondern auch für nicht mit dem engeren Thema vertraute Personen verständlich und befähigen diese, sich an einer Diskussion zu beteiligen. Üblicherweise wird ein zusammenhängendes Thema mittels verschiedener Trendkarten in einem Kartenset dargestellt.

Das Ziel der Anwendung der Karten besteht darin, den Einfluss einer Kombination unterschiedlicher, teils rasanter Veränderungsprozesse auf das gesellschaftliche Miteinander zu diskutieren und zu bewerten und so die Wahrnehmung möglicher Entwicklungspfade oder die Bereitschaft für erforderliche bzw. wünschbare Maßnahmen zu fördern. Auch können Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft motiviert und in die Lage versetzt werden, über unterschiedliche Zukunftsszenarien gezielt nachzudenken. Die Kartensets können in Workshops zu unterschiedlichen Zwecken eingesetzt werden.

Trendkarten eignen sich für dialogorientierte Verfahren in der TA. Mit ihnen können Erkenntnisse bzw. bekannte Herausforderungen in knapper Form präsentiert und mögliche Entwicklungspfade aufgezeigt werden. In Kleingruppen kann eine Grundlage für Diskussionen geschaffen werden, die die Fokussierung auf das jeweilige Diskussionsthema unterstützt.

Literatur

Bots, P.; van Daalen, C. (2008). Participatory model construction and model use in natural resource management: a framework for reflection. In: *Systemic Practice and Action Research* 21(6), S. 389

Hare, M. (2011): Forms of participatory modelling and its potential for widespread adoption in the water sector. In: *Environmental Policy and Governance* 21(6), S. 386–402

Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 192 »Nutzenpotenziale innovativer und partizipativer methodischer Verfahren für den Deutschen Bundestag« wird nach Abnahme durch den ABFTA veröffentlicht.

Kontakt

Michaela Evers-Wölk
+49 30 80 30 88-23
m.evers-woelk@izt.de

Digitalisierung der Landwirtschaft: Stand und Perspektiven

Innovative Agrartechnologien und die digitale Datenverarbeitung gewinnen in der landwirtschaftlichen Praxis immer mehr an Bedeutung. Verbunden damit ist die Vision, landwirtschaftliche Maschinen und Prozesse umfassend miteinander zu vernetzen, und zwar nicht nur auf Betriebsebene, sondern weit darüber hinaus – von der Futtermittel- und Saatgutherstellung über den Anbau der landwirtschaftlichen Erzeugnisse bis hin zur Lebensmittelverarbeitung und zum Einzelhandel. Ziel ist letztendlich, nicht nur einzelne Prozessabschnitte, sondern gesamte Wertschöpfungsketten zu optimieren, im Sinne einer möglichst effizienten, aber auch ressourcenschonenden Agrar- und Lebensmittelproduktion. Schon jetzt ist abzusehen, dass sich Strukturen, Abläufe und Verantwortlichkeiten in der Landwirtschaft damit grundlegend ändern werden.

Wie in vielen Wirtschaftsbereichen eröffnet die Digitalisierung auch in der Landwirtschaft neue Möglichkeiten, Produktionsprozesse datenbasiert zu steuern und zu optimieren. Dies betrifft etwa eine differenziertere Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen (Präzisionsackerbau, auch Precision Farming) oder die einzeltierbezogene Erfassung von Gesundheits- und Leistungsdaten (Präzisionstierwirtschaft, auch Precision Livestock Farming). Unerlässliche Grundlage dafür sind innovative Agrartechnologien – etwa satellitengesteuerte Landmaschinen, Sensorsysteme zur Erfassung von Zustandsgrößen oder Roboter zur Automatisierung von Routinetätigkeiten –, die digitale Daten erfassen sowie verarbeiten.

Angesichts der vielfältigen, teils unvereinbar erscheinenden Anforderungen, denen sich die Landwirtschaft aktuell gegenüber sieht – Ertragssteigerung für Ernährung und Bioökonomie bei gleichzeitiger Reduktion von Ressourcenverbrauch und Umwelteffekten –, werden die beschriebenen Entwicklungen und ihre Perspektiven politisch intensiv diskutiert. Die Hoffnung ist, durch die umfassende Vernetzung digitalisierter Anwendungen, Prozesse und Datenbestände die Landwirtschaft insgesamt ressourcenschonender, damit wirtschaftlicher und gleichzeitig nachhaltiger ausrichten zu können. Generell ist festzustellen, dass in der Diskussion gerne auf erfolgreiche Einzelanwendungen und ihre Potenziale verwiesen wird. Hinsichtlich der Fragen,

wie eine umfassend vernetzte Landwirtschaft 4.0 realisiert werden könnte und welche Wirkungen sie hätte, gibt es jedoch noch große Unsicherheiten. Deshalb hat der ABFTA das TAB beauftragt, ein TA-Projekt zum Thema Digitalisierung der Landwirtschaft durchzuführen und den Chancen und Herausforderungen dieser Entwicklung auf den Grund zu gehen.

Stand der Technik und Anwendung

Digitaltechnologien, die in landwirtschaftlichen Betrieben zum Einsatz kommen, sind überaus vielfältig und heterogen. Im TA-Projekt wurden Entwicklungsstand, Anwendungsmöglichkeiten und Tendenzen in vier zentralen Technikfeldern untersucht: bei Sensoren, Landmaschinen, Drohnen und Robotern.

Sensoren erfassen vielfältige Prozessdaten, die eine entscheidende Grundlage für digitalisierte Entscheidungsfindungen und Bewirtschaftungstechniken bilden. Sie sind integraler Bestandteil fast aller digitaler Agrartechnologien, außerdem gibt es Sensorsysteme, die als eigenständige digitale Technologien fungieren. Die Anzahl der verfügbaren Sensorsysteme und ihre Anwendungsfelder haben sich in den letzten Jahren erhöht. Dabei ist eine deutliche Tendenz hin zu Onlineverfahren zu erkennen, bei denen die Sensorwerte in Echtzeit die

Ausprägung von Bewirtschaftungsmaßnahmen bestimmen. In der Pflanzenproduktion kann eine Reihe verschiedener Sensoren eingesetzt werden, um die Wachstumsbedingungen für Pflanzen zu optimieren und Erträge zu sichern bzw. zu steigern. Anwendungsbereiche mit besonderer Relevanz sind Boden-, Stickstoff-, Unkraut- sowie Erntesensoren. In der Tierhaltung kommen Sensortechnologien sowohl in den Stallungen als auch in der Weidewirtschaft zum Einsatz, etwa bei der Einzeltierbeobachtung (Herdenmanagement), bei Melk- und Fütterungsprozessen sowie bei der Steuerung des Stallklimas (Stallmanagement).

Landmaschinen für Ernte, Bodenbearbeitung, Aussaat und Düngung sind aus der Pflanzenproduktion nicht mehr wegzudenken. Sie umfassen/besitzen immer mehr automatisierte Assistenzfunktionen und agieren zunehmend vernetzt, wobei der Trend hin zu autonomen Maschinen geht. Moderne Landmaschinen verfügen über eine satellitengestützte Navigation und darauf basierende Assistenzfunktionen (Parallelfahrssysteme, automatische Teilbreitenabschaltung). Zudem bieten sie neue Möglichkeiten zur automatischen Dokumentation der durchgeführten Bewirtschaftungsmaßnahmen (Telemetrie- oder Telematiksysteme).

Drohnen sind unbemannte Luftfahrzeuge, die in Bodennähe operieren. Als Trägerplattform für Sensorsysteme, Navigations- und Funksysteme oder kleinere Lasten sind die Nutzungsmöglichkeiten vielfältig und vor allem im Pflanzenbau anzutreffen, z. B. beim Bestandsmonitoring, bei der Wildtierortung sowie der Schädlings- und Unkrautbekämpfung. Der Echtzeitbetrieb ist jedoch in der Regel noch nicht möglich, was einen wesentlichen Nachteil gegenüber bodengebundenen Sensorsystemen darstellt. Zudem begrenzen die aktuell verfügbare Technik (begrenzte Flugzeit und Tragevermögen) sowie die relativ hohen rechtlichen Einsatzhürden die Anwendungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft.

Als *Roboter* werden Apparate bezeichnet, die komplexe physische Aufgaben mit einer hohen Autonomie durchführen können. In der Landwirtschaft werden sie bislang vor allem in der Tierhaltung, insbesondere in der Stallwirtschaft zur Automatisierung diverser Routinetätigkeiten, eingesetzt. Die gebräuchlichsten Technologien sind automatische Melk- und Fütterungssysteme sowie Reinigungsroboter. Dahingegen befinden sich Robotersysteme für Bewirtschaftungsmaßnahmen im Pflanzenbau noch weitestgehend in der Forschungs- und Entwicklungsphase. Denn für die vollständige Automatisierung ackerbaulicher Prozesse bedarf es neben neuen Technologien auch einer Neuausrichtung bestehender Pflanzbausysteme, die an immer größere und schwerere Landmaschinen angepasst wurden und deshalb nicht ohne Weiteres mit robotischen Kleinmaschinen kompatibel sind.

Insgesamt ist sowohl im Pflanzenbau als auch in der Tierproduktion ein Trend zur zunehmenden Automatisierung bis hin zur autonomen Arbeiterledigung mithilfe digitaler Systeme festzustellen. Bislang bewegen sich die verfügbaren digitalen Agrartechnologien aber noch durchweg im Rahmen der bestehenden Bewirtschaftungsverfahren. Im Bereich des Ackerbaus könnte der weitere Fortschritt allerdings zu grundlegenden Veränderungen der landwirtschaftlichen Prozesse führen, etwa zur gezielten Bewirtschaftung von Einzelpflanzen resp. Einzeltieren durch autonome Roboterlösungen.

Das größte Potenzial zur Optimierung landwirtschaftlicher Prozesse wird in der datenbasierten Vernetzung der beschriebenen Einzeltechnologien auf Betriebsebene (und darüber hinaus) gesehen – durch die interoperable Anbindung von betrieblichen Managementsystemen oder von Softwareplattformen zur Erbringung datenbasierter Dienstleistungen etc. Allerdings ist der derzeitige Vernetzungsgrad als eher gering einzuschätzen. Defizite bestehen noch hinsichtlich einer

leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur, der Bereitstellung von behördlichen Geodaten (z. B. Katasterdaten, Bodenkarten, Wegenetze) und der Nutzung herstellerübergreifender Schnittstellen und Datenformate, um die Verknüpfung von Daten aus unterschiedlichen Quellen zu ermöglichen.

Die Agrarbranche im digitalen Wandel

Die Agrarbranche umfasst im Allgemeinen die Landwirtschaft sowie vor- und nachgelagerte Bereiche der Wertschöpfungskette – darunter Saatguthersteller, Agrarchemieunternehmen, die Landtechnikbranche, die Nahrungsmittelindustrie sowie den Lebensmittelhandel. Seit den 1980er Jahren sind alle diese Sparten durch fortschreitende Konzentrationsprozesse geprägt, was dazu geführt hat, dass wenige, global agierende Konzerne einen Großteil des Marktes beherrschen.

Im Zuge der Digitalisierung drängt seit einiger Zeit eine Vielzahl neuer Unternehmen mit innovativen digitalen Produkten und Dienstleistungen auf den Markt. Die Entwicklung wird maßgeblich dadurch geprägt, dass immer mehr Daten direkt an den Landmaschinen und im Hof erfasst, übertragen und zunehmend zwischen verschiedenen Akteuren, z. B. Beratern, Lohnunternehmern und weiteren Service Providern, Zulieferern von Produktionsmitteln, geteilt werden. Den sogenannten Farmmanagementsystemen kommt bei der Verarbeitung der Hof- und Maschinendaten im landwirtschaftlichen Betrieb eine Schlüsselrolle zu. Dabei handelt es sich um Softwarelösungen, die u. a. bei der Dokumentation und der Betriebsplanung unterstützen sollen.

Fast alle Farmmanagementsysteme speichern Daten inzwischen nicht mehr lokal auf dem Hof-PC, sondern auf einem Netzwerkserver, was die nutzerübergreifende Datenaggregation sowie -analyse und darauf basierend die Bereitstellung

intelligenter Dienstleistungen ermöglicht. Farmmanagementsysteme fungieren somit zunehmend als Datenplattformen und entwickeln sich zu einem Dreh- und Angelpunkt der digitalen Wertschöpfung im Bereich der Landwirtschaft. Die Agrarbranche befindet sich dadurch in einem fundamentalen Transformationsprozess. Die meisten traditionellen Player bauen inzwischen eigene Digitalsparten auf oder haben dies bereits getan.

Mit der zunehmenden Verbreitung von Farmmanagementsystemen wird die Frage virulent, wer über die auf den Plattformen gespeicherten Daten verfügen darf und von ihrer wirtschaftlichen Verwertung profitiert. Dieser Aspekt wird unter dem Begriff Datenhoheit verhandelt. Damit ist das Recht des Einzelnen zu verstehen, selbstbestimmt über die von ihm erzeugten oder ihn betreffenden Daten zu verfügen, d. h. über Art, Umfang und Zwecke ihrer Nutzung zu entscheiden und andere von der Nutzung dieser Daten ausschließen zu können. Umfragen zufolge ist die Sorge der landwirtschaftlichen Betriebe vor einem Verlust ihrer Daten deutlich ausgeprägt.

Eine gesetzliche Vorschrift, nach welchen Maßstäben Daten einem bestimmten Rechtssubjekt zuzuordnen sind, existiert allerdings momentan weder auf nationaler noch auf europäischer Ebene. In der juristischen Literatur werden seit Längerem verschiedene rechtliche Ansatzpunkte kontrovers diskutiert, wie sich ein solches eigentumsähnliches Recht an Daten begründen ließe, jedoch ohne, dass bislang eine zufriedenstellende Lösung gefunden werden konnte. Eine Regelung dieser Frage ist bislang nur über vertragliche Vereinbarungen zwischen den beteiligten Parteien möglich (z. B. im Rahmen der allgemeinen Geschäftsbedingungen).

Anbieter von Farmmanagementsystemen haben dadurch nach aktueller Rechtslage einen praktisch unbegrenzten Spielraum, wie sie mit der Frage der Datenhoheit umgehen wollen. Die Agrarbranche

steht damit wohl an einer entscheidenden Weggabelung – entwickelt sich die digitale Wertschöpfung eher in eine offene, von kollaborativen Beziehungen geprägte oder eher in eine einseitige, von einzelnen Marktakteuren dominierte Richtung?

Wissensstand zu Umweltwirkungen

Anwendungen der Präzisionslandwirtschaft können mittels einer höheren Produktionseffizienz in unterschiedlichem Umfang den Einsatz von Betriebsmitteln verringern und in der Folge Umweltentlastungen bewirken. Sowohl in der Pflanzen- wie in der Tierproduktion sind inzwischen etliche innovative Agrartechnologien etabliert, die eine praktische Anwendung von Maßnahmen der Präzisionslandwirtschaft ermöglichen. Im Ackerbau gehören dazu teilflächenspezifische Verfahren in den Bereichen Bodenbearbeitung, Grunddüngung (mit Phosphor, Kalium, Magnesium), Aussaat, Stickstoffdüngung, Unkrautbekämpfung und Bewässerung sowie die variable Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten und die automatisierte Spurführung. Im Bereich der Tierproduktion werden Umweltentlastungspotenziale durch digitale Agrartechnologien vor allem durch eine individualisierte Fütterung (Precision Feeding) sowie automatisiertes Melken erwartet.

Aufgrund der vielfältigen Anwendungsbereiche und Verfahren, der sehr heterogenen Einsatzbedingungen und komplexen Wirkzusammenhänge bestehen hinsichtlich der Größenordnung der in der Praxis erzielbaren Entlastungseffekte allerdings noch große Unsicherheiten. Für eine fundierte Abschätzung der Umweltwirkungen mangelt es bislang noch an einer ausreichenden wissenschaftlichen Datenbasis. Bei den vorliegenden Untersuchungen handelt es sich hauptsächlich um kurzzeitige Feldversuche oder Modellrechnungen, deren Ergebnisse sich aufgrund der sehr unterschiedlichen Ver-

suchsbedingungen nicht generalisieren lassen.

Bei einzelnen Einsatzfeldern können zudem Zielkonflikte auftreten. Bei der Unkrautbekämpfung beispielsweise verringern Onlineverfahren, die eine gezielte chemische oder mechanische Bekämpfung von einzelnen, erkannten Unkrautpflanzen vornehmen, zwar deutlich die ökotoxikologischen Auswirkungen im Vergleich zur bisherigen, meist präventiven Herbizidanwendung. Sie lassen aber nur eine sehr geringe oder keine Restverunkrautung zu, die als Nahrungsangebot und Habitate für Insekten und Vögel von hoher Bedeutung ist. Potenzielle Umweltentlastungen durch digitale Agrartechnologien müssen deshalb unter Berücksichtigung systemarer Zusammenhänge beurteilt werden. Relevant sind z. B. Effekte einer alternativen Flächennutzung der freigesetzten Produktionsfläche, die sich bei Einsparungen von biologischen Ressourcen aus der Landwirtschaft wie Saatgut oder Futtermittel ergeben kann, oder Reboundeffekte, wenn beispielsweise der effizientere Einsatz einer Ressource – z. B. Wasser bei der teilflächenspezifischen Bewässerung – höhere Erträge und dadurch eine verstärkte Nachfrage nach dieser Ressource bewirkt.

Mit der technischen Weiterentwicklung und durch weitere Vernetzung sind zukünftig verstärkt positive Umweltwirkungen zu erwarten. Gleichzeitig erscheinen die digitalen Agrartechnologien allein nicht ausreichend, um einige wichtige Umwelt- und Tierwohlprobleme der landwirtschaftlichen Produktion zu beheben (wie z. B. die Überdüngung infolge der Intensivtierhaltung).

Auswirkungen auf Betriebe und Agrarstrukturen

Die Aussicht auf Effizienzsteigerungen und daraus resultierende Einspareffekte gehören zu den großen Versprechen digitaler Agrartechnologien, was diese für landwirtschaftliche Betriebe wirtschaftlich attraktiv macht. Gleichzeitig ist deren Anschaffung aber teilweise mit hohen Kosten verbunden. Ob ein entsprechendes Investment betriebswirtschaftlich rentabel ist, hängt im Wesentlichen davon ab, ob die realisierbaren Effizienz- und Produktivitätsgewinne die anfallenden Mehrkosten über die Nutzungsdauer hinweg aufwiegen.

Voraussetzung für aussagekräftige Wirtschaftlichkeitsrechnungen ist, dass alle

Abb.

Feldroboter



Kosten- und Nutzenpositionen – auch solche, die erst zukünftig anfallen – möglichst exakt bestimmbar sind. Dies ist jedoch meistens nicht der Fall. Während sich die Preise für die Anschaffung neuer Applikations- und Navigationstechnik relativ genau eingrenzen lassen – die Spanne reicht hier von wenigen Tausend (Drohnen, nachrüstbare Lenksysteme) über Zehntausende (bestimmte N-Sensorsysteme) bis hin zu Hunderttausenden Euro (automatische Melk- oder Fütterungssysteme) –, sind die durch die neuen Bewirtschaftungsmaßnahmen erzielbaren Kosteneinsparungen und Einnahmensteigerungen ungleich schwerer zu quantifizieren. Denn entweder sind sie kaum untersucht (wie bei der Agrarrobotik, Drohnen) oder aber von so vielen Einflussfaktoren bestimmt (wie bei Maßnahmen der Teilflächenbewirtschaftung), dass eine Übertragung der Ergebnisse aus Einzeluntersuchungen schwierig ist.

Ob die entstehenden Mehrerlöse die Kosten für Anschaffung und Unterhalt zu kompensieren vermögen, hängt oft maßgeblich von der Betriebsgröße ab. Bei größeren Betrieben ist mit einer höheren Maschinenauslastung zu rechnen, sodass sie die anfallenden Kosten eher amortisieren können. Hingegen erreichen vor allem Familienbetriebe die für einen wirtschaftlichen Einsatz erforderliche Mindestbetriebsgröße oft nicht. Vor diesem Hintergrund wird vermutet, dass sich im Zuge der Automatisierung und Digitalisierung der wirtschaftliche Druck auf kleinere und mittlere Betriebe verstärken und sich so der kontinuierliche Strukturwandel verschärfen könnte, dem die Landwirtschaft seit Jahrzehnten unterworfen ist. Ein zentrales Merkmal des Agrarstrukturwandels ist die Abnahme der Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe bei gleichzeitiger Zunahme der durchschnittlichen Betriebsgrößen.

Für den anhaltenden Agrarstrukturwandel werden verschiedene, teils komplex miteinander verflochtene Ursachen verantwortlich gemacht. Ein zentraler Trei-

ber sind die hohen Produktivitätszuwächse, die durch den technischen Fortschritt bedingt sind und dazu geführt haben, dass die Erträge und Leistungen über die Jahre hinweg immer weiter erhöht werden konnten. Insgesamt besteht in der Literatur weitgehende Einigkeit darüber, dass die Digitalisierung tendenziell den strukturellen Wandel weiter antreibt. Für diese These sprechen vor allem zwei Aspekte der Digitalisierung, nämlich der erforderliche Investitionsbedarf einerseits sowie das nötige Spezial- und Expertenwissen andererseits, welches in kleineren Betrieben weniger verfügbar bzw. aufgrund eingeschränkter Spezialisierungsmöglichkeiten der wenigen Arbeitskräfte schwerer zu beschaffen ist. Inwieweit der digitale Wandel – als aktuelle Entwicklungsstufe der Technisierung – sich in seiner qualitativen und quantitativen Wirkung von vorherigen Stufen der Mechanisierung und Automatisierung der Landwirtschaft abhebt, die ebenso wesentlich zum Agrarstrukturwandel beigetragen haben, ist zum jetzigen Zeitpunkt aber noch unklar. Ein wesentliches Hindernis bei der Beurteilung der agrarstrukturellen Wirkungen der Digitalisierung sind die nicht ausreichenden Daten zu Verbreitungsmustern digitaler Agrartechnologien in der deutschen Landwirtschaft.

Angesichts des fortschreitenden Strukturwandels in der Landwirtschaft gilt als wichtig, Hürden speziell für kleine und mittlere Betriebe abzubauen, damit diese an der Digitalisierung ausreichend partizipieren können. Im Fokus stehen dabei insbesondere die Regionen, die eine Dominanz kleinbetrieblicher Strukturen aufweisen (Süd- und Südwestdeutschland). Ein Lösungsansatz ist die gemeinschaftliche Nutzung von Technologien, also die teilweise oder vollständige koordinierte Nutzung von Maschinen und Maschinenkapazitäten durch mehrere Betriebe, mit dem primären Ziel, die anfallenden Fixkosten auf mehrere Schultern zu verteilen und einen besseren Auslastungsgrad zu erreichen. In Form von Maschinenringen sowie Maschinenge-

meinschaften ist diese Praxis bereits weit verbreitet. Zu beachten ist jedoch, dass sich eine gemeinschaftliche Arbeitserledigung nicht für alle digitalen Technologien gleichermaßen eignet und zudem für Landwirtinnen und Landwirte mit Einschränkungen der innerbetrieblichen Entscheidungsautonomie verbunden ist.

Aufbauend auf diesen Analysen werden im Endbericht zum TA-Projekt Handlungsoptionen vorgestellt. Es wird Handlungsbedarf in verschiedenen Bereichen identifiziert, darunter infrastrukturelle Rahmenbedingungen, Datenhoheit der Landwirtinnen und Landwirte, Sicherstellung des Zugangs zu digitalen Technologien, Förderung von Innovation und Technikentwicklung sowie Schließen von Wissens- und Forschungslücken.

Die TAB-Arbeitsberichte Nr. 193 »Digitalisierung der Landwirtschaft – technologischer Stand und Perspektiven« und Nr. 194 »Digitalisierung der Landwirtschaft – gesellschaftliche Voraussetzungen, Rahmenbedingungen und Effekte« werden nach Abnahme durch den ABFTA publiziert.

Kontakt

Dr. Christoph Kehl
+49 30 28491-106
kehl@tab-beim-bundestag.de

New Space – neue Dynamik in der Raumfahrt

New Space steht für eine Kommerzialisierung der Raumfahrt, die zunehmend von Unternehmen, darunter auch immer mehr Start-ups, geprägt wird. Kommerzielle Akteure sorgen mit der Entwicklung neuer Technologien und Geschäftsmodelle für eine Innovationsdynamik in der Raumfahrt. Auch wenn New Space auf völlig neue Entwicklungen hindeutet, lässt sich keine klare Grenze zwischen »Old« und »New Space« ziehen. Langjährig etablierte Unternehmen sind genauso wie Start-ups in den Bereichen aktiv, die New Space zugeordnet werden. New-Space-Unternehmen agieren einerseits in den angestammten Geschäftsfeldern der traditionellen Raumfahrtindustrie, z. B. Kommunikation, Navigation und Erdbeobachtung, erschließen andererseits aber völlig neue Tätigkeitsfelder, wie etwa die private bemannte Raumfahrt, Weltraumservices inklusive der Entsorgung von Weltraumschrott, Weltraumbergbau und -produktion, oder streben gar die Erschließung neuer Weltraumhabitate an. Angetrieben werden die Entwicklungen durch Innovationen vor allem in den Feldern Miniaturisierung, 3-D-Druck, Robotik und künstliche Intelligenz (KI), die u. a. in stetig sinkenden Kosten für den Raumtransport resultieren und neue Anwendungen ermöglichen.

Vielfach wird mit Blick auf New Space von einem zweiten Wettlauf ins Weltall gesprochen, indem Bezug auf die Entwicklungen der traditionellen Raumfahrt in den 1950er und 1960er Jahren und den von den USA und der Sowjetunion inszenierten Wettkampf um die Technologieführerschaft und staatlich-militärische Vormachtstellung im Weltraum genommen wird.

Auch gegenwärtig ist eine Art Wettlauf zu beobachten, der sich jedoch vielfältig darstellt und nicht mehr auf den Wettstreit zwischen Nationen beschränkt ist. Obwohl die heutige zivile Raumfahrt durch enge Kooperationsbeziehungen und komplementäre Vorhaben auf staatlicher Ebene gekennzeichnet ist, drängen immer mehr Nationen mit eigenen Aktivitäten in den Weltraum. Gleichzeitig wächst die Konkurrenz zwischen etablierten und neuen Akteuren, die mit vergleichbaren Produkten und Dienstleistungen vermehrt um staatliche und private Aufträge konkurrieren.

Prosperierender Weltraummarkt

Der globale Markt der weltraumbezogenen Wirtschaft ist zwischen 2005 und

2017 mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 6,7% p. a. kontinuierlich gewachsen. Machten Unternehmen in der Raumfahrtindustrie im Jahr 2005 noch ca. 175 Mrd. US-Dollar Umsatz, so steigerte sich dieser bis Ende 2018 auf insgesamt ca. 360 Mrd. US-Dollar.

In der Raumfahrtindustrie wird zwischen Upstream- und Downstreamsektoren unterschieden. Dem Upstreamsektor werden diejenigen Aktivitäten zugeordnet, die Objekte in den Orbit bringen sowie dort betreiben sollen (z. B. Satellitenproduktion, Trägersysteme, Raumfahrzeuge). Der Downstreamsektor umfasst im Wesentlichen die kommerzielle Nutzung von Produkten und Dienstleistungen auf der Erde in den Bereichen satellitenbasierte Kommunikation, Navigation und Erdbeobachtung. Entwicklungen im Bereich Upstream und Downstream befördern sich gegenseitig positiv und steigern die Dynamik der New-Space-Märkte.

Zahlreiche neue Anwendungen werden durch die New-Space-Aktivitäten ermöglicht und wirtschaftlich tragfähig, weil z. B. Raketenstarts immer preiswerter oder kleine, kostengünstige Satelliten(konstellationen) eingesetzt werden. Zunehmend entstehen neuartige Geschäftsmodelle sowie Produkte

und Dienstleistungen, die ihre Wirkung nicht nur innerhalb der Raumfahrt, sondern auch in Nichtraumfahrtindustrien entfalten.

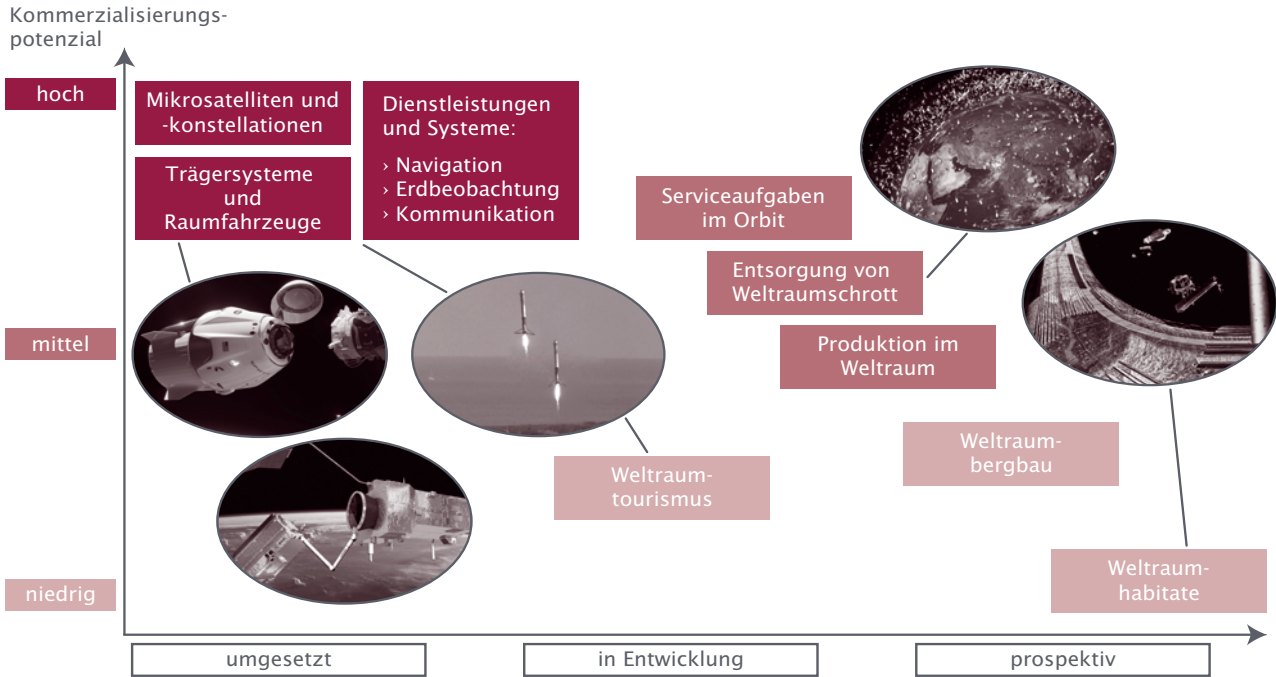
Aktuelle Marktpotenziale liegen primär in der Anwendung von Mikrosatelliten, Trägersystemen und Dienstleistungen in den Bereichen Kommunikation, Navigation und Erdbeobachtung, die schon heute weitgehend implementiert sind, aber dank New Space noch deutliche Impulse erfahren können und weitere Entwicklungspotenziale bieten.

Darüber hinaus sind weitere Weltraummärkte in der Entwicklung begriffen, deren Marktpotenziale aufgrund der zum Teil sehr weit in die Zukunft weisenden Anwendung nur sehr vage zu bestimmen sind, darunter Weltraumtourismus oder -bergbau. In den Medien liegt ein besonderer Fokus auf der Darstellung dieser neuen, prospektiven Weltraummärkte. Die Aufmerksamkeit, die diese Themen erfahren, spiegelt jedoch nicht die aktuellen Kommerzialisierungsmöglichkeiten wider. Der Weltraumtourismus wird zurzeit erprobt und ist auf dem Sprung in Richtung Kommerzialisierung. Andere Anwendungsbereiche wie Produktion, Montage, Reparatur oder Entsorgung im All sind Entwicklungsfelder, die noch größerer technologischer Fortschritte bedürfen. Insbesondere die Erschließung von Ressourcen im Weltraum und deren Weiterverarbeitung vor Ort oder deren Rücktransport zur Erde müssen noch auf ihre Umsetzbarkeit hin getestet werden. Noch weiter in die Zukunft weisend und mit sehr ungewissem Kommerzialisierungspotenzial verbunden ist die Vision, auf Raumstationen bzw. Planeten zu leben und zu arbeiten.

Innovative Technologien für einen kostengünstigen Zugang zum Weltraum

Den wichtigsten Zugang zum Weltraum bieten bis heute Trägerraketen. Vor ca. 15 bis 20 Jahren war der Markt für Trä-

Abb. Anwendungsfelder, deren Entwicklungsstand und Kommerzialisierungspotenziale



gersysteme ein rein von öffentlichen Institutionen – also von Staaten und großen Raumfahrtagenturen – organisierter Markt. Mit der Entwicklung von Schwerlastträgern, die zur Beförderung von Telekommunikationssatelliten eingesetzt wurden, begann eine Kommerzialisierungstendenz, die bis heute anhält und auf den gesamten Bereich der Trägersysteme und Nutzlasten übergreifen hat.

Die New-Space-Aktivitäten haben vor allem in diesem Bereich mit den Raumfahrtunternehmen SpaceX, BlueOrigin und Virgin Galactic der in den USA lebenden Multimilliardäre Elon Musk, Jeff Bezos und Richard Branson zugenommen. Diese und andere New-Space-Unternehmen tragen mit ihren Entwicklungen maßgeblich dazu bei, dass innovative Trägersysteme bzw. Raumfahrzeuge zur Verfügung stehen und die Kosten für Raketenstarts auf der Berechnungsgrundlage Kosten per kg stetig sinken. Während die durchschnittlichen Startkosten zwischen 1970 und 2000 ca. 18.500 US-Dollar pro kg für einen Transport in den niedrigen Erdorbit (LEO) betragen, konnte SpaceX

mit seiner Falcon-9-Rakete dies im Jahr 2010 auf 2.720 US-Dollar pro kg reduzieren. 2018 gelang dann mit der Falcon Heavy-Rakete sogar eine Reduzierung auf 1.410 US-Dollar pro kg.

In den vergangenen Jahren konnten durch zahlreiche technische Innovationen bei Trägersystemen und Nutzlasten Kostensenkungen und damit Wettbewerbsvorteile erzielt werden. Diese wurden sowohl von etablierten als auch von neuen Akteuren realisiert. Kostensenkungspotenziale und somit eine immer preiswertere Raumfahrt ergeben sich primär durch wiederverwendbare Raketen, Serienfertigung, Verwendung handelsüblicher Bauteile und Miniaturisierung.

Trends, Treiber und Barrieren

Im wirtschaftlichen Bereich spielen vor allem die Gründungen von New-Space-Start-ups, die Verfügbarkeit von Finanzierungsmitteln, das noch unausgeschöpfte Innovationspotenzial von kleinen und

mittleren Unternehmen (KMU) sowie die Entwicklung von auf Daten und Technologien aus der Raumfahrt basierenden Geschäftsmodellen in Nichtraumfahrtbranchen eine wichtige Rolle.

Die Schaffung eines sicheren Rechtsrahmens, die Klärung von Fragen zur Haftung und Versicherung sowie verbindliche Regeln zur Vermeidung von Weltraumschrott stellen wichtige Voraussetzungen für die Raumfahrt dar. Schließlich ist auch die Rolle der Raumfahrtagenturen entscheidend, denn insbesondere die NASA befördert durch das Eingehen von öffentlich-privaten-Kooperationen mit Unternehmen die Kommerzialisierung neuer Produkte und Services. Dies führt im Bereich New Space zu einer Dominanz US-amerikanischer Unternehmen.

Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken

Die deutsche Luft- und Raumfahrtindustrie gilt als wichtiger Innovationstreiber und Technologieentwickler für die euro-

päische Raumfahrt. Das Raumfahrt-Ökosystem – bestehend aus der Gesamtheit der Akteure innerhalb einer Branche – hat sich in den letzten Jahren auch in Deutschland verändert. So entwickeln neben den etablierten Zulieferern und Herstellern zunehmend Start-ups innovative Lösungen für unterschiedliche Fragestellungen.

In der Gesamtschau zeigt sich, dass die deutsche Raumfahrt- und New-Space-Akteurslandschaft mit ihrer leistungsfähigen Raumfahrtforschung und -entwicklung vielfältig und im Bereich technischer Komponenten und deren Fertigung international gut anschlussfähig ist. Auch in Deutschland sind Gründungen neuer Unternehmen zu verzeichnen, und speziell für die frühen Gründungsphasen sind zahlreiche Fördermaßnahmen verfügbar. Da der Raumfahrtmarkt substanziell wächst, verspricht er auch für deutsche Unternehmen lukrative Marktchancen.

Allerdings stehen den potenziell vielversprechenden Entwicklungsmöglichkeiten diverse Innovationsbarrieren gegenüber, wie ein Mangel an Risikokapital – besonders in der Wachstumsphase von Start-ups –, ein für kleinere Akteure tendenziell schwer zugängliches Fördersystem sowie Rechtsunsicherheiten. Insgesamt wird in

Deutschland im internationalen Vergleich eher wenig in die Raumfahrt investiert, was im Wettbewerb zu einer schlechteren Ausgangsposition führt. Eine entscheidende und zu überwindende Hürde besteht ferner in der Entwicklung von auf Daten und Technologien aus der Raumfahrt basierenden Geschäftsmodellen in andere Branchen, damit sich die vielversprechenden Potenziale für Anwendungen – insbesondere im Downstreamsegment – erschließen können.

Handlungsfelder

Aus den Stärken und Schwächen sowie den Chancen und Risiken ergeben sich im Wesentlichen drei Handlungsfelder, und zwar bei der Rechtssicherheit, hinsichtlich innovationsbefördernder Maßnahmen sowie bei der Unterstützung von New Space als innovative Industrie.

Die Anpassung des bisherigen Rechtsrahmens, d. h. des bisher geltenden Weltraumrechts, erfolgt derzeit durch die Ausgestaltung eines nationalen Weltraumgesetzes unter Berücksichtigung von Lizenzierungsverfahren, Haftung, Zugang und Nutzung von Weltraumressourcen sowie Umgang mit Weltraumschrott. Mit Blick auf die ständig wachsenden Da-

tenmengen, die durch Erdbeobachtungsmissionen von einer Vielzahl von Akteuren erzeugt werden, stellt sich die Frage, wie durch internationale Abkommen der Datenschutz gewährleistet und die unrechtmäßige Auswertung wettbewerbsrelevanter Daten, insbesondere Unternehmen betreffend, verhindert werden kann.

Mit Blick auf innovationsfördernde Maßnahmen wäre vonseiten der Politik zu prüfen, ob für die Verbesserung des Zugangs zu Finanzierung speziell auf New Space ausgerichtete Finanzierungsinstrumente, wie z. B. ein bei der KfW angesiedelter deutscher Weltrauminnovationsfonds, wünschenswert ist oder ob die Wachstumsunterstützung von Hochtechnologie-Start-ups und innovativen KMU insgesamt weiterentwickelt werden soll. Auch hinsichtlich des Fachkräftemangels könnte geprüft werden, ob es raumfahrtspezifischere Programme für die Gewinnung von Talenten und zur Sicherung des wissenschaftlichen Nachwuchses bedarf oder ob diese Fragestellung vorzugsweise allgemein im Rahmen von innovationsunterstützenden Maßnahmen adressiert werden soll.

Deutsche KMU in der Raumfahrt werden ohne eine zielgruppenspezifische Ausrichtung der Förderinstrumente auch

Stärken

- › Eine vielfältige Akteurslandschaft und Start-up-Szene schaffen ein gut entwickeltes New-Space-Ökosystem in Deutschland.
- › Die leistungsfähige Raumfahrtforschung und -entwicklung sind international gut anschlussfähig.
- › In einigen Forschungsbereichen besteht weltweite Spitzenstellung (Sensor, Radar, Miniaturisierung).
- › Das System für die Frühphasenförderung von Start-ups ist gut ausgebaut.
- › Drei von neun ESA-Zentren sind in Deutschland.
- › Vier Clusterinitiativen mit Raumfahrtbezug unterstützen die Vernetzung von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Schwächen

- › Die mangelnde Verfügbarkeit von Wagniskapital vor allem für Start-ups und kleine und mittlere Unternehmen ist eine Wachstumsbremse.
- › Im internationalen Vergleich fallen gemessen am Bruttoinlandsprodukt Ausgaben von Deutschland für Weltraumprogramme gering aus.
- › Kleine und mittlere Unternehmen profitieren im Fördersystem eher indirekt.
- › Die deutsche Weltraumstrategie von 2010 ist nicht mehr aktuell.
- › Trotz positiver Grundhaltung der Bevölkerung gegenüber Weltraumaktivitäten erschließen sich die vielfältigen Potenziale der Raumfahrt bzw. von New Space kaum.

weiterhin primär eher indirekt von der Raumfahrtförderung profitieren, indem sie in Projekten als Unterauftragnehmer oder Zulieferer größerer Akteure beteiligt werden. Hier wäre eine stärkere Ausrichtung zukünftiger Förderprogramme etwa durch eine Quote für Start-ups und KMU oder ausschließlich auf Start-ups bzw. KMU ausgerichtete Unterstützungsmaßnahmen abzuwägen, um die Innovationskraft der Raumfahrtindustrie noch besser auszuschöpfen.

Es könnte ferner geprüft werden, ob sich, wie in den USA üblich, ein Wettbewerb von kommerziellen Anbietern um Aufträge mit spezifizierten Fähigkeitsanforderungen (»high level requirement«) auch für Europa bzw. Deutschland anbietet. Aufgrund der aktuellen Dynamik im New-Space-Markt böte es sich für Deutschland – auch im Rahmen des ESA-Engagements – an, ambitionierte Public Private Partnerships einzugehen, um damit zum Wachstum des Raumfahrtsektors beizutragen und gleichzeitig die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wirkungen der Raumfahrtaktivitäten zu stärken.

Hinsichtlich der im internationalen Vergleich relativ geringen staatlichen Mittel wäre zu überprüfen, ob die investier-

te Summe angesichts des zu erwartenden wirtschaftlichen Potenzials von raumfahrtbezogenen Produkten und Dienstleistungen (substanziell) erhöht werden sollte. Damit deutsche Unternehmen auf dem wachsenden Raumfahrtmarkt wettbewerbsfähig bleiben können, sind Maßnahmen zu entwickeln, mit denen die Wettbewerbsfähigkeit gesichert bzw. gesteigert werden kann.

Der in den letzten Jahren kostengünstiger gewordene Zugang zum Weltraum bietet erhebliche wirtschaftliche Chancen für eine Vielzahl an Branchen. Damit diese Chancen – insbesondere die Nutzung von Produkten und Dienstleistungen des Downstreamsegments in Nicht-raumfahrtbranchen – genutzt werden können, ist die Raumfahrtindustrie gefordert, geeignete Anwendungen und Geschäftsmodelle für die Nichtraumfahrtindustrien zu entwickeln. Dazu böte es sich an, flankierend zur zukünftigen Raumfahrtstrategie die Nutzung von Weltraumtechnologien stärker auch in der Industriestrategie der Bundesregierung und in anderen strategischen Maßnahmen zu verankern, sodass der Anschluss zu New Space stärker mitgedacht wird.

Deutschlands starke Rolle in der europäischen Raumfahrt und auch die Beteili-

gung an internationalen Projekten wie bei der ISS sowie bei der Erstellung des European Service Modul für die zukünftigen bemannten Raufahrzeuge der USA können als guter Ausgangspunkt für Folgeprojekte genutzt werden.

Die TAB-Kurzstudie Nr. 1 »New Space. Neue Dynamik in der Raumfahrt« wird in Kürze veröffentlicht.

Kontakt

Dr. Sonja Kind
+49 30 310078-283
sonja.kind@vdivde-it.de

Chancen

- › Globale und nationale Raumfahrtmärkte wachsen im Upstream- und Downstreamsektor kontinuierlich.
- › Anwendungen von Erdbeobachtungsdaten bieten besonderes Wachstumspotenzial – hier könnten auch Marktführerschaften erreicht werden.
- › Neue Tätigkeitsfelder und Geschäftsmodelle entstehen im Bereich Weltraumservices, wie z. B. Entsorgung von Weltraumschrott.
- › Die positive Entwicklung der Zulieferindustrie erfolgt durch Ausnutzung der Stärken im Maschinen- und Anlagenbau.
- › Deutschland kann seine starke Positionierung in Richtung Vermittler zwischen Raumfahrtnationen weiter ausbauen.

Risiken

- › Substanzielle Marktanteile bleiben außerhalb von Deutschland und Europa, weil etablierte bzw. neue US-amerikanische Unternehmen den Markt dominieren.
- › Der weltweite Wettbewerb nimmt zu, die Subventionspolitik der USA fördert die Marktdominanz US-amerikanischer Unternehmen.
- › Anwendungspotenziale für Nichtraumfahrtunternehmen erschließen sich nur langsam.
- › Kosteneinsparungen werden durch den Einsatz standardisierter Bauteile nicht realisiert.
- › Internationale Einigung zu Fragen des Weltraumrechts und des Datenschutzes verzögert sich oder gelingt nur unzureichend.

Themenvielfalt: Elf neue Kurzprofile aus dem Horizon-Scanning

Das Horizon-Scanning wird seit 2014 vom Kooperationspartner VDI/VDE-IT im TAB in regelmäßigen Zyklen durchgeführt. Seit dem Erscheinen des letzten TAB-Briefs Nr. 50 im Juni 2019 wurden im Horizon-Scanning elf Kurzprofile ausgearbeitet und dem TA-Berichterstatterkreis vorgelegt.

Das Horizon-Scanning wurde 2014 vom TAB-Konsortialpartner VDI/VDE-IT im Aufgabenportfolio des TAB etabliert (hierzu der Beitrag auf S. 30 ff.) und seitdem regelmäßig durchgeführt. Im Januar und im August 2020 wurden Kurzprofile zu folgenden Themen veröffentlicht:

- › »Dark Patterns – Mechanismen (be)trügerischen Internetdesigns« (Nr. 30)
- › »Digitale Lebensgefährten – der Anthropomorphismus sozialer Beziehungen« (Nr. 31)
- › »Urbaner Holzbau« (Nr. 32)
- › »Labour Tech: Kommunikation und Organisation von Arbeitnehmerinteressen im Digitalzeitalter« (Nr. 33)
- › »Beyond Big Data« (Nr. 34)
- › »Hochwertiges Recycling für eine Kunststoffkreislaufwirtschaft« (Nr. 35)
- › »Innovationen zum Umgang mit dem Meeresspiegelanstieg« (Nr. 36)
- › »Technologien zur Nachverfolgbarkeit von Wertschöpfungs- und Lieferketten« (Nr. 37)
- › »Kognitive Assistenzsysteme« (Nr. 38)
- › »Nachhaltige Phosphorversorgung« (Nr. 39)
- › »Robo-Recruiting – Einsatz künstlicher Intelligenz bei der Personalauswahl« (Nr. 40)

Die Themenkurzprofile geben einen kompakten Überblick über ein Themenfeld und dessen Relevanz für Politik und Gesellschaft. Darauf aufbauend werden Vor-

schläge für eine mögliche vertiefte Bearbeitung durch das TAB formuliert. Aus dem Themenspektrum der Kurzprofile hat der ABFTA auf Empfehlung der Berichterstattergruppe TA inzwischen fünf Themen ausgewählt, die in Form von TA-Kurzstudien bearbeitet wurden bzw. werden: »Social Bots«, »Legal Tech – Potenziale und Anwendungen«, »Wettlauf in eine neue Weltraumära« sowie »Welt ohne Bargeld«. Das jüngst ausgewählte Thema ist »Urbaner Holzbau« (Kasten).

Kontakt

Dr. Sonja Kind
+49 30 310078-283
sonja.kind@vdivde-it.de

Aktuelle TA-Kurzstudie »Urbaner Holzbau«

War Holz bis in die Neuzeit der dominierende Werkstoff im Bauwesen, wurde die Holzbauweise zunächst durch Stein- und Ziegelbauten und im Zuge der industriellen Entwicklung durch Stahl- und Betonbau größtenteils substituiert.

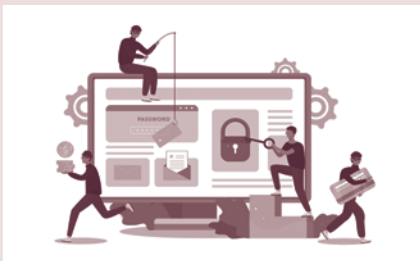
Holzhäuser wurden bis in die 1990er Jahre überwiegend in ländlichen Regionen oder stadtnahen Randgebieten als Ein- oder Zweifamilienhäuser errichtet. Erst in jüngster Zeit zeigen sich eine Renaissance und Weiterentwicklung des Holzbaus. Durch die Weiterentwicklung von Baurichtlinien und -gesetzen, vor allem im Kontext Brandschutz, sowie durch die stärkere Orientierung von Gesellschaft und Politik auf Nachhaltigkeitsaspekte im Bauwesen hält die Holzbauweise nun seit einigen Jahren vermehrt im innerstädtischen Bau Einzug.

Motive für das Bauen mit Holz liegen insbesondere in ökologischen Vorteilen (z. B. bessere CO₂-Bilanz) gegenüber konventionellen Betonbauten. Bauteile können zudem gut vorgefertigt werden und ermöglichen so ein schnelleres Bauen mit bis zu 80 % weniger Baustellenverkehr. Die hohe Schwingfähigkeit von Holz erhöht auch die Erdbebensicherheit der Häuser, was in vielen (Welt-)Regionen relevant ist. Demgegenüber stehen zum Teil noch Schwierigkeiten bei der Erfüllung von Brandschutzanforderungen und aufwendigere Genehmigungsverfahren bei der Planung und Realisierung von Holzbauten.

Insbesondere im Bereich der Bestandssanierung – hierzu werden Baumaßnahmen zur Umnutzung, Aufstockung und Nachverdichtung gezählt – gewinnt die

Holzbauweise an Bedeutung. Holz eignet sich immer besser auch für mehrgeschossige Bauten.

Ziel der Kurzstudie ist es, einen Überblick über Herausforderungen und Potenziale des urbanen Holzbaus, d. h. in Bezug auf mehrgeschossige Holzhochhäuser und sonstige größere Holzbaukomplexe zu geben. In der Kurzstudie werden Innovationspotenziale des urbanen Holzbaus sowie die damit verbundenen TA-relevanten Implikationen analysiert. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Beschreibung der Akteurslandschaft und der Wertschöpfungskette (sogenanntes Ökosystem des urbanen Holzbaus).



Dark Patterns – Mechanismen (be)trügerischen Internetdesigns

Dark Patterns ist ein Sammelbegriff für Internetmuster oder -designs, die darauf ausgelegt sind, Nutzende von Onlinediensten und sozialen Netzwerken dazu zu bringen, Tätigkeiten auszuführen, die ihren eigentlichen Interessen zuwiderlaufen und mit negativen Konsequenzen verbunden sein können.

Stets werden dabei bestimmte menschliche Verhaltens- oder Wahrnehmungsmuster ausgenutzt. Dark Patterns werden u. a. im Rahmen von Neuromarketing eingesetzt und gehören im weiteren Sinne zu den psychologischen Ansätzen der technologiegestützten Verhaltensbeeinflussung. Während die Beeinflussung im Sinne einer von Kunden gewünschten (Kauf-)Aktivität bzw. Verhaltensänderung durch Überzeugung – wie etwa das Beenden gesundheitsgefährdender bzw. die Initiierung gesundheitsfördernder Aktivitäten (beispielsweise mithilfe von Gesundheits-Apps) – zumeist transparent erfolgt (und auch positiv konnotiert sein kann), werden Dark Patterns üblicherweise verschleiert. Vergleichbar ist dieser Ansatz in etwa mit Social Bots, die ebenfalls bewusst getarnt werden und vortäuschen, echte (menschliche) Nutzer zu sein, um eine Wahrnehmungs- und ggf. Verhaltensänderung herbeizuführen.

Mit Dark Patterns werden beispielsweise bestimmte Emotionen angesprochen, um zu einem Kauf im Internet zu verleiten oder einen bestimmten Link anzuklicken.

Andere Muster sind darauf ausgelegt, gezielt die Aufmerksamkeit von wesentlichen Aspekten abzulenken, z. B. von einer erhöhten Rechnung oder versteckten Kosten. Preisvergleiche oder das Rückgängigmachen von Aktionen werden häufig erschwert. Ebenso gehören getarnte Werbung oder Produkte, die sich beim Onlinekauf »in den Warenkorb schleichen« (»sneak into basket«), zu Dark Patterns. Es werden somit manipulativ Zusatzkäufe forciert oder auch verdeckt Kundendaten gesammelt. Der Einsatz von Dark Patterns ist unethisch, mitunter unlauter und ggf. betrügerisch. Insbesondere sind auf die Ausnutzung menschlicher Wahrnehmungsschwächen ausgerichtete Dark Patterns für unerfahrene Nutzende (z. B. Senioren, Kinder und Jugendliche sowie bildungsferne Gruppen) schädlich. Aus Sicht des Verbraucherschutzes werden Verbraucherinnen und Verbraucher über Dark Patterns gezielt gesteuert, manipuliert und getäuscht. Es bedarf einer besonderen Aufmerksamkeit der Nutzenden, diese Manipulationen und deren typischen Muster zu erkennen und zu umgehen. Eine regulatorische Herausforderung besteht darin, Dark Patterns aufzudecken, da diese in aller Regel verschleiert werden, um ihren Zweck zu erfüllen.



Digitale Lebensgefährten – der Anthropomorphismus sozialer Beziehungen

Digitale Lebensgefährten umschreiben das Phänomen einer digitalen Unterstützung beim Aufbau und der Pflege zwischenmenschlicher Beziehungen, aber auch und insbesondere der Substitution derselben durch intelligente technische Systeme. Das Feld di-

gitaler Interaktionspartner umfasst ein sehr breites Spektrum unterschiedlicher Typen von Geräten: Es reicht von digitalen und personalisierten Internetangeboten (Avatare, Chatbots etc.) über Sprachassistenten wie »Alexa« oder »Siri« bis hin zu komplexen technischen Interaktionssystemen aus dem Bereich der sozialen Robotik. Zentrales Merkmal dieser Systeme ist, mit Menschen zu interagieren und zu kommunizieren.

Mit dem technischen Fortschritt wandeln sich diese Systeme von reinen Befehlsempfängern oder Auskunftssystemen zu immer autonomer agierenden digitalen Helfern, die verstärkt über humanoide Merkmale verfügen und sich dank sozialer Verhaltensweisen gleichsam zu Partnern in Lebensgemeinschaften entwickeln können – bis hin zur Simulation körperlicher Nähe. Dabei kann es vonseiten des menschlichen Interaktionspartners zu einer anthropomorphen Projektion kommen, die das technische System als Person und die Interaktion mit ihr als soziale Beziehung wahrnimmt. Unter solchen Umständen kann sich eine Mensch-Maschine-Beziehung – insbesondere, wenn sie sich auch auf körperlicher Ebene abspielt – innig und in jeder Hinsicht intim ausprägen.

Die Zuschreibung menschlicher Züge und Rollen beispielsweise für Haustiere ist ein seit Langem bekanntes Phänomen (Namensgebung, direkte Ansprache und Kommunikation etc.). Ebenso ist eine unidirektionale und meist befehlende Kommunikation mit technischen Artefakten wie Autos oder Computern eine hinlänglich dokumentierte Alltagserscheinung. Im Zuge der Digitalisierung von Kommunikation und Interaktion erhält diese als Anthropomorphismus bezeichnete Vermenschlichung nun eine weitreichende soziale Dimension. Diese Entwicklung fällt in eine Zeit, in der aufgrund der fortschreitenden Individualisierung der Gesellschaft tradierte Beziehungsgefüge an Bedeutung verlieren und sich neue aus-

bilden, die immer stärker realweltlich-virtuelle Mischformen umfassen.



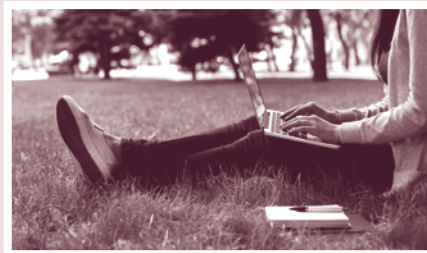
Urbaner Holzbau

Holzhäuser wurden bis in die 1990er Jahre überwiegend in ländlichen Regionen oder stadtnahen Randgebieten als Ein- oder Zweifamilienhäuser gebaut.

Die Weiterentwicklung von Baurichtlinien und -gesetzen, vor allem im Kontext Brandschutz, und die zunehmende Sensitivität der Gesellschaft und Politik gegenüber nachhaltigem Bauen führten mittlerweile jedoch dazu, dass die Holzbauweise seit einigen Jahren vermehrt in der Stadt eingesetzt wird. Insbesondere im Bereich der Bestandssanierung – hierzu werden Baumaßnahmen zur Umnutzung, Aufstockung und Nachverdichtung gezählt – gewinnt die Holzbauweise an Bedeutung. Holz wird zudem für mehrgeschossige Bauten genutzt. Waren Holzhäuser mit 5 bis 7 Geschossen vor einigen Jahren noch undenkbar, so werden sie mittlerweile häufiger errichtet. Auch in Deutschland wurde 2019 mit einer Höhe von 34 m das erste Holzhochhaus errichtet.

Viele weitere Hochhäuser befinden sich in der Planung. Mit der Errichtung von mehrgeschossigen Holz(hoch)häusern wurde nicht nur die Machbarkeit demonstriert, sondern aufgezeigt, welche städtebaulichen und architektonischen Potenziale die Holzbauweise für den urbanen Raum hat. Während der Trend in die Vertikale im Holzbau von technologischen Entwicklungen, beispielsweise in den Bereichen der Werkstoffwissenschaften, der Digitalisierung wie auch

der Robotik, begleitet und getrieben wird, gibt es weiterhin auch Hürden zu überwinden. Ein Beispiel hierfür sind die restriktiven Vorgaben der Bauordnungen, die den urbanen mehrgeschossigen Holzbau in vielen Ländern behindern.



Labour Tech: Kommunikation und Organisation von Arbeitnehmerinteressen im Digitalzeitalter

Die fortschreitende digitale Transformation aller Wirtschaftsbereiche – und insbesondere des Dienstleistungssektors – stellt Gewerkschaften als zentrale Akteure der Mitbestimmung zunehmend infrage. Der Anteil an Menschen, denen Arbeit als Auftrag über Onlineplattformen vermittelt wird (Plattformarbeitende), wächst. Doch Gewerkschaften sind aufgrund ihrer Ausrichtung auf traditionelle Leitsektoren und abhängig Beschäftigte nicht auf die Anforderungen dieser Zielgruppe ausgerichtet. Dennoch besteht in besonderem Maße auch für Plattformarbeitende der Bedarf an einer Interessenvertretung.

Es entstehen einerseits neue digitale Formen der Interessenvertretung (Labour-Tech-Lösungen), andererseits sind die Gewerkschaften gefragt, zielgerichtete digitale Beratungs- und Unterstützungsangebote für Plattformarbeitende zu entwickeln.

Die deutschen Gewerkschaften haben dies erkannt und bieten entsprechende Unterstützungsangebote an oder kooperieren mit Initiativen von Plattformarbeitenden. Dabei werden vor allem webbasierte Lösungen genutzt (soziale Netzwerke, Messengerdienste). Die so entstehenden neuen Organisationsformen sind hochgradig

flexibel und stehen damit im Gegensatz zu traditionellen Organisationsformen der etablierten Gewerkschaften. Arbeitnehmer- und Arbeitgebervertretungen, Plattformarbeitende sowie Forschungsinstitute äußern in der Debatte zu diesem Thema sehr unterschiedliche Ansichten über den notwendigen Regulierungsbedarf. Erste regulierende Maßnahmen sind auf europäischer Ebene erfolgt. Eine Umsetzung in nationales Recht steht noch aus.



Beyond Big Data

Die weltweite wirtschaftliche und wissenschaftliche Führungsposition im Bereich der KI scheint bislang bei den USA und China sowie ihren Tech-Konzernen zu liegen. Diese sind weltweit einzigartig darin, große Mengen an Nutzerdaten zu sammeln, die KI-Algorithmen vom Grundsatz her zum Lernen benötigen. Die Verfügbarkeit großer Volumina potenzieller Lerndaten in Verbindung mit vergleichsweise niedrigen Datenschutzstandards bildet vermeintlich die Basis für erfolgreiche Produktentwicklungen und einen großen Vorsprung im Wettrennen um die bestmöglichen KI-Anwendungen gegenüber Deutschland und zahlreichen anderen europäischen Ländern.

Neuere Entwicklungen im Bereich der Datensynthesierung sowie der KI-Forschung mit Small Data, wie das bestärkende Lernen (Reinforcement Learning), die Methode des One-Shot-Lernens oder auch Zero-Shot-Lernens sowie das Transferlernen, erwecken jedoch die Hoffnung, dass KI-Innovationen auch unter Einhaltung der europäischen Datenschutznormen möglich sind.

Dies bietet dem deutschen Mittelstand, der meist nur über geringe Datenmengen verfügt, die Aussicht, im Bereich der KI den Anschluss zu finden. Zurzeit wird die Methode der Datensynthesierung jedoch fast ausschließlich von öffentlichen Stellen wie Statistikbehörden angewendet, um im Sinne von Open Data sensible Mikrodatensätze mit personenbezogenen Daten für die wissenschaftliche Forschung zugänglich zu machen. Die KI-Forschung mit Small Data steckt ihrerseits noch in den Kinderschuhen. Beide Aspekte spiegeln sich in der geringen Anzahl von Start-ups wider, die Dienstleistungen in den Bereichen synthetischer Daten und Small Data anbieten. Es wird also noch einige Zeit benötigen, bis sich das Potenzial der beiden Entwicklungen im KI-Bereich tatsächlich abschätzen und auch wirtschaftlich ausschöpfen lässt. Die Forschungs- und Innovationsentwicklung wird hier u. a. stark davon abhängen, ob durch zielgerichtete Schwerpunktsetzung in der Förderprogrammatisierung die Grundlage für eine gewisse Gründungsdynamik geschaffen werden kann.



Hochwertiges Recycling durch eine Kunststoffkreislaufwirtschaft

Der weltweite Konsum von Plastik steigt seit den 1950er Jahren stetig an. Zahllose Produkte werden aus verschiedenen Kunststoffen hergestellt. Für die Erzeugung werden vor allem Primärrohstoffe wie Erdöl und Erdgas genutzt. Nur etwa 9 % der in Deutschland hergestellten Kunststoffprodukte bestehen aus Rezyklaten, die durch werk- oder rohstoffliche Verwertung gewonnen wurden.

Werkstoffliche Verwertung wird häufig auch als Downcycling bezeichnet, da die erzeugten Rezyklate von geringerer Qualität im Vergleich zum ursprünglich genutzten Kunststoff sind. Dies liegt an vermischten oder verschmutzten Abfällen. Obwohl in Deutschland 2017 immerhin 46 % der Kunststoffabfälle werkstofflich verwertet wurden, konnten trotz jahrzehntelanger Erfahrungen im Trennen und Wiederaufbereiten von Kunststoffen nur aus 0,8 % die petrochemischen Grundstoffe rückgewonnen werden. 53 % aller Kunststoffabfälle wurden energetisch verwertet.



Innovationen zum Umgang mit dem Meeresspiegelanstieg

Der globale mittlere Meeresspiegel steigt deutlich stärker, als dies noch vor einem halben Jahrzehnt erwartet wurde. Für 2100 wird mit einem maximalen Anstieg von 110 cm gegenüber dem Stand von 2000 gerechnet, abhängig von den zugrundegelegten Annahmen über die zukünftigen Treibhausgasemissionen und die dadurch ausgelöste Temperaturerhöhung. Je nach Berechnungsmodell betreffen die jährlich zu erwartenden Überflutungen für 2100 im Extremfall – bei einer stärkeren Dynamik des Schmelzens der Antarktiseisschilde – zwischen 260 Mio. (»NASA Shuttle Radar Topography Mission« – SRTM) und 630 Mio. Menschen (»Coastal Digital Elevation Model« – CoastalDEM). Am stärksten werden die Auswirkungen des steigenden Meeresspiegels in den niedrigen und mittleren Breiten sein. Zu den gefährdeten Hafenstädten mit der größten Bevölkerung zählen Kolkata und Mumbai (Indien), Guangzhou und Shanghai (China), Ho-Chi-Minh-Stadt und Hai Phòng (Vietnam),

Dhaka (Bangladesch), Bangkok (Thailand), Rangun (Myanmar) und Miami (USA).

Angesichts der Gefahrenlage reagieren Länder, Städte und Gemeinden mit zahlreichen Gegenmaßnahmen, die jedoch unterschiedlich ausgereift sind und teils lediglich als Prototypen und Konzeptideen vorliegen, etwa schwimmende Städte und Bauernhöfe. Lösungsansätze wie das niederländische Projekt »Sandmotor« befinden sich noch in der Erprobungsphase. Superdeiche sind aufgrund ihrer enormen Kosten und langen Bauzeiten nicht überall realisierbar, Innovationen wie der Bau auf Warften, z. B. in der Hamburger Hafencity, funktionieren nur bei der Neuentwicklung von Stadtteilen.

Politische und administrative Verantwortliche stehen somit vor der Herausforderung, aus dem Potpourri weltweit diskutierter Lösungsansätze diejenigen für den eigenen Küstenschutz auszuwählen, die den finanziellen, geografischen, topografischen und soziokulturellen Rahmenbedingungen am besten gerecht werden sowie eine gewisse Flexibilität für den Fall aufweisen, dass sich die Dynamik des Meeresspiegelanstiegs nochmals intensivieren sollte.



Technologien zur Nachverfolgbarkeit von Wertschöpfungs- und Lieferketten

Durch die Globalisierung und die damit verbundenen grenzüberschreitenden Warenströme wirkt die Geschäftstätigkeit von Unternehmen immer stärker auch über nationale Grenzen hinaus. Unternehmerisches Handeln in

Deutschland kann so die Lebens- und Arbeitsbedingungen sowie den Zustand der Umwelt auf globaler Ebene positiv oder negativ beeinflussen.

Dabei überwiegen negative Auswirkungen eher, wenn in Regionen mit niedrigen nationalen Umwelt-, Arbeits- und Sozialstandards produziert wird oder dort Rohstoffe und natürliche Ressourcen abgebaut und ggf. weiterverarbeitet werden, um Profite zu generieren, die unter den hieszulande geltenden Rahmenbedingungen nicht verwirklicht werden könnten.

Gleiches gilt für Regionen, in denen die Umsetzung solcher Standards nicht ausreichend kontrolliert und durchgesetzt wird. Schwellen- und Entwicklungsländer stehen hier im Fokus, da ihre wirtschaftliche Leistung in besonderem Maße von Unternehmen aus Industrieländern abhängt, die vor Ort Rohstoffe, Güter, Produkte oder Dienstleistungen beziehen.

Die Wirkungen, die Unternehmen durch ihre globale Geschäftstätigkeit auslösen, werden seit einigen Jahren auch auf internationaler Ebene verstärkt diskutiert.

2011 veröffentlichten die Vereinten Nationen die Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte, die erstmals einen allgemein anerkannten Referenzrahmen für menschenrechtliche Pflichten von Staaten und für die Verantwortung von Unternehmen in globalen Liefer- und Wertschöpfungsketten bilden. Aus den Leitprinzipien der Vereinten Nationen folgen unternehmerische Sorgfaltspflichten. Deren Einhaltung ist für deutsche Unternehmen aktuell noch freiwillig, könnte aber in naher Zukunft rechtsverbindlich eingefordert werden.

Im Kurzprofil wird dargelegt, inwieweit (digitale) Technologien die Umsetzung und Einhaltung unternehmer-

ischer Sorgfaltspflichten unterstützen und befördern könnten. Im Fokus steht dabei die lückenlose Abbildung der Wertschöpfungs- bzw. Lieferkette einschließlich aller Akteure von der Rohstoffgewinnung bis zum Endkunden.



Kognitive Assistenzsysteme

Kognitive Assistenzsysteme dienen der Unterstützung von Beschäftigten, indem sie diesen, abhängig von den auszuführenden Tätigkeiten und den individuellen Fähigkeiten, passgenaue Informationen zur Verfügung stellen, ihnen Hinweise auf korrekte Arbeitsabläufe geben und die Überprüfung der ausgeführten Arbeitsschritte ermöglichen. Sie sind Teil der fortschreitenden Digitalisierung der Arbeitswelt und bieten Potenzial für die Steigerung von Produktivität, Qualität und Kosteneffizienz, das sich aus dem engen Zusammenspiel von Mensch und technischem System ergibt.

Vergleichsweise weitverbreitete Beispiele für kognitive Assistenzsysteme sind Lösungen zur sogenannten Werkerführung, die in der Montage oder der Kommissionierung eingesetzt werden und Beschäftigte bei der korrekten Ausführung ihrer Tätigkeiten unterstützen. Je spezifischer die Systeme dabei auf den einzelnen Beschäftigten und seine Fähigkeiten, Vorlieben etc. eingehen können, desto zielgenauer und effektiver ist ihre Unterstützungsleistung.

Aufgrund des technischen Fortschritts werden kognitive Assistenzsysteme immer leistungsfähiger, sodass die Einsatzmöglichkeiten zunehmen: Sie beschränken sich nicht mehr nur auf das

produzierende Gewerbe, sondern verbreiten sich auch im Dienstleistungssektor und in der Medizin.

Bei der umfassenden Ermittlung des Leistungsprofils von Beschäftigten während der Analyse ihres Unterstützungsbedarfs können die kognitiven Assistenzsysteme Fähigkeitslücken erkennen. Durch eine entsprechende Wissensvermittlung sowie Überprüfung des Lernerfolgs können sie zur Weiterbildung im Prozess der Arbeit beitragen.



Nachhaltige Phosphorversorgung

Phosphor ist ein natürlicher Rohstoff, der als Nährstoff essenziell für alles Leben auf der Erde ist. Phosphor wird zu 95 % in der Düngemittelproduktion für die Landwirtschaft verwendet und ist damit entscheidend für die Welternährung.

Die natürlich vorkommenden Phosphorreserven sind jedoch begrenzt. Phosphor lässt sich weder synthetisch herstellen noch ersetzen. Wie lange die weltweiten Reserven reichen, wird unterschiedlich bewertet: Schätzungen gehen von 150 bis 300 Jahren aus. Vor dem Hintergrund einer wachsenden Erdbevölkerung und dem damit verbundenen Mehrbedarf an Phosphor wird in Zukunft die nachhaltige Phosphornutzung eine immer größere Rolle spielen.

Doch nicht nur die langfristige Verfügbarkeit, sondern auch die kurzfristige Versorgung ist mit Herausforderungen verbunden. So befinden sich die natürlichen Vorkommen und Reserven nur in einigen wenigen Regionen der Welt.

Die größten Lagerstätten liegen in Marokko, gefolgt von China und den USA. Rund 95 % der Lagerstätten sind unter der Kontrolle von nur zehn Staaten, und fast 80 % der weltweiten Phosphatmineralproduktion werden allein von China, Marokko und dem Gebiet Westsahara, den USA und Russland geleistet. Deutschland und die anderen Staaten der Europäischen Union (EU) sind nahezu vollständig von Phosphorimporten abhängig.

Die Phosphorverfügbarkeit hängt neben den vorhandenen Reserven von zahlreichen weiteren Faktoren ab, die kurzfristig Engpässe in der Lieferkette verursachen könnten, wie die hohe Abhängigkeit von wenigen Produzentländern und deren geopolitische (In-)Stabilität, schwankende Marktpreise, unterschiedliche Qualität des phosphathaltigen Gesteins und Wirtschaftlichkeit der Phosphorherstellung. Phosphor steht daher seit 2017 auf der Liste der kritischen Ressourcen.

Methoden zur Rückgewinnung und Wiederverwendung von Phosphor entlang des Stoffkreislaufs, insbesondere aus Klärschlämmen, werden deshalb immer bedeutender. Deutschland ist neben der Schweiz eines der ersten Länder, das die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlämmen gesetzlich verankert hat. Mit der Novellierung der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) wird ab 2029 die Phosphorrückgewinnung in Deutschland bei Kläranlagen mit Kapazitätsauslegung für über 50.000 Einwohnerinnen und Einwohner zur Pflicht.

Eine effiziente und nachhaltige Steuerung der Phosphorkreisläufe (Phosphorgovernance) berührt eine Vielzahl europäischer und nationaler Gesetze und Verordnungen im Bereich des Umweltschutzes und der Landwirtschaft. Wenngleich es vielversprechende Ansätze gibt, z. B. in Deutschland mit der Rückgewinnung von Phosphor aus Abwasser, findet sich bis heute noch kein ausgewiesener Schwerpunkt auf einen nachhaltigen Phosphoreinsatz in der europäischen Gesetzgebung.



Robo-Recruiting – Einsatz künstlicher Intelligenz bei der Personalauswahl

Im Personalwesen ist seit einigen Jahren ein Paradigmenwechsel festzustellen. Die Personalabteilungen von Unternehmen bemühen sich im Wettbewerb um die besten Mitarbeitenden zunehmend darum, Kandidatinnen und Kandidaten einen niedrighschwelligeren und einfacheren Zugang zum Einstellungsverfahren anzubieten.

Künstliche Intelligenz (KI) eröffnet dabei neue Möglichkeiten: Mithilfe algorithmischer Systeme können Teile des Recruitingprozesses automatisiert werden. Im besten Fall können Recruitingprozesse dadurch nicht nur effizienter, son-

dern Auswahlentscheidungen objektiver sowie zeitlich und räumlich flexibler gestaltet werden. Das trägt sowohl zu mehr Komfort bei den Kandidatinnen und Kandidaten als auch bei den Personalanfordernden bzw. -vermittelnden (Recruitern) bei. Im schlechtesten Fall werden Prozesse für Unternehmen zwar effizienter, bisherige Einstellungsmuster werden jedoch lediglich reproduziert und bestehende Diskriminierungsmuster verstärkt.

Während KI-Systeme auch bei der aktiven Suche nach potenziellen Kandidaten, beim Personalmarketing und in der Personalentwicklung angewendet werden können, liegt der Fokus hier auf dem Einsatz von KI bei der Personalauswahl. Dieser Bereich wird in der Debatte bislang als besonders sensibel bewertet.

Auch in Deutschland sind mittlerweile Robo-Recruitinganbieter am Markt, wenngleich die Marktdurchdringung bis heute gering ist. Bis 2030 ist zu erwarten, dass sich diese weiter verbreiten. Trotz der bislang begrenzten Bedeutung des Robo-Recruitings in der Praxis ist die Debatte um den richtigen Einsatz von KI-Systemen im Recruiting weit vorangeschritten. Neben zivilgesellschaftlichen und politischen Akteuren setzen sich auch Unternehmen und Verbände zunehmend kritisch mit der Frage auseinander, wie KI-Systeme zur Personalauswahl gestaltet und angewendet werden können, damit deren wirtschaftliches und soziales Potenzial genutzt, ethische Risiken jedoch vermieden werden.

EPTA – Aktivitäten vor und in der Coronakrise

Durch Corona sind persönliche Treffen und der organisierte regelmäßige Austausch im EPTA-Netzwerk vorerst zum Erliegen gekommen. Dieser Beitrag wirft einen Blick zurück auf die letzte Zusammenkunft des EPTA-Netzwerks, das Ende 2019 in Stockholm stattfand.

In vielen Ländern Europas und weltweit existieren TA-Einrichtungen, die Parlamente beraten. Diese haben sich im European Parliamentary Technology Assessment Network (EPTA) organisiert, dessen Ziele sind, Erfahrungen auszutauschen, gemeinsam TA-Projekte durchzuführen, sowie Parlamente darin zu unterstützen, eigene TA-Kapazitäten aufzubauen.

Traditionell versammelt sich die EPTA-Community zweimal im Jahr. Im Frühjahr zu einem internen Arbeitstreffen sowie im Herbst zum Treffen des Steuerungsgremiums (EPTA-Council) und einer Fachkonferenz zu einem aktuellen Thema. Die Treffen werden von demjenigen EPTA-Mitglied ausgerichtet, das die Präsidentschaft bekleidet, welche im jährlichen Turnus unter den Vollmitgliedern rotiert.

Technologien, die ältere Menschen unterstützen bzw. bei ihrer Pflege helfen, waren das Thema der EPTA-Konferenz 2019 in Stockholm. In Vorbereitung auf die Konferenz hatten 17 EPTA-Mitglieder nationale Beiträge verfasst, die in einem gemeinsamen Papier gebündelt wurden. Den nationalen Beiträgen vorangestellt wurde eine Zusammenfassung, die einen hervorragenden Überblick zu möglichen Entwicklungen und daraus erwachsenden Herausforderungen für die Politik bietet. Dieser Bericht steht in englischer Sprache auf der EPTA-Webseite <https://eptanetwork.org/> zum Download zur Verfügung.

Die Konferenz bestand aus drei inhaltlichen Sessions mit Präsentationen, jeweils gefolgt von lebhaften Diskussionen, bei der die anwesenden Abgeordneten eine zentrale Rolle einnahmen. In der ersten Session wurde eine internationale Perspektive präsentiert. In den Einzelbeiträgen aus den USA, Japan und aus Sicht

des EU-Parlaments wurde deutlich, wie unterschiedlich die Herangehensweise bzw. die Affinität etwa zu robotischen Technologien in der Pflege älterer Menschen in den verschiedenen Ländern ist. In der zweiten Session wurde deutlich, dass nicht nur technologische, sondern vor allem auch soziale Innovationen vonnöten sind, um die Herausforderungen in der Pflege und in der Erleichterung eines aktiven Alltagslebens für ältere Menschen anzugehen. Die dritte Session befasste sich mit Zukunftsperspektiven und Implikationen für politisches Handeln. Ein klarer Schwerpunkt lag hier auf ethischen Fragestellungen und grundsätzlichen Überlegungen zu Menschenrechten im Roboterzeitalter. Die Beteiligung von Abgeordneten aus ganz Europa war beachtlich. Neben rund einem halben Dutzend schwedischen Abgeordneten waren Parlamentarierinnen und Parlamentarier u. a. aus Österreich, Finnland, Katalonien anwesend. Deutschland war mit dem Vorsitzenden des ABFTA, Dr. Ernst Dieter Rossmann, prominent vertreten. Offensichtlich hatte die schwedische EPTA-Präsidentschaft mit dem Thema einen Nerv der Zeit getroffen.

Eine sehr positive Nachricht ist aus dem EPTA-Council zu vermelden: Das Parlament Südkoreas hat im Mai 2018 mit dem National Assembly Futures Institute (NAFI) eine Einrichtung gegründet, die Foresightaktivitäten und TA für die Nationalversammlung durchführen soll. Gemäß den Statuten von EPTA erfüllt NAFI alle Bedingungen für eine assoziierte Mitgliedschaft (eine Vollmitgliedschaft ist europäischen Einrichtungen vorbehalten). Dementsprechend wurde dem Mitgliedsantrag einstimmig stattgegeben. Somit bereichert ein weiteres nichteuropäisches Mitglied die EPTA-Familie. Herzlich willkommen!

Für 2020 hat das Vereinigte Königreich die EPTA-Präsidentschaft übernommen. Die geplanten Aktivitäten wurden durch Corona gehörig durcheinandergewirbelt. Das im Frühjahr 2020 vorgesehene Direktorentreffen fand immerhin digital statt. Hauptthema war ein Austausch darüber, wie die einzelnen Institutionen, aber auch die institutionalisierte TA all-gemein mit der coronabedingten Krise umgehen. Alle EPTA-Mitglieder hatten alle Hände voll zu tun, ihre Arbeit unter den aktuellen Prämissen neu zu organisieren. Einige Institutionen richteten praktisch alle ihre Aktivitäten auf Covid-19-induzierte Themen aus, beispielsweise in Chile (siehe www.bcn.cl/coronavirus) oder in Frankreich (z. B. www2.assemblee-nationale.fr/content/download/317310/3087195/version/3/file/OPECST_COVID_29-10+VF1.pdf). Andere dagegen, wie etwa das TAB, haben ihr thematisches Portfolio kaum bis gar nicht geändert und versuchen auf diese Weise, etwas Normalität aufrechtzuerhalten.

Auf so manche liebgewonnene Normalität muss dagegen verzichtet werden. So fand dieses Jahr erstmals seit knapp 3 Jahrzehnten keine EPTA-Konferenz im Herbst statt. Diese hätte sich eigentlich dem Thema »Technikfolgenabschätzung in Krisenzeiten« widmen sollen. Es bleibt zu hoffen, dass im kommenden Herbst freudvollere Themen im Vordergrund stehen werden.

Kontakt

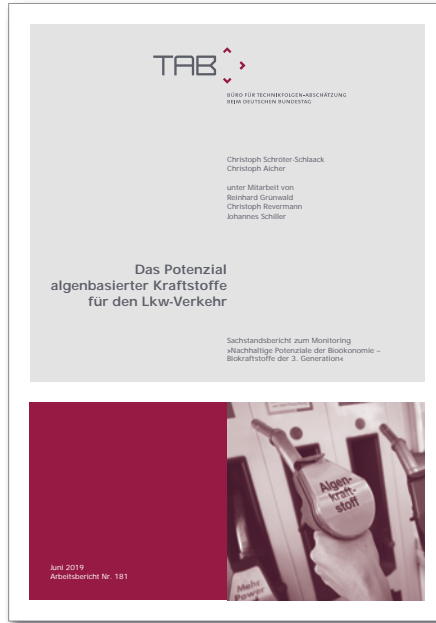
Dr. Reinhard Grünwald
+49 30 28491-107
gruenwald@tab-beim-bundestag.de

Veröffentlichungen

Das Potenzial algenbasierter Kraftstoffe für den Lkw-Verkehr

Christoph Schröter-Schlaack, Christoph Aicher, Reinhard Grünwald, Christoph Revermann, Johannes Schiller
TAB-Arbeitsbericht Nr. 181

Der Verkehr trägt aktuell insgesamt zu etwa einem Fünftel der gesamten Treibhausgasemissionen Deutschlands bei, woran der Straßengüterverkehr durch Lkw einen Anteil von etwa 35 % hat. Da aus Algen Kraftstoffe erzeugt werden können, die als Dieselsubstitute in reiner Form oder mit Diesel gemischt ohne große Anpassung der Infrastruktur in Lkw einsetzbar wären, könnte dies interessante Möglichkeiten eröffnen, die bisherige Abhängigkeit des Lkw-Verkehrs von fossilen Kraftstoffen zu mindern. Hierzu wurde eruiert, ob bzw. welche Menge algenbasierten Biokraftstoffs umweltverträglich zur Verfügung gestellt werden könnte und wie sich der aktu-



elle Forschungsstand zur gesamten Energiebilanz der neuen Kraftstoffe inklusive der Herstellung darstellt.

Der Bericht verdeutlicht, dass algenbasierte Biokraftstoffe unter den derzeit als plausibel angenommenen Produktionsoptionen auf kurz- und mittelfristige Sicht keinen Beitrag für einen klimaneutralen Verkehr leisten können. Ein spürbarer Beitrag zur Verbesserung der THG-Bilanz des Straßengüterverkehrs kann bis 2050 von algenbasierten Biokraftstoffen wohl nicht erwartet werden. Hierfür wären wissenschaftlich-technische Durchbrüche und Prozessinnovationen vonnöten, die derzeit nicht absehbar sind. Für eine großtechnische und aus Nachhaltigkeitsperspektive sinnvolle Erzeugung algenbasierter Kraftstoffe sind wesentliche Fortschritte insbesondere hinsichtlich ihrer Energiebilanz erforderlich. Analysiert und diskutiert wird zudem, welche forschungs- und wirtschaftspolitischen Strategien und Instrumente zur Verfügung stehen oder ggf. notwendig wären, um relevantes Potenzial zu heben.

Aktueller Stand und Entwicklungen der Präimplantationsdiagnostik

Steffen Albrecht, Katrin Grüber
TAB-Arbeitsbericht Nr. 182

Mit Inkrafttreten der Präimplantationsdiagnostikverordnung 2014 und der darauffolgenden Einrichtung von PID-Zentren in Deutschland richtet sich die Aufmerksamkeit auf die Umsetzung der gesetzlichen Regelungen. Im Monitoringprojekt des TAB wurde daher ein konzentrierter Überblick über die wissenschaftlich-technischen Entwicklungen, die Anwendung des Verfahrens sowie die sozialwissenschaftliche und gesellschaftliche Debatte zur PID erarbeitet. Der Bericht stellt den Verfahrensablauf einer PID mit ihren medizinischen und rechtlichen Aspekten dar und dokumentiert die in zahlreichen Interviews gewonnenen Sichtweisen des medizinischen Personals, von Mitgliedern und Mitarbeitenden der PID-Ethikkommissionen sowie Vertreterinnen und Vertretern der Belange von Betroffenen.

Im Ergebnis zeigt der Bericht, dass die Zahl der zugelassenen PID-Zentren sowie die involvierten reproduktionsmedizinischen Einrichtungen leicht angestiegen sind. Mehr als 300 Anträge auf PID wurden bei einer der fünf PID-Ethikkommissionen gestellt (von denen der größte Teil auch bewilligt wurde). Allerdings ist davon auszugehen, dass die Zahl der Behandlungen diesen Wert zukünftig nicht wesentlich überschreiten wird. Aktuell besteht somit kein akuter Handlungsdruck in Bezug auf eine Änderung der gesetzlichen Regulierung der PID. Jedoch sollten die Entwicklungen weiterhin genau beobachtet werden. Eine Grundlage dafür kann die Verbesserung der Wissensbasis bilden, die durch die aktuelle Veröffentlichung von Daten über die Anwendung der PID sowie durch die Förderung von Studien zur Perspektive der betroffenen Paare und zu medizinischen Qualitätskriterien erreicht werden kann. Die grundlegende Bedeutung der mit der Präimplantationsdiagnostik auf gesellschaftlicher Ebene verbun-



denen Fragen lässt es zudem ratsam erscheinen, diese immer wieder auch in der öffentlichen politischen Debatte zu thematisieren.

Arzneimittelrückstände in Trinkwasser und Gewässern

Bernd Klauer

TAB-Arbeitsbericht Nr. 183

Vor dem Hintergrund eines stetig steigenden Verbrauchs von Arzneimitteln gibt der Bericht einen Überblick über den Wissensstand zu Mengen, Qualitäten und Wirkungen der Mikroverunreinigungen auf Mensch und Umwelt. Es werden Vorschläge zur Vermeidung der Verunreinigungen zusammengetragen und Wissenslücken und mögliche Handlungsstrategien zur Verringerung der Risiken durch Arzneimittelrückstände im Wasser aufgezeigt. Geboten wird eine Übersicht dazu, welche Human- und Tierarzneimittel in welchen Quantitäten in Deutschland verwendet werden und nach aktuellem Kenntnisstand ihrer Menge oder ihrer Wirkung nach in human- und ökotoxikologischer Hinsicht relevant sind. Zudem wird der Zielkonflikt zwischen individuellen Ansprüchen auf Heilung durch Medikamente einerseits und den potenziellen

Risiken von Arzneimittelrückständen für die allgemeine Gesundheit und Umwelt andererseits analysiert. Weil das Eintreten negativer Effekte unsicher ist, wird diskutiert, welche Anhaltspunkte und Hilfestellung das Vorsorgeprinzip bei der Bewältigung dieser Konflikte leisten kann.

Systematisch werden Überlegungen zu technischen Maßnahmen und regulatorischen Strategien zur Verringerung der Risiken von Arzneimittelrückständen in Gewässern vorgestellt, darunter die derzeit intensiv diskutierte vierte Reinigungsstufe von Kläranlagen, die Mikroverunreinigungen zu großen Teilen aus Abwässern entfernen kann. Stärker an der Quelle der Verunreinigung setzen regulatorische Maßnahmen an, z. B. im Zusammenhang mit dem Prozess der Arzneimittelzulassung, oder Informationsmaßnahmen, die bei Verbraucherinnen und Verbrauchern, Ärzteschaft und Apotheken ein Problembewusstsein zu schaffen versuchen. Diskutiert wird, wie die verschiedenen Maßnahmenoptionen sinnvoll miteinander



kombiniert und in eine umfassende Strategie eingebettet werden können und welche Rolle bei der Strategiefindung, -entscheidung und -umsetzung den verschiedenen staatlichen und privaten gesellschaftlichen Akteuren zukommt.

Legal Tech – Potenziale und Wirkungen

Sonja Kind, Jan-Peter Ferdinand, Kai Priesack

TAB-Arbeitsbericht Nr. 185

Legal Technology (Legal Tech) bezeichnet allgemein den Einsatz von Technologien in der Rechtsberatung, der von einfacher, plattformbasierter Unterstützung (Tele-Anwalt) bis hin zu teil- oder vollautomatisierten Lösungen, die auf Big-Data-Analysen und Ansätze des maschinellen Lernens zurückgreifen, reicht. Die Fähigkeit, rechtliche Daten abzubilden, zu analysieren und zu interpretieren, wird zukünftig einen immer größer werdenden Anteil im Arbeitsspektrum von Anwaltskanzleien einnehmen.

Der Bericht verdeutlicht, dass die Digitalisierung professioneller Beratungs- und Dienstleistungen in der Finanz- und Versicherungswirtschaft bereits weit fortge-



schritten ist und unter der Bezeichnung Legal bzw. Law Tech auch das Rechtswesen erreicht hat. Aktuell zeichnet sich eine hohe Dynamik bei der Entwicklung

neuer Geschäftsmodelle und der Gründung von auf Rechtsberatung und juristische Services ausgerichteten Legal-Tech-Unternehmen ab. Etliche Firmen bieten intelligente Softwarelösungen oder IT-basierte Dienstleistungen und drängen damit in juristische Anwendungsfelder. Die Kurzstudie bietet eine Übersicht zu Legal-Tech-Angeboten und -Anwendungen. Auf Basis von Experteninterviews wird außerdem erörtert, welche rechtlichen Aspekte und Fragestellungen des Verbraucher- und Datenschutzes durch die Aktivitäten von Legal Tech berührt werden. Durch ein internationales Mapping von Legal-Tech-Startups wurde ermittelt, in welchen Anwendungsbereichen von Legal Tech die Markt- und Gründungsdynamiken am stärksten ausgeprägt sind. Zudem werden die aktuellen Debatten zum Thema Legal Tech analysiert, um Chancen, Potenziale und Risiken abzuwägen und etwaige Handlungsbedarfe auszuloten.

Lichtverschmutzung – Ausmaß, gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen sowie Handlungsansätze

Christoph Schröter-Schlaack,
Nona Schulte-Römer,
Christoph Revermann
TAB-Arbeitsbericht Nr. 186

Die zunehmende Verbreitung künstlicher Außenbeleuchtung hat vielfältige Auswirkungen. Durch künstliche Beleuchtung können etwa der biologische Tag-Nacht-Rhythmus und damit das Gesamtgefüge des Naturhaushalts beeinflusst werden, denn Licht ist ein wichtiger Zeitgeber, an dessen natürlichen Rhythmus sich Menschen, Tiere und Pflanzen über lange Zeiträume angepasst haben. Vermutet wird auch, dass permanent oder periodisch veränderte Lichtverhältnisse durch künstliche Beleuchtung negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben können. Vor diesem Hintergrund werden die nichtintendierten Wirkungen

künstlicher Außenbeleuchtung untersucht und der wissenschaftliche Erkenntnisstand im Hinblick auf Umfang und Trends dieser Lichtverschmutzung sowie ihre wirtschaftlichen und soziokulturellen, humanmedizinischen und ökologischen Wirkungen zusammengefasst.

Auf Basis dieser Erkenntnisse und aktueller beleuchtungstechnologischer und lichtplanerischer Möglichkeiten werden Handlungsoptionen abgeleitet, die eine Verringerung der Lichtverschmutzung unterstützen können. Diese beinhalten etwa Vorschläge für Forschungs- und Förderprogramme, Mess- und Monitoringssysteme, Steuerungsinstrumente, Möglichkeiten der Entwicklung integrierter lokaler und regionaler Lichtkonzepte sowie Aspekte sinnvoller Orientierungshilfen für Bund, Länder und Kommunen zur Unterstützung planerischer und rechtlicher Angelegenheiten z. B. für Straßen-, Gebäude- und andere Außenbeleuchtungen. Beschrieben werden auch



die Aktivitäten einiger europäischer Nachbarländer, die etwa Gesetze gegen Lichtverschmutzung verabschiedet und Grenzwerte für Beleuchtungsintensitäten gesetzt haben.

Autonome Waffensysteme

Reinhard Grünwald, Christoph Kehl
TAB-Arbeitsbericht Nr. 187

Technologische Fortschritte, die in den letzten Jahren in den Bereichen Robotik und künstliche Intelligenz erzielt wurden, haben Waffensysteme, die ohne menschliches Zutun Ziele auswählen und bekämpfen können, an die Schwelle zur konkreten Umsetzung gerückt. Automatisierung und Autonomie werden bereits heute für eine breite Palette an Funktionen bei Waffensystemen genutzt (u. a. Suche und Identifizierung potenzieller Ziele mithilfe von Sensordaten, Zielverfolgung, Priorisierung und Bestimmung des Zeitpunkts für den Angriff auf diese Ziele). Die Erweiterung autonomer Funktionen von Waffensystemen steht daher in allen technologisch fortgeschrittenen Ländern auf der Agenda.

Der Bericht verfolgt einen breiten Analyseansatz und deckt eine Vielzahl von



Facetten des Themas ab. Zunächst erfolgt eine Darstellung des technologischen Reifegrads und der Entwicklungsperspektiven von AWS. Anhand einer Bestandsaufnahme von existierenden und

in der Entwicklung befindlichen Systemen wird illustriert, welche Funktionen moderne Waffensysteme bereits heute und in absehbarer Zukunft autonom ausüben können.

Auf Grundlage dieser militärischen Fähigkeiten werden mögliche Einsatzszenarien für AWS diskutiert und sich daraus ergebende sicherheitspolitische Implikationen analysiert. Hier stehen die Fragen im Mittelpunkt, ob der mögliche Einsatz von AWS zu mehr oder weniger kriegerischer Gewalt führen würde, welche Auswirkungen auf die regionale Stabilität und das strategische Gleichgewicht zu erwarten wären und ob neue Rüstungswettläufe ausgelöst werden könnten. Ob und ggf. inwiefern die Anwendung tödlicher Gewalt durch autonom agierende Maschinen moralisch zulässig ist, ist die Kernfrage der ethischen Debatte um AWS, die im Bericht ausführlich dargestellt wird.

Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen – ein Überblick

Alma Kolleck, Carsten Orwat
TAB-Hintergrundpapier Nr. 24

Viele Entscheidungen, die auf digitalisierten Daten beruhen, bereiten algorithmische Entscheidungssysteme (AES) entweder vor oder treffen sie ganz, etwa zur Vergabe von Krediten, zur Auswahl von geeigneten Bewerbungen auf eine Stelle oder zur Berechnung eines individuellen Risikoprofils. Wenn zunehmend mehr Entscheidungsprozesse automatisiert erfolgen, stellt sich die Frage, welche Folgen dies mit Blick auf soziale Diskriminierung hat. Werden bestehende gesellschaftliche Diskriminierungsrisiken algorithmisch fortgeschrieben oder sogar potenziert? Oder sind AES vielmehr über menschliche Vorurteile erhaben und bewerten somit sachlicher?

Im TAB-Bericht werden vier Fallbeispiele aus den Bereichen der Arbeitsvermittlung,

der medizinischen Versorgung, dem Strafvollzug und der automatisierten Personenerkennung betrachtet. Sie machen dabei deutlich, dass Ungleichbehandlungen durch AES häufig Fortführungen »vordigitaler« Ungleichbehandlungen sind. Zugleich führen die Fallbeispiele vor Augen, dass die Frage, ob eine konkrete Ungleichbehandlung diskriminierend ist oder nicht, innerhalb einer Gesellschaft und innerhalb der Rechtsprechung oftmals hoch umstritten ist.

Eine Reihe von Vorschlägen im Bericht zielt darauf ab, die Diskriminierungsrisiken von AES ex ante zu minimieren. Dabei stehen die Herstellung von Transparenz, eine Kontrolle und Evaluierung von AES sowie eine einheitliche Regulierung im Zentrum der Diskussion. Die vorgeschlagenen Maßnahmen stellen einen Ausschnitt der derzeit diskutierten Ansätze dar, die darauf zielen, einen gesellschaftlichen und rechtlichen Umgang mit algorithmischen Entscheidungssystemen zu entwickeln, der Raum für In-



novationen und Entwicklung bietet und zugleich Bürgerinnen und Bürgern Sicherheit vor Intransparenz und Diskriminierungen beim Zugang zu gesellschaftlich verfügbaren Gütern gewährt.

Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung

Carolin Kahlisch, Britta Oertel
TAB-Hintergrundpapier Nr. 25

2019 wurden ca. 13.500 Petitionen an den Deutschen Bundestag gerichtet. Sie betreffen sowohl grundsätzliche als auch persönliche Anliegen. Petitionen erreichen den Petitionsausschuss per Post, Fax oder über das E-Petitionsportal des Bundestages. Soziodemografische Merkmale liegen dem Petitionsausschuss aus Datenschutzgründen jedoch nicht vor. Diese Lücke wird mit dem Hintergrundpapier geschlossen.

Im Mittelpunkt des Berichts stehen drei Kernfragen: Wem ist das Recht, sich mit Bitten und Beschwerden an den Deutschen Bundestag zu wenden, bekannt bzw. nicht bekannt? Falls bekannt, wie haben die Befragten von diesem Recht erfahren? Wer nutzt das Recht, Petitionen beim



Deutschen Bundestag einzureichen, zu veröffentlichen, zu diskutieren oder zu unterstützen? Es zeigen sich folgende zentrale Ergebnisse: Das Recht, sich mit Bit-

ten und Beschwerden an den Deutschen Bundestag zu wenden, ist 70 % der deutschen Wohnbevölkerung bekannt. Männer haben häufiger Kenntnis vom Petitionsrecht als Frauen. Auch die tatsächlich Nutzenden sind häufiger männlich, im mittleren Alter und verfügen mehrheitlich über einen höheren Bildungsabschluss. Vor allem ältere Menschen und Personen, die nicht mehr erwerbstätig sind, nutzen das Recht, Petitionen in eigener Sache postalisch einzureichen. Die Bereitschaft zum Mitzeichnen von Petitionen ist in der Bevölkerung hoch. Jede vierte Person hat bereits eine Petition beim Bundestag unterstützt, meist über eine handschriftliche Mitzeichnungsliste. Nutzende des E-Petitionsportals des Bundestages kennen allerdings in der Regel nicht nur dieses Portal, sondern auch die außerparlamentarischen Petitions- sowie Kampagnenportale und nutzen diese gleichermaßen für Einreichungen und Mitzeichnungen.

Bildnachweise

- S. 4: Deutscher Bundestag
 S. 46: Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
 S. 62: AGCO-Fendt/Wikimedia Commons/CC-BY-SA-4.0
 S. 65: in Abb. v.l.n.r.: NASA (1 u. 3), ESA (2 u. 4),
 Donald Davis (5)
 S. 69: TKP Nr. 30: artinspiring/AdobeStock;
 TKP Nr. 31: AndreyPopov/iStock
 S. 70: TKP Nr. 32: CCeliaPhoto/iStock;
 TKP Nr. 33: Prostock-studio/AdobeStock;
 TKP Nr. 34: peterschreiber.media/AdobeStock
 S. 71: TKP Nr. 35: Bits and Splits/AdobeStock;
 TKP Nr. 36: elgol/iStock;
 TKP Nr. 37: Kalyakan/AdobeStock;
 S. 72: TKP Nr. 38: ipopba/AdobeStock;
 TKP Nr. 39: New Africa/AdobeStock
 S. 73: TKP Nr. 40: nanuvision/AdobeStock
 S. 75: TAB-AB Nr. 181: André Künzelmann, Anne Wessner,
 Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH;
 TAB-AB Nr. 182: NinaSes/wikimedia.org;
 Jhagenk/wikimedia.org; BilliTheCat/pixabay.com
 S. 76: TAB-AB Nr. 183: Jacek Dylag/Unsplash;
 thought-catalog/Unsplash;
 TAB-AB Nr. 185: Maksim Kabakou/123rf.com
 S. 77: TAB-AB Nr. 186: Craig Mayhew/Robert Simmon,
 NASA GSFC;
 TAB-AB Nr. 187: Bertrand Bouchez/Unsplash
 S. 78: TAB-HP Nr. 24 (im Uhrzeigersinn): Mark Adams,
 Piotr Adamowicz, Fabio Formaggio, photovibes;
 alle 123rf.com
 TAB-HP Nr. 25: Vadym Malyshevskiy/123rf.com
 S. 28, 29, 31, 32, 43, 45, 51, 56, 57: TAB

Impressum

Redaktion: Dr. Christoph Revermann,
 Dr. Arnold Sauter

Satz und Layout: Carmen Dienhardt,
 Brigitta-Ulrike Goelsdorf

Den TAB-Brief können Sie kostenlos per E-Mail beim Sekretariat des TAB anfordern bzw. abonnieren. Er ist auch als PDF unter www.tab-beim-bundestag.de verfügbar.

Papier: Circleoffset Premium White
 Druck: Wienands Print + Medien GmbH, Bad Honnef

ISSN-Print: 2193-7435
 ISSN-Internet:2193-7443

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse in Fragen des wissenschaftlich-technischen Wandels. Das TAB wird seit 1990 vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) betrieben. Hierbei kooperiert es seit September 2013 mit dem IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH sowie der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH.

Leiter
stellvertretende Leiter

Prof. Dr. Armin Grunwald
Dr. Christoph Revermann
Dr. Arnold Sauter



**BÜRO FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
BEIM DEUTSCHEN BUNDESTAG**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Neue Schönhauser Str. 10
10178 Berlin

Telefon: +49 30 28491-0

E-Mail: büero@tab-beim-bundestag.de

Web: www.tab-beim-bundestag.de

Twitter: @TABundestag