

# BRIEF NR. 50

<b>Editorial</b>		3
<b>Neue Projekte</b>	>	
	>	Energieverbrauch der IT-Infrastruktur 5
	>	Chancen der digitalen Verwaltung 6
	>	Digitalisierung kritischer kommunaler Infrastrukturen 7
	>	Mögliche Diskriminierung durch Algorithmen 8
	>	Hightech in der Bauwirtschaft 9
	>	Stand und Perspektiven der Telemedizin 10
	>	Emissionsreduktionen in der Grundstoffindustrie 11
	>	Petitionen an den Deutschen Bundestag 12
	>	Kernreaktorkonzepte der Generation IV 13
	>	Gene Drives 14
	>	Energiespareffekte im Gebäudesektor 15
	>	Welt ohne Bargeld 16
<b>TA-Projekte</b>	>	Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme 17
	>	Lichtverschmutzung 22
<b>Horizon-Scanning</b>	>	Neue Themenkurzprofile 27
<b>TA International</b>	>	Auf dem Weg zu einer globalen TA 31
<b>Veröffentlichungen</b>		32

# Laufende Untersuchungen

## TA-Projekte

Algorithmen in digitalen Medien und ihr Einfluss auf die Meinungsbildung	Britta Oertel
Genome Editing	Dr. Steffen Albrecht
Herausforderungen für die Pflanzenzüchtung	Dr. Arnold Sauter
Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit – Möglichkeiten und Herausforderungen	Dr. Claudio Caviezel
Potenziale von mobilem Internet und digitalen Technologien für die bessere Teilhabe von Menschen mit Behinderungen	Dr. Steffen Albrecht
Digitalisierung der Landwirtschaft	Dr. Christoph Kehl
Data-Mining – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen	Dr. Katrin Gerlinger
Mögliche gesundheitliche Auswirkungen elektromagnetischer Felder (HF-EMF)	Dr. Christoph Revermann
Wettlauf in eine neue Weltraumära	Dr. Sonja Kind
Energieverbrauch der IT-Infrastruktur	Dr. Reinhard Grünwald
Chancen der digitalen Verwaltung	Michaela Evers-Wölk
Chancen und Risiken der Digitalisierung kritischer kommunaler Infrastrukturen an den Beispielen der Wasser- und Abfallwirtschaft	Dr. Saskia Steiger
Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen	Dr. Arnold Sauter
Innovative Technologien, Prozesse und Produkte in der Bauwirtschaft	Dr. Christoph Kehl
Stand und Perspektiven der Telemedizin	Dr. Katrin Gerlinger
Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung	Britta Oertel

# Editorial

## Vielfältig und herausfordernd: neue Projekte für das TAB

Die Themenfindung und -setzung durch einen neuen Bundestag, organisiert durch die Berichterstattergruppe und den Ausschussvorsitzenden des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (ABFTA), ist alle eineinhalb bis zwei Jahre ein fundamental wichtiger und immer wieder spannender Prozess. Nach der Entscheidung über den Weiterbetrieb des TAB im Sommer 2018 wurden im Herbst 2018 die Fraktionen und Ausschüsse des Deutschen Bundestages vom Ausschussvorsitzenden Dr. Ernst Dieter Rossmann angeschrieben und aufgefordert, Themenvorschläge einzureichen. Die Resonanz war wie in den Jahren zuvor äußerst erfreulich, aber herausfordernd, denn aus knapp 50 Untersuchungswünschen musste ein Arbeitsprogramm von ca. einem Dutzend Projekte für 2019/2020 destilliert werden.

Dass dies wie schon so oft friktionsfrei gelungen ist, lag einmal mehr an der Kombination von sachorientierter Einschätzung des TAB-Konsortiums der Bearbeitungsmöglichkeiten einschließlich des hierfür nötigen Aufwandes und der konsensorientierten Suche aller Fraktionen nach

einem vielfältigen und ausgewogenen Themenportfolio, das aktuelle wissenschaftlich-technologische Entwicklungen aufgreift und ihre gesellschaftliche und politische Relevanz in den Mittelpunkt stellt.

Nachdem vom TAB bis Anfang des Jahres 2019 alle Themenvorschläge kommentiert worden waren, wählte die Berichterstattergruppe TA 12 Projekte aus, die dem ABFTA zur Beschlussfassung

vorgelegt und von ihm im März und April verabschiedet wurden. Die Fülle und Vielfalt der neuen Untersuchungen des TAB werden in diesem TAB-Brief in jeweils 1-seitigen Kurzdarstellungen (S. 5-16) vorgestellt.



## Laufende Projekte

Des Weiteren umfasst der vorliegende TAB-Brief Kurzdarstellungen und Ergebnisse zu den nahezu abgeschlossenen TA-Projekten »Lichtverschmutzung« und »Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme«, die neugierig machen sollen auf die in den nächsten Monaten zur Veröffentlichung anstehenden Berichte. Die Breite der Aufgabenstellungen und Untersuchungsformate des TAB dokumentiert auch die Rubrik »Horizon Scanning«. Vorgestellt werden hier bzw. in diesem Beitrag in aller Kürze die Ergebnisse des 1. Teils der sechsten Erhebungswelle (bis Mai 2019). Nach einer Identifizierung von zunächst insgesamt 21 Themen wurden schließlich 5 Kurzprofile ausgearbeitet. Diese haben jeweils einen Umfang von ca. fünf bis zehn Seiten und bieten einen kompakten Überblick über den Stand der jeweiligen wissenschaftlich-technischen sowie sozioöko-

### Öffentliches Fachgespräch »Robotik in der Pflege – gesellschaftliche Herausforderungen«

Was können Roboter angesichts des demografischen Wandels und der steigenden Zahl Pflegebedürftiger zu guter Pflege beitragen und was sollen sie zukünftig leisten? Diese wichtigen Zukunftsfragen standen im Fokus eines öffentlichen Fachgesprächs, das das TAB zusammen mit dem Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung am 20. Februar 2019 in den Räumen des Bundestages durchführte.

Unter Vorsitz von Dr. Ernst Dieter Rossmann (SPD) beleuchteten Expertinnen und Experten aus unterschiedlichen Forschungs- und Praxisbereichen das Thema fundiert und aus unterschiedlichen Perspektiven und ermöglichten damit einen kompakten Überblick über den aktuellen Stand der Robotik in der Pflege sowie deren Anwendungsperspektiven. Im Zentrum des Fachgesprächs stehen drei Kernfragen:

1. Was können Roboter zu guter Pflege beitragen und welche pflegerischen sowie ethischen Herausforderungen ergeben sich durch eine zunehmende Automatisierung des Pflegealltags?
2. Wie könnte eine angemessene Gestaltung der Technikentwicklung aussehen, um möglichst bedarfsorientierte und akzeptanzfähige Lösungen zu erhalten?
3. Welche Rolle sollte Automatisierungslösungen zukünftig im Kontext der Pflege zukommen? Was sind wünschenswerte gesellschaftliche Entwicklungen und politische Gestaltungsoptionen für die Pflege der Zukunft?

nomischen Entwicklung und deren Relevanz für Politik und Gesellschaft.

In der abschließenden Rubrik »TA International« blicken wir dieses Mal über die europäische TA-Community hinaus auf die Aktivitäten des kürzlich gegründeten »Global Technology Assessment Network«, das die bestehenden internationalen Kooperationen im Bereich zur gemeinsamen Bewältigung globaler Herausforderungen unserer Zeit nutzen möchte.

### TAB-Berichte im Bundestag

Der Deutsche Bundestag hat am 11. April 2019 in einer sogenannten Orientierungsdebatte über (nichtinvasive) vorgeburtliche genetische Bluttests debattiert. Als aktuelle Informationsgrundlage konnten die Abgeordneten dabei auf den eine Woche zuvor als Bundestagsdrucksache erschienenen Bericht »Aktueller Stand und Entwicklungen der Pränataldiagnostik« zugreifen. Der Abschlussbericht konnte gerade noch rechtzeitig in der Sitzung des ABFTA am 3. April abgenommen und am Tag darauf als Bundestagsdrucksache 19/9059 veröffentlicht werden. Einen Tag vor der Orientierungsdebatte erhielten die Projektbearbeitenden des TAB,

Alma Kollek und Arnold Sauter, dann noch die Gelegenheit, den Bericht im ABFTA vorzustellen.

Der **TAB-Arbeitsbericht Nr. 184** ist unseres Wissens derzeit die einzige umfassendere Darstellung zur Pränataldiagnostik (PND). Er bietet einen Überblick über den aktuellen medizinisch-technischen und gesetzlichen Stand der PND in Deutschland und fasst gesellschaftliche, politische und ethische Diskussionspunkte und Fragen zur PND zusammen. Damit kann er für die anstehende weitere Debatte eine Grundlage bilden und dürfte auf großes Interesse nicht nur in Fachkreisen, sondern auch in breiteren Teilen der Öffentlichkeit stoßen.

Ebenfalls am 3. April abgenommen wurde der **TAB-Arbeitsbericht Nr. 180 »Virtual und Augmented Reality«**. Der Bericht stellt den Status quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen von VR- und AR-Anwendungen und -Technologien dar, die in den letzten Jahren in vielen privaten wie beruflichen Anwendungszusammenhängen stark an Bedeutung gewonnen haben. Sie könnten die Digitalisierung des Alltags und damit verbundener Integration von sozialer Interaktion, Mediennutzung, Konsum

und Unterhaltung weiter befördern. Der Bericht nimmt die allgemeinen Herausforderungen, die aus der Verschränkung realer und virtueller Umwelten resultieren, genauso in den Blick wie die anwendungsspezifischen Technologiepotenziale und -folgen. Neben den sich abzeichnenden Game Changern der technologischen Entwicklung und ihren vielfältigen Anwendungsfeldern steht die differenzierte Betrachtung des zunehmend komplexen Untersuchungsfeldes im Vordergrund. Es werden richtungsweisende Herausforderungen der zukünftigen Entwicklungen und daran geknüpfte Folgen für Wirtschaft und Gesellschaft benannt sowie resultierende Gestaltungs- und Regulationsbedarfe abgeleitet/herausgearbeitet.

Christoph Revermann  
Arnold Sauter

Dabei wurden sowohl normative Herausforderungen und rechtliche Fragen als auch Möglichkeiten zur politischen Gestaltung offengelegt und mit den anwesenden Abgeordneten und dem Publikum diskutiert. Mit dem abschließenden Wunsch nach einer »Dekade für die Pflege« unterstrich Ernst Dieter Rossmann am Ende die herausragende Bedeutung, die das Thema in Zeiten von Digitalisierung, Globalisierung und Fachkräftemangel für die Politik, aber auch als gesamtgesellschaftliche Aufgabe hat.

Die **Abstracts der Beiträge der Sachverständigen zum Fachgespräch** stehen auf der TAB-Homepage zum Download zur Verfügung. Zudem wurde die Veranstaltung aufgezeichnet und kann in der **Mediathek des Bundestages** in voller Länge angeschaut werden.

Ausgangspunkt für die Veranstaltung war ein Projekt zur Technikfolgenabschätzung, das der Bundestag auf Initiative des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung sowie des Ausschusses Digitale Agenda beim Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) in Auftrag gegeben hatte. Der Abschlussbericht erschien als Bundestagsdrucksache 19/2790 am 15. Juni 2018. Der **Arbeitsbericht Nr. 177 »Robotik in der Pflege – gesellschaftliche Herausforderungen«** steht zum Download zur Verfügung. Einen kompakten Überblick über das Thema sowie Handlungsoptionen und Wege zu einer verantwortungsvollen Forschung und Entwicklung skizziert auf 4 Seiten der TAB-Fokus Nr. 17.



# Auf dem Weg zu einer Green IT?

Die enormen Möglichkeiten der Digitalisierung bieten die Chance, ökonomische und gesellschaftliche Prozesse neu zu organisieren und insbesondere auch unter Umweltaspekten effizienter zu gestalten, sodass Energie und Ressourcen eingespart werden können. Beispiele sind die vernetzte Mobilität (von der man sich eine energieeinsparende Optimierung der Verkehrsflüsse erhofft) oder Smart-Home-Systeme (die zu Verbrauchsreduktionen in Haushalten beitragen sollen). Zugleich verbrauchen aber Aufbau und Betrieb der digitalen Infrastrukturen (Endgeräte, Daten- und Rechenzentren, Kommunikationsnetze) große Mengen an Energie und Rohstoffen.

Eine kritische Betrachtung der Energieverbräuche von IKT-Infrastrukturen ist auch deshalb von Relevanz, weil negative Umweltauswirkungen bei Anwendern, Forschenden und auch bei politischen Akteuren zunehmend aus dem Blickfeld geraten könnten. Zwar wird der Strombedarf von digitalen Produkten oder Dienstleistungen aktuell intensiv im Kontext der Kryptowährungen diskutiert, davon abgesehen ist er jedoch kaum ein virulentes Thema gesellschaftlicher bzw. politischer Debatten. In Bezug auf die Identifikation und Umsetzung von Energieeinsparpotenzialen in der IKT stellte beispielsweise die Deutsche Energie-Agentur einen großen Forschungsbedarf sowie die Notwendigkeit für Aufklärungsarbeit fest, um das Thema in das Bewusstsein der Anwender zu bringen.

## Ziel und Vorgehensweise

Es sollen der gegenwärtig vorhandene Wissensstand zum Energieverbrauch von IT-Infrastrukturen sowie vorhandene Einsparpotenziale einschließlich von Hemmnissen für deren Realisierung erhoben und dargestellt werden. Das Projekt umfasst folgende Schwerpunkte:

- › Wissensstand zu den IKT-bedingten Energieverbräuchen: Auf der Grund-

lage einer Literaturanalyse soll der aktuelle Wissensstand zum Energieverbrauch von IKT in Deutschland und ausgewählten Ländern zusammenfassend dargestellt werden. Ein besonderes Augenmerk wird hierbei auf jüngere Entwicklungen gelegt werden, wie zum Beispiel den durch das sogenannte Mining verursachten hohen Stromverbrauch beim Umgang mit Kryptowährungen. Wichtig ist überdies die Differenzierung nach den unterschiedlichen digitalen Infrastrukturen einerseits sowie nach Energieverbräuchen andererseits (z. B. für den Betrieb von Servern, Kühlanlagen etc.). So sind beispielsweise die Energieverbräuche von Daten- und Rechenzentren vergleichsweise gut untersucht, während das diesbezügliche Wissen im Bereich der Telekommunikationsnetze weniger ausgeprägt ist.

- › Darstellung von Energieeinsparpotenzialen in der IKT: Hier sollen in anderen Industriebereichen bereits eingesetzte, aber in der IKT noch nicht ausreichend genutzte Technologien (z. B. Wärmerückgewinnungssysteme in Daten- und Rechenzentren) genauso berücksichtigt werden wie bereichsspezifische organisatorische und technische Maßnahmen zur energetischen Optimierung von IKT (z. B. Erhöhung der Serverauslastung, Energiesparfunktionen in Routern) oder neue technologische Ansätze, die sich teilweise noch im Stadium der Grundlagenforschung befinden (z. B. der Einsatz multiferroischer Materialien zur Reduktion des Strombedarfs von Festplatten oder von künstlicher Intelligenz für ein energieoptimiertes Management von Kommunikationsnetzen). Die verschiedenen Möglichkeiten werden hinsichtlich ihrer Einsparpotenziale, aber auch in Bezug auf mögliche nachteilige Effekte für die IKT (z. B. in Bezug auf die Verfügbarkeit, Ausfallsicherheit oder Datensicherheit) oder die Umwelt diskutiert. Schließlich sollen Forschungsbedarfe identifiziert werden.

- › Hemmnisse für die Realisierung von Einsparpotenzialen in der Praxis: Dieser Aspekt soll unter anderem durch eine Befragung von Experten (Wissenschaft, Verbände) und von Anwendern behandelt werden. Ziel ist die Identifizierung von politischen Handlungsoptionen (z. B. Anreizsysteme, Fördermaßnahmen, Forschungsnotwendigkeiten, regulatorische Rahmenbedingungen), um die Umsetzung von Einsparpotenzialen zu befördern.
- › Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen: Alternativ (bzw. ergänzend) zu Maßnahmen der Energieeffizienz kann die Klimabilanz von digitalen Dienstleistungen auch durch den Einsatz von Strom aus CO<sub>2</sub>-armen bzw. -freien Quellen verbessert werden. Ein in diesem Zusammenhang interessanter Ansatz ist beispielsweise, Daten- und Rechenzentren in den Füßen von Windkraftanlagen zu betreiben, um dadurch nicht zuletzt auch den Bedarf an neuen Stromnetzen zu reduzieren (die Praxistauglichkeit eines solchen Systems wird derzeit in der Nähe von Paderborn getestet). Neue Konzepte und Ideen für eine optimale Einbindung von IKT-Infrastrukturen in ein zunehmend durch dezentrale und volatile Stromerzeugung geprägtes Energiesystem sollen dargestellt und – soweit realistisch möglich – hinsichtlich der Potenziale und Umsetzbarkeit diskutiert werden.

### TA-Projekt

Energieverbrauch der IT-Infrastruktur

### Themeninitiative

Ausschuss für Wirtschaft und Energie sowie Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Digitale Transformation: neue Wege in die Zukunft der öffentlichen Verwaltung

Mit dem Versprechen hoher Effizienz und Effektivität ist die Digitalisierung der Verwaltung Auslöser für eine grundlegende Neugestaltung öffentlicher Verwaltungsleistungen rund um den Globus. Arbeits- und Kommunikationsabläufe stehen hier ebenso im Fokus digitaler Innovationen wie Abläufe zwischen Verwaltungen und ihren Kunden. Ziel ist es, Leistungen und Service von öffentlichen Verwaltungen zu verbessern und Bürokratie abzubauen. Nicht zuletzt besitzt die Digitalisierung das Potenzial, durch die Bereitstellung und den Zugang zu Informationen (Open Data, Open Government) öffentliches Verwaltungshandeln transparent zu machen. Auch eine stärkere Teilhabe von Bürgerinnen und Bürgern an politischer Willensbildung und Entscheidungsprozessen kann durch digitale Anwendungen gefördert werden. Mittels neuer Technologien sind auch gänzlich neue Verwaltungsprodukte und Transformationen ganzer Behörden vorstellbar.

Bereits 2013 ist das Gesetz zur Förderung der elektronischen Verwaltung (EGovG) des Bundes in Kraft getreten, dem entsprechende Gesetze der meisten Bundesländer folgten. Allerdings verweisen internationale und europäische Studien auf eine im Vergleich unterdurchschnittliche Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung in Deutschland. Im jährlichen Ranking der Europäischen Kommission zum Fortschritt der Digitalisierung (DESI) liegt Deutschland für den Bereich »Öffentliche Dienste« z. B. nur auf Platz 21 und damit weit unter EU-Durchschnitt. Innovationsländer in Europa sind den Studien zufolge Estland, die Schweiz, Österreich und Dänemark. Auch in den politischen Diskussionen wird zunehmend problematisiert, dass Deutschland bei der Digitalisierung seiner Verwaltung ein strukturelles Defizit hat. Im Koalitionsvertrag 2017 wurde die Digitalisierung der Verwaltung aufgegriffen und mit verschiedenen Maßnahmen verknüpft. Jüngst wurde durch die Bundesregierung ein Digitalrat eingesetzt und mit dem Onlinezugangsgesetz (OZG) das Ziel

formuliert: Ab 2022 sollen alle Dienstleistungen des Bundes, der Länder und der Kommunen für Bürgerinnen und Bürger sowie für Unternehmen digital über Onlineportale zugänglich sein.

In den aktuellen fachöffentlichen Debatten wird auf die Potenziale von Systemen der sogenannten künstlichen Intelligenz (KI) und der Distributed-Leger-Technologie (DLT) für den Bereich der öffentlichen Verwaltung verwiesen. Mit KI-Technologien werden selbstständig und datenbasierte Entscheidungsprozesse verbunden, deren vielfältige Einsatzszenarien insgesamt in einer Erhöhung der Effektivität, Qualität und Sicherheit von Verwaltungsprozessen resultieren können. Ähnliches gilt für DLT und Blockchain, welche z. B. ermöglichen könnten, Transaktions- und Prozessmanagement im Zusammenhang mit Registern und Grundbüchern effizient und sicher zu gestalten sowie behördenübergreifend zu automatisieren.

## Ziel und Vorgehensweise

Ausgangspunkt der TA-Untersuchung bildet eine prospektiv ausgerichtete Analyse der Technologieentwicklung und deren Innovationspotenziale für die Entwicklung der öffentlichen Verwaltung in Deutschland unter Einbezug von Good-Practice-Beispielen und Erfahrungen der Digitalisierung von Verwaltungsprozessen aus dem Ausland. Der Fokus soll hier auf den Veränderungspotenzialen durch KI und DLT/Blockchaintechnologien in der öffentlichen Verwaltung liegen, mit besonderem Augenmerk auf jeweils gesellschaftlich relevante Aspekte (wie z. B. die Berücksichtigung ökologischer Effekte):

➤ *Innovationspotenziale durch KI:* Welche Potenziale bestehen für KI Systeme im Kontext der öffentlichen Verwaltung? Was sind jeweils die Vorteile des Einsatzes (z. B. Kosteneffizienz, Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit), was sind die Nachteile und Risiken (z. B. Per-

sonalabbau, mangelnde Transparenz, Diskriminierung)? Welche rechtlichen und wertebasierten Fragen ergeben sich aus der weiteren Anwendung (z. B. Standardisierungsvorgaben)?

➤ *Innovationspotenziale durch DLT und Blockchain:* Welche Innovationspotenziale sind mit dem Einsatz von DLT und Blockchain für die öffentliche Verwaltung verbunden (z. B. E-Payment, Katasterverwaltung)? Was sind die Vorteile des Einsatzes (z. B. Verfügbarkeit, Ausfallsicherheit), was sind die Nachteile (z. B. Manipulierbarkeit, technische Limitierungen)? Welche Rechtsfragen ergeben sich (z. B. Datenschutz)? Welche wertebasierten Innovationsansätze können identifiziert werden?

Angesichts der Breite der Aufgaben öffentlicher Verwaltung werden ausgewählte Innovationsfelder vertieft untersucht und die Potenziale der Digitalisierung in Hinblick auf ausgewählte Innovations- und Nutzenpotenziale für die Verwaltung von Bund, Ländern und Kommunen sowie ihre verschiedenen Kunden (Verwaltungen inner- und außerhalb Deutschlands, Unternehmen sowie Bürgerinnen und Bürger) analysiert. Auf dieser Basis werden innovationsorientierte Szenarien der digitalen Verwaltung in Deutschland mit einem Zeithorizont bis 2030 erarbeitet. Ziel ist es, Orientierungswissen zu liefern und Handlungsansätze für die Politikgestaltung aufzuzeigen, wie durch die Digitalisierung Aufgaben der öffentlichen Verwaltung effizienter, aber auch wertebasiert durchgeführt werden können.

### TA-Projekt

Chancen der digitalen Verwaltung

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

Michaela Evers-Wölk  
+49 30 803088-43  
m.evers-woelk@izt.de

# Die Digitalisierung kritischer kommunaler Infrastrukturen

Kommunen sind für zahlreiche Bereiche der Daseinsvorsorge und die dafür erforderlichen technischen und sozialen Infrastrukturen verantwortlich. Hierzu zählen unter anderem die Versorgung mit Wasser, Gas, Strom, Beleuchtung und die Beseitigung von Abwasser und Abfall. Viele der kommunalen sozialen und technischen Infrastrukturen werden als »kritische Infrastrukturen« bezeichnet, deren Schutz eine zentrale Kernaufgabe staatlicher und unternehmerischer Sicherheitsvorsorge darstellt. Eine Digitalisierung dieser Dienstleistungen bietet viele Chancen: verbesserte bzw. erweiterte Verwaltungsangebote, die Entlastung der öffentlichen Haushalte durch betriebliche Effizienzsteigerungen, innovative Lösungen für eine ressourcenschonende Ver- bzw. Entsorgung von Trink- und Abwässern sowie in der Abfallentsorgung und -aufbereitung. Gleichzeitig stellt ein tiefgreifender digitaler Wandel die Kommunen vor enorme Herausforderungen. Neben den hohen Investitionskosten für die notwendige IT-Infrastruktur mangelt es oft an qualifizierten Fachkräften für die Umsetzung. Auch sind kommunale Versorgungsunternehmen mit starken strukturellen Veränderungen sowie neuen Geschäftsmodellen und -akteuren konfrontiert.

Auch im Hinblick auf kritische Infrastrukturen sind die Auswirkungen der Digitalisierung ambivalent: Wohl bieten die ermöglichten Überwachungs- und flexibleren Steuerungsfunktionen neue Optionen, um durch intelligente Betriebsweisen auf außergewöhnliche Ereignisse (z. B. Extremwetter, Unfälle, Stromausfälle, kriminelle Gefahren) besser und schneller reagieren zu können. Doch steigern Digitalisierung und Vernetzung die Komplexität und damit auch die Risiken für technische und menschliche Fehler, die zu Beeinträchtigungen in den kritischen kommunalen Infrastrukturen führen können. Zudem erhöht sich generell deren Abhängigkeit von funktionierenden Strom- und IT-Infrastrukturen, wodurch Stromausfälle oder IT-Störungen weit gravierendere Ausmaße als bisher annehmen

könnten. Nicht zuletzt bieten digitalisierte Infrastrukturen neue Angriffsflächen für Straftaten, die auf Computersysteme und Netzwerke selbst zielen.

## Ziel und Vorgehensweise

Es sollen die Chancen und Risiken der Digitalisierung kritischer kommunaler Infrastrukturen beispielhaft für die kommunale Wasserwirtschaft (Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung) und die kommunale Abfallwirtschaft (Projektphase 1) sowie die Auswirkungen dieser Digitalisierung auf die Versorgungssicherheit (Projektphase 2) eruiert werden:

### Projektphase 1

Anknüpfend an den aktuellen Stand der Digitalisierung in der kommunalen Wasser- und Abfallwirtschaft sollen zunächst die Einsatz- und Entwicklungspotenziale digitaler Lösungen eruiert werden. Dies bildet die Grundlage für die Diskussion über Hemmnisse bei der Umsetzung und über Herausforderungen und Risiken der Digitalisierung für die Kommunen. Zentrale Fragestellungen lauten:

- Welche Rolle kann die Digitalisierung kommunaler Infrastruktur zur Bewältigung aktueller Herausforderungen für Kommunen spielen?
- Welche Chancen und welche Risiken sind mit digitalisierter kommunaler Infrastruktur unter Berücksichtigung von ökonomischen, ökologischen und sozialen Kriterien verbunden?
- Welche Best-Practice-Beispiele der Digitalisierung kommunaler Infrastrukturen gibt es? Lassen sich hier umgesetzte Konzepte und gemachte Erfahrungen auf andere Kommunen übertragen?
- Welche parlamentarischen Handlungsbedarfe bzw. -optionen lassen sich ableiten, um die Realisierung von Potenzialen zu fördern bzw. Risiken zu minimieren?

### Projektphase 2

Ausgehend vom Szenario einer weiter vorangeschrittenen Digitalisierung soll die Versorgungssicherheit unter den neuen Rahmenbedingungen bewertet werden. Zentrale Fragestellungen sind:

- Führt die Digitalisierung technischer Prozesse zu einer höheren Anfälligkeit gegenüber Störungen in der Stromversorgung oder in der IT-Infrastruktur (einschließlich Cyberkriminalität)?
- Welche Herausforderungen ergeben sich für die staatliche und unternehmerische Daseins- und Sicherheitsvorsorge durch die von der Digitalisierung beförderten Veränderungen in Geschäftsmodellen und Akteursstrukturen von kommunalen Versorgungsunternehmen?
- Wie kann die Widerstandsfähigkeit kommunaler Infrastrukturen durch die Digitalisierung gegenüber außergewöhnlichen Ereignissen erhöht werden?
- Welche parlamentarischen Handlungsbedarfe und -optionen lassen sich für den Schutz kritischer kommunaler Infrastrukturen im Lichte der Digitalisierung ableiten?

#### TA-Projekt

Chancen und Risiken der Digitalisierung kritischer kommunaler Infrastrukturen an den Beispielen der Wasser- und Abfallwirtschaft

#### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung sowie Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

#### Kontakt

Dr. Saskia Steiger  
+49 30 28491-112  
steiger@tab-beim-bundestag.de

# Diskriminierung – trotz oder wegen künstlicher Intelligenz?

Vielfältige Entscheidungen, die konkret die Lebensführung und Entwicklungschancen von Menschen betreffen, werden seit Langem regel- und merkmalsbasiert getroffen. Mediziner und Kostenträger berücksichtigen Erkrankungs- und Rückfallrisiken von Patienten, wenn sie über Behandlungen oder Rehabilitationen entscheiden. Versicherungen klassifizieren ihre Kunden mit Blick auf Schadenswahrscheinlichkeiten und berechnen entsprechende Tarife, Banken treffen Kreditentscheidungen auf Basis von Einschätzungen der Kreditwürdigkeit beispielsweise durch die SCHUFA Holding AG.

Seitdem diese Entscheidungen zunehmend datenbasiert und mittels Algorithmen/Software automatisiert werden (algorithmische Entscheidungssysteme [AES]), rücken diese in den Fokus der öffentlichen Wahrnehmung, und von Wissenschaft, Politik und anderen Stakeholdern werden damit verbundene Chancen und Risiken thematisiert. AES bieten das Potenzial, Entscheidungen schneller, effizienter und objektiver zu treffen und Unzulänglichkeiten menschlicher Entscheidungen vermindern oder gar vermeiden zu können.

Gleichwohl gehen direkte Risiken automatisierter Entscheidungen mit Fehlentscheidungen und den daraus erwachsenden Folgen sowie oftmals unklaren Verantwortungs- und Haftungsfragen einher. Bisher gibt es keine spezifischen Offenlegungspflichten, weder für eingesetzte (Trainings-)Daten, anhand derer Kriterien für Entscheidungsregeln und -modelle abgeleitet werden, noch für die Algorithmen, mit denen diese Regeln auf neue Fälle angewendet werden. Dadurch sind Entscheidungsprozesse von außen oft nicht nachvollziehbar. Die fehlende Transparenz bereitet den Nährboden für Misstrauen oder Ablehnung. Durch die zunehmende Anwendung maschineller Lernverfahren wird diese Situation verstärkt und auf eine neue Stufe gehoben.

Seit einiger Zeit wird darauf hingewiesen, dass jenseits von Fehlentscheidungs-

risiken AES dazu führen können, dass einzelne Personen oder Personengruppen systematisch diskriminiert werden und dass dies aufgrund der fehlenden Transparenz nur schwer zu erkennen und nachzuweisen ist. Der Vorwurf der möglichen Diskriminierung wiegt gesellschaftlich schwer, weil Grundrechte von Einzelnen betroffen sind. In Deutschland besteht ein Diskriminierungsverbot nicht nur für staatliche Stellen, sondern auch für den privaten Bereich. Einzelne Fälle von AES, die Diskriminierung Vorschub leisteten, sind bereits öffentlich geworden (wobei nicht immer klar ist, inwiefern tatsächlich Menschen geschädigt wurden).

## Ziel und Vorgehensweise

Die Diskriminierungsrisiken durch AES stellen nicht nur eine technische, sondern eine juristische, gesellschaftliche und politische Herausforderung dar. Zentrale Fragen sind insbesondere:

- In welchen Bereichen und für welche Entscheidungen werden bereits algorithmische Entscheidungssysteme eingesetzt, die nach geltender Rechtslage diskriminierungsfrei sein sollten (insb. gemäß Allgemeinem Gleichbehandlungsgesetz [AGG])? In welchen Bereichen ist eine Anwendung von AES und maschinellem Lernen in Zukunft wahrscheinlich? Welche Vorteile erwartet man sich von deren Einsatz?
- Welche Risiken von Diskriminierung entstehen durch den Einsatz von AES? Welche Fälle von Diskriminierung aufgrund von algorithmischen Entscheidungssystemen sind bereits bekannt geworden?
- Nach welchen Kriterien und Verfahren sollte der behördliche Einsatz algorithmischer Entscheidungssysteme zugelassen werden? Welche behördlichen Anwendungen gibt es bereits, welche sind möglich?
- Welche technischen Möglichkeiten existieren, um Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme

und maschinelles Lernen im Vorhinein oder nachträglich zu erkennen und zu beheben?

- Welche Verfahren (wie z. B. counterfactual explanations) werden in der Literatur diskutiert, um die Nachvollziehbarkeit komplexer Verfahren herzustellen? Wie können dabei Geschäftsgeheimnisse gewahrt bleiben?
- Welche rechtlichen Möglichkeiten und Vorschläge zur Einhegung von Diskriminierungsrisiken durch Algorithmen gibt es, beispielsweise im Rahmen des Wettbewerbsrechts oder durch behördliche Kontrollmechanismen? Liegen diesbezüglich bereits Erfahrungen in anderen Ländern vor?

Das TAB wird die Vielzahl vorliegender und erwarteter Studienergebnisse anhand dieser Leitfragen auswerten und in Form einer Synopse zusammenfassen, um einen sachlich fundierten Überblick über die noch junge Debatte zu schaffen. Ergänzend sollen Interviews mit Expertinnen und Experten geführt werden, um mögliche Widersprüche bzw. Unschärfen zu klären.

### TA-Projekt

Mögliche Diskriminierung durch algorithmische Entscheidungssysteme und maschinelles Lernen

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

Dr. Arnold Sauter  
+49 30 28491-110  
sauter@tab-beim-bundestag.de

# Hightech in der Bauwirtschaft

Die Bauwirtschaft erfährt seit einigen Jahren ein starkes Wachstum, auf nationaler Ebene vor allem wegen der derzeit hohen Nachfrage im Wohnungsbau. Das Wachstum bei gewerblichen und öffentlichen Bauten ist ebenfalls deutlich, insbesondere wegen des Modernisierungsbedarfs bei der Energie- und Transportinfrastruktur in Deutschland und Europa, teilweise auch deshalb, weil über Jahre aufgelaufene Instandhaltungsrückstände im öffentlichen Gebäudebestand aufgrund der aktuell verbesserten Haushaltssituation auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene nunmehr beseitigt werden können. Die den deutschen Unternehmen im internationalen Wettbewerb vielfach attestierte Technologieführerschaft gilt zwar nach wie vor als ein spezifischer Wettbewerbsvorteil, allerdings ist die Relevanz der Preisführerschaft ausländischer Unternehmen enorm gestiegen und reduziert den vormaligen technologiebedingten deutschen Wettbewerbsvorteil.

Der erheblichen Nachfrage nach Baudienstleistungen stehen im Baugewerbe inzwischen Personalengpässe gegenüber. Der Arbeitskräftemangel ist aktuell bereits ein Hindernis, notwendige Bautätigkeiten zeitnah auszuführen. Auch fallen die durch Produkt- und Prozessinnovationen verursachten Produktivitätsgewinne in der Baubranche im Vergleich zur Gesamtwirtschaft seit Jahrzehnten immer geringer aus. Zudem erhöhen kontinuierlich steigende normative Vorgaben die Planungs- und Ausführungsanforderungen, die Komplexität der Ablaufstrukturen sowie Aufwands- und Kostenkomponenten von Bauvorhaben.

Insgesamt gesehen ist ein erheblicher Bedarf an technischen und organisatorischen Innovationen in der Bauwirtschaft zu konstatieren, um die anstehenden Herausforderungen meistern zu können. Etliche (digital)technische Neuerungen und Weiterentwicklungen werden diskutiert, entwickelt, teilweise auch getestet und eingesetzt. Die Bandbreite reicht von neuen technischen Möglichkeiten zur Ver-

messung und Dokumentation u. a. mittels Drohnen und Speziale Sensoren, Assistenzsystemen für Planungs-, Ausführungsdokumentations- und Abrechnungstätigkeiten, dem Einsatz hochspezialisierter Baumaschinen und unterstützender Robotik bei der Bauausführung, neuen oder nachwachsenden Baumaterialien (Carbon Concrete Composite) und Verbundstoffen, bis hin zu innovativen Fertigungsverfahren für Bauteile u. a. mittels 3-D-Druckverfahren. Ambitionierte Initiativen zielen auf die zunehmende Vernetzung von Maschinen und Assistenzsystemen bis hin zur Erfassung sämtlicher bauwerksrelevanter Daten und Dokumente zur Generierung virtueller Bauwerkmodelle (Building Information Modelling), um sämtliche Prozessabläufe zumindest für die Planung und Realisierung eines Bauvorhabens über übergeordnete Managementsysteme zu realisieren (Bauen 4.0).

Obwohl die Bauindustrie und deren Verbände inzwischen durchaus bautechnische sowie forschungs- und entwicklungsbezogene Schwerpunkte setzen, sich an entsprechenden nationalen und europäischen Plattformen beteiligen, Kompetenzzentren gegründet und durch die Politik Gutachten, Strategien und Aktionspläne für bauliche Großprojekte erstellt und Wohnungsgipfel durchgeführt wurden, wird das tatsächliche Potenzial technischer Innovationen bei der Lösung derzeitiger baulicher Herausforderungen oftmals noch nicht hinreichend erkannt bzw. genutzt.

## Ziele und Vorgehensweise

Das TA-Projekt legt seinen Fokus in erster Linie auf die Planung und Konstruktion von Bauwerken sowie die Potenziale von Produkt- und Prozessinnovationen vor allem in Bezug auf Produktivitätssteigerungen sowie Zeit- bzw. Kostensenkungen sowohl im Sektor »Wohnungs(neu)bau« als auch im »Infrastrukturbau/Funktionsbau«. Insgesamt soll ein Überblick über

relevante Trends in Bezug auf Technologie-, Produkt- und Prozessinnovationen in folgenden Bereichen der Baubranche erarbeitet werden:

- *Vermessung und Dokumentation:* Hier geht es um die Nutzung von innovativen Systemen und Verfahren zur 3-D-Vermessung und -Kartierung von Bauwerken, Geländen und Anlagen vor allem mittels Drohnen, Scannern und Speziale Sensoren sowie neuartige Verfahren zur Visualisierung und Auswertung der Messergebnisse.
- *Automatisierte Baumaschinen und Robotik:* Thema sind hier die Automatisierung von herkömmlichen Baumaschinen wie Bagger, Krane und Raupen mittels Sensorik, satellitengestützte Navigation und Rechner-technik wie auch neuartige, speziell für den Baustelleneinsatz konzipierte Roboter.
- *Fertigungsverfahren und neue Verbund- und Werkstoffe:* Hier geht es vor allem um additive sowie modulare/serielle Fertigungsverfahren und neuartige Materialien und Werkstoffe.

Grundsätzliche Untersuchungsfragen für jeden Bereich beziehen sich auf die Aspekte: Stand der Technik und Anwendung; Perspektiven der weiteren Technikentwicklung und zukünftige Anwendungsfelder; Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Implementierung der Verfahren und Technologien sowie Handlungs-, Förder- und Forschungsbedarfe.

### TA-Projekt

Innovative Technologien, Prozesse und Produkte in der Bauwirtschaft

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Medizinische Versorgung aus der Distanz?

## Stand und Perspektiven der Telemedizin

Der medizinischen Versorgung aus der Distanz unter Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) wird seit Jahren erhebliches Potenzial unterstellt: Der Gesundheitszustand von Patientinnen und Patienten sowie die Einhaltung von Therapie und Nachsorge könnten besser überwacht, Betroffene besser informiert und aktiver in die Behandlung eingebunden werden. Deren Wege- und Wartezeiten könnten reduziert und Hospitalisierungen vermindert werden. Aus gesundheitssystemischer Sicht könnten fachliche Expertisen zeitlich und räumlich umfassender bereitgestellt, medizinische Fachkräfte und Einrichtungen enger und auch intersektoral miteinander vernetzt, Behandlungsleitlinien besser eingehalten und die Qualität der medizinischen Versorgung gesteigert oder medizinische Leistungen effizienter erbracht werden. Dadurch könnte ein gesundheitsbezogener oder wirtschaftlicher Nutzen erzielt werden. Aufgrund dieser unterstellten Potenziale wird aus gesundheitspolitischer Sicht mit telemedizinischen Anwendungen auch die Hoffnung verknüpft, unterschiedlichen strukturellen Herausforderungen des nationalen Gesundheitssystems zu begegnen: In bevölkerungsarmen bzw. strukturschwachen Regionen könnte Telemedizin helfen, eine hochwertige medizinische Versorgung aufrechtzuerhalten. Die der Telemedizin zugeschriebenen Effizienzsteigerungen könnten den durch den demografischen Wandel bedingten Druck auf die sozialen Sicherungssysteme dämpfen.

Unterschiedliche Monitoringberichte und Innovationsanalysen zeigen, dass telemedizinische Anwendungen nur langsam Eingang in die medizinische Versorgung finden – auch, aber nicht nur in Deutschland. Dies deutet darauf hin, dass technische, normative, personelle, organisatorische oder soziale Barrieren die Technologiediffusion begrenzen oder aber die Potenziale der Telemedizin in einzelnen Anwendungsbereichen möglicherweise überschätzt werden.

### Ziel und Vorgehensweise

Der Fokus des Projekts liegt auf telemedizinischen Ansätzen im Rahmen der medizinischen Versorgung erkrankter Personen. Betrachtet werden zum einen die jeweiligen Arzt-Patienten-Kontakte und zum anderen die Kontakte zwischen unterschiedlichen medizinischen Fachkräften sowie die administrativen Beziehungen zwischen den beteiligten Personen und Einrichtungen. Folgende, nicht trennscharf abzugrenzende IKT-unterstützte Schwerpunktbereiche sollen betrachtet werden:

- *Teleanamnese und Diagnostik:* Kontaktaufnahmen (u. a. auch mittels Anamnese-Chatbots), Videosprechstunden, Befund- und Diagnosefeststellungen (u. a. auch unter Einsatz von Teleradiologie, Telekonsilen oder medizinischen Assistenz- bzw. Expertensystemen) bis zu Patienteninformationssystemen (u. a. zu spezifischen Erkrankungssituationen und Behandlungsoptionen).
- *medizinische Behandlung:* medizinische oder therapeutische Apps (z. B. zur Tinnitusbehandlung), OP-Roboter, Telemonitoring von Vitaldaten teilweise mit automatisierter Wirkstoffgabe (sogenannte Closed-Loop-Systeme) z. B. bei der Diabetesbehandlung, Funktionskontrollen von Aggregaten, einschließlich behandlungsbegleitender Kommunikation zwischen beteiligten Akteuren (in Deutschland Leistungen der Krankenkassen).
- *Rehabilitation und Nachsorge:* von IKT-unterstützten Einzelangeboten bis umfangreicheren Serviceportalen bzw. -plattformen einschließlich der Kommunikation zwischen beteiligten Akteuren auch sektorübergreifend (in Deutschland [Anschluss-]Leistungen anderer Kostenträger).

Nicht betrachtet werden digitale Angebote zur Unterstützung einer gesunden Lebensweise (z. B. Gesundheits-Apps) und eines möglichst selbstständigen Lebens

in der eigenen Wohnung (z. B. Ambient Assisted Living, Smart Home).

Für die genannten telemedizinischen Schwerpunktbereiche sollen der derzeitige Stand sowie die perspektivisch absehbare Technologieentwicklung und -diffusion dargestellt werden. Dazu sollen strukturelle und regulative Aspekte zum Datenschutz, zur Leistungs- und Nutzenbewertung, zur Qualitätssicherung, zu Aufwandskomponenten und zur Finanzierung, zu entstehenden Geschäftsmodellen sowie zu Haftungs- und Akzeptanzfragen angesprochen werden. Bestehende Diffusions- und Anwendungsbarrieren sowie Möglichkeiten der Förderung und Unterstützung sollen diskutiert und Handlungsoptionen für den Deutschen Bundestag abgeleitet werden.

Zur fachlichen Fundierung sollen zwei Gutachten die Situation einerseits in ausgewählten telemedizinischen Vorreiterländern und andererseits in Deutschland darstellen. Am Ende werden in einem Vergleich strukturelle Unterschiede sowie Übertragungsmöglichkeiten und -grenzen für den Einsatz von telemedizinischen Anwendungen herausgearbeitet. In einer zweiten Projektphase sollen einige Ergebnisse der Gutachten durch eine Stakeholderbefragung fundiert werden.

#### TA-Projekt

Stand und Perspektiven der Telemedizin

#### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

#### Kontakt

Dr. Katrin Gerlinger  
+49 30 28491-108  
gerlinger@tab-beim-bundestag.de

# Emissionsreduktionen in der Grundstoffindustrie

Der Industriesektor ist nach dem Energiesektor mit rund 20 % der Gesamtemissionen der zweitgrößte Treibhausgasemittent (THG-Emittent) in Deutschland. Laut dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung sollen die Emissionen dieses Sektors bis 2030 um rund 50 % gegenüber 1990 (rund 22 % gegenüber 2014) reduziert werden, um das Ziel einer weitgehenden THG-Neutralität bis 2050 erreichen zu können.

Die dem Industriesektor zugerechneten THG-Emissionen sind aktuell zu rund zwei Dritteln energiebedingt (Verbrennung von fossilen Brennstoffen zur Bereitstellung von Prozesswärme, Dampf oder mechanischer Energie) und zu rund einem Drittel prozessbedingt (in der Zementindustrie beispielsweise durch das Brennen von Kalkstein zu Zementklinker). Nicht außer Acht zu lassen sind außerdem CO<sub>2</sub>-Emissionen, die nach der Nutzungsphase von Produkten aus fossilem Kohlenstoff (z. B. Kunststoffe) durch Verbrennung oder Abbauprozesse entstehen. Diese Emissionen werden zwar dem Abfallsektor zugerechnet, haben ihren Ursprung aber vor allem in der Industrie. Dies gilt gleichermaßen für die aus dem Fremdstrombezug verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen, die dem Energiesektor zugerechnet werden. Minderungsmaßnahmen im Industriesektor können ihre Wirkung daher auch in anderen Sektoren entfalten.

Wesentliche Ansätze zur Reduktion der energiebedingten Emissionen umfassen Effizienzsteigerungen sowie die Nutzung weitgehend CO<sub>2</sub>-neutraler Energieträger. Optionen zur Reduktion der abfallbedingten Emissionen sind die Verlängerung der Nutzungsdauern bzw. Erhöhung der Recyclingraten für kohlenstoffhaltige Produkte oder die Nutzung alternativer Kohlenstoffquellen, z. B. Biomasse oder aus der Luft abgeschiedenes CO<sub>2</sub> (Carbon Capture and Utilization [CCU]). Die größte Herausforderung aber stellt die Reduktion der prozessbedingten THG-Emissionen dar, da hierzu grundlegende

Umstellungen der konventionellen industriellen Prozesse und/oder die Substitution von Rohstoffen oder Produkten erforderlich sind.

Die Potenziale neuer THG-armer Technologiepfade hängen von vielen Faktoren ab, angefangen von der technischen Realisierbarkeit und – im Falle von Stoffsubstitutionen – die Rohstoffverfügbarkeiten bis hin zu den Eigenschaften der durch veränderte Prozesse oder Rohstoffe erzeugten Produkte. Schließlich haben Umstellungen in den konventionellen industriellen Herstellungsprozessen auch ökonomische Auswirkungen auf die Industrien selbst, auf die Abnehmerbranchen und nicht zuletzt auf die Technologieentwickler und Anlagenhersteller.

## Ziel und Vorgehensweise

Der Untersuchungsfokus liegt auf alternativen THG-armen bzw. -freien Technologiepfaden in den emissionsintensiven Grundstoffindustrien (z. B. Kalk- und Zementindustrie, Eisen- und Stahlindustrie, chemische Grundstoffindustrie). Für diese Industriebereiche werden die aus technischer Perspektive aussichtsreichsten Optionen zur Reduktion der THG-Emissionen durch alternative Herstellungsprozesse oder Substitutionen von Rohstoffen oder Produkten erfasst und dargestellt (Stand von Wissenschaft und Technik, technische und industrielle Umsetzbarkeit und Skalierbarkeit etc.).

Für Optionen mit hohem technischem Reduktionspotenzial wird – sofern nach dem gegenwärtigen Forschungs- und Entwicklungsstand möglich – die Wirtschaftlichkeit gegenüber den konventionellen Verfahren abgeschätzt (Entwicklungs-, Investitions- und Betriebskosten etc.). Gegebenenfalls vorhandene Hemmnisse für die Realisierung von technisch und ökonomisch vielversprechende Optionen werden beleuchtet (z. B. regulatorische Hürden, Widerstände in der Wirtschaft) und

politische Gestaltungsoptionen zum Abbau dieser Hemmnisse und zur Förderung der Diffusion in die industrielle Praxis abgeleitet (z. B. Anreizsysteme, Fördermaßnahmen, Forschungsnotwendigkeiten, regulatorische Rahmenbedingungen).

Für die aussichtsreichsten Reduktionsoptionen werden sodann ökonomische Folgewirkungen herausgearbeitet. Hier relevante Untersuchungsfragen sind u. a. Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen (in den oben genannten Industrien, aber auch bei Technologieentwicklern und Anlagenherstellern), Auswirkungen auf die Industriebeschäftigten und – wenn sich durch Verfahrensumstellungen oder Stoffsubstitutionen auch die Produkteigenschaften ändern – gegebenenfalls Effekte auf die Abnehmerbranchen der Produkte.

*Das Projekt beginnt Anfang 2020.*

### TA-Projekt

Alternative Technologiepfade für die Emissionsreduktion in der Grundstoffindustrie

### Themeninitiative

Ausschuss für Wirtschaft und Energie

### Kontakt

Dr. Claudio Caviezel  
+49 30 28491-106  
caviezel@tab-beim-bundestag.de

# Wer kennt und nutzt Beschwerden an den Deutschen Bundestag?

»Jedermann« hat nach Artikel 17 des Grundgesetzes das Recht, sich mit Bitten oder Beschwerden an den Deutschen Bundestag zu wenden. In den letzten beiden Jahren wurden jeweils fast 12.000 Petitionen an den Deutschen Bundestag gerichtet, davon ca. zwei Drittel zu persönlichen, individuellen Anliegen zum Vorgehen oder zu Entscheidungen von Bundesbehörden. Neben diesen den Einzelfall betreffenden Petitionen werden Anliegen zur politischen Mitgestaltung an den Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages herangetragen. Petitionen, die besonders viel Unterstützung erhalten, werden durch den Petitionsausschuss in öffentlichen Sitzungen behandelt.

Im Jahr 2005 hat der Bundestag das Verfahren zur Einreichung von Petitionen überarbeitet und ergänzt. Seitdem können Petitionen auf Wunsch der Petentin/des Petenten und bei Erfüllung bestimmter Kriterien auf der Petitionsplattform des Deutschen Bundestages veröffentlicht werden; diese »öffentlichen Petitionen« können mitgezeichnet und in Onlineforen diskutiert werden. Außerdem können Petitionen elektronisch eingereicht werden. Bei Erfüllung eines Quorums von 50.000 Mitzeichnungen erhalten die Einreichenden die Gelegenheit, ihr Anliegen in einer öffentlichen Ausschusssitzung zu vertreten.

Das TAB hat den Prozess der Einführung und Weiterentwicklung elektronischer und öffentlicher Petitionen umfassend durch Untersuchungen begleitet: Bei der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs »Öffentliche Petitionen« wurden die Funktionalität und Nutzungsfreundlichkeit des Softwaresystems, dessen technische und verfahrensmäßige Einbettung sowie die Nutzung und Bewertung durch unterschiedliche Stakeholder untersucht. Im Zuge der Verstärkung der elektronischen Petitionen wurde die Bekanntheit des Petitionswesens in einer Bevölkerungsumfrage erhoben und die sozialen Merkmale, die politische Aktivität und Internetnutzung

der Einreichenden von Petitionen sowie deren Präferenzen bezüglich des Einreichungsweges dargestellt (TAB-Arbeitsbericht Nr. 146). Dabei wurden Unterschiede zur Gesamtbevölkerung beispielsweise hinsichtlich der Geschlechterzugehörigkeit und des Alters deutlich. Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 173 bietet einen Überblick über die technologischen Weiterentwicklungen und diskutiert u. a. die Herausforderungen durch außerparlamentarische Onlinepetitionsportale.

In seinen Jahresberichten veröffentlicht der Petitionsausschuss ausführliche Statistiken zu seiner Tätigkeit. Demnach sind im langjährigen Durchschnitt grundsätzlich hohe Schwankungen bezüglich der Anzahl der neu eingegangenen Petitionen zu verzeichnen. Die Zahlen sind in den letzten 2 Jahren, nach einem Rückgang in den vorherigen Jahren, wieder leicht gestiegen.

## Ziel und Vorgehensweise

Vorrangiges Ziel ist es, Erkenntnisse darüber zu erhalten, welche Bevölkerungsgruppen sich an den Petitionsausschuss des Deutschen Bundestages wenden und in welchem Umfang das Petitionswesen in den unterschiedlichen Gruppen bekannt ist. Die Untersuchung knüpft dabei an die im Jahr 2008 durchgeführte Bevölkerungsumfrage zu Bekanntheit und Ansehen des Petitionsausschusses des Deutschen Bundestages an (TAB-Hintergrundpapier Nr. 17), in der erstmals Daten zum Petitionswesen in Deutschland erhoben wurden. Insgesamt sollen drei Befragungen durchgeführt werden, die folgende Personengruppen adressieren:

- Personen, die auf postalischem Weg eine Petition an das Parlament richten,
- Personen, die die Onlineplattform verwenden, um Petitionen einzureichen, mitzuzeichnen bzw. zu diskutieren und
- Internetnutzerinnen und -nutzer mit Wohnsitz in Deutschland (repräsentative Onlinebefragung).

Die Befragungen fokussieren auf folgende Aspekte:

- 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?

Dabei soll nach soziodemografischen Merkmalen differenziert werden. Diese Kernfragen werden ergänzt durch Fragen zur Bekanntheit und Nutzung von Schlichtungsverfahren/Ombudsstellen oder privaten Petitionsplattformen. Die Ergebnisse der Befragungen werden in einem TAB-Hintergrundpapier ausgewertet und zusammenfassend diskutiert.

### TA-Projekt

Petitionen an den Deutschen Bundestag – Bekanntheit und Nutzung des Petitionsrechts

### Themeninitiative

Petitionsausschuss

### Kontakt

Britta Oertel  
+49 30 803088-43  
b.oertel@izt.de

# Kernreaktorkonzepte der Generation IV

Designs von Kernkraftwerken werden oft in Generationen eingeteilt. In der üblichen Nomenklatur werden die in den 1970er bis 1980er Jahren in Betrieb gegangenen Reaktortypen als »II. Generation« bezeichnet. Aktuelle Reaktorkonzepte werden unter der Bezeichnung »Generation III/III+« gefasst. Reaktorkonzepte der Generation IV befinden sich dagegen im Forschungs- und Versuchsstadium. Die Forschung daran wird seit Anfang der 2000er Jahre vom »Generation IV International Forum« (GIF) international koordiniert. Ziel ist, Kernreaktoren zu entwickeln, die hinsichtlich Nachhaltigkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit, ökonomischer Konkurrenzfähigkeit sowie Proliferationsresistenz und physischem Schutz gegenüber herkömmlichen Reaktoren entscheidende Vorteile aufweisen sollen.

Sechs unterschiedliche Konzepte werden verfolgt:

- > gasgekühlte schnelle Reaktoren (GFR)
- > Salzschnmelzereaktoren (MSR)
- > natriumgekühlte schnelle Reaktoren (SFR)
- > bleigekühlte schnelle Reaktoren (LFR)
- > superkritische, wassergekühlte Reaktoren (SCWR)
- > Hochtemperaturreaktoren (VHTR)

Es handelt sich zum Teil um Systeme, die bereits seit Jahrzehnten erforscht bzw. entwickelt werden. Ursprüngliches Ziel des GIF war es, ab 2015/2020 in die Demonstrationsphase der Reaktorlinien einzusteigen, damit ein Markteintritt ab 2030 erfolgen kann. Derzeit wird mit einer Verschiebung dieses Zeitrahmens um etwa 5 bis 10 Jahre gerechnet, wie ein 2014 erschienenes Update der ursprünglichen Roadmap zeigt.

Mit Reaktorkonzepten der sogenannten IV. Generation sollen anspruchsvolle Technologieziele angestrebt werden: Die radioaktiven Abfälle sollen minimiert und auf diese Weise die Erfordernisse für die langfristige Aufsicht bzw. Endlagerung von Abfällen deutlich re-

duziert werden. Zum Thema Sicherheit des Reaktorbetriebs lautet das Ziel, dass die Folgen jeglicher Stör- und Unfälle auf das Betriebsgelände begrenzt bleiben sollen und somit keine Notwendigkeit von Notfallmaßnahmen außerhalb des Geländes mehr besteht. Bezogen auf die Wirtschaftlichkeit wird angestrebt, dass Gen.-IV-Reaktoren Kostenvorteile gegenüber konkurrierenden Energietechnologien aufweisen und deren finanzielles Risiko vergleichbar mit anderen Energieprojekten sein soll. Die nuklearen Brennstoffe und Materialien, die in Gen.-IV-Reaktoren verwendet werden bzw. entstehen, sollen so beschaffen sein, dass sie unattraktiv für die missbräuchliche Nutzung für Kernwaffen sind. Außerdem sollen die Reaktoren verbesserten physischen Schutz gegen Terroranschläge bieten.

Es ist unbestritten, dass einzelne der Reaktorkonzepte in einzelnen dieser Ziele zum Teil deutliche potenzielle Vorteile gegenüber heute gängigen Kernkraftwerkstypen besitzen. Die Herausforderung besteht nun darin, sämtliche dieser anspruchsvollen Technologieziele in einem Reaktorkonzept zu vereinen.

## Ziel und Vorgehensweise

Das Themengebiet soll mittels einer Literaturstudie, die gegebenenfalls punktuell durch Experteninterviews ergänzt wird, erschlossen werden. Im Ergebnis soll ein Sachstandsbericht zu Reaktorkonzepten der Generation IV erarbeitet werden. Dabei sollen die avisierten Eigenschaften der Reaktorkonzepte überblicksartig im Hinblick auf folgende Aspekte zusammengestellt werden:

- > Sicherheit
- > Ressourceneinsatz und Brennstoffversorgung
- > Radioaktive Abfälle
- > Kosten
- > Weiterverbreitung kernwaffenfähiger Materialien

Dabei werden Pro- und Kontraargumente aus der Literatur synoptisch gegenübergestellt. Tiefer gehende Analysen insbesondere zu Fragen der Reaktorsicherheit werden nicht vorgenommen. Schwerpunktmäßig sollen besonders jüngere Entwicklungen in den Blick genommen werden (etwa der letzten 2 bis 3 Jahre). Neben dem derzeitigen Forschungs- und Entwicklungsstand nebst laufenden und konkret geplanten Forschungsvorhaben soll ein Überblick über die internationale Akteurslandschaft gegeben werden (öffentliche und kommerzielle Fördergeber, beteiligte wissenschaftlich-technische Institutionen). Es soll beleuchtet werden, welche Rolle deutsche Akteure einnehmen – insbesondere im Hinblick auf Kompetenzerhalt, Aus- und Weiterbildung, Reaktorrückbau – hinsichtlich Fragen der Sicherheit von neuen Reaktorkonzepten und deren Brennstoffver- und -entsorgung.

*Das Projekt beginnt im Herbst 2019.*

### TA-Projekt

Kernreaktorkonzepte der Generation IV

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Gene Drives – (un)kontrollierte Ausbreitung gentechnisch veränderter Organismen?

Als Gene Drives werden genetische Elemente bzw. gentechnische Konstrukte bezeichnet, deren inhärente Eigenschaften dafür sorgen, dass sie durch Vererbung überproportional häufig (d. h. häufiger als 50 % für eine bestimmte Genvariante väterlichen oder mütterlichen Ursprungs) weitergeben werden. Hierdurch können sich die von solchen genetischen Elementen bestimmten Merkmale bevorzugt und rasch in Populationen verbreiten (potenziell bis hin zur genetischen Veränderung gesamter Wildpopulationen oder Arten). Gene Drives sind als natürliches Phänomen schon lange bekannt, aber erst seit der stürmischen Entwicklung des Genome Editings (mittels der »Gen-Schere« CRISPR/Cas) ab 2012 und den daraus resultierenden Möglichkeiten zur Herstellung synthetischer Gene-Drive-Systeme in den Fokus intensiverer wissenschaftlicher Aktivitäten gerückt. Seit 2014 sind sie auch Gegenstand bioethischer, forschungspolitischer und regulatorischer Analysen.

Die Entwicklung von Gene Drives bzw. Gene-Drive-Technologien zielt darauf ab, eine gewünschte, genetisch basierte Eigenschaft in einer Population von Lebewesen zu verbreiten. Zu häufig genannten Forschungs- und Anwendungszielen gehören die Dezimierung (bis hin zur völligen Auslöschung) von invasiven Arten (zum Schutz natürlicher Ökosysteme in betroffenen Gebieten) oder von Insektenpopulationen, die entweder landwirtschaftliche Nutzpflanzen schädigen (wie z. B. die Oliven- oder Mittelmeerfruchtfliege) oder aber humanpathogene Erreger übertragen (wie z. B. die Anopheles-Mücke für Malaria oder die Aedesmücke für Denguefieber). Alternativ könnten krankheitsübertragende Insekten(populationen) über Gene Drives auch so verändert werden, dass Erreger (z. B. für Malaria) nicht mehr (effizient) übertragen werden können.

Gegenüber bisherigen Anwendungen bzw. Einsatzszenarien gentechnisch veränderter Organismen (GVO) in der

Landwirtschaft oder zur Bekämpfung der Ausbreitung von Krankheiten stellt die Wirkungsweise von Gene Drives eine Art Paradigmenwechsel dar: Bei bisherigen Ansätzen soll die genetische Modifikation auf die ausgebrachten GVO begrenzt (z. B. bei gentechnisch veränderten Pflanzen im landwirtschaftlichen Anbausystem) oder die Vermehrung und Verbreitung der freigesetzten GVO über selbstlimitierende Systeme (bei der sogenannten sterilen Insektentechnik zur Reduktion von Insektenpopulationen) verhindert werden. Im Gegensatz dazu wird durch Gene Drives die Verbreitung der GVO bzw. der genetischen Veränderungen in der noch nicht veränderten Population derselben Art ausdrücklich angestrebt. Dies hat fundamentale Auswirkungen auf die Risikoabschätzung und mögliche Risikomanagementmaßnahmen von Gene-Drive-Anwendungen, aber auch bereits auf die Fragen einer Nutzen-Risiko-Abwägung als Basis einer möglichen Zulassung von experimentellen Freisetzungen.

## Ziel und Vorgehensweise

Ausgangspunkt des TA-Projekts wird eine Bestandsaufnahme der wissenschaftlich-technischen Entwicklungen und Möglichkeiten, der vorgesehenen Anwendungen und alternativer Problemlösungsstrategien sein. Anhand ausgewählter, repräsentativer Beispiele aus den verschiedenen möglichen Anwendungsfeldern soll dann eine vergleichende ökologische und ethische Folgenanalyse durchgeführt werden. Weiterhin soll die internationale Regulierungsdebatte detailliert nachvollzogen und hinsichtlich ihrer möglichen Konsequenzen für die deutsche Politik analysiert werden. Fragestellungen der Untersuchung werden sein:

› In welchen Bereichen wird eine Anwendung von Gene Drives diskutiert? Inwieweit sind effektive »lokal wirkende« Gene-Drive-Systeme möglich und welche Alternativen existieren?

- › Was sind mögliche ökologische Folgen? Welche biologischen Sicherheitsmaßnahmen werden diskutiert? Welche zentralen Aspekte muss eine Risikobewertung umfassen? Wie kann sie ins Verhältnis zu einer Nutzenbewertung gesetzt werden?
- › Welche ethischen Fragen und Dimensionen stellen sich bei so weitreichenden Eingriffen in Wildpopulationen? Was sind Kriterien für eine ethisch und gesellschaftlich fundierte Entscheidungsbasis zu der Frage, ob und wenn ja, wo Gene Drives eingesetzt werden soll?
- › Welche Missbrauchsgefahren für militärische oder terroristische Zwecke bestehen (etwa im Zusammenhang mit Biowaffen)? Welcher Regulierungsbedarf auf nationaler und internationaler Ebene ergibt sich daraus?
- › Welche Ansätze zur Regulierung und Schadensvermeidung werden diskutiert? Welche Strukturen, Institutionen und internationale Regime spielen dabei eine Rolle bzw. sind für eine Regulierung geeignet? Was sind die dringendsten regulativen Schritte?

*Das Projekt beginnt im Herbst 2019.*

### TA-Projekt

Gene Drives – Technologien zur Verbreitung genetischer Veränderungen in Populationen

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

Dr. Arnold Sauter  
+49 30 28491-110  
sauter@tab-beim-bundestag.de

# Energiespareffekte im Gebäudesektor

Rund ein Drittel des Energieverbrauchs in Deutschland entfällt auf die Bereiche Raumwärme und Warmwasser. Aus energie- und klimapolitischer Sicht kommt der Reduzierung des Energieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser daher hohe Bedeutung zu. Insbesondere im Bestand von Wohn-, Büro- und Verwaltungsgebäuden werden hohe Einspareffekte gesehen. Um Investitionsmittel und Fördergelder hierfür effizient einzusetzen, bedarf es robuster und realistischer Daten zum Einsparpotenzial durch unterschiedliche Technologien (z. B. Wärmepumpen, Solarthermie, Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, digitale Anlagensteuerung und -regelung, Fens-tertausch, Fassadendämmung). Auf dieser Basis können durch den Gesetzgeber konkrete und wirksame Politikmaßnahmen zur Förderung der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung initiiert werden.

Die in wissenschaftlichen Studien ermittelten Ergebnisse zu Energieeinsparungen und Treibhausgasemissionsreduktionen weichen zum Teil deutlich voneinander ab. Deshalb ist es von großer Bedeutung, dass die jeweiligen unterschiedlichen Betrachtungsebenen und auch unterschiedlichen Ziele bzw. Verwendungszwecke der Energieverbrauchswerte differenziert werden: Auf der Gebäude- bzw. Einzelfallebene ist zu berücksichtigen, dass die berechneten Einsparpotenziale bei der Gebäudesanierung auf einer Reihe von Annahmen basieren (z. B. Referenzwerte für Wärmedurchgangskoeffizienten, Luftwechselraten und Raumlufttemperaturen, Nutzerverhalten, Wärmetransfer aufgrund angrenzender unbeheizter Räume sowie standortbezogene Klimadaten).

Der auf Basis theoretischer, technisch-physischer Berechnungen zum Energieaufwand eines Gebäudes ermittelte Energiebedarf dient dazu, Auskunft über die Effizienz des betrachteten Gebäudes und einen behördlichen Nachweis zu liefern. Bei der Messung von Energieverbräuchen steht hingegen das Ziel im Vordergrund,

Informationen über die tatsächlich verbrauchte Energiemenge und die entstandenen Kosten zu erlangen. Zu beachten ist, dass auch die Qualität der Bauausführung den tatsächlichen Energieverbrauch maßgeblich beeinflusst.

## Ziel und Vorgehensweise

Vor dem Hintergrund der hohen Bedeutung von Energieeinsparungen im Wohn-, Büro- und Verwaltungsgebäudesektor sowie den Abweichungen zwischen errechneten und realisierten Einspareffekten der einzelnen Technologien beleuchtet das TA-Projekt das Kosten-Nutzen-Verhältnis der für die Energiewende bedeutsamen Technologien und energetischen Sanierungsmaßnahmen. Des Weiteren werden das Ausmaß und die Ursachen von Abweichungen zwischen realisierten und vorab berechneten Einsparpotenzialen untersucht, um auf dieser Basis eine realitätsbasierte Bewertung der Technologien vorzunehmen und wirksamere Politikmaßnahmen abzuleiten. Das TA-Projekt wird in drei Schritten durchgeführt:

- Auf Basis einer Literaturlauswertung der relevanten veröffentlichten Studien, Gutachten und Evaluationsberichte soll im ersten Schritt ein Überblick über erwartete und realisierte Einspareffekte, Kosten und Kosten-Nutzen-Relationen von relevanten Technologien und Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung geschaffen werden. Diese Auswertung wird durch Experteninterviews ergänzt und vertieft.
- Im zweiten Schritt erfolgen eine Gegenüberstellung der Einsparwirkungen und Kosten als Kosten-Nutzen-Relationen sowie eine Gegenüberstellung des Ausmaßes und der Ursachen von Abweichungen bei ermittelten Einspareffekten. Am Beispiel einschlägiger wissenschaftlicher Studien wird systematisch dargelegt, wie die Energiespareffekte ermittelt wurden, um so relevante Unterschiede herauszustellen.

Bezüglich der Kosten der unterschiedlichen Technologien sollen sowohl die Anschaffungskosten als auch die Kosten der Nutzungsphase einbezogen werden.

- Im Rahmen eines Workshops mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Universitäten und Forschungseinrichtungen werden im dritten Schritt die Ergebnisse der vorangegangenen Arbeitsschritte diskutiert.

*Das Projekt beginnt im Herbst 2019.*

### TA-Projekt

Energiespareffekte im Gebäudesektor

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

Dr. Lydia Illge  
+49 30 803088-46  
l.illge@izt.de

# Welt ohne Bargeld

Während in Deutschland gut die Hälfte aller Zahlungen noch mittels Bargeld erfolgt, ist beispielsweise in Schweden der Umsatz im Einzelhandel bereits zu über 95 Prozent bargeldlos, und häufig akzeptieren schwedische Geschäfte und Servicestellen kein Bargeld mehr. Der Trend zum bargeldlosen Bezahlen scheint in vielen Ländern unaufhaltsam, in China wurde selbst die Ära der Kartenzahlung gleichsam übersprungen: Per Smartphone und Plattformapplikationen wird der Löwenanteil von Zahlungsvorgängen – auch von Kleinstbeträgen – abgewickelt. Trotz des »traditionellen« Zahlungsverhaltens sind Girocard- und Kreditkartenzahlung sowie Onlinebezahlendienste natürlich auch in Deutschland etabliert, und Banking- und Bezahl-Apps verschiedenster deutscher Start-ups versuchen der Bargeldnutzung den Rang abzulaufen. Zudem stellen für bestimmte Transaktionen Kryptowährungen und die dahinterstehende Blockchaintechnologie ein alternatives Zahlungsmittel dar. Allerdings mehren sich die Hinweise, dass auch die eigentlich sehr sicher geglaubte Blockchain gehackt werden kann und es schon zu Diebstahl von Kryptowährungen gekommen ist.

Als wichtiges Argument für die Beibehaltung des Bargelds wird neben der Diskriminierungsfreiheit meist die Anonymität von Zahlungsvorgängen angeführt, da Bargeld nicht mit personenbezogenen Daten verknüpft ist. Diese Privatheit des Bargeldes erleichtert allerdings die Geldwäsche, und Fragen der Sicherheit stellen sich sowohl für Münzen und Scheine (Fälschungssicherheit) als auch für elektronisches Zahlen (Cyberkriminalität). Doch insgesamt scheinen die Entwicklungen in Richtung bargeldloses Zahlen beständig voranzuschreiten und könnten einen Handlungsdruck für Deutschland erzeugen. Die TAB-Kurzstudie soll beleuchten, welche Chancen und Risiken mit einer bargeldlosen Zahlung für Deutschland verbunden sein könnten bzw. welche Vor- bzw. Nachteile es mit der Beibehaltung von Bargeldzahlungen gibt.

## Ziel und Vorgehensweise

Die Kurzstudie soll einen Überblick über unterschiedliche internationale Beispiele für disruptive, durch technologische Innovationen hervorgerufene Veränderungen der Banken- und Bezahlssysteme geben. Dies umfasst neben den eher etablierten kartengestützten Zahlungsweisen die neueren Bezahlssysteme verschiedener größerer Technologieanbieter (z. B. PayPal), von großen Technologiekonzernen (z. B. Google Pay, AmazonPay, Apple Pay, WeChatPay) sowie verschiedene Banking- und Bezahl-Apps von FinTech-Start-ups (z. B. numbrs, revolut, outbank). Dabei sollen auch verschiedene neue Anwendungsfelder beschrieben werden, u. a. auch solche, in denen ein bargeldloses Zahlen zuvor unüblich war (z. B. elektronisch bezahlte Kollekte in der Kirche, Spende an Straßenmusikanten oder Obdachlose, Überweisung von Kleinbeträgen an Freunde nach einem gemeinsamen Essen im Restaurant).

Jene Länder, die bereits heute Vorreiter in der Abschaffung des Bargeldes sind, wie z. B. China, Dänemark, Indien, Norwegen oder Schweden sollen in der Kurzstudie näher betrachtet werden, um herauszuarbeiten, welche besonderen technologischen, historischen oder gesellschaftlichen Faktoren für den Trend zum bargeldlosen Zahlen relevant sind und wie dies in Bezug auf Deutschland einzuordnen ist.

Ein weiterer Schwerpunkt wird die Erfassung der verschiedenen technologischen Voraussetzungen wie etwa die Nahfeldkommunikation sein, die ein sicheres und reibungsloses bargeldloses Zahlen erst ermöglichen. In diesem Kontext soll eine vertiefte Untersuchung der Blockchaintechnologie und ihr Potenzial für einen möglichen Ersatz von Bargeld verfolgen. Ebenfalls soll die Veränderung dieser Entwicklungen auf das Bankengefüge analysiert werden, da mit Einzug der neuen Bezahlssysteme neue Akteure ins Spiel kommen, die zunehmend auch

im Wettbewerb zu den Banken stehen und wichtige Aufgaben im Zahlungsverkehr übernehmen.

Schließlich sollen die Chancen und Risiken bzw. Entwicklungspfade z. B. mit Blick auf Fälschungssicherheit, Privatheit, Autonomie der Banken, Akzeptanz oder Cyberkriminalität thematisiert werden. Ein besonderer Fokus wird dabei auf sicherheitsrelevante Aspekte eines bargeldlosen Zahlungsverkehrs gelegt. Dies umfasst die Bedeutung von Bargeld in Krisenzeiten, bei Stromausfällen oder Schutz vor Negativzinsen genauso wie die möglichen Vorteile bargeldlosen Zahlens (Verringerung von Schwarzarbeit und Steuerhinterziehung, Vermeidung von Geldwäsche etc.).

Die Literatur- und Quellenanalysen werden ergänzt um Interviews mit Vertretern folgender Akteursgruppen: FinTech-Start-ups, Banken, Verbände, Aufsichtsbehörden (z. B. BSI, BaFin), Verbraucherorganisationen, Handel, öffentlicher Sektor, Forschung und Wissenschaft. Ferner ist ein öffentliches Fachgespräch geplant, um die Untersuchungsergebnisse zu validieren sowie eventuelle sich ergebende Handlungs- und Regulierungsbedarfe zu eruieren.

*Das Projekt beginnt im Herbst 2019.*

### TA-Projekt

Welt ohne Bargeld – Veränderung der klassischen Banken- und Bezahlssysteme

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

Dr. Simone Ehrenberg-Silies  
+49 30 310078-187  
simone.ehrenberg@vdivde-it.de

# Konventionelle und ökologische Landwirtschaft: Was wissen wir über ihre Nachhaltigkeit?

**Nachhaltigkeitsbewertungen von landwirtschaftlichen Systemen unterhalb des gesamten Agrarsektors könnten ein differenziertes Bild von Stand und Entwicklung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft liefern. Der wissenschaftliche Kenntnisstand zum Vergleich von konventioneller und ökologischer Landwirtschaft zeigt, dass einerseits zu einer Reihe von Nachhaltigkeitsindikatoren grundsätzliche Unterschiede in der Nachhaltigkeitsperformance gesichert nachgewiesen sind, andererseits Daten für eine Reihe wichtiger Nachhaltigkeitsindikatoren fehlen, um eine systematische und vollständige vergleichende Nachhaltigkeitsbewertung vornehmen zu können.**

Das TA-Projekt »Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme – Herausforderungen und Perspektiven« verfolgt die Zielsetzung, einen Überblick über den Agrarstrukturwandel, seine Ursachen und Nachhaltigkeitsrelevanz sowie den Stand und die Perspektiven einer Nachhaltigkeitsbewertung auf verschiedenen landwirtschaftlichen Systemebenen zu geben. Im letzten TAB-Brief (Nr. 49, S. 25-29) haben wir wichtige Aspekte, Kennzahlen und Entwicklungstendenzen des Agrarstrukturwandels in Deutschland und Europa bereits kurz dargestellt. Im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsbewertung von landwirtschaftlichen Betrieben, Wertschöpfungsketten bzw. Produkten sowie des gesamten Agrarsektors liegen mittlerweile verschiedene Ansätze vor. Aggregationsstufen zwischen einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben und der Landwirtschaft insgesamt wurden bisher dagegen kaum im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeitsperformance untersucht. Lediglich für den Vergleich der Produktionsweisen ökologische und konventionelle Landbewirtschaftung sind in den letzten Jahren zahlreiche Veröffentlichungen erschienen, die verschiedene Nachhaltigkeitsaspekte abdecken. Neben den verfügbaren Daten spricht für diese Vergleiche ihre besondere Bedeutung für die agrarpolitische Diskussion.

Aus diesem Grund bildete der Vergleich von konventioneller und ökologischer Landwirtschaft im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeitswirkungen auch einen Schwerpunkt im TA-Projekt. Der folgende Beitrag fasst den aktuellen Kenntnisstand zusammen und zeigt die bestehenden

Fehlstellen und bisherigen methodischen Schwächen auf. Potenzielle Datenquellen für systematische Vergleichsuntersuchungen werden diskutiert und Herausforderungen einer vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme abgeleitet.

## Stand des Vergleichs von konventioneller und ökologischer Landwirtschaft

Die ökonomische, die soziale und die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit sind bisher bei Vergleichen von konventioneller und ökologischer Landwirtschaft sehr unterschiedlich adressiert worden. Außerdem sind die Vergleichsergebnisse in verschiedener Weise ausgewertet worden, die Ergebnisse sind insgesamt unterschiedlich gut wissenschaftlich abgesichert (siehe Kasten). In der Abbildung wird ein zusammenfassender Überblick über die

Unterschiede zwischen konventionellem und ökologischem Landbau für verschiedene Nachhaltigkeitsindikatoren gegeben, unter Berücksichtigung des Grads der wissenschaftlichen Absicherung.

Bei der *ökonomischen* Nachhaltigkeit ist die Größenordnung der durchschnittlichen Ertragsunterschiede im Pflanzenbau gut abgesichert. Die Erträge sind im ökologischen Landbau durchschnittlich um 20 bis 25 % niedriger als im konventionellen Landbau. Der durchschnittliche *Gewinn* je Arbeitskraft ökologisch bewirtschafteter Betriebe ist um etwa 20 % höher als der der konventionellen Betriebe. Hier ist die Datenbasis mit einer Metaanalyse und den Ergebnissen von Vergleichsbetrieben aus dem BMEL-Testbetriebsnetz allerdings schwächer. In den letzten 20 Jahren war in Deutschland der Gewinn der ökologischen Vergleichsbetriebe in den meisten, aber nicht in allen Jahren höher als der der konventionellen Betriebe.

Richtungsaussagen ohne genaue Größenordnung sind für zwei weitere Indikatoren möglich. Dies gilt für die geringeren externen Kosten der Landwirtschaft bei ökologischer Bewirtschaftung als auch für den Anstieg der durchschnittlichen Haushaltsausgaben bei einem vollständigen Umstieg auf ökologische Lebensmittel und unverändertem Warenkorb. Die angegebenen Größenordnungen in der Ab-

## Einzeluntersuchungen, Reviews und Metaanalysen

Zum Vergleich von ökologischer und konventioneller Landwirtschaft liegen mittlerweile zahlreiche *Einzeluntersuchungen* vor. Diese Vergleichsuntersuchungen sind in verschiedenen Ländern und Kontinenten (mit Schwerpunkt in den Industrieländern), über unterschiedliche Zeiträume und zu verschiedenen Zeitpunkten, mit unterschiedlichen Kulturarten sowie divergierenden spezifischen Fragestellungen und methodischen Ansätzen durchgeführt worden. Einen Überblick über den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand geben zum einen *Reviews*, die die vorliegenden Veröffentlichungen qualitativ bzw. im Hinblick auf Größenordnungen der Unterschiede auswerten. Zum anderen wird der Kenntnisstand durch *Metaanalysen* erfasst. Metaanalysen sind eine gemeinsame quantitative und statistische Auswertung von Daten aus Vergleichsuntersuchungen und haben eine besonders starke Aussagekraft. Metaanalysen liegen zum Vergleich pflanzlicher Erträge, betrieblicher Gewinne, Lebensmittelqualität, Bodenparameter, Stickstoffaustrag, Wirkung auf Biodiversität, THG-Emissionen sowie Energie- und Stickstoffeffizienz vor.

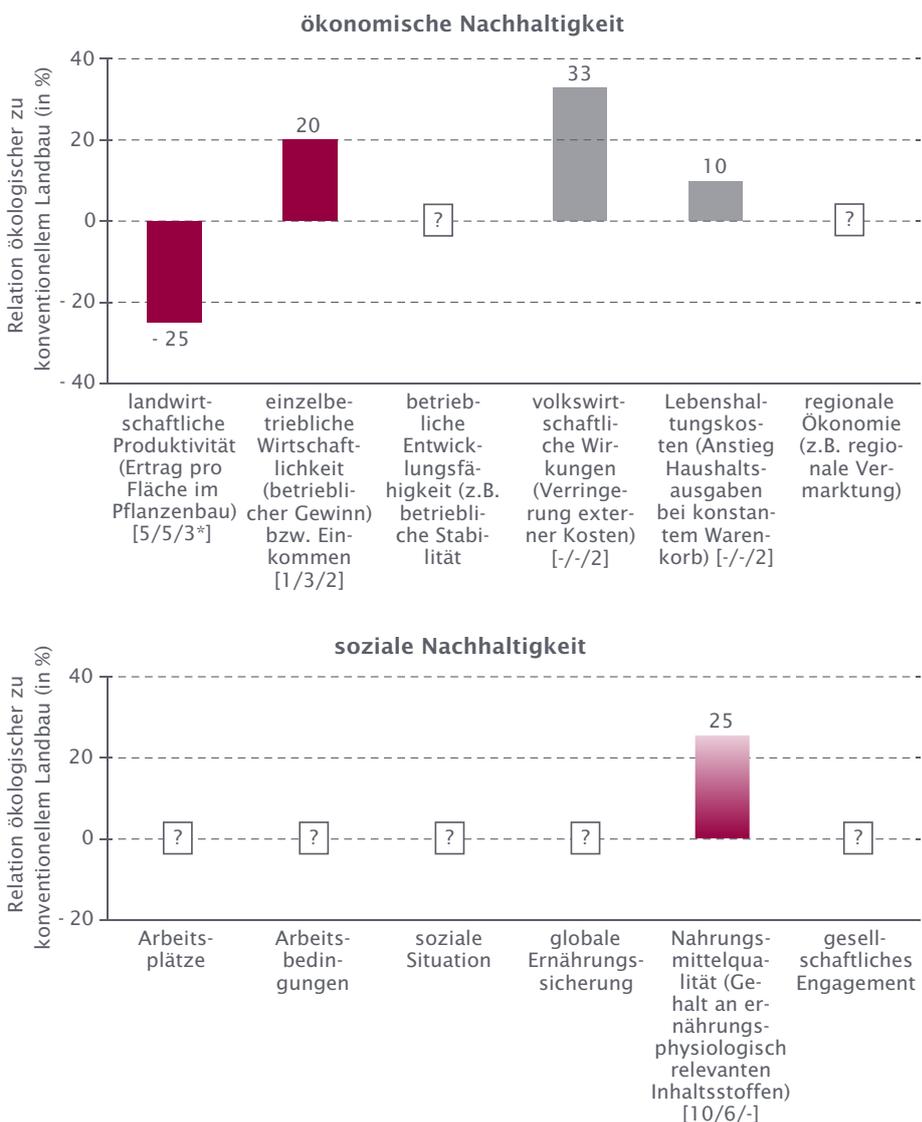
bildung beruhen jeweils auf sehr wenigen Untersuchungen. Hier sind außerdem systemare Zusammenhänge zu beachten, denn ein verändertes Ernährungsverhalten, das bei vielen intensiven Nutzern von ökologischen Lebensmitteln beobachtet wird, wirkt sich auf die Lebensmittelausgaben aus. Dies erschwert hier die Abschätzung der Wirkungen.

Zu zwei weiteren Aspekten ökonomischer Nachhaltigkeit, der betrieblichen Entwicklungsfähigkeit (Liquidität und Stabilität bzw. Zukunftsfähigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe) und Auswirkungen auf die regionale Ökonomie (z. B. regionale Vermarktung und regionale Wertschöpfung), konnten keine Vergleichsuntersuchungen gefunden werden und sind somit keine Aussagen möglich.

*Soziale Nachhaltigkeit* umfasst einerseits die sozialen Bedingungen in den landwirtschaftlichen Betrieben und andererseits gesellschaftliche Wirkungen der Landwirtschaft. Vergleichsuntersuchungen zu sozialen Indikatoren wie Arbeitsinsatz, Arbeitsbedingungen, soziale Situation und gesellschaftliches Engagement der landwirtschaftlichen Betriebe gibt es kaum oder gar nicht, sodass für diese Indikatoren der sozialen Nachhaltigkeit keine Aussagen zu Unterschieden zwischen konventioneller und ökologischer Landwirtschaft getroffen werden können.

Anders sieht es bei Vergleichen der Nahrungsmittelqualität als Teil der gesellschaftlichen Wirkungen der Landwirtschaft aus. Hierzu sind die meisten Metaanalysen durchgeführt worden. Danach sind die Gehalte an einigen ernährungsphysiologisch relevanten Inhaltsstoffen bei ökologisch produzierten Lebensmitteln höher. Da verschiedene Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen sowie eine große Anzahl von Lebensmittelinhaltsstoffen betrachtet werden, weist die Ausprägung der Unterschiede eine hohe Heterogenität auf, die sich nicht einfach in eine übergreifende Größenordnung der Unterschiede zusammenfassen lässt.

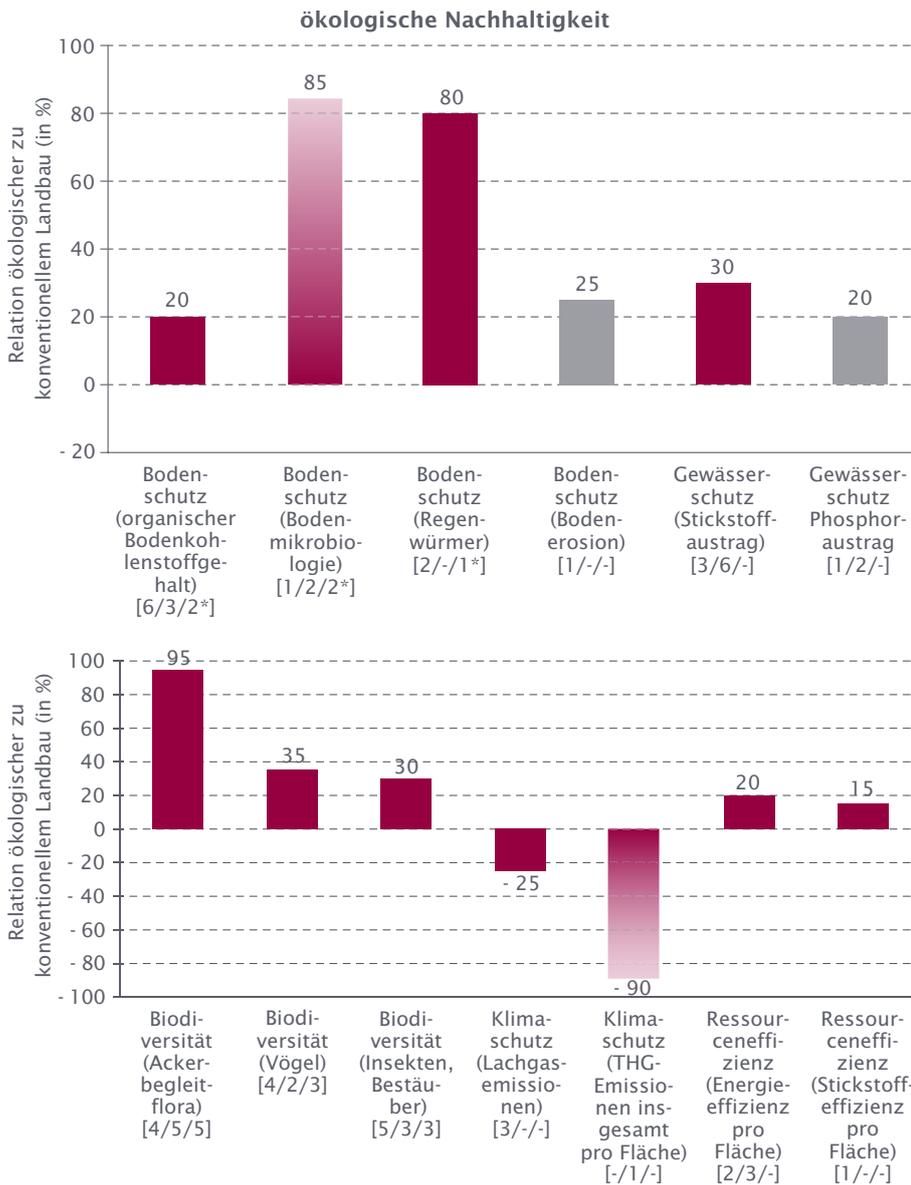
Abb. Größenordnung von Differenzen in Nachhaltigkeitswirkungen



- gesicherter quantitativer Unterschied
- gesicherter qualitativer Unterschied, Quantifizierung unsicher
- gesicherte quantitative Unterschiede für Teilparameter, Gesamtdurchschnitt nicht möglich
- keine Aussage möglich

[Anzahl Metastudien/Anzahl Reviews/Anzahl Einzelstudien \*Langzeitversuch]

von ökologischer und konventioneller Landwirtschaft



Indikatoren der *ökologischen Nachhaltigkeit* sind am differenziertesten betrachtet worden. Bei einer Reihe von ökologischen Indikatoren schneidet der ökologische Landbau wissenschaftlich gesichert deutlich besser ab. Bei organischem Bodenkohlenstoffgehalt, Bodenbiologie (Bodenmikroorganismen, Regenwürmer) und der Bodenfruchtbarkeit insgesamt sind

signifikante Vorteile der ökologischen Landwirtschaft belegt. Ebenso sind Vorteile des ökologischen Landbaus beim Schutz von Grund- und Oberflächengewässern vor Stickstoffeinträgen nachgewiesen. Positive Wirkungen des ökologischen Landbaus auf die Biodiversität insgesamt und wichtige Artengruppen (z. B. Ackerbegleitflora, bestäubende In-

sekten) sind bestätigt, wobei die Heterogenität der Vergleichsstudien groß ist und viele Untersuchungen methodische Mängel aufweisen.

Bei den unmittelbaren landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) ist der Kenntnisstand zur Kohlenstoffspeicherung in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Böden relativ gut, zu Lachgasemissionen aufgrund weniger experimenteller Untersuchungen begrenzt und bei den Methanemissionen unzureichend. Mittlerweile gibt es zahlreiche Studien zur Klimabilanz landwirtschaftlicher Produkte mittels Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment [LCA]). Die THG-Emissionen bezogen auf die Fläche sind in der Regel in der ökologischen Landwirtschaft niedriger als in der konventionellen Landwirtschaft, während sowohl höhere als auch niedrigere Emissionen pro Produkteinheit berechnet wurden. Insgesamt sind die LCA-Ergebnisse sehr uneinheitlich, bedingt u. a. durch methodische Schwächen. Im Ergebnis ist der Kenntnisstand hier nicht zufriedenstellend. Schließlich schneidet der ökologische Landbau bei der Energie- und Stickstoffeffizienz tendenziell besser ab.

Der aktuelle Kenntnisstand erlaubt nur Aussagen zu grundsätzlichen Unterschieden zwischen ökologischer und konventioneller Landwirtschaft. Durchschnittliche Differenzen in der Nachhaltigkeitsperformance bedeuten, dass in unterschiedlichem Umfang einzelne Betriebe bzw. Betriebsgruppen auch gegenläufige Ausprägungen aufweisen können. Differenzierungen der Vergleichsergebnisse nach wichtigen naturräumlichen und ökonomischen Bedingungen der landwirtschaftlichen Betriebe, wie Betriebstypen sowie Standorten, Regionen und Ländern, können derzeit nicht vorgenommen werden. Ebenso ist eine Abbildung zeitlicher Entwicklungen der Nachhaltigkeitsperformance von ökologischer und konventioneller Landwirtschaft bis auf Ausnahmen nicht möglich.

## Methodische Schwächen der Vergleichsuntersuchungen

Die Auswertung der Vergleichsuntersuchungen hat gezeigt, dass diese teilweise methodische Schwächen bzw. Defizite aufweisen, die ihre Interpretation und ihre Auswertung erschweren. Relevante *methodische Problembereiche* sind:

- **Repräsentativität:** Das Design von Feldversuchen bzw. die Auswahl landwirtschaftlicher Vergleichsbetriebe spiegelt nicht immer die typische landwirtschaftliche Praxis wider.
- **Vergleichbare Rahmenbedingungen:** Die Standort- und Betriebsbedingungen beim Vergleich ökologischer und konventioneller Betriebe sind nicht immer gut dokumentiert bzw. gleichwertig.
- **Zeitraum der ökologischen Bewirtschaftung:** Vergleichsuntersuchungen erfolgen auf Feldern bzw. Betrieben, deren Umstellung auf ökologischen Landbau unterschiedlich lange zurück liegt, was bei einigen Indikatoren die Ergebnisse beeinflusst.
- **Studiendauer:** Kurz-, mittel- und längerfristige Erhebungsdauern zu ansonsten gleichen Fragestellungen erschweren den Vergleich der Ergebnisse.
- **Untersuchungsparameter und Erhebungsmethoden:** In einigen Themenbereichen fehlt eine Verständigung auf einheitliche Untersuchungsparameter und Erhebungsmethoden.
- **Bezugseinheit:** Bei einigen Indikatoren ist die angemessene Bezugseinheit, d. h. Fläche oder Produkt, umstritten.
- **Wechselwirkungen:** Viele Vergleichsstudien untersuchen nur einen oder wenige Wirkungsparameter, sodass gegenseitige Abhängigkeiten zwischen Indikatoren nicht gut bearbeitet sind.
- **Systemgrenzen und Inventardaten von LCA-Studien:** Unterschiedliche Systemgrenzen, das Ende am »Hofstor« ohne Berücksichtigung nachgelagerter Bereiche und die unzureichende Berücksichtigung der Spezifika des ökologischen Landbaus bei der Wirkungsabschätzung in Lebenszyklusanalysen führen

häufig zu unterschiedlichen, nicht vergleichbaren Ergebnissen.

Einige wichtige Fragestellungen der Nachhaltigkeit lassen sich nicht alleine auf der Ebene der landwirtschaftlichen Produktion, sondern nur in ihren *systemaren Zusammenhängen* beantworten. Dies gilt beispielsweise für Ernährungssicherung, volkswirtschaftliche Wirkungen, Auswirkung auf das Ernährungsverhalten und THG-Emissionen über die gesamte Lebensmittelkette hinweg. Entsprechende Abschätzungen sind bisher selten durchgeführt worden und in besonderem Maße von den gewählten Systemgrenzen und -abbildungen sowie Annahmesetzungen bzw. Szenarien abhängig.

## Potenzielle Datenquellen für systematische Vergleichsuntersuchungen

Nachhaltigkeitsbewertungen sollten die ökonomische, die soziale und die ökologische Dimension gleichermaßen abdecken. Die Agrarstatistik und andere Datensammlungen sind allerdings traditionell auf andere Ziele ausgerichtet, wie beispielsweise die Bereitstellung von Informationen zur Agrarstruktur und wirtschaftlichen Entwicklung der Landwirtschaft. Als potenzielle Datenquellen werden diskutiert:

- Buchführungsergebnisse (Testbetriebsnetz)
- Farm Account Data Network (FADN)
- Zentrale InVeKoS Datenbank (ZID)
- Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (HI-Tier)
- Agrarstatistik des Bundes und der Länder – Landwirtschaftszählung, Agrarstrukturenerhebung und weitere
- europäische Agrarstatistik
- agri benchmark
- Netzwerk ökologischer und konventioneller Pilotbetriebe
- Daten des Umweltbundesamtes
- Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG)

Die Analyse potenzieller Datenquellen zeigt, dass eine vergleichende Nachhaltigkeitsbewertung von konventioneller und ökologischer Landwirtschaft über alle Dimensionen derzeit nur sehr begrenzt möglich ist. Die wichtigsten Ursachen sind:

- Datenverfügbarkeit nur für eine begrenzte Anzahl von Nachhaltigkeitsindikatoren und nicht vollständige Auswertungen vorhandener Daten zur ökologischen Landwirtschaft;
- Datenauswertungen der ökologischen Landwirtschaft meist im Vergleich zur gesamten Landwirtschaft, nicht aber gegenüber der konventionellen Landwirtschaft allein;
- unzureichende räumliche und betriebliche Differenzierung bei Daten zur ökologischen Landwirtschaft;
- teilweise große Zeitabstände der Erhebungen;
- fehlende Daten für Nachhaltigkeitsindikatoren in allen drei Dimensionen;
- aus Datenschutzgründen keine freie Zugänglichkeit von Daten.

Schließlich lassen sich nicht alle Nachhaltigkeitsindikatoren alleine mit in der Landwirtschaft erhobenen Daten bestimmen, wenn sie systemare Zusammenhänge abbilden sollen. So müssen beispielsweise für die Bestimmung der Energieeffizienz bei der Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte die Energieverbräuche der Vorketten mittels Lebenszyklusanalyse bestimmt und einbezogen werden. Die Qualität einer vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertung für diese Indikatoren hängt damit nicht alleine von den landwirtschaftlichen Primärdaten, sondern gleichermaßen von der Qualität der gesamten Lebenszyklusanalyse ab.

## Herausforderungen bei vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertungen

Aus der Analyse der vorliegenden Vergleiche von konventioneller und ökolo-

gischer Landwirtschaft können wichtige Herausforderungen einer vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme abgeleitet werden. Herausforderungen sowohl bei einmaligen, grundsätzlichen Vergleichen als auch bei periodischen Erhebungen der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme sind:

- › **Systemdefinition:** Agrarpolitisch relevante Vergleichssysteme unterhalb des gesamten Agrarsektors sind auszuwählen und ihre systemaren Zusammenhänge über die Landwirtschaft hinaus zu bestimmen.
- › **Zielsetzung:** Eine eindeutige Festlegung der Zielsetzung vergleichender Nachhaltigkeitsbewertungen (z. B. Erarbeitung grundsätzlicher Aussagen oder Monitoring der Nachhaltigkeitsperformance über die Zeit) ist vorzunehmen.
- › **Systemdifferenzierung:** Eine ausreichende Erfassung der Variationen innerhalb der Systeme ist zu gewährleisten, um neben den durchschnittlichen Nachhaltigkeitseffekten wichtige Differenzierungen innerhalb der beiden Landwirtschaftssysteme abbilden zu können.
- › **Nachhaltigkeitsdimensionen und -indikatoren:** Eine Weiterentwicklung der Indikatorsysteme ist notwendig, um Nachhaltigkeit umfassend und gleichgewichtig abbilden zu können. Dabei sollte auf bestehende Nachhaltigkeitsbewertungssysteme im Bereich Landwirtschaft aufgebaut werden.
- › **Zielwerte:** Für verschiedene Aggregationsebenen sollten möglichst einheitliche Zielwerte entwickelt und durch einen breiten Konsens der betroffenen gesellschaftlichen Gruppen getragen werden.
- › **Interaktionen und Zielkonflikte:** Nachhaltigkeitsbewertungen sollten Interaktionen und möglicherweise daraus resultierende Zielkonflikte transparent machen.
- › **Datenverfügbarkeit und -quellen:** Sowohl die Nutzung vorliegender Datenquellen, wie Agrarstatistik, Test- bzw. Modellbetriebe, Umweltmonitoring und wissenschaftliche Vergleichsuntersuchungen, als auch die Erschließung neuer Datenquellen bzw. -erhebungen sind notwendig. Die Kompatibilität verschiedener Datenquellen sollte gewährleistet werden.
- › **Repräsentativität und Vergleichbarkeit:** Die Abbildung realer landwirtschaftlicher Verhältnisse in Feldversuchen bzw. bei der Auswahl landwirtschaftlicher Betriebe in Vergleichsuntersuchungen ist eine zentrale Voraussetzung, um Ergebnisse aus Vergleichsuntersuchungen bzw. -erhebungen verallgemeinern zu können und aussagekräftige Vergleiche zu ermöglichen.
- › **Räumliche Systemgrenzen:** Eine vergleichende Nachhaltigkeitsbewertung sollte sich auf Deutschland beziehen, aber die Vernetzung mit nationalen und internationalen vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten berücksichtigen.

- › **Zeitliche Systemgrenzen:** Für Vergleichsuntersuchungen, die in Nachhaltigkeitsbewertungen einbezogen werden, sollten Mindeststandards für die Erhebungsdauer und den Zeitraum seit der Umstellung auf ökologische Bewirtschaftung eingehalten werden.
- › **Interpretierbarkeit:** Für jeden Indikator ist eine sachgerechte Bezugseinheit, also die Bezugsgröße Fläche oder Produkt, zu bestimmen.

## Ausblick: Handlungsoptionen

Aufbauend auf diesen Analysen werden im Endbericht zum TA-Projekt Handlungsoptionen vorgestellt. Es wird Handlungsbedarf für drei Bereiche identifiziert: Politischer Dialog zum Konzept der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft, Forschung zur Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme sowie Monitoring zur Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme als Erweiterung des Bioökonomie-Monitorings.

*Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 188 »Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme – Herausforderungen und Perspektiven« wurde im Juni 2019 fertiggestellt und befindet sich momentan im Abnahmeprozess durch den ABFTA.*

### Kontakt

Dr. Rolf Meyer  
+49 721 608-24868  
rolf.meyer@kit.edu

# Lichtverschmutzung

Die zunehmende Verbreitung künstlicher Außenbeleuchtung bringt neben den beabsichtigten Wirkungen auch eine Reihe unerwünschter Nebenfolgen mit sich, die als Lichtverschmutzung bezeichnet werden. So kann etwa künstliche Beleuchtung die durch Tag- und Nachtwechsel gesteuerte zirkadiane Rhythmik bei Menschen und Tieren stören und steht zudem im Verdacht, an der Entstehung verschiedener Krankheiten beteiligt zu sein. Zudem beeinflusst die zunehmende Erhellung der Nacht das natürliche Verhalten von Tieren durch den Verlust von Lebensräumen, über die Änderung von Jagd- oder Fortpflanzungsverhalten bis hin zum tödlichen Attraktions-effekt von Lichtquellen z. B. für Insekten. Die langfristigen Folgen dieser Veränderungen für ganze Populationen, Lebensgemeinschaften oder Landschaften sind jedoch noch wenig verstanden. Optionen für eine Reduzierung der Lichtverschmutzung bestehen sowohl technologisch als auch im Hinblick auf die Regulierung und Genehmigung von Beleuchtungsanlagen.

Künstliches Licht ist eine der größten Errungenschaften der Menschheit mit erheblicher Bedeutung für die Arbeits- und Lebensweisen. Mit künstlicher Beleuchtung wird aber auch der natürliche Rhythmus von Tag und Nacht und damit das Gesamtgefüge des Naturhaushalts beeinflusst. Ein dunkler natürlicher Nachthimmel ist in Deutschland selten geworden und Lichtglocken über urbanen Gebieten lassen Sterne und die Milchstraße unkenntlich werden. Neben der erhöhten Himmelhelligkeit kann Licht auch die direkte Umgebung ungewollt aufhellen. Licht ist ein wichtiger Zeitgeber, an dessen natürlichen Rhythmus sich Men-

schen, Tiere und Pflanzen über Jahrhunderte angepasst haben. So wird vermutet, dass die permanent und periodisch veränderten Lichtverhältnisse durch zunehmende künstliche Beleuchtung negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben und ebenso zu ökologischen Beeinträchtigungen führen.

Vor diesem Hintergrund wurde das TAB beauftragt, den wissenschaftlichen Erkenntnisstand im Hinblick auf Umfang und Trends der Lichtverschmutzung sowie ihrer soziokulturellen, humanmedizinischen und ökologischen Wirkungen zusammenzufassen und Handlungsoptio-

nen abzuleiten, die eine Verringerung der Lichtverschmutzung unterstützen.

## Was ist Lichtverschmutzung?

Unter Lichtverschmutzung werden alle nichtintendierten Wirkungen künstlicher Beleuchtung verstanden, also der Anteil künstlichen Lichts, das räumlich (Richtung und Fläche), zeitlich (Tages- und Jahreszeit, Dauer, Periodizität) oder in Intensität bzw. spektraler Zusammensetzung (z. B. Ultraviolett- oder Blauanteil) über den reinen Beleuchtungszweck hinaus Auswirkungen hat (Abb. 2).

Die verschiedenen Ausprägungen der Lichtverschmutzung können mit unterschiedlichen Methoden gemessen werden. Direkte Lichtemissionen lassen sich am besten auf Basis der Eigenschaften der Lichtquellen, die in sogenannten Leuchtenkatastern erfasst sind, analysieren. Leider fehlen häufig die notwendigen Informationen oder sind nur für die öffentliche (Straßen-)Beleuchtung bekannt. Vertikale Fotografien erlauben die Erfassung einer seitlichen Perspektive der Beleuchtungssituation und sind besonders für die Untersuchung der zeitlichen Variabilität der Lichtemissionen geeignet. Nach oben ab-

Abb. 1

Lichtverschmutzung im Panorama vom Kreuzberg (Rhön) mit Blickrichtung Süden

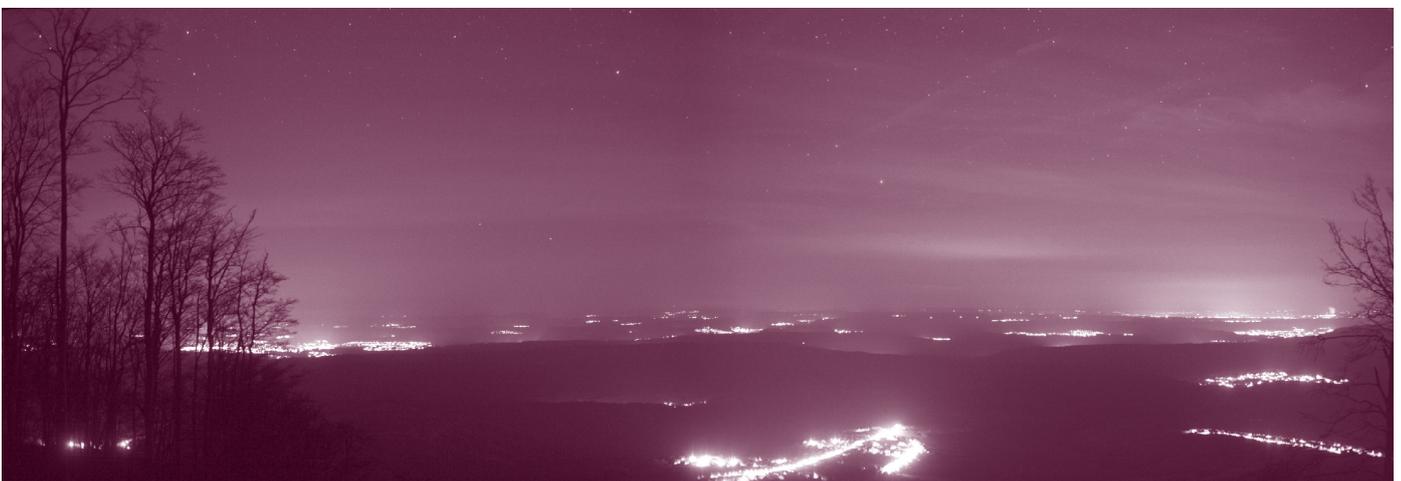
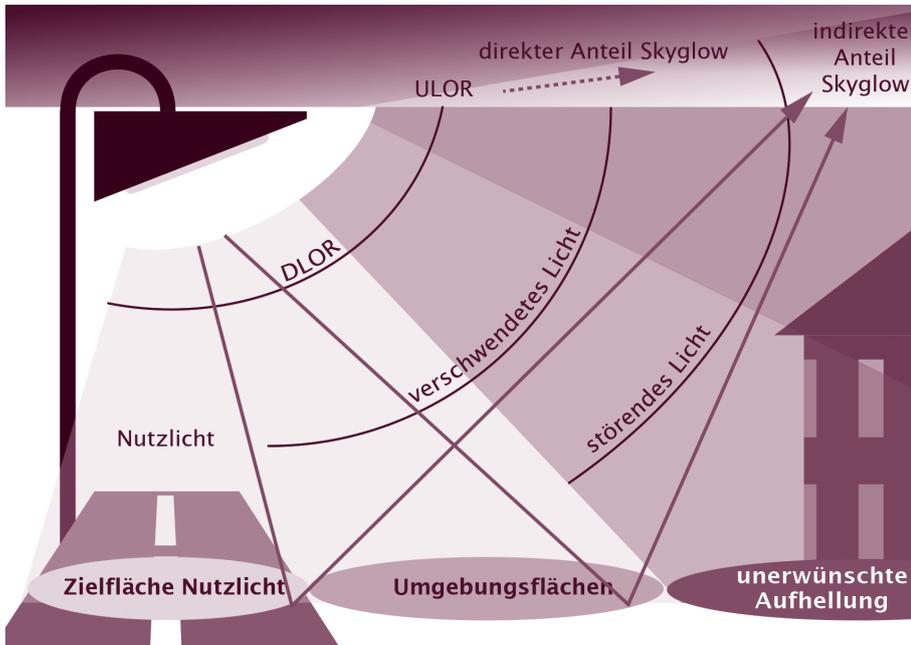


Foto: Andreas Hänel

Abb. 2 Formen der Lichtverschmutzung



DLOR = Anteil des in den unteren Halbraum abgegebenen Lichts  
 ULOR = Anteil des in den oberen Halbraum abgegebenen Lichts

Quelle: verändert nach Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. 2011 u. Lang 2013

gestrahlte Lichtemissionen können mit horizontalen Luft- und Satellitenbildaufnahmen bestimmt werden, wobei die Aussagekraft von ihrer Auflösung abhängt und auch von Faktoren wie Belaubung oder Wolkenbedeckung beeinflusst wird.

Die Himmelshelligkeit lässt sich indirekt mithilfe der Erfassung der schwächsten, gerade noch sichtbaren Sterne bestimmen oder unter Rückgriff auf Daten aus Beleuchtungskatastern und der Fernerkundung modellieren.

### Ausmaß der Lichtverschmutzung

Auf Grundlage von Satellitendaten lässt sich eine weltweite Zunahme der nächtlichen beleuchteten Fläche und der Beleuchtungsintensität um jeweils etwa 2 % pro Jahr feststellen. In vielen sich schnell entwickelnden Ländern Afrikas, Südame-

rikas und Asiens ist dieser Anstieg überdurchschnittlich, in bereits hell erleuchteten Ländern, wie z. B. in Deutschland, oft nur moderat oder in einigen Fällen sogar leicht negativ.

Im Vergleich zu europäischen Nachbarländern ist das Niveau der künstlichen Beleuchtung bei Nacht in Deutschland und das insgesamt in den Himmel emittierte Licht geringer. Als Hauptursache wird die gegenüber anderen Staaten eher konservative Beleuchtungskultur in Deutschland vermutet. Für Städte lässt sich die Variabilität der Lichtemissionen neben regionspezifischen Besonderheiten vor allem mit dem Bruttoinlandsprodukt, der Stadtfläche, der Straßendichte, der geografischen Breite, der Vegetation und der Schneebedeckung erklären.

Auch die Himmelshelligkeit ist räumlich stark unterschiedlich verteilt. So gibt es – insbesondere durch die hohe Siedlungs-

dichte – kein Gebiet in Deutschland, das unbeeinflusst von erhöhter Nachthimmelshelligkeit durch künstliche Beleuchtung ist. International existieren hingegen noch größere, oft unbewohnte Regionen mit natürlicher Nachthimmelshelligkeit. Da deutsche Städte jedoch insgesamt weniger stark beleuchtet sind als z. B. US-amerikanische Städte, sind die Auswirkungen dieser künstlich erhöhten Himmelshelligkeit, z. B. auf die Sichtbarkeit von Sternen oder die Nachtanpassung der Augen, in Deutschland zum Teil geringer als anderswo.

Die Erhöhung der Himmelshelligkeit durch künstliche Beleuchtung variiert außerdem in Abhängigkeit von zwei Faktoren: der Entfernung zur Lichtquelle und der Bewölkung. Während für klare Nächte gute Erkenntnisse über die räumlichen Muster der Himmelshelligkeit vorhanden sind, fehlen diese für wolkige oder ganz bewölkte Nächte fast vollständig, sowohl theoretisch als auch experimentell. Diese Kenntnislücken erschweren die Abschätzung der Auswirkungen erhöhter Himmelshelligkeit z. B. auf Wildtiere und Pflanzen.

Die Vielzahl der Nutzungsformen künstlicher Beleuchtung spiegelt sich auch in ihrem zeitlichen Auftreten wider. Einige Lichtquellen sind temporär (z. B. Lichtfestivals) oder saisonal (z. B. Beleuchtung touristischer Ziele). Einige Lichtquellen sind die ganze Nacht eingeschaltet, während andere gedimmt oder zu bestimmter Zeit an- und abgeschaltet werden. So wird die öffentliche Beleuchtung in Deutschland häufig bedarfsorientiert betrieben und zu bestimmten Zeiten – beispielsweise zwischen 23:00 und 4:00 Uhr – abgeschaltet oder reduziert. Während für Beleuchtungsquellen der öffentlichen Hand Informationen zu den Einsatzzeiten oft verfügbar sind, ist die Situation bei privat betriebenen Lichtquellen unübersichtlich. Diese können aber gerade in Städten einen erheblichen Anteil der künstlichen Beleuchtung ausmachen.

Innerhalb Deutschlands weisen die meisten Bundesländer steigende Werte sowohl für die beleuchtete Fläche als auch für die Intensität der Beleuchtung aus, Bayern und Schleswig-Holstein sind hier besonders zu nennen. Die Ausnahme bildet Thüringen mit einer Abnahme der beleuchteten Fläche und der Beleuchtungsintensität. Eine wissenschaftlich fundierte Analyse von Ursachen hinter dieser Beobachtung liegt noch nicht vor. Es wird vermutet, dass die Zunahme durch Siedlungswachstum und Flächeninanspruchnahme und eine steigende Verwendung privater Außenbeleuchtung verursacht wird, während die Abnahme eher ein Artefakt der Messung ist, da die Lichtemissionen der neueren LED-Beleuchtung von den Satellitensensoren nur unzureichend erfasst werden.

### Auswirkungen auf den Menschen

Humanmedizinisch relevante Wirkungen von Licht in der Nacht ergeben sich einerseits akut durch die Unterdrückung der Ausschüttung des Hormons Melatonin, das an der Regulation des Schlafes und der zeitlichen Koordination vieler Körpervorgänge beteiligt ist, und andererseits aus der damit verbundenen Störung des zirkadianen (d. h. auf den Tag-Nacht-Wechsel im 24-Stunden-Takt geprägten) Rhythmus körpereigener Stoffwechselprozesse.

Studien im Schlaflabor konnten zeigen, dass sowohl akute als auch zirkadiane Lichtwirkungen zu physiologischen Zuständen führen können, die einem klinischen Erscheinungsbild von z. B. Diabetes oder Herz-Kreislauf-Störungen ähneln. Unklar ist jedoch, ab welchem Ausmaß der Verschiebung von zirkadianen Rhythmen eine Gefährdung für die Gesundheit vorliegt. Schwellen- oder Referenzwerte gibt es daher weder für Lichtintensitäten noch für Ausmaß und Dauer der zeitlichen Verschiebung.

Einige wissenschaftliche Studien haben mithilfe von Satellitendaten zur Lichtverschmutzung und Daten über das Auftreten von Krebserkrankungen einen statistischen Zusammenhang zwischen beiden Größen gefunden. Ein kausaler Zusammenhang zwischen Lichtverschmutzung und Erkrankungsrisiko kann damit aber nicht belegt werden, da keine Erhebung der individuellen Lichtexposition der Betroffenen, von Parametern der zirkadianen Rhythmik oder der Ausschüttung von Melatonin erfolgte. Somit liegen zwar wissenschaftliche Hinweise aber keine wissenschaftlichen Nachweise für nachteilige gesundheitliche Wirkungen von Lichtverschmutzung vor.

### Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen

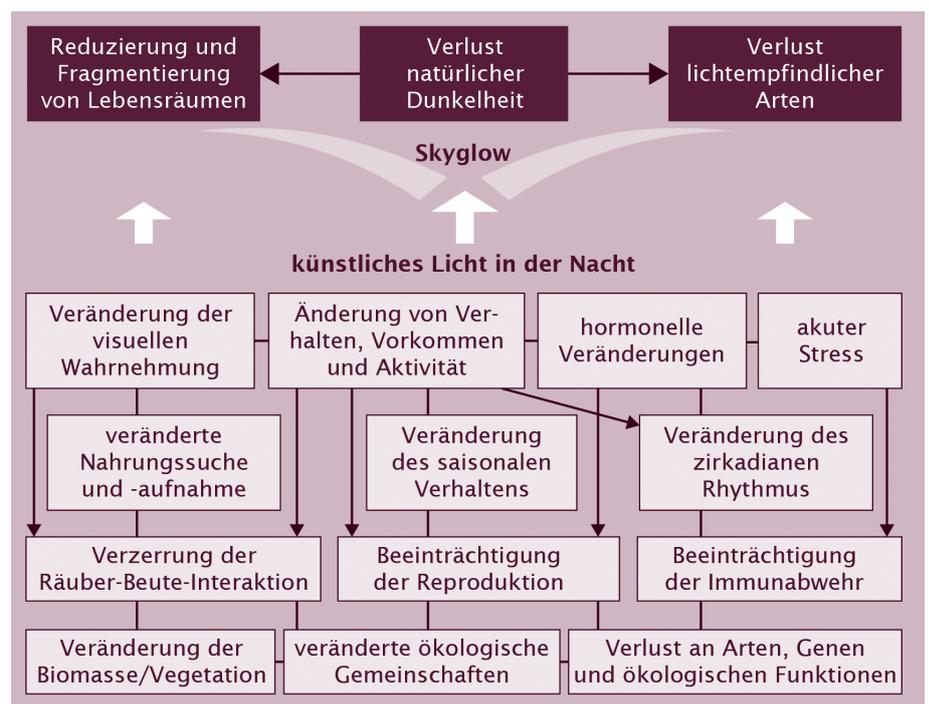
Tiere und Pflanzen sind auf regelmäßige Unterschiede in ihrer Lichtumgebung angewiesen, um ihr saisonales und ta-

gesrhythmische Verhalten zu synchronisieren. Zudem sind zwei Drittel aller Wirbellosen und ein Drittel aller Wirbeltierarten nachtaktiv und damit unmittelbar von einer Aufhellung der Nachtlandschaften betroffen.

Artspezifisch treten verschiedene Wirkungen von Lichtverschmutzung auf (Abb. 3). So kann künstliche Beleuchtung Verhaltensänderungen hervorrufen, z. B. eine zeitliche Verschiebung von Jagd-, Ruhe- oder Reproduktionsphasen. Auch der lokale Aktionsradius von Individuen kann verändert werden, wenn künstliche Lichtquellen z. B. für Insekten als Attraktor wirken oder beleuchtete Gebiete von Tieren gemieden werden und z. B. Straßenbeleuchtung als Barriere wirkt.

Die spektrale Empfindlichkeit unterscheidet sich stark zwischen einzelnen Arten. Allgemein gilt, dass die Anzahl der betroffenen Arten und das Ausmaß der Auswirkungen zunehmen, je heller die

Abb. 3 Wirkungen von Licht auf Flora und Fauna



Quelle: Schröer/Hölker (2018)

Beleuchtung und je höher der blaue und ultraviolette Spektralanteil ist.

Pflanzen reagieren auf künstliche Beleuchtung z. B. mit einem verspäteten Laubabwurf oder veränderten Blütezeiten, sodass einbrechende Fröste das Pflanzengewebe beschädigen oder die Synchronisation der Blüte mit dem Auftreten der Bestäuber beeinträchtigt werden kann.

Zwar sind einzelne Wirkungen künstlicher Beleuchtung auf einige Tier- und Pflanzenarten gut untersucht, wissenschaftlich gesicherte Aussagen zur Auswirkung der zunehmenden Erhellung der Nacht auf der Ebene von Populationen bzw. Lebensgemeinschaften oder die Ableitung konkreter Dosis-Wirkungs-Beziehungen sind allerdings nicht möglich. Unklar ist oftmals, wie anpassungsfähig Arten langfristig sind bzw. welche Folgen aus dieser Anpassung für andere Pflanzen und Tiere resultieren. Auch ist unklar, welche Bedeutung die Lichtverschmutzung als Risikofaktor neben anderen Belastungen (Landschaftszerschneidung, Emissionen von Pestiziden, Nährstoffen, invasive Arten etc.) hat.

## Was kann LED-Beleuchtung bewirken?

Neben ihrer hohen Energieeffizienz bietet LED-Beleuchtung durch ihre Steuerbarkeit das Potenzial, Licht effektiver einzusetzen und Lichtverschmutzung zu vermeiden. Durch die Verschiebung der spektralen Zusammensetzung des erzeugten Lichtes hin zu typischerweise höheren Blauanteilen wirkt die LED-Beleuchtung für das menschliche Auge zudem heller als eine Beleuchtung mit weniger Blauanteilen, sodass eine gewünschte Helligkeit mit geringerer Beleuchtungsintensität erreicht werden könnte.

Andererseits steht gerade das kurzwellige, blaue Lichtspektrum der LED im Verdacht, humanmedizinisch und ökologisch nachteilige Wirkungen zu erzeugen. Zu-

dem führt die kostengünstige Verfügbarkeit der energieverbrauchssarmen LED zur immer weitergehenden Nutzung von Licht sowohl bei öffentlicher Beleuchtung als auch im privaten Bereich. Und schließlich werden bei der Umrüstung oft nur die Leuchtmittel getauscht, ungenutzt bleiben hingegen die Möglichkeiten intelligenter Beleuchtungssteuerung, der Verwendung optimierter Lampenmodelle und angepasster Abstände der Straßenlaternen. Daher werden bislang die theoretischen Potenziale einer Umrüstung der Außenbeleuchtung auf LED sowohl im Hinblick auf Energieeinsparung als auch auf die Vermeidung von Lichtverschmutzung bei Weitem nicht realisiert.

## Optionen zur Reduzierung von Lichtverschmutzung

Nach dem Vorsorgeprinzip – ein wesentliches Element der EU-Politik und des deutschen Umweltrechts – ist mit Licht schonend umzugehen, frühzeitig und vorausschauend und im Interesse künftiger Generationen zu handeln, auch wenn Ursache-Wirkungs-Beziehungen noch nicht vollständig verstanden sind. Es existiert zwar im Moment in Deutschland keine singuläre Regelung, die mögliche Beeinträchtigungen für Mensch, Flora und Fauna durch künstliche Beleuchtung umfassend adressiert. Für eine Begrenzung der Lichtverschmutzung stehen dennoch verschiedene Handlungsinstrumente zur Verfügung, z. B. im Immissionsschutz-, Naturschutz- oder Baurecht.

Wie bereits angedeutet, eröffnen die Innovationen im Bereich der Beleuchtungs- und Steuerungstechnik technologische Gestaltungsspielräume. Allerdings fehlt es an verbindlichen oder zumindest flächendeckend akzeptierten Kriterien (wie z. B. die Industrienormen für die Straßenbeleuchtung), die für bestimmte Funktionen (z. B. Sicherheits- oder Werbebeleuchtung), Orte (z. B. Innenstadt, ländlicher Raum oder Naturschutzgebiet) sowie die Zeit der Beleuchtung (z. B. mehr oder we-

niger intensive Nutzungszeiten) Orientierung geben.

Im Bundes-Immissionsschutzgesetz wird künstliches Licht zu den schädlichen Umweltwirkungen gezählt und könnte daher grundsätzlich auch Gegenstand entsprechender Prüfungen und Auflagen zur Vermeidung und Minderung werden. Allerdings unterliegen in der derzeitigen Ausgestaltung des Gesetzes nur wenige Beleuchtungsanlagen einer Genehmigungspflicht. Die Beurteilung von Lichtimmissionen ist zudem von vielen subjektiven Variablen abhängig, sodass derzeit aus dem Immissionsschutz nur wenig konkrete Eingriffsmöglichkeiten für die Reduzierung oder Vermeidung von Lichtverschmutzung abgeleitet werden (können).

Die Naturschutzgesetzgebung eröffnet gute Anknüpfungsmöglichkeiten, um negative Auswirkungen öffentlicher und privater künstlicher Beleuchtung auf den Naturhaushalt zu reduzieren. Allerdings fallen nur ausgewählte Gebiete unter den Naturschutz, und es fehlen gegenwärtig vollzugstaugliche Abschätzungen zu den durch künstliche Beleuchtung verursachten Beeinträchtigungen für den Naturhaushalt, die für eine Vermeidung und Begrenzung von Beleuchtung notwendig wären.

Die Bauleitplanung bietet in besonderer Weise Möglichkeiten, Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch Lichtimmissionen zu vermeiden. Diese Möglichkeiten müssen jedoch durch die zuständigen kommunalen Entscheidungsträger erkannt, ergriffen und wirksam ausgestaltet werden, und ihre Umsetzung bedarf auch der öffentlichen Akzeptanz. Unterstützend kann dabei die Entwicklung lokaler oder regionaler Lichtmasterpläne wirken, die zwar keine rechtliche Bindung entfalten, aber als Orientierung bei der Gestaltung öffentlicher und privater Beleuchtung und der Bewusstseinsbildung dienen können. Einige Regionen haben sich gezielt zur Vermeidung von Lichtver-

schmutzung bekannt und verdeutlichen dies durch eine freiwillige Zertifizierung als Lichtschutzgebiet oder Sternenstadt.

Für Aufbau und Betrieb von Straßenbeleuchtung werden derzeit aus Ermangelung einer gesetzlichen Regelung meist Industrienormen als Orientierung herangezogen. Diese sind zwar formaljuristisch unverbindlich, faktisch aber höchst einflussreich. Die Normensetzung würde daher wirksame Anknüpfungspunkte bieten, um auf eine Reduzierung der Lichtverschmutzung hinzuwirken. Allerdings werden derzeit nichtintendierte Nebenwirkungen der Straßenbeleuchtung auf die menschliche Gesundheit, Ökologie oder das Stadtbild bei der Normbildung kaum oder gar nicht berücksichtigt.

Auch durch Förderprogramme können Entwicklungen im Bereich der künstlichen Beleuchtung beeinflusst werden. In Deutschland werden auf verschiedenen Wegen Modernisierung und Umrüstungen öffentlicher Beleuchtungsanlagen ge-

fördert. Der Fokus liegt dabei vornehmlich auf der Steigerung der Energieeffizienz und dem Klimaschutz, sodass derzeit indirekt eher eine Zunahme der Beleuchtungsintensität infolge der Umrüstung auf energieeffizientere (und zumeist beleuchtungsintensivere) Leuchtmittel und Beleuchtungsanlagen befördert wird.

Regulierungen auf europäischer Ebene nehmen über die Definition von Effizienzkriterien und die Beschränkung ineffizienter Leuchtmittel Einfluss auf nationale Beleuchtungspraktiken. Die Erwähnung von Licht als eine relevante Größe bei der Umweltverträglichkeitsprüfung von Eingriffen in den Naturhaushalt eröffnet zudem den Mitgliedsstaaten Möglichkeiten, im Rahmen nationaler Prüfverfahren stärker auf die Reduzierung von Lichtverschmutzung hinzuwirken.

Regelungen zur Reduzierung der Lichtverschmutzung in anderen europäischen Ländern können interessante Anknüpfungspunkte für die Ausbildung einer Be-

leuchtungsregulierung in Deutschland bieten. Die Bandbreite der Ansätze ist groß: Besonders progressiv sind Frankreich, das Lichtverschmutzung zentral in seiner Umweltschutzgesetzgebung adressiert, und Slowenien, das in einer landesweit gültigen Verordnung Grenzwerte für Lichtverschmutzung festgesetzt hat. In Italien und Spanien existiert zwar keine nationale Gesetzgebung gegen Lichtverschmutzung, jedoch haben einige Regionen bindende Regelungen zur Steuerung der Beleuchtungspraxis erlassen.

*Der TAB-Arbeitsbericht Nr. 186 »Lichtverschmutzung – Ausmaß, gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen sowie Handlungsansätze« wurde im April 2019 fertiggestellt und befindet sich momentan im Abnahmeprozess durch den ABFTA.*

#### Kontakt

Dr. Christoph Schröter-Schlaack  
+49 341 235-1475  
Christoph.Schroeter-Schlaack@ufz.de

# Topaktuell, kompakt und prospektiv – neue Themenkurzprofile aus dem Horizon-Scanning

Seit Beginn der neuen TAB-Vertragsperiode im September 2018 werden nun zweimal jährlich Themenkurzprofile vorgelegt – im Frühjahr und im Herbst. Als Ergebnis des ersten Teils der 6. Untersuchungswelle des Horizon-Scannings wurden nach einer Identifizierung von zunächst 20 Themen schließlich fünf Kurzprofile ausgearbeitet und im Mai 2019 dem TA-Berichtserstatterkreis zur Kenntnis gebracht. Alle fünf befassen sich mit aktuellen Anwendungen digitaler Technologien und deren prospektiven Relevanz für Politik und Gesellschaft für Politik und Gesellschaft.

In diesem Horizon-Scanning wurden Informationen aus über 150 nationalen und internationalen (Online-)Quellen – darunter Internetmagazine, Blogs und die wichtigsten Leitmedien der gedruckten Presse, populärwissenschaftliche Quellen, aber auch wissenschaftliche Foresightberichte und Überblicksartikel (Reviews) – sowie einer Befragung verarbeitet. Parallel erfolgte der expertenbasierte Prozess zur Validierung und Bewertung der aufbereiteten Informationen, der auf dem Know-how der beteiligten Expertinnen und Experten sowohl im Team der VDI/VDE-IT als auch im gesamten TAB beruht.

Zur Auswahl der Themen werden die folgenden Kriterien angewendet:

- **Gesellschaftlicher Diskurs:** Über das Thema wird in den Medien berichtet; es zeichnen sich Kontroversen/Konfliktlinien ab, gesellschaftliche Akteure nehmen Stellung.
- **Themencharakteristik:** Das Thema repräsentiert eine technologische Entwicklung/Innovation und berührt so-

ziale, 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, gegebenenfalls ist die Anpassung des legislativen Rahmens erforderlich; es werden ein oder mehrere politische Handlungsfelder adressiert.

Als (Zwischen-)Ergebnis entstand eine Informationssammlung zu aktuellen wissenschaftlich-technischen Trends in Form von annotierten Themenüberschriften (Teaser). Die Liste dieser 20 Teaser wurde im gesamten TAB-Team eingehend diskutiert und mithilfe der Identifizierungs- und Validierungsschritte wurden fünf Themen aus den Teasern ausgewählt, die die genannten Kriterien erfüllen und in diesem thematischen Zuschnitt bisher noch nicht vom TAB bearbeitet worden sind. Alle fünf Themen repräsentieren

Facetten des allgegenwärtigen digitalen Wandels in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik:

- Deepfakes – Manipulation von Filmsequenzen
- E-Sport – wettbewerbsorientierte Formen von Computerspielen
- E-Voting – mögliche Alternative zu traditionellen Wahlverfahren
- Robo-Advisor im Finanzsektor
- Neue Anwendungsfelder biometrischer Identifikationsverfahren

Abstracts der auf 5 bis 9 Seiten ausgearbeiteten Themenkurzprofile finden Sie auf den folgenden Seiten, die vollständige Fassung auf unserer Webseite zum Download.

*Das Horizon-Scanning wurde 2014 vom TAB-Konsortialpartner VDI/VDE-IT im Aufgabenportfolio des TAB etabliert. Die fünf Themenkurzprofile wurden bis Mai 2019 erstellt und als **Themenkurzprofile Nr. 25 bis 29 online veröffentlicht.***

## Kontakt

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

Das Horizon-Scanning ist Teil des methodischen Spektrums der Technikfolgenabschätzung im TAB.

Mittels Horizon-Scanning werden wissenschaftlich-technische Trends und sozioökonomische Entwicklungen in frühen Entwicklungsstadien beobachtet und in den Kontext gesellschaftlicher Debatten eingeordnet. So sollen Innovationssignale möglichst früh erfasst und ihre technologischen, ökonomischen, ökologischen, sozialen und politischen Veränderungspotenziale beschrieben werden. Ziel des Horizon-Scannings ist es, einen Beitrag zur forschungs- und innovationspolitischen Orientierung und Meinungsbildung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung zu leisten.

In der praktischen Realisierung wird das Horizon-Scanning als Kombination softwaregestützter Such- und Analyseschritte und eines expertenbasierten Validierungs- und Bewertungsprozesses durchgeführt.

# Horizon SCANNING



## Deepfakes – Manipulation von Filmsequenzen

Das Wort Deepfake ist eine Wortkombination aus Deep Learning und Fake und beschreibt die Technik der digitalen Manipulation von Ton-, Bild- und Videomaterialien mittels Deep Learning, einem Verfahren des maschinellen Lernens, das in Systemen mit künstlicher Intelligenz (KI) eingesetzt wird. Zentrales Merkmal ist dabei die (foto-)realistische Erzeugung fiktiver Medieninhalte oder die Manipulation bereits existierender Filmsequenzen. Diese Medienbearbeitungstechnik erlaubt es, digitale Inhalte synthetisch zu produzieren, welche eine Äußerung oder eine Aktion einer Person realistisch darstellen, ohne dass diese tatsächlich stattgefunden hat. Deepfakes sind eng mit dem Konzept von Fake News verbunden und sind eine neue Variante der Verbreitung von falschen oder irreführenden Informationen mit der Absicht, einer Person, einer Organisation oder einer Institution zu schaden. Deepfakes fügen sich ein in die lange Reihe der medialen Manipulationen zum Zweck der Falsch- oder Desinformation. Gepaart mit dem Willen, Falschmeldungen in die Welt zu setzen, ist es mit Deepfakes möglich, auf sehr überzeugende Weise den Eindruck zu erwecken, bestimmte Situationen hätten sich in der gezeigten Form ereignet.

Durch die zunehmende Technisierung von Medien und Kommunikation wurden die Inhalte zum Teil zunächst glaubwürdiger (z. B. durch Beweisfotos), zugleich aber zunehmend auch Gegenstand von technischer Manipulation und Fehlinformation. Während die fotorealistische Manipulation von Standbildern ein in der Öffentlichkeit gar vermuteter oder erwarteter Standard ist – die

Bildbearbeitungs-Software »Photoshop« für das Glätten von Fotos ist Teil der Alltagssprache – stellt die Erzeugung von fiktiven, aber täuschend echten Filmsequenzen eine neue Qualität hochtechnisierter Manipulation dar; es ist ein weiterer Angriff auf die »Ich glaube nur, was ich sehe«-Überzeugung. Die heutige Massenkommunikation erfolgt besonders bei Jugendlichen zu großen Teilen in sozialen Medien und in Form von rasch konsumierten Filmsequenzen. Daher stellen die mittels KI-Systemen erzeugten und als Deepfakes bezeichneten fiktiven Medieninhalte perspektivisch besondere Herausforderungen an Glaubwürdigkeit und Vertrauenswürdigkeit medial vermittelter Informations- und Kommunikationsinhalte und letztlich an grundlegende Diskurse und Prozesse in einer offenen und demokratischen Gesellschaft. Dies gilt auch für die jeweiligen Vertreter und Verantwortlichen der unterschiedlichen privaten oder öffentlichen Medienformate.



## E-Voting – mögliche Alternative zu traditionellen Wahlverfahren

Bei der elektronischen Stimmabgabe (im englischen Sprachraum meist als E-Voting bezeichnet) geht es um den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik bei der Stimmabgabe und beim Auszählen von Stimmen. Dies umfasst nicht nur die Verwendung von Scannern für die Papierwahlscheine oder die Nutzung von Wahlcomputern in Wahllokalen, sondern auch die Onlineabstimmung. Eine solche kann entweder stationär oder ortsungebunden erfolgen. Die stationären Geräte stehen in Wahllokalen oder an ausgesuchten Standorten (etwa in Postfilialen, Einkaufszentren etc.). Für die ortsungebundene Abstimmung werden

private Endgeräte wie PC, Laptop, Tablet oder Smartphone genutzt. Die Identifikation erfolgt z. B. mit PIN-Nummern bzw. Identifikationskarten. Von dem E-Voting abzugrenzen ist das E-Collecting, das lediglich zum Sammeln von Unterschriften eingesetzt wird, etwa für Petitionen oder Bürger- oder Volksbegehren, jedoch nicht für bindende Abstimmungen.

Mit der elektronischen Stimmabgabe, z. B. online über den heimischen PC oder per Smartphone, wird angestrebt, eine ergänzende Möglichkeit zur herkömmlichen Wahl per Stimmzettel oder Brief zu schaffen. Onlineabstimmungen können vor allem solchen Wählergruppen die Wahlteilnahme erleichtern, die bei herkömmlichen Abstimmungsverfahren auf gewisse Zugangshürden stoßen. Hierzu zählen u. a. Menschen mit körperlichen Einschränkungen, Ältere oder Personen, die sich vorübergehend oder permanent im Ausland aufhalten. Neben diesen Vorzügen der Onlineabstimmung besteht allerdings auch eine erhöhte Gefahr der Manipulation von Wahlen. Manche befürchten überdies, dass die Onlineabstimmung zur »Banalisation« des Wahlakts führt und wichtige Grundsätze politischer Wahlen wie die Öffentlichkeit der Wahl verletzt.

In rund 15 Ländern wurden bzw. werden bereits Onlineabstimmungssysteme bei lokalen bzw. nationalen politischen Wahlen eingesetzt. Estland ist diesbezüglich ein Vorreiter und zeichnet sich durch seine besonders frühe und kontinuierliche Nutzung von Onlineabstimmungssystemen aus. Seit 2005 hatten die Wahlberechtigten in der baltischen Republik bereits achtmal die Möglichkeit, ihre Stimme bei kommunalen, nationalen und Europaparlamentswahlen auch online abzugeben. Eine wichtige infrastrukturelle Voraussetzung für die Durchführung ist der moderne Personalausweis mit digitalen ID-Funktionen, mit dessen Hilfe die Identität der

Wählerinnen und Wähler eindeutig verifiziert werden kann.

In Deutschland ist die Debatte um die Einführung von Onlineabstimmungen mit dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts zur Nutzung von Wahlautomaten aus dem Jahr 2009 abgeflaut. Entsprechend den Wahlrechtsgrundsätzen nach Artikel 38 Absatz 1 des Grundgesetzes müssen auch Onlinewahlen frei, gleich, überprüfbar sowie geheim sein. Nach Auffassung des Verfassungsgerichts war der Grundsatz der Öffentlichkeit der Wahl, der auch die Ordnungsmäßigkeit und Nachvollziehbarkeit der Wahlvorgänge einschließt, beim Einsatz der Wahlcomputer nicht ausreichend gegeben. Bis heute überwiegen mit Blick auf E-Voting-Verfahren die Bedenken. Andererseits zeigt das Beispiel Schweiz, in dem Onlinewahlen seit 2003 erprobt werden, dass in einem föderalen Staat Onlinewahlen schrittweise akzeptiert werden. Umfragen zufolge könnten Onlinewahlen auch bei der deutschen Bevölkerung auf positive Resonanz stoßen.



### E-Sport – wettbewerbsorientierte Formen von Computerspielen

Bei E-Sport geht es um eine wettkampforientierte Ausübung von Videospielen am Computer, an der Spielekonsole oder anderen Geräten. Diese Form von Wettkämpfen wird von einem großen Publikum auf E-Sport-Veranstaltungen oder -Übertragungen mitverfolgt. Mittlerweile handelt es sich um ein Geschäft mit fast 1 Mrd. US-Dollar Umsatz im Jahr weltweit. Allein in Deutschland sollen 3 bis 4 Mio. Menschen regelmäßig im Bereich E-Sport aktiv sein. Einige sprechen des-

halb auch von dem »Massenphänomen E-Sport«. Der E-Sport professionalisiert sich zunehmend und die Zahl von E-Sport-Vereinen wächst. Auch implementieren etablierte Sportvereine E-Sport-Abteilungen innerhalb ihrer Organisation.

Bislang ist Sport zumeist durch körperliche Aktivitäten definiert. Aktuell wird kontrovers debattiert, ob E-Sport eine Präzisionssportart vergleichbar mit Bogenschießen o.Ä. ist und deshalb als Sportart in Deutschland anerkannt werden könnte. Befürworter wie der eSport-Bund Deutschland e.V. (ESBD) sehen im E-Sport eine dynamische Sportbewegung, die motorische, reaktive, strategische und kommunikative Fähigkeiten von ihren ausübenden Athleten fordert. Kritiker sehen im E-Sport hingegen lediglich das schnelle Bedienen eines Controllers, dessen Wirkung sich nicht wie beim Sport direkt, sondern nur virtuell entfaltet, und werten dies deshalb nicht als eine sportliche Betätigung. Der Deutsche Olympische Sportbund (DOSB) und der Deutsche Behindertensportverband öffnen sich vorsichtig gegenüber E-Sport, differenzieren jedoch zwischen Gaming und den Sportsimulationsspielen, die allerdings den kleineren Teil im E-Sport ausmachen.

Im E-Sport werden zumeist drei verschiedene Disziplinen unterschieden. Dies sind Echtzeitstrategie und Sportsimulationsspiele sowie Ego-Shooter. Echtzeitstrategiespiele werden in der Regel von mehreren Spielern parallel, zum Teil auch in Gruppen gegeneinander gespielt. Wie beim Schach müssen bei jedem Spielzug vorab Strategien überlegt werden. Die Spieler können z. B. in die Rolle eines Helden schlüpfen, der sich durch ein bestimmtes Aussehen, gewisse Eigenschaften und besondere Kräfte auszeichnet. Bei den Sportsimulationsspielen geht es um die Nachahmung von echten sportlichen Wettkämpfen wie Fußball oder Autorennen. In Deutschland gibt es eine der größten FIFA-Communities. Einige Fußballbundesligavereine haben sogar deutsche E-Sportler unter Vertrag genom-

men. Die Sportspiele können ebenfalls im Einzel mit zwei Spielern gegeneinander oder in Teams ausgetragen werden. In der dritten Disziplin der Ego-Shooter geht es in der Regel um die Eliminierung eines Gegners.

Neben sportpolitischen Fragen, wie die Anerkennung der Gemeinnützigkeit von E-Sport und die Anerkennung der E-Sportler als Berufssportler, stellen sich bei E-Sport auch Fragen nach Kinder- und jugendschutzpolitischen Aspekten sowie Diskriminierungsfreiheit oder Diversität in der E-Sport-Szene. Zusätzliche Fragen ergeben sich daraus, welche gesundheitlichen Auswirkungen die Legitimierung von E-Sport hinsichtlich der bereits bestehenden Problematiken wie Bewegungsmangel oder zunehmenden Kurzsichtigkeit von Kindern und Jugendlichen haben könnte und welchen neurologischen Einflüsse, z. B. mit Blick auf die Entwicklung von Empathiefähigkeit von Heranwachsenden, zu erwarten sind.



### Robo-Advisor im Finanzsektor

In der Regel beinhaltet das Begriffsverständnis Robo-Advisor algorithmenbasierte Entscheidungssysteme, die helfen sollen, Dienstleistungen der Finanz- bzw. Vermögensverwaltung zu automatisieren und softwareunterstützt abzuwickeln. Derartige Systeme können die klassische Beratungsdienstleistung ergänzen und effizienter machen. Sie werden aber vor allem von neuen Akteuren auf dem Markt der Finanzdienstleistungen entwickelt und angeboten, bei denen es sich häufig um junge Start-ups handelt, die etablierte Geschäftsmodelle im Finanzsektor infrage stellen und technologiegetrieben neu organisieren. Ro-

bo-Advisor umfassen prinzipiell auch computergestützte Systeme, die zur Unterstützung der klassischen Finanzberatung dienen und die dort beschäftigten Personen bei ihrer Tätigkeit unterstützen. Meist zeichnen sie sich jedoch vor allem dadurch aus, dass sie direkt von Kunden bedient werden und in der Regel online verfügbar sind. Dazu werden beispielsweise Schnittstellen in Form von Webapplikationen oder Anwendungen für mobile Endgeräte genutzt.

Robo-Advisor sparen im Vergleich zur herkömmlichen Anlageberatung menschliches Beratungspersonal durch den Einsatz automatisierter Entscheidungsregeln weitestgehend ein. So kann die Beratungsdienstleistung Verbraucherinnen und Verbrauchern kostengünstig, standardisiert und qualitätsgesichert angeboten werden. Damit können Käuferschichten angesprochen und beraten werden, die sich eine Finanz- und Anlageberatung nicht leisten könnten, beziehungsweise aus Sicht des Anlageberaters nicht zum Kreis von Zielkunden mit ausreichender Bonität gehören. Mittels eines webbasierten Fragebogens werden Kundeninformationen erhoben, die vor allem persönliche Informationen (z. B. Spar- bzw. Renditeziele, Investitionsbereitschaft) umfassen, aber auch Rückschlüsse auf die Risikobereitschaft erlauben sollen. Auf Basis des aus den Antworten errechneten Anlageprofils wird dann eine entsprechende Anlagestrategie vorgeschlagen. Bei Robo-Advisor, die lediglich die Anlageberatung umfassen, endet der Prozess mit der Anlageempfehlung. Der Kunde tätigt einen möglichen Kauf anschließend selbst.

Allerdings sind mit der zunehmenden Verbreitung der vollautomatisierten Anlage- und Finanzberatung für Kunden einerseits und Märkte andererseits auch Risiken verbunden. Zum Beispiel könnten Robo-Advisor Arbeitsplätze im Bereich der Anlage- und Finanzberatung verdrängen. Fraglich ist außerdem, wie krisensicher die Robo-

Advisor reagieren, wenn Finanzmärkte unter Druck geraten und welche latenten Manipulationsrisiken für Märkte bestehen, wenn bestimmte Mechanismen der Algorithmen antizipiert werden können.

Robo-Advisor erfreuen sich wachsender Beliebtheit und durch Fortschritte im Bereich der KI und des maschinellen Lernens ist damit zu rechnen, dass sich Robo-Advisor noch weiterverbreiten und immer umfangreichere Finanzdienstleistungen anbieten können.



### Neue Anwendungsfelder biometrischer Identifikationsverfahren

Biometrische Identifikationsverfahren sind Systeme, die auf Basis biometrischer Merkmale Personen erkennen und eindeutig identifizieren können. Zu den individuellen biometrischen Merkmalen des Menschen zählen verhaltensspezifische Merkmale (wie Tippverhalten, Stimme, Schrift, Gangart) oder Körpereigenschaften, etwa der Hand (z. B. Fingerabdruck), des Gesichts (z. B. Gesichtszüge und -proportionen) oder der Augen (z. B. Irismuster) sowie Charakteristika der Physiologie und Biochemie (z. B. DNA, Körpergeruch). Um biometrische Identifikationsverfahren betreiben zu können, müssen diejenigen Personen, die später vom System erkannt werden sollen, zunächst registriert werden. Hierfür werden die biometrischen Merkmale einer Person mithilfe eines spezifischen Sensors vermessen. Aus den aufgenommenen Daten wird mittels eines Algorithmus ein individueller Biometriedatensatz extrahiert, der zusammen mit der Identität der jeweiligen Person in einer Referenzdatenbank gespeichert wird. Während des Betriebs biometrischer Identifikationsverfahren werden die hinterlegten Registrierungsdaten mit den biometri-

schen Merkmalen der zu überprüfenden Person auf Übereinstimmung geprüft.

In vielen staatlichen und unternehmerischen Bereichen ist die Fähigkeit, Menschen zuverlässig und gegebenenfalls in Echtzeit mit technischen Mitteln identifizieren zu können, zu einem wichtigen Werkzeug geworden – hierzu gehören beispielsweise der Grenzübergang, die Forensik oder die Zugangskontrolle in Gebäuden. Die hierfür entwickelten biometrischen Verfahren nutzen verschiedene messbare, individuelle verhaltensbedingte Merkmale (wie Stimme, Schreibverhalten, Lippenbewegung) oder Körpercharakteristika (wie Fingerabdruck, Gesicht oder Muster der Iris), um eine Person automatisch zu erkennen. Über öffentliche Anwendungen hinaus halten biometrische Identifikationsverfahren immer mehr Einzug in unseren privaten Alltag. Typische Beispiele sind der Zugangsschutz für IKT-Endgeräte (Smartphones, Tablets, PC) oder die Freigabe von Onlinezahlungen durch den Vergleich des Fingerabdrucks oder von Gesichtsmarkmalen. Vor allem mobile biometrische Verfahren erleben durch die zunehmende technologische Reife aktuell einen regelrechten Hype. Es wird davon ausgegangen, dass ab 2020 alle neu auf den Markt gebrachten Smartphones, Wearables und Tablets biometriefähig sein werden.

Nach einer Umfrage von IBM aus dem Jahr 2018 ist die Akzeptanz für die private Nutzung von (mobilen) biometrischen Identifikationsverfahren in der Bevölkerung hoch (Tendenz steigend). Auch wenn im Vergleich zur Jahrtausendwende die Technologiereife gestiegen ist und sich Sicherheitsmerkmale verbessert haben, bestehen weiterhin Bedenken, z. B. in Bezug auf das Manipulationspotenzial. So könnten etwa mittels KI entwickelte Fingerabdrücke als eine Art Generalschlüssel eingesetzt werden. Auch Fragen hinsichtlich des Datenschutzes sind mit Blick auf einen rechtskonformen Einsatz biometrischer Verfahren noch nicht abschließend beantwortet.

# Auf dem Weg zu einer globalen Technikfolgenabschätzung

Julia Hahn und Miltos Ladikas (ITAS)

**Globale Probleme erfordern globale Lösungen. Doch weder Experten noch Politiker kommen einfach darin überein, welche Maßnahmen zu ergreifen sind. Hier kommt die Technikfolgenabschätzung (TA) ins Spiel, die mittels problemorientierter Prozesse der Bewertung von Wissenschaft und Technik effektive, pragmatische und nachhaltige Handlungsoptionen für die Politik bereitstellt. Mit der Gründung des Netzwerks »globalTA« sollen die bestehenden internationalen Kooperationen im Bereich der TA für den Austausch und die Entwicklung von Beiträgen zur gemeinsamen Bewältigung der Herausforderungen unsererer Zeit intensiviert werden.**

Die internationale Zusammenarbeit in der TA ist durch das European Parliamentary Technology Assessment Network (EPTA-Netzwerk, [www.eptanetwork.org](http://www.eptanetwork.org)) organisiert, das TA als integralen Bestandteil der Politikberatung für parlamentarische Deliberation und Entscheidungsfindung über neue und aufkommende Technologien in Europa stärken will. Das global wachsende Interesse an TA lässt sich daran ablesen, dass das EPTA-Netzwerk neben Russland zuletzt etliche außereuropäische Mitglieder gewonnen hat (z. B. Chile, Japan, Mexiko und USA). Diese Entwicklung entspricht der zunehmenden Erkenntnis, dass Gesellschaften weltweit adäquate Instrumente entwickeln müssen, um die tiefgreifenden Auswirkungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts auf Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt antizipieren und bewältigen zu können.

TA ist prädestiniert dafür, die Mittel für solch eine antizipative Governance bereitzustellen, sie entspringt jedoch spezifischen sozioökonomischen Gegebenheiten von (vorrangig europäischen) Ländern mit hoher Wirtschaftsleistung. Da die Umstände für den technologischen Wandel global äußerst heterogen sind, besteht Einvernehmen darüber, dass in der globalen Zusammenarbeit über die bestehenden Instrumente hinausgehende TA-Ansätze entwickelt werden sollten, um diese kontextuellen Gegebenheiten berücksichtigen und die situativen Entscheidungsfindungen erleichtern zu können.

Kürzlich haben das Institut für Technikfolgenabschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ITA), das

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) in Deutschland und das niederländische Rathenau-Institut das Netzwerk »globalTA« initiiert, um die Entwicklung eines globalen Konsenses über die Grundelemente einer guten TA-Praxis zu erleichtern und die globale Zusammenarbeit bei der Bewertung von Schlüsseltechnologien zu unterstützen, die erhebliche Auswirkungen auf die Wirtschafts-, Sozial- oder Umweltsysteme haben können. Insbesondere zielt das aus eigenen Mitteln finanzierte globalTA-Netzwerk darauf ab:

- einen globalen Rahmen und Verhaltenskodex für die Bewertung der Auswirkungen von (neuen) Technologien zu entwickeln;
- die globale Zusammenarbeit bei der Bewertung neuer Technologien zu erleichtern, um deren Nutzen zu maximieren und die Risiken zu minimieren;
- eine angemessene antizipative Governance neuer Technologien zu unterstützen, die erhebliche Auswirkungen auf die Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen haben können.

Kerngedanke von globalTA ist, den Austausch von Know-how und die Kodifizierung von Grundsätzen guter Praxis zu erleichtern, aber auch als Inkubator für die künftige globale Zusammenarbeit durch eine Reihe von vernetzten Organisationen zu dienen, die zu Themen von gemeinsamem Interesse zusammenarbeiten können. Letztlich soll TA zu einem vernetzten und flexiblen transnationalen System umgestaltet werden. Das Netzwerk glo-

balTA steht allen parlamentarischen, regierungsseitigen bzw. behördlichen oder akademischen Institutionen offen, die an der Anwendung von Technikfolgenabschätzung in der öffentlichen Politik und Entscheidungsfindung interessiert sind. Es wird auch mit den zuständigen internationalen Organisationen zusammenarbeiten, die die Entwicklung von Governancerahmen für neue disruptive Technologien unterstützen (z. B. OECD, UNCSTD, Weltwirtschaftsforum). Bei der nächsten **europäischen TA-Konferenz in Bratislava im November 2019** plant das Netzwerk eine gemeinsame Auftaktveranstaltung sowie das erste offizielle Treffen der Partner.



Aktuell wächst das globalTA-Netzwerk: Neue Mitglieder sind z. B. The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO, Australien), The Research and Information System for Developing Countries (RIS, Indien), The Chinese Academy of Science and Technology for Development (CASTED), Tomsk Polytechnical University (PTU, Russland), Applied Research and Communications Fund (ARC, Bulgarien), The Science and Technology Policy Institute (STEPI) The Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning (KISTEP, Korea), The Library of the National Congress (Chile) sowie die Slovak Academy of Sciences (SAS).

Aktuelle Infos zum Netzwerk »globalTA« unter <https://globalta.technology-assessment.info/>

## Kontakt

Dr. Reinhard Grünwald  
+49 30 28491-107  
[gruenwald@tab-beim-bundestag.de](mailto:gruenwald@tab-beim-bundestag.de)

# Veröffentlichungen

## Gesundheits-Apps

Michaela Evers-Wölk, Britta Oertel  
Matthias Sonk,  
unter Mitarbeit von Mattis Jacobs  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 179

Fast täglich kommen neue Gesundheits-Apps auf den Markt. Die Angebote reichen von Fitness- und Ernährungsinformationen bis hin zur Unterstützung bei gesundheitlicher Einschränkung und Krankheit. Gesundheits-Apps begleiten dabei das alltägliche Gesundheitshandeln von Menschen sehr individuell. Dem Markt für Gesundheits-Apps fehlt jedoch eine zuverlässige Qualitätskontrolle, die insbesondere den Datenschutz berücksichtigt.

Apps (Kurzform für Application Software) bestimmen zunehmend den gesellschaftlichen Lebensalltag. Immer öfter nutzen Menschen Apps auch mit dem

Ziel, positiv auf ihre Gesundheit einzuwirken. Die Apps eröffnen vor dem Hintergrund der Leistungssteigerung bei Smartphones und Wearables mit stetig neuen Funktionalitäten Innovationspotenziale, indem sie alltägliche Formen des Gesundheitshandelns von Menschen individuell angepasst begleiten. Viele Nutzer gehen dabei jedoch sorglos mit ihren Gesundheitsdaten um. Ihnen ist nicht bewusst, dass ihre persönlichen Daten oft unzureichend gesichert sind. Problematisch sind vor allem die Umsetzung bzw. Kontrolle der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben durch die Anbieter von Gesundheits-Apps.

Die TAB-Innovationsanalyse gibt einen Überblick über aktuelle technologische und ökonomische Entwicklungstrends von Gesundheits-Apps. Sie zeigt darüber hinaus gesellschaftliche Diskussionspunkte, Wertorientierungen sowie poli-



tische Handlungsoptionen als Grundlage für eine Einschätzung der Innovationspotenziale auf.

## Virtual und Augmented Reality. Status quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen

Sonja Kind, Jan-Peter Ferdinand,  
Tobias Jetzke, Stephan Richter  
Sebastian Weide

TAB-Arbeitsbericht Nr. 180

Als Virtual Reality (VR) wird eine computergestützte Simulation realer oder fiktiver Umwelten bezeichnet, in die Nutzer mithilfe von Mensch-Maschine-Schnittstellen (z. B. eine VR-Brille) versetzt werden und wo sie mit der simulierten Umwelt interagieren können. Bei der Augmented Reality (AR) handelt es sich um eine computergenerierte Erweiterung der wahrnehmbaren Realität. Hier werden Informationen wie Texte, Bilder oder virtuelle Objekte in das Sichtfeld der Nutzer eingeblendet (z. B. Arbeitshinweise in die Brille eines Montagemitarbeiters oder eines Head-Up-Displays im Cockpit).

Anwendungen von VR und AR haben in den letzten Jahren in vielen privaten wie beruflichen Anwendungszusammenhängen stark an Bedeutung gewonnen. Es ist davon auszugehen, dass diese Technologien die Digitalisierung des Alltags weiter vorantreiben werden, indem sie die Integration von sozialer Interaktion, Medienutzung, Konsum und Unterhaltung im digitalen Raum befördern.

Der TAB-Arbeitsbericht nimmt die allgemeinen Herausforderungen, die aus der Verschränkung realer und virtueller Umwelten resultieren, genauso in den Blick wie die anwendungsspezifischen Technologiepotenziale und -folgen. Neben den sich abzeichnenden technologischen Entwicklungen und ihren vielfältigen Anwendungsfeldern steht die differenzierte Betrachtung des zunehmend komplexen Untersuchungsfeldes im Vordergrund. Es werden richtungsweisende Herausforderungen der zukünftigen Entwicklungen



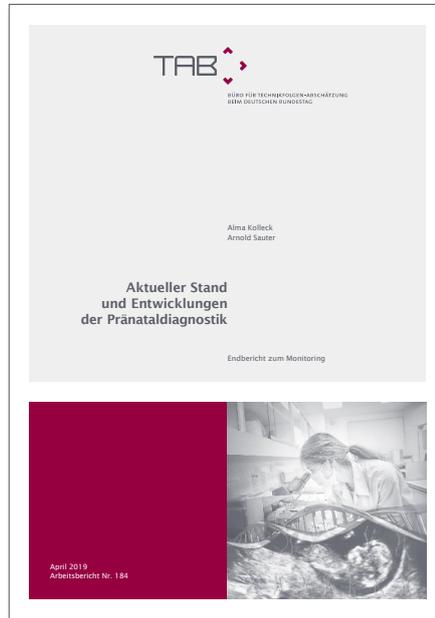
und daran geknüpfte Folgen für Wirtschaft und Gesellschaft benannt sowie resultierende Gestaltungs- und Regulationsbedarfe abgeleitet/herausgearbeitet.

## Aktueller Stand und Entwicklungen der Pränataldiagnostik

Alma Kolleck, Arnold Sauter  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 184

Spätestens seit der Befassung des zuständigen Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) mit der Frage der Kostenübernahme für die seit 2012 in Deutschland verfügbaren nichtinvasiven Pränataltests (NIPT) hat sich die Diskussion über die Zukunft der Pränataldiagnostik (PND) deutlich intensiviert.

Der TAB-Bericht bietet einen Überblick über den aktuellen medizinisch-technischen und gesetzlichen Stand der PND in Deutschland und fasst gesellschaftliche, politische und ethische Diskussionspunkte und Fragen zur PND zusammen. Neben den rechtlichen Grundlagen



zur Anwendung vorgeburtlicher Diagnostik werden auch die Regelungen zu PND in ausgewählten europäischen Ländern dargelegt. Zudem gibt der Bericht einen Überblick über die aktuelle Beratungssituation für schwangere Frauen zu PND. Ausführlich dargestellt werden die Positionen ausgewählter gesellschaftlicher Gruppen, neben schwangeren Frauen und ihren behandelnden Ärzten und Ärztinnen etwa auch psychosoziale Beratungsstellen, Hebammen, Herstellerunternehmen oder zivilgesellschaftliche Aktivistinnen.

Der Bericht zeigt die Herausforderungen einer gesellschaftlichen Auseinandersetzung über das vielschichtige Thema »Pränataldiagnostik« und liefert eine wissenschaftlich fundierte Informationsgrundlage für die Debatte in Politik und Zivilgesellschaft.



[www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/themenprofile/index.html](http://www.tab-beim-bundestag.de/de/publikationen/themenprofile/index.html)  
**Neue Themenkurzprofile aus dem Horizon-Scanning jetzt zum Download**



---

## Bildnachweise

---

Seite 3: eigene Darstellung mit <https://wordart.com>  
Seite 18 f.: eigene Darstellung  
Seite 28: TKP Nr. 25 © kanpisut/AdobeStock;  
TKP Nr. 26 © REDPIXEL/AdobeStock  
Seite 29: TKP Nr. 27 © MicroStockHub/iStock  
TKP Nr. 28 © tiagozr/iStock  
Seite 30: TKP Nr. 29 © NicoElNino/AdobeStock  
Seite 32: TAB-AB Nr. 179 © aniwhite/123rf.com  
TAB-AB Nr. 180 © Jos Alfonso De Thomas  
Gargantilla/123rf.com  
Seite 33: TAB-AB Nr. 184 © Tanat-Loungtip/123rf.com;  
Diana Taliun/123rf.com

---

## Impressum

---

Redaktion: Dr. Christoph Revermann  
Dr. Arnold Sauter  
Bernd Stegmann

---

Satz und Layout: Tina Lehmann  
Bernd Stegmann

---

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](http://www.tab-beim-bundestag.de) verfügbar.

---

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.  
Belegexemplar erbeten.

---

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 den Deutschen Bundestag 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

+49 30 28491-0  
buero@tab-beim-bundestag.de  
www.tab-beim-bundestag.de  
@TABundestag