

# Höhere EMF-Belastung durch Digitalisierung der Gesellschaft?

In den kommenden Jahren ist eine weitere Zunahme von elektromagnetischen Feldern (EMF) bzw. von EMF-Quellen zu erwarten. Ursachen hierfür sind der Stromnetzausbau, die Forcierung der Elektromobilität (z. B. drahtlose Übertragung von Strom via Induktionsmagnetfelder) und vor allem die rasante Digitalisierung nahezu aller Lebensbereiche, die gleichzeitig mit einer starken Nutzung mobil einzusetzender Technologien verbunden ist. Hochfrequente EMF (HF-EMF) sind Grundlage digitaler, kabelloser Kommunikation z. B. zwischen WLAN-Routern und Rechnern, Tablets, Mobiltelefonen etc. im gesamten öffentlichen Raum und in praktisch allen privaten Haushalten. Dabei generieren viele verschiedene WLAN-Netze, Funkmasten sowie Stromnetze mehrerer Spannungsebenen (im NF-Bereich) gleichzeitig diverse EMF. Zum Teil ist noch unklar, welche Wechselwirkungen zwischen den von den verschiedenen elektrischen Geräten erzeugten EMF zu erwarten sind. Mit dem verstärkten Auftreten von EMF ist jedoch prinzipiell eine insgesamt höhere Belastung der Bevölkerung verbunden.

Die Auswirkungen nichtionisierender Strahlung niederer und hoher Frequenzen auf lebende Organismen sind seit Jahren Gegenstand intensiver Forschung mit nach wie vor teilweise nicht eindeutigen, übereinstimmenden Befunden, woraus unterschiedliche und teils konträre Interpretationen resultieren. Zugleich bilden die als gesichert geltenden wissenschaftlichen Befunde zu biologischen Wirkungsschwellen bei technisch erzeugter elektromagnetischer Strahlung, unterhalb derer keine (identifizier- oder messbare) Wirkungen auftreten, die Grundlage für Grenzwertempfehlungen der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP). Nationale und internationale Expertengruppen und Institutionen – wie die Weltgesundheitsorganisation (WHO) oder die Strahlenschutzkommission (SSK) und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) in

Deutschland – orientieren sich in Grenzwertfragen an diesen Empfehlungen.

Mit Blick auf die neuen technologischen Entwicklungen und Anwendungen in den verschiedenen hoch- und niederfrequenten EMF-Bereichen sowie zur diesbezüglich noch notwendigen Verbesserung der wissenschaftlichen Datenlage wurden und werden seitens der zuständigen Bundesministerien und deren nachgeordneten Behörden Forschungsprogramme und -projekte durchgeführt, die zu einer Verbesserung der Risikoabschätzung und -bewertung für EMF beitragen sollen. Zu nennen sind hier vor allem die (Folge-) Forschungsvorhaben aus dem Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramm (DMF) und der freiwilligen Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber sowie die weiterführenden Forschungsbemühungen des BfS (seit 2014) etwa im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), die zum Teil einen sehr breiten, umfassenden Ansatz verfolgen.

## Ziele und Vorgehensweise

Im Rahmen des TA-Projekts werden die Ergebnisse aus den aktuellen nationalen und internationalen Forschungsprojekten gesichtet und insbesondere darauf hin analysiert, ob relevante bzw. neue Erkenntnisse vorliegen, die substantiell die Diskussionen zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen bzw. Risiken der (HF-)EMF verändern könnten. Außerdem sollen mögliche Forschungslücken und Forschungsbedarfe identifiziert werden. Ein weiteres Ziel besteht darin, Möglichkeiten und/oder Strategien zu einer sinnvollen (notwendigen) Minimierung der Exposition der Bevölkerung durch EMF zu identifizieren bzw. zu beschreiben.

Von besonderer Relevanz ist die Perspektive bzw. die Fokussierung auf Forschungsbemühungen, die zur besseren Risikobewertung der Exposition von Kindern, aber

auch von älteren Personen und Menschen mit Vorerkrankungen einen substanziellen Beitrag leisten (könnten). Da die heutigen Kinder und Jugendlichen vermutlich lebenslang und in zunehmendem Maße EMF ausgesetzt sein werden, ist die Frage nach möglichen Langzeitwirkungen von besonderer Bedeutung. So hat aufgrund der wissenschaftlichen Unsicherheiten hinsichtlich möglicher Langzeitriskiken bei intensiver Mobiltelefonnutzung auch die Internationale Krebsforschungsagentur (IARC) der WHO 2011 die HF-EMF in die Gruppe 2B der IARC-Skala eingestuft, wonach es nach gegenwärtigem Kenntnisstand begrenzte Hinweise auf kanzerogene Wirkungen dieser Felder gibt. Diese Hinweise resultieren aus epidemiologischen Beobachtungen, können jedoch nicht oder nicht hinreichend durch experimentelle Befunde gestützt werden.

Schließlich wird im Rahmen des TA-Projekts systematisch erhoben, welche EMF in welcher Form und in welcher Stärke durch welche Geräte und Anlagen generiert werden. Auf dieser Grundlage sollen dann die daraus resultierenden Belastungen für Menschen abgeschätzt werden. Dabei werden mögliche kumulative Effekte durch gleichzeitig wirksame EMF-Quellen unterschiedlicher Frequenzen genauso berücksichtigt wie absehbare technische Weiterentwicklungen (z. B. Mobilfunk der 5. Generation). Dies dient auch dazu, mögliche Erkenntnislücken und Forschungsbedarfe in diesem Themenfeld zu identifizieren.

### TA-Projekt

Mögliche gesundheitliche Auswirkungen verschiedener Frequenzbereiche elektromagnetischer Felder (HF-EMF)

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

Dr. Christoph Revermann  
+49 30 28491-109  
revermann@tab-beim-bundestag.de

# Was wissen wir eigentlich über die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft?

Das übergeordnete Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung bildet naturgemäß auch den Orientierungsrahmen der Debatten über die Entwicklungen und Herausforderungen der Landwirtschaft. Wie in vielen anderen gesellschaftlichen Bereichen gibt es allerdings keinen Konsens darüber, wie eine nachhaltige Landwirtschaft aussehen müsste und wie sie erreicht werden kann. Dementsprechend gehen auch die Meinungen über den aktuellen Zustand und die wünschenswerten politischen Gestaltungsmaßnahmen auseinander.

Die Landwirtschaft in Deutschland und der EU unterliegt einem kontinuierlichen Strukturwandel hin zu weniger, dafür stärker spezialisierten und größeren Betrieben. Vor diesem Hintergrund gibt es seit Jahren eine breite und kontroverse Diskussion, welche Betriebsgrößen und Formen der Landbewirtschaftung und Lebensmittelproduktion den Zielstellungen einer nachhaltigen Landwirtschaft am besten entsprechen. Dabei wird in der Debatte oftmals eine simplifizierende Gegenüberstellung von kleinstrukturierten, bäuerlicher und ökologischer Landwirtschaft auf der einen Seite und industriell organisierter, konventioneller Landwirtschaft mit Großbetrieben auf der anderen Seite vorgenommen. Eine solche Polarisierung bildet jedoch die tatsächliche Vielfalt der vor allem regional unterschiedlichen Bedingungen und Herausforderungen der Landwirtschaft nicht ab und eignet sich folglich auch nicht als Basis für eine Nachhaltigkeitsbewertung.

Die Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen (FAO) hat einen allgemeinen Rahmen zur Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Betriebe wie auch von Wertschöpfungsketten bzw. Unternehmen im Bereich Landwirtschaft und Lebensmittel vorgelegt (Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems [SAFA]). In Deutschland und der Schweiz gibt es weitere Ansätze zur Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Betriebe. Eine Nachhaltigkeitsbewertung der deutschen Landwirtschaft insgesamt

erfolgt z. B. im Rahmen der Berichterstattung zur Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung mit drei unmittelbar relevanten Indikatoren (Artenvielfalt und Landschaftsqualität in der Agrarlandschaft, Stickstoffüberschuss sowie Flächenanteil ökologischer Landbau). Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) legt seit 2015 jährlich einen Nachhaltigkeitsbericht für den deutschen Agrarsektor vor, der neben Indikatoren aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie und sozialer Verantwortung einen aggregierten Nachhaltigkeitsindex umfasst.

Aggregationsstufen zwischen dem einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb und dem gesamten Agrarsektor sind bisher hingegen kaum erfasst worden. Lediglich zum Vergleich von ökologischer und konventioneller Landwirtschaft sind in den letzten Jahren zahlreiche Veröffentlichungen erschienen, wobei meist spezifische Aspekte wie Ertragsniveau, ökologische Wirkungen oder wirtschaftliche Ergebnisse verglichen wurden.

Eine bessere Erkenntnislage bei der Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme ist für die zukünftige Agrar- und Umweltpolitik auf nationaler und europäischer Ebene von zentraler Bedeutung. Dass enorme Herausforderungen bei der notwendigen, nachhaltigen Ausgestaltung der Landwirtschaft bestehen, ist interessen-, partei- und akteursübergreifender Konsens und wurde im Kontext der Internationalen Grünen Woche Anfang 2017 als zentrale Zukunftsaufgabe für Politik, Gesellschaft und Wissenschaft breit kommuniziert. Dabei geht es insbesondere um den Erhalt landwirtschaftlicher Betriebe sowie darum, den weiteren landwirtschaftlichen Strukturwandel möglichst sozial- und umweltverträglich zu gestalten.

## Ziel und Vorgehensweise

Durch das Projekt »Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme – Stand

und Perspektiven« sollen Informationen zur Frage bereitgestellt werden, welche Ansätze einer Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme geeignet erscheinen, um als Orientierungsrahmen für eine ökonomisch tragfähige, sozial- und umweltverträgliche Gestaltung der zukünftigen Agrar- und Umweltpolitik dienen zu können. Das Projekt soll vier Schwerpunkte umfassen:

1. Analyse des landwirtschaftlichen Strukturwandels in der deutschen und europäischen Landwirtschaft und dessen Nachhaltigkeitsrelevanz.
2. Vergleichender Überblick über Stand und Perspektiven der Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Betriebe und des Agrarsektors in Deutschland und international (Kontext, Methoden, Indikatoren, Datengrundlage, Ergebnisse).
3. Vergleich von ökologischer und konventioneller Landwirtschaft als Beispiel einer vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme.
4. Darstellung nötiger Schritte und des evtl. bestehenden Forschungsbedarfs hin zu einer Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme sowie Identifikation von Gestaltungsfeldern, Akteurszuständigkeiten und Kooperationsformen für die Ausgestaltung einer nachhaltigeren landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland.

### TA-Projekt

Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme – Herausforderungen und Perspektiven

### Themeninitiative

Ausschuss für Ernährung und Landwirtschaft sowie Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Lichtverschmutzung: künstliche Beleuchtung zur falschen Zeit am falschen Ort

Die Etablierung elektrischer Lichtquellen in den 1880er Jahren ermöglichte erhebliche Veränderungen bzw. Fortschritte der Arbeits- und Lebensweisen der Menschen. Die seitdem ungebrochene Ausbreitung künstlicher Lichtquellen lässt aber auch eine unbeabsichtigte Folge dieser Entwicklung immer stärker in den Vordergrund treten, die sogenannte Lichtverschmutzung. Damit wird die Aufhellung der Umwelt und des Nachthimmels durch künstliches Licht bezeichnet, die eine unerwünschte Nebenwirkung von privater und öffentlicher Straßen-, Parkwege und Uferbeleuchtung, dekorativen oder werblichen Anstrahlungen oder von Lichtkunst ist. Gerade über Großstädten entstehen sogenannte Lichtglocken, die sich im Zuge von Urbanisierung und Zersiedelung des ländlichen Raumes immer weiter ausbreiten.

Die wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Thema Lichtverschmutzung hat in den letzten Jahren stark zugenommen. In verschiedenen Disziplinen werden die teilweise negativen biologischen, ökologischen, gesundheitlichen, soziokulturellen und wirtschaftlichen Folgen künstlicher Beleuchtung bei Nacht untersucht:

- **Menschliche Gesundheit:** Die erhebliche Exposition mit künstlichem Licht beeinflusst die körpereigenen biologischen Rhythmen des Menschen mit möglichen Folgen für die physische und psychische Gesundheit. Dazu können etwa Stress oder hormonelle Wirkungen zählen (mit ggf. steigenden Risiken für Krebs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen). Als gesundheitlich problematisch angesehen wird vor allem die tagsüber verringerte, nachts hingegen erhöhte Exposition mit Licht, die die natürlichen Dunkel- und Ruhephasen beeinträchtigt.
- **Flora und Fauna:** Lichtverschmutzung kann zu Störungen von Lebensbedingungen und Verhaltensweisen führen, etwa bei nachtaktiven Insekten oder bei Zugvögeln, deren Orientierung in der Nacht durch künstliche Lichtquel-

len beeinträchtigt werden kann. Auch bei Pflanzen gibt es Hinweise auf Auswirkungen der Lichtverschmutzung in Gestalt einer verfrühten Ausbildung von Blüten bzw. einer verspäteten Winterruhe.

- **Wirtschaftliche und soziokulturelle Folgen:** Ursache für die Lichtverschmutzung ist häufig eine ineffiziente Beleuchtungstechnik, die wiederum gesellschaftliche Folgekosten durch einen zu hohen Energiebedarf verursacht. Soziokulturelle Folgen der Lichtverschmutzung sind das visuelle Verschwinden des Sternenhimmels durch Überblendung und die Beeinträchtigung der erdgebundenen Weltraumforschung.

Aktuell eröffnen die lichttechnischen und -planerischen Entwicklungen und die Massenverfügbarkeit lichtemittierender Dioden (LEDs) für Beleuchtungszwecke ein Möglichkeitsfenster für neue technische und gestalterische Innovationen und Lösungen: LED-Produkte bieten aufgrund ihrer Fokussierbarkeit und digitalen Steuerbarkeit das Potenzial, Streulicht und Lichtverschmutzung gezielt einzudämmen und sparen zudem im Vergleich zu Glühlampen erhebliche Mengen an Energie ein. Zugleich birgt LED-Beleuchtung aber auch neue Risiken hinsichtlich der Lichtverschmutzung, unter anderem wegen des hohen Blauanteils im Lichtspektrum, dessen Auswirkungen auf Flora, Fauna und die menschliche Gesundheit noch weitgehend unbekannt sind. Neue Trends in der städtischen Lichtplanung, der Lichtindustrie und in Normungsverfahren auf nationaler und europäischer Ebene bieten zugleich Ansätze zur Verringerung der Trade-offs zwischen Zielen und unerwünschten Folgen künstlicher Beleuchtung.

## Ziel und Vorgehensweise

In der Öffentlichkeit wächst das Bewusstsein für das Thema Lichtverschmutzung und den damit einhergehenden Beein-

trächtigungen. Verstärkt engagieren sich Bürger in sogenannten Dark-Sky-Initiativen und in bürgerwissenschaftlichen Projekten. Auch politisch gewinnt das Thema zunehmend an Relevanz. Zwar existieren in Deutschland derzeit keine verbindlichen Grenzwerte für Lichtimmissionen, aber Licht wird im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) zu den Immissionsarten gezählt, von denen unter Umständen eine umweltschädliche Wirkung ausgeht. In Slowenien, Italien und Frankreich wurden erste Gesetze zur Eindämmung von Lichtverschmutzung verabschiedet.

Das TA-Projekt wird eine Zusammenstellung des Wissensstands zu Umfang, aktuellen Entwicklungstrends und Auswirkungen der Lichtverschmutzung vornehmen. Darauf aufbauend sollen Handlungsoptionen identifiziert werden, die zu einer Verringerung der Lichtverschmutzung bei gleichzeitiger Berücksichtigung der nutzbringenden Ziele der Beleuchtung beitragen. Dadurch soll die Debatte um die Vor- und Nachteile künstlicher, nächtlicher Beleuchtung intensiviert und eine evidenzbasierte politische Begleitung laufender lichtplanerischer und technischer Entwicklungen ermöglicht werden.

### TA-Projekt

Lichtverschmutzung – Ausmaß, gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen sowie Handlungsansätze

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

Dr. Christoph Schröter-Schlaack  
+49 341 235-1475  
christoph.schroeter-schlaack@ufz.de

# Killerroboter auf dem Vormarsch? Autonome Waffensysteme im Fadenkreuz

In der Robotik und bei der Forschung zu künstlicher Intelligenz (KI) wurden in den letzten Jahren beeindruckende Fortschritte erzielt, die auch vor dem militärischen Bereich nicht Halt machen. Unbemannte fliegende Systeme (sogenannte Drohnen) sind seit Langem fester Bestandteil militärischer Operationen. Auch für spezielle Einsätze am Boden (beispielsweise bei der Kampfmittelbeseitigung) oder im bzw. unter Wasser (z. B. zur Seeminenabwehr) kommen bereits unbemannte Systeme zum Einsatz. Wenngleich die Handlungsautonomie dieser – in Aufbau und Zielsetzung teils sehr unterschiedlichen – Systeme derzeit noch beschränkt ist und sich ihre Steuerung regelmäßig unter menschlicher Kontrolle befindet, so ist angesichts der intensiven Forschungs- und Entwicklungstätigkeit zu erwarten, dass der Grad der Autonomie von robotischen und KI-Systemen ansteigen und ihre militärische Nutzung deutlich zunehmen wird.

Der aktuell technisch erreichbare Autonomiegrad erlaubt es beispielsweise, dass eine Drohne selbsttätig ein bestimmtes Gebiet abfliegt, um Aufklärungsdaten zu sammeln und an eine Basisstation zu senden. Dort sind menschliche Operateure im Einsatz, die diese Daten auswerten und für komplexere Missionen bzw. einen möglichen Waffeneinsatz die letztendlichen Entscheidungen treffen (bei der Drohne Predator z. B. ein Pilot und zwei Sensorspezialisten).

Bei einem vollautonomen Waffensystem würden dagegen auch die Zielauswahl, die Unterscheidung zwischen Kombattanten und Zivilisten, die Angriffsentscheidung und schließlich der Waffeneinsatz selbsttätig durch das System ohne menschliche Einwirkung erfolgen. Das militärische Interesse an einer gesteigerten Autonomie speist sich vor allem aus zwei entscheidenden Vorteilen: Zum einen kann ein autonomes System auch bei Abbruch der Kommunikationsverbindung mit der Basisstation weiter agieren, zum anderen erlaubt sie schnellere Reaktionszeiten in Gefechtssituationen, da die Verzögerun-

gen durch die Funkübertragung von Sensordaten bzw. Steuerbefehlen und durch den Abwägungsprozess des menschlichen Operateurs bis zum Einsatzbefehl wegfallen. Der Steigerung der Autonomie militärischer Systeme einschließlich von Waffensystemen wird daher in strategischen Überlegungen einiger Schlüsselakteure eine hohe Priorität eingeräumt.

Diese Entwicklung wird unter ethischen Gesichtspunkten kontrovers diskutiert, vor allem mit Bezug auf vollautonome bewaffnete Systeme: Im Vordergrund der Debatte steht die Frage, inwieweit es ethisch vertretbar ist und politisch zulässig sein soll, Maschinen im Gefecht autonom über Leben und Tod von Menschen entscheiden zu lassen. Vor diesem Hintergrund forderten 2015 in einem offenen Brief über 20.000 Personen, darunter viele KI-Forscher und bekannte Persönlichkeiten wie Stephen Hawking und Elon Musk, ein Verbot offensiver autonomer Waffen. Auch Menschenrechtsorganisationen (z. B. koordiniert Human Rights Watch die Kampagne »Stop Killer Robots« eines Netzwerks nationaler und internationaler NGOs) und die Bundesregierung (laut Koalitionsvertrag) drängen auf eine Ächtung dieser Waffensysteme.

## Ziel und Vorgehensweise

Bereits 2011 hat das TAB eine Bestandsaufnahme und Folgenabschätzung zur militärischen Nutzung unbemannter Systeme vorgelegt (TAB-Arbeitsbericht Nr. 144 »Stand und Perspektiven der militärischen Nutzung unbemannter Systeme«), jedoch nicht mit besonderem Fokus auf den autonomen Kampfeinsatz. Darauf aufbauend sollen in dem neuen TA-Projekt drei Themenbereiche untersucht werden: technische Aspekte, ethische Fragestellungen und internationale Politikfragen.

Technische Aspekte: Es soll untersucht werden, wie sich der technologische Reifegrad und die Entwicklungsperspektiven autonomer Waffensysteme gegenüber

dem Stand von 2011 weiterentwickelt haben. Darauf gestützt sollen die 2011 im TAB-Bericht getroffenen Einschätzungen mit dem Schwerpunkt auf (voll)autonome Kampfeinsätze aktualisiert und ergänzt werden.

Ethische Fragestellungen: Im Hinblick auf die sehr unterschiedlichen Autonomiegrade und Einsatzzwecke unbemannter militärischer Systeme sollen deren ethische Implikationen differenziert diskutiert werden. Dabei soll auf die Anschlussfähigkeit zu lebenspraktischen bzw. rechtlichen Problemstellungen besonderer Wert gelegt werden, beispielsweise hinsichtlich Fragen der Verantwortung und Haftbarkeit sowie in Bezug auf das humanitäre Völkerrecht bzw. die Menschenrechte.

Internationale Politikfragen: Es soll untersucht werden, welche sicherheitspolitischen Implikationen eine mögliche Verfügbarkeit autonomer Waffensysteme nach sich ziehen könnte. Beispielsweise ist zu befürchten, dass die Entscheidung, einen Konflikt mit Waffen auszutragen, leichter gefällt wird, wenn anstelle menschlicher Soldaten autonome Waffensysteme ins Feld geführt werden können. Dies könnte destabilisierend wirken und Kriege wahrscheinlicher werden lassen. Aus rüstungskontrollpolitischer Perspektive stellt sich die zentrale Frage, welche Handlungsmöglichkeiten Deutschland auf internationaler Ebene besitzt, um die angestrebte Ächtung lethaler autonomer Waffen voranzubringen.

### TA-Projekt

Autonome Waffensysteme

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Auf dem Weg in den vernetzten Bauernhof? Stand und Perspektiven digitaler Landwirtschaft

Die Digitalisierung führt zu einer Umgestaltung ganzer Lebens- und Wirtschaftsbereiche. Auch die Landwirtschaft, die sich in Deutschland durch ein hohes Technisierungs- und Automatisierungsniveau auszeichnet, ist davon nicht ausgenommen. Etliche innovative Agrartechnologien, bei denen digitale Datenverarbeitung ein entscheidendes Element ist, sind bereits praxisreif oder in fortgeschrittener Entwicklung:

- Roboteranwendungen u. a. zur automatisierten mechanischen Unkrautbekämpfung, zur Obsternte oder zum Melken von Kühen;
- Drohnen für die Kartierung landwirtschaftlicher Flächen oder zur Erhebung des Bodenzustands bzw. des Zustands von Pflanzenbeständen etc.;
- automatisierte landwirtschaftliche Fahrzeuge auf Basis von satellitengestützten Navigationssystemen;
- Sensortechniken in der Pflanzenproduktion (z. B. zur Erfassung von Boden- und Ernteparametern, Krankheitsbefall oder der Nährstoffversorgung der Pflanze) und in der Tierproduktion (z. B. zur Erfassung der Futteraufnahme oder von Tiergesundheitsparametern).

Digitale Technologien dieser Art erzeugen potenziell riesige Datenmengen (Big Data), die sich wiederum mit externen Datenquellen verbinden lassen (Wetterdaten, Geodaten etc.). Mithilfe geeigneter Analysetools (z. B. Apps, webbasierte Managementsysteme) lassen sich daraus Rückschlüsse für die Optimierung einzelner Produktionsschritte ziehen, ein Vorgang, der als Smart Farming bzw. Precision Agriculture bezeichnet wird. Die Hoffnung ist – analog zu Industrie 4.0 – digitale Landwirtschaftsmaschinen zu vernetzen (cyberphysische Systeme), sodass sich landwirtschaftliche Produktionsprozesse flexibel steuern und insgesamt transparenter, ressourceneffizienter und nachhaltiger gestalten lassen. Digitale Technologien haben in der Agrartechnik darüber hinaus das Potenzial,

Veränderungen in den vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten (z. B. Landmaschinenhersteller, Lebensmittelindustrie, Einzelhandel) anzustoßen. Strukturen, Abläufe und Verantwortlichkeiten in der Landwirtschaft könnten sich damit grundlegend ändern.

Die beschriebenen Entwicklungen werden mittlerweile unter dem Begriff Landwirtschaft 4.0 zunehmend in Politik und Öffentlichkeit diskutiert. Generell ist festzustellen, dass in der Diskussion und den vorliegenden Veröffentlichungen gerne auf erfolgreiche Einzelanwendungen und ihre Potenziale verwiesen wird. Hinsichtlich der Fragen, wie eine umfassend vernetzte Landwirtschaft 4.0 realisiert werden könnte und welche Wirkungen sie hätte, gibt es jedoch noch große Unsicherheiten. Noch handelt es sich bei der Landwirtschaft 4.0 um eine Zukunftsvision, vor deren Verwirklichung diverse Hürden zu bewältigen sind. Insgesamt handelt es sich um ein Thema mit hohem politischen Gestaltungsbedarf, damit sich die angesprochenen Potenziale – insbesondere die Chance auf eine bessere Vereinbarkeit ökonomischer und ökologischer Ziele – umsetzen lassen.

## Ziele und Vorgehensweise

Für die Bearbeitung dieses Themenfeldes sind sinnvollerweise zwei Ebenen zu unterscheiden: zum einen die Optimierung und Automatisierung spezifischer landwirtschaftlicher Produktionsschritte bzw. -funktionen mithilfe von digitalen Einzelanwendungen (Smart Farming), zum anderen die umfassende Vernetzung und Auswertung von Daten im Rahmen übergreifender Managementsysteme (Landwirtschaft 4.0).

In der ersten Projektphase wird es primär darum gehen, einen systematischen Überblick über Stand und Tendenzen bei digitalen Agrartechnologien – sowohl Hard- als auch Software – zu schaffen. Dazu wird eine Bestandsaufnahme rele-

vanter Technologiefelder vorgenommen (Roboteranwendungen, Drohnen, Sensortechniken, automatisierte landwirtschaftliche Fahrzeuge), die neben dem aktuellen Stand der Technikentwicklung auch konkrete Anwendungsmöglichkeiten, maßgebliche FuE-Akteure und -Projekte sowie Integrationsmöglichkeiten in softwarebasierte Werkzeuge der Datenverarbeitung und -analyse thematisiert. Auch voraussichtliche Pfade der weiteren Technikentwicklung sowie die betrieblichen, infrastrukturellen sowie rechtlichen Rahmenbedingungen einer erfolgreichen Implementierung werden beleuchtet.

Der Fokus der zweiten Projektphase wird auf übergreifenden Fragen der systemisch vernetzten Landwirtschaft liegen. Es wird eine systematische Analyse der damit verbundenen Chancen und Risiken erfolgen, um frühzeitig Wirkungen auf die Entwicklung der Landwirtschaft einschätzen zu können. Besonderes Interesse gilt dabei einerseits den Auswirkungen der Vernetzung auf kleinere und mittlere landwirtschaftliche Betriebe sowie andererseits dem Beitrag, der die Digitalisierung zu einer sozial und ökologisch verträglichen und ökonomisch erfolgreichen Landwirtschaft leisten kann. Weitere Untersuchungsfragen betreffen (neue) Rechtsfragen sowie infrastrukturelle Rahmenbedingungen (Internet, Open Data, Standards). Schließlich sollen parlamentarische Handlungsbedarfe und mögliche Handlungsoptionen zur Gestaltung der agrar- und forschungspolitischen sowie rechtlichen Rahmenbedingungen aufgezeigt werden.

### TA-Projekt

Digitalisierung der Landwirtschaft

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Digitale Technologien für mehr Teilhabe von Menschen mit Behinderungen

Der Begriff »gesellschaftliche Teilhabe von Menschen mit Behinderungen« wird meist sehr umfassend für unterschiedliche Lebensbereiche verwendet. Die Spanne reicht von alltäglicher Lebensführung und Wohnen über Rehabilitation und Gesundheit, Mobilität, Bildung, Arbeit und Beschäftigung, Freizeitaktivitäten bis zu Verwaltungsangelegenheiten und politischer Teilhabe.

Digitalen und vernetzten Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) wird regelmäßig großes Potenzial attestiert, unterschiedliche Lebenssituationen für Menschen mit Behinderungen zu verbessern und bestehende Barrieren der gesellschaftlichen Teilhabe abzumildern. Die UN-Behindertenrechtskonvention verpflichtet die Vertragsstaaten, entsprechende Technologien zu erforschen, zu entwickeln und bereitzustellen.

Im TAB-Arbeitsbericht Nr. 129 »Chancen und Perspektiven behinderungskompensierender Technologien am Arbeitsplatz« aus dem Jahr 2009 wurden vielfältige technische Lösungen vorgestellt, die Menschen mit motorischen, visuellen und akustischen Beeinträchtigungen am Arbeitsplatz und auf Arbeitswegen unterstützen und umgebende Barrieren absenken können. Das damals attestierte Potenzial etlicher digitaler Technologien ist zweifellos auch auf andere Lebensbereiche übertragbar und dürfte durch das mobile Internet zusätzlich gesteigert werden. Denn die Technikkomponenten werden zunehmend ubiquitär verfügbar. Auch werden fortlaufend neue digitale Anwendungen entwickelt, die Menschen mit Behinderungen die gesellschaftliche Teilhabe erleichtern und Brücken auf dem Weg zu barrierefreien Infrastrukturen bauen. Beispiele hierfür sind wheelmap.org, eine Onlinekarte für rollstuhlgerechte Orte, die Apps Greta und Starks zur Audiodeskription bzw. Untertitelung von Kinofilmen für Blinde bzw. Gehörlose oder die App LetMeTalk zur unterstützten Kommunikation für Menschen mit Sprachstörungen.

Bei etlichen Neuentwicklungen ist offen, ob bzw. inwieweit die unterstellten Potenziale auch jenseits von Einzelanwendungen für größere Personengruppen realisiert werden können. Denn die Digitaltechniken werden in einem komplexen Beziehungsgeflecht diverser Akteure mit unterschiedlichen (Teil-)Zuständigkeiten erforscht, entwickelt, angepasst, eingesetzt und finanziert. 2009 kam das TAB zur Einschätzung, dass es bei vielen technischen Optionen zur Überwindung von Barrieren eine erhebliche Diskrepanz zwischen den jeweils unterstellten Potenzialen und der tatsächlichen Anwendung gibt. In aktuellen Untersuchungen wird dies bestätigt und darauf hingewiesen, dass die Digitalisierung diverser Lebensbereiche auch negative Folgen und neue Barrieren für Menschen mit Behinderung mit sich bringen kann, wenn deren besondere Bedürfnisse nicht bereits bei der Anwendungsentwicklung berücksichtigt werden.

## Ziel und Vorgehensweise

Zuerst sollen Möglichkeiten und Grenzen digitaler Technologien zur besseren Teilhabe von Menschen mit Behinderungen anhand von Fallbeispielen dargestellt werden. Die Beispiele sollen den Untersuchungsraum in folgenden Dimensionen sondieren:

- Lebensbereiche: Im Fokus stehen Situationen der alltäglichen Lebensführung und Freizeitbereiche. Dazu sind explizit auch die Bewältigung von Verwaltungsangelegenheiten und die politische Teilhabe zu zählen.
- Art der funktionalen Einschränkung: Neben motorischen sowie visuell und akustisch wahrnehmenden Funktionseinschränkungen sollen auch kognitive und psychische Einschränkungen in den Blick genommen werden.
- Art der Technik: Sowohl assistive Technologien als auch barrierearme oder -freie Umfeldgestaltung sollen berücksichtigt werden.

In der zweiten Projektphase sollen folgende Aspekte vertiefend betrachtet werden:

- Das Innovationssystem, wobei folgende Fragen im Fokus stehen: Welche Konstellationen erweisen sich als besonders erfolgversprechend, wo werden strukturelle Probleme gesehen? Mit welchen Maßnahmen könnte die Technikentwicklung gestärkt werden? Wie sind Technikentwicklung und -einsatz in nationalen Aktionsplänen und Teilhaberichten verankert?
- Der relevante Rechtsrahmen zum Technikeinsatz mit folgenden vordringlichen Fragen: Wer hat in Bereichen der alltäglichen Lebensführung, der Freizeit und politischen Teilhabe welche Verantwortlichkeiten und Pflichten? Wie können Menschen mit Behinderungen ihre Rechte in diesem Bereich einfordern? Welche strukturellen gesellschaftlichen Herausforderungen ergeben sich?
- Perspektive der Nutzer, wobei folgende Aspekte angesprochen werden sollen: Wie wird die Technologie wahrgenommen (wenn z. B. digitale technische Assistenz persönliche Assistenz verdrängt)? Welche Folgen auf die persönliche Autonomie und informationelle Selbstbestimmung verbinden sie mit dem Technikeinsatz? Entstehen möglicherweise neue Barrieren und Abhängigkeiten?

### TA-Projekt

Potenziale von mobilem Internet und digitalen Technologien für die bessere Teilhabe von Menschen mit Behinderungen

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Genome Editing am Menschen – durch technischen Fortschritt zur ethisch-rechtlichen Neubewertung?

Die jüngste Generation gentechnischer Verfahren, das sogenannte Genome Editing (mit Methoden wie CRISPR-Cas9), hat aufgrund ihrer einfachen und vielfältigen Anwendbarkeit seit einigen Jahren einen Forschungsboom sowohl in der Pflanzen- und Tierzucht als auch in der Humanmedizin ausgelöst. Viele Forschende erwarten durch die größere Präzision und die nun möglich werdende Modifikation endogener (zelleigener) Gene eine relevante Verminderung unerwarteter und unerwünschter Nebeneffekte, die im Bereich der somatischen (d. h. auf Körperzellen gerichteten und nicht die Vererbung beeinflussenden) Gentherapie die Entwicklung bislang stark gebremst haben. Als Folge wird eine Erweiterung genbasierter Therapiemöglichkeiten erwartet. Und selbst eine Keimbahnintervention, d. h. ein dauerhafter, vererbbarer Eingriff in das menschliche Genom, rückt inzwischen in den Bereich des Möglichen. Berichte über entsprechende Versuche chinesischer Wissenschaftler (wenn auch an nichtentwicklungsfähigen Embryonen) haben Anfang 2015 eine intensive wissenschaftliche und ethische, in gewissem Umfang auch politische und öffentliche/mediale Debatte ausgelöst, die durch weitere Versuche an Embryonen (u. a. in Großbritannien) befeuert wurde.

In Deutschland legten im Sommer 2015 zuerst die Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Gentechnologiebericht der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften und danach gemeinsam die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften acatech, die Akademienunion sowie die Deutsche Forschungsgemeinschaft Stellungnahmen zu einer ersten Bewertung und zum weiteren Umgang mit Genome Editing beim Menschen vor und sprachen sich für ein internationales Moratorium für Keimbahninterventionen aus. Ein generelles Forschungsmoratorium wurde nicht gefordert, sondern vielmehr die weitere Abklärung möglicher Chancen und Risiken des Verfahrens sowie eine gesellschaftli-

che Debatte über die ethischen und rechtlichen Fragen der Keimbahntherapie. Diese Debatte wurde seitdem vom Deutschen Ethikrat in einer Reihe von Veranstaltungen vorangetrieben, teils gemeinsam mit der Leopoldina und/oder der DFG, teils in Sitzungen mit Ethikräten anderer Staaten, darunter der britische Nuffield Council on Bioethics, der ein besonders umfangreiches Arbeitsprogramm zum Genome Editing entwickelt hat.

Im März dieses Jahres stellte die Leopoldina ein Diskussionspapier von elf Autoren vor (»Ethische und rechtliche Beurteilung des genome editing in der Forschung an humanen Zellen«), die sich für den »Einsatz von genome editing zur Erforschung der menschlichen Embryonalentwicklung«, die »Erforschung von Keimbahntherapien und -effekten« sowie die »Verwendung von Embryonen für Forschungszwecke« aussprechen. Hierfür wäre eine Änderung der (trotz bzw. wegen des Embryonenschutzgesetzes teilweise nicht eindeutigen) Rechtslage notwendig.

## Ziel und Vorgehensweise

Eine größere interdisziplinäre Darstellung des Themas Genome Editing am Menschen liegt bislang auf Deutsch nicht vor. Das BMBF fördert seit Herbst 2016 insgesamt sieben interdisziplinäre Forschungsprojekte und fünf Klausurwochen zu »ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekten moderner Verfahren der Genom-Editierung und deren möglicher Anwendungen«, wobei in gut der Hälfte humanmedizinische Fragen thematisiert werden. Nach Abschluss der Projekte Ende 2019 wird eine vielfältige und umfassende Informationsgrundlage für die weitere gesellschaftliche und politische Auseinandersetzung in Deutschland mit den Perspektiven und Herausforderungen des Genome Editing am Menschen (wie auch im Bereich der Landwirtschaft) vorliegen. Für das Jahr 2019 ist außerdem eine anwendungsübergreifende TA-Studie zum Thema Genome Editing des

schweizerischen Pendant des TAB, der TA-SWISS, zu erwarten, die im Dezember 2016 ausgeschrieben wurde.

Diese laufenden Parallelaktivitäten wurden bei der Zielstellung und dem Zugschnitt des TAB-Projekts berücksichtigt, um dem 19. Deutschen Bundestag 2018 eine nützliche Informationsgrundlage bieten zu können. Ziel der Untersuchung ist eine aktuelle Sachstandserhebung sowohl zur Keimbahntherapie als auch zur somatischen Gentherapie mithilfe von Genome-Editing-Verfahren.

Da sich die beiden Anwendungsbereiche stark hinsichtlich der naturwissenschaftlich-technisch, medizinisch, bioethisch und rechtlich relevanten Fragen und Streitpunkte unterscheiden, werden zwei verschiedene Herangehensweisen und Schwerpunkte gewählt: Während bei der Keimbahntherapie eine Analyse des bisherigen und laufenden ethischen und rechtlichen, fachwissenschaftlichen und öffentlichen Diskurses im Vordergrund steht, soll bei der somatischen Gentherapie vor allem der naturwissenschaftlich-medizinische Sachstand erhoben werden. Das Ziel sind kompakte Darstellungen zu den beiden Anwendungsfeldern als Informationsgrundlage für absehbare Debatten über eine mögliche Anpassung des Embryonenschutzgesetzes sowie über Fragen der Intensivierung der Forschungs- und Entwicklungsförderung somatischer Gentherapieansätze z. B. zur Krebstherapie.

### Monitoring

Genome Editing am Menschen

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Welchen Einfluss haben Algorithmen auf die Meinungsbildung?

Eine wichtige Quelle politischer Informationen und Grundlage für die Meinungsbildung sind Onlinemedien, über die sich in den letzten Jahren immer mehr Menschen zu wichtigen gesellschaftlichen Themen informieren. Dabei sind auch Suchmaschinen von Bedeutung, die wie Internetportale und soziale Netzwerke heute fester Bestandteil der alltäglichen Mediennutzung vieler Menschen sind.

Die Funktionsweise digitaler Medien wird durch Algorithmen bestimmt. Algorithmen entscheiden beispielsweise, welche Webseiten für eine Suchanfrage als relevant angesehen werden und in welcher Reihenfolge die Ergebnisse präsentiert werden. Sie legen auf der Grundlage von Mediennutzungsdaten fest, welche Auswahl von Meldungen (und Werbung) ein Nutzer wann angezeigt bekommt. Auf diese Weise können sie die Meinungsbildung beeinflussen.

Doch nicht nur die sozialen Medien, auch die traditionelle Medienberichterstattung wird zunehmend durch Algorithmen geprägt. Journalisten – wie auch weitere Akteure, die zur Meinungsbildung beitragen – werden bei Kernaufgaben wie Recherchieren, Gewichtung und Auswahl von Informationen, Produktion und Distribution von Beiträgen etc. durch Algorithmen unterstützt. Noch sind maschinelle Nachrichten auf Bereiche beschränkt, zu denen standardisierte Daten (z. B. Sporttabellen, Unternehmensberichte) vorliegen. Aber vor dem Hintergrund der rasanten Entwicklung lernender Algorithmen ist mit einer Ausweitung auf andere Bereiche zu rechnen.

Der Einsatz von Algorithmen dient auch dazu, die Präferenzen der Rezipienten zu erkunden: So zeigen die Washington Post oder das US-Nachrichtenportal Upworthy Testpersonen vor der Veröffentlichung unterschiedliche Versionen eines Beitrags. Eine Software ermittelt daraufhin, welche Kombination von Titellei, Bildern und Textbausteinen von der Leserschaft am besten akzeptiert wird.

Es ist davon auszugehen, dass Algorithmen eine zunehmend wichtige Rolle für die Meinungsbildung spielen. Auf der einen Seite ermöglicht ihr Einsatz den Medienkonsumenten einen gegenüber digitalen Medien erheblich leichteren Zugriff auf ein breites Spektrum an Informationen und (auch politischen) Stellungnahmen. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr, dass die Meinungsbildung durch häufig nicht klar erkennbare algorithmische Mechanismen (z. B. den Facebook-Newsfeed-Algorithmus bzw. das Suchmaschinenranking) beeinflusst oder sogar manipuliert wird.

Das Wirkungsgefüge von Algorithmen und digitalen Medien ist in den vergangenen Jahren zunächst in Fachkreisen, zunehmend aber auch in den Massenmedien in den Fokus der Aufmerksamkeit geraten. Dabei werden u. a. folgende Fragen diskutiert: Welche Inhalte bekommen Facebooknutzende zu sehen, welche Ergebnislisten werden bei der Google-Suche eingeblendet? Wie nutzen Medienanbieter die neuen Möglichkeiten beispielsweise zur Priorisierung und Erstellung von Medienberichten? Welche Bedeutung haben algorithmisch unterstützte Medienangebote für die Meinungsbildung bzw. die Herstellung von (politischer) Öffentlichkeit? Wirken sich Falschmeldungen, Hasskommentare oder »Filterblasen« auf demokratische Entscheidungen aus?

Gleichwohl stellte ein interdisziplinäres Wissenschaftlerteam 2016 im Wissenschaftsmagazin Nature fest, dass es noch zu wenige Analysen zu den (möglichen) Auswirkungen des Einsatzes von Algorithmen auf soziale, kulturelle und politische Bereiche gebe. Zivilgesellschaftliche Initiativen fordern zumindest eine bessere Nachvollziehbarkeit und ggf. Kontrolle von Algorithmen.

## Ziel und Vorgehensweise

Im TAB-Projekt wird sich dem komplexen Themenfeld aus zwei Richtun-

gen genähert: Die dynamischen, durch Algorithmen geprägten Entwicklungen werden sowohl in Bezug auf traditionelle als auch soziale Medien diskutiert. Im Mittelpunkt stehen die Einflüsse auf die Meinungsbildung. Den Ausgangspunkt bilden Literaturanalysen zu den technischen Grundlagen und zur Verwendung von Algorithmen in digitalen Medien, zur wissenschaftlichen Diskussion und zu möglichen politischen Handlungsinstrumenten. Die öffentliche Diskussion hierzu wird durch eine Analyse von Beiträgen in Presse und Rundfunk erfasst. Experteninterviews mit Fachleuten aus Wissenschaft und Praxis ergänzen die Herangehensweise.

Ausgewählte Aspekte sollen im Rahmen von Dialogelementen des Stakeholder Panel TA vertieft werden. Dazu werden Diskussionen in Fokusgruppen durchgeführt und Thesen generiert, beispielsweise zu den Fragen, welche Potenziale, Limitierungen, Chancen und Risiken Nutzende mit personalisierten Nachrichten verbinden. In einer Onlinebefragung sollen die Ergebnisse aus den Fokusgruppen validiert werden.

Das TAB knüpft mit diesem TA-Projekt auch an die TA-Vorstudie »Social Bots« an, in der sich mit den Auswirkungen von Social Bots u. a. auf die öffentliche Meinung beschäftigt wurde, also von Computerprogrammen, die darauf ausgerichtet sind, in sozialen Netzwerken maschinell erstellte Beiträge zu generieren, um so die öffentliche Diskussion zu beeinflussen.

### TA-Projekt

Algorithmen in digitalen Medien und ihr Einfluss auf die Meinungsbildung

### Themeninitiative

Ausschuss für Kultur und Medien

### Kontakt

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

# Virtual und Augmented Reality – die Realität erweitern

Als Virtual Reality (VR) wird eine computergestützte, softwaregenerierte Simulation realer oder fiktiver Umwelten bezeichnet, in die die Nutzer mithilfe geeigneter Mensch-Maschine-Schnittstellen (z. B. eine VR-Brille) versetzt werden und in der sie mit der simulierten Umwelt interagieren können. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der Augmented Reality (AR) um eine computergenerierte Erweiterung der wahrnehmbaren Realität. Hier werden beispielsweise Zusatzinformationen wie Texte, Bilder oder virtuelle Objekte in das Sichtfeld der Nutzer eingeblendet, etwa Arbeitshinweise in die Brille eines Montagemitarbeiters.

Die Intensität der Verschränkung physischer und virtueller Realitäten wird als Immersionsgrad bezeichnet: Während totale Immersion ein Gefühl des vollständigen Eintauchens in eine virtuelle, künstliche Umwelt beschreibt, ist bei geringen Immersionsgraden die reale Umwelt stets noch allgegenwärtig (dies ist bei AR-Lösungen der Fall). Für eine perfekte VR-Umgebung wären alle Bestandteile der realen Welt, also Lebewesen, Gegenstände, Naturerscheinungen wie auch deren Geräusche, Gerüche und haptische Eigenschaften, zu simulieren – davon sind die momentan verfügbaren technischen Lösungen allerdings noch weit entfernt.

Gleichwohl befinden sich die Technologien, deren Ursprünge in den 1960er Jahren liegen, infolge von kontinuierlichen Leistungssteigerungen und der einsetzenden Kostendegression aktuell in einer Entwicklungsphase, in der sie in diverse professionelle und private Anwendungsbereiche Einzug halten. Erfolgreiche Anwendungsversuche gibt es beispielsweise in der Behandlung von Phobien, in denen die Patienten mithilfe der VR mit der angstauslösenden Situation virtuell konfrontiert werden (z. B. Kontakt mit Spinnen, Erleben großer Höhen).

Durch die Vielzahl neuer Geräte, die von Herstellern wie Samsung, Microsoft, Sony, Google oder HTC auf den Markt

gebracht werden, scheint vor allem der multimediale, konsumnahe Bereich von VR an Dynamik zu gewinnen. Tatsächlich stehen jedoch aktuelle Entwicklungen von B2B-Lösungen für Industrie, Medizin, Tourismus, Kultur, Bau- und Architekturgewerbe dem Verbraucherbereich in nichts nach. Dies unterstreicht die ökonomische und gesellschaftliche Relevanz von VR und AR.

## Ziel und Vorgehensweise

In der TA-Vorstudie werden in einem explorativem Ansatz Entwicklungspfade, Anwendungspotenziale und Technikfolgen von VR und AR untersucht. Die allgemeinen Herausforderungen, die aus der Verschränkung realer und virtueller Umwelten resultieren, werden dabei genauso in den Blick genommen wie die anwendungsspezifischen Technologiepotenziale und -folgen. Wesentliche Untersuchungsfragen lauten: In welchen Bereichen des privaten und beruflichen Alltags sind bzw. werden VR- oder AR-Technologien relevant? Welche Bedeutung nehmen VR bzw. AR in einer zunehmend digitalisierten Welt ein, welche neuen Services und Geschäftsmodelle sind zu erwarten? Wie verändert VR und AR unseren beruflichen und privaten Alltag oder unsere Praxis der Mediennutzung? Wie wirkt sich ein dauerhafter Aufenthalt in virtuellen Welten auf unsere physische und psychische Gesundheit aus?

Für die Untersuchung sollen u. a. leitfadengestützte Interviews mit Experten der verschiedenen potenziellen Anwendungsfelder durchgeführt sowie die vorhandene Literatur zum Thema gesichtet werden. Für jedes der betrachteten Anwendungsfelder soll als Ergebnis eine Roadmap erstellt werden, welche die unterschiedlichen Pfade der Technologieentwicklung abbildet, und darauf basierend die Anwendungspotenziale darstellt. Die Roadmaps sollen sodann im Rahmen eines Expertenworkshops diskutiert, validiert und auf anwendungsfeldübergreifende Quer-

bezüge und Enabling Technologies überprüft werden. Sie dienen schließlich dazu, Auswirkungen und Folgen der Anwendung von VR bzw. AR-Technologien abzuschätzen und etwaige Handlungsbedarfe zu identifizieren.

Übergreifendes Ziel des Analyseprozesses ist, das zunehmend komplexe Untersuchungsfeld differenziert zu betrachten, richtungsweisende Herausforderungen der zukünftigen Entwicklungen zu benennen und daran geknüpfte Folgen für Wirtschaft und Gesellschaft abzuleiten.

### TA-Vorstudie

Virtual und Augmented Reality – Entwicklungspfade, Anwendungspotenziale, Technikfolgen

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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