

## BRIEF NR. 47

<b>Editorial</b>		3
<b>Schwerpunkt: Digitaler Wandel der Bildungs- und Arbeitswelten</b>	>	
	>	Digitalisierung der Gesellschaft – Einführung in das Schwerpunktthema 7
	>	Veränderung von Bildung durch neue digitale Medien 11
	>	Digitale Arbeitswelten in Produktion und Dienstleistung – zwischen Euphorie und Pessimismus 19
	>	Flexible neue Arbeitswelt. Eine Bestandsaufnahme auf gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene 25
	>	Industrie 4.0: Perspektiven für Arbeit und Beschäftigung 29
	>	Data-Mining – Imagewandel der Statistik? 34
<b>Neue Projekte</b>	>	Im Überblick 42
<b>Innovationsanalyse</b>	>	Umwelt- und Nachhaltigkeitspotenziale der industriellen Biotechnologie 49
<b>Monitoring</b>	>	Wie flexibel können Kernkraftwerke betrieben werden? 52
<b>TA International</b>	>	EPTA-Herbstkonferenz zur »Zukunft der Arbeit« 54
<b>Neue Veröffentlichungen</b>		55

# Laufende Untersuchungen

## TA-Projekte

Herausforderungen für die Pflanzenzüchtung – Auswirkungen des Strukturwandels in der Pflanzenzüchtung auf die genetische Diversität, die Sortenvielfalt und die Leistungsfähigkeit der heimischen Landwirtschaft	Dr. Arnold Sauter
Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit – Möglichkeiten und Herausforderungen	Dr. Claudio Caviezel
Data-Mining – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen	Dr. Katrin Gerlinger
Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt (inklusive Horizon-Scanning)	Dr. Franziska Boerner Dr. Simone Ehrenberg-Silies (VDI/VDE-IT)
Human- und tiermedizinische Wirkstoffe in Trinkwasser und Gewässern – Mengenanalyse und Risikobewertung	Prof. Dr. Bernd Klauer (UFZ)
Robotik und assistive Neurotechnologien in der Pflege – gesellschaftliche Herausforderungen (inklusive Horizon-Scanning) Vertiefung des Projekts »Mensch-Maschine-Entgrenzungen«	Dr. Christoph Kehl Dr. Simone Ehrenberg-Silies (VDI/VDE-IT)
Umgang mit Nichtwissen bei explorativen Experimenten	Dr. Johannes Schiller (UFZ)

## TA-Vorstudie

Ausbau regenerativer Energieerzeugung – ökologische und andere Folgewirkungen in einer integrierten sozioökonomischen und ökologischen Gesamtbetrachtung	Dr. Reinhard Grünwald
--	-----------------------

## Monitoring

Aktueller Stand und Entwicklungen von Pränatal- und Präimplantationsdiagnostik	Dr. Arnold Sauter
Nachhaltige Potenziale der Bioökonomie – Biokraftstoffe der 3. Generation	Dr. Christoph Aicher (UFZ)

## Innovationsanalyse

Gesundheits-Apps	Michaela Evers-Wölk (IZT)
Additive Fertigungsverfahren (»3-D-Druck«) (inklusive Horizon-Scanning)	Dr. Claudio Caviezel Dr. Simone Ehrenberg-Silies (VDI/VDE-IT)

# Editorial

Die Zeit seit dem Erscheinen des letzten TAB-Briefs war geprägt von Aktivitäten anlässlich des 25. Geburtstags der TA beim Deutschen Bundestag, dem Abschluss einer Reihe von Projekten sowie dem Beginn einer Staffel neuer Untersuchungen. Am 9. Juni fand dann die erste von drei für das Jahr 2016 geplanten öffentlichen Diskussionsveranstaltungen zum hochaktuellen Thema Mediensucht statt, die nächste wird für den 29. September unter dem Titel »Synthetische Biologie, Genome Editing, Biohacking – Herausforderungen der neuen Gentechnologien« vorbereitet.

## Festveranstaltung 25 Jahre TA beim Deutschen Bundestag

Der 25. Geburtstag des TAB wurde am 2. Dezember 2015 mit einer Festveranstaltung im Paul-Löbe-Haus des Deutschen Bundestages begangen (Mediathek des Bundestages: <http://dbtg.tv/cvid/6245132>). Sowohl der Bundestagspräsident Prof. Dr. Norbert Lammert als auch die Ausschussvorsitzende Patricia Lips (CDU/CSU) betonten die Relevanz und fast schon Selbstverständlichkeit der Beratung des Parlaments durch das TAB. »Die Ursache für die kontinuierliche und erfolgreiche Beratungsarbeit des TAB ist die unabhängige, neutrale wissenschaftliche Expertise mit dem Anspruch höchster Fundierung, aber auch die transparente und verständliche Vermittlung komplexer Sachverhalte«, erklärte Patricia Lips. Und der Bundestagspräsident unterstrich, dass das TAB zwar sinnvollerweise beim Forschungsausschuss angebunden sei, aber »die Urteilsfähigkeit des Parlaments im Ganzen begleiten und befördern« solle. Jean-Yves Le Déaut, Abgeordneter der Assemblée Nationale und Präsident der französischen TAB-Schwestereinrichtung L'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), lobte den intensiven Austausch zwischen den Parlamenten der Nachbarländer zu Fragen von Forschung und Technologie.



Festveranstaltung »25 Jahre TAB beim Deutschen Bundestag«; Foto: DBT/Dr.Philipp Lengsfeld, MdB

Zum Nutzen und der Nutzung der vom TAB vorgelegten Analysen äußerten sich die für TA zuständigen Abgeordneten und Berichterstatter der Bundestagsfraktionen in einer Podiumsdiskussion. Dr. Philipp Lengsfeld (CDU/CSU) betonte, »dass die Berichte des Büros für Technikfolgen-Abschätzung nicht nur wichtige Impulse für die Facharbeit der Ausschüsse liefern, sondern auch Hintergrunddaten für fachübergreifende Initiativen«. René Röspe (SPD) hielt die wissenschaftlichen Einschätzungen des TAB als Grundlage parlamentarischer Entscheidungen für unverzichtbar, denn »um neue Technologien sinnvoll und nachhaltig für die Gesellschaft nutzen zu können, müssen vorab deren Chancen wie auch Risiken bekannt sein«. Ralph Len-

kert (Die Linke) erklärte: »Insbesondere bei der Durchdringung vieler Lebensbereiche durch digitale Technologien sind Orientierungs- und Entscheidungshilfen für uns Abgeordnete notwendig. Als Analyst und Sensor für solche Fragestellungen ist das TAB fraktionsübergreifend als wissenschaftliche Beratungsinstanz anerkannt«. Und Harald Ebner (Bündnis 90/Die Grünen) meinte, dass das Tempo technologischer Neuerungen enorm und ihre Auswirkungen schwer einzuschätzen seien. Politik müsse die richtigen Entscheidungen zum Umgang mit neuen Technologien treffen – trotz vieler Unsicherheitsfaktoren. »Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag ist dabei eine unentbehrliche Hilfe«.



Podiumsdiskussion mit den Abgeordneten Harald Ebner, Ralph Lenkert, René Röspe, Dr. Philipp Lengsfeld (von links) sowie dem Moderator Volkart Wildermuth (Mitte); Foto: DBT/photothek.net/Trutschel



Podiumsdiskussion mit Prof. Dr.-Ing. Thomas Stieglitz, Enno Park, Prof. Dr. Tanja Schultz, Prof. Dr. Christiane Woopen, Prof. Dr. Armin Grunwald, Karl Heinz Ammon (von links) sowie dem Moderator Volkart Wildermuth (Mitte); Foto: DBT/photothek.net/Trutschel

Mit den Tendenzen einer »Mensch-Maschine-Entgrenzung« wurde im zweiten Teil der Veranstaltung ein geradezu idealtypisches Thema für die Technikfolgenabschätzung mittels Vortrag, Präsentation und Diskussion verhandelt. Immer leistungsfähigere Neurotechnologien werden zwar primär zu therapeutischen Zwecken entwickelt, finden aber zunehmend auch ohne medizinischen Anlass Anwendung zur Erweiterung menschlicher Fähigkeiten. Prof. Dr. Armin Grunwald, Leiter des TAB, beleuchtete in seinem Vortrag, wohin die Entwicklung in Zukunft gehen könnte. Er beschrieb eine Vision, bei der die Maschine in den Menschen einzieht, ihm quasi unter die Haut fährt. Ein anschauliches Beispiel bot die myoelektrische Armprothese, die in den Muskelzellen elektrische Spannung im Mikrovoltbereich erzeugt, die der Anwender Karl Heinz Ammon vorführte. Ammon, dem nach einem Unfall unterhalb des Schultergelenks der Arm amputiert worden war, kann mithilfe der Prothese z. B. sein Handgelenk um 360° drehen. Wie dieses komplizierte Elektrodenmodell funktioniert, wurde von Martin Pusch vom strategischen Technologiemanagement der Otto Bock HealthCare GmbH erklärt. Der gesellschaftliche Nutzen, aber auch mögliche Risiken heutiger und zukünftiger Neurotechnologien waren Gegenstand der Diskussionsrunde

unter der Überschrift »Cyborgs und Maschinen-Menschen – zwischen Therapie und Utopie«, die vom Wissenschaftsjournalisten Volkart Wildermuth kenntnisreich und umsichtig moderiert wurde. Teilnehmende waren Enno Park, Vorsitzender des Vereins Cyborgs, Prof. Dr.-Ing. Tanja Schultz vom Lehrstuhl für kognitive Systeme der Universität Bremen, Prof. Dr.-Ing. Thomas Stieglitz vom Lehrstuhl für biomedizinische Mikrotechnik der Albert-Ludwig-Universität Freiburg sowie Prof. Dr. Christiane Woopen, Vorsitzende des Deutschen Ethikrates.

### Plenardebatte

25 Jahre Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag waren darüber hinaus am 18. Februar 2016 Thema einer gut einstündigen Plenardebatte (die unter <http://suche.bundestag.de/plenarprotokolle/search.form> nachverfolgt werden kann). Auch in ihr würdigten alle Redner den hohen Wert der Arbeit des TAB für den Deutschen Bundestag. Die Ausschussvorsitzende Patricia Lips verwies auf die ca. 200 Berichte, in denen das TAB seit seiner Gründung potenzielle Auswirkungen neuer technologischer Entwicklungen für den Bundestag vorausschauend und umfassend analysiert hat. Damit seien die Parlamentarier immer wieder umfassend informiert und un-

terstützt worden, um sowohl die Potenziale und Chancen neuer wissenschaftlich-technischer Entwicklungen als auch Möglichkeiten zur Vermeidung oder Abmilderung ihrer Risiken erkennen und ausloten zu können. Die auf dieser Grundlage entwickelten Handlungs- und Gestaltungsoptionen hätten der Politik wichtige Hinweise gegeben. Konkret nannte Patricia Lips Untersuchungsaufträge zur Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften am Beispiel eines großflächigen Ausfalls der Stromversorgung, zu den Auswirkungen des 3-D-Druckens, zur Synthetischen Biologie, zum Medien-suchtverhalten, zu elektronischen Petitionen und zur Medikamentenentwicklung für Afrika. Die Ausschussvorsitzende stellte positiv heraus, dass die Nachfrage nach den TAB-Untersuchungen in den vergangenen zehn Jahren enorm gestiegen sei. Ausdrücklich würdigte sie die Leistung des TAB-Leiters Prof. Dr. Armin Grunwald und seines Teams, die »auf hohem Niveau und mit großen Engagement« arbeiteten.

### Öffentliche Veranstaltung »Neue elektronische Medien und Suchtverhalten«

Unter dem Titel »Neue elektronische Medien und Suchtverhalten – Risiken, Bewältigungsstrategien und Präventionsmöglichkeiten« wurden im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung die Ergebnisse des zugrundeliegenden TAB-Projekts (TAB-Arbeitsbericht Nr. 166) im großen Anhörungssaal im Marie-Elisabeth-Lüders-Haus präsentiert und mit Bundestagsabgeordneten, Sachverständigen und der interessierten Öffentlichkeit diskutiert. Die Leitfragen hießen: Was ist Sucht in der Gesellschaft? Gibt es eine Mediensucht? Wo liegen politische Handlungsoptionen und Regulierungsnotwendigkeiten?

Welcher Internetkonsum noch verträglich und welches Nutzungsverhalten schon krankmachend ist, werde bis-



lang weder im wissenschaftlichen noch im gesellschaftlichen Diskurs eindeutig beantwortet, verdeutlichte Prof. Armin Grunwald zu Beginn der Veranstaltung. Die Welt der neuen Medien biete enorme Möglichkeiten, die allermeisten Menschen können sich eine Welt ohne digitale Medien nicht mehr vorstellen, und vielen Nutzern falle es schwer, die nötige Distanz zu halten. Prof. Dr. Michael Opielka vom Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT) erläuterte, dass die Entwicklung vorbeugender Maßnahmen eine Zusammenarbeit mehrerer Forschungsbereiche erfordere. Auch habe sich der Blick auf Sucht über die Zeiten verändert, doch werde Sucht nach wie vor zumeist als eine »substanzgebundene« Abhängigkeit angesehen (z. B. die Abhängigkeit von Alkohol). Mediensucht hingegen ist nicht an eine Substanz gebunden und daher in Deutschland (noch) keine anerkannte Erkrankung.

Projektleiterin Michaela Evers-Wölk (IZT) beleuchtete insbesondere die Risikofaktoren der Onlinekaufsucht und der Onlinespielsucht, wobei die Onlinekaufsucht kaum in der Öffentlichkeit diskutiert werde und ein Problembewusstsein dafür fehle. Grundsätzlich stelle sich (in der Wissenschaft) immer wieder die Frage, welches Nutzungsverhalten noch als sinnvoll bzw. akzeptabel (normal) und welches als gesundheitsgefährdend gelten könne. Für die Spielsucht formulierte Evers-Wölk es so: Spielsüchtige sind vom Spiel gedanklich vereinnahmt, obwohl sie sich eigentlich aktuell in anderen Kontexten befinden. Ferner gehören psychische Entzugserscheinungen dazu wie auch der Wunsch, immer länger spielen zu wollen. Relevant ist auch der Kontrollverlust über die beim Spielen eingesetzte Zeit. Betroffene lügen, was die Dauer des Spiels betrifft, und ziehen sich von Freunden und Familie zurück. Auch lassen andere Lebensinteressen kontinuierlich nach.

Dr. Klaus Wölfling von der Ambulanz für Spielsucht der Johannes Gutenberg-Uni-

versität Mainz betonte, dass nicht nur Kinder und Jugendliche von Spielsucht betroffen seien, sondern auch ältere Menschen klinisch behandelt würden. Er forderte eindeutige(re) Vorgaben für die Diagnose einer Spielsucht, die bereits das Entstehen einer Spielsucht verhindern helfen sollen. Dass die wissenschaftlichen Grundlagen hier insgesamt dürftig seien, machte Prof. Dr. Matthias Brand von der Universität Duisburg-Essen, Mitglied der Arbeitsgruppe »Computerspielsucht und Internetabhängigkeit« des Drogen- und Suchtrats, deutlich. Er forderte u. a., die Grundlagenforschung zu diesem Thema zu stärken.

Prof. Dr. Paula Bleckmann von der Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft Alfter plädierte für den Begriff Medienmündigkeit, da man auch mit einer an sich hohen Medienkompetenz durchaus Suchtverhalten entwickeln könnte. Sie empfahl, die Bildschirmzeiten von Kindern und Jugendlichen zu reduzieren und Kindern mehr Offlinefreizeitangebote anzubieten. Prof. Dr. Martin Geisler von der Ernst-Abbe-Hochschule Jena und Leiter des berufsbegleitenden Studiengangs »Spiel- und Medienpädagogik« thematisierte die bei der Spielsucht befriedigten Bedürfnisse. Es mache in seinen Augen keinen Sinn, das Wesen des Spiels an sich zu verteufeln, vielmehr solle der Blick darauf gerichtet werden, was der Antrieb für übermäßig

### **Sollen alle Computerspiele einen Beipackzettel erhalten?**

So lautete die Entscheidungsfrage, nach der die Debattanten Ricarda Budke (11. Klasse Lise-Meitner-Gymnasium Falkensee) und Julia Steinmetz (10. Klasse Gymnasium »F. F. Runge«, Oranienburg) auf der Proseite sowie Matilda März (11. Klasse Neues Gymnasium Glienicke) und Lukas Ebeling (11. Klasse Evangelisches Gymnasium am Dom zu Brandenburg) auf der Kontraseite vor dem Publikum der öffentlichen Diskussionsveranstaltung im

Deutschen Bundestag ihre Positionen vertraten.

In der Eröffnungsrunde wurde ein breiter Blick auf die verschiedenen Seiten der Streitfrage geworfen. So verwiesen die Befürworterinnen auf die negativen Folgen suchtartigen Computerspielens, etwa die Zerstörung von Freundschaften und die Abnahme schulischer Leistungen. Sie konkretisierten die Chancen eines Beipackzettels für Computerspiele anhand eines 10-Punkt-Bewertungssystems verschiedener Kategorien und hoben die Möglichkeiten eines Beipackzettels als Aufklärungsmaßnahme für Erziehungsberechtigte und Spielekonsumenten hervor. Die Kontrahenten zogen hingegen die vorliegenden Nutzungserfahrungen und oftmals geringe Rezeptionsbereitschaft der Menschen beim Lesen von Medikamentenbeipackzetteln als Argument gegen die Sinnhaftigkeit von Beipackzetteln als Präventionsinstrument heran. Zudem wurde der Aufwand für eine Umsetzung des erforderlichen komplexen und gleichzeitig schnellen Prüfprozesses als sehr hoch eingeschätzt und kritisiert. Die Debattanten lieferten sich insgesamt eine sachorientierte und für die Parlamentarier spannende freie Aussprache und schlossen nach einer knappen halben Stunde mit ihren Abschlussstatements die Debatte.

Jugend debattiert ist ein Projekt auf Initiative und unter Schirmherrschaft des Bundespräsidenten. Träger des Projekts sind die Hertie-Stiftung, die Robert Bosch Stiftung, die Stiftung Mercator und die Heinz Nixdorf Stiftung in Kooperation mit der Kultusministerkonferenz und den Kultusministerien der Länder. Die Debatte »Sollen alle Computerspiele einen Beipackzettel erhalten?« im Deutschen Bundestag wurde von Marion Seitz, Lehrerin am Humboldt-Gymnasium und Landesbeauftragte für »Jugend debattiert«, unterstützt und koordiniert.

langes Computerspielen sei, welche Defizite in der realen Welt dem Phänomen zugrunde liegen.

In der folgenden Diskussion wurde u. a. die Forderung an den Deutschen Bundestag herangetragen, die Spieleindustrie für die Folgen der Mediennutzung stärker als bisher in die Verantwortung zu nehmen. So sollte beispielsweise die Einbettung von suchtbegünstigenden Faktoren in die Spiele unterbunden werden. Als Beispiel hierfür wurden Anreiz- und Belohnungssysteme diskutiert, deren System stark verhaltensstimulierende Wirkung zeigt und konzeptionell große Ähnlichkeiten zum Glücksspiel aufweist. Weiterhin wurde die Schaffung von politischen Vorgaben angeregt, nach denen die Gewinne der Spieleindustrie nicht ausschließlich in den Unternehmen verbleiben, sondern gewisse Anteile vielmehr für den Aufbau verbesserter Versorgungsstrukturen bei Spielsucht genutzt werden sollen.

Dr. Rosemarie Hein (Die Linke) betonte, dass es für einen sinnvollen Umgang mit digitalen Medien neben der politischen Auseinandersetzung mit den Chancen auch eines gesellschaftlichen Bewusstseins bedarf, welche Risiken mit der Mediatisierung verbunden sind. In diesem Zusammenhang stellte sie den anwesenden Schülern die Frage, ob Kinder und Jugendliche von heute über die notwendige Medienkompetenz für einen kritischen und verantwortungsvollen Umgang mit den neuen elektronischen Medien verfügten. Die Antworten darauf zeigten, dass oftmals doch die Zeit vergessen und insbesondere mit den sozialen Medien viel Zeit unbewusst verbraucht, die eigene Kompetenz oft überschätzt würde.

Die Ausschussvorsitzende Patricia Lips formulierte zum Schluss der Veranstaltung die These, dass die zunehmend intensive orts- und personenbezogene Werbung suchtartiges Medienverhalten bestärkt, die Funktionsweisen und Ge-

schäftsmodelle für die Medienrezipienten dabei oft nicht transparent sind. Ihre Frage nach dem persönlichen Umgang mit suchtgefährdeten Menschen beantworteten die Jugendlichen mit einem klaren Plädoyer für die direkte Ansprache Suchtbetroffener. Isabell Raue vom Humboldt Gymnasium Potsdam setzte einen Bezug zur Magersucht und verwies in diesem Zusammenhang auf schlechte Erfahrungen in der Kommunikation mit den Süchtigen, vor allem, weil diese ihre Sucht in aller Regel nicht als Sucht wahrnehmen. Entsprechend wurde in der anschließenden Diskussion nochmals die Bedeutung flächendeckender professioneller Versorgungsstrukturen in den Vordergrund gerückt.

Patricia Lips schloss die Veranstaltung mit Dank an alle Beteiligten und insbesondere an die jugendlichen Debattanten und würdigte den Austausch zwischen Wissenschaft, Jugend und Politik. Sie betonte, die Inhalte der Diskussion als Auftrag an die Politik zu verstehen, entsprechende Konsequenzen für einen sinnvollen Umgang mit elektronischen Medien und suchtartigem Nutzungsverhalten zu eruieren und umzusetzen.

### TAB-Berichte im Bundestag

Folgende Berichte wurden im ABFTA präsentiert:

- am 8. Juni 2016 TAB-Arbeitsbericht Nr. 171 »Digitale Medien in der Bildung«;
- am 16. März 2016 TAB-Arbeitsbericht Nr. 165 »Bilanz der Sommerzeit« (Bundestagsdrucksache Nr. 18/8000);
- am 16. Dezember 2015 TAB-Arbeitsbericht Nr. 164 »Synthetische Biologie – die nächste Stufe der Bio- und Gentechnologie« (Bundestagsdrucksache Nr. 18/7216).

Am 27. April 2016 wurde der TAB-Arbeitsbericht Nr. 166 »Neue elektronische Medien und Suchtverhalten« (Bundes-

tagsdrucksache Nr. 18/8604) im ABFTA abgenommen und am 13. Januar 2016 der TAB-Arbeitsbericht Nr. 162 »Moderne Stromnetze als Schlüsselement einer nachhaltigen Energieversorgung« im Ausschuss für Wirtschaft und Energie abschließend beraten.

### Neue Projekte

Der ABFTA hat die Bearbeitung von sieben neuen Projekten durch das TAB beauftragt:

- Robotik und assistive Neurotechnologien in der Pflege – gesellschaftliche Herausforderungen vor dem Hintergrund der Mensch-Maschine-Entgrenzung
- Nachhaltige Potenziale der Bioökonomie – Biokraftstoffe der 3. Generation
- Ausbau regenerativer Energieerzeugung – ökologische und andere Folgewirkungen in einer integrierten sozio-ökonomischen und ökologischen Gesamtbetrachtung
- Aktueller Stand und Entwicklungen von Pränatal- und Präimplantationsdiagnostik
- Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit – Möglichkeiten und Herausforderungen
- Gesundheits-Apps
- Herausforderungen für die Pflanzenzüchtung

Die Projekte wurden zeitlich gestaffelt im ersten Halbjahr 2016 mit der Ausschreibung und Vergabe von Gutachten begonnen, abgeschlossen werden sie bis zum Sommer 2017. Kurzdarstellungen finden sich im vorliegenden TAB-Brief auf den Seiten 42 bis 48 und auf den Internetseiten des TAB.

# Digitalisierung der Gesellschaft – Einführung in das Schwerpunktthema

**Demografischer Wandel, Globalisierung, weltweite Vernetzung, sich immer schneller verbreitende Informationen und sich vermehrendes Wissen sowie damit einhergehende permanente »Innovationen« haben die gesellschaftlichen Veränderungen in den letzten Jahren geprägt. Besonders dynamisch und intensiv wirkt aktuell die »Digitalisierung« in nahezu allen lebens- und arbeitsweltlichen Bereichen. War der sogenannte »digitale Wandel« noch vor kurzer Zeit visionär, so ist er heute alltägliche Realität geworden. Fast überall leben die Menschen in einer zunehmend digital vernetzten Welt: Zu Hause oder unterwegs, in der Schule oder Hochschule und am Arbeitsplatz. Die tiefgreifenden Folgen für Individuen und Gesellschaft zeigen sich unmittelbar – mit allen immanenten Chancen und dauerhaften Herausforderungen – und bestimmen aktuell auch die einschlägigen politischen Diskussionen im Parlament und Programme auf Regierungsebene.**

Jeder kann an nahezu jedem Ort elektronisch kommunizieren, Informationen abrufen, Daten verarbeiten, Texte erstellen, Produkte und Dienstleistungen via Internet kaufen sowie sich online aus- oder fortbilden. Digitalisierung ermöglicht oder erleichtert die medizinische Versorgung, eine zielgerichtete Vernetzung kann eine bessere Diagnose und Behandlung ermöglichen, die Telemedizin kann zukünftig die medizinische Betreuung vor allem im ländlichen Raum unterstützen. Digitale Systeme (generieren und) steuern die riesigen Datenströme, unsere Stromnetze und die zielgenaue Nutzung erneuerbarer Energien, verbessern die Umwelteigenschaften von Fahrzeugen oder lenken diese zukünftig auch selbst. Und vielleicht lässt sich alsbald mithilfe dieser Digitalisierung auch die Vereinbarkeit von privaten und beruflichen Aufgaben bzw. Zeiten erleichtern (Bundesregierung 2014).

Die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) führen zu einer immer engeren Verflechtung der weltweiten Märkte, verändern und beschleunigen die globale Wirtschaft. Hierdurch eröffnen sich vielfältige Chancen, zweifelsohne erhöht sich aber auch der Druck auf alle beteiligten Akteure, erfordert beispielsweise eine zunehmende Flexibilisierung aller Beteiligten in der Arbeitswelt. Die Auswirkungen der Digitalisierung haben durchaus Parallelen zur industriellen Revolution im 19. Jahrhundert – die Folgen könnten die Bevölkerung spalten, zu einem »Digital

Divide« führen: Denn Möglichkeiten eröffnen sich hauptsächlich denjenigen, die mit Computer, Internet und den neuen digitalen Medien umgehen können, anderen wird der Zugang zu zukunftssträchtigen Berufen bzw. Einkommensmöglichkeiten erschwert. Klar ist, dass der Zugang zu digitalen Technologien und die Fähigkeit, sie zu nutzen, wichtige Bedingungen für gesellschaftliche und berufliche Teilhabe sind. Von höchster Bedeutung ist daher, hier umfangreich und kontinuierlich Orientierung und Perspektiven zu bieten. Entsprechende Kompetenzen zu entwickeln bzw. erhalten zu können, ist unabdingbar zur Gestaltung und Sicherung von Arbeit– dies gilt für Arbeitnehmer wie auch für Arbeitgeber.

Immer mehr Unternehmen organisieren die Arbeit bzw. ihre Mitarbeiter über firmeninterne Netzwerke und Kollaborationsplattformen im Internet, etwa um Projekte auszuschreiben und zu steuern sowie ihre Logistik-, Produktions- und Vertriebsprozesse durch automatisierte Datenbearbeitung zu optimieren. Für diese Entwicklungen stehen die Schlagwörter »Big Data«, »Arbeit 4.0«, »Industrie 4.0« oder auch »Internet der Dinge«. Zwar sind die Folgen einer immer stärkeren Integration digitaler Technologien in die Arbeitsumgebungen und die Auswirkungen für die Beschäftigung noch schwer abschätzbar, doch schon heute ist klar, dass sich die Arbeitsplätze und der Arbeitsmarkt insgesamt zukünftig radikal wandeln: Software und Maschi-

nen werden Tätigkeiten erlauben, die bis dato nur von Menschen ausgeführt werden konnten, und durch die Digitalisierung treffen technologische Innovationen auf Vernetzung und riesige Datenmengen, mit zugleich neuartigen Analysetechniken und den Fähigkeiten zur Selbstoptimierung eigener Algorithmen (Landmann/Heumann 2016, S. 10).

Insgesamt bietet diese umfassende »Digitalisierung des Lebens« große Potenziale und ermöglicht Synergien, birgt aber auch enorme Herausforderungen und kann neue Risiken generieren. Der digitale Wandel ist zu einer zentralen Gestaltungsaufgabe für Wissenschaft und Wirtschaft, Gesellschaft und Politik geworden. Aufgabe der Politik ist es insbesondere, den Strukturwandel (pro)aktiv zu begleiten und die Rahmenbedingungen für das Leben, Lernen, Arbeiten und Wirtschaften in der digitalen Welt zu setzen und allen die (positive und nachhaltige) Teilhabe am digitalen Wandel zu ermöglichen (Bundesregierung 2014, S. 5).

## Bildung 4.0

Dass Bildung bzw. Bildungsprozesse in diesem Kontext in besonderer Weise betroffen bzw. herausgefordert sind, weil die Digitalisierung der Gesellschaft einen erheblichen Einfluss darauf hat, wie gelehrt und gelernt wird, wie mit dem erworbenen und verfügbaren Wissen umgegangen wird bzw. umzugehen ist, thematisieren *Steffen Albrecht und Christoph Revermann* in ihrem Beitrag. Sie verdeutlichen zunächst die Allgegenwärtigkeit der digitalen Medien und ihre Einsatzmöglichkeiten in den verschiedenen Bildungsbereichen und wie sich entsprechend die Formen der Bildung verändern: Mit dem kontinuierlichen und massiven Ausbau des Internets wurden die E-Learning-Szenarien der 2000er Jahre ergänzt bzw. abgelöst. Die neuen digitalen Medien eröffnen seither vielfältigste Optionen der Information, Interaktion und Kommunikation der Lehrenden mit den Lernenden. Aus technischen Entwicklungen resultieren neue Lehr- und Lerninhalte,



die erstere wiederum beeinflussen. Zudem wird sich die Aufbereitung von Informationen für Lehr- und Lernzwecke weiter verändern und zunehmend semantisch sein: Informationen werden inhaltsbezogen verknüpft und als Lernpakete eingesetzt. Lernen und Lehren sind nicht mehr eng an räumliche Gegebenheiten oder technische Infrastrukturen gebunden. Vor diesem Hintergrund verschiebt sich die Rolle der Lehrenden vom Vermitteln zum Begleiten, neue didaktische Konzepte werden nötig. Außerdem verändern sich Inhalte und Ausrichtung von Bildung mit den gesellschaftlichen Herausforderungen, die die Digitalisierung stellt und zu deren Bewältigung die Bildung einen Beitrag leisten muss. Durch das immense Wachstum des Wissens und die Geschwindigkeit, mit der bestehendes Wissen sich durch neue Einsichten verändert, gewinnt die Aneignung von Kompetenzen bei der Verarbeitung von Informationen und der Gewinnung von Wissen permanent an Bedeutung.

Zukünftig werden Lernende wahrscheinlich in viel stärkerem Maße selbst die von ihnen genutzten Endgeräte und die persönlichen Lernumgebungen bestimmen. Abzusehen ist auch, dass Lernen und Arbeiten (noch) stärker zusammenwachsen werden, benötigte Informationen werden im Arbeitsprozess unmittelbar recherchiert und angewandt. In Beruf bzw. Tätigkeit eingesetzte Lernwerkzeuge helfen auch Anfängern – z. B. im Ausbildungsbetrieb, in der Berufs- oder Hochschule (BMBF 2016). Tablet-PCs, adaptive Lerntechnologien, MOOCs und OER sind die Schlagworte, Game-based Learning, Webvideo, virtuelle Realitäten, 3-D-Simulationen oder »Augmented Reality« spielen eine zunehmende Rolle. Das Internet hat sich (so) zu einem Bildungs-, Kultur-, Sozial- und Wirtschaftsraum entwickelt sowie die Entwicklung und Ausprägung der Wissensgesellschaft beschleunigt und intensiviert.

Die technologischen Charakteristika der digitalen Bildungsmedien – ihre Interaktivität, Konvergenz und Konnektivität – bedingen, dass sich prinzipiell Bildungskonzeptionen unterschiedlichster Art (von Lernenden und Lehrenden gemeinsam) erstellen und verwenden lassen. Die resultierenden Bildungsmedien substituieren sich hierbei nicht, sondern können sich ergänzen. Auch sind mögliche Synergieeffekte an strukturelle Voraussetzungen gekoppelt – z. B. Fortbildung der Lehrenden, rechtliche Vorgaben, unterstützende Medienpolitik u. v. a. m. Zugleich bedeutet die technische Zunahme an Interaktivitäts-, Kollaborations- und Partizipationspotenzial immer auch für die Lernenden eine Zunahme an Selbstorganisation und für die Lehrenden konzeptionelle Mehrarbeit.

Immer mehr Daten (Big Data) werden miteinander verknüpft (Smart Data) und können zu neuen Produkten und Dienstleistungen (Smart Devices) führen. Zugleich werden durch die mobile Internetnutzung sowie Anwendungen von Cloud Computing und Social Media neue Geschäftsprozesse bzw. -modelle generiert. Die Wirtschaft ist von diesen Veränderungen substanziell betroffen. Durch eine vernetzte Produktion können Wertschöpfungsketten neu gestaltet werden und die Geschäftsmodelle wichtiger Branchen – wie Anlagen-, Maschinen- und Automobilbau, Elektro- und Medizintechnik – erheblich beeinflussen (Bundesregierung 2014, S. 14). Zugleich zeigen Entwicklungen etwa in den USA, dass dort die mit der Digitalisierung oftmals verknüpfte Auflösung fester Beschäftigungsverhältnisse weit fortgeschritten ist: 53 Mio. Menschen, etwa ein Drittel aller Arbeitskräfte, arbeiten bereits in der sogenannten »Freelance Economy« – und somit vielfach ohne die mit festen Beschäftigungsverhältnissen verbundenen sozialen Absicherungen. Aus diesem (technologischen) Wandel in Wirtschaft und Arbeit ergibt sich eine Vielzahl von Herausforderungen – von der Anpassung der politischen Rahmenbedingungen an neue Wirtschaftsformen

## Arbeit 4.0

und Unternehmensorganisationen bis hin zur Beschäftigungs- und Arbeitspolitik bzw. dem Umgang mit den sozialen Folgen dieser Entwicklungen (Landmann/Heumann 2016, S. 7 u. 10).

Wie die Auswirkungen der digitalen Technologien auf die Beschäftigung und Arbeitsmärkte sowie die Unternehmensorganisationen gestaltet sind und wie gemeinsam mit den Sozialpartnern ggf. sozial- und wirtschaftsverträgliche Lösungsansätze für das Arbeiten in der digitalisierten Welt (Arbeit 4.0) entwickelt bzw. angewandt werden können, beschreiben *Franziska Börner, Linda Nierling und Christoph Kehl* in ihrem Beitrag, der zugleich auf Inhalten des noch laufenden TAB-Projekts »Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt« basiert. Dabei werden Digitalisierungsprozesse in den zwei Wirtschaftsbereichen Produktion (Praxisfokus Automobilbranche) und Dienstleistung (Praxisfokus IKT-Dienstleistungsbranche) beispielhaft beleuchtet. Untersucht wird ebenfalls, wo rechtlich Anpassungsbedarf und -möglichkeiten bestehen.

Aufgrund ihres regelrecht disruptiven Charakters für die Arbeitswelt – insbesondere in ihren sozialen und arbeitsrechtlichen Auswirkungen für die Arbeitnehmenden – werden neue digitale Arbeitsformen wie das »Crowdworking«, d. h. die Auslagerung von Arbeitsaufgaben an eine externe Gruppe über das Internet, aktuell heftig diskutiert. Denn einerseits versprechen sie neue Formen virtueller Kollektivität, viele Freiheitsgrade und Autonomiegewinne. Andererseits stehen Sorgen vor einer wachsenden Prekarisierung und Aushöhlung von Arbeitsstandards. So ist momentan die Entstehung von digitalen Geschäftsmodellen mit Beschäftigungsformen, die traditionellen Arbeitsmodellen entgegenlaufen, zu beobachten. Neue Modalitäten der technisch gestützten Arbeitsteilung bilden sich heraus, die über Onlineplattformen neuartige Arbeitskooperationen ermöglichen und das Potential haben, über verstärkte



globale Arbeitsteilung zu einer weiteren Fragmentierung und Ausdifferenzierung globaler Wertschöpfungsketten beizutragen. Hier besteht der Auftrag an die Politik und alle beteiligten Akteure zur Gestaltung von »fairen Spielregeln«.

Deutlich wird die zukünftig herausragende Bedeutung eines adäquaten Kompetenzprofils von Mitarbeitern, das den technisch-ökonomischen Veränderungen in den Unternehmen gerecht wird. Unter Experten herrscht Übereinstimmung, dass durch die zunehmende Digitalisierung der Arbeitswelt insbesondere eine dauerhafte Weiterbildung und ein gutes Qualifikationsniveau für jeden einzelnen Beschäftigten notwendig sind, um sich flexibel auf die technischen Veränderungen, aber auch auf mögliche Verschiebungen in der Beschäftigungsstruktur einstellen zu können.

## Industrie 4.0/Digitale Arbeit – TA-Swiss-Projekt

Mit neuen Entwicklungen in der Arbeitswelt beschäftigt sich das Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS schon seit Langem. In einer aktuellen Studie (Meissner et al. 2015) werden nunmehr neben den verschiedenen Formen der Flexibilisierung der Arbeit insbesondere die rechtlichen Implikationen in der Schweiz fokussiert. *Christine D'Anna-Huber und Lucienne Rey* geben einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse:

Von zentraler Bedeutung ist demnach die Unterscheidung zwischen dem Einzelarbeitsvertrag, für den ein zeitlicher und sachlicher Kündigungsschutz besteht, und dem Werkvertrag, der jederzeit widerrufen werden kann. Zentral ist auch die Frage, ob eine Person angestellt oder selbstständig ist. In den durch die Flexibilisierung entstehenden Zwischenformen sind einzelne Erwerbstätige zwar nur ansatzweise in den Betrieb eingebunden, wirtschaftlich aber dennoch von ihm ab-

hängig. Diese »Scheinselbstständigen« haben keinerlei Anspruch auf Arbeitslosengeld, berufliche Vorsorge, obligatorische Unfallversicherung oder Absicherung bei Berufskrankheiten. Die Flexibilisierung der Arbeit kann jedoch auch im Rahmen eines Normalarbeitsvertrags juristische Präzisierungen erfordern, weil z. B. unklar ist, wie Arbeitsmittel und Vorleistungen entschädigt werden sollen, für welche die Angestellten mit eigenen Mitteln aufkommen. Eine der wichtigsten Botschaften lautet (Meissner et al. 2015): »Die individuellen und gesellschaftlichen Folgen flexibilisierter Arbeit sind ambivalent und sollten daher durch Massnahmen auf verschiedenen Ebenen umsichtig in eine positive Richtung gelenkt werden. Eine qualifizierte Grund- und Fachausbildung verbessert die Chancen erheblich, dass Arbeitnehmende die positiven Potenziale der Flexibilisierung nutzen können«.

## Industrie 4.0 – ITA-Foresight-Projekt

Der schon 2011 in Deutschland geprägte Begriff Industrie 4.0 ist eng verwandt mit Konzepten wie »Smart Production« oder »Industrial Internet« im englischsprachigen Raum. Gemeint ist vor allem eine umfassende digitale Vernetzung industrieller Wertschöpfungsketten. Technische Grundlage sind das »Internet der Dinge« bzw. sogenannte cyberphysische Systeme. Die dabei inhärente Vision ist, dass intelligente Maschinen und Werkstücke untereinander Informationen in Echtzeit austauschen und sich selbstständig steuern; d. h., physische und digitale Systeme verschmelzen zu einem durchgängigen und flexiblen Netzwerk. Von Industrie 4.0 versprechen sich deren Verfechter vor allem eine Steigerung der Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit. Der in diesem Kontext erarbeitete Beitrag von *Georg Aichholzer* basiert weitgehend auf Ergebnissen einer Pilotstudie, die vom Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) gemeinsam mit dem Austrian Institute of Technology für die österreichische

Parlamentsdirektion durchgeführt wurde (Aichholzer et al. 2015).

Demnach gehören zu den positiven Erwartungen an Industrie 4.0 zum einen Kostenreduktionen für Ressourcen (finanzielle, humane und materielle). Zum anderen wird erwartet, dass die Optimierung von Effizienz und Produktivität während des Betriebs laufend stattfindet, und zwar sowohl innerhalb des Unternehmens als auch über das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk. Durch individualisierte Produktion, Flexibilität und hohe Qualitätsstandards soll die Wettbewerbsfähigkeit in Hochlohnländern wie Deutschland gesteigert werden. Zugleich bedingt Industrie 4.0 als systemische Innovation einen umfassenden Wandel der Arbeitsprozesse und Anforderungen. Möglich ist ein breites Spektrum unterschiedlicher Muster von Arbeitsorganisation, die durch zwei Pole begrenzt werden: Polarisierung von Aufgaben, Qualifikationen und Personaleinsatz sowie größtmögliche Offenheit und Flexibilität auf Basis hoher Qualifikation der Beschäftigten (Hirsch-Kreinsen 2014, S. 39 f.).

Für den erfolgreichen Betrieb von digital vernetzten, selbstgesteuerten Produktionssystemen werden also geeignete Qualifikationen eine zentrale Rolle spielen. Entwicklung, Einführung, Betrieb und Kontrolle komplexer Fertigungsverfahren auf Basis datengetriebener Prozesse und neuer Geschäftsmodelle erfordern neue Kompetenzen (Strategy&PwC 2014). Herausforderungen bestehen vor allem in der Bewältigung eines möglichen Mangels an adäquat qualifizierten Beschäftigten für die Einführung und den Betrieb der neuen Produktionssysteme. Eine besondere Herausforderung wird aller Voraussicht nach auch darin liegen, Industrie 4.0 zu einer qualitativen Verbesserung der Beschäftigung zu nutzen. So ist etwa in Deutschland für 30 % der Unternehmen »die unzureichenden Qualifikationen der Mitarbeiter« ein Hauptproblem. Damit stehen auch die Aus- und Weiterbildungsangebote der unterschiedlichen Bil-

dungsstufen sowie der Betriebe auf dem Prüfstand.

## Data-Mining

Der abschließende Beitrag von *Katrin Gerlinger* geht unter Bezugnahme auf das laufende TAB-Projekt »Data-Mining – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen« den Fragen nach den mit den neuen Datenanalysetechniken, den Data-Mining-Verfahren, verbundenen gesellschaftlichen Auswirkungen nach. Unter Data-Mining wird im Rahmen dieses Projekts der Prozess der Wissensgenerierung aus vielfältigen Datenbeständen durch Anwendung mathematisch-statistischer Verfahren und Algorithmen verstanden. Ziel ist, bisher unbekannte, neue Muster und Zusammenhänge zu erkennen, daraus verwertbare Informationen abzuleiten und gegebenenfalls prognostische Modelle und sogenannte Expertensysteme zu entwickeln, die auf Basis der Datenbestände Entscheidungshilfen für unterschiedliche Nutzergruppen ableiten.

In allen Gesellschaftsbereichen nehmen Datengenerierung und -digitalisierung enorm zu, so etwa im Gesundheits- und Finanzwesen, im Verkehrs- und Energiebereich, bei der Überwachung öffentlicher Räume sowie in der öffentlichen Verwaltung (E-Government). In Verbindung mit den wachsenden technischen Möglichkeiten der immer schnelleren Verarbeitung weckt die Nutzung dieser großen und vielfältigen Datenbestände (Big Data) durch Industrie und Staat, aber auch durch Akteure der Zivilgesellschaft und Privatpersonen einerseits Hoffnungen auf individuell zugeschnittene (Dienst-)Leistungen sowie verbesserte Möglichkeiten der Kontrolle unterschiedlicher Geschäftsabläufe. Andererseits ergeben sich neue Herausforderungen in den Bereichen Informationsfreiheit, informationelle Selbstbestimmung, (geistiges) Eigentumsrecht und Datensicherheit.

Anhand eines aktuellen Anwendungsbeispiels aus dem Gesundheitsbereich, der »Signalgenerierung zu unerwünschten Arzneimittelwirkungen« im Rahmen der Sicherheitsüberwachung von Arzneimitteln (Pharmakovigilanz), veranschaulicht die Autorin, wie Data-Mining gegenwärtig in Deutschland in öffentlichen Aufgabenbereichen realisiert werden kann. Mithilfe dieses Beispiels kann gezeigt werden, wie die gesundheitsbezogenen Datenbestände bei unterschiedlichen Akteuren in erheblichem Umfang wachsen. Deutlich wird jedoch auch, dass der Weg zur Interoperabilität der Datenbestände im Gesundheitssystem noch weit ist und Normung, Codierung und Klassifikation ihn flankieren (müssen). Im internationalen Kontext werden derzeit in etlichen Ländern Teilbestände in separate Forschungsdatenbanken kopiert und in unterschiedlicher Form zugänglich gemacht. In Deutschland wird der Zugang dagegen vergleichsweise restriktiv gehandhabt. So erhalten etwa trotz doppelter Pseudonymisierung der Daten nur institutsinterne Wissenschaftler auf Antrag einen Zugang zur nationalen pharmakoepidemiologischen Forschungsdatenbank. Andere Länder sind bezüglich der wissenschaftlichen Nutzung von Gesundheitsdaten ambitionierter, insbesondere solche, die »Open Knowledge« (vom Zugang zu Daten über Ergebnisse bis zu wissenschaftlichen Publikationen) als Leitbild auch politisch erheblich forcieren. Resümierend wird im Beitrag aber auch klar gestellt, dass bei Data-Mining-Verfahren letztlich menschliche Entscheidungen nach wie vor relevant sind. Die Abgrenzung ist jedoch dynamisch; was vor Jahren als komplex und aufwendig galt, kann durch den technischen Fortschritt trivial einfach werden, und Algorithmen, die zunächst lediglich einzelne Arbeitsschritte autonom durchführen, können im Laufe der Entwicklung immer umfangreichere und komplexere Prozesse automatisiert bewältigen (Schepers et al. 2015, S. 20).

*Christoph Revermann*

## Literatur

Aichholzer, G.; Gudowsky, N.; Saurwein, F.; Rhomberg, W.; Weber, M.; Wepner, B. (2015): Industrie 4.0. Foresight & Technikfolgenabschätzung zur gesellschaftlichen Dimension der nächsten industriellen Revolution. ITA/AIT GmbH, Wien

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2016): Digitale Medien in der beruflichen Bildung. Berlin

Bundesregierung (2014): Digitale Agenda 2014 bis 2017. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Deutscher Bundestag, Drucksache 18/2390, Berlin

Hirsch-Kreinsen, H. (2014): Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, S. 37–42

Landmann, J.; Heumann, S. (Hg.) (2016): Auf dem Weg zum Arbeitsmarkt 4.0? Mögliche Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeit und Beschäftigung in Deutschland bis 2030. Bertelsmann Stiftung, stiftung neue verantwortung (Hg.), Gütersloh/Berlin

Meissner, J.; Weichbrodt, J.; Hübscher, B.; Baumann, S.; Klotz, U.; Pekruhl, U.; Gisin, L.; Gisler, A. (2015): Flexible neue Arbeitswelt. Eine Bestandsaufnahme auf gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene. TA-SWISS (Hg.), Zürich

Strategy&PwC (2014) (Hg.): Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. [www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf](http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf) (20.6.2016)

Schepers, J.; Schlünder, I.; Drepper, J.; Semler, S.; Rüping, S.; Quix, C.; Stroetmann, K.; Rennoch, J. (2015): Data-Mining in der Medizin und im Gesundheitssystem – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen. Gutachten, Berlin (unveröffentlicht)

# Veränderung von Bildung durch neue digitale Medien

**Neue Medien in Bildungsprozessen beschäftigen Bildungspolitik, Forschung und Öffentlichkeit seit über zwei Jahrzehnten. Zugleich wächst die Bedeutung der zunehmend internetbasierten digitalen Medien in Bildung und Ausbildung kontinuierlich. Computer, Tablet, Smartphone etc. ermöglichen eine umfassende Bereitstellung, Verarbeitung, Sicherung sowie Verbreitung digitaler Informationen. Der Zugang zu digitalen Technologien und die Fähigkeit, sie zu nutzen, sind daher wichtige Bedingungen für gesellschaftliche und berufliche Teilhabe. Erst jüngst hat die Kultusministerkonferenz die Bedeutung informatorischer Grundkompetenz unterstrichen und behandelt im Präsidentschaftsjahr 2016 schwerpunktmäßig das Thema »Bildung in der digitalen Welt«.**

## Mediatisierte Sozialisation von Heranwachsenden

Die Mediatisierung und Digitalisierung der gesamten Gesellschaft haben die Art und Weise stark verändert, wie Kinder und Jugendliche aufwachsen. Sie zählen bereits in jungen Jahren zu den alltäglichen Nutzern digitaler Medien, entwickeln aber auch ihre Identität in ständiger Auseinandersetzung mit medialen Kommunikationsprozessen und -inhalten. Die erfolgreiche Nutzung digitaler Medien kann dabei nicht ohne korrespondierende Kompetenz gelingen, die als Medien- oder Informationskompetenz bezeichnet wird und eine der wichtigsten Schlüsselkompetenzen unserer Zeit darstellt.

Dass digitale Medien eine wichtige Rolle als Lerngegenstand und -mittel in Bildungsprozessen einnehmen, wird besonders deutlich im Schulsystem. Hier hat sich – ausgelöst auch durch den von der OECD angeschobenen PISA-Test – ein Wandel hin zu einer starken Kompetenzorientierung vollzogen. Die kompetenzbezogene Fokussierung auf Resultate individueller Lernprozesse kann aber u. U. zu einer Vernachlässigung beispielsweise der affektiven Aspekte von Entwicklungs- und Sozialisationsprozessen als wichtigem »Bildungskern« führen. Denn die Sozialisation von Kindern basiert vor allem auf einer Folge von aktiven Prozessen der Auseinandersetzung mit ihrer symbolischen, sozialen und materiellen Umwelt sowie mit sich selbst.

Es braucht insofern nicht nur Verfügungswissen darüber, wie z. B. Informationen im Internet gesucht und adäquat beurteilt werden. Vielmehr ist ein profundes Orientierungswissen nötig, das diese Medienpraxis in Relation zum sozialen und biografischen Kontext der Heranwachsenden setzt (ifib 2015).

## Herausforderungen für das Bildungssystem

Grundsätzlich ist die sinnvolle, alltagsrelevante Nutzung digitaler Medien als eine neue zentrale Kulturtechnik zu verstehen, weil sie alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens durchdringt. Ihre Vermittlung ist insbesondere für den Bildungsbereich zu einer zentralen pädagogischen Aufgabe geworden, ebenso wie ihre Berücksichtigung bei der Formulierung neuer Bildungsideale. Eine besondere Herausforderung liegt darin, dass u. U. neue soziale Ungleichheiten entstehen oder bestehende verstärkt werden könnten, wenn Schulen bzw. Familien in unterschiedlichem Maße ihre technische Ausstattung und ihre Bildungspraxis an die digitalisierte Lebensumwelt anpassen bzw. nicht angemessen anpassen können (ifib 2015).

Bildung ist von diesem Mediatisierungs- bzw. Digitalisierungsprozess der Gesellschaft in besonderer Weise betroffen. Entsprechend verändern sich die *Formen der Bildung*: Die Vielfalt der Bildungsmedien wächst, die Rolle der Lehrenden ver-

schiebt sich vom Vermitteln zum Begleiten, neue didaktische Konzepte werden nötig und die Unterscheidung zwischen formellem und informellem Lernen verliert tendenziell an Bedeutung. Außerdem verändern sich *Inhalte und Ausrichtung von Bildung* mit den gesellschaftlichen Herausforderungen, die die Digitalisierung stellt und zu deren Bewältigung die Bildung einen Beitrag leisten soll und muss.

Durch die immense Erweiterung des Wissens und die Geschwindigkeit, mit der bestehendes Wissen sich durch neue Einsichten verändert, gewinnt die Aneignung von Kompetenzen bei der Verarbeitung von Informationen und der Gewinnung von Wissen an Bedeutung. Nicht zuletzt werden Fragen zum bestehenden *regulatorischen und institutionellen Rahmen* aufgeworfen und die Bildungsinfrastruktur vor Herausforderungen gestellt. Generell fordern die allgegenwärtige Präsenz digitaler Medien und ihre permanente und rapide Entwicklung den Menschen ein »lebenslanges Lernen« ab.

Aktuell zeigt sich in Deutschland, dass eine durchgängige Integration digitaler Medien in Lehr- und Lernprozesse noch nicht Standard ist. Lehrkräfte vermischen verbindliche Mindestanforderungen in den Curricula wie auch verlässliche Basisinfrastrukturen in den Schulen. Ein Desiderat ist neben (fach- und medien)didaktischen Anpassungen auch die stärkere Verbindung von formellen und informellen Lernprozessen. Noch relativ überschaubar ist zudem die Anzahl an sozialwissenschaftlichen Studien zu Bildungsprozessen und digitalen Medien, in denen Fragestellungen und Operationalisierungen außerdem häufig zu wenig aufeinander bezogen werden. Damit fehlen gesicherte Wissensbestände als Grundlage für die Entwicklung von Konzepten z. B. für die Medienbildung in öffentlichen Bildungseinrichtungen oder für eine bildungspolitische Regulierung, die den Entwicklungen der Digitalisierung Rechnung trägt.



## Potenziale und Einsatz von digitalen Bildungsmedien

Die Digitalisierung mit den neu entstehenden Werkzeugen und Anwendungen eröffnet grundsätzlich zahlreiche Potenziale für den Bildungsbereich: Unter didaktischen Gesichtspunkten betreffen diese die Qualität der Lehre bzw. die qualitative Bereicherung bestehender Angebote sowie die Qualität und Quantität der Lernmöglichkeiten und die Motivation der Lernenden. Die technologischen Charakteristika der digitalen Bildungsmedien – insbesondere deren Interaktivität, Konvergenz und Konnektivität – bedingen, dass sich prinzipiell Bildungskonzeptionen unterschiedlicher Art erstellen und verwenden lassen. Die neuen Bildungsmedien substituieren hierbei nicht die bestehenden, sondern ergänzen diese. Zugleich sind mögliche Synergieeffekte an strukturelle Voraussetzungen (z. B. Vorbereitung und Fortbildung der Lehrenden, Klärung rechtlicher Vorgaben, unterstützende Medienpolitik, positives Image digitaler Medien in der Öffentlichkeit) gekoppelt. Die technische Zunahme an Interaktivitäts-, Partizipations- und Kollaborationsmöglichkeiten bedeutet dabei immer auch eine Zunahme an Selbstorganisation für die Lernenden und (zumindest zunächst) eine Zunahme an konzeptioneller Mehrarbeit für die Lehrenden (TU Ilmenau 2015).

Unter technischen Gesichtspunkten handelt es sich bei digitalen Bildungsmedien zum einen um Hardware (z. B. Tablets mit mobilem Internetzugang), zum anderen geht es um konkrete Dienste oder Applikationen (z. B. Social Software oder Webvideoplattformen) – unabhängig von den Endgeräten, mit denen diese genutzt werden. Von anderen Bildungsmedien unterscheiden sie sich durch grundlegende Merkmale, wie etwa Multimedialität und Interaktivität, Vernetzungsmöglichkeiten (von Inhalten, Personen, Systemen), Ortsunabhängigkeit bzw. Ubiquität und Anpassungsfähigkeit (an Nutzer sowie Nutzungskontext).

Zu den zuerst eingesetzten digitalen Bildungsmedien zählen E-Learning-Plattformen, auch Lernmanagementsystem genannt, die bis heute eine wichtige Rolle in der formellen Bildung einnehmen. Sie ermöglichen in erster Linie die onlinegestützte Verwaltung von Lernmaterialien und -aktivitäten, erlauben aber auch z. B. interaktive Kurse zum Selbstlernen. Den E-Learning-Plattformen gesellen sich gegenwärtig immer mehr im Internet verfügbare Onlinekurse wie die sogenannten MOOCs (Massive Open Online Courses) zur Seite, die von einer beliebigen großen Zahl von Bildungsteilnehmenden genutzt werden können und die häufig ebenfalls über dezidierte Plattformen angeboten werden. MOOCs basieren typischerweise auf einer Reihe von Lehrvideos, die durch interaktive Quizzes bzw. Aufgaben unterbrochen werden und so den Lernfortschritt strukturieren. Auch das gemeinschaftliche Lernen wird häufig unterstützt, beispielsweise durch Onlineforen.

Schließlich sind die sozialen Medien aus Bildungsprozessen nicht mehr wegzudenken. Auf Web-2.0-Technologien aufbauende Bildungsmedien wie Webvideos oder Bildungs-Apps kommen verstärkt auch in der formellen Bildung zum Einsatz. Eine ähnliche Entwicklung ist auch bei Computerspielen zu beobachten, die im Rahmen von Game-based-Learning- und Serious-Games-Projekten verstärkt in formellen Bildungskontexten genutzt werden (TU Dresden 2015a). Zukunftstechnologien wie z. B. 3-D-Drucker oder Virtual-Reality-Anwendungen spielen bislang nur in recht spezifischen Bildungsbereichen eine Rolle (TU Ilmenau 2015).

Grundsätzlich ermöglichen digitale Medien die *zeitliche Unabhängigkeit des Lernens*: Lernende und Lehrende müssen nicht gleichzeitig agieren bzw. interagieren. Das Lernen kann prinzipiell zur individuell am besten geeigneten Zeit erfolgen. Beispielsweise ist es möglich, während bzw. zwischen Unterrichtsstunden oder Studienkursen mit den Teilneh-

menden über E-Mail oder Chat zu kommunizieren und sie in ihren individuellen und sozialen Lernphasen und Arbeitsvorhaben zu betreuen. Kursteilnehmende können über die Chatfunktion (synchron) Entscheidungen treffen und Arbeitspläne auf der Grundlage von Informationen, die sie in einem Forum oder in einem Wiki (asynchron) zusammengetragen haben, entwickeln (TU Dresden 2015b). Solche Kombinationen synchroner und asynchroner Lernphasen liegen dem Blended Learning, d. h. der Vernetzung von Präsenz- und virtuellen Phasen, zugrunde.

Durch digitale Medien werden *räumliche Distanzen überwunden*: Lernende und Lehrende können sich an verschiedenen Orten befinden und den Lehr-Lern-Prozess dennoch gemeinsam gestalten. Ebenso kann von ganz unterschiedlichen Orten aus auf Lernobjekte zugegriffen werden. Vor allem durch das Internet wird ein globaler Zugang zu Wissens- und Bildungsressourcen ermöglicht, etwa durch die Digitalisierung von Objekten. Die Virtualisierung von Lernobjekten und -orten erlaubt Lehr-Lern-Szenarien wie virtuelle Rundgänge durch Museumssammlungen, die Nutzung virtueller Labore oder die Durchführung virtueller Exkursionen.

Die *Motivation der Lernenden* für eine aktive Beteiligung in Lehrveranstaltungen kann durch die Einbindung digitaler Medien gesteigert bzw. eine Demotivation vermieden werden. Digitale Medien sind für die heutigen »Digital Natives« Bestandteil ihres Alltags; für sie ist es selbstverständlich, digitale Medien auch zum Lernen zu verwenden – allerdings bringen sie nicht unbedingt von vornherein die entsprechenden Kompetenzen mit. Schließlich können digitale Medien *individualisiertes Lernen* ermöglichen, unterschiedliche Lernvoraussetzungen zwischen den Lernenden ausgleichen und die Chancengleichheit erhöhen. Der Unterricht kann mit ihrer Hilfe individuell, differenzierend oder adaptiv gestaltet wer-



den. Auch kann der Lernstoff personalisiert werden, z. B. durch die Auswahl von Lernaufgaben, die eigene Steuerung der Lernpfade, die Bestimmung der Reihenfolge ihrer Bearbeitungsschritte und die Festlegung der Lernzeiten.

## Herausforderungen

Über alle relevanten Bildungsabschnitte hinweg herrscht momentan noch erheblicher Entwicklungs- bzw. Unterstützungsbedarf auf verschiedenen Ebenen. Das fängt bei der Unterstützung der Eltern an, denn im Elternhaus werden die Grundlagen für Bildung und Kompetenzerwerb gelegt. Viele Eltern schätzen sich zwar selbst als kompetent in Fragen der Erziehung im Umgang mit dem Internet ein, haben aber oftmals großen Informationsbedarf. Die prinzipiell verfügbaren Informations- und Beratungsangebote sind jedoch zu wenig bekannt (BMFSFJ 2015). Auch in den Kindertageseinrichtungen gewinnt Medienkompetenzförderung an Bedeutung; dies allerdings vor allem im Sinne eines (von außen) an diese Einrichtungen herangetragenen Bildungsauftrags. Insgesamt deuten die vorhandenen Daten zur Medienkompetenzförderung im frühkindlichen Bereich darauf hin, dass dort erheblicher Handlungsbedarf besteht bzw. Medienkompetenzförderung bei den Erziehungspersonen noch keinen adäquaten Stellenwert besitzt (ifib 2015).

Ähnliches gilt auch für die Schule: Auch hier haben die Einstellungen bzw. Orientierungen des pädagogischen Personals zentralen Anteil daran, wie die Förderung von Medienkompetenz verläuft und wie erfolgreich sie ist (Bos et al. 2015). Die deutschen Schulen befinden sich häufig noch in einer frühen Phase des Veränderungsprozesses hin zu einer Bildungsinstitution, die ihre Schüler auf die Anforderungen des Lebens in einer digitalen Welt vorbereitet. Zudem wurde etwa die Debatte über den Erfolg der Medienintegration bzw. den Erwerb von Medien-

kompetenz bis vor Kurzem in Bezug auf die Medienausstattung der Schulen bzw. der Schüler geführt. So forderte etwa die Enquete-Kommission »Internet und digitale Gesellschaft« (EK 2013), dass alle Schüler mit eigenen digitalen Endgeräten auszustatten seien, da so alle Beteiligten dazu gebracht werden können, sich mit dem Internet auseinanderzusetzen und auf diese Weise die Bildungschancen des Netzes fächerübergreifend zu nutzen.

Zweifel am durchschlagenden Erfolg einer solchen technikzentrierten Strategie sind allerdings durchaus berechtigt. Bis dato ist nicht ausreichend geklärt, unter welchen Bedingungen sich die Potenziale der digitalen Medien für Lehr- und Lernprozesse realisieren lassen. Auch wenn technologische bzw. infrastrukturelle Investitionen im schulischen Bereich nötig erscheinen, sollte die Integration digitaler Medien in schulische Lernprozesse umfassender betrachtet werden, wobei sich der Blick auch auf die Zusammenhänge zwischen technischer Ausstattung, didaktischer Einbindung und der individuellen Nutzung durch die Lernenden richten sollte. Zudem liegt nach Ansicht von Bildungsexperten der Hauptgrund dafür, dass die Integration digitaler Medien in Schulen bisher nur in geringem Maße umgesetzt wurde, eher in der (nichtadäquaten) Ausbildung und Personalentwicklung der Lehrenden.

Im Bereich der tertiären Bildung ist die Ausstattung vergleichsweise weniger problematisch, allerdings bestehen hier hinsichtlich der didaktischen Szenarien sowie der Aus- und Weiterbildung der Lehrenden ähnliche Herausforderungen wie im schulischen Bereich: In den Hochschulen hat sich die »Lernlogik« trotz der Digitalisierung bislang wenig verändert. Nur durch eine Anpassung der erforderlichen organisatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie durch eine Verbesserung der Ausbildung mediendidaktischer Kompetenzen bei Lehrenden könnte es gelingen, die Potenziale neuer digitaler Medientypen zur Gestal-

tung neuer didaktischer Konzepte auszuschöpfen. Dies gilt insbesondere für eine stärkere Lernendenzentrierung, um der zunehmenden Heterogenität der Lernenden an Hochschulen, ihren diversifizierten Lernbedürfnissen und ihrem unterschiedlichen Lernverhalten begegnen zu können. Die Diskrepanz zwischen der selbstkritischen Einschätzung der Medienkompetenzen Hochschullehrender und der dennoch geringen Zahl der besuchten Weiterbildungsveranstaltungen weist zudem auf institutionelle Schwächen im Hochschulsystem hin, etwa die fehlende Anrechenbarkeit von Onlineangeboten auf das Lehrdeputat sowie eine an Präsenzveranstaltungen orientierte Lehr- und Lernkultur.

Für die berufliche Bildung bzw. die Arbeitswelt gilt grundsätzlich, dass künftig neue Tätigkeitsfelder an Bedeutung gewinnen. Beispielsweise werden in der Produktion zunehmend mehr Analysten gebraucht, die die von digitaler Technik zur Verfügung gestellten (teilweise sehr komplexen) Daten auswerten können. In diesem Kontext wird die Analysefähigkeit von Erwerbstätigen relevanter. Die für die Nutzung von sozialen Medien als notwendig erachteten Kompetenzen (Abb.) können analog für die Formulierung allgemeiner Anforderungen herangezogen werden, die in der zunehmend digitalisierten Welt notwendig sind. Eine trennscharfe Unterscheidung von Arbeitspraxis und Mediennutzung lässt sich hierbei schwer ausmachen, da die Arbeit schon heute in hohem Maß von digitalen Medien durchdrungen ist.

Der konkrete Einsatz digitaler Medien in der beruflichen Aus- und Weiterbildung erfolgt gegenwärtig allerdings noch sehr unsystematisch. Gerade für kleine und mittlere Unternehmen stehen entsprechenden Nutzungsszenarien offenbar noch Hürden entgegen. Angesichts der zunehmenden Bedeutung digitaler Medien in der beruflichen Praxis und einer grundsätzlichen Aufgeschlossenheit von Unternehmen gegenüber etablierten, aber

auch neuen Formen des E-Learnings (z. B. mobiles Lernen, Serious Games) zeigt sich Bedarf hinsichtlich des Austauschs von Erfahrungen, Best Practices und Wissen über die Effekte entsprechender Lehr-Lern-Szenarien auf den Lernprozess und die Qualität von Bildungsmedien. Zudem stellt auch eine verbesserte Bildungsberichterstattung ein Desiderat dar. Letztlich ist die Frage nach der Einführung von Formen des digitalen Lernens in Unternehmen aber eng damit verbunden, inwiefern sie als Aufwertung der Ausbildung und des gesamten Unternehmens im Hinblick auf Individualisierung, Imageverbesserung, Mitarbeiterbindung und Qualitätsverbesserung verstanden wird.

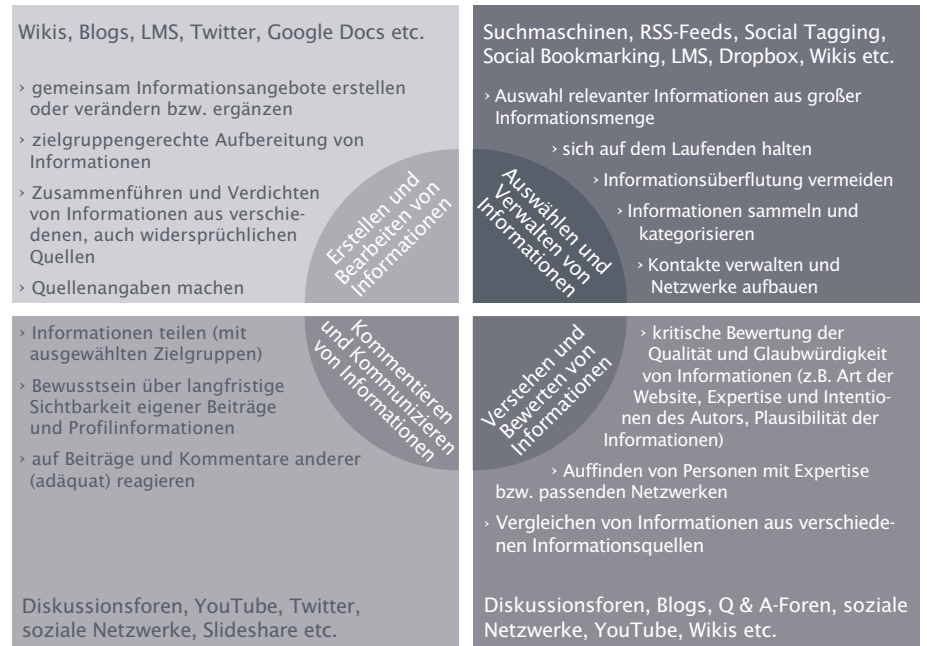
## Optionen und Reaktionen

Auf diese Herausforderungen einer immer komplexer werdenden Bildungslandschaft versuchen sowohl die Bildungsinstitutionen wie auch die Bildungs- und Wissenschaftspolitik mit ihren zuständigen Gremien auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene sowie die Fachhochschulen und Universitäten – u. a. auf der Basis regelmäßiger Evaluationen – durch eine Weiterentwicklung ihrer Maßnahmen und Angebote zu reagieren. Die Ausgangspunkte sind dabei allerdings sehr (zum Teil grundsätzlich) unterschiedlich. Während in den Kindertageseinrichtungen und Grundschulen noch darüber diskutiert wird, ob und in welcher Intensität digitale Medien in den alltäglichen Lehr- und Lernprozessen überhaupt eine Rolle spielen sollen, sind Laptop oder ein interaktives Whiteboard aus den weiterführenden Schulen kaum noch wegzudenken.

Durch digitale Medien werden häufig eher bestehende Medienpraxen und Unterrichtsformen unterstützt als sinnvolle neue generiert. Auch sind die Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien und die kritische Reflexion ihrer Nutzung nur schwer zu überprüfen und ihre Bedeutung für die Lernwirksamkeit in den Fächern ist bislang

Abb.

Rahmenmodell zur reflektierten Nutzung des Social Web



Quelle: nach Kammerer et al. 2015

nicht unmittelbar nachzuweisen. Im Zuge der aktuellen Diskussion über Bildungsstandards in den Kernfächern und deren Überprüfung spielen digitale Medien daher in der konkreten Unterrichtssituation keine besondere Rolle. Zugleich besteht ein bildungspolitisches Desiderat, Anforderungen an die Medienkompetenz in allen Entwicklungsstufen als Querschnittskompetenz zu formulieren und möglichst auch zu überprüfen (ifib 2015) – mit der 2013 durchgeführten ICIL-Studie (Bos et al. 2014) wurde eine solche Überprüfung als internationaler Leistungsvergleich speziell der Kompetenzen im Umgang mit IKT erstmals umgesetzt.

## Kompetenzen der Lehrenden

Der Einsatz digitaler Medien bzw. die Medien- und Kompetenzbildung kann nur so gut sein, wie die dafür bereitgestellten Ressourcen beschaffen sind. Eine effektive und gewinnbringende Nutzung digitaler Medien in Lehraktivitäten ist nur bei gleichzeitigem Überdenken pädagogischer Konzepte und Entwicklung neuer didaktischer Ansätze sinnvoll. Neben

der Herausbildung umfassender Medienkompetenz sind dabei eine mediendidaktische Handlungskompetenz Lehrender sowie eine Sensibilisierung und Vorbereitung auf die erwartbaren bzw. bereits beobachtbaren Veränderungen der Lehrendenrolle erforderlich. Lernende mit individuellen Bedürfnissen werden vermehrt zu aktiven Gestaltern ihres eigenen Lernprozesses. Lehrende werden damit stärker zu Lernbegleitenden. Gleichzeitig bieten digitale Bildungsmedien Anreize für die Entwicklung einer Kultur des Teilens, die Lehrende zunehmend veranlasst, von ihnen erstellte Lehrmaterialien gemeinsam mit Lernenden und anderen Lehrenden zu bearbeiten.

Um die Potenziale neuer digitaler Medien für die Schule ausschöpfen zu können, ist eine Veränderung der Lehrerbildung notwendig. Mehr als vier Fünftel der Lehrenden selbst wünschen sich eine bessere Vorbereitung auf den Unterricht mit digitalen Medien in Studium und Referendariat. Dementsprechend sollten mediendidaktische Qualifikationsstandards entwickelt und Kompetenzniveaus for-

muliert werden. Aufgrund der geringen »Halbwertszeit« von Wissen im Kontext der Digitalisierung und des schnellen technologischen Wandels in diesem Bereich sollten sich Lehrpersonen zudem kontinuierlich zum Einsatz digitaler Bildungsangebote im Schulunterricht weiterbilden.

Im Bereich Hochschule besteht grundsätzlich das Problem einer mangelnden Anerkennung der Lehrtätigkeit im Vergleich zur Forschungstätigkeit. Dies hat Konsequenzen für die Wahrnehmung von didaktischen Weiterbildungsangeboten durch die Hochschullehrenden. Für die Dozenten müssen Anreize geschaffen werden, sich im didaktischen und medienpädagogischen Bereich weiterzubilden – beispielsweise durch Gewährung von Freisemestern für die Lehre. Zudem ist eine stärkere Anerkennung des Berufsbildes »Hochschullehrende« auf organisatorischer Ebene der Hochschulen sowie auf institutioneller Ebene des Bundes und der Länder erforderlich.

### Qualität der Bildungsangebote

Digitale Medien haben bisher nur einen geringen Stellenwert in den zentralen Verfahren und Maßnahmen der Qualitätssicherung des Schulsystems wie Bildungsstandards, Vergleichsarbeiten, Schulinspektionen und Maßnahmen der Qualitätsanalyse. Hier besteht übergreifender Handlungsbedarf. Eine dringend notwendige Qualitätssicherung muss generell bzw. bei allen digitalen Bildungsangeboten den Erstellungsprozess und das Produkt in den Blick nehmen. Zwar gibt es etablierte Werkzeuge und Ansätze zur prozess- sowie zur produktorientierten Qualitätssicherung, jedoch stammen diese überwiegend noch aus Zeiten des E-Learnings 1.0, in denen Bildungsangebote von Experten erstellt und beurteilt wurden. Im aktuellen E-Learning 2.0 werden Bildungsangebote jedoch häufig von Lernenden und Lehrenden (gemeinsam) erstellt. Neue Mechanismen der Qualitätssicherung sind daher erforder-

lich und sollten erprobt werden. Hilfreich sind auch Weiterbildungsangebote für Lehrende, Tutorials oder Hinweise für Lernende, die Bildungsangebote selbst erstellen. Zudem sollten die digitalen Bildungsangebote einer Produkt-evaluation unterzogen werden, z. B. durch qualifiziertes Personal der Betreiber entsprechender Plattformen oder in Form kostenpflichtiger externer Qualitätsprüfungen und Bescheinigung durch Qualitätssiegel (TU Dresden 2015b).

### Implementierung digitaler Bildungsmedien – Beispiele

In Anbetracht der Vielzahl verschiedener Konzepte, Technologien und Trends (TU Ilmenau 2015) lassen sich nur exemplarisch Optionen beschreiben, in welcher Weise die Implementierung einiger spezifischer digitaler Bildungsmedien in die verschiedenen Bildungsbereiche erfolgen könnte:

- *Webvideos*: Die digitale Erstellung eigener Videos ist im Privatbereich vieler Jugendlicher ein fester Bestandteil der Freizeitgestaltung. Bekannte »YouTuber« nehmen hier eine Vorreiterfunktion ein, die auch bereits für Bildungskampagnen öffentlicher Institutionen eingesetzt werden. Es existieren verschiedene Beispiele, wie die Integration von Webvideos in die Lehre partizipativ erfolgen kann, etwa durch gemeinsame Sammlung und Bewertung geeigneter Ressourcen. Zukünftige Lehrkonzepte könnten beispielsweise die Erstellung von Videos und die damit verbundenen kreativen, technischen und auch organisatorischen Lehrinhalte nicht nur in der Schule, sondern auch in der Erwachsenenweiterbildung beinhalten. Das Bildungsmedium Webvideo ist ein prototypisches Beispiel dafür, wie Lehrende die Rolle des Wissensvermittlers verlassen und primär unterstützend auf den Lernprozess einwirken können. Auf Ebene der Schulen sowie der Landesmedienanstalten, Medienzentren

und Jugendeinrichtungen gilt es, die notwendige Infrastruktur und Seminare anzubieten, um Webvideos als Lerninstrument etablieren zu können (Gerstmann 2015).

- *Games*: Für die mögliche Integration von Computerspielen in den Unterricht kann auf bei Lernenden populäre kommerzielle Spiele zurückgegriffen werden, um diese analog zu anderen Medien (Bücher oder Filme) als Analysegegenstand und Vermittlungsweg für Bildungsinhalte zu nutzen – was eine Steigerung der Motivation und Lernbereitschaft zur Folge haben kann. Denkbar ist auch, Serious Games als Unterrichtswerkzeug einzusetzen, da hierdurch Sachverhalte in einer informellen Art an die Lernenden herangetragen werden. Zu beachten ist jedoch, dass für Serious Games i. d. R. nur ein im Vergleich zu kommerziellen Produktionen minimales Budget zur Verfügung steht, sodass deren Anmutung meist nicht mit der von kommerziellen Spielen konkurrieren kann. Eine stärkere Förderung könnte eine Möglichkeit darstellen, die Qualität von Serious Games deutlich zu heben und die Akzeptanz und Verbreitung zu steigern. Die oft einseitig negative Sicht auf digitale Spiele könnte durch Veranstaltungen auf Schulebene adressiert und sowohl Chancen als auch Risiken sollten offen diskutiert werden. Eltern wäre der mögliche Einsatz digitaler Spiele im Kontext curricularer Anforderungen zu vermitteln und Schüler sollten in die Ausgestaltung der Spiele mit einbezogen werden (Bate et al. 2013). Zudem ist denkbar, die Spieleentwicklung stärker in den Lehrplan zu integrieren, beispielsweise innerhalb des Informatikunterrichts. Moderne Programmiersprachen und Technologien erlauben relativ schnell praktische Ergebnisse. So ließen sich beispielsweise selbstprogrammierte Apps ohne großen Aufwand auf lokal angeschlossene iPhones und iPads übertragen (TU Ilmenau 2015).
- *Mobile Medien und »Bring your own device« (BYOD)*: Bislang fehlt es häufig



an Projekten, um die aktuelle Generation mobiler Medien wie etwa Smartphones oder Tablets vorteilhaft in den Unterricht zu integrieren. Prinzipiell eignen sich diese Geräte auch für die mit Laptops im Klassenzimmer am häufigsten durchgeführten Tätigkeiten – wie z. B. die (reine) Informationsbeschaffung in Form von Internetrecherchen. Die größte Schwierigkeit liegt wahrscheinlich in der potenziellen Ablenkungsgefahr durch digitale Spiele und Kommunikationsfunktionen. Hier sollten entsprechende Konzepte erarbeitet werden, um die Vorteile nutzen zu können, Nachteile zu minimieren und bei den Schülern ein stärkeres Bewusstsein für den reflektierten Umgang mit der Trennung von Freizeitnutzung und Nutzung zu Lernzwecken zu schaffen. Sicherzustellen ist, dass auch Schüler, deren Eltern nicht für die IT-Ausstattung ihrer Kinder aufkommen können, entsprechend ausgestattet werden. Offene Fragen betreffen die IT-Sicherheit, eine potenzielle Technologiekluft durch den Einsatz unterschiedlicher Gerätegenerationen und die fehlende Plattformneutralität durch unterschiedliche Betriebssysteme. Diesen Hemmschwellen stehen jedoch positive Optionen gegenüber, da die Lernenden sich individuell für die aus ihrer Sicht effizientesten Apps, Tools und Praktiken entscheiden können und diese zusammen mit den Geräten, an die sie gekoppelt sind, auch über den institutionellen Lernkontext hinaus weiter nutzen können (NMC 2015).

### Institutionelle und technologische Aspekte

Auf institutioneller Ebene von Bund und Ländern wären zunächst adäquate (finanzielle) Rahmenbedingungen zu schaffen. Dies betreffen die technologische Ausstattung und z. B. auch die Durchführung von Pilotprojekten zum Einsatz etwa von Tablet Computing, BYOD und Mo-

bile Learning an Schulen sowie verstärkte Forschungsanstrengungen im Blick auf die Integration informellen Lernens in formale Bildungskontexte unter Einsatz neuer digitaler Medien sowie mobiler Endgeräte. Für alle Bildungsbereiche notwendig ist darüber hinaus die Schaffung von Onlineplattformen zur Bereitstellung freier Bildungsmaterialien, damit diese überhaupt auffindbar sind. Als Orientierung für die Nutzung digitaler Medien in Unterricht und Lehre müssten auf der Ebene der einzelnen Organisationen Richtlinien (z. B. zu Social Media, Cloudcomputing) erarbeitet werden. Um die Potenziale sogenannter offener Bildungsmaterialien (Open Educational Resources [OER]) nutzen zu können, wäre es darüber hinaus notwendig, Qualitätsmechanismen und -standards zu entwickeln, sowohl für die Erstellung von OER als auch für die Vielzahl an neuen digitalen Bildungsangeboten, welche nicht mehr zwangsläufig nur von derjenigen Bildungsinstitution erstellt werden, die diese ursprünglich nur zum eigenen Einsatz vorgesehen hat (TU Dresden 2015a). Hier bietet sich die Zusammenarbeit über Institutionen hinweg an, z. B. im Verbund mit den jeweiligen Landesmedienstellen.

Lehr- und Bildungspläne werden von den Kultusministerien der Länder entwickelt und verabschiedet. Zur Orientierung für diejenigen Akteure, die die Voraussetzungen für ihre Umsetzung schaffen, z. B. die Kommunen und Landkreise als Schulträger, könnten übergreifende Strategien hilfreich sind, die entsprechende Aufwendungen legitimieren helfen. Problematisch stellt sich aber die Sicherung der Verbindlichkeit entsprechender Rahmen dar. Internationale Vergleichsstudien wie die ICIL-Studie 2013 können hier zur Etablierung von Standards beitragen und haben sich als Koordinationsmodus im Bildungsbereich bewährt (Heinz 2015). Allerdings darf der zwangsläufig enge Zuschnitt solcher Tests nicht dazu führen, mediale Bildung auf die Förderung nur einzelner Kompetenzen zu verengen.

Hinsichtlich der institutionellen Neuerungen, die eine breitere Nutzung digitaler Medien in der Bildung unterstützen können, werden ganz unterschiedliche Modelle diskutiert. Bund und Länder könnten die Initiative für die Einrichtung bildungsbereichsübergreifender Institutionen ergreifen, etwa zur Beratung in rechtlichen Fragestellungen und zur Qualitätssicherung freier Bildungsmaterialien. Wettbewerbe zum Anschub der Entwicklung neuer Lehrkonzepte bewertet der Wissenschaftsrat (WR 2013, S. 37) als wichtig, betont aber, dass gelungene neue Formate in der Breite implementiert werden müssen. Dazu sollten Hochschulen untereinander, aber auch die Akteure innerhalb der Hochschulen verstärkt kooperieren. Zudem sollten Best Practices identifiziert und prämiert werden.

### Forschungsbedarf

Forschungsbedarf besteht insbesondere hinsichtlich des genauen Zusammenhangs zwischen der Nutzung von digitalen Medien in der Bildung und ihren Effekten auf das Lernen. In Studien wird häufig nur der Umfang der Nutzung digitaler Medien in Bildungsprozessen gemessen. Die Frage, in welchen Formen diese im Einzelnen zum Einsatz kommen, wird jedoch vernachlässigt. Ergänzend könnte sich ein Bildungsmonitoring positiv auswirken, das auch den Umgang mit digitalen Medien erfasst. Internationale Beispiele zeigen, dass entsprechende Rückmeldungen wertvolle Anregungen zur Verbesserung des Bildungssystems geben können. Dies ist nicht nur für den schulischen Bereich interessant, auch für die Hochschullehre und den Umgang Studierender mit digitalen Medien liegen bis dato keine ausreichenden Daten vor. Und schließlich generieren insbesondere OER vielfältige Herausforderungen. Hier stellt sich Forschungsbedarf u. a. in Bezug auf neue Verfahren der Qualitätssicherung, die Unterstützung von OER durch Softwaresysteme (z. B. Lizenzmanagement) sowie auf förderliche rechtliche und institutionelle Rahmenbedingungen. Einige



Forschungsinitiativen wurden auf europäischer Ebene bereits durch die Initiative »Opening up Education« der EU-Kommission angestoßen. Auch von der jüngsten Förderinitiative des BMBF im Bereich der digitalen Hochschulbildung können prinzipiell diesbezügliche Anregungen erwartet werden.

## Weitergehende Fragestellungen

Sehr deutlich stellen sich über diese stärker anwendungsbezogenen Aspekte hinaus ganz grundsätzliche Fragen nach den Auswirkungen einer »Omnipräsenz« digitaler Medien auf die Leistungsfähigkeit des Bildungs- und Ausbildungssystems, dessen Chancengleichheit und Integrationskraft. Von besonderer individueller und gesellschaftlicher Bedeutung sind zudem Fragen danach, inwieweit eine durch digitale Medien zunehmend beeinflusste Bildung den Lebensverlauf hinsichtlich erwerbsbezogener Optionen prägt und welche Auswirkungen die digitalen Medien auf den institutionellen Aufbau des Bildungssystems, auf Schule, duale Ausbildung, Berufsakademien und Hochschulen haben. Von großer Bedeutung ist auch der ausreichende Schutz von (personenbezogenen) Daten. Vor diesem Hintergrund wurde mit dem TAB-Arbeitsbericht Nr. 171 (TAB 2016) das Ziel verfolgt, die umfänglichen Konsequenzen darzulegen, die sich aus den vielfältigen Möglichkeiten des Einsatzes neuer digitaler Medientypen im Bildungsbereich ergeben, Hemmnisse und Herausforderungen für den Einsatz neuer digitaler Medientypen in den Bildungsbereichen wurden identifiziert und Handlungsoptionen zu ihrer Überwindung dargestellt.

Auch zukünftig werden technologische Trends Impulse für Innovationen in der Bildung geben. Es ist zu erwarten, dass sich die Diskussionen darüber, ob technologische Entwicklungen oder pädagogische Prozesse im Vordergrund stehen sollten, in den nächsten Jahren noch in-

tensivieren werden. Solche Diskussionen finden statt vor dem Hintergrund vielschichtiger Transformationsprozesse, die auf das Bildungssystem insgesamt und die einzelnen Bildungsbereiche einwirken. Insofern sind Veränderungen des Bildungssystems auch ganz unabhängig von der Digitalisierung erwartbar. Die Gründe der bis dato eher punktuellen oder auch zögerlichen Integration digitaler Medien insbesondere in den schulischen Bereichen sind (zum Teil) hinreichend benannt, erforscht und somit bekannt. Es besteht ausweislich der empirischen Studien keine adäquate Umsetzung der Förderung von Medienkompetenz und der didaktischen Nutzung von digitalen Medien in Selbstlernprozessen und innerhalb des Schulsystems. Dies hängt sicherlich auch eng mit bestehenden Finanzierungslücken zusammen, vor allem bei vielen Kommunen. Zudem stellt der technologische Fortschritt ständig neue Herausforderungen, beispielsweise Fragen hinsichtlich der Bedeutung des mobilen Lernens für die verschiedenen Lernorte, seien es Kita, Schule, Hochschule oder Berufsausbildung (ifib 2015).

In einer ganzen Reihe politischer Initiativen wird bereits versucht, auf unterschiedlichen Ebenen des Bildungssystems Veränderungsprozesse anzustoßen bzw. zu unterstützen. Der Deutsche Bundestag (2015) forderte mit Beschluss vom 2. Juli 2015 die Bundesregierung auf, die technische Infrastruktur für das Lernen mit digitalen Medien in den unterschiedlichen Bildungsbereichen sowie den Einsatz digitaler Bildungsangebote zu fördern und dabei mit den Ländern sowie mit Akteuren aus Wirtschaft und Gesellschaft zusammenzuarbeiten. Zu den geforderten Maßnahmen zählen die Einführung einer einheitlichen Bildungs- und Wissenschaftsschranke im Urheberrecht als Grundlage einer »digitalen Lernmittelfreiheit«, die »Vermittlung digitaler Medienkompetenz« in der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften sowie die Förderung von Informatikunterricht ab der Grundschule (CDU/CSU/SPD 2015, S. 44).

Die Bundesregierung (2014) hat in ihrer »Digitalen Agenda« eine Strategie »Digitales Lernen« angekündigt, die sich allerdings noch in der Entwicklung und der Abstimmung mit den Bundesländern befindet. Im Rahmen des IT-Gipfelprozesses wurde zudem im September 2015 eine sogenannte »Plattform »Digitalisierung in Bildung und Wissenschaft« gegründet, die im Austausch zwischen Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Bildung und Sozialpartnern zentrale Herausforderungen des digitalen Wandels der Bildung bearbeiten soll (BMBF 2015). Die Kultusministerkonferenz behandelt im Präsidentschaftsjahr 2016 das Thema Bildung in der digitalen Welt als Schwerpunkt und betont die Bedeutung informatorischer Grundkompetenz ([www.kmk.org/aktuelles/thema-2016-bildung-in-der-digitalen-welt.html](http://www.kmk.org/aktuelles/thema-2016-bildung-in-der-digitalen-welt.html)). Nicht zuletzt fördert auf europäischer Ebene die EU-Kommission (2013) mit der Initiative »Die Bildung öffnen« seit 2013 Erwerb und Verwendung entsprechender Kompetenzen durch Lehrkräfte und Lernende, technische Infrastrukturen sowie die Verbreitung von OER.

Insgesamt ist zu konstatieren, dass der Prozess der Digitalisierung von Bildung viele Herausforderungen mit sich bringt. Diese liegen auf einer strukturellen Ebene für das Selbstverständnis der traditionellen Bildungsinstitutionen, auf einer inhaltlichen Ebene durch die zunehmende Komplexität der Bildungsinhalte und auf einer individuellen Ebene für die Lehrenden und Lernenden, da diese den Strukturwandel im Bildungsbereich bewältigen bzw. sich mit allen Facetten des Einsatzes digitaler Medien in der Bildung auseinandersetzen müssen. Auch sind die neu entstehenden Bildungsoptionen mit großen Unsicherheiten und Risiken verbunden: Nicht nur für den Einzelnen, der zu mehr Bildungsleistung im Sinne des selbstbestimmten und kollaborativen Lernen quasi gezwungen wird, sondern auch für das traditionelle Bildungssystem, das die Steuerung der Bildungsprozesse wie auch die Produktion

(und ggf. Bewertung) der Bildungsinhalte vornehmen muss.

Steffen Albrecht  
Christoph Revermann

*Der Beitrag basiert auf dem TAB-Arbeitsbericht Nr. 171 »Digitale Medien in der Bildung« sowie den hierfür genutzten Gutachten von ifib 2015, TU Dresden 2015a und 2015b sowie TU Ilmenau 2015.*

## Literatur

- Bate, F.; MacNish, J.; Males, S. (2013): The politics of gaming in schools: A sociocultural perspective from Western Australia. In: Learning, Media and Technology 39(3), S. 306–327
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2015): Digitalisierung in Bildung, Wissenschaft und Forschung gestalten. Pressemitteilung vom 9.9.2015, [www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=1152](http://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=1152) (7.3.2016)
- BMFSFJ (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend) (2015): Gutes Aufwachsen mit Medien. Studienergebnisse Digitale Medien: Beratungs-, Handlungs- und Regulierungsbedarf aus Elternperspektive. Deutsches Jugendinstitut e.V., Berlin, [www.bmfsfj.de/BMFSFJ/kinder-und-jugend,did=215068.html](http://www.bmfsfj.de/BMFSFJ/kinder-und-jugend,did=215068.html) (3.3.2016)
- Bos, W.; Eickelmann, B.; Gerick, J.; Goldhammer, F.; Schaumburg, H.; Schwipert, K.; Senkbeil, M.; Schulz-Zander, R.; Wendt, H. (Hg.) (2014): ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster
- Bos, W.; Lorenz, R.; Endberg, M.; Schaumburg, H.; Schulz-Zander, R.; Senkbeil, M. (Hg.) (2015): Schule digital – der Länderindikator 2015. Vertiefende Analysen zur schulischen Nutzung digitaler Medien im Bundesländervergleich. Deutsche Telekom Stiftung (Hg.), Münster
- Bundesregierung (2014): Digitale Agenda 2014 bis 2017. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Bundesministerium des Innern; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hg.), Berlin
- CDU/CSU; SPD (2015): Durch Stärkung der Digitalen Bildung Medienkompetenz fördern und digitale Spaltung überwinden. Antrag der Fraktionen der CDU/CSU und SPD, Deutscher Bundestag, Drucksache 18/4422, Berlin
- Deutscher Bundestag (2015): Stenografischer Bericht – 115. Sitzung. Plenarprotokoll 18/115, Berlin
- EK (Enquete-Kommission) (2013): Bildung und Forschung. Sechster Zwischenbericht der Enquete-Kommission »Internet und digitale Gesellschaft«. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/12029, Berlin
- EU-Kommission (2013): Die Bildung öffnen: Innovatives Lehren und Lernen für alle mithilfe neuer Technologien und frei zugänglicher Lehr- und Lernmaterialien. Mitteilung COM(2013) 654 final, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0654&from=DE> (7.3.2016)
- Gerstmann, M. (2015): Schau dir das mal an, das ist richtig krass. In: merz 2015/01 Webvideo, S. 40–44
- Heinz, D. (2015): Politikverflechtung in der Schulpolitik. Koordination im Wandel? In: Politische Vierteljahresschrift 56(4), S. 626–647
- ifib (Institut für Informationsmanagement Bremen GmbH) (2015): Zugangs- und Nutzungsbedingungen als substanzielle Voraussetzung zur Wahrnehmung von Bildungschancen (Autoren: Welling, S.; Brüggemann, M.; Breiter, A.; Neumann, S.). Bremen
- Kammerer, Y.; Oloff, C.; Gerjets, P. (2015): Erfassung von Fertigkeiten im Umgang mit dem Social Web. In: Informationskompetenz im Hochschulkontext – Interdisziplinäre Forschungsperspektiven. Lengerich, S. 121–150
- NMC (New Media Consortium) (2015): Horizon Report: 2015 Higher Education Edition. <http://cdn.nmc.org/media/2015-nmc-horizon-report-HE-EN.pdf> (3.8.2015)
- TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2016): Digitale Medien in der Bildung (Autoren: Albrecht, S.; Revermann, C.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 171, Berlin (im Druck)
- TU Dresden (Technische Universität Dresden, Medienzentrum) (2015a): Neue Typen digitaler Angebote – Herausforderungen und Rahmenbedingungen für die Bildungsbereiche (Autoren: Herbst, S.; Köhler, T.). Dresden
- TU Dresden (Technische Universität Dresden, Medienzentrum) (2015b): Veränderung von Bildung durch die Digitalisierung und neue Anforderungen an alle Bildungsbeteiligte (Autoren: Müller, M.; Döring, S.; Köhler, T.). Dresden
- TU Ilmenau (Technische Universität Ilmenau) (2015): Potenziale digitaler Bildungsmedien (Autor: Wimmer, J.). Ilmenau
- WR (Wissenschaftsrat) (2013): Perspektiven des deutschen Wissenschaftssystems. Drs. 3228-13, Braunschweig, [www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/3228-13.pdf](http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/3228-13.pdf) (7.3.2016)

# Digitale Arbeitswelten in Produktion und Dienstleistung – zwischen Euphorie und Pessimismus

**Die Digitalisierung der Arbeitswelt und die damit einhergehenden Chancen und Risiken für Wirtschaft sowie Arbeitnehmer sind zurzeit ein vorherrschendes Thema in der gesellschaftlichen wie auch in der politischen Diskussion. Nur wenige Themen balancieren so zwischen Euphorie und Pessimismus, zwischen glühenden Verfechtern und Kritikern wie dieses. Denn die Wichtigkeit und Unaufhaltsamkeit der Digitalisierung ist mittlerweile allen politisch und gesellschaftlich Verantwortlichen klar, wenn auch die genaue Ausprägung und die Effekte der Digitalisierung der Arbeitswelt vielfach nur in Ansätzen bekannt bzw. beschrieben werden können. Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über die aktuell diskutierten Hauptthemen.**

Die digitalen Medien beeinflussen inzwischen nicht nur das Privatleben, sondern auch die Arbeitswelt in einem nicht zu unterschätzenden Ausmaß. Der Einfluss des Internets und der neuen Technologien auf Wirtschaft und Gesellschaft sind enorm, und die rasant voranschreitende Ausbreitung der IKT spielt für die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit von Unternehmen eine immer zentralere Rolle. Nach Ansicht vieler Experten fungieren die Digitalisierung von Produktions- und Unternehmensprozessen, die Auslagerung von Arbeitstätigkeiten in die Cloud mit der Entstehung von entsprechenden neuen Geschäfts- und Beschäftigungsmodellen und die wachsende Nutzung von mobilen Endgeräten zur Erledigung von Arbeitstätigkeiten als wesentliche Treiber von Veränderungsprozessen in der Arbeitswelt. Obwohl die Aufmerksamkeit seit Langem eher auf den technischen Umsetzungsmöglichkeiten und der ökonomischen Bedeutung der Digitalisierung für die Wirtschaft und insbesondere für die Produktion liegt, ist jedoch seit einiger Zeit auch eine intensivere Beschäftigung mit Fragen zur Veränderung von Arbeit im Zuge der Digitalisierung zu vermerken. Die Aktualität der Thematik und die zunehmende gesellschaftliche Bedeutung zeigen sich nicht nur anhand der unzähligen aktuellen Trendstudien, Analysen und Prognosen einschlägiger Forschungsinstitutionen und Interessenverbänden (Landmann/Heumann 2016; ver.di 2015) und den zahlreichen Veröffentlichungen dazu in den Feuilletons. Das Thema ist mittlerweile auch

auf der politischen Agenda von höchster Bedeutung. Wie die zunehmende Digitalisierung der Wirtschaft die Arbeitswelt der Zukunft beeinflussen wird, ist u. a. Gegenstand eines vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales vorgestellten Grünbuchs und eines dazu angestoßenen Dialogs. Gemeinsam mit Wissenschaft, Sozialpartnern, Verbänden, betrieblichen Praktikern sowie Bürgern sollen die Herausforderungen und Chancen in Zeiten des technologischen, demografischen und kulturellen Wandels diskutiert werden (BMAS 2015, 2016a u. 2016b). Auch das BMBF (2016) versucht in dem bis 2020 laufenden Dachprogramm »Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen« mithilfe verschiedener Programme, wie z. B. »Zukunft der Arbeit«, innovative Ansätze für die Schaffung von zukunftsfähigen und sozialverträglichen Arbeitsplätzen zu finden.

Der Deutsche Bundestag befasst sich in verschiedenen Ausschüssen ebenfalls intensiv mit der Thematik und beauftragte das TAB, sich mit Fragen rund um die Veränderung von Arbeit durch die Digitalisierung auseinanderzusetzen. Das aktuell laufende TAB-Projekt »Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt« soll die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Art und Qualität von Beschäftigungsverhältnissen und die damit einhergehenden Potenziale und Problemlagen für Beschäftigte überblicksartig darstellen und relevante gesellschaftliche und politische Handlungsfelder im Zusammenhang mit dem Wandel der Arbeitswelt aufzeigen.

## Aktuelle Diskussions-schwerpunkte beim Thema »Arbeit 4.0«

In der Literatur und der öffentlichen Debatte über die Digitalisierung der Arbeitswelt werden dabei typischerweise die folgenden vier Hauptthemen in Bezug auf die Veränderungen und Auswirkungen der Digitalisierung hinsichtlich Mensch und Arbeit bzw. Gesellschaft aufgegriffen: 1) Beschäftigungseffekte, 2) Weiterbildung und Qualifizierung, 3) Flexibilisierung und Vereinbarkeit von Beruf und Familie sowie 4) neue digitale Arbeitsformen.

## Ökonomische Effekte, insbesondere Beschäftigungseffekte

In einer Reihe von prominenten Studien wird primär auf die möglichen positiven ökonomischen Effekte fokussiert, die mit der Digitalisierung der Arbeitswelt in Deutschland einhergehen. So erwarten z. B. Bitkom/Fraunhofer IAO (2014) für Deutschland bis zum Jahr 2025 ein zusätzliches Wertschöpfungspotenzial von 78 Mrd. Euro durch »Industrie 4.0«, d. h. durch eine digitale, intelligente, vernetzte und selbststeuernde Produktion. Ermöglicht wird dies durch die Verschmelzung von Produktionstechniken mit IKT und Internet. In einer vom Bundesverband der deutschen Industrie e. V. in Auftrag gegebenen Studie heißt es, dass die Digitalisierung als Basisinnovation über die Zukunftsfähigkeit der europäischen Industrie entscheidet. Durch vernetzte Produktion sowie neue Geschäftsmodelle könnte Europa bis 2025 einen Zuwachs von 1,25 Bio. Euro an industrieller Bruttowertschöpfung erzielen (Roland Berger Strategy Consultant/BDI 2015). Widersprüchlich sind in der Literatur allerdings die Diskussionen um die zu erwartenden Beschäftigungseffekte in Deutschland. Auf der einen Seite stehen die positiven Erwartungen, wie z. B. von Bitkom, denen zufolge es aufgrund der Digitalisie-



nung zu einem starken Zuwachs von Beschäftigung kommen wird. Bereits 2012 war laut Bitkom jeder 25. Arbeitsplatz der Digitalisierung zu verdanken (Burger 2014). Auch die Boston Consulting Group (BCG 2015) geht von einem Nettowachstum aus: Sie prognostiziert, dass im Zuge der Etablierung von Industrie 4.0 bis 2025 zwar 610.000 Arbeitsplätze in der industriellen Fertigung in Deutschland wegfallen, allerdings 960.000 Jobs in den Bereichen IT und Datenverarbeitung entstehen, was zu insgesamt 350.000 neuen Stellen in Deutschland führen würde.

Auf der anderen Seite stehen die Befürchtungen negativer Beschäftigungseffekte, d. h. die Angst vor massiven Jobverlusten in der Wirtschaft. Dabei geht es oftmals prominent um die sozialen Folgen digitaler Rationalisierungspotentiale von Arbeit, sei es in Anwendungsfeldern der Produktion, der Logistik oder zunehmend auch bei wissensintensiven Tätigkeiten (Brynjolfsson/McAfee 2014; Kurz/Rieger 2013). So kommen etwa Frey/Osborne (2013) zu dem Ergebnis, dass bis 2030 rund 47 % aller Arbeitsplätze in den USA der Automatisierung zum Opfer fallen könnten. Die Übertragung der Berechnungen dieser Studie auf den deutschen Arbeitsmarkt wird in verschiedenen Studien versucht. Bonin et al. (2015) sind für Deutschland auf eine ähnlich hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit gekommen: 42 % der Beschäftigten wären demnach direkt von möglichen Jobverlusten betroffen. Die ING DiBa (2015) sowie Wolter et al. (2015) zeichnen ebenfalls ein vergleichsweise pessimistisches Bild. Auch das BMAS (2015) geht davon aus, dass die Automatisierungswahrscheinlichkeit bei den Arbeitsplätzen für Geringqualifizierte und Geringverdiener am höchsten ist und diese somit am stärksten vom Arbeitsplatzverlust bedroht sind. Allerdings verweisen deutsche Arbeitsexperten auf die sehr unterschiedlichen Wirtschafts- und Qualifikationsstrukturen zwischen den USA und Deutschland (Pfeiffer 2015). Es bleibt somit zurzeit offen, wie die

### Berufsbilder der Zukunft – ein Horizon-Scanning von VDI/VDE-IT

Wie verändern sich traditionelle Berufsbilder durch den Einfluss der Digitalisierung? Im Rahmen des aktuellen TAB-Projekts versucht der TAB-Konsortialpartner VDI/VDE-IT diese Frage mit einem Horizon-Scanning zum Thema »Wandel von Berufsbildern in Produktion und Dienstleistung« zu beantworten. Da der Wandel von Berufsbildern in wissenschaftlichen Studien und Foresightanalysen kaum oder nur abstrakt beschrieben wird, wird für das Horizon-Scanning ein explorativer, stark expertenbasierter Ansatz verfolgt, in dem die vermutete zukünftige Entwicklung von Berufsbildern an vier Beispielen (Mechatroniker, Industriemechaniker, Fachinformatiker und technischer Produktdesigner) exemplarisch nachvollzogen wird.

Im Rahmen des Horizon-Scannings wurden nicht nur semistrukturierte Experteninterviews durchgeführt, sondern auch die von VDI/VDE-IT entwickelte Visual-Roadmap-Methode ([www.iit-berlin.de/de/publikationen/iit-perspektive-4/at\\_download/download](http://www.iit-berlin.de/de/publikationen/iit-perspektive-4/at_download/download)) eingesetzt, um die zukünftige Entwicklung dieser Berufsbilder vor dem Hintergrund der spezifischen Auswirkungen der Digitalisierung auf die Untersuchungsbranchen (Automobilindustrie, Maschinenbau, Designwirtschaft und IKT-Dienstleistungen) abzuschätzen. Die Methode ermöglicht es, Entwicklungen im Zeitverlauf zu beschreiben und das Wechselspiel von »Ereignissen« in den unterschiedlichen

Dimensionen der Roadmap zu visualisieren. Die Grafik zeigt exemplarisch die Visual Roadmap für die Automobilindustrie mit den vier Ebenen/Dimensionen: Einflussfaktoren, Arbeitsweisen, Kompetenzen und Berufsbilder (Abb.). Im Rahmen eines Workshops wurden die Roadmaps für die Untersuchungsbranchen in einem moderierten Prozess durch die beteiligten Experten (Unternehmen, Verbände, Intermediäre, Forschungseinrichtungen) erarbeitet.

Die Ergebnisse dieses Horizon-Scannings zeigen, dass die an den Interviews und am Workshop beteiligten Experten keine zwingende Notwendigkeit dafür sehen, vor dem Hintergrund der Digitalisierung neue duale Berufsausbildungen für die Branchen Automobilindustrie, IKT-Dienstleistungen, Designwirtschaft und Maschinenbau zu konzipieren. Gemeinhin gehen sie davon aus, dass die existierenden Berufsausbildungsverordnungen hinlänglich (technologie)offen gestaltet sind, sodass Ausbilder flexibel auf veränderte Kompetenzanforderungen reagieren können. Spezifische Kompetenzen für die digitale Arbeitswelt, die anspruchsvoll sind, systematisch erlernt werden müssen und eine längere Qualifizierungszeit erfordern und deshalb nicht in der Berufsausbildung oder »on the job« erworben werden können, sollten im Rahmen von spezialisierten Weiterbildungen akquiriert werden.

Wie im Horizon-Scanning ersichtlich wurde, decken sich die Kompetenzen,

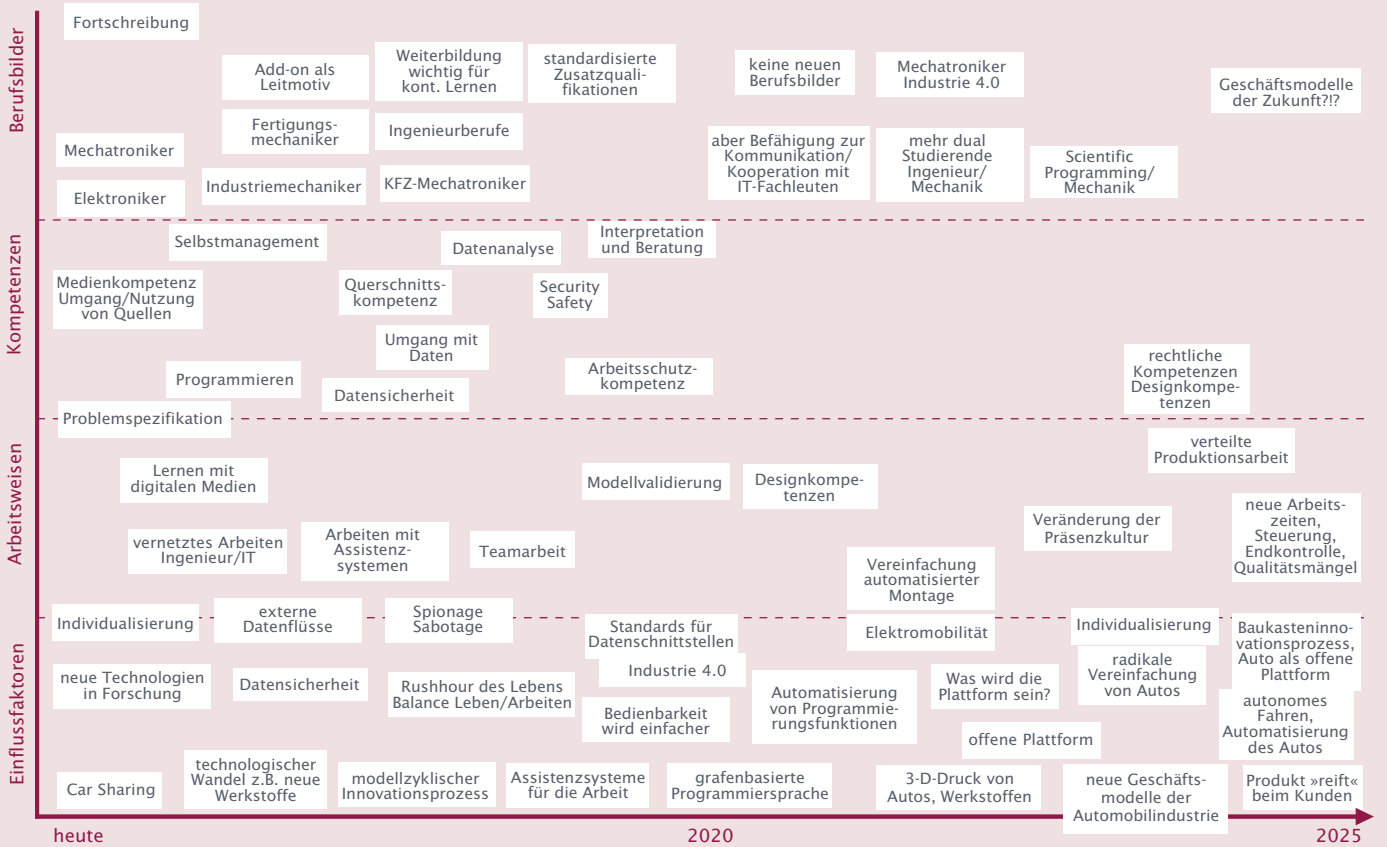
Beschäftigungsbilanz in einer digitalen Arbeitswelt zukünftig genau aussehen wird. Deutschland verfügt aber im Produktions- und Dienstleistungsbereich über ein relativ hohes berufliches Qualifikationsniveau und ist damit in einer guten Ausgangslage, um die Herausforderungen der Digitalisierung erfolgreich zu meistern.

### Weiterbildung und Qualifizierung

Häufig wird in der aktuellen Debatte thematisiert, inwiefern die technisch-ökonomischen Veränderungen das Anforderungs- und Kompetenzprofil der Mitarbeiter in Unternehmen beeinflussen und mit welchen Maßnahmen hier-



Abb. Expertenbasierte Visual Roadmap zu zukünftigen Entwicklungen der Berufsbilder in der Automobilindustrie



Quelle: VDI/VDE-IT 2016, S. 15

die für alle vier analysierten Berufsbilder (Mechatroniker, Fachinformatiker Systemintegration, technischer Produktdesigner, Industriemechaniker) als wichtig identifiziert worden sind, weitgehend mit den Kompetenzen, die auch in den einschlägigen Literaturquellen immer wieder als bedeutsam für das Arbeiten in der digitalisierten Industrie der Zukunft genannt werden: Dies sind Kenntnisse in den Bereichen Produktions-

prozessanalyse und -optimierung, die Fähigkeit, sich einen »Gesamtüberblick« zu verschaffen, das interdisziplinäre Verständnis, Entwicklungskompetenzen, Fähigkeiten im Bereich Informationsmanagement, Kommunikationsfähigkeit, berufsspezifisches (Basis-)Wissen, Erfahrungswissen und Kompetenzen im Bereich audiosensorische Wahrnehmung und Analyse. Anders als in vielen bisherigen Studien, in denen nur wenig konkrete

Aussagen zu den genannten Kompetenzanforderungen getroffen wurden, wird durch das Horizon-Scanning mithilfe des Roadmapansatzes vergleichsweise eine präzise Beschreibungen der neuen digitalen Anforderungen in den jeweiligen Berufsgruppen ermöglicht. Die detaillierten Ergebnisse des Horizon-Scannings werden im kommenden TAB-Bericht nachzulesen sein.

auf reagiert werden kann. In aktuellen Veröffentlichungen findet sich übereinstimmend, dass durch die zunehmende Digitalisierung der Arbeitswelt insbesondere eine dauerhafte Weiterbildung und ein gutes Qualifikationsniveau für jeden einzelnen Beschäftigten notwendig ist, um sich flexibel auf die technischen Veränderungen, aber auch auf mögliche

Verschiebungen in der Beschäftigungsstruktur einstellen zu können. Noch werden diese Aspekte vorrangig in Bezug auf die Veränderungen in der Produktion diskutiert und weniger für den Dienstleistungsbereich. So gehen laut einer Studie von Fraunhofer IAO (Spath et al. 2013) zur Produktionsarbeit der Zukunft 80 % der befragten Unternehmen davon aus, dass

ein erheblicher Qualifizierungsbedarf bei ihren Mitarbeitern besteht, um für die zukünftigen Anforderungen des flexiblen Produktionseinsatzes gerüstet zu sein.

In der Produktion wird in Zukunft die Bedeutung von Kompetenzen im Bereich Datenanalyse, Informations- und Datenverarbeitung, Datensicherheit und

-schutz, Anwendung von digitalen Tools, 3-D-Druck, aber auch von Selbstmanagement und Teamarbeit wachsen (VDI/VDE-IT 2016). Doch trotz der gestiegenen Anforderungen hinsichtlich des Erwerbs vor allem von IT-Kompetenzen benötigen die Beschäftigten weiterhin fundiertes Wissen in ihren Kernkompetenzfeldern, sei es sowohl in der Montage als auch in der Mechanik. Die Herausforderungen für Aus- und Weiterbildung im Rahmen von Industrie 4.0 werden von Georg Aichholzer (ITA) im nachfolgenden Beitrag ausführlich beleuchtet (S. 29).

Auch im Dienstleistungsbereich prognostizieren Experten einen hohen Qualifizierungs- und Umschulungsbedarf (BMAS 2016a). In der Tendenz wird insgesamt erwartet, dass die infolge der Digitalisierung und Automatisierung neu entstehenden Arbeitsplätze im Produktions- und Dienstleistungsbereich anspruchsvoller sind als diejenigen, die durch zu erwartende Technisierungsschübe wegfallen. Das heißt, es wird zentral sein, die Voraussetzungen zu schaffen, eine Vielzahl der Beschäftigten für diese komplexere und auch schwerer automatisierbare Arbeit entsprechend zu qualifizieren.

## Flexibilisierung und die Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben

Hinsichtlich der digitalen mobilen Arbeit werden oftmals eine noch weiter zunehmende Vermischung von Arbeit und Leben sowie eine höhere Intensität von Arbeit diskutiert. Die Möglichkeiten des orts- und zeitungebundenen Arbeitens führen zu einer stärkeren Flexibilisierung von Arbeit, die sich auch auf die private Lebensgestaltung auswirkt. Aufgrund der stark wachsenden Möglichkeiten zum digitalen und mobilen Arbeiten wird die Flexibilisierung in der Literatur oftmals mit einem positiven Tenor im Hinblick auf eine bessere Vereinbarkeit des Berufs mit dem Privat- bzw. Familienleben diskutiert (Kagermann 2014; BMAS 2016a).

Andererseits zeichnet sich aber auch in einigen Studien und Stellungnahmen ein eher pessimistisches Bild der digitalen Flexibilisierung ab. Dabei wird neben der zunehmenden Verdichtung und Tendenz zur Beschleunigung der Arbeit auch die wachsende Gefahr der ständigen Verfügbarkeit durch die Auflösung von Grenzen zwischen Arbeit und Privatleben thematisiert (IG Metall 2014). Instrumente wie der »Digitale Feierabend« von Unternehmen wie VW oder Daimler oder das in der Politik diskutierte »Recht auf Nichterreichbarkeit« sind dabei Versuche, möglichst frühzeitig auf mögliche negative Entwicklungen im Sinne des Arbeitnehmerschutzes zu reagieren.

Viele Arbeitsexperten verweisen diesbezüglich auf den Umstand, dass nicht nur digitale Technologien an sich für eine solche Entgrenzung oder gestiegene Belastung ursächlich sind, vielmehr ist diese Entwicklung oftmals auf weitreichende ökonomische und politische Prozesse zurückzuführen. Dieses Wechselspiel zwischen den möglichen Einflüssen und Wirkungen digitaler Technologien, organisationalen Prozessen und dem gesellschaftlichen Kontext wird aktuell verstärkt im Rahmen verschiedener Diskussionsrunden, Expertenkreise und Dialogforen in den Blick genommen (aktuelle Beispiele sind das Dialogforum »Arbeit 4.0« vom BMAS oder auch die »Initiative Gute Arbeit« von ver.di).

## Neue digitale Arbeitsformen

Neue digitale Arbeitsformen wie das Crowdfunding, d. h. die Auslagerung traditionell interner Arbeitsaufgaben an eine externe Gruppe über das Internet, werden aktuell sehr leidenschaftlich diskutiert: Auf der einen Seite repräsentieren sie eine »schöne neue Arbeitswelt«, die neue Formen virtueller Kollektivität, viele Freiheitsgrade und Autonomiegewinne verspricht. Auf der anderen Seite stehen Sorgen vor einer wachsenden Prekarisierung und Aushöhlung von Ar-

beitsstandards. Crowdfunding ist derzeit noch eine Randerscheinung und es ist kaum anzunehmen, dass es in kurzer Zeit zum vorherrschenden Leitbild von Arbeit wird. Dies ist weder innerhalb der IKT-Branche anzunehmen noch für die restliche Arbeitswelt. Die künftige Weiterentwicklung von Crowdfunding und verwandten Formen neuer digital gestützter Arbeit ist heute letztlich noch nicht abzusehen. Gleichwohl ist momentan die Entstehung von digitalen Geschäfts- mit Beschäftigungsmodellen, die traditionellen Arbeitsmodellen entgegenlaufen, zu beobachten. Neue Formen der technisch gestützten Arbeitsteilung bilden sich heraus, die über Onlineplattformen neue Formen der Arbeitskooperation ermöglichen und das Potenzial haben, über verstärkte globale Arbeitsteilung zu einer weiteren Fragmentierung und Ausdifferenzierung globaler Wertschöpfungsketten beizutragen. Hier besteht der Auftrag an die Politik und beteiligte Akteure, insbesondere Gewerkschaften, die Sicherung von Arbeit und die Gestaltung von »fairen Spielregeln« auszuhandeln, um einen möglichen verschärften Wettbewerb abzupuffern und verhandelte Arbeitsstandards zu sichern. Einen ausführlichen Überblick über neue digitale und flexible Arbeitsformen und deren Auswirkungen bietet der ebenfalls in diesem TAB-Brief veröffentlichte Artikel von Christine D'Anna-Huber und Lucienne Rey (TA-SWISS) (S. 25).

## Ausblick – Innovation, Weiterbildung, politische Rahmung

Die Arbeitswelt wird sich durch die Einflüsse der Digitalisierung wandeln – insofern sind sich alle Experten einig. Uneinigkeit besteht jedoch dahingehend, wie sich der Wandel konkret und in welchem Umfang vollziehen wird. Hier gibt es viele mögliche Zukunftsszenarien. Deutlich ist aber auch, dass Prozesse der Digitalisierung für Unternehmen und Wirtschaft unumgänglich sind. Dies zeigt sich bereits

**Das Projekt in Kürze**

Das TAB-Projekt »Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt« skizziert das Phänomen »Digitalisierung von Arbeit« für Deutschland branchenübergreifend anhand eines faktenbasierten Überblicks. Um die Digitalisierung der Arbeitswelt in Deutschland eingehend zu analysieren, werden dabei Digitalisierungsprozesse in den zwei Wirtschaftsbereichen Produktion (Praxisfokus Automobilbranche) und Dienstleistung (Praxisfokus IKT-Dienstleistungsbranche) beispielhaft beleuchtet. Beginnend mit einer Auswertung des Istzustands und den sich abzeichnenden Entwicklungen anhand aktueller, repräsentativer Daten und Studien, werden darauf aufbauend die branchenspezifischen Potenziale und Problemlagen, die sich durch die fortschreitende Digitalisierung sowohl für Beschäftigte als auch für Unternehmen ergeben, analysiert und dargestellt. Ebenfalls wird untersucht, welche bestehenden Regelungen aus Arbeitsrecht und Arbeitsschutz den sich veränderten Anforderungen in traditionellen Arbeitsverhältnissen sowie in den sich neu entwickelten Beschäftigungsformen ausreichend Rechnung tragen und ob bzw. wo rechtlicher Anpassungsbedarf und Anpassungsmöglichkeiten bestehen. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf mögliche Regelungslücken bzw. Grauzonen gelegt. Schließlich soll aufgezeigt werden, welche gesellschaftlichen und politischen Handlungsfelder im Zusammenhang mit dem Wandel der Arbeitswelt bestehen.

**Laufzeit**

August 2014 bis Juli 2016

**Team**

Dr. Franziska Boerner und Dr. Christoph Kehl (TAB), Dr. Linda Nierling (ITAS), Dr. Simone Ehrenberg-Silies und Dr. Sonja Kind (VDI/VDE-IT)

**Gutachter**

Dr. Stefan Kirchner, Hamburg  
Prof. Sabine Pfeiffer (Universität Hohenheim)  
IFOK GmbH, Berlin  
Prof. Dr. Wolfgang Däubler, Dußlingen

**Begleitgruppe**

Dr. Constanze Kurz (IG Metall)  
Dr. Elke Ahlers (Hans-Böckler Stiftung)  
Dr. Tanja Carstensen (LMU München)  
Dr. Juliane Landmann (Bertelsmann Stiftung)  
Niklas Veltkamp (Bitkom)  
Dr. Michael Gebert (Crowdsourcing Verband)  
Prof. Dr. Katja Nebe (Universität Halle-Wittenberg)

heute in allen Produktions- und Dienstleistungsbranchen. Die Anpassung an und die Integration von digitalen Technologien und Innovationen werden auch künftig für Unternehmen aller Größen eine zentrale Herausforderung bleiben. Aufseiten der Beschäftigten scheint dabei eine fundierte und kontinuierliche Weiterbildung bedeutsam zu sein, um mit diesem Wandel Schritt halten, flexibel genug bleiben und Veränderungen im Arbeitsleben bewältigen zu können. Mit Blick auf die gesellschaftlichen Herausforderungen durch die Entwicklungen der Digitalisierung wird es für die Politik zentral sein, zeitnah und vorausschauend mögliche Schattenseiten der Digitalisierung der Arbeitswelt zu erkennen und regulatorisch zu begleiten. Der im Herbst 2016 vorliegende TAB-Bericht »Chancen und Risiken mobiler und digitaler Kommunikation in der Arbeitswelt« wird für eine Reihe von unterschiedlichen Hand-

lungsfeldern Handlungsoptionen benennen und ausgewählte Ansatzpunkte skizzieren.

*Franziska Boerner  
Linda Nierling  
Christoph Kehl*

**Literatur**

BCG (Boston Consulting Group) (2015): Industry 4.0 The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. [www.bcgperspectives.com/Images/Industry\\_40\\_Future\\_of\\_Productivity\\_April\\_2015\\_tcm80-185183.pdf](http://www.bcgperspectives.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm80-185183.pdf). (8.1.2016)

Bitkom; Fraunhofer IAO (Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation) (Hg.) (2014): Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Berlin/Stuttgart

BMAS (Bundesministerium für Arbeit und Soziales) (2015): Grünbuch Arbeiten 4.0. Berlin

BMAS (2016a): Foresight-Studie »Digitale Arbeitswelt« (Autoren: Wenke, A., Bovenschulte, M., Hartmann, E., Wischmann, S.). Forschungsbericht Nr. 463, Berlin, [www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/f463-digitale-arbeits-welt.pdf;jsessionid=11EC0CB6A6F224D34D291DB1AE2C1A90?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/f463-digitale-arbeits-welt.pdf;jsessionid=11EC0CB6A6F224D34D291DB1AE2C1A90?__blob=publicationFile&v=2) (19.5.2016)

BMAS (2016b): Werkheft 01. Digitalisierung der Arbeitswelt. Berlin

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (Hg.) (2016): Zukunft der Arbeit. Innovationen für die Arbeit von morgen. Berlin, [pt-ad.pt-dlr.de/\\_media/zukunft-der-arbeit\\_programm.pdf](http://pt-ad.pt-dlr.de/_media/zukunft-der-arbeit_programm.pdf)

Bonin, H.; Gregory, T.; Zierahn, U. (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Kurzex-pertise Nr. 57, Mannheim

Brynjolfsson, E.; McAfee, A. (2014): The Second Machine Age. New York/London

Burger, C. (2014): Bitkom: 1,5 Mio. neue Stellen durch Digitalisierung. In: VDI Nachrichten 7, o. S.

Frey, C.; Osborne, M. (2013): The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation. Oxford Martin Programme on the Impact of Future Technology and Employment, Oxford, [www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf) (14.7.2016)

IG Metall (2014): Ausmachen, abschalten. Kampf dem E-Mail-Wahnsinn: ständige Erreichbarkeit macht krank. [www.igmetall.de/kampf-dem-e-mail-wahnsinn-staendige-erreichbarkeit-macht-krank-13415.htm](http://www.igmetall.de/kampf-dem-e-mail-wahnsinn-staendige-erreichbarkeit-macht-krank-13415.htm) (12.2.2016)

ING DiBa AG (2015): Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt. [www.ing-diba.de/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/](http://www.ing-diba.de/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/)

[ing-diba-economic-research-die-roboter-kommen.pdf](http://www.ing-diba.de/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/ing-diba-economic-research-die-roboter-kommen.pdf)

Kagermann (2014): Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In: Bauernhansl, T.; Hompel, M. ten; Vogel-Heuser, B. (Hg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden, S. 603–614

Kurz, C.; Rieger, F. (2013): Arbeitsfrei. Eine Entdeckungsreise zu den Maschinen, die uns ersetzen. München

Landmann, J.; Heumann, S. (2016): Auf dem Weg zum Arbeitsmarkt 4.0? Mögliche Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeit und Beschäftigung in Deutschland bis 2030. Bertelsmann Stiftung, stiftung neue verantwortung (Hg.), Gütersloh/Berlin

Pfeiffer, S. (2015): Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung. Wien, [epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_15\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_15_03.pdf) (21.4.2016)

Roland Berger Strategy Consultant; BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.) (2015): Die digitale Transformation der Industrie. Berlin

Spath, D. (Hg.); Ganschar, O.; Gerlach, S.; Hämmerle, M.; Krause, T.; Schlund, S. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart

VDI/VDE-IT (2016): Wandel von Berufsbildern und Qualifizierungsbedarfen unter dem Eindruck der Digitalisierung. Horizon-Scanning, Berlin (in Vorbereitung)

ver.di (Hg.) (2015): Gute Arbeit und Digitalisierung. Prozessanalysen und Gestaltungsperspektiven für eine humane digitale Arbeitswelt. Berlin

Wolter, M.; Mönning, A.; Hummel, M.; Schneemann, C.; Weber, E.; Zika, G.; Helmrich, R.; Maier, T.; Neuber-Pohl, C. (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (Hg.), Nürnberg



# Flexible neue Arbeitswelt. Eine Bestandsaufnahme auf gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene

**Flexible Arbeitszeiten haben sich in den letzten Jahrzehnten vielerorts etabliert. Zurzeit beginnen sich – befördert durch den verbreiteten Einsatz von Tablets und Handys – in der Arbeitswelt auch noch andere Formen der Flexibilisierung durchzusetzen. Tiefgreifende Folgen für Individuen und Gesellschaft sind absehbar.**

Seit Langem beschäftigt sich das Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS schon mit neuen Entwicklungen in der Arbeitswelt. Im Jahr 2001 veröffentlichte es eine Studie, die insbesondere die »Nomaden der Arbeitswelt« in den Blickpunkt rückte: Erwerbstätige, die nicht nur im Büro tätig sind, sondern auch – oder gar ausschliesslich – Teleheimarbeit praktizieren. Auch das Desk Sharing wurde untersucht, d. h. der Verzicht auf einen persönlichen Arbeitsplatz im Firmengebäude. Waren diese Phänomene anfangs des 21. Jahrhunderts in der Praxis noch selten, hat sich die Situation heute grundlegend gewandelt. Ergänzend zur zeitlichen Flexibilität, die sich in den letzten Jahrzehnten etabliert hat, und der örtlichen Flexibilität, die im Homeoffice ihre verbreitetste Ausprägung findet, wird die Arbeit in Bezug auf die Gesamtbelegschaft immer öfter auch numerisch und organisatorisch flexibel. Dabei nutzen viele Betriebe die Möglichkeiten, ihre Belegschaft an das Arbeitsvolumen anzupassen und ggf. Aufgaben auszulagern. Zudem engagieren sich die Erwerbstätigen statt auf der über Jahrzehnte gleichbleibenden Arbeitsstelle vermehrt in wechselnden Teams und Projekten von kürzerer Dauer.

Die aktuelle Studie von TA-SWISS »Flexible neue Arbeitswelt. Eine Bestandsaufnahme auf gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene« fokussiert auf die verschiedenen Formen der Flexibilisierung. Wichtige Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt.

## Unterschiedlich weit fortgeschrittene Formen

Hinsichtlich der zeitlichen Arbeitsflexibilität hat sich im Jahr 2014 die Teilzeitar-

arbeit mit 37 % der Schweizer Erwerbstätigen längst etabliert und nimmt einen europäischen Spitzenrang ein. Teilzeitarbeitende berichten oft von einer besseren Vereinbarkeit der Arbeit mit dem Privatleben (Life-Domain-Balance), schätzen aber andererseits ihre Karrierechancen häufig schlechter ein als Vollzeitarbeitende. Rund 61 % der Schweizer Angestellten nutzen flexible Arbeitszeitmodelle wie etwa Gleitzeit. Diese Form wird geschätzt, kann aber problematisch werden, wenn auf die Arbeitszeiterfassung komplett verzichtet wird.

Was die örtliche Flexibilität betrifft, so arbeitet rund ein Viertel der Schweizer Erwerbstätigen anteilig im Homeoffice – auch das ein Spitzenwert in Europa. Zunehmend entwickelt sich auch die mobile Arbeit, die nebst der Tätigkeit zu Hause das Arbeiten bei Kunden oder von unterwegs umfasst. Darüber hinaus setzen Betriebe vermehrt auf Desk Sharing und sind damit auch innerhalb der Firmeninfrastruktur flexibel. Unter der Bedingung, dass das Arbeiten im Homeoffice auf Wunsch der Angestellten und nicht zusätzlich zur regulären Arbeit im Büro stattfindet, gehen mit dieser Form der Arbeitsflexibilität viele Vorteile wie höhere Produktivität, Zufriedenheit und bessere Life-Domain-Balance einher.

Die numerische Flexibilisierung der Gesamtbelegschaft konkretisiert sich beispielsweise in befristeten Arbeitsverhältnissen, Honorarprojekten oder neuen Formen der Auftragsvergabe wie etwa das Crowdsourcing auf Internetplattformen. Rund 7 % der Schweizer Arbeitsverträge sind befristet. Das »klassische« Arbeiten auf Abruf ist in den letzten 15 Jahren relativ stabil bei 5 % geblieben. Für die noch junge Erscheinung des Crowdsour-

cing bzw. Crowdsourcing gibt es dagegen keine verlässlichen Daten, doch dürfte diese Art der Auftragsvermittlung künftig an Bedeutung gewinnen: Insbesondere in der Informatik- und Kommunikationsbranche ist es denkbar, dass Unternehmen in den nächsten Jahren Teile ihrer festen Belegschaft abbauen. Die zusätzlich benötigten Arbeitskräfte bezieht man dann als »Liquid Talents« aus der »Human Cloud« – dem Pool von über das Internet rekrutierbaren Fachleuten. Generell lässt sich bei diesen neuen Arbeitsformen vermuten, dass Arbeitende mit höherer Qualifikation die Vorteile eher nutzen können und geringqualifizierte Arbeitende mit starken Nachteilen zu rechnen haben.

Neben diesen klar definierten Formen zeitlicher, örtlicher und numerischer Flexibilisierung setzt sich der Trend zur Hierarchieverflachung in Organisationen fort. Statt genaue Weisungen der Vorgesetzten befolgen zu müssen, geniessen Arbeitnehmende einen erweiterten Handlungsspielraum. Vereinbarte Ziele sollen in eigener Verantwortung erreicht werden und sind häufig relevant für die variablen Lohnanteile. Auf diese Weise wird unternehmerisches Risiko auf Angestellte übertragen. In der sozialwissenschaftlichen Literatur wurde für diese Vermischung der klassischen Rollen der Begriff »Arbeitskraftunternehmende« geschaffen, andernorts ist auch von der Subjektivierung der Arbeit die Rede. Für Mitarbeitende kann diese Zunahme an Handlungsspielraum ein Gewinn darstellen. Es besteht aber auch die Gefahr der Selbstausbeutung, wenn sich die Life-Domain-Balance zunehmend stärker zugunsten der Arbeit verschiebt.

## Erhebliche Zunahme an beruflicher Vielfältigkeit

Neben der Zunahme der Arbeitskraftunternehmenden ist künftig zu erwarten, dass Erwerbstätige eine oder mehrere Teilzeitanstellungen mit Einzelaufträgen kombinieren. Diese Form der (Teil-)

Selbstständigkeit kann berufliche Alternativen eröffnen und auch zu einer besseren Entfaltung der eigenen Interessen und Potenziale beitragen. Hochflexible Arbeit dieser Art birgt aber auch grosse Tücken. Insbesondere besteht die Gefahr, dass die Beschäftigten in prekäre Verhältnisse abgleiten. Sind Teilzeitangestellte beispielsweise befristet beschäftigt und schwankt das Arbeitsvolumen, so sind Einkommen und Beschäftigungslage nicht mehr verlässlich kalkulierbar. Bei der Vermittlung über Crowdworkingplattformen können Auftragssuchende Einkünfte und Belastung sehr schlecht planen. Zudem erfordert eine solche Selbstständigkeit viel Eigenverantwortung und Verhandlungskompetenz. Die Entwicklung hängt hier daher in erster Linie von der Qualifikation ab: Gut ausgebildete und Selbstständige vermögen aufgrund ihres gesuchten Profils ihre finanziellen Ansprüche und Arbeitsbedingungen gegenüber Mandanten durchaus durchzusetzen. Geringqualifizierte hingegen können in eine prekäre Abwärtsspirale aus beruflicher Unsicherheit und einbrechenden bzw. unsicheren Einkommensperspektiven geraten.

Am meisten von der Flexibilisierung profitieren Erwerbstätige in einer Festanstellung. Insbesondere Qualifizierte in führender Position gewinnen erheblichen Handlungs- und Entscheidungsspielraum. Das kann sich in einer höheren Zufriedenheit und Motivation zeigen, sofern der zunehmende Leistungsdruck gut bewältigt wird.

## Neue rechtliche Fragen zur Flexibilisierung

Das Arbeitsrecht soll sicherstellen, dass die Interessen der Sozialpartner ausgewogen umgesetzt werden. In einer flexibilisierten Arbeitswelt wird es künftig darum gehen, soziale Errungenschaften zu schützen und die Chancen der flexiblen Arbeit zum Vorteil aller zu nutzen. Das Normalarbeitsverhältnis basiert auf dem normalen Einzelarbeitsvertrag

bzw. dem Gesamtarbeitsvertrag nach Obligationenrecht (OR) – einem Teil des Schweizerischen Zivilgesetzbuches, das schuldrechtliche Beziehungen regelt. Einzel- bzw. Gesamtarbeitsvertrag regelt zentrale Aspekte im Verhältnis der Sozialpartner. Dies betrifft sowohl die zu erbringenden Leistungen der Angestellten als auch den Lohn und die Schutzpflichten der Arbeitgebenden.

Es ist zunächst festzuhalten, dass das Schweizer Arbeitsrecht im europäischen Vergleich insbesondere mit Blick auf die soziale Sicherheit gut abschneidet. Doch diese Errungenschaft ist keineswegs für alle Zeiten gewährleistet. So bringen neue Arbeitsformen rechtliche Herausforderungen mit sich: Von zentraler Bedeutung ist die Unterscheidung zwischen dem Einzelarbeitsvertrag und anderen Vertragstypen, vor allem dem Auftrag und dem Werkvertrag. Während beim Einzelarbeitsvertrag der zeitliche und sachliche Kündigungsschutz gilt, kann ein Auftrag jederzeit widerrufen werden. Zentral bei der Unterscheidung ist auch, wie stark Arbeitnehmende den Weisungsrechten im Betrieb unterliegen. Dieses Kriterium entscheidet darüber, ob eine Person angestellt oder selbstständig ist. In den durch die Flexibilisierung entstehenden Zwischenformen sind einzelne Erwerbstätige zwar nur noch ansatzweise in den Betrieb eingebunden, wirtschaftlich aber dennoch von ihm abhängig. Diese »Scheinselbstständigen« haben dann keinerlei Anspruch auf Arbeitslosenentschädigung, berufliche Vorsorge, obligatorische Unfallversicherung oder Absicherung bei Berufskrankheiten.

Auch das Crowdsourcing liegt in einer rechtlichen Grauzone. Externe Crowdworker sind Selbstständige, wodurch die Anwendung aller arbeitsrechtlichen Bestimmungen (Mindestlöhne, Ferien, Lohnfortzahlungen etc.) des Einzelarbeitsvertrags entfällt. Da Arbeitsbeziehungen über Crowdsourcingplattformen oft über Landesgrenzen hinweg stattfinden, müssen auch Geltung und Anwen-

dung ausländischen Rechts im Einzelfall aufwendig geprüft werden. Ungelöst ist zudem, wie die Abgabe von Einkommens- und Umsatzsteuer durchgesetzt werden kann. Die Crowdsourcingplattformen agieren zudem als Vermittler und damit Partner von Auftraggebenden und Auftragnehmenden. Die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Plattform bilden dabei den rechtlichen Rahmen. Das oft ausgesprochene Kontaktverbot zu externen Auftraggebenden verletzt zudem das allgemeine Persönlichkeitsrecht und auch das Prinzip der Wirtschaftsfreiheit.

Aber nicht nur atypische Beschäftigungsverhältnisse werfen rechtliche Fragen auf. Die Flexibilisierung der Arbeit kann auch im Rahmen eines Normalarbeitsvertrags juristische Präzisierungen erfordern. Unklar ist, wie Arbeitsmittel und Vorleistungen entschädigt werden sollen, für welche die Angestellten mit eigenen Mitteln aufkommen. Aktuell sind Spesen zwingend zu vergüten, nicht aber der Einsatz privater Arbeitsgeräte.

Wenn vermehrt mobil oder von zu Hause aus gearbeitet wird, stellt sich auch die Frage nach der Haftung für Schäden. Im Unternehmen haften die Arbeitgebenden. Wenn jedoch der Computer zu Hause Schaden nimmt und Daten verlorengehen, ist die Lage unklar. Ein Unternehmen sollte abklären, ob die Betriebshaftpflichtversicherung spezielle Risiken (bspw. Datenverlust) des Heimbüros oder auch anderer mobiler Arbeitsformen deckt. Umgekehrt erhöht sich das Risiko für betriebliche Schäden, die durch berufliche Nutzung privater Geräte entstehen. Der Produktivität kommt dieses »Bring your own device« entgegen, weil die Arbeitnehmenden die ihnen vertrauten Geräte nutzen können und der Beschaffungsaufwand zum Teil wegfällt. Es gilt aber zu klären, wer bei einem Gerät, das dem Mitarbeitenden gehört, für Software und Support aufzukommen hat. Insgesamt gesehen birgt es erhebliche Risiken für beide Seiten, sofern keine arbeitsvertragliche Regelung getroffen wurde.

## Flexibilisierung nur bei ausreichender Qualifikation gesamtwirtschaftlich positiv

Die Folgen flexibilisierter Arbeit auf gesamtwirtschaftlicher Ebene lassen sich ebenfalls nicht eindeutig prognostizieren. Verschiedene Rahmenbedingungen beeinflussen die Folgen der Flexibilisierung. Eine Schlüsselgrösse stellt dabei die Ausbildung der Arbeitskräfte dar: Je höher der Anteil Gutqualifizierter, desto grösser die Chance, dass flexible Arbeit dazu beiträgt, die gesamtwirtschaftliche Produktivität zu steigern und damit Potenziale für höhere Löhne und Steuererträge zu eröffnen. Herausforderungen stellen sich indes beim Selbstmanagement: Erreichbarkeit rund um die Uhr, wegfallende Trennung von Arbeits- und Freizeit und nicht immer optimal eingerichtete Arbeitsplätze gefährden die physische und psychische Gesundheit, während die örtliche und zeitliche Flexibilität andersherum aber auch genutzt werden kann, um die Arbeit an die eigenen Bedürfnisse (eigener Biorhythmus, Familie, Hobbys etc.) anzupassen.

Für Geringqualifizierte birgt die Flexibilisierung der Arbeit dagegen erhebliche Risiken. Da es die Digitalisierung erleichtert, Routinetätigkeiten in Länder mit niedrigeren Personalkosten zu verlagern, reduzieren sich für Geringqualifizierte die Chancen auf eine Stelle. Oft bleibt nur Arbeit in Branchen der unmittelbaren persönlichen Dienstleistungen. Geringqualifizierte müssen zudem überdurchschnittlich oft Schichtarbeit oder Arbeit auf Abruf leisten, laufen stärker Gefahr, körperlich und psychisch zu erkranken, weisen eine geringere Arbeitszufriedenheit auf und sind insbesondere dann, wenn sie nur befristet angestellt sind oder ihr Arbeitspensum tief ist, einem höheren Risiko der Arbeitslosigkeit ausgesetzt.

## Empfehlungen

Die wichtigste Botschaft dieses Berichts lautet: Die individuellen und gesellschaft-

lichen Folgen flexibilisierter Arbeit sind ambivalent und sollten daher durch Massnahmen auf verschiedenen Ebenen umsichtig in eine positive Richtung gelenkt werden. Eine qualifizierte Grund- und Fachausbildung verbessert die Chancen erheblich, dass Arbeitnehmende die positiven Potenziale der Flexibilisierung nutzen können.

In welche Richtung das Pendel in Zukunft ausschlägt, wird nicht technisch oder ökonomisch vorherbestimmt, sondern ist abhängig von der *Gestaltung neuer Arbeitsformen auf betrieblicher und überbetrieblicher Ebene*. Hier empfiehlt die Studie von TA-SWISS:

- › einen weiten Rahmen für den Umgang mit zeitlicher und örtlicher Entgrenzung der Arbeit zu setzen: Gesetzliche Rahmenbedingungen, die gegebenenfalls auch sanktioniert werden, sind nötig, sollten sich aber nur auf das Ausschliessen von Extremformen beschränken und somit den Charakter von »Leitplanken« haben.
- › Für die Subjektivierung der Arbeit (Stichwort »Arbeitskraftunternehmende«) zu sensibilisieren: Eine »Stärkung der Subjekte« ist nötig, um Erwerbstätige besser darin zu befähigen, mit der flexibilisierten Arbeitswelt umzugehen. Hier sind insbesondere Institutionen der Aus- und Weiterbildung gefragt, es bieten sich aber auch Chancen für Gewerkschaften, ihren Aufgabenbereich auszuweiten.
- › Die betriebliche Flexibilität als partizipative Organisationsentwicklung zu planen: Innerhalb der gesetzlichen Leitplanken sollen die Sozialpartner die Möglichkeit haben, lokale und angepasste Lösungen gemeinsam auszuarbeiten.
- › Die betriebliche Mitwirkung und Selbstorganisation zu stärken: Insbesondere Arbeitgebende sind gefordert, auf Bedürfnisse der Arbeitnehmenden nach mehr Flexibilität (oder bestimmte Ausprägungen davon) zu reagieren.

Die Flexibilisierung der Arbeitswelt hat zahlreiche *rechtliche Konsequenzen*. *Verbesserungen und Überprüfungen* sind wichtig hinsichtlich

- › der Arbeitszeitregelungen, da das Arbeitsrecht beispielsweise Mindestruhe- und Maximalarbeitszeiten vorschreibt, die auf abweichende Arbeitszeitmodelle schwer anwendbar sind;
- › der Sozialversicherungsdefizite bei Kurzarbeitseinsätzen, weil sich schwankende Einkommen negativ auswirken können, u. a. auf die Invalidenrente;
- › des Umgangs mit (noch) undefinierten Arbeitsformen, da diese sich in rechtlichen Graubereichen bewegen;
- › der Klärung von Fragen zu Arbeitsort sowie Scheinselbstständigkeit, denn diese stehen im Zusammenhang mit dem Auslagenersatz bei auswärtigen Arbeitsorten, steuerlichen Abzügen und Versicherungsmöglichkeiten;
- › der Personalvermittlung, da sich Anbieter von Crowdsourcingplattformen mit ihrem Firmensitz und ihren Websites dem schweizerischen Rechtssystem gänzlich entziehen können;
- › der Rechtsdurchsetzung, da kleinere Organisationen, in denen neue Arbeitsformen zum Zug kommen, schwerer von den Arbeitsinspektoraten überprüft werden können als Grossbetriebe;
- › der Regelungen zur Nacherwerbsphase, weil diese sehr stark von der Erwerbstätigkeit abhängen (Äquivalenzprinzip);
- › der Erstellung und Pflege einer Gesamtübersicht aller relevanten Rechtsnormen.

Die bestehenden *Erhebungen der öffentlichen Statistik und die Periodizität ihrer Veröffentlichung* lassen eine Beurteilung der aktuellen und kurzfristig zukünftigen Lage in vielen Fällen nicht zu. Diese ist anzupassen und zwar

- › im Bereich der beruflichen Mobilität der Arbeitnehmenden,
- › im Bereich der Schattenwirtschaft und
- › im Bereich der Arbeitsbedingungen der Arbeitskraftunternehmenden.

Da die Dynamik auf dem Arbeitsmarkt zunehmen dürfte, müsste das Monitoring vorausschauender werden, damit effiziente Massnahmen auf verschiedenen Ebenen ergriffen werden können. Es sollten hier mehr und zielgenauere Indikatoren mit Frühwarnfunktion entwickelt und entsprechende Daten zur besseren Massnahmensetzung erhoben werden.

Das Phänomen der flexiblen Arbeitswelt zeigt sich noch unscharf, d. h., es handelt sich um ein bisher unzureichend definiertes Problem. Als solches ist es eine Herausforderung, deren Bewältigung konkrete Perspektiven eröffnen kann –

hin zu einer widerstandsfähigen, resilienten Schweizer Arbeitswelt, die ihre weltweite Spitzenposition bewahren oder sogar noch ausbauen kann. Dies ist keine Selbstverständlichkeit, sondern bedarf einer gemeinschaftlichen Entwicklungsleistung aller beteiligten Parteien. Nur dann wird es gelingen, aus dieser momentan eher unübersichtlichen, sehr komplexen, aber auch interessanten und chancenreiche Ausgangslage das Beste machen zu können.

Christine D'Anna-Huber  
Lucienne Rey

*Dieser Beitrag basiert auf dem Bericht »Flexible neue Arbeitswelt. Eine Bestandsaufnahme auf gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene« von Jens O. Meissner, Johann Weichbrodt, Bettina Hübscher, Sheron Baumann, Ute Klotz, Ulrich Pekruhl, Leila Gisin und Alexandra Gisler, Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung TA-SWISS (Hg.), Zürich, 2016. Die Studie steht als eBook zum freien Download bereit unter [www.vdf.ethz.ch](http://www.vdf.ethz.ch). Auf [www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch) ist zudem eine Kurzfassung verfügbar.*



# Industrie 4.0: Perspektiven für Arbeit und Beschäftigung

»Industrie 4.0« ist zu einem Kernthema der Industrie- und Innovationspolitik geworden. Es verheißt nichts weniger als eine neue industrielle Revolution, und zwar den nunmehr bereits vierten epochalen Umbruch der Sachgütererzeugung: Nach der Mechanisierung der Produktion durch Dampf- und Wasserkraft (Industrie 1.0) folgten die Elektrifizierung mit dem Ausbau der Fließbandproduktion (Industrie 2.0) und die automatisierte Massenfertigung mithilfe von Elektronik und numerischer Kontrolle (Industrie 3.0). Die digitale, intelligente, vernetzte und selbststeuernde Produktion definiert nun den vierten Schritt zu Industrie 4.0. Ermöglicht wird dies durch die Verschmelzung von Produktionstechniken mit Informationstechnologien (IT) und Internet.

Der in Deutschland im Jahr 2011 geprägte Begriff Industrie 4.0 (im Folgenden kurz I 4.0) ist eng verwandt mit Konzepten wie »Smart Production« oder »Industrial Internet« im englischsprachigen Raum. Gemeint ist vor allem eine umfassende digitale Vernetzung industrieller Wertschöpfungsketten. Technische Grundlage sind das »Internet der Dinge« bzw. sogenannte cyberphysische Systeme. Die Vision: Intelligente Maschinen und Werkstücke tauschen untereinander Informationen in Echtzeit aus und steuern sich selbstständig; physische und digitale Systeme verschmelzen zu einem durchgängigen und flexiblen Netzwerk. Von I 4.0 versprechen sich deren Verfechter vor allem eine Steigerung der Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit. Sie ist damit ein Schlüssel zu der auch auf EU-Ebene angestrebten Reindustrialisierung.

Die mit I 4.0 einhergehenden Veränderungen, insbesondere der Automatisierungsschub und neue Geschäftsmodelle, können von grundsätzlicher Natur sein und bringen daher ein breites Spektrum wirtschaftlicher und sozialer Herausforderungen mit sich (Hirsch-Kreinsen et al. 2015). I 4.0 stellt auch jene Unternehmen vor neue Herausforderungen, die bereits seit vielen Jahrzehnten Erfahrung mit neuer Automatisierungstechnik haben. »Die qualitativ neue Anforderung besteht darin, wettbewerbstaugliche I-4.0-Lösungen und gute – d. h. qualifizierte, lernförderliche und gesundheitserhaltende – Arbeit in der Produktion und im Engineering zu gestalten« (Pfeiffer 2015, S. 5).

Noch sind viele Fragen offen: Dazu gehören vor allem die notwendige, aber noch ausstehende Standardisierung von Schnittstellen für den reibungslosen Informationsaustausch zwischen verschiedenen Systemen, Unternehmen und Branchen sowie der Umgang mit steigenden Sicherheitsrisiken. Auch die Auswirkungen auf Arbeit und Beschäftigung sind bislang noch unklar. I 4.0 verlangt nach neuen Qualifikationen und kann neue Arbeitsplätze schaffen, allerdings ist auch zu erwarten, dass mit der Steigerung der Effizienz und Automatisierung viele, vor allem niedrigqualifizierte Stellen wegfallen. In diesem Beitrag wird versucht, anhand des gegenwärtigen Forschungsstandes Gestaltungsoptionen bei der Umsetzung von I 4.0 zu beleuchten und eine erste Abschätzung möglicher Auswirkungen auf die Bereiche Arbeit, Beschäftigung und Qualifizierung vorzunehmen.

## Wirtschaftliche und technische Grundlagen

International konkurrenzfähige Produkte herzustellen und laufend Produktivitätssteigerungen zu erzielen sind im gegenwärtigen Wirtschaftsmodell zentrale Voraussetzungen für Wirtschaftswachstum und Wohlstandssicherung. Europas wirtschaftliche Zukunft ist auf absehbare Zeit eng mit dem Erfolg seiner Industrie verknüpft, und die Sachgütererzeugung ist nach wie vor eine unverzichtbare Basis für Beschäftigung und Wertschöpfung am europäischen Standort. Dieser Befund

spiegelt sich auch in dem 2012 von der EU-Kommission formulierten Ziel wider, den Wertschöpfungsanteil der Sachgütererzeugung EU-weit von durchschnittlich 15 auf 20 % zu heben und die Reindustrialisierung Europas voranzutreiben. Zusammen mit den damit verbundenen Dienstleistungsarbeitsplätzen spielt die Industrie auch eine zentrale Rolle für die Beschäftigung. Im Zuge der Globalisierung sind allerdings Arbeitsplätze zunehmend in Regionen mit niedrigeren Lohnniveaus abgewandert. Mit der Vision von I 4.0 verbindet sich auch die Erwartung, diesen Trend zu stoppen und Wertschöpfung ebenso wie Arbeitsplätze wieder nach Europa zurückzuholen.

In technischer Hinsicht schließlich liefert ein ganzes Bündel von neueren Entwicklungen die Basis für I 4.0: Dazu gehören z. B. Leistungssteigerungen bei Prozessoren, Speichern und Sensoren, die Ausstattung einzelner Komponenten bis hin zum fertigen Produkt mit Chips und deren Vernetzung. So entstehen weitgehend selbstgesteuerte Systeme mit lernfähigen Industrierobotern, in denen Menschen, Maschinen, Sensoren, Werkstücke und Produkte untereinander kommunizieren, z. B. durch berührungslose Kontakte mittels Funkwellen (Radio Frequency Identification [RFID]). Big-Data-Verfahren erlauben neuartige Datenanalysen, etwa um selbsttätig Maschinenwartung anzustoßen. Hinzu kommt der Zugriff auf Daten mithilfe neuer, mobiler Schnittstellen und visueller Darstellung von Informationen. Virtuelles Design und digitale Modellierung von Produkten und Prozessen sowie die Weiterentwicklung des 3-D-Drucks und anderer dezentraler Produktionstechnologien verkürzen den Weg vom Entwurf zum fertigen Produkt.

## Industrie 4.0 – Hoffnungsträger mit Ungewissheiten

Mit I 4.0 werden nicht nur große Hoffnungen verknüpft, den Rückgang des Industrieanteils an der europäischen

Abb. 1 Pilotraum Industrie 4.0 bei Infineon Austria in Villach



Quelle: © Infineon Technologies Austria AG

Wirtschaftsleistung zu stoppen bzw. umzukehren. Potenziale für positive wirtschaftliche Effekte von I 4.0 werden de facto in allen Industriezweigen gesehen, wenngleich die Nutzenerwartungen je nach Branche unterschiedlich ausfallen. Eine Umfrage unter Industriebetrieben in Deutschland zeigte beispielsweise, dass die erwarteten Umsatzsteigerungen in Branchen mit komplexen (diskreten) Produkten und vielseitigen Kundenspezifikationen wie der Automobilindustrie, dem Maschinen- und Anlagenbau, der Elektro-/Elektronikindustrie sowie der IKT-Industrie deutlich höher ausfallen als etwa in der Prozessindustrie.

Das I-4.0-Konzept erscheint bislang in erster Linie als ein zentrales Thema für die großen internationalen Leitbetriebe. Trotzdem geht es darüber hinaus auch für kleine und mittlere Unternehmen um die Frage, inwieweit die Digitalisierung ihrer Produkte und Dienstleistungen und die Integration ihrer Wertschöpfungsketten eine zunehmend entscheidende Rolle für den wirtschaftlichen Erfolg spielen werden.

Die positiven Erwartungen ergeben sich zum einen aus Kostenreduktionen für Ressourcen (finanzielle, humane und materiel-

le), denen aber hohe Anfangsinvestitionen gegenüberstehen. Zum anderen wird von I 4.0 erwartet, dass die Optimierung von Effizienz und Produktivität während des Betriebs laufend stattfindet, und zwar sowohl innerhalb des Unternehmens als auch über das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk. Durch individualisierte Produktion, Flexibilität und hohe Qualitätsstandards soll die Wettbewerbsfähigkeit in Hochlohnländern wie Deutschland gesteigert werden. Die digitale Vernetzung eröffnet auch neue Möglichkeiten für Geschäftsmodelle und Dienstleistungen. Zudem lässt der höhere Bedarf an zukunftsweisenden I-4.0-Anwendungen eine positive Marktentwicklung für die Fabrikaussteller bzw. Anbieter der für die Umsetzung von I-4.0-Konzepten notwendigen Komponenten erwarten.

Bei aller Euphorie über die Möglichkeiten, die I-4.0-Konzepte versprechen, besteht ein hohes Maß an Unsicherheit im Hinblick auf weitere Effekte, die eine Einführung von I 4.0 nach sich ziehen könnte. Zu den besonders im Blickpunkt stehenden Fragen zählen die Herausforderungen für Aus- und Weiterbildung sowie die Auswirkungen auf die Beschäftigung und die Natur der Arbeit. Um die Bandbreite an möglichen Auswirkungen, Chan-

cen und Risiken sowie Handlungsoptionen abschätzen zu können, sind bereits in einem frühen Stadium der Umsetzung begleitende Analysen erforderlich. Diese sollten es erleichtern, die Entwicklung hin zu I 4.0 mit entsprechenden strategischen Zielen und flankierenden Maßnahmen in einer für die Gesellschaft als Ganzes geläufigen Weise zu gestalten.

### Herausforderungen für Aus- und Weiterbildung

Als systemische Innovation bedingt I 4.0 einen umfassenden Wandel der Arbeitsprozesse und Anforderungen. Für den Übergang zu I 4.0 und den erfolgreichen Betrieb von digital vernetzten, selbstgesteuerten Produktionssystemen werden geeignete Qualifikationen eine zentrale Rolle spielen. Entwicklung, Einführung, Betrieb und Kontrolle komplexer Fertigungsverfahren auf Basis datengetriebener Prozesse und neuer Geschäftsmodelle verlangen neue Fähigkeiten und Kompetenzen (Fidler 2015; Strategy&PwC 2014). Herausforderungen bestehen vor allem in der Bewältigung eines möglichen Mangels an adäquat qualifizierten Beschäftigten für die Einführung und den Betrieb der neuen Produktionssysteme. Damit stehen auch die Aus- und Weiterbildungsangebote der unterschiedlichen Bildungsstufen sowie der Betriebe auf dem Prüfstand.

Die Konvergenz von mechanischen, elektronischen und softwarebasierten Komponenten, die neue Rolle umfassender Datenanalyse, der vermehrte Einsatz von Robotik, die signifikant steigende Komplexität sowie der dynamische Wandel von I-4.0-Systemen bedingen stark veränderte Anforderungen. Generell wird in den Anwendungsfeldern von I 4.0 technischen Qualifikationen eine verstärkte Bedeutung zukommen. Dazu zählen vor allem vertiefte bzw. umfassendere IKT-Kenntnisse, Kompetenzen zur Gestaltung komplexer Innovationsprozesse und zur interdisziplinären Entwicklung von Produktionssystemen (IT- und Fertigungs-

technik) sowie Fähigkeiten zur Kommunikation mit Maschinen und vernetzten Systemen. Prognostiziert wird ein steigender Bedarf an mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Vorkenntnissen, an Softwareentwicklern und Datenanalysten (Strategy&/PwC 2014, S. 37 f.) sowie an Fachkräften im Bereich Automatisierungstechnik (Operational Technology) (Dirnberger 2015) bzw. der rechnergesteuerten Überwachung eines Systems (Maschine, Werkzeug, Kraftwerk etc.). Die Fähigkeit, Interaktionen zwischen virtuellen und realen (cyberphysischen) Systemen (CPS) zu organisieren und zu koordinieren, gewinnt an Bedeutung (Forschungsunion/acatech 2013, S. 55 f.; Ovtcharova et al. 2014, S. 56).

Zentrale Herausforderung dabei ist, die Off- und die Onlineseite von CPS in deren Gestaltung und im täglichen Betrieb aufeinander beziehen zu können (Pfeiffer 2015, S. 34). Es geht hier um das erfahrungsbasierte Verständnis der Verbindungen zwischen stofflich-physischen und digital-immateriellen Vorgängen; etwa zu wissen, dass ein in einer laufenden Maschine eingebauter Sensor aufgrund konkreter Umgebungseinflüsse wie Verschmutzung, Vibration oder Verschleiß falsche Werte liefern kann, obwohl er ordnungsgemäß misst. Qualifikationsstrategisch ist dem durch entsprechende Vermittlung zwischen reinen IT-Kompetenzen und produktionstechnischem Fachwissen Rechnung zu tragen. Vieles spricht für eine »Integration von IT-Inhalten in bestehende mechanische, elektronische oder mechatronische Ausbildungsgänge« und in neue hybride Berufsprofile von Facharbeitern (Pfeiffer et al. 2016, S. 91 ff.). Theoretisch-fachliche Kompetenzen mit Erfahrung und Praxiswissen lösungsorientiert zu verknüpfen, wird daher ein sehr hoher Stellenwert zukommen. Zudem gewinnen überfachliche Schlüsselqualifikationen an Bedeutung, die dabei helfen, den Umstellungsprozess zu bewältigen und für einen reibungslosen Systembetrieb zu sorgen. Dazu zählen Lernbereitschaft, Teamfähigkeit, Flexibilität, Problema-

analyse- und Problemlösungsfähigkeiten sowie Management- und Projektsteuerungskompetenzen. Mit zunehmender Interdisziplinarität, Vernetzung und Kommunikation steigt auch der Bedarf an sozialen Fähigkeiten (Forschungsunion/acatech 2013, S. 55; Hirsch-Kreinsen 2014, S. 38; Ovtcharova et al. 2014, S. 50), an Überblickswissen und Verständnis für das Zusammenspiel aller Akteure im Produktionsprozess (Forschungsunion/acatech 2013, S. 59).

Insgesamt sind Aus- und Weiterbildungsangebote auf den unterschiedlichen Stufen nötig, um auf den veränderten Qualifikationsbedarf zu reagieren. Dem Management partizipativer Prozesse, arbeitsplatznaher Weiterbildung, einer lernförderlichen Arbeitsorganisation und dem Einsatz digitaler Lerntechnologien (e-Learning, Blended Learning, Augmented Learning) werden dabei eine besondere Bedeutung vor allem im Rahmen der (betrieblichen) Weiterbildung beigemessen (Forschungsunion/acatech 2013, S. 59; Kärcher 2014, S. 25; Spath et al. 2013, S. 126 u. 54). Zugleich geht es um die Innovationsfähigkeit des gesamten Qualifizierungssystems. In sozialer Hinsicht stellen sich Herausforderungen aufgrund des sich verschärfenden Problems der Beschäftigung von Hauptschulabsolventen und ungelernten Arbeitskräften. Weiterhin gilt es, eine neue Distanz zu digitalisierten Arbeitsprozessen zu vermeiden und den Qualifizierungsdruck vor allem für ältere, digital weniger versierte Beschäftigte in verträglicher Weise zu gestalten.

### Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation

Auf dem Weg zu einer Industrie 4.0 ergeben sich für Unternehmen vielfältige Herausforderungen in Bezug auf die Gestaltung des Zusammenspiels von Mensch und Technik als soziotechnisches System und die zukünftige Arbeitsorganisation. Möglich ist ein breites Spektrum unterschiedlicher Muster von Arbeitsorganisa-

tion, die durch zwei Pole begrenzt werden: Polarisierung von Aufgaben, Qualifikationen und Personaleinsatz (polarisierte Organisation) und größtmögliche Offenheit und Flexibilität auf Basis hoher Qualifikation der Beschäftigten (Schwarmorganisation) (Hirsch-Kreinsen 2014, S. 39 f.). Wesentliche Determinanten der Arbeitsgestaltung sind einerseits das jeweils verfolgte Automatisierungskonzept (technologiezentriert oder komplementär, d. h. auf eine Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine ausgerichtet), andererseits der Gestaltungs- und Einführungsprozess der neuen Systeme.

Prognostiziert werden »mehr Teams, in welchen Roboter und Menschen zusammenarbeiten« (Spath et al. 2013, S. 46) sowie die Etablierung von »Formen der kollaborativen Fabrikarbeit in virtuell mobilen Arbeitswelten« (Forschungsunion/acatech 2013, S. 27). Deutsche Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau sehen die Prozess- und Arbeitsorganisation als zweitwichtigste Herausforderung nach der Standardisierung (Forschungsunion/acatech 2013, S. 29). So besteht v. a. ein Bedarf zur Abstimmung zwischen der zunehmenden Flexibilität der Produktionsanlagen einerseits und der menschlichen Flexibilität andererseits (Spath et al. 2013, S. 46).

Mit der Etablierung offener, virtueller Arbeitsplattformen und umfassender Mensch-Maschine-Interaktionen werden »Arbeitsinhalte, -prozesse und -umgebungen ... einen erheblichen Wandel erleben – mit Ausstrahleffekten auf Flexibilität, Arbeitszeitregelungen, Gesundheit, Demografie und Lebenswelt« (Forschungsunion/acatech 2013, S. 45). Zu den Chancen für Beschäftigte zählen verstärkte KreativitätSENTFALTUNG, Eigenverantwortung und Selbstorganisation, allerdings um den Preis erhöhter Anforderungen in Bezug auf Komplexitätsbewältigung, Abstraktions-, Kommunikations- und Problemlösungsfähigkeit. Damit verbundene Risiken sind eine belastende Entgrenzung, Flexibilisierung und Intensivierung der



Arbeit, Spannungen zwischen Virtualität und Erfahrungswelt, Entfremdung, mitunter auch Kreativitäts- und Produktivitätsverluste (Forschungsunion/acatech 2013, S. 57) sowie tendenzielle Überforderung bei Störfällen (Hirsch-Kreinsen 2014, S. 37) und mögliche Gefahren für die Gesundheit. Zu rechnen ist mit zum Teil widersprüchlichen Ausstrahleffekten auf die hierarchische Ebene und indirekte Bereiche sowie mit einer Aufwertung improvisatorisch-experimentellen Arbeitshandelns (Hirsch-Kreinsen 2014, S. 37 f.).

Zentrale Herausforderung ist die Bewältigung eines disruptiven Wandels von Prozess- und Arbeitsstrukturen. Es geht dabei um die wesentlichen Gestaltungsparameter der Arbeitsorganisation, insbesondere die Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. Rolle des Menschen in zunehmend autonom agierenden Produktionssystemen. Dies betrifft Entscheidungen über das konkrete Automatisierungs- und Einführungskonzept ebenso wie über Qualifikations-, Aufgaben- und Tätigkeitsprofile, die entsprechende Flexibilität, Systemkontrolle und Behebung von Systemstörungen gewährleisten, und zugleich positive Perspektiven für die Beschäftigten ermöglichen.

## Auswirkungen auf die Beschäftigung

Die Auswirkung von I 4.0 auf das Beschäftigungsvolumen ist noch von erheblicher Ungewissheit gekennzeichnet, da von einer Reihe von Entwicklungen abhängig, so etwa vom Grad der Substitution menschlicher Arbeit durch Automatisierung in der Produktion selbst, vom Ausmaß an Zuwächsen von Arbeitsplätzen in anderen Bereichen, von der Lohnkostentwicklung oder vom Erfolg der Betriebe als Lieferanten von Komponenten und Diensten für I 4.0. Für Deutschland schätzen Experten im produzierenden Sektor die Veränderung der Beschäftigung in der Bandbreite von rund 1,5 Mio. Arbeitsplätzen nach oben oder unten, abhängig

von der Entwicklung des Automatisierungsgrads und der Lohnkosten (Spath et al. 2013, S. 46). Unabhängig von I 4.0 wird in jüngeren Studien für die nächsten beiden Dekaden mit der Ersetzung von bis zu 47 % aller Jobs durch Automatisierung in den USA (Frey/Osborne 2013) bzw. 36 % in Finnland (Pajarinen/Rouvinen 2014) gerechnet. Eine analoge Berechnung für Deutschland kommt zu einem differenzierteren und weniger dramatischen Resultat (Bonin et al. 2015, S. 23): »In Deutschland arbeiten 42 % der Beschäftigten in Berufen, die nach Frey und Osborne mit einer hohen Wahrscheinlichkeit in den nächsten 10 bis 20 Jahren automatisierbar sein werden. Genau genommen sind aber Tätigkeiten und nicht Berufe als solche automatisierbar. Berücksichtigt man dies, so sind in Deutschland nur 12 % der Beschäftigten durch Automatisierung betroffen.« Ziemlich sicher dürften jedoch Fabriken in nicht so ferner Zukunft menschenärmer werden, auch wenn neue Arbeitsplätze andernorts entstehen können.

I 4.0 wird sich jedenfalls auf die Beschäftigungsstruktur auswirken. Es wird mit einem Abbau einfacher manueller Tätigkeiten gerechnet, wodurch ein sozial problematischer Ausschluss vor allem von weniger qualifizierten Arbeitskräften einhergehen kann (Forschungsunion/acatech 2013, S. 57). Beim Anteil indirekter Beschäftigung zeichnen sich zwei Tendenzen ab: zum einen Verluste durch Automatisierung von Aufgaben der Planung, Steuerung, Instandhaltung oder Qualitätssicherung, zum anderen komplexitätsbedingt erweiterte und neue Planungsaufgaben bzw. zusätzlicher Bedarf an industrienahen Dienstleistungen (Hirsch-Kreinsen 2014a, S. 38 f.). Zugleich bietet I 4.0 durchaus neue Chancen was die Qualität der Beschäftigung betrifft, einerseits eine qualitative Anreicherung der Arbeit, wie interessantere Arbeitszusammenhänge, stärkere Selbstentfaltung, mehr Entscheidungsspielräume, andererseits aber auch erhöhte Anforderungen durch laufenden Qualifizierungsdruck,

steigende Verantwortung sowie zeitliche und funktionale Entgrenzung mit der Tendenz zur Selbstausbeutung.

Es wird daher eine besondere Herausforderung sein, I 4.0 zu einer qualitativen Verbesserung der Beschäftigung zu nutzen. In Deutschland sind für 30 % der befragten Unternehmen »die unzureichenden Qualifikationen der Mitarbeiter« eine der beiden wichtigsten Herausforderungen für I 4.0 (Strategy&PwC 2014). Im Anlagenbau wird dies von weniger Unternehmen als Problem gesehen (Forschungsunion/acatech 2013, S. 29). Die Frage der Anpassung der Qualifikationen, der Aus- und Weiterbildung wird jedenfalls eine Schlüsselrolle spielen. Darüber hinaus sollten bei absehbarer Zunahme von Automatisierung und Robotereinsatz – begünstigt durch rasanten Preisverfall bei Hard- und Softwarekomponenten – dringend neue Lösungen gefunden werden, die bei einer fortschreitenden Entkopplung von Produktivität und Beschäftigung den überzähligen Arbeitskräften ein Leben in Würde und gesellschaftliche Integration ermöglichen.

Georg Aichholzer

*Dieser Beitrag basiert weitgehend auf Ergebnissen eines Forschungsprojekts, das vom Institut für Technikfolgen-Abschätzung gemeinsam mit dem Austrian Institute of Technology für die österreichische Parlamentsdirektion durchgeführt wurde (Aichholzer et al. 2015a u. 2015b).*

## Literatur

Aichholzer, G.; Gudowsky, N.; Saurwein, F.; Rhomberg, W.; Weber, M.; Wepner, B. (2015a): Industrie 4.0. Foresight & Technikfolgenabschätzung zur gesellschaftlichen Dimension der nächsten industriellen Revolution. Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Wien, <http://epub.oeaw>.



- ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-2.pdf (14.7.2016)
- Aichholzer, G.; Rhomberg, W.; Gudowsky, N.; Saurwein, F.; Weber, M. (2015b): Industrie 4.0 – Hintergrundpapier für den 1. Workshop am 4. Mai 2015. Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Wien, <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-1.pdf> (14.7.2016)
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, [www.bmw.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/zukunft-der-arbeit-in-industrie-4-0,property=pdf,bereich=bmw2012,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmw.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/zukunft-der-arbeit-in-industrie-4-0,property=pdf,bereich=bmw2012,sprache=de,rwb=true.pdf) (14.7.2016)
- Bonin, H.; Gregory, T.; Zierahn, U. (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Kurzexperte Nr. 57, ZEW Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, Mannheim, [http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexperte\\_BMAS\\_ZEW2015.pdf](http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexperte_BMAS_ZEW2015.pdf) (14.7.2016)
- Dirnberger, H. (2015): Ubiquitous Computing in Automatisierung und Industrial IT. Vortrag auf der CMG-AE Tagung »Industrie 4.0: Revolutionäre Anforderungen an die IT oder Business as Usual?«, Wien am 24.2.2015, <https://www.cybersecurity-austria.at/images/pdf/dirnberger2015-1.pdf> (14.7.2016)
- Fidler, F. (2015): Entwarnung: »Keine Angst vor Industrie 4.0«. In: KarriereStandard, 21./22.März 2015, [http://festo-evolution.at/sites/all/themes/evolution/images/Standard\\_Industrie%204.0%20Teil%205.pdf](http://festo-evolution.at/sites/all/themes/evolution/images/Standard_Industrie%204.0%20Teil%205.pdf) (5.8.2016)
- Forschungsunion (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft); acatech (acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaft e. V.) (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt a.M., [www.forschungsunion.de/pdf/industrie\\_4\\_0\\_abschlussbericht.pdf](http://www.forschungsunion.de/pdf/industrie_4_0_abschlussbericht.pdf) (14.7.2016)
- Frey, C.; Osborne, M. (2013): The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation. Oxford Martin Programme on the Impact of Future Technology and Employment, Oxford, [www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf) (14.7.2016)
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014): Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: BMWi 2014, S. 37–42
- Hirsch-Kreinsen, H.; Ittermann, P.; Niehaus, J. (Hg.) (2015). Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Berlin
- Kärcher, B. (2014): Alternative Wege in die Industrie 4.0 – Möglichkeiten und Grenzen. In: BMWi 2014, S. 19–25
- Ovtcharova, J.; Häfner, P.; Häfner, V.; Katicic, J.; Vink, C. (2014): Aufbruch in eine neue Arbeitskultur durch Virtual Engineering. In: BMWi 2014, S. 50–57
- Pajarinen, M.; Rouvinen, P. (2014): Computerization Threatens One Third of Finnish Employment. ETLA Brief 22, ETLA Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, [www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Muistio-Brief-22.pdf](http://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA-Muistio-Brief-22.pdf) (14.7.2016)
- Pfeiffer, S. (2015): Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung. ITA-manuscript 15-03, Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, [http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_15\\_03.pdf](http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_15_03.pdf) (14.7.2016)
- Pfeiffer, S.; Lee, H.; Zirnic, C.; Suphan, A. (2016): Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025. Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) (Hg.), Frankfurt a. M., <http://industrie40.vdma.org/documents/4214230/5356229/VDMA%20Studie%20Industrie%204.0%20Qualifizierung%202025.pdf> (14.7.2016)
- Spath, D. (Hg.); Ganschar, O.; Gerlach, S.; Hämmerle, M.; Krause, T.; Schlund, S. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer IAO, Stuttgart, [www.iao.fraunhofer.de/lang-de/images/iao-news/produktionsarbeit-der-zukunft.pdf](http://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/images/iao-news/produktionsarbeit-der-zukunft.pdf) (14.7.2016)
- Strategy& PwC (2014): Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. [www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf](http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf) (14.7.2016)

# Data-Mining – Imagewandel der Statistik?

Dem Umgang mit Daten haftete lange Zeit kein besonders gutes Image an: Die genaue zahlenmäßige Erfassung vielfältiger Sachverhalte insbesondere durch staatliche Einrichtungen wurde teils als Erbsenzählerei titulierte, teils als unzulässiger Übergriff massiv infrage gestellt. Und dass man nur den Statistiken trauen sollte, die man selbst gefälscht hatte, ist ein gängiges Bonmot. Dieses abwertende Bild zum Umgang mit Daten wandelt sich derzeit zumindest in Teilen der Gesellschaft erheblich – wobei die Einstellungen zwischen hohen Nutzungserwartungen sowie alter und neuer Skepsis mäandern. Einerseits wird eine unglaubliche Dateneuphorie geschürt. Neue Begriffe werden etabliert, die positiv konnotiert sein und spritzig klingen sollen, semantische Unschärfen lassen bewusst Spielraum für Interpretation: Daten werden als Rohstoffe der Wissensgesellschaft oder als Öl des 21. Jahrhunderts bezeichnet, wobei die Bestände immer größer (Big Data) und die Techniken zu deren Erhebung, Verwaltung und Analyse als immer smarter oder intelligenter bezeichnet werden. Dazu passt der Begriff »Data-Mining« (wörtlich »Datenbergbau«), der das suggestive Bild des Schürfens nach Rohstoffadern, der Suche nach Nuggets im heutigen Datenzeitalter heraufbeschwört. Andererseits misstraut man der um sich greifenden Datenerfassung und deren potenziellen Folgen. Auch hier werden Metaphern bemüht wie Datenkraken oder das Ende der Privatheit.

Die Skepsis wird u. a. dadurch befördert, dass sich zumindest Teile der Gesellschaft weder als Herr über ihre Daten sehen noch die Analysetechniken verstehen und deren Reichweite abschätzen können. Datenbestände erscheinen kaum sicherbar, Grenzziehungen zwischen zulässiger Datennutzung und Datenmissbrauch als Ansichtssache und die Überwachung der Regelinhaltung kaum realisierbar.

Vor diesem Hintergrund wurde das TAB 2014 mit dem Projekt »Data-Mining – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen« beauftragt. Anhand von zwei Anwendungsbereichen, der Nutzung von Geodaten einerseits und von personenbezogenen Gesundheitsdaten andererseits, sollen mit Data-Mining-Verfahren einhergehende gesellschaftsrelevante Fragestellungen dargestellt und diskutiert werden. Derzeit wird im TAB an der Zusammenführung der Ergebnisse zweier großer Gutachten, der Prüfung bzw. Interpretation der Aussagen und der Fertigstellung des Arbeitsberichts gearbeitet. Ohne die Ergebnisse des Projekts vorwegnehmen zu wollen, soll nachfolgend eine Annäherung an den Begriff Data-Mining gemacht und an zwei Beispielen aus dem

Gesundheitsbereich veranschaulicht werden, welche Arbeitsschritte und welcher Aufwand mit Data-Mining-Verfahren verbunden sind. Die Nutzung elektronischer Gesundheitsdaten zu Forschungszwecken wird auf nationalstaatlicher Ebene sehr unterschiedlich gehandhabt. Daher wird abschließend die Situation in Deutschland mit der in anderen Ländern kurz verglichen.

## Was ist Data-Mining?

Data-Mining im engen Sinn meint die Anwendung von (komplexen) mathematisch-statistischen Verfahren und Algorithmen, um in großen Datenbeständen Regelmäßigkeiten, Zusammenhänge und (neue) Muster zu erkennen. In diesem Verständnis ist es nur ein Element in einem Prozess, den Fayyad et al. (1996) als »knowledge discovery in databases« bezeichneten und der häufig auch unter dem noch breiter gefassten Schlagwort Big Data verortet wird. Die Begriffe Data-Mining, »knowledge discovery in databases« oder Big Data werden nahezu synonym benutzt, etablierte deutsche Begriffsentsprechungen gibt es nicht. Im Kern zielen alle Ver-

fahren darauf ab, aus großen, nur noch maschinell verwalt- und verarbeitbaren Datenmengen möglichst schnell (neue) Muster zu erkennen und Wissen zu generieren. Eine kategoriale Abgrenzung der dafür genutzten Verfahren erscheint schwierig. Allgemein werden unter Data-Mining komplexe und aufwendige Auswertungsverfahren gefasst und damit einerseits von trivial-einfachen statistischen Standardverfahren (z. B. die grafische Darstellung von [Index-]Zahlen im Zeitverlauf) und andererseits von vollautomatisierten Prozesssteuerungen (z. B. zunehmend autonom arbeitende Insulinpumpen) abgegrenzt. Durch die Abgrenzung zu automatisierten Prozessen wird deutlich, dass bei Data-Mining-Verfahren menschliche Entscheidungen nach wie vor relevant sind. Die Abgrenzung ist jedoch dynamisch; was vor Jahren als komplex und aufwendig galt, kann durch den technischen Fortschritt trivial-einfach werden, und Algorithmen, die zunächst lediglich einzelne Arbeitsschritte autonom durchführen, können im Laufe der Entwicklung immer umfangreichere und komplexere Prozesse automatisiert bewältigen (Bernsdorf et al. 2015, S. 36; Schepers et al. 2015, S. 20).

Insbesondere wenn der Frage nach den mit den Datenanalysetechniken verbundenen gesellschaftlichen Chancen und Herausforderungen nachgegangen werden soll, liegt es auf der Hand, nicht nur die Anwendung komplexer Verfahren und Algorithmen zur Erkennung (neuer) Muster in Datenbeständen (Data-Mining im engen Sinn), sondern den gesamten Prozess der Wissensgewinnung aus Datenbeständen zu betrachten (Data-Mining im weiteren Sinn). Dieser Prozess kann durch folgende Schritte strukturiert werden (Fayyad et al. 1996):

- Festlegung der Aufgabenstellung: Je nach Zielstellung ist grundsätzlich zu klären, ob z. B. ein Prognosemodell erstellt, ein Zusammenhang zwischen Ereignissen gefunden oder ein Objekt/Vorgang klassifiziert werden soll.

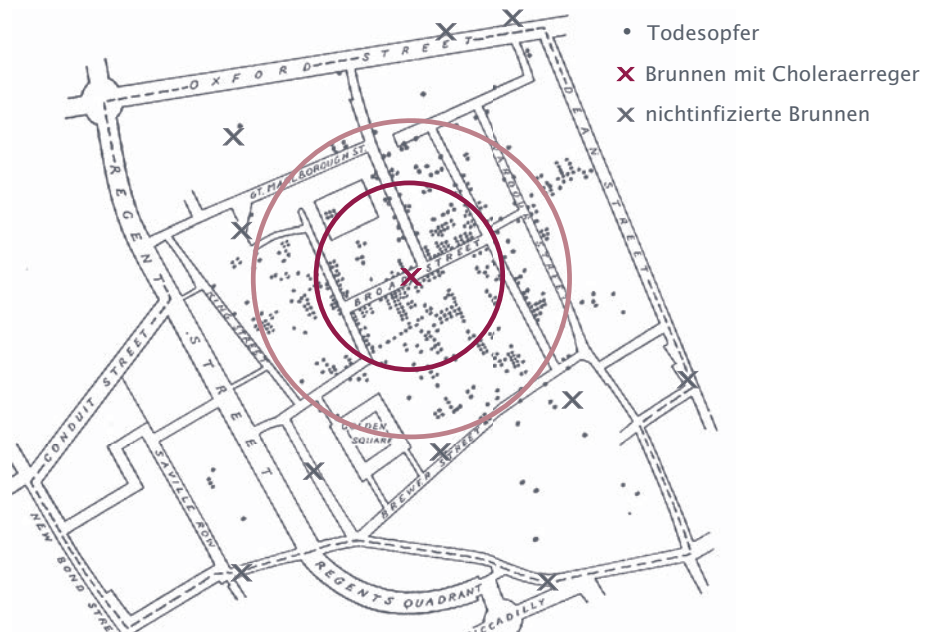
- > Datenaufbereitung: Je nach Aufgabe sind relevante Datenbestände auszuwählen (dabei u. a. Zugriffsrechte zu klären), zu bereinigen (z. B. Umgang mit fehlenden und fehlerhaften Werten klären) und zu transformieren (z. B. Variablen umrechnen oder zusammenfassen).
- > Datenanalyse: Je nach Aufgabenstellung und Datentypen (Zahlen, Orts-/Zeitangaben, Zeichenketten/Texte, Bilder) kann mit spezifischen Verfahren nach Mustern, Strukturen und Besonderheiten gesucht werden.
- > Bewertung/Interpretation der Ergebnisse: Analyseergebnisse können intern und extern bewertet werden. Interne Evaluierungen stützen sich meist auf mathematisch-statistische Gütekriterien (z. B. Signifikanz, Sensitivität, Effektstärke, Bestimmtheitsmaße) und geben Hinweise auf die Qualität der aus den Daten abgeleiteten Ergebnisse. Für die Prüfung der fachlichen Richtigkeit/Wahrheit sind externe Evaluierungen erforderlich (fachliche Diskussionen, Abgleich mit anderen fachwissenschaftlichen Ergebnissen, um die Richtigkeit gefundener Aussagen zu untermauern). Diese externen Evaluationen gehen über den Data-Mining-Prozess hinaus. Sie sind zur Ergebnisbewertung im Rahmen der eigentlichen Aufgabenstellung jedoch wichtig.

Anhand eines historischen und eines heutigen Anwendungsbeispiels sollen diese Prozessschritte veranschaulicht werden.

### Historisches Beispiel der Wissensgenerierung aus Daten

Um 1850 gab es zu unterschiedlichen Krankheiten diverse Annahmen und Theorien, (z. B. dass sie durch üble Dünste oder Kontakt zu Kranken übertragen werden), abgesichertes Wissen zu Infektionskrankheiten, deren mikrobiologischen Ursachen und Verbreitungswe-

Abb. 1 Position der Choleraopfer und der Wasserbrunnen in London 1854



Quelle: Bernsdorf et al. 2015, S. 47, nach [https://de.wikipedia.org/wiki/John\\_Snow\\_\(Arzt\)](https://de.wikipedia.org/wiki/John_Snow_(Arzt))

gen waren jedoch begrenzt. Dennoch vermuteten einige Mediziner, dass das Übertragungsmedium von Cholera keine Dünste, sondern vielmehr Wasser sei. Einer von ihnen war der Arzt John Snow, der 1854, als im Londoner Stadtteil Soho eine Choleraepidemie ausbrach, eine Karte dieses Stadtteils zeichnete und darin den Wohnort jedes Choleraopfers markierte. Da er die These vertrat, dass verunreinigtes Wasser die Ursache der Epidemie war, markierte er in dieser Karte auch die Positionen der örtlichen Wasserbrunnen (Abb. 1).

Allein durch die grafische Darstellung wurde die Häufung der Todesopfer um ein Zentrum offensichtlich. In diesem Zentrum befand sich der Brunnen in der Broad Street. Snow interpretierte sein Analyseergebnis nicht nur als Verbindung zweier Sachverhalte (Wasserbrunnen und Choleraopfer), sondern unterstellte eine Ursache-Wirkungs-Beziehung. Obwohl auch weiter entfernt einige Todesfälle zu verzeichnen waren und er zu diesem Zeitpunkt keine biologisch dezidierte Begründung liefern

konnte, forderte er die sofortige Stilllegung des Brunnens. Wahrscheinlich stieß er nicht allseits auf offene Ohren, widersprach er doch damals vorherrschenden Meinungen zur Krankheitsübertragung. Überliefert ist, dass er eigenmächtig den Pumpenschwengel in der Broad Street abmontiert habe, woraufhin die Zahl der Choleraopfer sank (Gerste 2014).

Was hat Snow analytisch getan? Er hat zunächst eine Beziehung (Korrelation) zwischen zwei Sachverhalten/Datenobjekten (Choleraopfer und Wasserbrunnen) über ein verbindendes Merkmal (Standort) anhand der jeweiligen Merkmalsausprägungen (Adressen) hergestellt. Was er 1854 mit Zettel und Stift manuell vollzog, wird inzwischen mithilfe von Datenbanken und Analysesoftware bzw. Informationssystemen (die Datenbanken und Analysesoftware vereinen) durchgeführt. Snows Vorgehen bezeichnet man heute als räumliches Clustern und Hotspotanalyse. Die insbesondere zur Interpretation von Geodaten nach wie vor wichtige Visualisierung ist



eine Überlagerung von Geobasisdaten (Londoner Stadtplan) mit spezifischen Geofachdaten (Standorte der Brunnen und Wohnorte der Choleraopfer).

Snow ging nach seiner Interpretation, dass der Brunnen die Ursache für die Cholerafälle sei, analytisch einen Schritt weiter. Um seine von der damaligen Mehrheitsmeinung abweichende Hypothese zu untermauern, verknüpfte er sein Ergebnis aus der Datenanalyse mit weiteren Fachkenntnissen und führte zu zusätzlichen Untersuchungen durch (externe Prüfung). Mit einem Kollegen schaute er sich unter dem Mikroskop sowohl Wasserproben des stillgelegten Brunnens und der Themse (aus der der Brunnen gespeist wurde und in die die Abwasserkanäle mündeten) als auch Stuhlproben der Erkrankten an. Sie fanden überall gleich aussehende kommaförmige Mikroorganismen – die gleichen, die ein italienischer Arzt kurz vorher als *vibrio cholerae* beschrieb (Gerste 2014). Auch diese Entdeckung widersprach insbesondere der Dunstübertragungsthese, auch wenn sie die kausale Beziehung nicht zweifelsfrei belegen konnte. Weitere Belege, dass Cholera durch diesen wasserbezogenen Erreger verursacht wird, lieferten Robert Koch und Kollegen erst drei Jahrzehnte später, als es ihnen gelang, die Erreger zu züchten und den Ansteckungsmechanismus aufzudecken.

Rückblickend fällt das Vorgehen von Snow in die Phase, in der die empirische (datengestützte) Forschung auch in der Medizin an Bedeutung gewann. Dort bedeutet evidenzbasiert inzwischen wesentlich auch datenbasiert. Das Beispiel zeigt, dass das Vorgehen der datengestützten Informations- und Wissensgenerierung lange etablierte Praxis ist. Und auch die eingangs skizzierten Data-Mining-Prozessschritte entsprechen nach wie vor weitgehend denen, die seit Jahrzehnten in Statistikkursen vermittelt werden. Ist Data-Mining also nur ein smarterer Begriff für lange etablierte Verfahren der analytischen Statistik?

## Was ist das Neue bei heutigen Data-Mining-Verfahren?

Auch heute werden mit Clusteranalysen ähnliche Objekte zu Gruppen zusammengefasst, mit Disproportionalitätsanalysen Merkmalshäufungen gesucht oder mit Regressionsanalysen Zusammenhänge zwischen Variablen ermittelt. Dennoch sind Veränderungen in der Art und Weise der Datenerhebung und der Datenanalytik unübersehbar.

Einerseits wachsen maschinenlesbare Datenbestände überall in ungeahntem Tempo, da kontinuierlich mehr Lebensbereiche immer genauer von diversen Akteuren mit vielfältigen, oft internetbasierten Geschäftsmodellen digital erfasst und gespeichert werden. Die Verarbeitung von sehr großen Datenmengen geht laut Mayer-Schönberger/Cukier (2013, S. 20 f.) mit einer »Big-Data-Revolution« einher, mit der sich das Bedürfnis nach Exaktheit überwinden ließe und eine Unschärfe in der Datensammlung akzeptierbar wäre. Auch würde sie mit einer Abwendung von der jahrtausendealten Suche nach kausalen Zusammenhängen einhergehen, da es oft ausreicht, zu erkennen, dass etwas geschieht, ohne dass bei allem nach einer Ursache gefragt werden müsste.

Trotz des verbrieften Rechts auf informationelle Selbstbestimmung in Deutschland und Europa hegt wohl kaum noch jemand ernsthaft die Hoffnung, Herr über »seine Daten« zu sein, weder in staatlichen noch in kommerziellen Strukturen. Staatliche Strukturen werden spätestens seit den Enthüllungen von Edward Snowden neu bewertet. Bei kommerziellen Strukturen ist von vornherein klar, dass man sich deren digitale Services (von Google bis Facebook) fast ausnahmslos mit der Preisgabe seiner Datenspuren erkauft. Die Möglichkeiten, auf diese Daten zuzugreifen, und die Kompetenzen, aus ihnen Informationen abzuleiten, Nutzen zu ziehen und davon zu profitieren, konzentrieren sich bisher wesentlich auf wenige Akteure.

Andererseits werden durch die kontinuierliche Steigerung von Speicherkapazitäten und Rechenleistung auch die Datenverwaltungs- und -analyseverfahren vielfältiger und eröffnen neue Möglichkeiten. Neben merkmalsbetonten relationalen Datenbanken und klassischen multivariaten Verfahren, bei denen einzelne Datenobjekte tendenziell im Hintergrund bleiben, werden mit objektbasierten Datenbankstrukturen und objektorientierter Programmierung neue Konzepte und Verfahren entwickelt. Diese Objektorientierung erlaubt eine bessere Sichtweise auf den oder das Einzelne mit seinen jeweiligen Eigenschaften. Mischformen aus beiden (sogenannte objektrelationale Datenbanken) können Daten aus diversen Beständen besonders vielfältig verknüpfen. Zu klassischen Computerprogrammen, bei denen der Mensch Rechenalgorithmen (Handlungsanleitungen) entwickelte und Schritt für Schritt Regeln definierte und programmierte, die Computer abarbeiteten, treten neue Verfahren, z. B. auf künstlichen neuronalen Netzen aufbauende, selbstlernende Systeme, die auf der Basis eigener Berechnungen gesteuert werden. Bei großen Datenmengen funktionieren diese selbstlernenden Systeme besonders gut. Sie liefern teilweise auch dann noch zuverlässige Ergebnisse, wenn konventionelle Berechnungsverfahren an ihre Grenzen kommen.

Auch wenn die in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts geschürten Visionen zur Schaffung künstlicher Intelligenz bis heute als übersteigert gelten, ist die Entwicklung des rechentechnisch Machbaren dennoch kontinuierlich vorangeschritten und lässt die IT-Branche derzeit von kognitiven Maschinen als Meilenstein der Wissensarbeit schwärmen (Bitkom 2015). Befürworter unterstellen diesen neuen Verfahren derzeit besonders große Potenziale, da sie bei komplexen Sachverhalten in kürzester Zeit bessere Ergebnisse liefern würden, als klassische, fest definierte Algorithmen. Kritiker stoßen sich daran, dass die Vorgehensweise dieser Verfahren nicht nachvollziehbar ist,



da sie aus Trainingsdaten und durch Verstärkung lernen, aber nicht für bestimmte Aufgaben fest programmiert werden (mitunter werden sie als Blackbox angesehen).

Die Gutachter wurden im Rahmen des TAB-Projekts aufgefordert, den derzeitigen Einsatz von Data-Mining-Verfahren einerseits mit Geodaten und andererseits mit Gesundheitsdaten anhand von Anwendungsbeispielen zu veranschaulichen. Deutlich wurde, dass in den beiden öffentlichen Aufgabenbereichen der zivilen Gefahrenabwehr und im Gesundheitssystem nach wie vor die Datenaufbereitung erheblichen Aufwand verursacht und zur Datenanalyse mehrheitlich noch klassische Verfahren genutzt werden. Ein aktuelles Anwendungsbeispiel aus dem Gesundheitsbereich soll veranschaulichen, wie Data-Mining gegenwärtig in Deutschland in öffentlichen Aufgabenbereichen realisiert werden kann.

### Beispiel: Signalgenerierung zu unerwünschten Arzneimittelwirkungen (UAW)

Die Sicherheitsüberwachung von Arzneimitteln (Pharmakovigilanz) ist in Deutschland durch das Arzneimittelgesetz als kontinuierliche Aufgabe sowohl der jeweiligen Hersteller (im Rahmen der Produkthaftung) als auch staatlicher Aufsichtsbehörden (im Rahmen der staatlichen Risikovorsorge) definiert. Sie baut auf den Kenntnissen aus klinischen Studien auf, in denen bei allen auftretenden gesundheitsrelevanten Problemen im Einzelfall medizinisch überprüft wird, ob die Einnahme des getesteten Arzneimittels eine Ursache ist (Kausalitätsbeurteilung von UAW-Verdachtsfällen). Ergebnissen solcher Einzelfallprüfungen wird eine hohe Validität attestiert. Da klinische Studien begrenzte Stichproben sind (eingeschlossene Population und Untersuchungszeitraum), können insbesondere UAW, die sehr selten, zeitlich verzögert oder nur bei spezifischen Risikogruppen (z. B. ältere Personen mit Komorbi-

ditäten und/oder Komedikationen) auftreten, nicht zuverlässig detektiert werden. Deshalb wird die Sicherheitsüberwachung auch nach der Zulassung fortgesetzt. Bisher stützt sich diese im Wesentlichen auf zwei Säulen:

- Durch sogenannte Phase-IV-Studien werden die (Neben-)Wirkungen von Arzneimitteln unter Anwendungsbedingungen weiter beobachtet. Diese Studien decken im Vergleich zu zulassungsrelevanten klinischen Studien meist längere Zeiträume ab, schließen meist größere Personengruppen ein und verfolgen oft mehrere Ziele gleichzeitig. Sie sollen sowohl die Sicherheit als auch den (Zusatz-)Nutzen eines Arzneimittels unter Anwendungsbedingungen belegen.
- In Spontanmelderegistern werden alle Meldungen zu UAW-Verdachtsfällen gesammelt. Solche Register werden einerseits bei Pharmaunternehmen produktbezogen und andererseits beim Bundesinstitut für Arzneimittelsicherheit (BfArM) produktübergreifend deutschlandweit geführt. Pharmaunternehmen sind verpflichtet, alle ihnen angezeigten UAW-Verdachtsfälle zeitnah an das zentrale Register beim BfArM zu melden. Parallel gibt es über die jeweiligen Berufsordnungen der Ärzte und Apotheker eine Selbstverpflichtung, UAW-Verdachtsfälle an die jeweilige Arzneimittelkommission zu melden, die diese Meldungen ebenfalls an das BfArM weiterleitet. Seit einigen Jahren können auch Bürger UAW-Verdachtsfälle dem BfArM direkt melden.

Mit beiden Instrumenten können auch solche UAW aufgedeckt werden, die in klinischen Studien bis zur Zulassung unerkannt blieben. Jedoch haben beide Instrumente methodische Schwächen:

- In Phase-IV-Studien wird der Arzneimiteleinsatz lediglich beobachtet. Weil in die normale medizinische Behandlung nicht eingegriffen

wird, fehlen oft spezifische medizinische Diagnosen zu individuellen biologischen Parametern, mit denen UAW-Verdachtsfälle überprüft werden könnten und sich die Kausalitätsbeurteilung fundieren ließe. Zur Hypothesen- bzw. UAW-Signalgenerierung sind sie zweifellos geeignet, jedoch wird je nach Sachlage im Einzelfall die Validität der Ergebnisse als nicht ausreichend bewertet. Teilweise werden weitere konfirmatorische Studien gefordert, die zusätzliche externe Belege für die Richtigkeit der Aussagen liefern sollen. (Die Revision der Nutzen-Risiko-Bewertung des Schmerzmittels Vioxx® weitete sich Anfang des Jahrtausends auch deshalb zum Skandal aus, weil Studienergebnisse immer wieder infrage gestellt und zusätzliche Belege durch neue Studien gefordert wurden [ausführlich z. B. in Ware 2005]).

- Spontanmelderegister gelten keineswegs als umfassend. UAW, die erst mit erheblicher zeitlicher Verzögerung auftreten und/oder zu denen es noch nicht einmal Vermutungen gibt, werden durch Ärzte, Apotheker und/oder Patienten kaum erkannt. Die Medienaufmerksamkeit beeinflusst das Meldeverhalten erheblich: Wird über UAW-Vermutungen berichtet, steigt die Zahl der Meldungen deutlich (Problem sich selbsterfüllender Prophezeiungen). Bisher werden in Deutschland UAW-Verdachtsfälle überwiegend von Pharmafirmen gemeldet (ca. 85 % laut Zagermann-Muncke et al. 2010). Von Ärzten kommen nur 5 bis 10 % der Meldungen (AkdÄ 2005, S. 6). Durch unterschiedliche Meldekanäle des zentralen Registers beim BfArM sind Mehrfachnennungen nicht unwahrscheinlich. Oftmals gibt es nur lückenhafte Angaben zum Gesundheitszustand des Betroffenen, sodass eine Kausalitätsbeurteilung der UAW-Verdachtsfälle nur eingeschränkt möglich ist. Mögliche UAW-Risiken lassen sich aus Spontanmelderegistern nicht quantifizieren.

Mit den derzeitigen Instrumenten dauerte es laut Ware (2005) bisher im Mittel fünf Jahre, bis ausreichend Belege für die Revision einer Nutzen-Risiko-Abwägung zu einem Arzneimittel vorlagen. Methodische Schwächen gibt es vor allem bei der Erkennung bislang völlig unbekannter UAW-Signale und bei der Abschätzung der gesundheitlichen Relevanz auf der Grundlage relativer Häufigkeiten.

Gesundheitsexperten betonen seit Jahren, dass eine systematischere Analyse medizinischer Versorgungsdaten die derzeitigen Instrumente der Pharmakovigilanzüberwachung ergänzen und verbessern können. Die US-amerikanische Food and Drug Administration (FDA) hat beim Vioxx-Skandal bereits vor mehr als zehn Jahren die Tür geöffnet für Analysen, die auf umfassenderen Datenbeständen aus der medizinischen Versorgung aufbauen und das UAW-Wissen ergänzen und fundieren können. Auch in Deutschland wird seit einigen Jahren getestet, inwiefern sich durch die Analyse von Daten aus der medizinischen Versorgung zusätzliche Informationen zu möglichen UAW generieren lassen.

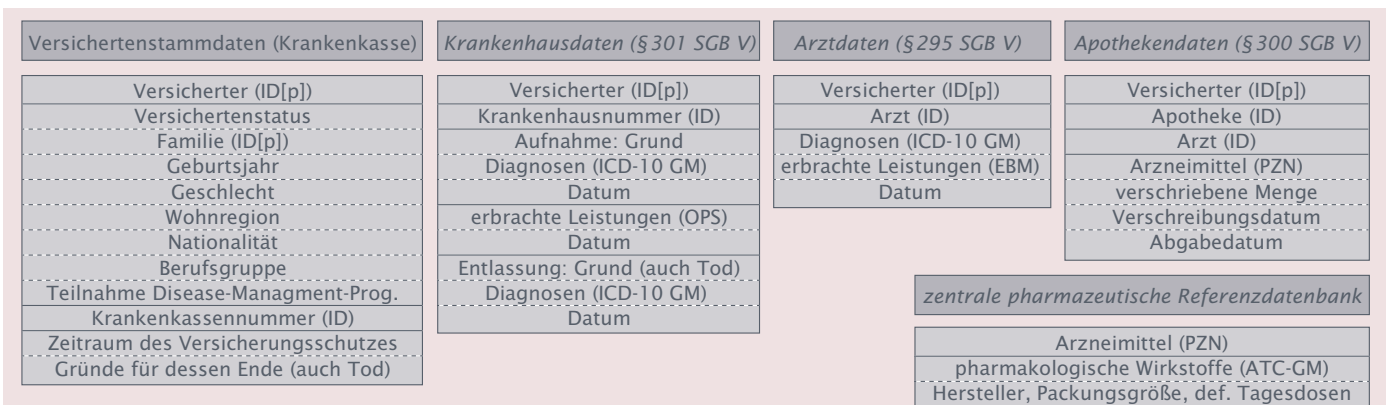
### Medizinische Versorgungsdaten in Deutschland

In Deutschland werden Daten zur medizinischen Versorgung von Patienten in einer Vielzahl medizinischer Einrichtungen (ca. 2.000 Krankenhäuser, 150.000 Arztpraxen und 20.500 Apotheken) in Fall- bzw. Patientenakten zunehmend elektronisch erfasst und in Krankenhaus-, Praxis- bzw. Apothekeninformationssystemen geführt und verwaltet. Bisher sind diese Datenverwaltungssysteme einrichtungsspezifische Insellösungen. Diese personenbezogenen Gesundheitsdaten unterliegen in Deutschland grundsätzlich der ärztlichen Schweigepflicht (§ 230 StGB), die nur der Patient im Einzelfall aufheben kann, es sei denn, es gibt ein höherwertiges, gesetzlich legitimes Rechtsgut. Ein solcher Fall ist die Abrechnung medizinischer Versorgungsleistungen. Dafür werden aus den Patienten- bzw. Fallakten gesetzlich definierte einzelfallbezogene Abrechnungsdaten abgeleitet und an die jeweiligen Krankenkassen der Patienten (derzeit ca. 120 gesetzliche und ca. 40 private) übermittelt. Den normativen Rahmen für die Erhebung und Ver-

wendung dieser Abrechnungsdaten bilden grundsätzlich das Sozialgeheimnis, dem alle Krankenkassen unterliegen, sowie der Sozialdatenschutz. Auf dieser Grundlage werden die für die Abrechnung (Primärnutzung) notwendigen Datenstrukturen, Merkmale und Formate gesetzlich festgelegt. Auch wird der Rahmen für eine mögliche Weiterverwendung (Sekundärnutzung) festgelegt. Organisationsintern könnten sowohl medizinische Einrichtungen als auch Krankenkassen die Daten zu Forschungs- und Planungszwecken nutzen, sofern sie intern die dafür notwendigen Ressourcen aufbringen könnten. Zu diesen Zwecken kann auch eine Übertragung personenbezogener Daten an Dritte für bestimmte Vorhaben beantragt werden. Sie ist zeitlich zu begrenzen und wo zumutbar, muss eine Einwilligung der Betroffenen eingeholt werden.

Unter diesen normativen Vorgaben baut das Bremer Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie (BIPS) in Kooperation mit vier gesetzlichen Krankenkassen und der Universität Bremen gegenwärtig die nationale pharmakoepidemiologische Forschungs-

Abb. 2 Datenmodell der nationalen pharmakoepidemiologischen Forschungsdatenbank (GePaRD)



ID[p]: Identifikationsschlüssel [pseudonymisiert]  
 ICD-10 GM: International Classification of Diseases; Version 10 (deutsche Fassung)  
 OPS: Operationen- und Prozedurenschlüssel  
 EBM: einheitlicher Bewertungsmaßstab  
 PZN: Pharmazentralnummer (Schlüssel zur zentralen pharmazeutischen Referenzdatenbank)  
 ATC-GM: anatomisch-therapeutisch-chemische Klassifikation (deutsche Fassung)

Quelle: nach Schepers et al. 2015, S. 87

datenbank (»German Pharmacoepidemiological Research Database« [GePaRD]) auf, in die definierte Daten von ca. 17 Mio. gesetzlich versicherten Personen aus allen Bundesländern (ca. 20% der deutschen Bevölkerung) seit 2004 einfließen (Abb. 2). Statt die Einwilligung zur spezifischen sekundären Nutzung zu Forschungszwecken bei jedem einzelnen Versicherten einzuholen, wurde folgendes Verfahren vereinbart (Schepers et al. 2015, S. 88):

1. Die beteiligten Krankenkassen bereinigen und pseudonymisieren ihre codiert erhobenen und bereits qualitätsgeprüften Abrechnungsdatensätze anhand eines kasseninternen Schlüssels und übermitteln sie auf speziell geschützten Datenträgern jahrgangsweise an eine Vertrauensstelle an der Universität Bremen (vom BIPS organisatorisch getrennt).
2. Die Vertrauensstelle prüft die Datensätze mit Routinealgorithmen und klärt Unplausibilitäten mit den jeweiligen Krankenkassen. Anschließend werden die Datensätze ein zweites Mal pseudonymisiert und zu den Datenbeständen früherer Jahrgänge hinzugefügt. Gelieferte Daten, interne Pseudonymisierungsschlüssel und der Auswertungsdatenbestand werden getrennt aufbewahrt. Nur der Letztere wird an die Datenaufbereitungsstelle des BIPS weitergegeben. Dieses Verfahren führt zu gewissen zeitlichen Verzögerungen (die Daten von 2013 standen erst im Laufe des Jahres 2015 für wissenschaftliche Sekundäranalysen bereit).
3. Nur BIPS-Mitarbeiter dürfen eine konkrete Datennutzung bei den beteiligten Krankenkassen und zwei zuständigen Aufsichtsbehörden beantragen, die separat prüfen und gegebenenfalls genehmigen. Externe Wissenschaftler können sich über Kooperationen beteiligen.
4. Entsprechend der jeweiligen Genehmigung stellt die Datenaufbereitungsstelle des BIPS den Auswertungsdaten-

satz mit den definierten Dateninhalten dem verantwortlichen BIPS-Wissenschaftler bereit.

5. Dieser führt mit seinem Team die jeweiligen Analysen ohne Beteiligung der Vertrauens- und Aufbereitungsstelle durch.

Für die Suche nach möglichen UAW werden einerseits Arzneimittelannahmen als Ursache und andererseits gesundheitliche Probleme als mögliche Folge anhand codierter Abrechnungsdaten benötigt:

Aus den Abrechnungsdaten lassen sich keine Angaben zur tatsächlichen Arzneimittelannahme durch die Versicherten ableiten. Den besten Näherungswert bilden die Apothekenabrechnungsdaten (Arzneimittelabgabe an Versicherte). Sie enthalten nur Substanzen, die zum Leistungskatalog gesetzlicher Krankenversicherungen gehören (keine verschreibungsfreien Mittel). Die Apothekendaten müssen mithilfe pharmazeutischer Referenzdatenbanken teilweise umcodiert werden, um für derzeit ca. 6.500 Wirkstoffe bzw. Wirkstoffkombinationen den jeweiligen Einnahmezeitraum und die Dosierung abzuleiten.

Gesundheitliche Probleme können anhand von medizinischen Diagnosen definiert werden. Die dafür entwickelte »International Classification of Diseases« (ICD) klassifiziert gesundheitliche Probleme derzeit in ca. 12.000 Kategorien. Als mögliche unerwünschte Arzneimittelwirkung werden nur Probleme berücksichtigt, die während oder nach einer Arzneimittelannahme auftraten. Sowohl ambulante als auch stationäre medizinische Einrichtungen sind verpflichtet, die erbrachten medizinischen Leistungen mit der Angabe von Haupt- und Nebendiagnosen im jeweiligen Abrechnungsverfahren zu begründen. Inwiefern medizinische Leistungen legitimierende Diagnosen vollumfänglich und korrekt gesundheitliche Probleme von Versicherten abbilden, kann kaum zuverlässig abgeschätzt werden. Die ICD-Klassifika-

tion wird im Mehrjahresrhythmus den aktuellen Entwicklungen angepasst. Insbesondere für Längsschnittanalysen sind diese Überarbeitungen nicht unproblematisch, da sie zu Brüchen in den Datenbeständen im Zeitverlauf führen können.

## Datenanalyse

UAW-Signale werden mit Disproportionalitätsanalysen von Kreuztabellen generiert, die für definierte Arzneimittel-Diagnose-Kombination aufgestellt werden (Abb. 3).

Abb. 3 Kreuztabelle

		Diagnose	
		ja	nein
Arzneimittel	ja	a	b
	nein	c	d

Je umfangreicher die Abrechnungsdatenbestände, desto genauer können die Werte für alle vier Felder ermittelt, daraus für jede Arzneimittel-Diagnose-Kombination unterschiedliche »Risikomaße« (z. B. Reported Odds Ratio [ROR] =  $(ad/bc)$ ) berechnet und als Indikator für die Stärke eines UAW-Signals interpretiert werden. Bei sehr seltenen Ereignissen liefern klassische Risikomaße jedoch keine zuverlässigen Ergebnisse mehr (hohe Werte sind dann kein zuverlässiges UAW-Signal mehr). In diesem Fall können Bayes'sche Netze (basieren auf bedingten Wahrscheinlichkeitsverteilungen und sind vergleichsweise rechenintensiv) trainiert werden, die UAW-Signale zuverlässiger generieren. Die FDA setzt dieses Verfahren bei sehr seltenen Ereignissen ergänzend ein.

Mit den inzwischen verfügbaren Algorithmen können auch in umfangreichen Datenbeständen UAW-Signale sehr breit gesucht werden, d. h., es werden wenig bis

keine Restriktionen vorgegeben, auf welche Arzneimittel und auf welche Diagnosen sich die Suche beschränken soll. Die Anzahl dieser Tafeln wird dann jedoch schnell sehr groß. Mit den GePaRD-Datenbeständen könnten theoretisch bis zu 6.500 nach dem »anatomisch-therapeutisch-chemischen Klassifikationssystem« (ATC)-codierte pharmakologische Wirkstoffe/Wirkstoffkombinationen und ca. 12.000 ICD-codierte Diagnosen zu knapp 80 Mio. Vierfeldertafeln verknüpft werden (werden Kombinationen aus Haupt- und Nebendiagnosen berücksichtigt, kann sich die Zahl der Tafeln weiter erhöhen). Bei solch unbeschränkten Suchen in großen Datenbeständen ist damit zu rechnen, dass sehr viele UAW-Signale generiert werden, die im Anschluss gruppiert und bewertet werden in

- » bereits bekannte UAW-Signale (in nationalen und/oder internationalen Bulletins zu Arzneimittelsicherheit aufgeführt),
- » aus medizinischer Sicht sehr unplausible Zusammenhänge sowie
- » potenziell relevante UAW-Signale, die weiter beobachtet oder vertieft geprüft werden sollten.

### Interpretation der Ergebnisse und Folgeaktivitäten

Laut Schepers et al. (2015, S. 92 f.) werden mit diesem Verfahren lediglich Hypothesen zu möglichen UAW generiert. Ziel sei es nicht, ein tatsächliches Risiko sicher festzustellen. Folglich ist bei allen UAW-Signalen zu prüfen, welche Maßnahmen der weiteren Risikoüberwachung resultieren sollten. Folgende Fälle werden unterschieden:

- » Ein potenzielles Sicherheitsrisiko deutet sich an, das UAW-Signal ist aber nicht so stark bzw. statistisch stabil, dass es bereits spezifische konfirmatorische Studien legitimieren könnte (z. B. bei sehr seltenen Ereignissen). Solche schwachen UAW-Signale können beispielsweise zunächst mithilfe von

sequenziellen Testverfahren niedrigschwellig weiter beobachtet werden. Wurden die UAW-Signale nur mit einem Teil der GePaRD-Daten erzeugt, könnte der andere Teil zur Signalprüfung mit weiteren Beobachtungsstudien genutzt werden (Schepers et al. 2015, S. 93).

- » Das UAW-Signal ist so deutlich, dass auf eine andere Art und Weise (z. B. auf der Basis anderer Datensätze) oder mit spezifischen konfirmatorischen Studien die Hypothese extern übergeprüft werden sollte.

Bisher gibt es keinen methodisch-fachlichen Konsens zur Bewertung der Ergebnishüte von UAW-Signalen und zur Ableitung von Folgemaßnahmen. Vielmehr wird im Einzelfall entschieden.

### Situation in Deutschland und internationaler Vergleich

GePaRD-Datenbestände gelten normativ als nichtanonymisierte Sozialdaten. Bereits deren Übermittlung für Forschung und Planung »an Dritte« ist nur für vorab spezifizierte Vorhaben (Zweckbindung) mit festgelegtem Löschtermin (zeitliche Befristung) zulässig (§ 75 SGB X). Dadurch werden die Möglichkeiten, GePaRD für breite UAW-Suchläufe zu nutzen, beschränkt. Die Zweckbindung erfordert, dass zumindest Hinweise oder Vermutungen zu Arzneimittel-Ereignis-Zusammenhängen existieren müssen, die im Vorfeld zu spezifizieren sind (Schepers et al. 2015, S. 91). Aus dieser Perspektive können Hypothesen durch eine Datenanalyse untermauert, nicht aber generiert werden. So wurde beispielsweise durch eine Analyse des GePaRD 2014 die vorab bereits bestehende Hypothese der Verdopplung des Fieberkrampfrisikos bei einer Vierfachimpfkombination (Mumps, Masern, Röteln und Windpocken) im Vergleich zur klassischen Dreifachkombination und separater Windpockenimpfung erhärtet (Schink et al. 2014). Aufgestellt wurde diese Hypo-

these 2009 in den USA. Auch die Nutzungsbefristung beschränkt die derzeitigen Möglichkeiten. Dadurch können vor allem solche UAW, die mit erheblicher zeitlicher Verzögerung auftreten (z. B. karzinogene Folgen), kaum verfolgt oder nachgewiesen werden.

Auch in etlichen anderen Industrieländern werden seit einigen Jahren sogenannte elektronische Gesundheitsdaten, die aus der medizinischen Versorgung abgeleitet werden, für Forschungszwecke zugänglich gemacht (Schepers et al. 2015, S. 94). In den USA wurde 2007 die FDA-initiierte »Sentinel-Initiative« gesetzlich verankert, die sich zum Ziel setzt, elektronische Gesundheitsdaten von 100 Mio. Einwohnern für die aktive Überwachung von Arzneimitteln nach Marktzulassung zugänglich zu machen. Auch Großbritannien gehört zu den Vorreitern der Bereitstellung elektronischer Gesundheitsdaten für wissenschaftliche Zwecke. Bereits in den 1990er Jahren wurde mit dem Aufbau der britischen »General Practice Research Database« heute »Clinical Practice Research Datalink« begonnen. 2011 startete eine Regierungsinitiative, die durch die Intensivierung der forschungsseitigen Nutzung von elektronischen Gesundheitsdaten eine international herausgehobene Stellung im Gesundheitsforschungsbereich anstrebt. Die Datenbank stellt inzwischen medizinische Versorgungsdaten nahezu der gesamten englischen Bevölkerung (mehr als 50 Mio. Personen) für Forschungszwecke bereit. Weitere umfangreiche nationale Gesundheitsforschungsdatenbanken gibt es u. a. in den Niederlanden, in Dänemark, Estland, Italien und Spanien. Diese sechs europäischen Länder arbeiten inzwischen daran, ihre elektronischen Gesundheitsdatenbestände zu verlinken und gemeinsam zu erschließen.

### Fazit

Die üblichen Prozessschritte jeglicher statistischer Analysen treffen auch auf Data-



Mining-Verfahren zu. Wie am Beispiel Pharmakovigilanz gezeigt wurde, wachsen gesundheitsbezogene Datenbestände bei unterschiedlichen Akteuren in erheblichem Umfang. In etlichen Industrieländern wird daran gearbeitet, diese gemeinsam zu erschließen. Der Weg zur Interoperabilität der Datenbestände im Gesundheitssystem ist jedoch weit und Normung, Codierung und Klassifikation flankieren ihn. Derzeit werden in etlichen Ländern Teilbestände in separate Forschungsdatenbanken kopiert und in unterschiedlicher Form zugänglich gemacht. In Deutschland wird der Zugang vergleichsweise restriktiv gehandhabt. Trotz doppelter Pseudonymisierung erhalten nur institutsinterne Wissenschaftler auf Antrag einen Datenzugang zur nationalen pharmakoepidemiologischen Forschungsdatenbank. Andere Länder sind bezüglich der wissenschaftlichen Nutzung von Gesundheitsdaten ambitionierter, insbesondere solche, die Open Knowledge (vom Zugang zu Daten über Ergebnisse bis zu wissenschaftlichen Publikationen) als Leitbild auch politisch erheblich forcieren. Dabei dürfte es unterschiedliche Ansichten geben, wann Daten als anonymisiert bzw. personenbezogen betrachtet werden.

Data-Mining-Analysen auch auf der Basis großer Datensätze gehen zumindest im Gesundheitsbereich auch heute noch mit genauer Datenerfassung, Aufbereitung und Validierung einher. Die Big-Data-These, dass sich mit sehr viel größeren Datenmengen das Bedürfnis nach Exaktheit überwinden ließe und unscharf gut genug wäre (Mayer-Schönberger/Cukier 2013, S. 20 f.), lässt sich zumindest anhand des Pharmakovigilanzbeispiels nicht untermauern. Wenn die Validität der Daten angezweifelt werden kann, werden die Ergebnisse infrage gestellt – umso mehr, je stärker dies Positionen und Anteile an den umsatzstarken globalen Pharmamärkten tangiert.

Auch wenn Analyseverfahren immer komplexer werden, zunehmend mehr Ar-

beitsschritte in Algorithmen internalisiert werden können und teilweise kaum noch nachvollziehbar erscheint, wie Ergebnisse zustande kommen, erfordert die Prüfung der Richtigkeit und die Bewertung der Validität nach wie vor erhebliches Fachwissen. Um dies zu erweitern und zu fundieren, muss jenseits der Beobachtung von Korrelationen auch zukünftig Kausalitätsfragen nachgegangen werden.

*Katrin Gerlinger*

## Literatur

AkdÄ (Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft) (Hg.) (2005): Pharmakovigilanz. Sonderheft, Berlin, [www.akdae.de/Arzneimitteltherapie/TE/A-Z/PDF/Pharmakovigilanz.pdf](http://www.akdae.de/Arzneimitteltherapie/TE/A-Z/PDF/Pharmakovigilanz.pdf) (17.5.2016)

Bernsdorf, B.; Bierbrauer, H.; Büscher, O.; Mütterthies, A.; Pakzad, K.; Wenzel, T.; Woditsch, S. (2015): Data-Mining: Gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen. Data-Mining mit Geodaten (Fallstudie 2). Münster

Bitkom (2015): Kognitive Maschinen – Meilenstein in der Wissensarbeit. [www.bitkom.org/Publikationen/2015/Leitfaden/Kognitive-Maschinen/150213-Kognitive-Maschinen-11Febr2015.pdf](http://www.bitkom.org/Publikationen/2015/Leitfaden/Kognitive-Maschinen/150213-Kognitive-Maschinen-11Febr2015.pdf) (25.1.2016)

Fayyad, U.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P. (1996): From data mining to knowledge discovery in databases. In: *AI Magazine* 17(3), S. 37–54

Gerste, R. (2014): Das düstere Geheimnis der Pumpe an der Broad Street. Zum 200. Geburtstag von John Snow. In: *Chirurgische Allgemeine* 15(2), S. 123–126

Mayer-Schönberger, V.; Cukier, K. (2013): *Big Data. Die Revolution, die unser Leben verändern wird.* München

Schepers, J.; Schlünder, I.; Drepper, J.; Semler, S.; Rüping, S.; Quix, C.; Stroet-

mann, K.; Rennoch, J. (2015): Data-Mining in der Medizin und im Gesundheitssystem – gesellschaftspolitische und rechtliche Herausforderungen. Gutachten, Berlin (unveröffentlicht)

Schink, T.; Holstiege, J.; Kowalzik, F.; Zepp, F.; Garbe, E. (2014): Risk of febrile convulsions after MMRV vaccination in comparison to MMR or MMR+V vaccination. In: *Vaccine* 32(6), S. 645–650

Ware, W. (2005): The Vioxx Saga: Perspective on the Recall. [www.yourhealthbase.com/Vioxx.htm](http://www.yourhealthbase.com/Vioxx.htm) (22.3.2016)

Zagermann-Muncke, P.; Frölich, S.; Schulz, M. (2010): Unerwünschte Wirkungen an die AMK melden. In: *Pharmazeutische Zeitung* 10, <http://pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=32933> (22.3.2016)

# Robotik und assistive Neurotechnologien in der Pflege – gesellschaftliche Herausforderungen

## Thematischer Hintergrund

Das Projekt »Mensch-Maschine-Entgrenzungen« beschäftigt sich mit technologischen Trends, die zu einer zunehmenden Verschmelzung von Mensch und Maschine führen. Angetrieben wird die Entgrenzungsdynamik im Wesentlichen durch Entwicklungen in zwei Technologiefeldern: den Neurotechnologien auf der einen Seite, die zu einer fortschreitenden Technisierung des Menschen führen (durch die direkte Kopplung elektronischer Geräte an das Gehirn resp. Nervensystem), sowie der autonomen Robotik auf der anderen Seite, die Maschinen hervorbringt, die nicht nur immer eigenständiger handeln, sondern dem Menschen auch immer ähnlicher werden.

Das Projekt »Mensch-Maschine-Entgrenzungen« wird zweistufig durchgeführt: Die technologische Bestandsaufnahme im Rahmen der abgeschlossenen Sondierungsphase unter der Überschrift »Zwischen künstlicher Intelligenz und Human Enhancement« hat ergeben, dass – entgegen prominenter Zukunftsdiskurse – die politische Brisanz dieser Entwicklungen weniger darin liegt, dass in absehbarer Zeit mit der technischen Optimierung der Natur des Menschen oder einer »Machtübernahme« intelligenter Roboter zu rechnen ist. Die Herausforderungen ergeben sich vielmehr auf einer subtileren Ebene, beispielsweise, indem fundamentale anthropologische Kategorien – wie Selbstbestimmung, Identität, Verantwortung –, welche die Grundlage unserer jetzigen moralischen und rechtlichen Ordnung bilden, durch die Technisierungsprozesse ins Wanken geraten. Die Ergebnisse der Sondierungsphase wurden in dem Sachstandsbericht »Technologien und Visionen der Mensch-Maschine-Entgrenzungen« (TAB-Arbeitsbericht Nr. 167) dokumentiert, der Mitte 2016 erscheinen wird.

In der laufenden Vertiefungsphase des TAB-Projekts sollen nun die ethisch-rechtlichen Fragen am Beispiel eines konkreten Anwendungskontextes – der Pfl-

ge – näher bestimmt und vertieft werden. Dazu werden Fragen aufgegriffen und untersucht, die in einem weiteren Projektvorschlag (Robotik in der Pflege) an das TAB herangetragen wurden.

Angesichts des demografischen Wandels gilt der Bereich der Pflege und Gesundheit für Deutschland zu Recht als paradigmatisches Anwendungsfeld für Technologien der Mensch-Maschine-Entgrenzung. Denn zukünftig ist mit einer starken Alterung der Bevölkerung und mit einem wachsenden Anteil pflegebedürftiger Menschen an der Gesamtbevölkerung zu rechnen. Der drohende Pflegenotstand gilt als eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen, die – so wird postuliert – nur mit dem verstärkten Einsatz neuer Technologien zu bewältigen ist. Dieser sich abzeichnende Trend und seine Implikationen werden jedoch auch kritisch diskutiert. Denn dadurch, dass zunehmend autonom agierende Maschinen immer näher an besonders hilfs- und damit schutzbedürftige Personen heranrücken, spitzen sich gleichzeitig viele ethisch-rechtliche Fragen zu.

## Ziel und Vorgehensweise

Speziell den autonom agierenden Service- bzw. Pflegerobotern sowie der Kombination assistiver Technologien mit nichtinvasiven Neurotechnologien (Steuerung von Exoskeletten, Kommunikationsgeräten etc. mittels Brain-Computer-Interface) wird großes Potenzial zugeschrieben, Pflegekräfte entlasten sowie Pflegebedürftige im Alltag und bei der Rehabilitation unterstützen zu können – entsprechende Anwendungen befinden sich in der Entwicklung und Erprobung.

Folgende Aspekte sollen vertieft untersucht werden:

- › Welche moralischen Problematiken ergeben sich durch die zunehmende Technisierung und insbesondere Automatisierung des Pflegealltags für die

unterschiedlichen Akteure (z. B. Verlust menschlicher Interaktion sowie von Autonomie und Privatsphäre)? Welche Lösungsansätze gibt es beispielsweise im Hinblick auf das angemessene Design der Systeme oder die Gestaltung des Pflegesettings?

- › Wie sehen die aktuellen Regelungen zum Umgang mit diesen Technologien aus, insbesondere in Bezug auf Sicherheits-, Haftungs- und Datenschutzfragen, und sind sie den anstehenden Herausforderungen angemessen? Besteht absehbar Handlungs- bzw. Regelungsbedarf?
- › Wie könnte eine angemessene Governance und Gestaltung der Technikentwicklung aussehen, um möglichst bedarfsorientierte und akzeptanzfähige Lösungen zu erhalten?

Diese Fragen sollen auf Basis einer kritischen und möglichst realistischen Bestandsaufnahme der tatsächlich zu erwartenden Leistungsfähigkeit der Technologien einerseits sowie von gesellschaftlichen Erwartungen und Wertevorstellungen andererseits untersucht werden.

### TA-Projekt

Robotik und assistive Neurotechnologien in der Pflege – gesellschaftliche Herausforderungen  
Vertiefung des Projekts  
»Mensch-Maschine-Entgrenzungen«

### Themeninitiative

Ausschuss Digitale Agenda sowie  
Ausschuss für Bildung, Forschung  
und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

Dr. Simone Ehrenberg-Silies  
(VDI/VDE-IT)  
+49 30 310078-187  
simone.ehrenberg@vdivde-it.de

# Nachhaltige Potenziale der Bioökonomie – Biokraftstoffe der 3. Generation

## Thematischer Hintergrund

Die sichere, ausreichende, bezahlbare und ökologisch vernünftige Versorgung mit Energie ist eine große Herausforderung unserer Zeit. Im Hinblick auf den Energieverbrauch spielt dabei der Verkehr eine wichtige Rolle. Um Deutschland bis zum Jahr 2050 »treibhausgasneutral« zu machen, muss der gesamte Transportsektor (Schiff- und Luftfahrt, Straßenverkehr) auf postfossile Energieträger umgestellt werden. Es werden deshalb alternative Kraftstoffe benötigt, die das realistische Potenzial haben, die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern in relevantem Umfang zu reduzieren, geringe Umwelteffekte hervorzubringen und technologisch umsetzbar zu sein (bezüglich Energiedichte, Versorgungsinfrastruktur, Motorentechnik etc.). Biokraftstoffe zeichnen sich durch Eigenschaften aus, die diesen Zielsetzungen grundsätzlich nahekommen. Sie sind ein wichtiger Bestandteil der Bioökonomiestrategie sowie der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung.

In den letzten Jahren sind Biokraftstoffe und ihre verpflichtende Beimischung (Biokraftstoffquote) jedoch in die Kritik geraten, weil durch sie Landnutzungsveränderungen und -konflikte angestoßen und eine Erhöhung der Lebensmittelpreise bewirkt worden seien. Einer Gruppe von Biokraftstoffen wird jedoch zugesprochen, eine Landnutzungskonkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion, dem Naturschutz oder einer nachhaltigen Forstwirtschaft gar nicht erst – oder zumindest in weitaus geringerem Ausmaß – entstehen zu lassen: algenbasierte Kraftstoffe, die oft als »3. Generation der Biokraftstoffe« bezeichnet werden. Diese Bezeichnung dient dazu, sie von Biokraftstoffen aus landwirtschaftlicher Anbau- und Abfallbiomasse (sogenannte 1. Generation) und von solchen auf Basis von Waldholz oder schnellwachsenden Gehölzen (sogenannte 2. Generation) abzugrenzen.

## Ziel und Vorgehensweise

Im Monitoringprojekt des TAB soll ein kompakter Überblick über Optionen für einen treibhausgasneutralen Verkehr im Jahr 2050 insgesamt gegeben und auf zwei wichtige Teilaspekte näher eingegangen werden: Algentechnologie und LKW-Fernverkehr.

Bei Algen können Mikro- und Makroalgen unterschieden werden. Mikroalgen werden in geschlossenen Systemen (Reaktoren) hergestellt. Makroalgen wiederum lassen sich in offenen Gewässern wie Seen, Teichen und Becken produzieren. Beide Produktionsverfahren haben je spezifische Vor- und Nachteile, was Produktionsmengen, erzielbare Produktqualitäten, Umweltwirkungen, Energieeffizienz u. a. m. anbetrifft. Um zu einer realistischen Einschätzung kommen zu können, welche Potenziale in den Biokraftstoffen aus Algen stecken und welchen Beitrag sie zur angestrebten Bioökonomie leisten können, soll der Forschungs- und Entwicklungsstand systematisch aufgearbeitet werden.

Es soll eruiert werden, welche Menge an Biokraftstoff umweltverträglich zur Verfügung gestellt werden kann. Sofern ein entsprechendes Mengenpotenzial identifiziert wird, soll auch analysiert werden, ob forschungs- und wirtschaftspolitische Instrumente und Strategien zur Verfügung stehen oder ggf. notwendig wären, um dieses Potenzial zu heben und Biokraftstoffe der 3. Generation (Algentechnologie) in absehbarer Zeit marktreif zu machen.

Wegen der benötigten Kraftstoffqualitäten und der gegenwärtig diskutierten mittelfristigen Bedarfe könnten Biokraftstoffe der 3. Generation insbesondere für den LKW-Fernverkehr künftig eine wichtige Rolle spielen. Der Fokus auf den LKW-Fernverkehr wurde gewählt, weil alternative Kraftstoffe sowohl für den Flug-

verkehr (beispielsweise »power to liquid«) als auch für Seeschiffe (beispielsweise verflüssigte gasförmige Kraftstoffe) leichter zur Verfügung gestellt werden könnten, als dies beim LKW-Fernverkehr der Fall ist. Die Frage, wie sich der LKW-Fernverkehr entwickeln wird und welche Optionen für den Transport von Gütern ansonsten vorhanden sind, soll vor diesem Hintergrund ebenfalls analysiert werden.

Für das Thema sollen das vorhandene Wissen aus verschiedenen Bereichen (Naturwissenschaft, Technik, Ökonomie, Rechtswissenschaft etc.) systematisch zusammengetragen, aufgearbeitet sowie Wissenslücken identifiziert werden, um darauf aufbauend mögliche Handlungsstrategien für Politik, Verwaltung und Wissenschaft identifizieren zu können.

### Monitoring

Nachhaltige Potenziale der Bioökonomie – Biokraftstoffe der 3. Generation

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

Dr. Christoph Aicher  
+49 341 235 1727  
christoph.aicher@ufz.de

# Ausbau regenerativer Energieerzeugung – Folgewirkungen in einer Gesamtbetrachtung

## Thematischer Hintergrund

Der Ausbau erneuerbarer Energien schreitet in Deutschland mit beeindruckendem Tempo voran. Von 2000 bis 2014 verdreifachte sich ihr Anteil am Endenergieverbrauch von 3,7 auf 12,4 %. Der stärkste Anstieg war dabei im Strombereich zu verzeichnen, von 3,7 auf 27,8 %. Die erklärte Zielsetzung der Energiewende ist es, dass bis 2050 erneuerbare Energien (EE) 60 % des Endenergieverbrauchs sowie mindestens 80 % des Stromverbrauchs decken sollen.

Neben den unbestritten positiven Wirkungen des Einsatzes erneuerbarer Energien, die vor allem aus der Substitution fossiler Energieträger (Kohle, Öl, Gas) und der damit verbundenen Senkung klimaschädlicher CO<sub>2</sub>-Emissionen resultieren, existiert eine Vielzahl weiterer (positiver oder negativer) indirekter und Folgewirkungen, die für eine umfassende ökologische, ökonomische und soziale Gesamtbetrachtung der EE identifiziert und bewertet werden müssen. Es ist klar, dass mit dem heute erreichten Umfang der EE-Nutzung in energiewirtschaftlich relevanter Größenordnung auch Folgewirkungen in gesamtwirtschaftlich bzw. -gesellschaftlich relevanter Dimension verbunden sind.

Für eine solche Gesamtbetrachtung sind Auswirkungen entlang des gesamten Lebenszyklus der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien einzubeziehen, vom Bau über den Betrieb bis hin zur Nachnutzung bzw. Entsorgung obsolet gewordener Installationen. Der Forschungsansatz, der hier zumeist gewählt wird, ist die Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Analyses [LCA]). Allerdings wird dabei häufig der Fokus lediglich auf die Energiebilanz sowie auf CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen gelegt, da diese methodisch gut erschlossen sind und oft umfangreiche quantitative Daten vorliegen.

Andere Auswirkungen sind dagegen weniger umfassend beleuchtet, da sie schwie-

riger zu quantifizieren sind bzw. nicht nur von der Technologie, sondern entscheidend von der Standortwahl abhängen. Hierzu zählen z. B. Aspekte der Landnutzung, Auswirkungen auf das Landschaftsbild, sowie auf lokale bzw. regionale Flora und Fauna, Schallemissionen oder bestimmte spezifische Risiken (z. B. bei der Geothermie die Möglichkeit, dass Erdbeben ausgelöst werden können). Diese Art von Wirkungen ist nicht zuletzt deshalb von hoher Relevanz, da sie oftmals die Wahrnehmung und damit die Akzeptanz von EE-Projekten vor Ort entscheidend beeinflussen.

Für eine umfassende Gesamtbewertung müssten im Prinzip die Folgewirkungen der konventionellen Stromerzeugung zum Vergleich herangezogen werden. Darüber hinaus wären auch systemische Wirkungen (Wie wirkt der Einsatz von EE im Stromsystem?) in die Betrachtung zu integrieren.

## Ziel und Vorgehensweise

Die TA-Vorstudie soll Möglichkeiten und Grenzen aufzeigen, die für eine umfassende ökologische, ökonomische und soziale Gesamtbewertung der durch den Ausbau der EE induzierten Folgewirkungen bestehen. Als wesentliche Ziele sollen Forschungslücken identifiziert und Themen definiert werden, die im Rahmen einer möglichen Hauptstudie detailliert analysiert werden könnten. Es sollen methodische Grundüberlegungen angestellt werden, um die Herangehensweise und den voraussichtlichen Aufwand für eine eventuelle Hauptstudie konkretisieren zu können. Damit soll eine Grundlage geschaffen werden, dass der Deutsche Bundestag zu gegebener Zeit entscheiden kann, ob bzw. wann eine solche Hauptstudie durchgeführt werden soll.

Ausgehend von bestehenden Ergebnissen von Lebenszyklusanalysen, »Impact Assessments« sowie Analysen externer Effekte bzw. externer Kosten soll die

Betrachtung erweitert werden, um alle wesentlichen identifizierbaren Folgewirkungen des EE-Ausbaus in eine Gesamtbewertung einfließen zu lassen. Positive und negative Folgewirkungen sollen systematisch gegenübergestellt werden (z. B. bei bestimmten Nutzungspfaden von Bioenergie auf der einen Seite eine Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen, auf der anderen Seite die Verursachung von Luftschadstoffemissionen und die damit verbundenen Nachteile wie Versauerung, Eutrophierung, Ozonzerstörung und/oder Beeinträchtigung der Gesundheit). Besonderes Augenmerk ist auf Folgewirkungen zu legen, die in bisherigen Studien nicht bzw. nicht systematisch in den Blick genommen wurden.

Für eine vertiefte inhaltliche Behandlung wurden zu Beginn des Projekts zwei Themenbereiche ausgewählt: Windkraft und regenerative Wärme. Die Vorstudie soll auch dazu dienen, weitere Themenbereiche zu identifizieren, für die eine detaillierte Betrachtung im Rahmen einer eventuellen Hauptstudie angezeigt erscheint. Hierfür sollen mögliche Herangehensweisen sowie der zu erwartende Aufwand konkretisiert werden.

### TA-Vorstudie

Ausbau regenerativer Energieerzeugung – ökologische und andere Folgewirkungen in einer integrierten sozio-ökonomischen und ökologischen Gesamtbetrachtung

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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



# Aktueller Stand und Entwicklungen von Pränatal- und Präimplantationsdiagnostik

## Thematischer Hintergrund

Die vorgeburtliche (genetische) Diagnostik ist geprägt von einer Weiterentwicklung der wissenschaftlich-technologischen Möglichkeiten sowie einer qualitativen und quantitativen Ausdehnung ihrer Anwendung, aber auch von einer Kontinuität damit verbundener ethischer, psychosozialer und gesamtgesellschaftlicher Debatten und Herausforderungen. Seit vielen Jahren problematisiert werden die Anforderungen und die Leistbarkeit einer umfassenden Beratung vor und nach pränataler Diagnostik sowie der Einfluss auf die gesellschaftliche Haltung gegenüber Menschen mit (angeborenen) Behinderungen.

Entgegen früheren Prognosen haben sich die invasive chromosomale und auch die DNA-Diagnostik jedoch nach wie vor nicht zur Standardversorgung der medizinischen Schwangerschaftsbegleitung entwickelt, sicher auch deshalb, weil Empfindlichkeit und Präzision der Ultraschalldiagnostik stark gestiegen sind.

Zwei Entwicklungen der vergangenen Jahre wird allerdings das Potenzial zugesprochen, das Angebot und die Reichweite der Pränataldiagnostik (PND) stark zu verändern: Zum einen die seit August 2012 in Deutschland zugelassene und angebotene nichtinvasive Chromosomendiagnostik (v. a. in Form des »Praenatests« der Firma Lifecodexx) und zum anderen die verschiedenen Varianten einer Gesamtgenomsequenzierung, sowohl vor- als auch nachgeburtlich bzw. zur Untersuchung der genetischen Konstitution der (künftigen) Eltern vor einer Schwangerschaft. Der Deutsche Ethikrat und die Wissenschaftsakademien Leopoldina, acatech und BBAW haben sich in den zurückliegenden Jahren mit diesen Entwicklungen befasst und Stellungnahmen zu den Perspektiven und Herausforderungen verfasst. Auch mehrere der vom BMBF derzeit geförderten Projekte zu den ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekten der modernen Lebenswissenschaften behan-

deln Aspekte der Pränataldiagnostik, insbesondere der nichtinvasiven Pränataltests (NIPT).

Bei der Präimplantationsdiagnostik (PID) richtet sich die Aufmerksamkeit auf die Umsetzung des im Dezember 2011 in Kraft getretenen Gesetzes zur Regelung der Präimplantationsdiagnostik. Die Bundesregierung hat zu den Erfahrungen mit der Präimplantationsdiagnostik im Oktober 2015 einen ersten Bericht vorgelegt (Bundestagsdrucksache 18/7020).

## Ziel und Vorgehensweise

Im Monitoringprojekt des TAB soll ein konzentrierter Überblick über den Stand der zugrundeliegenden wissenschaftlich-technischen Entwicklungen, die Anwendung, die sozialwissenschaftliche und gesellschaftliche Debatte sowie wichtige Zukunftsfragen von PND und PID erarbeitet werden. Angesichts eines knappen Budget- und Zeitrahmens soll insbesondere zur PND die Basis der Analyse durch eine vergleichende Auswertung vorliegender nationaler und internationaler TA- und sonstiger interdisziplinärer Studien geschaffen und die folgenden Aspekte behandelt werden:

- Methoden und Praxis der PND (Chromosomen-, DNA- und sonstige Diagnostik, bildgebende Verfahren);
- Zwecke der PND: theoretisch und praktisch;
- Datenlage: Inanspruchnahme, Bestimmungsfaktoren und Konsequenzen;
- Forschung, Entwicklungstendenzen, Akteure, Treiber;
- sozialwissenschaftlicher Forschungsstand zu Theorie und Praxis der Beratung.

Bei der Analyse der Situation der PID soll die Entwicklung der letzten Jahre in Deutschland insbesondere daraufhin untersucht werden, inwiefern die Erwartungen oder auch die Befürchtungen, die im Vorfeld der gesetzlichen Rege-

lung diskutiert worden sind, eingetreten sind. Dabei soll nicht ein weiteres Mal die grundsätzliche (ethische) Pro- und Kontradebatte zur PID abgebildet werden, sondern vielmehr eine möglichst systematische Analyse von Einschätzungen bzw. Kritik wichtiger Stakeholder zur beginnenden und erwarteten weiteren Praxis der PID erfolgen.

Die Ergebnisse der Analyse des aktuellen Standes von PND und PID sollen dann als Basis für einen interdisziplinären Workshop des TAB dienen, in dem vorhandene Wissenslücken, Forschungsdesiderate und wichtige Zukunftsfragen für Politik, Gesellschaft und Technikfolgenabschätzung diskutiert werden sollen.

### Monitoring

Aktueller Stand und Entwicklungen von Pränatal- und Präimplantationsdiagnostik

### Themeninitiative

Ausschuss für Gesundheit sowie Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit

## Thematischer Hintergrund

Die Fortschritte in der Informatik, Sensorik und Biometrie ermöglichen ein weites Einsatzspektrum für diverse Aufklärungs-, Aufzeichnungs- und Auswertungstechnologien (im Folgenden Beobachtungstechnologien genannt). Im Bereich der zivilen Sicherheit reichen die Anwendungsfelder von der Verkehrsbeobachtung und Unfallhilfe, der Sicherung von Großveranstaltungen über das Monitoring von Waldbränden, Hochwassergefahren und anderen Naturkatastrophen bis zur Kriminalitäts- und Terrorbekämpfung. Dementsprechend haben die Verbreitung und Nutzung von Beobachtungstechnologien durch staatliche Behörden und Einrichtungen in den letzten Jahren stark zugenommen. Aber auch Informationen aus sozialen Netzen und Sensordaten von zunehmend mobilen und vernetzten Telekommunikationsgeräten werden mit stark steigender Tendenz für die Gefahrenprävention und -aufklärung sowie zur Entscheidungsfindung in komplexen Einsatzlagen eingesetzt.

Der Einsatz von Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit wird in gesellschaftlichen wie auch in wissenschaftlichen Debatten kontrovers diskutiert. Einerseits wird Beobachtungstechnologien eine wichtige Funktion in der Gefahrenprävention und -aufklärung sowie bei der Krisenbewältigung zugeschrieben. Für den Staat können sie von Nutzen sein, um eine seiner Kernaufgaben, die Gewährleistung der zivilen Sicherheit, zu erfüllen. Andererseits werden immer wieder Fragen nach der Wirksamkeit, Verhältnismäßigkeit und Zuverlässigkeit solcher Maßnahmen aufgeworfen: Lassen sich durch staatliche Beobachtungsmaßnahmen tatsächlich Gefahrenlagen rechtzeitig vorhersehen, Straftaten wirksam vermeiden oder das Katastrophenmanagement verbessern? Wie viel der Privatsphäre soll für den (vermeintlichen) Gewinn an Sicherheit aufgegeben werden? Wer beobachtet wen und wozu? Was geschieht mit den gesammelten Daten? Im

Lichte der immer leistungsfähigeren Beobachtungstechnologien stellen sich für den Staat völlig neue Herausforderungen bei dem Bemühen, ein Gleichgewicht zwischen den Schutzbedürfnissen der Gesellschaft und den Persönlichkeits- und Freiheitsrechten des Einzelnen zu finden.

## Ziel und Vorgehensweise

Im Rahmen der Untersuchung sollen auf Grundlage heute vorhandener technischer Möglichkeiten, aber auch mit Blick auf erkennbare technische Weiterentwicklungen, die relevanten gesellschaftlichen Fragestellungen und Herausforderungen, die sich mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit ergeben, identifiziert und analysiert werden. Zentrales Ziel der Untersuchung ist es, die sachlichen Grundlagen für die politische Meinungsbildung bezüglich der erforderlichen Rahmensetzung für deren Einsatz zu schaffen.

Die gesellschaftliche und politische Debatte über die Eignung, Erforderlichkeit und Verhältnismäßigkeit von Beobachtungsmaßnahmen im Bereich der zivilen Sicherheit hängt hochgradig von der infragestehenden Technologie sowie vom jeweiligen Anwendungs- und Nutzungskontext ab. In einer ersten Sondierungsphase des Projekts soll daher zunächst eine Bestandsaufnahme über den Stand und die Perspektiven der wissenschaftlich-technischen Entwicklungen sowie über Anwendungsfelder und (mögliche) Einsatzszenarien erarbeitet werden.

Die Sondierungsphase soll darüber hinaus dazu dienen, die relevanten deutschen und europäischen Forschungsaktivitäten im Kontext von Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit zu recherchieren und die bereits abgeschlossenen Forschungsprojekte hinsichtlich der erzielten Ergebnisse zu diskutieren. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass in den letzten Jahren in Deutschland und der

EU zahlreiche inhaltlich und finanziell umfangreiche öffentliche Forschungsvorhaben zum Thema lanciert wurden und zurzeit etliche neue Forschungsprojekte geplant sind.

Auf Grundlage der in der Sondierungsphase erzielten Erkenntnisse sollen im weiteren Projektverlauf die Anwendungsfelder und Einsatzoptionen von Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit identifiziert werden, die in gesellschaftlichen und politischen Debatten in besonderem Maße kontrovers diskutiert werden. Für die identifizierten Anwendungsbereiche sollen die hier zugrundeliegenden ethischen, politischen und rechtlichen Argumente und Problemstellungen vertieft analysiert und diskutiert werden mit dem Ziel, politische Handlungsbedarfe zu erkennen und entsprechende Optionen auszuarbeiten.

### TA-Projekt

Beobachtungstechnologien im Bereich der zivilen Sicherheit – Möglichkeiten und Herausforderungen

### Themeninitiative

Innenausschuss sowie Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

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

# Gesundheits-Apps

## Thematischer Hintergrund

In den vergangenen Jahren sind die Zahl von Apps (Applikation/Anwendungsprogramm) sowie die Zahl mobiler Endgeräte wie Smartphone oder Tablet im privaten und beruflichen Alltag stark gestiegen. Das Angebot umfasst nahezu alle Themen- und Lebensbereiche, hohe Wachstumsraten zeigen sich bei gesundheitsbezogenen Apps. Neben medizinischen Apps (»Medical Apps«), die vorrangig für Fachpersonal in Medizin und Pflege oder chronisch Kranke angeboten werden, ist mittlerweile auch eine Vielzahl an Gesundheits-Apps für die allgemeine Bevölkerung auf dem Markt verfügbar. Standen anfänglich – mit Blick auf die Nutzungsfunktion und grafische Ausgestaltung – nur einfache Apps zur Verfügung, können heute durch die Leistungssteigerung der mobilen Endgeräte immer mehr und qualifiziertere Gesundheitsdaten erfasst und auch analysiert werden.

Die Anwendungen der Gesundheits-Apps decken weite Bereiche ab, die von der Gesundheitsförderung über die Primär- und Sekundärprävention (Erhalt der Gesundheit bzw. Vorbeugung von Krankheiten, Früherkennung bzw. Verhinderung der Verschlimmerung einer Erkrankung) bis zur Tertiärprävention (Verhinderung einer Verschlimmerung oder des Eintritts von Komplikationen bei einer bereits manifesten Erkrankung) reichen. So können beispielsweise beim Freizeitsport kontinuierlich Vitaldaten erfasst und ausgewertet, die Kalorien verzehrter Nahrungsmittel addiert und mit dem individuell-spezifischen Kalorienbedarf abgeglichen werden. Es können aber auch chronisch Kranke bei der Bewältigung ihres Lebensalltags und beim Selbstmanagement ihrer Krankheit unterstützt werden.

Den Gesundheits-Apps wird ein hohes Leistungsspektrum zugesprochen: Wissen zu schaffen und für etwaige Gesundheitsrisiken zu sensibilisieren, Wohlbefinden und Gesundheitskompetenz zu steigern, die Vorbeugung zu stärken und Verhal-

tenänderungen effektiv anzustoßen und (idealerweise) zu verstetigen, die medizinische Diagnostik zu ergänzen, den Erfolg von Behandlungen zu überwachen, die Therapietreue zu fördern und vieles andere mehr. Bei all dem können die gesundheitsbezogenen Daten kontinuierlich ortsunabhängig erfasst und – auch unter Heranziehung weiterer Datenbestände – nahezu in Echtzeit ausgewertet werden.

Die Nutzung und Verbreitung von Gesundheits-Apps birgt aber auch Risiken, insbesondere mit Blick auf den Datenschutz: Die erhobenen Datenmengen werden immer größer und vielfältiger, können immer schneller bearbeitet werden (Big Data im Gesundheitswesen) und integrieren oft personenbezogene und Standortdaten. Die kontinuierlich gewonnenen Daten können zwar für den Erhalt der Gesundheit von Menschen sehr hilfreich sein, allerdings steht zugleich ein großer Teil der Bevölkerung der zunehmenden Datensammlung in allen Lebensbereichen durch eine Reihe aufgetretener Skandale im Umgang mit sensiblen Daten, wie etwa die NSA-Überwachung, zum Teil unsicher oder sehr kritisch gegenüber. Da die Server für die Datenspeicherung zudem oft nicht in Deutschland bzw. Europa stehen, unterliegen die Betreiber auch nicht dem deutschen/europäischen Recht bzw. dem Einfluss der zugehörigen Datenschutzeinrichtungen. Mit der Safe Harbor-Entscheidung des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) vom Oktober 2015 mit Bezug zur Entscheidung der EU-Kommission hinsichtlich des Transfers persönlicher Daten außerhalb der EU werden jetzt Grundsatzfragen zum europäischen Datenschutz neu diskutiert, die einen hohen Bezug zum Thema »Gesundheits-Apps« aufweisen.

## Ziel und Vorgehensweise

Vor diesem Hintergrund ist das Ziel der Untersuchung eine Analyse der Verbreitung und Nutzung von Gesundheits-Apps einschließlich einer Diskussion der

hiermit verbundenen gesellschaftlichen Chancen und Risiken. Zu den Untersuchungsschwerpunkten zählen:

- › Übersicht über verfügbare Gesundheits-Apps und ihre Funktionalitäten unter besonderer Berücksichtigung der Grauzone zu den Medizin-Apps;
- › Synopse zum wissenschaftlichen Status quo der Verbreitung und Nutzung sowie dem möglichen Nutzen von Gesundheits-Apps;
- › Identifikation technologischer und sozioökonomischer Trends mit Einfluss auf die weitere Entwicklung, Nutzung und Anwendung von Gesundheits-Apps;
- › rechtliche Einordnung von Gesundheits-Apps, Bewertung der rechtlichen Bedingungen und des Rechtsrahmens in Deutschland, Identifikation offener Rechtsfragen;
- › Analyse der Problemwahrnehmungen und Wertorientierungen gesellschaftlicher Stakeholder (beispielsweise im Hinblick auf Änderungen des Körperbildes sowie des Arzt-Patienten-Verhältnisses) unter Berücksichtigung etwaiger Zielkonflikte, Wissens- und Wahrnehmungslücken;
- › Identifikation von Handlungs- und Gestaltungsoptionen für den Deutschen Bundestag.

### Innovationsanalyse

Gesundheits-Apps

### Themeninitiative

Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

### Kontakt

Michaela Evers-Wölk  
+49 228 96910538  
m.evers-woelk@izt.de

# Herausforderungen für die Pflanzenzüchtung

## Thematischer Hintergrund

Die Pflanzenzüchtung trägt erheblich zum Erhalt und zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität bei. Außerdem spielt sie eine wichtige Rolle bei der Anpassung an den Klimawandel und bei der effizienteren Nutzung von Betriebsmitteln. Pflanzenzüchtung ist forschungsintensiv und auf das Zusammenspiel von öffentlicher und privater Forschung angewiesen.

International unterliegt die Pflanzenzüchtung einem erheblichen Strukturwandel. Viele Züchtungsunternehmen sind von multinationalen Agrochemieunternehmen übernommen worden. Die zehn größten Unternehmen haben mittlerweile einen Anteil von mehr als 60 % am globalen Saatgutmarkt. Dieser Konzentrationsprozess ist eng verknüpft mit der Entwicklung und Anwendung moderner Biotechnologien. Insbesondere die mit der Gentechnik verbundenen sehr hohen FuE-Kosten haben dazu geführt, dass nur wenige multinationale Unternehmen mit der notwendigen Finanzkraft entstanden und hier aktiv sind. Zu dieser Entwicklung gehört weiterhin, dass neben den klassischen Schutzrechten des Sortenschutzes das Patentrecht zunehmend Bedeutung für die Pflanzenzüchtung gewonnen hat. Züchtungsrelevante Patente aus dem Bereich der modernen Biotechnologie sind ebenfalls stark bei multinationalen Unternehmen konzentriert. Der weltweite Strukturwandel in der Züchtungsbranche ist auch in Deutschland spürbar, aber die deutsche Pflanzenzüchtung ist nach wie vor mittelständisch geprägt – etwa 60 Unternehmen mit eigenen Zuchtprogrammen. Insbesondere im Bereich der Kulturarten mit Nachbau (Getreide, Grobleguminosen, Kartoffeln) bestehen allerdings wirtschaftliche Schwierigkeiten.

Im Jahr 2013 waren in Deutschland über 3.000 Sorten (landwirtschaftliche Kulturpflanzen und Gemüse) zugelassen. Trotz dieser Sortenvielfalt ist die gene-

tische Vielfalt der Sorten in den letzten Jahrzehnten zurückgegangen. Züchterische Vielfalt ist einerseits ein wichtiger Faktor, der die Biodiversität in der Landwirtschaft beeinflusst. Andererseits ist Züchtungsfortschritt auf Vorhandensein und Zugang zu pflanzengenetischen Ressourcen angewiesen. Neuere Ansätze wie Züchtung für den ökologischen Landbau und Multilinienzüchtung können zur Erhaltung landwirtschaftlicher Biodiversität beitragen.

## Ziel und Vorgehensweise

Ziel der Untersuchung ist ein Überblick über Potenziale und Aufgaben, Stärken und Schwächen der deutschen (konventionellen und ökologischen) Pflanzenzüchtung gegenüber den Herausforderungen einer ressourcenschonenden, nachhaltigen Landwirtschaft angesichts von Klimawandel, Bedürfnissen einer weiter wachsenden Weltbevölkerung sowie dem Biomassebedarf einer zukünftigen Bioökonomie. Hierbei sollen die Potenziale sowohl von Hightechansätzen (u. a. Genome-Editing-Verfahren) als auch von biodiversitätsorientierter Sortenentwicklung (u. a. Multilinen) in den Blick genommen werden. Mithilfe externer Gutachten sollen folgende Teilaspekte behandelt werden:

- Strukturwandel und seine Bestimmungsgründe in der Pflanzenzüchtung – global und national;
- Züchtungsziele und -technologien in der konventionellen und der ökologischen Pflanzenzüchtung: Gemeinsamkeiten und Unterschiede (u. a. in Abhängigkeit von der Nutzung als Lebens- und Futtermittel, nachwachsende Rohstoffe oder zur Gewinnung von Bioenergie);
- öffentliche und private Forschungsförderung, -finanzierung und -kooperation: Umfänge und Schwerpunkte, Stärken und Schwächen bei Kulturarten und Sorteneigenschaften;
- genetische Diversität, Sorten-, Kulturarten- und Anbauvielfalt in der konventionellen und der ökolo-

gischen Landwirtschaft: Status quo, Entwicklungstendenzen und Aktivitäten von Stakeholdern, Einfluss von ökonomischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie öffentlicher Förderung/Subventionen;

- Herausforderungen und Lösungsansätze im Spannungsfeld von Sorten- und Patentschutz auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene.

Die Auswertung und Zusammenführung der Teilgutachten in einem Berichtsentwurf sollen als Grundlage für eine Diskussion mit Experten und Stakeholdern zu den Gestaltungsmöglichkeiten einer besseren Verzahnung von öffentlicher und privater, konventioneller und ökologischer Züchtungsforschung dienen. Ein weiterer Diskussionspunkt sollen Handlungsoptionen im Bereich der geistigen Schutzrechte sein, u. a. mit Blick auf die Situation bei den Nachbaugebühren.

### TA-Projekt

Herausforderungen für die Pflanzenzüchtung – Auswirkungen des Strukturwandels in der Pflanzenzüchtung auf die genetische Diversität, die Sortenvielfalt und die Leistungsfähigkeit der heimischen Landwirtschaft

### Themeninitiative

Ausschuss für Ernährung und Landwirtschaft

### Kontakt

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



# Umwelt- und Nachhaltigkeitspotenziale der industriellen Biotechnologie

Seit vielen Jahren werden große Erwartungen an das ökonomische und ökologische Potenzial der »weißen« oder industriellen Biotechnologie (IBT) formuliert. Denn die IBT, so die Hoffnung, stellt einen wichtigen Baustein innerhalb einer Bioökonomie dar, also einer idealerweise nur auf regenerativen Rohstoffen basierenden und damit nachhaltigen Industrieproduktion. Dabei wird der IBT das Potenzial zugemessen, energie- und ressourceneffiziente industrielle Produktionsprozesse bereitzustellen, mit denen Biomasse umfassend als regenerativer industrieller Rohstoff erschlossen werden kann, um langfristig fossile Rohstoffe zu substituieren.

## Was ist industrielle Biotechnologie?

Unter industrieller Biotechnologie wird die Anwendung biotechnologischer Verfahren zur industriellen Erzeugung und Verarbeitung von Chemikalien, Materialien und Energie verstanden. Eine zentrale Rolle spielen Verfahren der IBT in der stofflichen Weiterverarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen, was zu der geschilderten Bedeutung der IBT im Rahmen der Bioökonomie führt. Mithilfe von Enzymen und Mikroorganismen wird Biomasse in Produkte hauptsächlich der Bereiche Chemie, Lebens- und Futtermittel, Papier und Zellstoff, Textilien und Energie umgewandelt. Die der IBT zugrundeliegenden biotechnischen Verfahren und die gesamte Technologie haben sich rasant weiterentwickelt und ausdifferenziert. Bei dieser Entwicklung spielt insbesondere die seit den 1970er Jahren mögliche gezielte Veränderung von Mikroorganismen mithilfe der Gentechnik eine entscheidende Rolle. Durch sie können biotechnologische Prozesse kontrolliert sowie gezielt weiterentwickelt und optimiert werden. Erst durch die Gentechnik lässt sich das Potenzial der Biotechnologie industriell umfänglich(er) ausschöpfen.

## Bedeutung der industriellen Biotechnologie

Aktuell ist die wirtschaftliche Bedeutung der IBT noch relativ gering. Derzeit machen Produkte der IBT (inklusive Bioethanol) etwa 6 % aller weltweit verkauften

Chemikalien aus, mit steigender Tendenz. Gerade für Deutschland ist die ökonomische Bedeutung der IBT perspektivisch jedoch groß. Etwa 40 % (geschätzt) der kleinen und mittleren Unternehmen, die in Europa in der IBT tätig sind, befinden sich in Deutschland. Der hohe FuE-Anteil verspricht eine stetige Weiterentwicklung der stark wissensbasierten IBT und Wettbewerbsvorteile für Technologieführer.

Die IBT liefert wichtige technische Voraussetzungen dafür, die industrielle Produktion auf den Input aus nachwachsenden Rohstoffen (Biomasse) umzustellen, um so eine nachhaltige Entwicklung zu befördern. Dementsprechend werden die möglichen ökonomischen und ökologischen Potenziale der IBT in Politik, Gesellschaft und Wirtschaft intensiv diskutiert. Diesen Aspekten ist eine Innovationsanalyse des TAB nachgegangen, als deren Resultat zwei komplementäre Sachstandsberichte vorliegen. Während im TAB-Arbeitsbericht Nr. 168 die Verfahren, Anwendungen und ökonomischen Perspektiven beschrieben werden, fokussiert der TAB-Arbeitsbericht Nr. 169 Umwelt- und Nachhaltigkeitswirkungen der IBT. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf der stofflichen Nutzung von Biomasse in der chemischen Industrie. Im letzteren Bericht, dessen Ergebnisse im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen, wird sich folgenden zentralen Fragestellungen gewidmet:

- › Welche methodischen Zugänge zur Bewertung von IBT im Hinblick auf ihre Umwelt- und Nachhaltigkeitswirkungen gibt es? Was können diese leisten?

- › Wie wirkt sich IBT auf Umwelt und Nachhaltigkeit insgesamt aus? Was ist über das Nachhaltigkeitspotenzial unterschiedlicher Stoff- bzw. Produktgruppen bekannt?
- › Welche Aspekte des Ausbaus der IBT sind in Bezug auf Nachhaltigkeit möglicherweise problematisch?

## Methodische Überlegungen

Eine Abschätzung der Umwelt- und Nachhaltigkeitswirkungen der IBT stößt auf mehrere grundsätzliche Herausforderungen. So sind die biotechnischen Verfahren beispielsweise oft in herkömmliche Produktionsketten eingebunden. Das erschwert eine Zuordnung und Bewertung der auftretenden Umwelt- und Nachhaltigkeitswirkungen, die je nach Rahmenseetzungen (z. B. Zeit- und Raumeffekte) unterschiedlich ausfallen können. Zudem stehen oft keine ausreichenden Daten für seriöse Analysen zur Verfügung.

Um die Ergebnisse von wissenschaftlichen Untersuchungen einordnen und einschätzen zu können, war eine Auseinandersetzung mit den in den einzelnen Studien verwendeten Methoden zur Abschätzung der Umweltverträglichkeit notwendig. Eine Vielzahl von Methoden wurde in den vergangenen Jahrzehnten entwickelt, die alle ihre jeweiligen Stärken und Schwächen aufweisen. Dabei lässt sich grundsätzlich konstatieren: Je zeit- und kostenaufwendiger eine Untersuchungsmethode ist, desto ausgewogener sind in der Regel ihre Ergebnisse, da mehr Wirkungsdimensionen mit in die Betrachtung einbezogen werden können. Allerdings zeigen sich oft widersprüchliche Einschätzungen hinsichtlich der verschiedenen Wirkungsdimensionen, sodass selten ein eindeutiges Ergebnis erzielt wird. Einfache, auf nur wenigen Wirkungsdimensionen beruhende Ansätze kommen hingegen zwar oft zu (scheinbar) eindeutigeren Ergebnissen, allerdings sind die Beurteilungen nicht immer ausgewogen, weil andere Wirkungsdimensionen nicht einbezogen wurden.

Sogenannte Lebenszyklusanalysen (LCA) bilden einen wichtigen Schwerpunkt der verfügbaren Literatur. Sie gelten aufgrund ihrer relativen Breite der Betrachtung und standardisierten Vorgehensweise als besonders verlässlich. Deshalb stehen Ergebnisse von LCA zu wichtigen Produkten und Prozessen der IBT (u. a. Biokraftstoffe, Grund- und Feinchemikalien, enzymatische Verfahren) im Mittelpunkt der Innovationsanalyse.

### Ergebnisse: Umwelt- und Nachhaltigkeitswirkungen der IBT

Der Einsatz von IBT-Verfahren erlaubt es grundsätzlich, kostengünstig, energieeffizient und unter milden Produktionsbedingungen (hinsichtlich Druck, Temperatur, pH-Wert etc.) herzustellen. Die IBT zeichnet sich darüber hinaus dadurch aus, dass die Produktion i. d. R. in geschlossenen Systemen (Bioreaktoren) durchgeführt wird. Damit werden Kontaminationen der Umwelt weitgehend vermieden oder ausgeschlossen. Bei der übergreifenden Analyse der relativen Umwelt- und Nachhaltigkeitswirkungen verschiedener Produktgruppen zeigte sich, dass die Produktion der untersuchten, auf der Verarbeitung von Biomasse aufbauenden (biobasierten) Stoffe im Vergleich zu konventionell hergestellten Vergleichsprodukten den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen reduzieren kann. Im Gegenzug verstärkt sie aber negative Umweltwirkungen, die durch den großmaßstäblichen intensivlandwirtschaftlichen Anbau von Biomasse verursacht werden, wie beispielsweise die Belastung von Gewässern durch ein Überangebot an Nährstoffen, den stratosphärischen Ozonabbau und die Bodenversauerung. Allerdings bestehen erhebliche Unsicherheiten im Hinblick auf die quantitativen Wirkungsabschätzungen. Deshalb müssen die Ergebnisse zur Bewertung von Nachhaltigkeitseffekten und relativen Umweltwirkungen von IBT-Produkten vorsichtig interpretiert werden.

Ein Beispiel soll dies illustrieren: Biokunststoffe (z. B. biobasiertes Polyethylenterephthalat [PET], Polyactide [PLA] und Polyhydroxyalkanoate [PHA]) zählen neben den Biokraftstoffen zu den Produkten, denen ein großes mengenmäßiges Potenzial zugesprochen wird, obwohl der Biokunststoffmarkt gegenwärtig noch verhältnismäßig klein ist. Sie werden z. B. für Fasern, Getränkeflaschen und Verpackungen verwendet. Die Gesamtbilanz von Biokunststoffen ist ambivalent: Während es Vorteile in den Kategorien Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch gibt, zeigen sich bei anderen Umweltindikatoren, wie Bodenversauerung, Nährstoffbelastung von Gewässern und Böden, oft ungünstigere Ergebnisse im Vergleich zu auf fossilen Rohstoffen basierenden Kunststoffen. Entscheidend für die Gesamtbilanz im Hinblick auf Nachhaltigkeit ist die Bereitstellung der Biomasse. Darüber hinaus spielt die Entsorgung von Biokunststoffen eine wichtige Rolle für das ökologische Profil: Recycling wäre eine vorteilhafte Entsorgungsmöglichkeit, wird jedoch noch nicht umfassend angewendet.

### Einsatz von Enzymen: Beispiel Waschmittel

Ein Kernstück der IBT liegt im Einsatz von biotechnologisch hergestellten Enzymen als Katalysatoren, um bestimmte chemische Reaktionen ablaufen zu lassen. Im TAB-Bericht wurde beispielhaft die Anwendung von Enzymen als Bestandteil von Waschmitteln betrachtet. Bei diesem Verfahren der IBT ergeben sich unzweifelhaft positive Umwelt- und Nachhaltigkeitsbeiträge, wobei zwei Haupteffekte maßgebend sind: Zum einen können die Waschttemperaturen reduziert werden, was zu Energie- und Treibhausgaseinsparungen führt, und zum anderen können Waschmittel sparsamer dosiert werden, weshalb auch weniger ihrer konventionellen Mengenteile (Tenside, Bleichmittel, Enthärter etc.) verbraucht werden und in die Umwelt ge-

langen. Deutlich wurde jedoch auch, dass diese Vorteile von Waschmitteln mit höherem Enzymanteil durch die Zuwächse bei der insgesamt gewaschenen Wäschemenge im Zeitverlauf abgeschwächt werden (sogenannter Reboundeffekt) und durch die verbleibenden konventionellen Bestandteile von Waschmitteln signifikante Umweltbelastungen bestehen bleiben. Insgesamt muss konstatiert werden, dass für eine umfassende Aufarbeitung des Themas die notwendigen wissenschaftlich fundierten Ökobilanzstudien fehlen, was wiederum mit dem eingeschränkten Zugang zu den für eine Bilanz notwendigen Daten zusammenhängt. Deutlich wurde auch, dass die Fokussierung auf technologische Optionen (z. B. Enzyme) allein dem Anspruch der Nachhaltigkeit nicht gerecht werden kann, sondern auch soziale Faktoren, wie z. B. Nutzungsverhalten, als Ansatzpunkte für eine nachhaltige Entwicklung mit in den Blick genommen werden müssen.

### Gesamtbeitrag der IBT zur Nachhaltigkeit – Bereitstellung der Biomasse

Neben den relativen Umwelt- und Nachhaltigkeitswirkungen einzelner Produktionsprozesse oder einzelner spezifisch biotechnologisch hergestellter Produkte im Vergleich zu ihren konventionellen Vergleichsprozessen und -produkten spielt für eine Gesamtbewertung der Nachhaltigkeitsbeiträge der IBT eine entscheidende Rolle, welchen Beitrag sie zur Realisierung der Vision einer zukünftigen Bioökonomie leisten kann. Unstrittig ist, dass dies nur gelingen kann, wenn Technologien zur Verfügung stehen, mit denen die zugrundeliegenden erneuerbaren Ressourcen effizient und vielseitig aufgeschlossen und verarbeitet werden können. Für eine umfassende stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe ist eine große Bandbreite bestehender und noch zu entwickelnder Verfahren der IBT unverzichtbar.

Gleichzeitig stellt sich die Frage, in welchem Umfang die IBT zu einer Bioökonomie beitragen kann. Dies ist gekoppelt an die Verfügbarkeit bzw. nachhaltige Produktion entsprechender Mengen von Biomasse, d. h. an die Potenziale für deren (nachhaltige) Produktion. Zu dieser Frage liegen aus dem Kontext der Bereitstellung von Bioenergie zahlreiche Studien vor, die zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Insgesamt zeigt sich, dass auch bei Ausweitung der entsprechend verwendeten Agrarfläche in Deutschland die stoffliche Nutzung von Biomasse mittels IBT zwar nicht irrelevant ist, aber wohl nicht die einzige Rohstoffbasis industrieller Produktion bilden kann. Die Frage der Nachhaltigkeit der biotechnologischen Nutzung von Biomasse ist fundamental mit der grundsätzlichen Notwendigkeit einer nachhaltigen Bewirtschaftung der zur Verfügung stehenden begrenzten Flächen verbunden. Als besonders schwierig, auch international, gilt seit vielen Jahren das Problem der Nutzungskonkurrenz auf landwirtschaftlich nutzbaren Flächen zwischen der Nahrungsmittelproduktion für eine wachsende Weltbevölkerung und der Erzeugung von Biomasse.

## Handlungsoptionen

Der IBT wird zwar auf dem Weg hin zu einer Bioökonomie eine hohe Relevanz beigemessen, sie ist jedoch, insbesondere durch den intensiven Anbau der nachwachsenden Rohstoffe, mit einer Reihe

von Problemen verbunden. Daher fällt gegenwärtig die Umweltbilanz vieler Produkte der IBT ambivalent aus. Es ist somit naheliegend, von größeren Markteingriffen, etwa zur direkten Förderung von Produkten der IBT, abzusehen und auf die selbstselektiven Marktkräfte zu vertrauen. Dennoch ergeben sich einige Handlungsfelder für nachhaltigkeitsfördernde Politikmaßnahmen.

Im Bereich *Forschung und Entwicklung* ist die Beibehaltung bzw. Ausweitung der Förderung von Forschungsaktivitäten und Pilotanlagen der IBT sinnvoll, weil dadurch Optionen für die Entwicklung der Wirtschaft hin zu einer Bioökonomie und entsprechende Nachhaltigkeitsbeiträge generiert werden können. Aufgrund der Nutzungskonkurrenzen bei der Erzeugung der Biomasse ist es dabei wichtig, besonders solche (bio)technologischen Verfahren zu entwickeln, die auch andere als klassisch-landwirtschaftlich erzeugte Biomasse verarbeiten können, wie zum Beispiel Algen.

Da der *nachhaltige Anbau von Biomasse* entscheidend für die Gesamtbilanz der IBT im Hinblick auf Nachhaltigkeit ist, muss darauf hingearbeitet werden, dass dieser möglichst umweltfreundlich erfolgt, auch wenn Umweltbeeinträchtigungen und Landnutzungskonkurrenzen nicht vollständig vermeidbar sind. Auf den globalen Märkten für nachwachsende Rohstoffe kann dafür das bereits etablierte Instrument der Zertifizierung verwendet werden. Bei der Förderung des

Einsatzes nachwachsender Rohstoffe zur stofflichen Nutzung wäre es beispielsweise notwendig, über entsprechende Förderbedingungen eine Zertifizierung der Biomasseherstellung zu etablieren, wobei nur anspruchsvolle Zertifizierungssysteme als zielführend gelten können.

Durch die *Mehrfachnutzung von Biomasse* zuerst durch stoffliche und anschließend durch energetische Verwertung (sogenannte Kaskadennutzung) lässt sich die direkte Nutzungskonkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Nutzung zwar nicht grundsätzlich lösen, aber abschwächen. Hieraus ergibt sich ein klarer Vorrang bei der Förderung der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen gegenüber deren direkter energetischer Verwertung.

*Die Ergebnisse der Innovationsanalyse »Weiße Biotechnologie – Stand und Perspektiven der industriellen Biotechnologie für nachhaltiges Wirtschaften« werden in Kürze in Form zweier Sachstandsberichte (TAB-Arbeitsberichte Nr. 168 und 169) veröffentlicht.*

### Kontakt

Dr. Johannes Schiller,  
Helmholtz-Zentrum für  
Umweltforschung – UFZ  
+49 341 2351690  
johannes.schiller@ufz.de

# Wie flexibel können Kernkraftwerke betrieben werden?

Ab dem Herbst 2009 wurde – ausgelöst von Plänen der Bundesregierung, die Laufzeit von Kernkraftwerken (KKW) in Deutschland zu verlängern – in Politik, Wissenschaft und der Öffentlichkeit eine Fragestellung kontrovers debattiert: Ist der geplante Ausbau der erneuerbaren Energien (EE) zur Stromerzeugung, v.a. von Photovoltaik und Windkraft, mittel- bis langfristig kompatibel mit dem Betrieb von Kernkraftwerken? Im Juni 2010 wurde daraufhin das TAB durch den Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung beauftragt, eine Untersuchung zu diesem Fragenkomplex durchzuführen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden nunmehr mit großem zeitlichem Abstand unter dem Titel »Lastfolgefähigkeit deutscher Kernkraftwerke« als TAB-Hintergrundpapier Nr. 21 vorgelegt. Die Umwälzungen in der deutschen Energiepolitik, die durch die Katastrophe in Fukushima im März 2011 ausgelöst wurden, hatten die Brisanz des Themas deutlich entschärft und den Projektablauf nachhaltig durcheinander gebracht. Nach Auffassung des TAB ist das Thema aber vor allem aus zwei Gründen immer noch hinreichend relevant, um eine Veröffentlichung auch fünf Jahre nach Beschluss der »Energiewende« zu motivieren: Erstens ist die Frage der Flexibilität des Kraftwerksparks nach wie vor aktuell. Insofern haben die Untersuchungsergebnisse zu der Frage, welche Anforderungen ein dynamischer Ausbau fluktuierender EE-Erzeugung an den (konventionellen) Kraftwerkspark stellt, in keiner Weise an Bedeutung verloren. Und zweitens stellen sich die kernkraftspezifischen Fragen u. a. in etlichen europäischen Ländern mit einem substanziellen Anteil an Kernenergie im Erzeugungsportfolio und EE-Ausbauplänen mit unvermindert hoher Dringlichkeit. Es könnte daher fruchtbar sein, die gewonnenen Erkenntnisse in den internationalen energiepolitischen Diskurs einzubringen.

## Lastfolgebetrieb

Der Strombedarf ist großen zeitlichen Schwankungen unterworfen. Nachts wird deutlich weniger Strom verbraucht als mittags und an den Wochenenden weniger als an Werktagen. Kernkraftwerke wurden bisher in Deutschland überwie-

gend mit gleichbleibender Leistung betrieben, um (gemeinsam mit Laufwasser- und Braunkohlekraftwerken) die sogenannte »Grundlast« abzudecken, d. h. den Strombedarf, der im Zeitverlauf nicht unterschritten wird. Bei einem hohen Anteil an EE mit fluktuierender Erzeugung müssen diese Kraftwerke jedoch deutlich flexibler betrieben werden und ihre Stromerzeugung der jeweiligen Nachfrage kontinuierlich anpassen (sogenannter Lastfolgebetrieb).

Die zentrale Zielsetzung des TAB-Projekts angesichts des um das Jahr 2010 herum hochkontroversen und politisch aufgeladenen Umfelds war es, die verschiedenen Argumente, Positionen und zugrundeliegten Annahmen transparent und nachvollziehbar gegenüberzustellen, um Übereinstimmungen, Differenzen und Widersprüche zu identifizieren. Ursprünglich war beabsichtigt, die Ergebnisse der Analyse auf Expertenworkshops zur Diskussion zu stellen, um die Grenzen des wissenschaftlichen Konsenses zu identifizieren und offenzulegen, zu welchen Fragen aus welchen Gründen kein Konsens hergestellt werden kann. Diese bereits geplanten Workshops mussten jedoch im Sommer 2011 abgesagt werden, da sich die Ereignisse in Fukushima in den Vordergrund der energiepolitischen Debatte gedrängt und diese grundlegend durcheinandergewirbelt hatten. Auch das TAB stellte die Arbeiten an dem Bericht für einige Zeit zurück und griff sie erst in der neuen Legislaturperiode wieder auf. Das resultierende Hintergrundpapier dokumentiert somit den Stand des Wissens, der als Diskussionsgrundlage dienen sollte. Zu der brisanten Frage, welche sicherheitstechnischen Aus-

wirkungen häufige Lastwechsel verursachen können, waren eigene vertiefte Analysen und Bewertungen im Rahmen des TAB-Projekts nicht möglich.

## Sind KKW kompatibel mit einem hohen EE-Anteil?

Als Ausgangspunkt der Untersuchung wurden die technischen und betrieblichen Möglichkeiten und Grenzen der Lastfolgefähigkeit der deutschen KKW beleuchtet. Aus deren Betriebshandbüchern geht hervor, dass Leistungsänderungen im Bereich nahe der Nennleistung (das ist die höchste Leistung, die bei bestimmungsgemäßem Betrieb erbracht werden kann) um bis zu 10 % pro Minute möglich sind. Dies ist deutlich schneller, als es z. B. bei Kohlekraftwerken Stand der Technik ist (zwischen 2,5 und 4 %/min). Lediglich Gasturbinen sind mit 12 %/min noch schneller regelbar.

Neben der Regelungsgeschwindigkeit wird die betriebliche Flexibilität durch weitere Eigenschaften bestimmt, vor allem durch

- die Mindestlast, die aufgrund der Kraftwerksauslegung nicht unterschritten werden kann bzw. soll (z. B. wird der Lastbereich unterhalb 50 bis 60 % im praktischen Betrieb vermieden),
- die Anfahrzeit, d. h. die Zeit, die benötigt wird, den Reaktor aus dem ausgeschalteten Zustand wieder in Betrieb zu nehmen (ein »kaltes« Kernkraftwerk benötigt hierzu etwa ein bis zwei Tage).

Sicherheitstechnisch relevant ist die einem Kraftwerk abverlangte Flexibilität, da jeder Lastzyklus das Material belastet (u. a. durch Temperatur- und Druckwechsel in Kühlkreisläufen oder häufige Betätigung von Steuereinrichtungen) und dies bei häufiger Wiederholung zu Ermüdungserscheinungen führt. Beispielsweise sind deutsche KKW für 100.000 Zyklen der Lastabsenkung von 100 auf 80 % und zurück ausgelegt (100-80-100). Für den Zyklus Nennlast-Nulllast(heiß)-Nenn-



last (100-0-100) wird 400-mal als zulässig angegeben. Bei einer Lebensdauer des Kraftwerks von 40 Jahren entspräche dies zehn dieser Vorgänge pro Jahr.

Mittels einer modellgestützten Analyse, die in enger Abstimmung mit dem TAB durch Gutachter der Ecofys Germany GmbH durchgeführt wurde, wurde der zukünftige Kraftwerkspark und der Betrieb der Kraftwerke simuliert. Auf dieser Basis wurden Anforderungen an die Flexibilität der konventionellen Kraftwerke, insbesondere der KKW, abgeleitet, die sich aus dem weiteren EE-Ausbau ergeben. Es zeigte sich, dass ein KKW-Betrieb, bei dem – wie bisher üblich – der Lastbereich unterhalb 50 bis 60 % der Nennlast nicht genutzt wird, nicht ausreichen würde, um die Integration eines hohen Anteils fluktuierender EE-Einspeisung zu erlauben. Die Konsequenz wäre, dass zu bestimmten Zeiten EE-Anlagen abgeregelt werden müssten, wenn die am Netz befindlichen KKW nicht weiter heruntergeregelt werden können, weil ihre Mindestlast erreicht ist.

Dass die Einhaltung der Mindestlast der entscheidende begrenzende Faktor ist, wird klar, wenn man diese Annahme abschwächt und einen Betrieb unterstellt, bei dem die Mindestlast nur noch 20 % beträgt (für Druckwasserreaktoren). Geht man im Modell so weit, kurzzeitige Auszeiten zuzulassen, wäre der Betrieb der KKW sogar flexibler als der des verbleibenden konventionellen Kraftwerksparks. Allerdings würde dies eine Betriebsweise bedeuten, bei der jedes KKW im Durchschnitt etwa 100-mal pro Jahr von 100 % Nennlast auf null und anschließend wieder hoch gefahren werden müsste. Ob dies anlagentechnisch und ohne nachteilige Folgen für die Betriebssicherheit durchführbar wäre, wurde nicht vertieft analysiert, muss aber angezweifelt werden. Zumindest wäre eine derartige Betriebsweise weltweit beispiellos.

## Ökonomische Aspekte

Ein flexibler Kraftwerksbetrieb hat neben technischen auch erhebliche wirtschaftliche Konsequenzen. KKW sind im Vergleich zu fossil befeuerten Kraftwerken sehr kapitalintensive Anlagen. Ihre Investitionskosten machen einen Anteil von etwa 60 % an den Erzeugungskosten aus, Brennstoffkosten dagegen weniger als 20 %. Daraus folgt ein starkes ökonomisches Motiv, die Produktion von KKW in so vielen Stunden im Jahr wie möglich aufrecht zu halten, da die Kapitalkosten auch dann bedient werden müssen, wenn



Quelle: 698770\_web\_R\_by\_Manfred Mazi\_pixelio.de (links)  
708288\_web\_R\_B\_by\_gabriele Planthaber\_pixelio.de (rechts)

die Anlage nicht produziert. Das bedeutet im Umkehrschluss auch, dass der KKW-Betrieb unrentabel wird, wenn die jährliche Auslastung nicht genügend hoch ist.

Ein täglicher Lastfolgebetrieb etwa nach dem in Frankreich üblichen Schema (auf 12 Stunden mit 100 % Leistungsabgabe folgen 3 Stunden, in denen die Leistung kontinuierlich auf 50 % heruntergefahren wird; anschließend wird das Niveau von 50 % über 6 Stunden gehalten, um dann über die nächsten 3 Stunden wieder auf 100 % angehoben zu werden) schmälert die jährliche Stromproduktion um mehr als 18 %. Bei einem KKW mit 1.400 MW entspricht dies einem Verlust von etwa 120 Mio. Euro pro Jahr. Als Preis wurden hier 57 Euro/MWh angenommen, was dem Niveau des Jahres 2012 entspricht. Derzeit sind eher 25 Euro/MW typisch. Hinzu kommen noch erhöhte Wartungskosten und Kosten für ungeplante Ausfälle, die mutmaßlich mit dem Lastfolgebetrieb einhergehen. Eine Quantifizierung

der damit verbundenen Kosten ist allerdings aus methodischen Gründen extrem schwierig.

Der »bedingt flexible Betrieb« der KKW erzwingt, dass diese auch in Stunden mit negativen Preisen Strom erzeugen müssen, da kurzfristige Lastabsenkungen nicht möglich sind. Würde die bestehende Regelung des EEG gekippt, dass EE-Strom vorrangig eingespeist und vergütet werden muss, müssten EE-Anlagen aus ökonomischen Gründen abgeregelt werden, wenn der Marktpreis unter null fällt. Das reduziert die Anzahl der negativen Preisstunden und würde demzufolge den Betrieb der KKW erheblich attraktiver machen. Eine Schlussfolgerung daraus ist, dass bei einer eingeschränkten Flexibilität der KKW ein großes Interesse seitens der Betreiber besteht, die Vorrangregelungen für EE zur Diskussion zu stellen.

Deutschland spielt aufgrund des dynamischen Ausbaus der EE, der für die kommenden Dekaden prognostiziert wird, eine Vorreiterrolle, die sich auch hinsichtlich der Anforderungen bemerkbar machen wird, die damit an den konventionellen Kraftwerkspark und insbesondere an die KKW gestellt werden müssen. Die Ergebnisse der Analyse der deutschen Situation sind daher von besonderem Interesse für den internationalen energiepolitischen Diskurs.

*Die Ergebnisse des Monitorings »Lastfolgefähigkeit deutscher Kernkraftwerke« werden in Kürze als TAB-Hintergrundpapier Nr. 21 veröffentlicht.*

### Kontakt

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

# EPTA-Herbstkonferenz zur »Zukunft der Arbeit«

Als Höhepunkt der österreichischen Präsidentschaft wird sich in Wien am 20. Oktober 2016 der EPTA-Council, das Steuerungsgremium des Netzwerks europäischer Institutionen der Technikfolgenabschätzung für Parlamente (EPTA) versammeln. Der Council setzt sich aus Parlamentariern und Boardmitgliedern zusammen und entscheidet über alle wichtigen Fragen der Kooperation im Netzwerk. Im Anschluss daran wird am 21. Oktober die jährliche EPTA-Konferenz mit dem Arbeitstitel »The future of labour in the digital era – ubiquitous computing, virtual platforms and real-time production« stattfinden. Die Konferenz richtet sich an die Mitgliedsinstitutionen und ist offen für alle an parlamentarischer TA bzw. der interdisziplinären Debatte gesellschaftlich relevanter Zukunftsthemen Interessierte.

## Bedeutung des Themas im Lichte des gegenwärtigen sozialen Wandels

In der digitalen Ära heischt ein Bündel von technologischen und gesellschaftlichen Trends in Bezug auf Arbeitsverhältnisse bzw. den Arbeitsmarkt nach politischer Aufmerksamkeit: Auf der individuellen Ebene verschiebt die Allgegenwart mobiler Telekommunikationsgeräte die Grenzen zwischen privatem und Familienleben auf der einen und der Arbeitswelt auf der anderen Seite. Dies macht sich in einer gestörten Work-Life-Balance oder in Stress durch ständiges Multitasking bemerkbar. Aus der organisatorischen Perspektive zeichnet sich ab, dass die Trends in Richtung Crowdworking, Peer-to-Peer-Plattformen sowie »sharing economy« in traditionelle Branchenstrukturen, Märkte und Arbeitsweisen eingreifen, beispielsweise in Feldern wie Tourismus, Mobilität, Handel sowie Softwareherstellung. Darüber hinaus tritt die Industrie in eine neue Ära digital integrierter Produktion ein (Industrie 4.0). Roboter ersetzen zunehmend nicht nur Fließbandarbeiter, sondern breiten sich in Feldern aus wie dem Gesundheitswesen, der Altenpflege oder der Gebäudereinigung. Sie übernehmen inzwischen sogar kognitive Aufgaben, die bislang Menschen vorbehalten waren. Traditionell unbezahlte Aktivitäten, wie z. B. Arbeiten im Haushalt und Kinderbetreuung, werden zunehmend von digitalen Technologien durchsetzt. Diese Entwicklungen haben einen signifikanten Einfluss darauf, wie wir menschliche Arbeit heute

wahrnehmen. Es wird erwartet, dass dies alles in Zukunft profunde Auswirkungen auf die Gesellschaft und auf jeden Einzelnen haben wird: auf die Art, Qualität und Menge an Arbeit, auf Arbeitsplatzsicherheit, Aus- und Fortbildung, auf das Steueraufkommen und die Finanzierung der Sozialsysteme und nicht zuletzt auf die Sicherheit bzw. den Schutz sensibler persönlicher Daten.

Es ist nicht überraschend, dass diese Themen hochgradig politisch aufgeladen sind. Die aufgrund der Steigerung der Produktivität durch breitangelegte Automatisierung, Crowdworking und Peer-to-Peer-Lösungen erwirtschafteten Gewinne könnten der gesamten Gesellschaft zugute kommen. Andererseits ist ebenso denkbar, dass diese Entwicklung zu stetig steigender Arbeitslosigkeit und Ungleichheit sowie der Erosion der Sozialsysteme führen könnte. Rückläufige Arbeitslosenzahlen sind kein Selbstläufer. Im Gegenteil: Eine steigende Lebensarbeitszeit aufgrund demografischer Veränderungen, Migration, fallender Reallöhne und eher schwachen Wirtschaftswachstums führen – abseits der Effekte der Digitalisierung – bereits zu erheblichem Druck auf dem Arbeitsmarkt.

## Die EPTA-Konferenz

Die EPTA-Konferenz wird diese Entwicklungen aus verschiedenen Perspektiven beleuchten. Zur inhaltlichen Vorbereitung werden im Laufe des Sommers von allen EPTA-Mitgliedern Länderreports

erstellt, die in knapper Form aus nationaler bzw. regionaler Perspektive die folgenden Themen anreißen sollen:

1. *Status quo und gesellschaftliche Debatten:* Wie manifestieren sich die Veränderungsprozesse in Unternehmen, Organisationen, Plattformen und Arbeitsweisen, wo sie neue Formen digitaler Arbeit hervorbringen? Wie wird dies von Gewerkschaften und Arbeitgeberverbänden aufgegriffen? Wie sind die entsprechenden Themen in gesellschaftlichen Debatten repräsentiert? Welche Erkenntnisse aus Forschung und Praxis gibt es hinsichtlich konkreter Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung?
2. *Politische Dimension:* Wie werden die aus diesen Entwicklungen resultierenden Herausforderungen von der Politik aufgegriffen? Welche Form der Regulierung wird für Peer-to-Peer-Plattformen und Crowdworking (u. a. Uber, Airbnb) ergriffen bzw. diskutiert? Welche Reaktionen auf die Veränderungen der Arbeits- und Produktionssystemen wahrnehmbar?
3. *TA-Perspektiven:* Welche Fragen stellen sich in diesem Zusammenhang für die Technikfolgenabschätzung? Was kann aus bereits durchgeführten Studien über sich verändernde Produktions- und Arbeitsbedingungen, -strukturen und -prozesse gelernt werden? Wo sind Lücken in der Erforschung und Bewertung der Auswirkungen?

Die Konferenz soll eine kritische, informierte und zukunftsorientierte Debatte zwischen Parlamentariern, Experten und Stakeholdern initiieren helfen. Nicht nur aus diesem Grund ist ein Besuch der Donaustadt im Oktober sicherlich lohnenswert.

### Kontakt

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

# Neue Veröffentlichungen

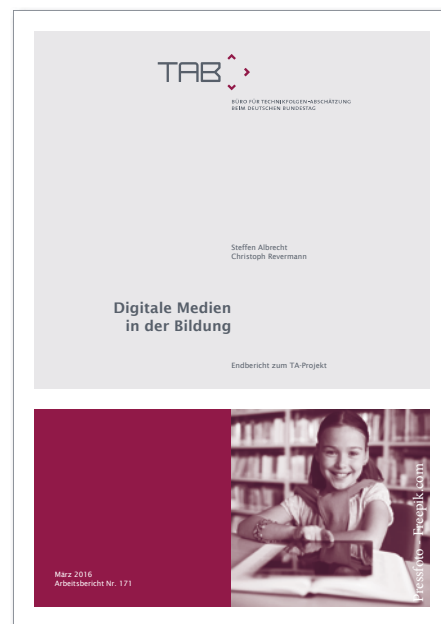
## Digitale Medien in der Bildung

S. Albrecht, C. Revermann,  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 171

Die Digitalisierung erfasst als umfassender Prozess des gesellschaftlichen Wandels auch die Institutionen der unterschiedlichen Bildungsbereiche. Bildungspolitik, Forschung und Öffentlichkeit beschäftigen sich seit über zwei Jahrzehnten mit den »Neuen Medien«, deren Bedeutung in Bildung und Ausbildung kontinuierlich wächst. Computer, Tablet, Smartphone etc. ermöglichen eine umfassende Bereitstellung, Sicherung und Verbreitung dieser Daten. Der Zugang zu diesen aktuellen digitalen Instrumentarien und die Fähigkeit, sie zu nutzen, sind eine wichtige Voraussetzung für gesellschaftliche und berufliche Teilhabe. Zugleich sind jedoch die Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien und die kritische Reflexion ihrer Nutzung nur schwer zu überprüfen, und ihre Bedeutung für die Lernwirksam-

keit ist bislang nicht unmittelbar nachgewiesen. Dennoch besteht häufig ein bildungspolitisches Desiderat, Anforderungen an die Medienkompetenz in allen personalen Entwicklungsstufen und Bildungsorten als Querschnittskompetenz zu formulieren. Auch deshalb stellen sich grundsätzliche Fragen nach den Auswirkungen einer »Omnipräsenz« digitaler Medien auf die Leistungsfähigkeit des Bildungs- und Ausbildungssystems, dessen Chancengleichheit und Integrationskraft. Der Bericht fasst die relevanten wissenschaftlichen Befunde zu Umfang und Konsequenzen der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten neuer digitaler Medientypen im Bildungsbereich und für Lehr- und Lernmethoden zusammen. Er benennt für die verschiedenen Bildungskontexte die erforderlichen Rahmenbedingungen eines Einsatzes neuer digitaler Medien unter Ausschöpfung ihrer Potenziale. Zugleich werden Hemmnisse und Herausforderungen für die Nutzung digitaler Medien in den Bildungs-

bereichen identifiziert und erforderliche Bedingungen und Möglichkeiten zu ihrer Überwindung dargestellt.



## Neue elektronische Medien und Suchtverhalten

M. Evers-Wölk, M. Opielka,  
unter Mitarbeit von M. Sonk  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 166

Das Thema »Mediensucht« rückt vor dem Hintergrund immer jüngerer Nutzer digitaler Medien in den Blickpunkt gesellschaftspolitischer Diskussionen. Die Frage, was Mediensucht ist, wird sowohl im wissenschaftlichen als auch im gesellschaftlichen Diskurs bislang nicht eindeutig beantwortet. Auch divergiert das Verständnis darüber, was »normales« Mediennutzungsverhalten ist, u. a. zwischen den Generationen und führt innerhalb von Familien, aber auch in Schulen und anderen Jugendeinrichtungen zu Konflikten. Unter diesem Eindruck wurden für den TAB-Arbeitsbericht »Neue elektronische Medien und Suchtverhalten« die wissenschaftlichen Befunde zu Umfang und Folgen suchtartiger Medien-



nutzung ausgewertet und Handlungsoptionen erarbeitet. Im Ergebnis zeigt sich vielfältiger Forschungsbedarf, da

die bisherigen Studien zumeist explorativ und zu wenig auf eine langfristige Analyse der Wandlungsprozesse ausgerichtet sind. Insbesondere fehlen bei Mediensucht abgestimmte Bewertungs- und Diagnoseinstrumente sowie Evaluationsstudien zu Therapien und Interventionsansätzen. Auch sollten die Differenzierungsformen der Mediensucht intensiver wissenschaftlich untersucht werden, einschließlich der im Bericht analysierten Ausprägungen (allgemeine Internetsucht, Online(glücks)spielsucht, -sexsucht, -kaufsucht sowie Social-Network-Sucht). Zudem erscheint es bedeutsam, einen Diskurs zur Entwicklung einer gesellschaftlich und wissenschaftlich getragenen Wertebasis zu initiieren und zu klären, wo die Schwellenwerte zwischen Normalität und Sucht liegen. Dies ist u. a. deshalb wichtig, weil die intensive digitale Mediennutzung zunehmend zum privaten und beruflichen Normalverhalten zählt.

### Bilanz der Sommerzeit

C. Caviezel, C. Revermann,  
unter Mitarbeit von S. Rabaa  
TAB-Arbeitsbericht Nr. 165

Zur Sinnhaftigkeit der sogenannten »Sommerzeit« gibt es seit ihrer Einführung unterschiedliche Ansichten und gegensätzliche Positionen, und immer wieder wird von verschiedenen Seiten eine Änderung der Sommerzeitregelung gefordert. Unter diesem Eindruck wurden für den TAB-Arbeitsbericht »Bilanz der Sommerzeit« die bis heute vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse und Erfahrungen zur Sommerzeit gesichtet und in der Gesamtschau dargestellt. Im Ergebnis verdeutlicht der Bericht, dass die wissenschaftliche Studien- und Erkenntnislage zu möglichen Auswirkungen der Sommerzeit sehr beschränkt und lücken-

haft ist. Gleichwohl liefert sie keine Hinweise darauf, dass die jährlichen Zeitumstellungen ernsthafte positive oder negative energetische, wirtschaftliche oder gesundheitliche Effekte nach sich ziehen. Insofern bleibt die Frage, ob die »Uhrenumstellung« beibehalten oder abgeschafft werden soll, auf absehbare Zeit Gegenstand politischer und gesellschaftlicher Debatten, die nur in geringem Maße auf wissenschaftliche Fakten zurückgreifen können. Zu welchen Ergebnissen diese Debatten aber auch immer führen: Eine Änderung der aktuellen Bestimmungen kann nur im Wege einer Revidierung der einschlägigen EU-Richtlinie im Rahmen eines ordentlichen Gesetzgebungsverfahrens auf Unionsebene erfolgen. Eine einseitige, nationale Aufkündigung der Regelung ist nicht möglich.



### Ausbau der Stromnetze im Rahmen der Energiewende

C. Henseling, M. Evers-Wölk, B. Oertel,  
M. Opielka, C. Kahlisch, unter Mitarbeit  
von J. Onodera Koestner  
Stakeholder Panel Report Nr. 1

Seit 2013 verfolgt das TAB den neuen Schwerpunkt »Diskursanalyse und Dialog mit gesellschaftlichen Akteuren«. Dabei steht die gesellschaftliche Bedarfsanalyse im Rahmen kontinuierlicher Dialog- und Diskursprozesse im Mittelpunkt. Das IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH entwickelte hierzu das Konzept »Stakeholder Panel TA« für den systematischen Erfahrungs- und Meinungsaustausch mit gesellschaftlichen Akteuren über Herausforderungen und Folgen von Wissenschaft

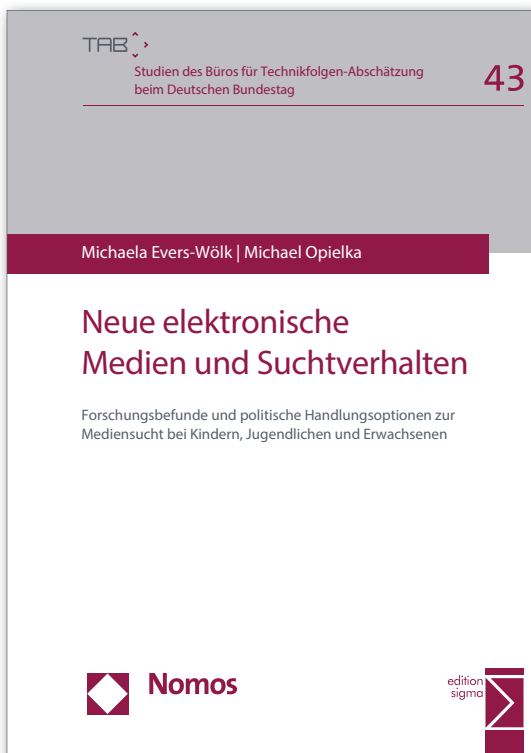


und Technik. Der Bericht stellt das Stakeholder Panel TA sowie die Ergebnisse der ersten im Rahmen des Panels durchgeführten Onlinebefragung »Ausbau der Stromnetze im Rahmen der Energiewende« vor. Die Ergebnisse zeigen, dass es eine deutliche Zustimmung in allen Stakeholdergruppen zu den zentralen Zielen der Energiewende gibt. Der Reduzierung der Verwendung fossiler Energieträger und dem zielgerichteten Ausbau der erneuerbaren Energien stimmen ca. drei Viertel der Befragten zu. Demgegenüber wird der Ausbau der Stromnetze von einer Mehrheit kritisch beurteilt. Diese kritische Haltung dem Netzausbau gegenüber beeinflusst auch die Beurteilung der von der Bundesregierung beschlossenen Energiewende insgesamt.



# Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung

Edition Sigma in der Nomos Verlagsgesellschaft



Michaela Evers-Wölk,  
Michael Opielka  
unter Mitarbeit von Matthias Sonk  
**Neue elektronische Medien und Suchtverhalten**

Forschungsbefunde und politische Handlungsoptionen zur Mediennutzung bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen

Das Thema »Neue elektronische Medien und Suchtverhalten« ist vor dem Hintergrund einer zunehmenden Mediatisierung der Gesellschaft sowie immer jüngerer Nutzer Anlass gesellschaftspolitischer Diskussionen. Das Verständnis darüber, was »normales« Mediennutzungsverhalten ist, geht u. a. zwischen den Generationen deutlich auseinander und führt innerhalb von Familien, aber auch in Bildungseinrichtungen zu intensiven Auseinandersetzungen und Konflikten.

Die Studie stellt die Aufarbeitung der wissenschaftlichen Befunde zu Umfang und Folgen suchtartiger Mediennutzung in den Mittelpunkt, differenziert nach den verschiedenen Formen der Online(glücks)spielesucht, -kaufsucht, -sexsucht sowie Social-Network-Sucht. Vor dem Hintergrund heutiger im Wandel befindlicher Normen und Werte werden die Anliegen und Interessenlagen der involvierten Stakeholder sowie politische Handlungsmöglichkeiten vorgestellt.

2016, 170 Seiten, broschiert  
ISBN 978-3-8487-3341-5  
eISBN 978-3-8452-7678-2  
34,00 Euro

TAB-Brief Nr. 47 / Juli 2016

Christoph Kehl,  
unter Mitarbeit von Arnold Sauter  
**Was kostet die Natur?**  
Wert und Inwertsetzung von Biodiversität

Der Erhalt der Biodiversität zählt neben dem Klimawandel zu den größten umweltpolitischen Aufgaben unserer Zeit. Denn eine intakte Natur sichert existenzielle Lebensgrundlagen – darunter gesunde Nahrung, sauberes Wasser oder fruchtbare Böden –, sie ist aber auch unerlässliche Ressource für viele Bereiche der aufkommenden Bioökonomie. Trotzdem verschwinden Jahr für Jahr weitere wertvolle Ökosysteme und seltene Arten unwiederbringlich von der Erde – hauptsächlich bedingt durch menschliche Aktivitäten. Eine Trendwende lässt sich nach Ansicht einer wachsenden Zahl von Experten nur erreichen, indem die biolo-

gische Vielfalt nicht nur allgemein wertgeschätzt, sondern durch ökonomische Methoden auch konkret in Wert gesetzt wird. Dieser Band gibt einen umfassenden Überblick über Grundlagen, Stand und Perspektiven ökonomischer Instrumente zur Bewertung und Inwertsetzung der Biodiversität; er diskutiert ihre Reichweite und Grenzen sowie die Kontroversen um ökonomische Naturschutzansätze. Insbesondere mit Blick auf den internationalen Kontext wird dabei deutlich, dass der Schutz der Biodiversität mehr denn je eine politische Gesamtaufgabe ist, die nicht allein dem Markt überlassen werden sollte.

2015, 319 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8487-2064-4  
27,90 Euro



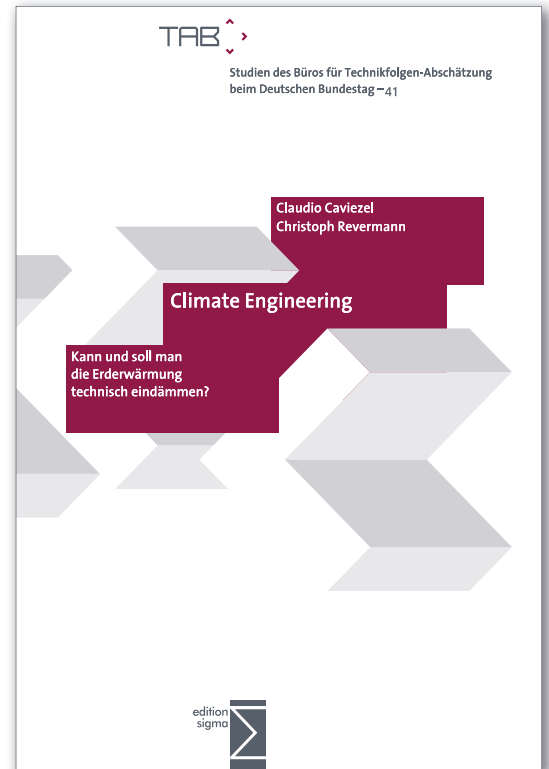
Claudio Caviezel,  
Christoph Revermann  
**Climate Engineering**

Kann und soll man die Erderwärmung technisch eindämmen?

Jahr für Jahr erreichen die CO<sub>2</sub>-Emissionen neue Rekordwerte – und das trotz der Selbstverpflichtung vieler Staaten, ihren Treibhausgasausstoß zu senken. Viele Experten bezweifeln inzwischen, ob dem Klimawandel durch Minderung von Emissionen noch wirksam begegnet werden kann. Und manche setzen ihre Hoffnung darauf, einer drohenden Klimakatastrophe durch andere Maßnahmen begegnen zu können: durch Instrumente des »Climate Engineering«. Sie zielen entweder darauf, CO<sub>2</sub> wieder aus der Atmosphäre zu entfernen und sicher zu deponieren, oder auf eine Abkühlung des Planeten durch

Reduktion der Sonneneinstrahlung, die die Erdoberfläche erreicht. Es gibt bereits Vorschläge, wie dies technisch realisiert werden könnte, und vereinzelte Pilotversuche, doch für alle Varianten ist klar: Eine erforderliche weiträumige Manipulation der natürlichen Erdsystemprozesse wäre mit enormen Auswirkungen für Mensch und Umwelt verbunden. Die Autoren dieses Bandes stellen die heute diskutierten technischen Verfahren vor, bewerten ihre Möglichkeiten und Gefahren und plädieren für eine politische und gesellschaftliche Debatte darüber, ob bzw. welche Ansätze weiter erforscht oder entwickelt und welche Risiken dafür eingegangen werden sollen.

2014, 336 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8141-2  
29,90 Euro



Zuletzt sind in dieser Reihe ebenfalls erschienen

Christoph Kehl  
unter Mitarbeit von Arnold Sauter  
**Was kostet die Natur**  
Wert und Inwertsetzung von Biodiversität

2015, 319 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8487-2064-4, 27,90 Euro

Claudio Caviezel, Christoph Revermann  
**Climate Engineering**  
Kann und soll man die Erderwärmung technisch eindämmen?

2014, 336 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8141-2, 29,90 Euro

U. Riehm, K. Böhle  
**Post ohne Briefträger**  
Sinkende Briefmengen und elektronische Postdienste als Herausforderungen für die Politik  
2014, 168 Seiten, kartoniert  
ISBN 978-3-8360-8139-9, 17,90 Euro

**Bestellung**

Ich bestelle aus der Reihe »Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag«

Anzahl	Kurztitel oder ISBN	Ladenpreis

Name, Anschrift

Datum, Unterschrift

Senden Sie mir bitte unverbindlich schriftliche Informationen zum Verlagsprogramm.

**Edition Sigma  
in der Nomos  
Verlagsgesellschaft**

Waldseestraße 3-5  
76530 Baden-Baden  
Tel. +49 7221 21 04 37  
Fax +49 7221 21 04 43  
bestellung@nomos.de



**Nomos**

Weitere Informationen zur Edition Sigma finden Sie im Internet: [www.sigma.nomos.de](http://www.sigma.nomos.de)

---

## IMPRESSUM

---

Redaktion	Dr. Arnold Sauter Dr. Christoph Revermann
-----------	--

---

Satz und Layout	Marion Birner Brigitta-Ulrike Goelsdorf
-----------------	--

---

Korrektorat	Brigitta-Ulrike Goelsdorf
-------------	---------------------------

---

Den TAB-Brief können Sie kostenlos per E-Mail oder Fax beim Sekretariat des TAB anfordern oder abonnieren. Er ist auch als PDF-Datei unter [www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de) verfügbar.

---

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet. Belegexemplar erbeten.  
Gedruckt auf Circle offset Premium white

---

TAB-Brief (Print)	ISSN 2193-7435
TAB-Brief (Internet)	ISSN 2193-7443

---

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse in Fragen des technischen und gesellschaftlichen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Das TAB arbeitet seit 1990 auf der Grundlage eines Vertrags zwischen dem KIT und dem Deutschen Bundestag und kooperiert zur Erfüllung seiner Aufgaben seit 2013 mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, Leipzig, dem IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH, Berlin, sowie der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin.

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

Fon +49 30 28491-0  
Fax +49 30 28491-119

[buero@tab-beim-bundestag.de](mailto:buero@tab-beim-bundestag.de)  
[www.tab-beim-bundestag.de](http://www.tab-beim-bundestag.de)