

# WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

---

Nummer 075, Juni 2018

## Ergebnisbericht Monitoring Innovations- und Technologiepolitik

Norbert Malanowski, Gerd Bachmann, Luciana  
Hutapea, Oliver Kaiser, Sylvie Rijkers-Defrasne,  
Andreas Ratajczak und Karsten Reuß

---

Die Autorinnen und Autoren möchten sich sehr herzlich bei den Teilnehmenden des Workshops bedanken, der im August 2017 in Düsseldorf stattgefunden hat

© 2018 by Hans-Böckler-Stiftung  
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf  
[www.boeckler.de](http://www.boeckler.de)



„Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ von Norbert Mala-nowski, Gerd Bachmann, Luciana Hutapea, Oliver Kaiser, Sylvie Rijkers-Defrasne, Andreas Ratajczak und Karsten Reuß ist lizenziert unter

**Creative Commons Attribution 4.0 (BY).**

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell. (Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsge-nhmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

**ISSN 2509-2359**

## Inhalt

Zusammenfassung.....	5
Einführung.....	6
Sehr dringlich .....	11
Smart Data als rasant wachsendes Beschäftigungsfeld: Technologie, Arbeit und Qualifizierung.....	12
Innovative Geschäftsmodelle in sensiblen Bereichen.....	17
FinTechs: Disruptionen in der Finanzdienstleistungsbranche.....	17
Neue Geschäftsmodelle in der Ernährungsindustrie im Zuge der digitalen Transformation .....	22
Die Blockchain: Dokumentierte Abwicklung von Transaktionen ohne übergeordnete Instanz.....	27
Arbeiten in der zukünftig vernetzten Klinik.....	32
Dringlich .....	37
Smarte Sensorik: Verbesserte Transparenz und Sicherheit für die Lebensmittelindustrie und ihre Beschäftigten .....	38
Chatbots in der Kundenbetreuung: Unterstützung für die Beschäftigten oder Ersetzen der Beschäftigten? .....	42
Weiter beobachten .....	46
Applied Interactive Technologies (APITs): Spielend Gesund mit Serious Games, VR-, AR-, MR-Anwendungen für Patienten, Ärzte und Pflegepersonal .....	47
Holz als Bau- und Werkstoff der Zukunft .....	51
Hygiene als Herausforderung im Bereich Gesundheit: Mensch und Technologie.....	55
Informations- und Kommunikationstechnologien auf Basis von Quanten, Photonen und DNA: Ein gewaltiger Innovationssprung .....	61
Katalysatoren für die Umwandlung von CO <sub>2</sub> in Energieträger.....	66
Neue Ansätze für die Fleischherstellung: Disruption in der Ernährungsindustrie .....	70
Theranostik: Auf vielen Wegen in das Gesundheitswesen .....	74
Thermophotovoltaik – Direkte Stromerzeugung aus ungenutzter Sonnen- oder Abwärme .....	78

Autorinnen und Autoren .....	82
Anhang.....	85
Anlage 1 .....	85
Anlage 2 .....	88

## Zusammenfassung

Die Themen Innovation und Technologien sind für Betriebsräte und Gewerkschaften deutlich wichtiger geworden. Die Arbeitnehmerakteure werden sich zukünftig systematisch und frühzeitiger mit eigener wissenschaftlich-basierter Expertise einbringen müssen, damit Innovationsprozesse, Innovationspolitiken und Technologiepolitiken im Sinne der Beschäftigten gestaltet werden.

Im vorliegenden Working Paper werden 15 Innovations- und Technologiethemen diskutiert, die für Arbeitnehmerakteure erheblich an Bedeutung gewinnen werden.

## Einführung

Die Themen Innovation und neue Technologien sind für Betriebsräte und Gewerkschaften in den letzten Jahren immer wichtiger geworden. „Megatrends“ wie die Globalisierung und die Ausweitung von internationalem Wertschöpfungsketten, die zunehmende Digitalisierung aller Wirtschafts- und Lebensbereiche, neue Anforderungen an die Erbringung von Dienstleistungen und vieles mehr haben dazu geführt, dass sich Innovationszyklen und der technologische Wandel beschleunigt haben. Um Wertschöpfung, sichere Arbeitsplätze und gute Arbeitsbedingungen zu sichern, erhalten Innovationen und die Einführung neuer Technologien in Unternehmen und Betrieben eine zunehmende Bedeutung.

Die Rolle, die Gewerkschaften und Betriebsräte dabei einnehmen, ist sehr komplex. Die Auswirkungen von Innovationen und neuen Technologien auf Arbeitsplätze und die Arbeitsbedingungen müssen bewertet werden, und Einführungsprozesse sind so zu gestalten, dass keine oder möglichst wenige negative Auswirkungen für die Beschäftigten auftreten. In einer proaktiven Rolle werden Betriebsräte immer stärker zum Treiber von Innovationen auf betrieblicher Ebene. Für Gewerkschaften und ihre Vertreterinnen und Vertreter besteht darüber hinaus die besondere Herausforderung sich in innovationspolitische Strategieprozesse einzubringen, wie sie im Rahmen umfassender Dialoge zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik stattfinden (z. B. die „neue High-Tech-Strategie“ der Bundesregierung oder im Rahmen EU-Initiativen („Europa 2020“). Auf all diesen Ebenen werden sich Arbeitnehmerakteure zukünftig systematisch einbringen müssen, damit die Prozesse mitbestimmt und im Sinne der Beschäftigten gestaltet werden.

Angesichts der hier skizzierten Entwicklungen hat die Hans-Böckler-Stiftung das VDI Technologiezentrum im Rahmen eines Projektes damit beauftragt, frühzeitig und systematisch zukünftige innovations- und technologiepolitische Themen zu identifizieren, die für Arbeitnehmerakteure von drängender Bedeutung werden können. Mit den Ergebnissen des Projektes möchte die Hans-Böckler-Stiftung die Mitbestimmungsakteure zukünftig besser unterstützen, damit diese sich rechtzeitig in innovations- und technologiepolitische Diskurse oder betriebliche Gestaltungsprozesse aktiv einbringen können.<sup>1</sup> Die im vorliegenden Working Paper diskutierten Themen wurden im Jahr 2017 erarbeitet.

---

1 Die Ergebnisse des Projektes aus dem Jahre 2016 sind im Working Paper Forschungsförderung Nr. 14 der Hans-Böckler-Stiftung veröffentlicht worden.

Der Nutzen des Projektes und seiner Ergebnisse für Mitbestimmungsakteure liegt vor allem darin, dass

- innovationspolitisch relevante fachliche Schwerpunkte frühzeitig für den Arbeitnehmerkontext aufbereitet werden.
- die als zentral identifizierten Innovations- und Technologiethemen in Form übersichtlicher Informationskarten für das Mitbestimmungspotential der Hans-Böckler-Stiftung zur Verfügung stehen werden.
- Arbeitnehmerakteure frühzeitig Orientierungswissen zur Verfügung gestellt bekommen, um sich pro-aktiv in innovationspolitisch relevante Themen in ihren Sektoren und Unternehmen sowie Politikprozesse einzubringen.

Als Schwerpunkte für die Identifizierung von Innovationsfeldern wurden im Rahmen des Projektes für das Jahr 2017 die Folgenden ausgewählt:

- Digitale Transformation
- Energiegewinnung, -speicherung und -einsparung
- Gesundheitsvorsorge, medizinische Diagnose und Therapie
- Neue Werkstoffe, chemische und biologische Prozessinnovationen
- Lebensmittel und Ernährung
- Hygiene
- Innovative Dienstleistungen

Diese Schwerpunkte gelten als zukunftsweisend und sind z. B. Teil von „Horizont 2020“, dem neuen Rahmenprogramm für Forschung und Innovation auf europäischer Ebene, und der „neuen Hightech-Strategie“ der Bundesregierung. Ferner finden sich diese Schwerpunkte in diversen innovationspolitischen Strategien anderer Weltregionen (u. a. Nordamerika und Südostasien). Darüber hinaus haben diese Felder als Zukunftsbranchen und -märkte einen erheblichen zukünftigen Stellenwert für Beschäftigte und ihre Interessenvertretungen.

Im Rahmen des Projektes werden Konzepte und Instrumente genutzt, die bereits in der Praxis zur frühzeitigen Identifikation neuer innovations- und technologiepolitischer Themen eingesetzt werden und sich bewährt haben. Solche Konzepte und Instrumente sind z. B. „Dynamik von Innovationssystemen“ „Issues Management“ „Monitoring in der Innovations- und Technikanalyse“ oder „Innovation Readiness Level“.<sup>2</sup>

---

2 Ausführlicher dazu siehe Working Paper Forschungsförderung Nr. 14 der Hans-Böckler-Stiftung.

Für die identifizierten Themen wurden zunächst kurze übersichtliche Themenskizzen ausgearbeitet. In allen Themenskizzen finden sich vier Punkte, die behandelt werden:

- Worum geht es bei dem innovations- und technologiepolitischen Thema?
- Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?
- Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?
- Thesen/vorläufiges Fazit

Die 15 Themenskizzen, die im vorliegenden Working Paper zu finden sind, wurden in einem Expertenworkshop im August 2017 diskutiert, an dem Expertinnen und Experten aus Gewerkschaften, Wirtschaft, Wissenschaft und Ministerien teilnahmen. Bei der Auswahl der Fachleute wurde besonderer Wert darauf gelegt, sogenannte Generalisten und jeweils Fachleute für die oben dargestellten Themenfelder zu gewinnen, die inhaltliche und ergänzende Aussagen zu den Themenskizzen machen konnten. Um ein erstes Feedback von den Expertinnen und Experten zu erhalten, hatten die Fachleute die Aufgabe, die Themenskizzen nach Relevanz in Verbindung mit acht Kriterien<sup>3</sup> (Verlust von Arbeitsplätzen, neue Arbeitsplätze und Berufsfelder, veränderte Qualifikationsanforderungen, Safety und Security, Vereinbarkeit Berufs- und Privatleben, Qualität der Arbeit, Steigerung der Einkommen und Standort Deutschland im internationalen Wettbewerb) auf einer Skala von 1 (trifft überhaupt nicht zu) bis 4 (trifft vollkommen zu) zu bewerten. Das Ergebnis wurde dann aggregiert und in Form einer „Bundesligatabelle“ nach Höhe der Gesamtpunktzahl dargestellt.<sup>4</sup> Dieses Ergebnis konnte als Impuls für eine ergiebige Diskussion im Workshop genutzt werden. Diese Themenskizzen wurden dann von den Sachkennern im Rahmen des Workshops intensiv diskutiert, nach Dringlichkeit bewertet (Kriterien: disruptives Potenzial in der Anwendung, zeitlicher Horizont, gesellschaftliche Relevanz, Lebensqualität) und im Anschluss an den Workshop vom Projektteam konsolidiert.<sup>5</sup>

---

3 Siehe auch Anlage 1.

4 Siehe Anlage 1.

5 Siehe Anlage 2. Ferner werden im Jahr 2018 fünf themenspezifische Vertiefungsworkshops (Teilnehmende aus Gewerkschaften/Betriebsräten/HBS, Wirtschaft, Wissenschaft und Ministerien) zu von den Gewerkschaften und der HBS ausgewählten Themen, die im Rahmen des Monitorings identifiziert wurden, durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Rahmen von Kurzanalysen veröffentlicht.

Eine Übersicht zum Vorgehen im Projekt bietet das Schaubild „Innovationspolitische Schwerpunkte: Identifikation und Auswahl“.



Quelle: Hans-Böckler-Stiftung

Als „Sehr dringlich“ wurden von den Teilnehmenden des Workshops folgende Themen bewertet:

- Smart Data als rasant wachsendes Beschäftigungsfeld: Technologie, Arbeit und Qualifizierung

- Innovative Geschäftsmodelle in sensiblen Bereichen
  - FinTech: Disruptionen in der Finanzdienstleistungsbranche
  - Neue Geschäftsmodelle in der Ernährungsindustrie im Zuge der digitalen Transformation
- Die Blockchain: Dokumentierte Abwicklung von Transaktionen ohne übergeordnete Instanz
- Arbeiten in der zukünftig vernetzten Klinik

Als „Dringlich“ wurden folgende Themen eingestuft:

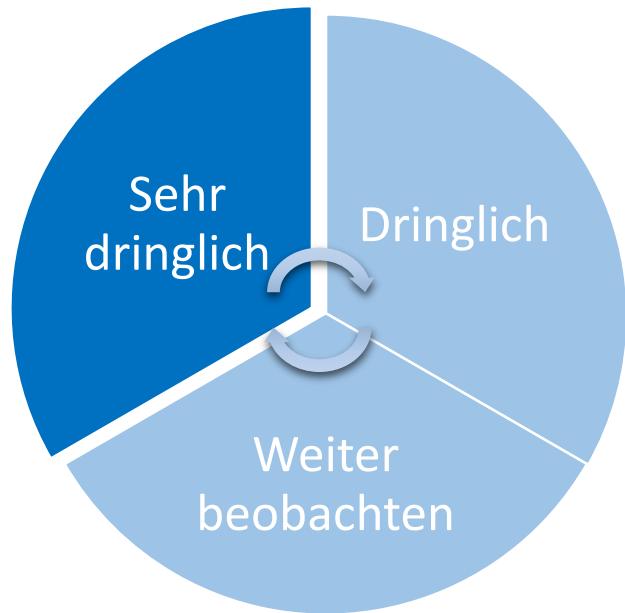
- Smarte Sensorik: Verbesserte Transparenz und Sicherheit für die Lebensmittelindustrie und ihre Beschäftigten
- Chatbots in der Kundenbetreuung: Unterstützung für die Beschäftigten oder Ersetzen der Beschäftigten?

Alle weiteren Themen, die nicht in die oben aufgeführte Auswahl gekommen sind, werden im Rahmen eines sogenannten Themenspeichers unter „Weiter beobachten“ laufen. Diese sind:

- Applied Interactive Technologies (APITs): Spielend Gesund mit Serious Games, VR-, AR-, MR-Anwendungen für Patienten, Ärzte und Pflegepersonal
- Holz als Bau- und Werkstoff der Zukunft
- Hygiene als Herausforderung im Bereich Gesundheit: Mensch und Technologie
- Informations- und Kommunikationstechnologien auf Basis von Quanten, Photonen und DNA: Ein gewaltiger Innovationssprung
- Katalysatoren für die Umwandlung von CO<sub>2</sub> in Energieträger
- Neue Ansätze für die Fleischherstellung: Disruption in der Ernährungsindustrie
- Theranostik: Auf vielen Wegen in das Gesundheitswesen
- Thermophotovoltaik – Direkte Stromerzeugung aus ungenutzter Sonnen- oder Abwärme

Das vorliegende Working Paper dient dazu, die Ergebnisse des Projektes „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ aus dem Jahr 2017 zu dokumentieren und durch diese Ergebnisse eine Sensibilisierung für die aufgeworfenen Themen und Fragen bei Arbeitnehmerakteuren sowie interessierten Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zu erreichen. Die Links zu Quellen im Internet wurden letztmals am 24. Mai 2018 auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft.

## Sehr dringlich



# Smart Data als rasant wachsendes Beschäftigungsfeld: Technologie, Arbeit und Qualifizierung

## Worum geht es?

Durch das Erschließen von Unmengen von Daten („Big Data“), die sich lange Zeit nicht verarbeiten ließen, sollen Geschäftsabläufe und Entscheidungsprozesse in Unternehmen und öffentlichen Organisationen optimiert oder automatisiert werden. Grundlage für die massenhafte Generierung von Daten sind z. B. Sensoren in der Industrie, das *Internet der Dinge* oder die Abwicklung digitaler Geschäftsprozesse. Bei Verkaufsplattformen wie Amazon oder eBay fallen täglich etwa 100 Millionen Gigabyte Daten an<sup>6</sup>, in der Industrie werden Maschinenzustände statt wie früher im Viertelstundentakt inzwischen sekündlich gemessen<sup>7</sup> – neunhundertmal häufiger. Entscheidend ist nun, dass diese Daten nicht nur für die jeweiligen, direkten Prozesse genutzt werden, sondern auch durch Kombination unterschiedlicher Datentypen neue Erkenntnisse gewonnen werden. Der „Vorgang des Veredelns von Daten“ wird meist als Smart Data bezeichnet. Technisch ist das durch Speichern statt Verwerfen genutzter Daten sowie überaus leistungsfähiger Rechner für eine Echtzeitverarbeitung mit entsprechenden Algorithmen möglich. In den – aus der Vogelperspektive betrachtet – unstrukturierten Daten können dadurch verborgene Muster erkannt und Beziehungen hergestellt werden, die Antworten außerhalb des Erwarteten geben können.

Dabei ist Smart Data kein Selbstzweck, sondern hat u. a. folgende Nutzungspotenziale<sup>8</sup>:

- Aufdecken unbekannter Zusammenhänge in Datensätzen,
- bessere Steuerung operativer Prozesse,
- zustandsorientierte Instandhaltung,
- besseres Verständnis von Kunden, Markt und Wettbewerb,
- Entwicklung neuer Geschäftsmodelle,

---

6 [www.techtag.de/digitalisierung/industrie-4-0/big-data-smart-data-die-wichtigsten-keywords-erklaert/](http://www.techtag.de/digitalisierung/industrie-4-0/big-data-smart-data-die-wichtigsten-keywords-erklaert/)

7 [www.vdi-nachrichten.com/Technik/Dem-Energieverbrauch-Spur](http://www.vdi-nachrichten.com/Technik/Dem-Energieverbrauch-Spur)

8 [www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Smart-Data-Business.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Smart-Data-Business.pdf?__blob=publicationFile&v=6)

[www.stuttgart.ihk24.de/Fuer-Unternehmen/innovation/digitale-wirtschaft/digitale-technologien/Big-Data---Smart-Data/3411998](http://www.stuttgart.ihk24.de/Fuer-Unternehmen/innovation/digitale-wirtschaft/digitale-technologien/Big-Data---Smart-Data/3411998).

- Entdeckung von Betrugsvorgängen und Vermögensverlusten,
- effizientere und genauere Ressourcen-Planung,
- Logistikoptimierung und
- Automatisierung von Entscheidungen.

Mit Smart Data-Lösungen wurden im Jahr 2012 weltweit 2,5 Mrd. Euro umgesetzt<sup>9</sup>, 18 Mrd. US-Dollar im Jahr 2014. 2026 sollen es 92 Mrd. US-Dollar sein<sup>10</sup>. Eine wichtige Rolle spielt Smart Data auch für die *Künstliche Intelligenz*, deren *wissensbasierte Systeme* bereits in den 1990er Jahren als *Expertensysteme* einen unvollkommenen Start hatten. Damals litten die Expertensysteme an begrenzten Daten, die vorrangig aus der direkten Umgebung des Problems stammten. Durch die allgegenwärtige Vernetzung und Datenaufbereitung mittels Smart Data wird die Datengrundlage wesentlich besser und muss nicht wie früher in großen Teilen händisch eingespeist werden.

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Smart Data spielt in folgenden Anwendungen und Branchen eine Rolle<sup>11</sup>:

- Produktionstechnik und dazu gehöriger industrieller Kontext
- Energie: Versorgungssicherheit, Effizienz, Einsparungen, Netzstabilität, Verbesserung des Energiemanagements
- Verkehr: Logistik, effizientere Mobilität von Personen und Gütern, ökologisch-orientierte Verkehrsplanung, automatisierter Straßenverkehr
- Gesundheit: individualisierte Patientenversorgung, technische Erweiterung medizinischer Geräte
- Öffentliche Verwaltung: Zusammenführen und Interpretation statistischer Datenquellen, Open Data als systematische Offenlegung von Verwaltungsdaten in Bund, Länder und Kommunen

Nach Prognosen sollen im Jahr 2020 ein Drittel aller weltweit angefallenen Daten aus dem Gesundheitswesen stammen.<sup>12</sup> Eine typische An-

---

9 [www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SmartData\\_NL1.pdf?blob=publicationFile&v=5](http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SmartData_NL1.pdf?blob=publicationFile&v=5)

10 [www.fzi.de/aktuelles/news/detail/artikel/fachkraefte-fuer-smart-data-neun-thesen-zum-bedarf-heute-und-morgen/](http://www.fzi.de/aktuelles/news/detail/artikel/fachkraefte-fuer-smart-data-neun-thesen-zum-bedarf-heute-und-morgen/)

11 [www.gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Meldungen/2015/Smart\\_Data\\_Positions\\_papier\\_Geschaeftsmodelle\\_Nov\\_2015.pdf](http://www.gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Meldungen/2015/Smart_Data_Positions_papier_Geschaeftsmodelle_Nov_2015.pdf)

wendung bei Patienten mit Pumpschwäche des Herzens (chronische Herzinsuffizienz) ist bereits heute realisiert. Die Patienten bemerken eine Verschlechterung ihrer Herzfunktion meist zeitlich verzögert. Eine Diagnose, quasi ein Frühwarnsystem für schleichende Veränderungen, kann aber bereits früher gestellt werden, wenn über telemedizinische Betreuung Messwerte vorliegen und ausgewertet werden. Smart-Data-Anwendungen im Gesundheitswesen sind dadurch geprägt, dass Patienten sowohl Träger als auch gleichzeitig Nutznießer des Informationsaustausches sind.<sup>13</sup> Aber auch das Auffinden des für einen Patienten geeigneten Arzneimittels auf Basis fallbezogener Daten anderer Patienten ist eine klassische Smart Data-Anwendung.

In der Schnittstelle von Energietechnik und industrieller Anwendung sind Smart Data-Ansätze bereits verbreitet, um die Energieeffizienz nicht nur für einzelne Anlagen, sondern für ganze Systeme zu verbessern. Für den Flughafen Stuttgart wurde z. B. eine sensorbasierte Smart-Data-Plattform eingerichtet, die Energiemanagementdaten, Wetterprognosen und eine Anbindung an Energieversorger kombiniert. Die Daten stehen über die Gebäudeleittechnik in der Regel bereits zur Verfügung, werden jedoch wenig genutzt und liegen brach.<sup>14</sup> Ein Automobilzulieferer vergleicht das Prozessverhalten und den Energieverbrauch baugleicher Maschinen in seinen verschiedenen Werken in Europa und erfährt dadurch von für den Energieverbrauch ungünstig eingestellten Parametern an einzelnen Standorten. Außerdem kann über die Auswertung des detailliert aufgezeichneten Maschinenverhaltens eine zustandsorientierte Instandhaltung möglich gemacht werden, ohne feste Wartungsintervalle.<sup>15</sup>

In Politik und Verwaltung sind eine Vielzahl von Anwendungen denkbar<sup>16</sup>, die derzeit hauptsächlich im Ausland praktiziert werden. Eine Ausnahme ist das „prospective policing“, mit dem die Polizei Einbrüche per Software vorhersagen will, was in einigen deutschen Städten bereits genutzt wird. Prinzipiell steht im öffentlichen Sektor in Deutschland erst einmal die grundsätzliche, digitale und vernetzte Verwaltung im Fokus,

---

12 [www.deutschland-intelligent-vernetzt.org/app/uploads/sites/4/2015/12/151116\\_FG2\\_018\\_PG\\_Smart\\_Data\\_Thesenpapier\\_SmartData\\_Gesundheitswesen.pdf](http://www.deutschland-intelligent-vernetzt.org/app/uploads/sites/4/2015/12/151116_FG2_018_PG_Smart_Data_Thesenpapier_SmartData_Gesundheitswesen.pdf)

13 [www.deutschland-intelligent-vernetzt.org/app/uploads/sites/4/2015/12/151116\\_FG2\\_018\\_PG\\_Smart\\_Data\\_Thesenpapier\\_SmartData\\_Gesundheitswesen.pdf](http://www.deutschland-intelligent-vernetzt.org/app/uploads/sites/4/2015/12/151116_FG2_018_PG_Smart_Data_Thesenpapier_SmartData_Gesundheitswesen.pdf)

14 [www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SmartData\\_NL1.pdf?blob=publicationFile&v=5](http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/SmartData_NL1.pdf?blob=publicationFile&v=5)

15 [www.vdi-nachrichten.com/Technik/Dem-Energieverbrauch-Spur](http://www.vdi-nachrichten.com/Technik/Dem-Energieverbrauch-Spur)

16 [www.iit-berlin.de/de/publikationen/smart-und-big-data-fuer-den-oeffentlichen-sektor/](http://www.iit-berlin.de/de/publikationen/smart-und-big-data-fuer-den-oeffentlichen-sektor/)

nicht die Smart-Data-Anwendungen, wie es die Programme des Nationalen IT-Gipfels 2016<sup>17</sup> und des Digital-Gipfels 2017<sup>18</sup> des BMWi zeigen. Perspektivisch wäre es durch Smart Data möglich, mittels Visualisierung großer Datenbestände evidenzbasierte, politische Entscheidungen zu unterstützen.

## **Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?**

Eine ständig wachsende Zahl sehr leistungsfähiger sogenannter Big-Data-Technologien für ausgewählte Anwendungsbereiche bietet den Beschäftigten in diesem Bereich passende Werkzeuge für ihre Analysen. Diverse Großunternehmen stellen mittlerweile viele Spezialisten für den Bereich Smart Data ein, d. h. hier ist ein deutlicher Aufwuchs an Beschäftigung zu beobachten. In der Regel sind die neuen Beschäftigten Akademiker, die z. B. einen universitären Abschluss als Data Analyst oder Data Scientist mitbringen. Sie werten große Datenmengen aus und entwickeln mit komplexen mathematischen Modellen statistische Vorphersagemodele. Das Berufsbild Data Scientist besteht aus einer Kombination von Statistiker, Software-Entwickler und Datenanalyst, auch Mathematiker mit entsprechenden Fähigkeiten sind gefragt.<sup>19</sup>

Die Zahl der auf dem Arbeitsmarkt gesuchten Software-Entwickler mit Kenntnissen in *Big Data* wird vom Branchenverband BITKOM erst seit dem Jahr 2014 erfasst. 45 Prozent der IKT-Unternehmen mit offenen Stellen suchten 2015 Software-Entwickler mit Big Data-Erfahrung – dieser Anteil wird nur von Kenntnissen im Cloud Computing übertroffen.<sup>20</sup> Im Jahr 2016 waren bei 47 Prozent der Stellen Big Data-Kenntnisse gefragt, dieses Merkmal stand auf dem ersten Platz.<sup>21</sup>

Über die Formen der Arbeit in solchen Arbeitsgruppen ist gegenwärtig wenig bekannt. Unklar ist z. B. in welchen Formen Arbeitnehmerdatenschutz dabei thematisiert wird oder, inwieweit Facharbeit (im Sinne der dualen Ausbildung) in diesem wachsenden Beschäftigungsfeldern eine Rolle einnehmen kann – dies vor dem Hintergrund, dass bisher die

---

17 [www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/IT-Gipfel/Publikation/2016/it-gipfel-2016-programm.pdf?blob=publicationFile&v=13](http://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/IT-Gipfel/Publikation/2016/it-gipfel-2016-programm.pdf?blob=publicationFile&v=13)

18 [www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digital-Gipfel/Publikation/2017/digital-gipfel-2017-gipfelbroschuere.pdf?blob=publicationFile&v=5](http://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digital-Gipfel/Publikation/2017/digital-gipfel-2017-gipfelbroschuere.pdf?blob=publicationFile&v=5)

19 [www.mittelstandswiki.de/wissen/Berufsbild\\_Data\\_Scientist](http://www.mittelstandswiki.de/wissen/Berufsbild_Data_Scientist)

20 [www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-Pls/2015/09-September/Bitkom-Charts-PK-IT-Fachkraefte-30-09-2015.pdf](http://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-Pls/2015/09-September/Bitkom-Charts-PK-IT-Fachkraefte-30-09-2015.pdf)

21 [www.bitkom.org/Presse/Pressegrafik/2016/November/Bitkom-Charts-IT-Fachkraefte-14-11-2016-final.pdf](http://www.bitkom.org/Presse/Pressegrafik/2016/November/Bitkom-Charts-IT-Fachkraefte-14-11-2016-final.pdf)

enge Zusammenarbeit zwischen Akademikern und Facharbeitern einen Vorteil des Standortes Deutschland im internationalen Vergleich ausmacht. In den gesichteten Publikationen und Stellenanzeigen spielte der dual ausgebildete Fachinformatiker im Bereich Smart Data keine Rolle. Generell handelt es sich um ein sehr junges Gebiet der Informatik, für welches die passenden Ausbildungen und Studiengänge noch geschaffen bzw. angepasst werden müssen.<sup>22</sup> Ein aufstrebendes Fachgebiet führt meist zu einem Weiterbildungsmarkt, entsprechende Angebote sprechen allerdings nur Akademiker an.<sup>23</sup>

*Tabelle 1: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie existiert und wird stark wachsen, entsprechende Stellenbeschreibungen gibt es seit wenigen Jahren</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bisher rein akademisches Arbeitsgebiet</li> <li>• die Rolle von Facharbeitern im Rahmen der dualen Ausbildung – wie Fachinformatiker – ist nicht definiert</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsszenarien und ihre Einführung erscheinen inkrementell</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• da Datenschutzaspekte eine wichtige Rolle spielen, werden deutsche Projekte bevorzugt in Deutschland umgesetzt werden</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ

22 [www.gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Meldungen/2015/Smart\\_Data\\_Positionspapier\\_Geschaeftsmodelle\\_Nov\\_2015.pdf](http://www.gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Aktuelles/Meldungen/2015/Smart_Data_Positionspapier_Geschaeftsmodelle_Nov_2015.pdf)

23 [www.academy.fraunhofer.de/de/weiterbildung/information-kommunikation/data-scientist-schulungen.html](http://www.academy.fraunhofer.de/de/weiterbildung/information-kommunikation/data-scientist-schulungen.html)

## Innovative Geschäftsmodelle in sensiblen Bereichen

Im Rahmen des Workshops votierten die Expertinnen und Experten dafür, zwei Themenprofile zusammenzuführen und unter dem Titel „Innovative Geschäftsmodelle in sensiblen Bereichen“ aufzuführen, um z. B. die Konkurrenzsituation dieser Technologien zukünftig intensiver berücksichtigen zu können. Die 2 ursprünglichen Themenprofile waren: „FinTech: Disruptionen in der Finanzdienstleistungsbranche“ und „Neue Geschäftsmodelle in der Ernährungsindustrie im Zuge der digitalen Transformation“.

### **FinTechs: Disruptionen in der Finanzdienstleistungsbranche**

#### **Worum geht es?**

Gestützt auf digitalen Technologien tauchen neue Finanzunternehmen und Start-Ups (abgekürzt FinTechs) am Markt auf, die alternative Finanzangebote und Geschäftsmodelle anbieten. Sie haben das Potenzial, traditionelle Bankprozesse und -geschäfte disruptiv zu verändern. Laut einer aktuellen Studie des Beratungsunternehmens McKinsey könnte ca. ein Drittel aller traditionellen Bankgeschäfte in Deutschland verdrängt werden.<sup>24</sup> Diese gravierenden Veränderungen bieten nach dieser Studie für die FinTechs selbst eine Chance. Für traditionelle Finanzunternehmen, die rechtzeitig ihre Strategie und ihre Angebote anpassen können, seien sie ebenfalls chancenreich. Noch beschränkt sich das Angebot der FinTechs hauptsächlich auf Privatkunden. Lösungen für Geschäftskunden sind bisher weniger ausgeprägt. Nach McKinsey wären jedoch alleine in Europa ca. 60 Prozent der KMUs bereit, auf online-Finanzangebote und -dienstleistungen zurückzugreifen. Mit der weiteren Entwicklung von FinTechs sind vielfältige Fragestellungen verbunden: z. B. bezüglich der erforderlichen Kompetenzen für Angestellte in FinTech-Unternehmen, des möglichen Regulierungs- und Standardisierungsbedarfs angesichts neuer Formen der Arbeitsorganisation und des Angebots von Finanzdienstleistungen oder auch der notwendigen orga-

---

24 [www.mckinsey.de/files/160425\\_fintechs.pdf](http://www.mckinsey.de/files/160425_fintechs.pdf)

nisatorischen Veränderungen aufseiten der Kunden von FinTech-Unternehmen.

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Laut einer im Auftrag des Bundesfinanzministeriums durchgeföhrten Studie zum FinTech-Markt in Deutschland ist eine allgemeingültige Definition des Begriffs FinTech gegenwärtig nicht möglich.<sup>25</sup> Derzeit kann festgehalten werden, dass es bei der Kombination aus den Worten „Financial Services“ und „Technology“ in der Regel um junge Unternehmen geht, die mit Hilfe technologiebasierter Systeme spezialisierte und besonders kundenorientierte Finanzdienstleistungen anbieten.<sup>26</sup> Je nach Auslegung werden auch technologiebasierte Unternehmen, die Versicherungen und sonstige finanznahe Dienstleistungen online anbieten, sowie Unternehmen, die Software für Finanzdienstleister anbieten, ebenfalls zu den FinTechs gezählt. Produkte und Geschäftsmodell der FinTechs sind meist internetbasiert und anwendungsorientiert. Ihnen zugrunde liegen Technologien wie mobile IuK-Technologien, Cloud-Computing und Big Data.<sup>27</sup> Leichtere Bedienbarkeit, höhere Effizienz und Transparenz sowie Automatisierung der Geschäftsvorgänge sollen FinTechs von traditionellen Banken unterscheiden – und einen Mehrwert für Kunden bieten. Durch die Durchdringung von mobilen Kommunikationstechnologien, allen voran Smartphones, werden direkte und individuelle internetbasierte Point-of-Sales möglich.<sup>28</sup> Neben dem Angebot und Vertrieb traditioneller Finanzprodukte über neue digitale Wege, bieten FinTechs bisweilen auch neue Dienste an, wie beispielsweise länderübergreifende Peer-to-Peer(P2P)-Zahlungen, Mikrodarlehen oder algorithmenbasierte Anlageplattformen.<sup>29</sup>

Eine aktuelle Schätzung geht von über 540 FinTechs momentan in Deutschland aus. Die FinTech-Branche gilt als sehr jung – 28 Prozent der deutschen FinTechs wurden erst 2015 gegründet. Die Branche ist betreffen der Anzahl der Unternehmen insgesamt um ca. 60 Prozent seit

---

25 [www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Internationales\\_Finanzmarkt/2016-11-21-Gutachten.html](http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Internationales_Finanzmarkt/2016-11-21-Gutachten.html)

26 [www.syracom.de/uploads/media/Banken\\_und\\_die\\_Herausforderung\\_FinTech\\_Revolution\\_oder\\_Evolution\\_-\\_IT\\_Finanzmagazin.pdf](http://www.syracom.de/uploads/media/Banken_und_die_Herausforderung_FinTech_Revolution_oder_Evolution_-_IT_Finanzmagazin.pdf)

27 [www.syracom.de/uploads/media/Banken\\_und\\_die\\_Herausforderung\\_FinTech\\_Revolution\\_oder\\_Evolution\\_-\\_IT\\_Finanzmagazin.pdf](http://www.syracom.de/uploads/media/Banken_und_die_Herausforderung_FinTech_Revolution_oder_Evolution_-_IT_Finanzmagazin.pdf)

28 [www.law.hku.hk/aiifl/wp-content/uploads/ppt/JFR-Arner\\_Douglas\\_ppt.pdf](http://www.law.hku.hk/aiifl/wp-content/uploads/ppt/JFR-Arner_Douglas_ppt.pdf)

29 Siehe FN 1.

2014 gewachsen. Die Fluktuation ist jedoch groß: Nach einer Studie von Comdirect wurde 2015 jeden zweiten Tag ein FinTech-Startup in Deutschland gegründet, während andere das Geschäft nach kurzer Zeit am Markt wieder einstellten. FinTechs können als Motoren des deutschen Venture Capital-Marktes angesehen werden und verbuchen den größten Anteil (27 Prozent, 1,3 Mrd. EUR VC seit 2012) am gesamten in Deutschland investierten VC. Allein zwischen Januar und September 2016 haben deutsche FinTech-Unternehmen 507 Mio. EUR VC, ca. 48 Prozent des gesamten VC in diesem Zeitraum, angezogen – mehr als im gesamten Vorjahr (2015: 435 Mio. EUR).<sup>30</sup> Diese Entwicklung steht im Kontrast zu einem weltweit insgesamt zurückgehenden VC-Volumen. In Europa stellt Deutschland den zweitgrößten FinTech-Markt nach Großbritannien.<sup>31</sup> Wie sich der Brexit auf die Stellung des britischen FinTech-Markts auswirken wird, ist noch nicht abzusehen – Einige Experten erwarten, dass der deutsche FinTech-Markt in Folge des Brexit in Zukunft eine Führungsrolle einnehmen könnte.<sup>32</sup> Die meisten FinTechs in Deutschland bedienen die (Teil-)Segmente „Zahlungsverkehr“ sowie „Spenden- und gegenleistungsbasiertes Crowdfunding“ – gefolgt von den Teilsegmenten „Sonstige FinTechs (z. B. Suchmaschinen und Vergleichsportale) und „Crowdinvesting“.<sup>33</sup>

Unter Fachleuten besteht Einigkeit darüber, dass durch das Aufkommen am Markt von vielen neuen technologiebasierten Finanzanbietern strukturell tiefgreifende Veränderungen innerhalb des Finanzmarktes zu erwarten sind.<sup>34</sup> Laut aktuellen Umfragen gehen 88 Prozent der Finanzdienstleister davon aus, in Zukunft weiterhin Marktanteile an FinTechs zu verlieren.<sup>35</sup> Während der Wettbewerb auf dem B2C(Business to Consumer)-Markt bereits heute schon groß ist, erscheint der B2B(Business to Business)-Markt als besonders interessant für neue FinTech-Angebote in Zukunft.<sup>36</sup> FinTechs könnten so dazu beitragen, Finanzierungslücken bei KMUs zu schließen. Inwiefern die Entwicklung traditionelle Finanzinstitute tatsächlich verdrängen wird – und in welchem Um-

---

30 [www.static.comdirect.de/content/Blog/comdirect\\_FinTech\\_Studie.pdf](http://www.static.comdirect.de/content/Blog/comdirect_FinTech_Studie.pdf)

31 [www.finletter.de/4286/bank-neu-denken-3-fintech-umbruch-thesen-2017/#ixzz4jVCDgr2e](http://www.finletter.de/4286/bank-neu-denken-3-fintech-umbruch-thesen-2017/#ixzz4jVCDgr2e)

32 [www.fintechinsider.de/fintech-brexit](http://www.fintechinsider.de/fintech-brexit)

33 Siehe FN 1.

34 [www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Monatsberichte/2016/11/Inhalte/Kapitel-3-Analysen/3-1-Digitalisierung-des-Finanzmarktes-Deutschland.html](http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Monatsberichte/2016/11/Inhalte/Kapitel-3-Analysen/3-1-Digitalisierung-des-Finanzmarktes-Deutschland.html)

35 [www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2017/fintech-ist-der-neue-mainstream-sagt-die-finanzindustrie.html](http://www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2017/fintech-ist-der-neue-mainstream-sagt-die-finanzindustrie.html)

36 [www.finletter.de/4286/bank-neu-denken-3-fintech-umbruch-thesen-2017/#ixzz4jVCDgr2e](http://www.finletter.de/4286/bank-neu-denken-3-fintech-umbruch-thesen-2017/#ixzz4jVCDgr2e)

fang – ist gegenwärtig nicht einzuschätzen: tatsächlich scheitern viele neu gegründete FinTechs an fehlendem Marketing zum erfolgreichen Vertrieb ihrer Produkte oder am mangelnden Vertrauen auf Seiten der Kunden. Auch ist fraglich, ob der Kunde es tatsächlich als Mehrwert empfinden wird, für jedes einzelne Finanzprodukt oder -dienstleistung auf eine spezielle App oder einen speziellen Dienst angewiesen zu sein.<sup>37</sup> Es ist eher wahrscheinlich, dass traditionelle Finanzinstitute einerseits zukünftig neue, mobile, digital gestützte Finanzprodukte anbieten und andererseits vermehrt mit FinTechs kooperieren werden. Heute kooperieren schon 45 Prozent aller Finanzunternehmen weltweit mit FinTechs.<sup>38</sup> Für traditionelle Finanzunternehmen ist eine solche Kooperation eine Möglichkeit, ihre Marktstellung auch in Zukunft zu erhalten.<sup>39</sup>

Die rasante Entwicklung der FinTech-Szene geht mit neuen Herausforderungen einher, die sich aus den neuen Geschäftsmodellen und Wertschöpfungsketten ergeben. Um diese Entwicklungen zu begleiten, hat das Bundesfinanzministerium im März 2017 den FinTech-Rat gegründet, der der Politik zu Chancen und Risiken beratend zur Seite stehen soll.<sup>40</sup> Eine wesentliche Herausforderung stellt die Aufsichts- und Regulierungsproblematik dar, da nicht alle heutigen FinTechs unter die Aufsicht der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) fallen. Für traditionelle Banken, die auf die Konkurrenz durch FinTechs reagieren, sich neu aufstellen und Online-Produkte ähnlich denen der FinTechs anbieten wollen, stellen wiederum die IT-Komplexität sowie der nötige Mentalitäts- und Kulturwandel z. T. große Herausforderungen dar.<sup>41</sup>

---

37 [www.finletter.de/5129/about-fintech-5-die-bank-gewinnt-immer](http://www.finletter.de/5129/about-fintech-5-die-bank-gewinnt-immer)

38 [www.statistacdn.s3.amazonaws.com/static/Press/Statista-Expertenbefragung%20Fintech%202016%20-%20Management%20Summary.pdf?utm\\_source=Dach\\_Mailing&utm\\_campaign=97603f3446-BK\\_Newsletter\\_DE\\_0417&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_47ce009822-97603f3446-292709433](http://www.statistacdn.s3.amazonaws.com/static/Press/Statista-Expertenbefragung%20Fintech%202016%20-%20Management%20Summary.pdf?utm_source=Dach_Mailing&utm_campaign=97603f3446-BK_Newsletter_DE_0417&utm_medium=email&utm_term=0_47ce009822-97603f3446-292709433),  
[www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2017/fintech-ist-der-neue-mainstream-sagt-die-finanzindustrie.html](http://www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2017/fintech-ist-der-neue-mainstream-sagt-die-finanzindustrie.html)

39 [www.finletter.de/5129/about-fintech-5-die-bank-gewinnt-immer/](http://www.finletter.de/5129/about-fintech-5-die-bank-gewinnt-immer/)

40 [www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Pressemitteilungen/Finanzpolitik/2017/03/2017-03-22-pm-fintech.html](http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Pressemitteilungen/Finanzpolitik/2017/03/2017-03-22-pm-fintech.html)

41 [www.syracom.de/uploads/media/Banken\\_und\\_die\\_Herausforderung\\_FinTech\\_Revolution\\_oder\\_Evolution\\_-\\_IT\\_Finanzmagazin.pdf](http://www.syracom.de/uploads/media/Banken_und_die_Herausforderung_FinTech_Revolution_oder_Evolution_-_IT_Finanzmagazin.pdf)

## Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?

Laut einer Studie der Citibank könnten in Folge der FinTech-Entwicklung bis zu 30 Prozent der Beschäftigten im traditionellen Bankbereich ihren Arbeitsplatz verlieren. Somit könnte die Zahl der Bankmitarbeiter in Europa von 2,9 Mio. in 2015 auf 1,8 Mio. bis 2025 fallen, ähnlich der Trend in den USA – mit einem prognostizierten Stellenabbau in Höhe von 1,8 Mio. Arbeitsplätzen bis 2025.<sup>42</sup> Tatsächlich sind im Jahr 2015 in Deutschland fast 13.000 Stellen im traditionellen Bankgeschäft abgebaut worden.<sup>43</sup> Zwar würden im Zuge der Entwicklung neuer Produkte sowie der Zusammenarbeit zwischen traditionellen Banken und FinTechs zu der Schaffung neuer Arbeitsplätze kommen – allerdings solche mit z. T. anderen Kompetenzanforderungen. Gefragt seien künftig „eher IT-Skills, Marketing-Know-how und Anpassungsfähigkeit als traditionelles Finanzwissen“, laut Veranstaltungsteam der FinTech Week Hamburg. Der mit der Entwicklung neuer technologiebasierter Produkte einhergehende Mentalitätswandel bringt für traditionelle Finanzunternehmen zudem organisationale Veränderungen mit sich.

*Tabelle 2: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FinTech-Szene in Deutschland sehr dynamisch, entsprechend groß ist der Wettbewerbsdruck für Finanzunternehmen</li> </ul>
Auswirkungen auf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eine Vielzahl von Arbeitsplätzen könnte im traditionellen Bankbereich abgebaut werden</li> <li>• die Entwicklung neuer technologiebasierter Finanzprodukte erfordert neue Kompetenzen von den Mitarbeitern sowie organisationale Veränderungen</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• groß</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland könnte in Folge des Brexit zum führenden europäischen FinTech-Markt werden</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ

42 [www.dasinvestment.com/citibank-studie-fintechs-koennten-in-den-kommenden-10-jahren-30-der-bankjobs-zerstoeren/](http://www.dasinvestment.com/citibank-studie-fintechs-koennten-in-den-kommenden-10-jahren-30-der-bankjobs-zerstoeren/)

43 [www.fintechweek.de/wp-content/uploads/2016/10/20161006\\_Fintech-Career-Day\\_Pressemeldung.pdf](http://www.fintechweek.de/wp-content/uploads/2016/10/20161006_Fintech-Career-Day_Pressemeldung.pdf)

## **Neue Geschäftsmodelle in der Ernährungsindustrie im Zuge der digitalen Transformation**

### **Worum geht es?**

Unternehmen wie AmazonFresh<sup>44</sup>, MyMüsli<sup>45</sup> oder GreenOx<sup>46</sup> machen es gegenwärtig vor. Sie entwickeln neue Geschäftsmodelle in der Ernährungsindustrie, indem sie die digitale Transformation sehr aktiv nutzen und ihre Produkte und Dienstleistungen über sogenannte Plattformen im Internet an die Kundin bzw. an den Kunden bringen. Und auch andere, seit Langem etablierte Unternehmen, wie z. B. REWE ziehen nach.<sup>47</sup> Bei diesem Ansatz geht es vor allem um eine kundenbedürfnisbasierte Entwicklung von neuen Lösungen und nicht um die Verbesserung alter (in der Vergangenheit erfolgreicher) Geschäftsmodelle oder seit langem etablierter Produkte. Ähnliche Entwicklungen im Bereich der Ernährungsindustrie waren in jüngerer Vergangenheit noch vielfach gescheitert. Mit dem Online-Handel von Lebensmitteln ließen sich z. B. in Deutschland kaum neue ertragreiche Geschäfts- und Beschäftigungsmodelle entwickeln.<sup>48</sup> Ein ganz entscheidender Aspekt für den Erfolg solcher neuer Geschäftsmodelle liegt z. B. darin, dass eine sogenannte individualisierte Massenfertigung (englisch: mass customization) über eine spezielle Software den Kunden die Ware selbst gestalten lässt. Für den Produzenten liegt u. a. der Vorteil darin, dass die Produktionskosten reduziert werden können, indem die vom Kunden gewünschten, tatsächlichen Bedarfsmengen hergestellt werden. Für den Kunden hat es u. a. den Vorteil, dass ein Nutzen entsteht, indem bspw. individueller Geschmack und Allergien bei der Herstellung des Lebensmittels berücksichtigt werden.<sup>49</sup>

---

44 [www.faz.net/aktuell/finanzen/aktien/amazon-kauf-von-whole-foods-laesst-wal-mart-aktionare-zittern-15069609.html](http://www.faz.net/aktuell/finanzen/aktien/amazon-kauf-von-whole-foods-laesst-wal-mart-aktionare-zittern-15069609.html)

45 [www.stuttgarter-nachrichten.de/inhalt.umkaempfter-markt-die-muesli-revolution.a1f9dc10-efad-4b95-8fe0-a823492e73b8.html](http://www.stuttgarter-nachrichten.de/inhalt.umkaempfter-markt-die-muesli-revolution.a1f9dc10-efad-4b95-8fe0-a823492e73b8.html)

46 [www.greenox.de/pages/philosophie](http://www.greenox.de/pages/philosophie)

47 [www.stern.de/wirtschaft/news/rewe-kopiert-amazon---und-eroeffnet-marktplatz-im-netz-7502898.html](http://www.stern.de/wirtschaft/news/rewe-kopiert-amazon---und-eroeffnet-marktplatz-im-netz-7502898.html)

48 Brink, G./Chaves, F. (2017): Das Internet der Dinge und neue digitale Geschäftsmodelle in der Lebensmittelindustrie, in: Schallmo, D. et al. (Hg.) (2017): Digitale Transformation von Geschäftsmodellen, Wiesbaden

49 [www.aachener-zeitung.de/news/hochschule/mass-customization-mein-muesli-meine-vanille-cola-meine-bratwurst-1.907054](http://www.aachener-zeitung.de/news/hochschule/mass-customization-mein-muesli-meine-vanille-cola-meine-bratwurst-1.907054)

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Die Ernährungsindustrie gilt nach einer Studie von PWC gemessen an Umsatz und Beschäftigung mit zu den führenden Industrien in Deutschland. Nach den Studienergebnissen steht sie jedoch seit einiger Zeit unter einem enorm hohen weltweiten Wettbewerbsdruck.<sup>50</sup> Vor dem Hintergrund eines zuweilen eingeschränkten Verbrauchervertrauens, lebensmittelbedingter Erkrankungen, geringer Margen der Unternehmen und teilweise großer Verschwendungen von Lebensmitteln und Ressourcen werden Innovationen in Verbindung mit Digitalisierung in der Ernährungsindustrie seit einiger Zeit bereits intensiv thematisiert und auf Forschungsseite gezielt angegangen.<sup>51</sup> Hinzu kommt noch, dass – nach einem aktuellen wissenschaftlichen Fachartikel<sup>52</sup> – diverse Nahrungsmittelhersteller kein bzw. wenig Wissen darüber haben, wer die Zulieferer ihrer direkten Zulieferer sind, und dass die Verbraucher in Deutschland als preissensibel sowie als sensibel für das Thema Lebensmittelsicherheit gelten. Neue Geschäftsmodelle auf der Basis digitaler Technologien, die eine bessere Qualität, mehr Lebensmittelsicherheit, veränderte Margen und bessere Formen der Beschäftigung hervorbringen können, zeichnen in diesem Kontext neue Wege für eine zukunftsfähige Ernährungsindustrie auf, die kunden-anangepasste Produktangebote und die Integration von Wertschöpfungsketten im Fokus haben. Der Kunde informiert sich heute mehr und mehr über soziale Medien, Apps, Marktplätze und Vergleichsportale über Lebensmittelprodukte. Solche Services werden aber in der Lebensmittelbranche noch nicht ausgeschöpft. Der Kunde wünscht zudem bzw. fordert Transparenz über die Qualität und setzt dabei z. B. auf Gütezeichen und Siegel. Daran ansetzen kann eine lückenlose Bereitstellung von Daten über Aufzucht und Anbau sowie Verarbeitung und Einhaltung der Kühlkette während des Transports und der Lagerung.<sup>53</sup>

Zum digitalen Wandel in der Lebensmittelproduktion und bei Geschäftsmodellen gibt es in Deutschland mittlerweile einige Forschungsprojekte mit starkem Anwendungsbezug. So kooperieren in Ostwestfalen-Lippe z. B. Hochschulangehörige mit Unternehmen mit dem Ziel, die

---

50 [www.pwc.de/de/handel-und-konsument/guter/die-digitalisierung-setzt-neue-standards-in-der-ernaehrungsindustrie.html](http://www.pwc.de/de/handel-und-konsument/guter/die-digitalisierung-setzt-neue-standards-in-der-ernaehrungsindustrie.html)

51 Siehe z. B. Fraunhofer IVV/TU München (2010): Studie zum Innovationssektor Lebensmittel und Ernährung, Freising und Berlin

52 Siehe FN 3

53 pwc (2015): Vom Acker bis zum Teller. Die vierte industrielle Revolution hat begonnen.

Herausforderungen der Märkte und die wahrgenommenen Potenziale des digitalen Wandels zu analysieren und daraus Schlussfolgerungen für KMU aus der Ernährungsindustrie abzuleiten. Damit soll es möglich werden, Konzepte aus der Informationstechnologie in die Prozesse der Lebensmittelproduktion zu integrieren und zusätzlich die Gründung von Start-ups zu voranzutreiben. Die Integration von Informationstechnologien in die Prozesse der Ernährungsindustrie und Start-ups wiederum sollen dazu beitragen, eine wirtschaftliche Stärkung der Region und angrenzender Regionen zu erreichen.<sup>54</sup>

Auch auf europäischer Ebene finden sich diverse Forschungsprojekte, in denen in Kooperation mit Unternehmen wissenschaftliche Einrichtungen die Potenziale der digitalen Transformation für die Ernährungsindustrie analysieren und die Ergebnisse mit Ziel aufbereiten sollen, KMU in der EU und in ihren Internationalisierungsaktivitäten zu stärken. Die Aktivitäten laufen z. B. in Plattformen wie der European Food Cluster Association<sup>55</sup> oder der Smart Specialisation Platform<sup>56</sup> zusammen und werden integriert in innovationspolitische Diskurse und Strategien. Darüber hinaus hat die Europäische Union gemeinsam mit China seit 2014–2015 eine sogenannte Flagship-Initiative zu „Food, Agriculture and Biotechnology (FAB)“ etabliert, im Rahmen derer finanziell gut ausgestattete Kooperationsprojekte zu neuen (digitalen) Entwicklungen in diesen Bereichen durchgeführt werden.<sup>57</sup> In den USA wird gegenwärtig u. a. ein Blueprint for a National Food Strategy diskutiert, der von der Harvard University et al. erarbeitet wurde.<sup>58</sup> Mit einer umfassenden Strategie, die auf den Prinzipien von Koordination, Partizipation, Transparenz und Zuverlässigkeit beruht, sollen Strukturen für die Weiterentwicklung hin zu einem gesunden, nachhaltigen, gerechten und ökonomisch vitalen Lebensmittelsystem aufgebaut werden. Dazu gehören auch digitale Plattformen. Zusätzliche Überlegungen aus der Industrie gehen in Richtung, dass über spezielle Server die vielen Kundendaten aus dem Lebensmittelbereich gezielt ausgewertet werden können und später für eine sogenannte Business Intelligence genutzt werden können.<sup>59</sup>

---

54 [www.owl-morgen.de/projekte/lebensmittel-40/](http://www.owl-morgen.de/projekte/lebensmittel-40/)

55 [www.eufca.eu/page/organisation](http://www.eufca.eu/page/organisation)

56 [www.s3platform.jrc.ec.europa.eu/agri-food](http://www.s3platform.jrc.ec.europa.eu/agri-food)

57 [www.eeas.europa.eu/sites/eeas/files/eu\\_china\\_research\\_in\\_fab.pdf](http://www.eeas.europa.eu/sites/eeas/files/eu_china_research_in_fab.pdf)

58 [www.foodstrategyblueprint.org/wp-content/uploads/2017/03/Food-Strategy-Blueprint.pdf](http://www.foodstrategyblueprint.org/wp-content/uploads/2017/03/Food-Strategy-Blueprint.pdf)

59 [www.efood.de/ist-amazon-fresh-nur-eine-lachnummer/#more-2159](http://www.efood.de/ist-amazon-fresh-nur-eine-lachnummer/#more-2159); [www.yesbank.in/pdf/digital\\_innovations\\_in\\_the\\_food\\_industry.pdf](http://www.yesbank.in/pdf/digital_innovations_in_the_food_industry.pdf)

## Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?

Wie dargestellt befindet sich die Ernährungsindustrie mit ihren Unternehmen und Beschäftigten in einer recht dynamischen Phase des digitalen Umbruchs mit neuen Geschäftsmodellen, die noch länger andauern wird. Aspekte wie Beschäftigungsentwicklung, Arbeitsorganisation, Arbeitsbelastung und Qualifikation der Beschäftigten in den neu entstehenden bzw. sich stark verändernden etablierten Unternehmen werden in schriftlichen Quellen bisher kaum behandelt. Deutlich wird, dass nicht nur neue Unternehmen (Start-ups) mit neuen Geschäftsmodellen sondern auch die etablierten Unternehmen mit veränderten Geschäftsmodellen auf ein sich stark veränderndes Umfeld in der Ernährungsindustrie reagieren, was auch Auswirkungen auf die Beschäftigten hat bzw. haben wird. Ausschließlich stationärer Lebensmittelhandel kann sich in der Regel kaum vor dem Internet verschließen. Für „klassische“ Online-Händler gilt umgekehrt, dass Ladengeschäfte als attraktive Ergänzung zum reinen Online-Shopping als „Showroom“ zum Anfassen und Testen etc. dienen können.<sup>60</sup> In Verbindung mit Start-Ups aus der Ernährungsindustrie, die am Markt bestehen, gibt es erste Hinweise auf ein rasanteres Wachstum bei der Zahl der Arbeitsplätze, das jedoch auch bei Insolvenzen schnell wieder abebben kann. Vorläufige tendenzielle Anzeichen für die Konturen von Arbeit in Start-ups der Ernährungsindustrie lassen sich auf der Basis einer ersten Auswertung von Einträgen in Blogs beschreiben.<sup>61</sup> So werden von Beschäftigten eines größeren Unternehmens aus der Branche Aspekte wie „junges, offenes und motiviertes Team“ und „nah am Kunden“ als positiv beurteilt. Des Weiteren gelten „flache Hierarchien und vielfältige Arbeitsaufgaben“ sowie „regelmäßige Meetings“ in der Aufbauphase eines Unternehmens als positiv. Negativ bewertet werden „hohe Fluktuation bei den Mitarbeitern und Personalmangel“, wodurch Instabilität und Unruhe entstehen. Auch die „verstärkte Kontrolle von Mitarbeitern und zunehmender Druck“ nach der Unternehmensaufbauphase wird kritisiert. Zudem wird hervorgehoben, dass über „die Unzufriedenheit im Team“ nicht gesprochen werden konnte, ohne mit Konsequenzen rechnen zu müssen. Die Analyse solcher Einschätzungen kann sicherlich keinen repräsentativen Charakter reklamie-

---

60 PWC (2017): Total Retail – Sechs Trends, die den Handel nachhaltig verändern,  
o. O.

61 [www.kununu.com/](http://www.kununu.com/)

ren aber sie kann Tendenzen und Trends aufzeigen.<sup>62</sup> Für landwirtschaftliche Betriebe und Fleischhandel und ihre Beschäftigten bieten veränderte Ernährungsverhaltensweisen in Verbindung mit der digitalen Transformation Chancen zur Vermarktung von Nischenprodukten wie bspw. Weidefleisch. Des Weiteren schafft die Bereitstellung der Daten über artgerechte Aufzucht und Haltung sowie ökologischer Anbau bis zur Weiterverarbeitung Transparenz über die Qualität der Ware. Einiges deutet darauf hin, dass die neuen Geschäftsmodelle in der Ernährungsindustrie sich im Zuge der digitalen Transformation dann anhaltend durchsetzen wenn der Dreiklang von Technik, Organisation und Mensch stärker berücksichtigt wird.

*Tabelle 3: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diverse digitale Technologien sind sehr weit fortgeschritten und bieten vielfältige Möglichkeiten bei der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mitunter Verlagerung in neue bzw. stark veränderte Unternehmen und Tätigkeitsbereiche</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittelfristig möglich; kurzfristig eher nebeneinander laufende Entwicklungen mit z. T. moderatem Grad an Digitalisierung</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• großer und vielfältiger Markt</li> <li>• Netzausbau im internationalen Vergleich im eher Mittelfeld</li> <li>• vielfältige Kundenwünsche</li> </ul>

*Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ*

---

62 Wissenschaftliche Studien zu Arbeitsbeziehungen oder Arbeitskulturen in Start-ups sind noch rar gesät. Für aktuelle Beispiel siehe u. a. Röhl, H. (2016) Entrepreneurial culture and start-ups – Could a cultural shift in favour of entrepreneurship lead to more innovative start-ups?, IW policy paper; Paige Ouimet/Rebecca Zarutskie (2013): Who Works for Startups? The Relation between Firm Age, Employee Age, and Growth, [www.terry.uga.edu/media/events/documents/ouimet.pdf](http://www.terry.uga.edu/media/events/documents/ouimet.pdf); [www.digit-dl-projekt.de/projekt/](http://www.digit-dl-projekt.de/projekt/)

# Die Blockchain: Dokumentierte Abwicklung von Transaktionen ohne übergeordnete Instanz

## Worum geht es?

Die Blockchain ist eine dezentrale und auf viele Computer verteilte Datenbank („Peer-to-Peer“), mit der Aufzeichnungen von Transaktionen hinterlegt werden, die für jeden Teilnehmer der Blockchain einsehbar sind. Bei jedem neuen Datensatz („block“) wird eine kryptographische Prüfsumme (Hashwert) der bisherigen Kette („chain“) von Datensätzen angehängt, so dass eine Manipulation der Daten durch einzelne Teilnehmer unmöglich ist: zum einen wären dann die Prüfsummen falsch, zum anderen würden sich die Aufzeichnungen auf den verteilten Computern unterscheiden. Um die Blockchain zu fälschen, müssten die Hashwerte des Blockes mit der jeweiligen Transaktion und alle nachfolgenden Blöcke neuberechnet und auf der Mehrzahl der Rechner weltweit verändert werden. Das wäre unwirtschaftlich, weil das Erstellen eines Blockes in der Blockchain an eine mathematische, kombinatorisch sehr aufwendige Aufgabe geknüpft ist, deren Lösen „Mining“ genannt wird, die Zeit, Rechenleistung und vor allem Strom kostet.

Durch diese Technik kann Buchführung ohne eine vertrauenswürdige dritte Partei (engl. Trusted Third Party, TTP) stattfinden, die die Integrität eines Datensatzes bestätigt. Kurz gesagt: *Viele Zeugen ersetzen den Notar*. Die erste weitverbreitete und mittlerweile sehr bekannte Anwendung, die seit 2009 auf einer Blockchain basiert, ist das dank Internet weltweit verwendbare, dezentrale und staatlich nicht regulierte Zahlungssystem „Bitcoin“. Der Zahlungsverkehr wird simultan von unterschiedlichen Computern abgewickelt und gespeichert, so dass kein Kreditinstitut als übergeordnete Institution nötig ist. Ebenso wird sichergestellt, dass die virtuellen Geldeinheiten nicht mehrfach ausgegeben werden können – die im Internetzeitalter ansonsten mühelose Kopierbarkeit von Information ist bei diesem Konzept also nicht gegeben. Die Erzeugung von neuen Geldeinheiten geschieht innerhalb des Bitcoin-Systems durch die Bereitstellung von Rechenleistung für die aufwendigen kryptographischen Berechnungen beim Mining, die den Akteuren vergütet wird. Neben der Bezahlung von Waren und Dienstleistungen bei derzeit wenigen Akzeptanzstellen können die virtuellen Geldeinheiten auf Onlinebörsen gegen andere, gängige Währungen getauscht werden.

Mittels Blockchain-Technologie lassen sich neben Zahlungssystemen auch sogenannte Smart Contracts realisieren, die die Beurkundung von

Dokumenten und Transaktionen oder elektronische Stimmabgaben abwickeln, ohne Beteiligung von Intermediären wie Notaren oder behördlichen Institutionen. Hinzu kommt, dass Smart Contracts regelbasierte Systeme darstellen, die die Umsetzung der Rechte aller Vertragspartner automatisch durchsetzen. Ein Beispiel hierfür ist die in der Schweiz entwickelte Smart Contract-Plattform Ethereum, in die für die Zahlungsabwicklung die digitale Währung Ether integriert ist. Das deutsche Unternehmen Datarella nutzt diese Plattform im Auftrag des World Food Program der Vereinten Nationen seit Mai 2017 in Jordanien, damit Flüchtlinge in dortigen Lagern mit Hilfe von digitalen Ethereum-Coupons in fünf Geschäften einkaufen können. Voraussetzung für die Bereitstellung des digitalen Betrages ist der Nachweis einer Berechtigung, hier kommt der Smart Contract-Anteil zum Zuge.<sup>63</sup>

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Blockchains verbreiten sich in unterschiedlichen Branchen, z. B. in der Finanztechnologie („FinTech“). Die Deutsche Börse AG in Frankfurt entwickelt mehrere auf Blockchain-Technologie basierende Anwendungen, wie die Abwicklung von Wertpapiertransaktionen in Kooperation mit der Deutschen Bundesbank und die risikolose Übertragung von Geschäftsbankgeld.<sup>64</sup> Ein Automobilhersteller platzierte über eine Landesbank ein Schuldscheindarlehen bei verschiedenen Kreissparkassen und bildete die dazugehörigen Geschäftsprozesse digital ab.<sup>65</sup>

Im Energiemarkt sind Ablese- und Abrechnungsprozesse, die Dokumentation von Anlagenzuständen und Herkunfts nachweisen wie CO<sub>2</sub>- und Ökostromzertifikaten sowie der Stromhandel über Energiebörsen mittels Blockchain abbildbar. In den USA und Australien laufen Pilotprojekte, bei denen Besitzer von Photovoltaik-Anlagen ihren Strom an Nachbarn verkaufen, ohne Beteiligung von Stromversorgern, Börsen oder Banken.<sup>66</sup> Die Kombination von kleinen, dezentralen Stromproduzenten, Prosumern und Konsumenten mit der ebenfalls dezentralen Blockchain kann die Interaktion zwischen den verschiedenen Akteuren

---

63 [www.springerprofessional.de/zahlungsverkehr/informationswirtschaft/deutsche-unternehmen-verschlafen-ethereum-domains/12469890](http://www.springerprofessional.de/zahlungsverkehr/informationswirtschaft/deutsche-unternehmen-verschlafen-ethereum-domains/12469890)

64 [www.deutsche-boerse.com/dbg-de/presse/pressemitteilungen/Deutsche-Boerse-praesentiert-Blockchain-Konzept-zum-risikolosen-Geldtransfer/2883238](http://www.deutsche-boerse.com/dbg-de/presse/pressemitteilungen/Deutsche-Boerse-praesentiert-Blockchain-Konzept-zum-risikolosen-Geldtransfer/2883238)

65 [www.lbbw.de/de/presse/presseinformationen/presse\\_detail\\_71040.jsp](http://www.lbbw.de/de/presse/presseinformationen/presse_detail_71040.jsp)

66 [www.shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads\\_Dateien/esd/9165\\_Blockchain\\_in\\_der\\_Energiewende\\_deutsch.pdf](http://www.shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads_Dateien/esd/9165_Blockchain_in_der_Energiewende_deutsch.pdf)

vereinfachen. In Deutschland untersucht der Übertragungsnetzbetreiber TenneT in zwei Pilotprojekten die Potenziale der Blockchain.<sup>67</sup> Im Kraftfahrzeugwesen könnte der weitverbreitete „Tachobetrug“ beim Kilometerstand bekämpft werden.<sup>68</sup>

Da Smart Contracts Bedingungen und Regeln berücksichtigen und dann in einer Blockchain öffentlich einsehbar dokumentieren, sind sie auch für die Versicherungswirtschaft interessant. Eine automatisierte Erntever sicherung könnte einen Landwirt entschädigen, sobald Wetterdaten eine Dürre bestätigen.<sup>69</sup> Im Internet der Dinge interagieren unzählige Geräte, Sensoren und Apps, die auch geschäftliche Transaktionen abwickeln, beispielsweise, wenn vernetzte Lichtquellen Strom von einem der Nachbarn mit Photovoltaikanlage ersteigern. Diese Mikrotransaktionen können kaum über bestehende Vertragsmodelle und Geschäfts kanäle abgewickelt werden, so dass sich Smart Contracts anbieten. Ebenso ist die Tarifierung der Musikrechte von Künstlern denkbar, wobei je nach Abnehmer – Privatkunde, Radiosender, Streaming-Dienste – verschiedene Preise und Nutzungsbedingungen anfallen. Diese Informationen können quasi in die Musikdatei programmiert werden, so dass Nutzungsrechte und Kosten spezifisch abgerechnet werden.<sup>70</sup>

## **Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?**

Mit Blockchain-Anwendungen verändert sich das Internet vom Informationsmedium zu einem „Internet der Werte“, in dem die heute bekannten, vertrauensstiftenden Intermediäre nicht mehr notwendig sind und quasi entmachtet werden.<sup>71</sup> Da die Blockchain in Folge Kosten senkt und Abläufe vereinfacht, kann sie die Barrieren für neue Wettbewerber senken und neue Märkte erschließen.

Diese Kostensenkungen implizieren aber ebenfalls das Potenzial, die Zahl der Beschäftigten erheblich zu reduzieren, die bisher mit der Dokumentation und Kontrolle von Transaktionen befasst sind. So ermittelte Capgemini im Smart-Contracts-Report des Digital Transformation Institute „Sparpotenziale in Milliardenhöhe“ an Banken- und Versicherungs-

---

67 [www.tennet.eu/de/news/news/haushalte-stabilisieren-das-stromnetz-tennet-und-sonnen-vernetzen-erstmals-stromspeicher-mit-blockc/](http://www.tennet.eu/de/news/news/haushalte-stabilisieren-das-stromnetz-tennet-und-sonnen-vernetzen-erstmals-stromspeicher-mit-blockc/)

68 [www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/kuenstliche-intelligenz-bosch-bringt-dem-auto-das-lernen-und-kluges-handeln-bei-92352.html](http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/kuenstliche-intelligenz-bosch-bringt-dem-auto-das-lernen-und-kluges-handeln-bei-92352.html)

69 [www.munichre.com/topics-online/de/2016/05/blockchain-more-than-just-bitcoins](http://www.munichre.com/topics-online/de/2016/05/blockchain-more-than-just-bitcoins)

70 [www.brandeins.de/archiv/2016/wir/bitcoin-blockchain-don-tapscott-interview/](http://www.brandeins.de/archiv/2016/wir/bitcoin-blockchain-don-tapscott-interview/)

71 [www.z-punkt.de/uploads/files/472/blockchain\\_2.pdf](http://www.z-punkt.de/uploads/files/472/blockchain_2.pdf)

gebühren, die sich – auf den einzelnen Verbraucher heruntergebrochen – auf bis zu 450 Euro im Jahr summieren würden.<sup>72</sup> Im Gegensatz dazu sieht die Deutsche Energie-Agentur nach einer Umfrage unter 70 Fachleuten der Energiewirtschaft ein eher geringes Kostensenkungspotenzial durch die Blockchain in bestehenden digitalisierten Märkten. In entstehenden Märkten wie der öffentlichen Lade- und Abrechnungsstruktur für Elektrofahrzeuge könne die Blockchain jedoch zum „dominierenden Design“ werden.<sup>73</sup>

In der öffentlichen Verwaltung sind Mitarbeiter von Grundbuchämtern und Registergerichten, Meldebehörden und allen Einrichtungen betroffen, die eine öffentlich überprüfbare und manipulationssichere Transaktionshistorie bereithalten. Eine aktuelle Studie im Auftrag der Konrad-Adenauer-Stiftung prognostiziert den Wegfall einfacher Sachbearbeitung.<sup>74</sup>

In Bezug auf die Unternehmen und ihre Beschäftigten sind die möglichen Anwendungen und Umbrüche hier zwar grob skizziert, in ihrer Tragweite jedoch kaum abzuschätzen. Es sei daran erinnert, dass in den Anfängen des Internets vor zwanzig Jahren die wenigsten Unternehmen die Bedeutung des Internets für die Kommunikation und die Geschäftsbeziehungen mit Kunden und Geschäftspartnern erkannten, während heutzutage selbst kleinste Unternehmen ohne eigene Webpräsenz de facto nicht zu existieren scheinen.

Grundsätzliche Unsicherheiten für Arbeitnehmer können auch durch die fehlende Regulation der Blockchain-Technologie entstehen. Existiert selbst im dezentralen Web zumindest noch ein räumlich lokalisierte Server, ist unklar, welches nationale Recht in einem dezentralen, international verteilten Blockchain-Netzwerk ohne zentralen Server anwendbar sein soll und wie internationale und multilaterale Verträge globalisierten und stabilen Blockchain-Anwendungen gerecht werden können.<sup>75</sup> Das World Economic Forum empfiehlt daher gleich, das beginnende Blockchain-Zeitalter gar nicht erst durch Nationalstaaten oder staatlich orientierte Institutionen oder Körperschaften verwalten zu lassen.<sup>76</sup>

---

72 [www.de.capgemini.com/news/studie-smart-contracts-bergen-fuer-verbraucher-und-finanzorganisationen-sparpotenziale](http://www.de.capgemini.com/news/studie-smart-contracts-bergen-fuer-verbraucher-und-finanzorganisationen-sparpotenziale)

73 [www.shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads\\_Dateien/esd/9165\\_Blockchain\\_in\\_der\\_Energiewende\\_deutsch.pdf](http://www.shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads_Dateien/esd/9165_Blockchain_in_der_Energiewende_deutsch.pdf)

74 [www.kas.de/wf/doc/kas\\_49305-544-1-30.pdf](http://www.kas.de/wf/doc/kas_49305-544-1-30.pdf)

75 [www.technologiestiftung-berlin.de/fileadmin/daten/media/publikationen/170130\\_BlockchainStudie.pdf](http://www.technologiestiftung-berlin.de/fileadmin/daten/media/publikationen/170130_BlockchainStudie.pdf)

76 [www3.weforum.org/docs/WEF\\_Realizing\\_Potential\\_Blockchain.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Realizing_Potential_Blockchain.pdf)

*Tabelle 4: Thesen/vorläufiges Fazit*

<b>Teilaspekt</b>	<b>Vorläufige Trendbestimmung</b>
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie existiert und ist etabliert</li> <li>• erste Anwendungen im Finanzwesen sind vorhanden, Pilotprojekte in verschiedenen Branchen laufen</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sachbearbeiter-Tätigkeiten in öffentlicher Verwaltung und Unternehmen können durch hohen Grad der möglichen Automatisierung entfallen</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Marktdurchdringung geschieht derzeit inkrementell, kann aber in neuen Anwendungsfeldern disruptiv verlaufen</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• auf Anbieterseite keine besonderen wirtschaftlichen Aktivitäten in Deutschland sichtbar, vielmehr globales IT-Thema</li> </ul>

*Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ*

# Arbeiten in der zukünftig vernetzten Klinik

## Worum geht es?

Die Themen „Big Data – Für eine bessere Patientenversorgung und ein vielfältigeres Gesundheitssystem“ und „Innovative Sensorsysteme für ein sinnvolles Patientenmonitoring“ wurden bereits im Rahmen des von der Hans-Böckler-Stiftung geförderten Pilotprojekts „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ von einem ausgewählten Kreis von Fachleuten als „sehr dringlich“ eingestuft. Diese Spezialthemen sind auch besonders relevant in der zukünftig vernetzten Klinik. So sind IT-Systeme in Krankenhäusern nicht nur wichtig in Bezug auf die Speicherung von Patientendaten, sondern auch für die Prozessoptimierung, die Kommunikation, gute Arbeit und die Verbesserung der Versorgung. Für die Einbindung von Medizingeräten in Kliniknetzwerke ist es zudem entscheidend, dass die Hersteller die regulatorischen Vorgaben, technischen Standards und den gesetzlichen Rahmen zum Risikomanagement kennen.<sup>77</sup>

Angefangen bei administrativen Informationssystemen, Materialwirtschaftssystemen, klinischen Informationssystemen (mit speziellen Abteilungssystemen und Patientendatenmanagementsystemen), über digitale (Bild-)Archive, elektronische Kurven, Pflegedokumentation und elektronische Patientenakte, bis hin zum vernetzten Operationssaal oder die Einbindung von Forschungsdaten(banken) sind vielfältige technische und regulatorische Aspekte wie Standards bzw. Interoperabilität zu berücksichtigen und z. T. noch nicht eindeutig definiert. Auch ist der Zusatznutzen neuer Anwendungen gegenwärtig noch eher unklar und muss frühzeitig berücksichtigt und evaluiert werden. Hinzu kommen Fragen der IT-Sicherheit, wie die weltweite Cyberattacke im Mai 2017 medienwirksam gezeigt hat<sup>78</sup>, aber auch datenschutzrechtliche und ethische Fragestellungen. So beschäftigt sich der Deutsche Ethikrat aktuell mit „Big Data und Gesundheit“ und hat vom 15. Februar bis 31. März 2017 eine öffentliche Befragung hierzu durchgeführt. Untersucht werden

---

77 [www.medizintechnologie.de/news\\_hintergruende/medizin/2014/2014\\_3/vernetztes\\_krankenhaus](http://www.medizintechnologie.de/news_hintergruende/medizin/2014/2014_3/vernetztes_krankenhaus)

78 [www.zeit.de/digital/internet/2017-05/cyberangriff-grossbritannien-krankenhaeufer-hacker](http://www.zeit.de/digital/internet/2017-05/cyberangriff-grossbritannien-krankenhaeufer-hacker)

u. a. Chancen und Risiken für die unterschiedlichen Akteure bei der Zusammenführung verschiedenster Patientendaten.<sup>79</sup>

Diese weitreichenden technologischen Veränderungen hin zu einer sogenannten Medizin 4.0 stellen das Klinikpersonal vor neue Herausforderungen, die auch auf europäischer Ebene diskutiert werden. So beschäftigt sich beispielsweise das EU\*US eHealth Work Projekt u. a. mit der Fragestellung, wie die nächsten Schritte aussehen müssen, um die digitalen Fähigkeiten/Kompetenzen der Beschäftigten weiterzuentwickeln, damit bereits vorhandene Technologien und Informationssysteme besser genutzt werden können.<sup>80</sup>

Das Beratungsunternehmen PWC hat im Oktober 2016 die vom Bundesministerium für Gesundheit beauftragte Studie „Weiterentwicklung der eHealth-Strategie“ vorgelegt. Die dort veröffentlichten Ergebnisse zeigen den Rahmen auf, in dem das Arbeiten in der zukünftig vernetzten Klinik betrachtet werden kann. Laut PWC fehlt bisher vor allem eine einheitliche Strategie, die eine sektor- und akteursübergreifende Vernetzung sowie die einrichtungsinterne Digitalisierung vorantreibt.<sup>81</sup>

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion

Auf dem Symposium „Innovation im Krankenhaus“ des Instituts für Medizin – Recht – Anwendung – Technik (IMRAT) wurde im März 2017 das intelligente Krankenhaus der Zukunft beispielhaft skizziert. Hinsichtlich der Abläufe/Prozesse referenziert die dort vorgestellte Vorausschau größtenteils Technologien, die in anderen Branchen bereits standardmäßig eingesetzt werden, wie z. B. den Online-Check-In in Hotels oder auf Flughäfen, oder die Sendungs(=Patienten)-Verfolgung von der Aufnahme, über die einzelnen Behandlungen, Abläufe von OPs, bis hin zur Entlassung – auch einsehbar für Angehörige oder mit-/weiterbehandelnde Ärzte in anderen Krankenhäusern oder der Hausarztpraxis.<sup>82</sup> Bereits heute gibt es Pilotprojekte in Deutschland, die mit dem Einsatz der künstlichen Intelligenz von IBM Watson kognitive Assistenzsysteme entwickeln. Diese können sehr große Datenmengen auswerten und Ärzte bei der Diagnose- und Therapiefindung stark unter-

---

79 [www.ethikrat.org/arbeitsprogramm/big-data](http://www.ethikrat.org/arbeitsprogramm/big-data)

80 [www.ehealthwork.eu](http://www.ehealthwork.eu)

81 [www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3\\_Downloads/E/eHealth/BMG-Weiterentwicklung\\_der\\_eHealth-Strategie-Abschlussfassung.pdf](http://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/E/eHealth/BMG-Weiterentwicklung_der_eHealth-Strategie-Abschlussfassung.pdf)

82 [www.volksfreund.de/nachrichten/region/rheinlandpfalz/rheinlandpfalz/Rheinland-Pfalz-und-Nachbarn-Digitale-Zukunft-Die-vernetzte-Klinik;art806,4657519](http://www.volksfreund.de/nachrichten/region/rheinlandpfalz/rheinlandpfalz/Rheinland-Pfalz-und-Nachbarn-Digitale-Zukunft-Die-vernetzte-Klinik;art806,4657519)

stützen. Behandlungsprozesse werden so nicht nur beschleunigt, sondern auch deutlich verbessert, da eine ganze Reihe von Prozessen vereinfacht wird.<sup>83</sup>

In der Breite hat Deutschland beim praktischen Einsatz moderner IT im Gesundheitswesen noch Nachholbedarf. Länder wie die USA, Dänemark oder die Niederlande liegen hier vorn. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat jüngst ein Eckpunktepapier zur Digitalisierung der Gesundheitswirtschaft vorgelegt, mit dem Ziel die Digitalisierung der Gesundheitswirtschaft zu beschleunigen und innovative Start-ups auf dem Markt zu unterstützen.<sup>84</sup> Öffentliches Engagement gibt es auch für einzelne Teilbereiche, so z. B. das Förderkonzept Medizininformatik des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Dieses hat das Ziel, den Austausch und die Nutzung von Daten über die Grenzen von Institutionen und Standorten hinweg zu ermöglichen. Im Vordergrund stehen hier vorerst die Universitätskliniken.<sup>85</sup> Mit Fördermitteln des BMBF ist das Leuchtturmprojekt OR.Net gefördert worden, das nach Ende der Förderung seine Aktivitäten als Verein fortsetzt. Dieser adressiert insbesondere die Weiterentwicklung und Evaluation grundlegender Konzepte für die sichere dynamische Vernetzung von Komponenten in OP-Saal und Klinik und deren Überführung in Normierungsaktivitäten. Basierend auf diesen Konzepten sollen zur Sicherung der Nachhaltigkeit Aus-/Weiterbildungs- und Dienstleistungsangebote im Kontext von Test und Zulassung aufgebaut werden.<sup>86</sup> Mit diesem Ansatz ist Deutschland international gegenwärtig führend: Für die US-Initiative Medical Devices Plug „n“ Play (MDPnP) waren in der ersten Jahreshälfte 2017 noch keine Aktivitäten sichtbar, und auch die japanische Initiative Smart Cyber Operating Theater (HyperSCOT) ist erst im Laufes des Jahres 2016 angelaufen.<sup>87</sup>

Mit dem E-Health-Gesetz von 2015 (Sozialgesetzbuch) wurde zum 30. Juni 2017 das Interoperabilitätsverzeichnis des deutschen Gesund-

---

83 [www.bio-m.org/nachrichten/detail/erste-kooperation-von-ibm-watson-in-deutschland-mit-dem-muenchner-leukaemielabor-mll-in-grosshader.html](http://www.bio-m.org/nachrichten/detail/erste-kooperation-von-ibm-watson-in-deutschland-mit-dem-muenchner-leukaemielabor-mll-in-grosshader.html); [www-03.ibm.com/press/de/de/pressrelease/50808.wss](http://www-03.ibm.com/press/de/de/pressrelease/50808.wss)

84 [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/eckpunkte-digitalisierung-gesundheitswirtschaft.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/eckpunkte-digitalisierung-gesundheitswirtschaft.html)

85 [www.bundesregierung.de/Content/Infomaterial/BMBF/Medizin\\_informatik\\_pdf\\_1908.html](http://www.bundesregierung.de/Content/Infomaterial/BMBF/Medizin_informatik_pdf_1908.html)

86 [www.ornet.org](http://www.ornet.org)

87 Vernetzte Operationssäle – Weltweit führend mit Luft nach oben; medtech zwei 1/2017, S. 28 ff.

heitswesens<sup>88</sup> eingerichtet. Dieses soll zu mehr Einheitlichkeit bei IT-Schnittstellen und somit zu einer besseren Kommunikation der Systeme untereinander führen. Ungeachtet dieser Entwicklung befürchten diverse Interessengruppen eine Benachteiligung bei der Aufnahme ihrer Standards in das Verzeichnis. International drängt derweil mit dem neuen, aus den USA stammenden Standard Fast Healthcare Interoperability Resources – FHIR – einer der am besten dokumentierten Standards auf den Markt.<sup>89</sup>

Beispielhaft für die vollständige Digitalisierung der Patientendaten ist das Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE). Als erste Klinik in Europa hat das UKE die höchste Stufe des Electronic Medical Record Adoption Models – EMRAM<sup>90</sup> erreicht. Bereits seit 2011 sind alle Abläufe in der Klinik papierlos. Dabei stehen nicht ausschließlich der ökonomische Nutzen, sondern auch Transparenz und Patientensicherheit im Vordergrund.<sup>91</sup>

## **Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?**

Die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung im Klinikalltag verfolgt in erster Linie das Ziel einer besseren Patientenversorgung. Durch eine Steigerung der Verfügbarkeit/Transparenz möglichst aller (Patienten-)Daten sollen Arbeitsabläufe effizienter und sicherer gestaltet werden. Außerdem geht es um einen Zugewinn an Zeit für den einzelnen Patienten oder Pflegebedürftigen. Überdies sollen – insbesondere im Pflege- und Verwaltungsbereich – (personelle) Einsparungen erwirtschaftet werden können. Gleichzeitig entstehen neue Arbeitsplätze, vor allem im IT-Sektor. Hier ist ein großer Aus- und Weiterbildungsbedarf in Bezug auf die spezifischen und komplexen regulatorischen Anforderungen des Gesundheitssektors erforderlich. Auf der Anwenderseite der Beschäftigten im Gesundheitswesen ergeben sich deutliche Veränderungen hinsichtlich der Notwendigkeit des Erwerbs und der Erweiterung von IT-Kompetenzen.

---

88 [www.vesta-gematik.de/presse/vesta-interoperabilitaetsverzeichnis-der-gematik-ist-online/](http://www.vesta-gematik.de/presse/vesta-interoperabilitaetsverzeichnis-der-gematik-ist-online/); [www.vesta-gematik.de](http://www.vesta-gematik.de)

89 [www.medizintechnologie.de/news\\_hintergruende/recht/2017/2017\\_4/umstrittene\\_standards/](http://www.medizintechnologie.de/news_hintergruende/recht/2017/2017_4/umstrittene_standards/)

90 [www.himssanalytics.org/emram](http://www.himssanalytics.org/emram)

91 [www.computerwoche.de/a/klinikum-eppendorf-nutzt-die-digitale-patientenakte-durchgaengig.3210945](http://www.computerwoche.de/a/klinikum-eppendorf-nutzt-die-digitale-patientenakte-durchgaengig.3210945)

*Tabelle 5: Thesen/vorläufiges Fazit*

<b>Teilaspekt</b>	<b>Vorläufige Trendbestimmung</b>
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittel- bis langfristige Entwicklung mit zunehmender Dynamik</li> <li>• Markeintritt neuer Technologien hat ansatzweise bereits stattgefunden; das Thema Interoperabilität zur echten und sicheren Vernetzung steckt noch in der Anfangsphase</li> </ul>
Auswirkungen Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eher geringe Effekte, z. T. Verlagerungen zugunsten des IT-Sektors</li> <li>• deutlicher Weiterbildungsbedarf bei allen Beteiligten im Gesundheitssektor und in der IT-Branche</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ja, durch die zunehmende Vernetzung werden etablierte Prozesse sich deutlich verändern, sowohl für die Beteiligten im Gesundheitssektor, als auch für die Patienten</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• auch wenn Deutschland mit einzelnen Leuchtturmprojekten führend ist, hängt es der Entwicklung insgesamt hinterher</li> <li>• Regulation und heterogene Strukturen erschweren bzw. verlangsamen insbesondere die Etablierung von Standards und die breite Einführung von Systemlösungen für die Regelversorgung</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ

## Dringlich



# Smarte Sensorik: Verbesserte Transparenz und Sicherheit für die Lebensmittelindustrie und ihre Beschäftigten

## Worum geht es?

Die Vermeidung nicht gewünschter Abfälle, Verunreinigungen oder Sicherheitsmängel sind überaus wichtige, mit hohen Kosten verbundene Herausforderungen in der heutigen Lebensmittelindustrie mit ihren komplexen Wertschöpfungsketten und heterogenen Märkten. Beim Umgang mit diesen Herausforderungen stoßen Unternehmen und Beschäftigte mit den bisher etablierten Sicherheitsstandards und -techniken mittlerweile auf enge technologische Grenzen. Neue, sogenannte smarte Sensorsysteme,<sup>92</sup> die u. a. Wärmemenge, Temperatur, Feuchtigkeit, Druck etc. „intelligent“ messen, bieten hier neue Lösungsansätze und ermöglichen es im Bedarfsfall z. B. die Produktion rechtzeitig zu stoppen bevor ganze Chargen unbrauchbar und kostbare Rohstoffe vergeudet werden.<sup>93</sup> Solche Sensorsysteme mit online-Verfügbarkeit sind mittlerweile vielseitig anwendbar und recht kostengünstig. Sie können durch ihren Einsatz zur Stabilität von Unternehmen und Beschäftigung erheblich beitragen. Gleichwohl steht aber gegenwärtig ihre breite Anwendung in der Lebensmittelindustrie, erst am Anfang und weiterhin in erheblicher Konkurrenz zu älteren, sehr limitierten Sensoren.<sup>94</sup>

---

92 Diese Sensoriksysteme, die auf Mikrosystemtechnik, Elektronik, Photonik und/oder Informations- und Kommunikationstechnologien basieren, sind nicht zu verwechseln mit der „traditionellen“ Lebensmittelsensorik, die sich mit der Bewertung von Eigenschaften von Lebensmitteln mit den Sinnesorganen (z. B. Schmecken, Riechen, Sehen) des Menschen beschäftigt (siehe dazu z. B. DLG-Trendmonitor 2016: Lebensmittelsensorik in der Praxis, Frankfurt a. M.).

93 Der Sensor ist damit nicht mehr nur sogenannter Messwertaufnehmer sondern ist als smarter Sensor mit lokaler Intelligenz, dezentraler Messwertverarbeitung, umfangreicher Funktionalität, digitalem Ausgangssignal und (drahtloser) Kommunikationsmöglichkeit versehen, vgl. [www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2013/ws2013\\_03\\_02.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2013/ws2013_03_02.pdf)

94 [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28234333](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28234333)

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Automatisierung in der Lebensmittelindustrie wird seit langem vorangetrieben, beispielsweise zur Chargenrückverfolgung, für automatisierte Hygienemaßnahmen, individuelle Verpackungsaufgaben oder zur Kontrolle der Prozessparameter. Gerade die Rückverfolgbarkeit und Transparenz in der Lebensmittelherstellung wird im Zuge globaler und komplexer Wertschöpfungsketten immer notwendiger. Mit einer smarten Sensorik lässt sich für Produktion und Logistik in der Lebensmittelindustrie eine ausgeprägte Transparenz erreichen. Zunehmender empfindliche und selektive Sensoren geben Aufschluss über verschiedene Umgebungsparameter während der Herstellung oder des Transports von Lebensmitteln.<sup>95</sup> Auch Lebensmittelverluste entlang der Wertschöpfungskette haben vielfältige Ursachen. Entlang der kompletten Lebensmittelkette existieren in der heutigen Praxis noch zu große Datenlücken.<sup>96</sup> Abhilfe bieten hier neuere Entwicklungen von Nanosensoren für Lebensmittelsicherheit und versprechen viel Potenzial für Neuerungen und Optimierungen, mit denen wertvolle natürliche Ressourcen eingespart werden können, indem z. B. weniger Lebensmittelabfälle entstehen oder weniger Lebensmittel verderben.<sup>97</sup> In der Forschung wird beispielsweise daran gearbeitet, Verpackungen mit Reifessensoren herzustellen, die mittels in die Verpackung integrierter Nanosensoren den Sauerstoffgehalt im Inneren messen und durch einen sogenannten Indikator auf der Außenseite durch Farbwechsel angezeigt wird, wenn das Lebensmittel mit Bakterien kontaminiert ist. Damit wäre für den Verbraucher sofort erkennbar, ob das Lebensmittel ungenießbar ist.

In Deutschland gibt es seit langem eine ausgeprägte Forschung im Bereich Sensorik, zunehmend auch mit Fokus auf die Lebensmittelindustrie. Neben diversen öffentlich finanzierten und privaten Forschungsinstituten sind viele Unternehmen, auch KMU, z. B. an sogenannten Verbundprojekten beteiligt. Gegenwärtig bezieht sich die Forschung zu smarter Sensorik aber noch hauptsächlich auf Anwendungen in der Industrie 4.0 bzw. digitalisierten Wirtschaft.<sup>98</sup>

---

95 [www.ipm.fraunhofer.de/de/gf/gastechnologie-spektroskopie/anw/lebensmittelqualitaet.html](http://www.ipm.fraunhofer.de/de/gf/gastechnologie-spektroskopie/anw/lebensmittelqualitaet.html)

96 ZNU der Universität Witten/Herdecke (2016): Leitfaden zum Umgang mit Lebensmittelverlusten in der Lebensmittelindustrie, Witten

97 Siehe z. B. Braun, A.; Cebulla, E.; Malanowski, N. (2013): Ernährung: Technologische Trends und Innovationen, Düsseldorf

98 [www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1244.html](http://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1244.html); [www.mittelstand-digital.de/DE/Service/suche,did=806676.html](http://www.mittelstand-digital.de/DE/Service/suche,did=806676.html)

Auf europäischer Ebene finden sich ebenfalls diverse Aktivitäten unter Beteiligung deutscher Akteure. Ein Beispiel ist das EU-Projekt „Proactive Cold Chain“. Die Projektpartner erarbeiten technische Lösungen zur Kontrolle und Rückverfolgung kompletter logistischer Kühlketten. Durch die Kombination von RFID und GPS/UMTS sollen Schäden frühzeitig erkannt und Mechanismen zur Rettung der Güter eingeleitet werden können.<sup>99</sup> Zudem hat sich 2014 ein „European Sensor-Systems Cluster“ (ESSC) gegründet. Diese hat u. a. eine „Roadmap Towards European Leadership in Sensor Systems“ ausgearbeitet, die Lebensmittel sicherheit als ein drängendes Zukunftsthema aufgreift.<sup>100</sup>

## Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?

Die Lebensmittelindustrie ist in Bezug auf die Beschäftigtenzahlen eine der größten Branchen innerhalb der Industrie in Deutschland, wird aber in der öffentlichen Wahrnehmung – außer bei Skandalen z. B. bezüglich Lebensmittelsicherheit und/oder Lebensmittelbetrug – meist wenig zur Kenntnis genommen. Um bessere Kontrollmöglichkeiten zu schaffen, haben Unternehmen in den vergangenen Jahren vielfältige Technisierungs- und Automatisierungsprozesse umgesetzt. Zwar werden einfache, gering qualifizierte Tätigkeiten im Zuge des verstärkten Einsatzes von smarten Sensoren weiterhin eine wichtige Rolle in der industriellen Produktion von Lebensmitteln spielen. Doch wird dies vermutlich mit dem Trend einer Komplexitätsanreicherung von Arbeit und einer gewissen Anhebung der Qualifikation einhergehen.<sup>101</sup> Die Beschäftigten können nach einer Weiterqualifizierung zunehmend für Lebensmittelsicherheit und Verhinderung von Lebensmittelbetrug sensibilisiert werden und würden dadurch wichtige Schutzfunktionen im Unternehmen und bei komplexen Wertschöpfungsketten einnehmen.<sup>102</sup> Auf diese Weise können sie zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit vorausschauender und vertrauenswürdiger Unternehmen sowie zur Sicherung von Arbeitsplätzen am Standort Deutschland beitragen.

---

99 [www.ipm.fraunhofer.de/de/gf/gastechnologie-spektroskopie/anw/lebensmittelqualitaet/projekt-proactive-cold.html](http://www.ipm.fraunhofer.de/de/gf/gastechnologie-spektroskopie/anw/lebensmittelqualitaet/projekt-proactive-cold.html)

100 [www.cluster-essc.eu/](http://www.cluster-essc.eu/)

101 Abel. J. et al. (2011): Einfacharbeit in der Ernährungsindustrie – Anforderungen und Perspektiven, Soziologisches Arbeitspapier Nr. 29/2011 der Technischen Universität Dortmund

102 Siehe z. B. AFC Consulting Group (Hg.) (2016): Chancen und Risiken für die Food Value Chain, Bonn

*Tabelle 6: Thesen/vorläufiges Fazit*

<b>Teilaspekt</b>	<b>Vorläufige Trendbestimmung</b>
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smarte Sensorik ist weit entwickelt; sie wird in diversen Branchen bereits (zunehmend) eingesetzt</li> <li>• in der deutschen Lebensmittelindustrie eher zögerliche Umsetzung</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilität bzw. leichter Rückgang bei Beschäftigung</li> <li>• moderate Anhebung der Qualifikation</li> <li>• Mitarbeiter werden nach Weiterqualifizierung zunehmend für Transparenz- und Sicherheitsfragen sensibilisiert und nehmen wichtige Schutzfunktionen im Unternehmen und bei komplexen Wertschöpfungsketten ein</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eher inkrementelle Entwicklung</li> <li>• mittelfristig ggf. disruptives Potenzial, da über gezielte Auswertung der erhobenen Daten neue Geschäftsmodelle möglich</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland ist in der smarten Sensorik-Forschung international mit an der Spitze</li> <li>• Umsetzung bisher aber meist nur in hochautomatisierten Unternehmen und Branchen (Automobil, Chemie, Pharmazie)</li> <li>• Unternehmen (meist KMU) der Lebensmittelindustrie in Deutschland bei Umsetzung aus Kostengründen zurückhaltend</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ

# Chatbots in der Kundenbetreuung: Unterstützung für die Beschäftigten oder Ersetzen der Beschäftigten?

## Worum geht es?

Kundenbetreuung in diversen Branchen könnte in den nächsten Jahren zunehmend von virtuellen Chatbots, d. h. virtuellen persönlichen Assistenten, übernommen werden. Unter Chatbots versteht man digitale smarte Programme, die dazu in der Lage sind, Gespräche mit Menschen zu simulieren. Beispiele für solche Chatbots gibt es bereits. So kommen sie vor allem in Online-Shops oder in der Reisebranche zur Bestellung von Flugtickets und Abwicklung des Check-ins oder auch zur Bestellung von Taxifahrern zum Einsatz. Laut aktuellen Einschätzungen sollen zukünftig in einer Vielzahl von Unternehmen Künstliche Intelligenz (KI)- und Virtual Reality (VR)-Anwendungen in die Kundenbetreuung integriert sein. Damit ginge man aus der Sicht von Befürwortern von Chatbots auf den – vermeintlichen – Wunsch der Kunden ein, die Kaufangelegenheiten und Reklamationsvorgänge bevorzugt ohne persönlichen Kontakt zu tätigen. Die Nutzung von Chatbots verspricht aus der Sicht seiner Befürworter zudem, das Kundenerlebnis um ein Vielfaches zu verbessern. Manche Prognosen klingen geradezu euphorisch und erwarten durch die Durchdringung von Chatbots in vielen Geschäftsbereichen eine grundsätzliche Umwälzung der Geschäftspraktiken, wie sie seit langer Zeit nicht mehr stattgefunden habe.<sup>103</sup>

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Die meisten der heute existierenden Chatbots sind skriptbasiert, d. h. sie analysieren die Fragen des Gesprächspartners (Kunden) auf Basis von Schlüsselwörtern und Standardfragen und bieten (vordefinierte) schlüsselwortbasierte Lösungen an. Der Mehrwert für den Kunden gilt dabei gegenwärtig noch als relativ gering.<sup>104</sup> Mit den Fortschritten auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz (KI) (allen voran bei der semantischen Text- und Spracherkennung und -analyse) geht die Vision allerdings hin

---

103 [www.accenture.com/us-en/insight-at-your-service](http://www.accenture.com/us-en/insight-at-your-service)

104 [www.internetworld.de/technik/bots/5-dinge-unternehmen-chatbots-wissen-1134601.html](http://www.internetworld.de/technik/bots/5-dinge-unternehmen-chatbots-wissen-1134601.html)

zu selbstlernenden Chatbots. Diese passen sich selbstständig an menschliches Verhalten an und „erinnern“ sich an vorangegangene Gespräche, Kundenvorlieben und -erfahrungen. Auf diese Weise treffen sie den „richtigen Ton“ und können eine individuelle Antwort auf Kundenanfragen liefern.<sup>105</sup> Solche Chatbots könnten im Dienstleistungsbereich zunehmend anstelle eines Service-Mitarbeiters als Ansprechpartner für die Kunden fungieren und, je nach Komplexität der ihnen zugrundeliegenden Funktionalitäten, mehr oder weniger anspruchsvolle Beratungs- und Verkaufsgespräche führen oder auch Reklamationsvorgänge abwickeln. Mehr noch: In Zukunft könnte das Einsatzgebiet von intelligenten Chatbots das ganze Spektrum der Kundenbetreuung umfassen – von der Pflege etablierter Kundenkontakte bis hin zu Akquise neuer Kunden. Für Unternehmen verspricht der Einsatz von Chatbots in der Kundenbetreuung größere Effizienz und eine deutlich reduzierte Reaktionszeit auf Kundenanfragen – zu einem Bruchteil der heutigen Servicekosten. Aus Sicht der Kunden könnten Chatbots – so wird mitunter diskutiert – dazu beitragen, Kundenzufriedenheit und, daraus resultierend, die Kundenbindung zu steigern. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass sich einerseits selbstlernende intelligente Chatbots in der Anwendung tatsächlich durchsetzen und diese entsprechend den Kundenerwartungen konzipiert werden und andererseits, dass Unternehmen mit den Ihnen vorliegenden Kundeninformationen und -profilen umzugehen wissen – hier stellen das Management, die Speicherung und die Pflege von großen Mengen an Kundendaten sowie der Umgang mit Messaging-Plattformen und sozialen Medien z. T. große Herausforderungen dar.<sup>106</sup>

Getrieben wird der Durchbruch von Chatbots scheinbar einerseits von enttäuschten Erfahrungen der Kunden mit dem traditionellen Service-Angebot, die über Branchen hinweg zu Kundenverlusten führen<sup>107</sup> und andererseits dadurch, dass sich Messaging-Plattformen und Apps zunehmend als das Kommunikationsmittel der Wahl in der Bevölkerung etablieren.

Die Prognosen zu Wachstums- und Marktchancen für Chatbots in der Kundenbetreuung gehen z. T. weit auseinander aus. Sehr positive Entwicklungschancen sieht beispielsweise Accenture auf globaler Ebene:

---

105 [www.it-finanzmagazin.de/chatbots-werden-nur-mit-kuestlicher-intelligenz-ki-zu-einem-wirklich-persoenlichen-bankberater-42330/](http://www.it-finanzmagazin.de/chatbots-werden-nur-mit-kuestlicher-intelligenz-ki-zu-einem-wirklich-persoenlichen-bankberater-42330/),  
[www.aspect.com/globalassets/2016-aspect-consumer-experience-index-survey\\_index-results-final.pdf](http://www.aspect.com/globalassets/2016-aspect-consumer-experience-index-survey_index-results-final.pdf)

106 [www.ap-verlag.de/studie-zeigt-bis-2020-uebernehmen-chatbots-den-kunden-dienst/29100/](http://www.ap-verlag.de/studie-zeigt-bis-2020-uebernehmen-chatbots-den-kunden-dienst/29100/)

107 Siehe FN 3.

Während das globale Marktvolumen für Chatbots aktuell auf über 1 Mrd. US\$ geschätzt wird, wird prognostiziert, dass es auf 1,86 Mrd. US\$ bis 2020 wachsen könnte und sich innerhalb der nächsten 10 Jahre verdreifachen könnte.<sup>108</sup> Zudem planen nach einer anderen Umfrage ca. 80 Prozent der großen Marken Chatbots als Kundenbetreuer einzusetzen.<sup>109</sup> Nach dieser Umfrage gibt es eine Kluft zwischen den Generationen, was die Akzeptanz von Chatbots anbelangt: Lediglich 20 Prozent der „Generation 50+“ ist an einer Nutzung interessiert. Insgesamt seien Frauen skeptischer als Männer, was die Vorteile von Chatbots angeht.

## Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?

Was diese möglichen tiefgreifenden Entwicklungen für die Beschäftigten in den Dienstleistungsbereichen bedeuten kann, wird bislang kaum thematisiert. Die Auswirkungen des Themas „Chatbots“ auf Arbeitnehmer im Service-Bereich scheinen gegenwärtig ambivalent. Auf der einen Seite ist durchaus denkbar, dass sich Chatbots als eine wertvolle Unterstützung für Servicemitarbeiter erweisen.<sup>110</sup> So umfassen viele Tätigkeiten im Servicebereich, beispielsweise in Call-Centern, sehr repetitive Aufgaben, die sich möglicherweise mit Chatbots automatisieren lassen – was z. B. zur Reduzierung der Arbeitsbelastung der Mitarbeiter in einem ohnehin sehr belastenden und oft genug prekären Arbeitsumfeld beitragen könnte. Auch ein Wegfall von Arbeitsplätzen ist denkbar.<sup>111</sup> Denkbar ist auch, dass zwar einfache Anfragen und Fragestellungen von Chatbots übernommen werden können, anspruchsvollere Aufgaben aber weiterhin die Expertise eines Service-Mitarbeiters und den direkten Kontakt mit einem Service-Mitarbeiter erfordern werden. Somit könnten Tätigkeiten mit eher geringeren Qualifikations- und Kompetenzanforderungen durch Chatbots verdrängt werden, während die Kompetenzanforderungen an Service-Mitarbeiter, die als Experte eingeschaltet würden, hoch wären.<sup>112</sup> Darüber hinaus, könnte die Konzeption von Chatbots sowie das für deren Einsatz nötige Management großer Kundendaten neue

---

108 Siehe FN 1.

109 [www.webundmobile.de/beyond-dev/entwickler/chatbots-stossen-in-deutschland-kaum-interesse-1227267.html](http://www.webundmobile.de/beyond-dev/entwickler/chatbots-stossen-in-deutschland-kaum-interesse-1227267.html)

110 Siehe FN 1.

111 Siehe FN 7.

112 [www.forbes.com/sites/parmyolson/2016/05/09/could-chat-bots-replace-human-jobs-facebook/#4cda5f77564a](http://www.forbes.com/sites/parmyolson/2016/05/09/could-chat-bots-replace-human-jobs-facebook/#4cda5f77564a)

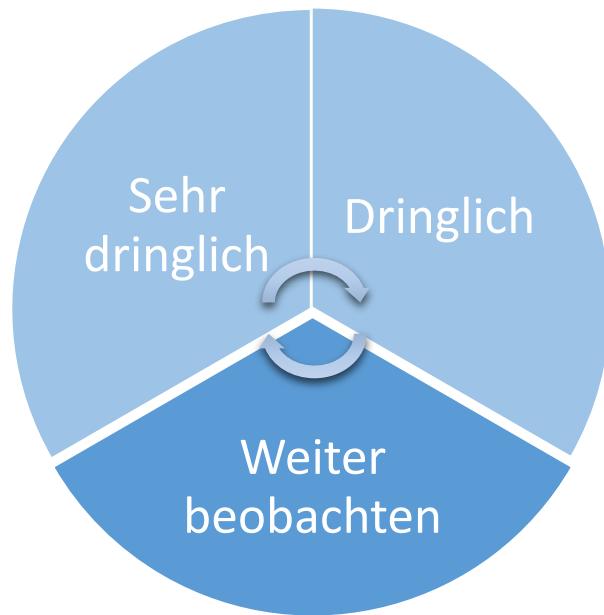
Kompetenzen und Fähigkeiten bei Beschäftigten erfordern, die damit be-  
traut sind.

*Tabelle 7: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erste Chatbots bereits im Einsatz, tatsächlich „intelligente“ Chatbots noch rar</li> </ul>
Auswirkungen auf Be- schäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambivalenz: Automatisierung von Routineaufgaben kann zur Entlastung des Arbeitsalltags beitragen; Weiterentwicklung der Technologie könnte zum Wegfall v. a. von Tätigkeiten mit geringen Qualifikationen führen, neue Tätigkeiten im Bereich IT möglich</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• groß im Falle von Durchbrüchen beim breiten Einsatz künstlicher Intelligenz</li> </ul>
Stellung des Standor- tes Deutschland im in- ternationalen Wettbe- werb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interesse aufseiten der Unternehmen aber momen- tan eher geringe Akzeptanz in der Bevölkerung in Deutschland</li> <li>• US-amerikanische Unternehmen, wie z. B. Google und Amazon, führend</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ

## Weiter beobachten



# **Applied Interactive Technologies (APITs): Spielend Gesund mit Serious Games, VR-, AR-, MR-Anwendungen für Patienten, Ärzte und Pflegepersonal**

## **Worum geht es?**

Innerhalb des Megatrends der Digitalisierung gibt es aktuell den Trend zur „Gamification“, also zur Übertragung digitaler Spielkonzepte, -strategien und -technologien auf interaktive Anwendungen. Für diese sogenannten „Applied Interactive Technologies“ (APITs) prognostiziert der Bundesverband Interaktive Unterhaltungssoftware (BIU) ein Wachstum von rund 20 Prozent im Bereich der Gesundheitswirtschaft bis zum Jahr 2020. Zu den APITs gehören Anwendungen aus den Bereichen Ernsthaftes Spiel (Serious Games – diese dienen nicht primär oder ausschließlich der Unterhaltung, beinhalten aber entsprechende Elemente), 3D-Simulation, Virtuelle Realität (Virtual Reality – VR), Erweiterte Realität (Augmented Reality – AR), Vermischte Realität (Mixed Reality – MR) sowie Soziale Medien.<sup>113</sup>

Die möglichen Anwendungsgebiete sind vielfältig: APITs können sich zum einen unmittelbar an Patienten richten, um diese mit spielerischen Anreizen z. B. bei Verhaltenstrainings oder Therapie zu unterstützen. In der einfachsten Variante kann das bereits ein moderierter Twitter Chat (z. B. „Blutzucker Bingo“ für Diabetiker<sup>114</sup>) sein, bis hin zu echten „Serious Games“, die in Form von Apps als validierte Medizinprodukte zum Einsatz kommen (z. B. „Patchie“ zum spielerischen Erlernen des Umgangs mit Mukoviszidose für Kinder<sup>115</sup>). Das Personal im Gesundheitswesen stellt eine weitere Zielgruppe dar, wenn es z. B. um interaktive, spielerische Möglichkeiten der Aus- und Weiterbildung<sup>116</sup> oder Vereinfachung von Prozessabläufen in der Pflege (z. B. AR-Brillen, die Patienteninformationen einblenden<sup>117</sup> oder Gestensteuerung von Computern

---

113 [www.biu-online.de/publikationen/hintergrund-apits-applied-interactive-technologies/](http://www.biu-online.de/publikationen/hintergrund-apits-applied-interactive-technologies/)

114 [www.dedoc.de/bzbingo](http://www.dedoc.de/bzbingo)

115 [www.patchieworld.com](http://www.patchieworld.com)

116 [www.stressrekord.de/hintergrund/serious-games-for-health](http://www.stressrekord.de/hintergrund/serious-games-for-health)

117 [www.pflegebrille.de/index.php/de/](http://www.pflegebrille.de/index.php/de/)

und Geräten in sterilen Umgebungen<sup>118</sup>) oder das Training von Operationen mittels MR-Anwendungen geht.<sup>119</sup>

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Die Bertelsmann Stiftung hat 2016 eine Studie zu Digital-Health-Anwendungen für Bürger veröffentlicht. Demzufolge sind bereits mehr als 100.000 mobile Health-Care-Apps entwickelt worden, wobei bisher nicht die institutionalisierten Akteure des Gesundheitswesens sondern in erster Linie die Bürger als maßgebliche Impulsgeber agieren. Diese hohe Dynamik spielt sich allerdings bislang hauptsächlich auf dem zweiten Gesundheitsmarkt ab, wohingegen der erste Gesundheitsmarkt eher verhalten auf den Trend zu einer aktiveren Gestaltung des eigenen Gesundheitshandelns reagiert.<sup>120</sup>

Der Gesamtmarkt an digitalen Gesundheits-Applikationen ist für alle Stakeholder aufgrund der vorherrschenden hohen Dynamik gegenwärtig intransparent. Hier setzt die vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) geförderte Studie „Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps – CHARISMHA“ an. Neben einer Bestandsaufnahme, werden u. a. Handlungsmöglichkeiten abgeleitet, die als Grundlage für den Fachdialog über klare Qualitäts- und Sicherheitsstandards, Fragen der Ethik, Regulation und – nicht zuletzt, bei einem echten Nutzen für Patienten – Wege für einen schnellen Eintritt in die Versorgung, dienen sollen.<sup>121</sup>

Lösungsmöglichkeiten werden von den diversen Interessensgruppen in Deutschland gegenwärtig noch im Rahmen der E-Health-Initiative des BMG diskutiert. APITs sind bislang lediglich ein wichtiger Trend im Zusammenspiel der Vielzahl technologischer, kultureller und gesundheitspolitischer Treiber. Zugelassene Medizinprodukte sind zum jetzigen Zeitpunkt noch die Ausnahme. Um die Dynamik aus dem zweiten Gesundheitsmarkt in den ersten zu transferieren, bedarf es neuer Ansätze; so wird bspw. die Idee einer entwicklungsbegleitenden Zulassung diskutiert. Verbessert eine digitale Anwendung die Versorgung, regelt das E-Health-Gesetz inzwischen, dass die Kosten auch von den Kassen erstattet werden sollen. Über einen Innovationsfonds werden außerdem

---

118 [www.medizin-und-technik.industrie.de/technik/entwicklung/zeig-mir-was-ich-brauche/](http://www.medizin-und-technik.industrie.de/technik/entwicklung/zeig-mir-was-ich-brauche/)

119 [www.medizintechnologie.de/fileadmin/pdfs/1459.pdf](http://www.medizintechnologie.de/fileadmin/pdfs/1459.pdf)

120 [www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie\\_VV\\_Digital-Health-Anwendungen\\_2016.pdf](http://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_VV_Digital-Health-Anwendungen_2016.pdf)

121 [www.charismha.de](http://www.charismha.de)

jährlich rund 300 Mio. EUR bereitgestellt, um neue Ideen gezielt zu fördern. Hilfreich dürfte auch die Bereitstellung der Orientierungshilfe für die Zulassung von „Medical Apps“ durch das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte sein. Für die seriösen E-Health-Entwickler erhöhen diese Maßnahmen die Chancen, sich künftig mit zertifizierten Produkten zu positionieren und den Markt klarer auszudifferenzieren.<sup>122</sup> Das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) hat zudem jüngst ein Eckpunktepapier zur Digitalisierung der Gesundheitswirtschaft vorgelegt, mit dem Ziel die Digitalisierung in diesem Sektor zu beschleunigen und innovative Start-ups zu unterstützen.<sup>123</sup>

Insgesamt wird den APITs im Gesundheitsbereich seitens der IT- und Kreativbranche ein großes Potenzial zugewiesen. Auf der MEDICA 2016 haben sich gleich mehrere Sessions innerhalb des Health-IT-Forums mit dem Thema Gamification und APITs beschäftigt. Die Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin hat 2016 ein Anwendungszentrum „creative Applied Interactive Technologies (cAPITs) eingerichtet und 2017 im Rahmen der International Games Week Berlin erstmals einen APITs Day durchgeführt, um Unternehmen für dieses Thema stärker zu sensibilisieren, Potenziale und Fördermöglichkeiten aufzuzeigen und interessierte Akteure miteinander zu vernetzen.<sup>124</sup>

## **Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?**

Im Zuge der öffentlichen Diskussion über die Rahmenbedingungen für (daten-)sichere, ethisch verantwortbare und die Versorgung von Patienten/Pflegebedürftigen verbessernde, möglichst validierte digitale Anwendungen erscheint es wichtig, Trends mit hohem Potenzial mit in den Blick zu nehmen. Darüber hinaus ist es unerlässlich, dass die verschiedenen Akteursgruppen, zu denen auch Gewerkschaften und Betriebsräte gehören, interdisziplinär zusammenarbeiten, damit das Potenzial des Gamification-Ansatzes auch sinnvoll in den Arbeitsalltag der Beschäftigten im Gesundheitswesen einfließen kann. Hier eröffnen sich Gestaltungsräume: So müssen Anwendungs-/Spieleentwickler einerseits hinsichtlich der Anforderungen an die Regularien des Gesundheitssystems fortgebildet werden, zum anderen gilt es, die tatsächlichen Bedarfe aus

---

122 [www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/meldungen/2016/studie-gesundheits-apps.html](http://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/meldungen/2016/studie-gesundheits-apps.html)

123 [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/eckpunkte-digitalisierung-gesundheitswirtschaft.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/eckpunkte-digitalisierung-gesundheitswirtschaft.html)

124 [www.cm.htw-berlin.de/veranstaltungen/capits-eroeffnung/](http://www.cm.htw-berlin.de/veranstaltungen/capits-eroeffnung/)

dem Gesundheitssektor in die App-Entwicklung so mit einzubringen, dass diese von Patienten und Beschäftigten gleichermaßen als nutzenbringend wahrgenommen werden. Wird das offene Zeitfenster hier verpasst, ist damit zu rechnen, dass die Gestaltungsräume geringer werden und Anwendungen, die außerhalb Deutschlands entwickelt werden, den Markt künftig dominieren.

*Tabelle 8: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>die benötigten Technologien sind alle vorhanden und werden kontinuierlich weiterentwickelt</li> <li>Markeintritt im zweiten Gesundheitsmarkt ist bei technologisch weniger anspruchsvollen Lösungen (reine Apps) vollzogen; der Transfer in den ersten Gesundheitsmarkt steckt noch in der Anfangsphase</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>eher qualitative Effekte im Pflegebereich, Zuwächse zugunsten des IT-Sektors sind zu erwarten</li> <li>deutlicher Weiterbildungsbedarf bei allen Beteiligten im Gesundheitssektor und in der IT-Branche</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>eher gering; durch spielerische, digitale Anwendungen werden etablierte Prozesse sich allerdings verändern, sowohl für die Beteiligten im Gesundheitssektor, als auch für die Patienten</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulation und heterogene Strukturen erschweren im internationalen Vergleich insbesondere den Transfer in die Regelversorgung</li> <li>zum Schutz der Patientendaten ist eine internationale Zusammenarbeit mindestens auf EU-Ebene erforderlich</li> </ul>

*Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ*

# Holz als Bau- und Werkstoff der Zukunft

## Worum geht es?

Holz ist seit Jahrhunderten ein zentraler Werkstoff für die Bau- und Möbelindustrie, für die Papierherstellung und auch bei der Energiegewinnung. Als nachwachsender Rohstoff ist Holz auch interessant für die Herstellung von Biokunststoffen oder Biokompositen. Holz enthält nutzbare Inhaltsstoffe, wie Lignin, Cellulose, Harze und Gerbstoffe, die in modifizierter Form als Biokunststoffe einsetzbar sind<sup>125</sup>. Aus Holz gewonnene Fasern können zur Verstärkung in eine Matrix aus herkömmlichen Thermoplasten oder Duroplasten eingebettet werden, bspw. in aus Biomasse gewonnene Biokunststoffe. Biokunststoffe und Biokomposite bieten sich an, seit Jahren verwendete kurzlebige Produkte zu ersetzen, da diese Holz enthaltende Werkstoffe besser biologisch abbaubar sind, bspw. für Tüten und Becher, Tragetaschen, Einmalgeschirr, aber auch Elektronikgehäuse oder Sportartikel. Neue Möglichkeiten der Gestaltungsfreiheit und Eigenschaftsverbesserung ergeben sich durch Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe, auch Wood-Plastic-Composites (WPC) genannt. Sie bestehen aus variablen Anteilen von Holzmehl, -spänen oder -fasern, einem Thermoplast und weiteren Additiven zur Einstellung gewollter Eigenschaften wie beispielsweise UV-Beständigkeit, Härte, Struktur. WPC sind klassischen Holzwerkstoffen in Härte und Haltbarkeit überlegen und können mit Hilfe von Extrudern oder Spritzgießmaschinen wie Kunststoffe weiterverarbeitet werden. Des Weiteren lässt sich mit Hilfe von Mikroorganismen Restholz verstoffwechseln zu Biokraftstoffen, die nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung (bspw. Mais) stehen<sup>126</sup>. Aus Holz extrahiertes Lignin wird zudem auch auf seine Eignung für die Herstellung neuer Elektrolyte in Redox-Flow-Batterien, von Carbonfasern oder für Nylonkunststoffprodukte<sup>127</sup> untersucht.

Ein Hauptbestandteil des Holzes, die Cellulose, ist aus dem alltäglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Sie dient als Energiequelle, Textilrohstoff oder Baumaterial und ist auch für Brennstoffzellen, Membrane oder Implantate ein interessanter Werkstoff. Seit Jahren wird speziell Nanocellulose mit Strukturen im Nanometerbereich aus verschiedenen Rohmaterialien isoliert. Potenziell kann sie genutzt werden, um die Eigenschaften bestehender Produkte zu erweitern, als Ersatz für petroba-

125 [www.biooeconomie.de/der-wald-als-ressource](http://www.biooeconomie.de/der-wald-als-ressource)

126 [www.vdi-nachrichten.com/Technik-Wirtschaft/Holz-Basis-gruenen-Chemie](http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Wirtschaft/Holz-Basis-gruenen-Chemie)

127 [www.biooeconomie.de/node/6674](http://www.biooeconomie.de/node/6674)

sierte Materialien, sowie bei der Entwicklung von völlig neuen Produkten. Cellulose ist umweltfreundlich, hergestellt aus nachwachsenden Rohstoffen, biokompatibel und biologisch abbaubar. Nanocellulose besitzt ein sehr hohes Stärke-Gewichtsverhältnis und kann als Verstärkungsmaterial in leichten, haltbaren Verbundwerkstoffen genutzt werden, ebenso wie bei der Herstellung von Papier- und Verpackungsmaterial. Nanocellulose kann synthetische Verstärkungsmittel in Verbundwerkstoffen ersetzen, bspw. in der Automobilindustrie und am Bau. Sehr feine nanofibrillierte Cellulosen können sogar als Feststoffadditive in transparenten Verbundwerkstoffen eingesetzt werden, z. B. für organische elektronische Displays, Solar- und Sensorikplatten, oder für gedruckte Elektronik. Die Transparenz der Schichten nimmt dabei mit verringerter Teilchengröße zu. Aufgrund ihrer dichten Struktur eignen sich solche Schichten auch als Barrierematerial in Lebensmittelkontaktmaterialien und können somit nicht erneuerbare Materialien in Verpackungsanwendungen ersetzen. Aufgrund ihrer interessanten rheologischen Eigenschaften kann Nanocellulose auch Verwendung finden in Farben, Beschichtungen, Ölbohrungen, Lebensmitteln, Kosmetik und Arzneimitteln. Aufgrund der an ihrer Oberfläche vorhandenen Hydroxyl-Bindungen, der großen Oberfläche, der geringen Größe, der Flexibilität der Fasern und dem hohen Aspektverhältnis ist Nanocellulose prädestiniert, starke fibrilläre Netzwerke in neuen Hydro- und Aerogelen zu bilden. Hydrogele eignen sich für verschiedene medizinische und pharmazeutische Anwendungen, wie für 3D-Zellkulturgerüste oder die kontrollierte Arzneimittelabgabe, während Aerogele als Baumaterialien verwendet werden könnten, beispielsweise in Schallisolation oder als bioaktive Membranen zur Reinigung von Luft oder Wasser. Als hydrophile Materialien mit hoher spezifischer Oberfläche kann Nanocellulose kontrolliert Flüssigkeiten absorbieren, und auch kontrolliert freigeben, wodurch sich Anwendungen im Hygienebereich oder bei Wundverbänden ergeben.

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Holz ist folglich für den zukünftigen nachhaltigen Einsatz in unterschiedlichsten Bereichen überaus interessant. Hierdurch lassen sich Rohstoff-abhängigkeiten vermindern, die Kunststoffbranche, aber auch andere Bereiche, gewinnen neue Tätigkeitsfelder, und generell dient dies auch dem nachhaltigen Wirtschaften. Speziell in den nordeuropäischen Ländern werden derzeit die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Cellulose analysiert, da der klassische Papier und Zellstoffmarkt rückläufig

ist und auch die hauptsächliche Nutzung als Brennstoff nicht zukunftsähig ist.

Derzeit werden international verschiedene Hürden und mögliche Barrieren für die Nutzung von Nanocellulose diskutiert:

- *Upscaling der Lignin- und Nanocelluloseherstellung*

Nanocellulose wird hauptsächlich durch chemische Zusätze und hoher Druck oder in Bioreaktoren extrahiert. Für die Herstellung stehen bisher nur Pilotanlagen zur Verfügung.<sup>128</sup> Lignin fällt als Abfallprodukt bei der Papierherstellung an. Doch die Weiterverwendung von Lignin oder Nanocellulose ist für die breite Anwendung noch zu teuer.

- *Industrielle Nutzung in verschiedenen Anwendungen*

Am weitesten fortgeschritten ist die Nutzung von Holzanateilen bei den WPC-Elementen, während die Verwendung von Nanocellulose und Lignin in den skizzierten Beispielen sich oft noch im Prototypbereich befindet. Nichtsdestotrotz soll im Spitzencluster BioEconomy mit Sitz in Halle die Nutzung von Holz als Roh- und Wertstoff gezielt unterstützt werden. Immerhin ist Sachsen-Anhalt das Land mit der größten Holzverarbeitungsindustrie in Deutschland.<sup>129</sup>

- *Erschließung neuer Wertschöpfungsketten*

Die Holzverarbeitung ist traditionell im Bereich Holzbau und Möbel angesiedelt und bisher kaum in wirklich neuen Anwendungsfeldern wie der Medizin, der Umwelttechnik oder Energietechnik aktiv. In konventionellen Branchen lässt sich bisher schwer Interesse für radikale Innovationen generieren.

- *Regulierungsbedenken*

Speziell bei Nanocellulose sind Investoren und Anwender noch zurückhaltend, da im Falle der besonderen Behandlung von Nanomaterialien unter REACH dies auch die Nanocellulose betreffen könnte.

## **Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?**

Die Nutzung von Lignin oder Nanocellulose als Ausgangsmaterial für höherwertige chemische Substanzen oder als Grundelement verschiedenster Hightech-Produkte ist weltweit im Fokus von innovativen Anwendern. Möglicherweise ergeben sich durch die Intensivierung von FuE-Aktivitäten mittel- bis langfristige Veränderungen am Markt, von de-

---

128 [www.int.fraunhofer.de/content/dam/int/de/documents/EST/EST0414S70.pdf](http://www.int.fraunhofer.de/content/dam/int/de/documents/EST/EST0414S70.pdf)

129 [www.bioeconomy.de/land-sachsen-anhalt-unterstuetzt-die-bioeconomy-cluster-mit-10-jahresfoerderung/](http://www.bioeconomy.de/land-sachsen-anhalt-unterstuetzt-die-bioeconomy-cluster-mit-10-jahresfoerderung/)

nen die Forst- und Landwirtschaft, die Holzwerkstoffindustrie, der Holzbau, die Zellstoff- und Papierindustrie, die Holzchemie sowie die Energiewirtschaft betroffen sind. Um die Position Deutschlands bei der Nutzung von Holz für neue Hightech-Anwendungen weiterhin wettbewerbsfähig zu halten, ist einerseits die Weiterentwicklung der bestehenden Fachkräfte als auch die Attraktion von Nachwuchskräften notwendig. Dadurch wird dann auch das Interesse von Investoren in Start-ups, in den sich neu entwickelnden Mittelstandsunternehmen und auch in den möglichen Umbau konventioneller Industrieunternehmen geweckt. Für Arbeitnehmer bedeutet dies zwar, dass sie ihren Wissenstand evtl. sogar interdisziplinär erweitern müssen, doch haben sie dadurch auch die Möglichkeit, neue Branchen und Anwendungsbereiche kennen zu lernen, ihre Qualifikation aufzuwerten und im Rahmen neuer Tätigkeiten zu arbeiten.

Des Weiteren erfordern neue Produktionsverfahren die Berücksichtigung von bereits bestehenden Wertschöpfungsketten, der zeitliche Abfolge der technologischen Reife unterschiedlicher Anwendungsfelder und des beim möglichen Anwender und Kunden verfügbaren Wissens über neue Möglichkeiten mit Holz. Daraus ergeben sich neue Aufgaben u. a. für Weiterbildungseinrichtungen, IHKs, Gewerkschaften, Verbände und Vereine sowie firmenintern für die Personalentwicklung. Und nicht zuletzt bietet das Thema „Neue Anwendungen mit Holzwerkstoffen“ innovativen Start-ups oder Spin-offs Chancen für einen erfolgreichen Markteintritt verbunden mit der Schaffung neuer Arbeitsplätze.

*Tabelle 9: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>klassische Holzverarbeitung etabliert</li> <li>neue Verwertungsoption gegenwärtig im Pilotmaßstab</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chancen für neue Arbeitsplätze durch neue Anwendungen auf Holzbasis</li> <li>interdisziplinäre Arbeitsweisen sind notwendig</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>eher inkrementelle Entwicklung in der etablierten Holzverwendung,</li> <li>disruptive Ansätze in neuen Anwendungsfeldern</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland ist eine waldreiche Region in Europa</li> <li>Holznutzung aber hauptsächlich in den nordeuropäischen Ländern</li> </ul>

*Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ*

# Hygiene als Herausforderung im Bereich Gesundheit: Mensch und Technologie

## Worum geht es?

In europäischen Kliniken kommt es jährlich zu etwa 2,6 Mio. sogenannten Krankenhausinfektionen (Deutschland: geschätzt 500.000), rund 91.000 Patienten versterben pro Jahr daran (Deutschland: geschätzt 15.000); ein Drittel der Krankenhausinfektionen gilt als vermeidbar.<sup>130</sup> Im Rahmen des von der Hans-Böckler-Stiftung geförderten Pilotprojektes „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ wurde das technische Spezialthema „Mit kalten Plasmen Wunden desinfizieren und heilen“ einem ausgewählten Kreis von Fachleuten vorgestellt<sup>131</sup>; die Technologie wurde inzwischen für den EIT Award 2017 des Europäischen Innovations- und Technologieinstituts (EIT) nominiert<sup>132</sup>. Als ein Ergebnis des Abschluss-Workshops des Pilotprojektes wurde festgehalten, dass das Thema Hygiene im Gesundheitswesen mit einem breiteren Ansatz betrachtet werden sollte, da Bakterien, die gegen mehrere oder gar alle bekannten Antibiotika resistent sind, eine der größten Bedrohungen für die globale Gesundheit darstellen und die Gesundheitssysteme weltweit vor große, nicht zuletzt finanzielle Herausforderungen stellen.

Im Pharmadialog der Bundesregierung haben Vertreterinnen und Vertreter von drei Bundesministerien, Unternehmen und der Gewerkschaft IG BCE u. a. den Umgang mit Antibiotikaresistenzen vertieft beraten. Eine der Handlungsempfehlungen betont die Notwendigkeit neuartiger Therapieansätze und Diagnostika für bakterielle Infektionen.<sup>133</sup> Die Bundesregierung hat zudem im Mai 2015 mit der Deutschen Antibiotika-Resistenzstrategie (DART 2020) Ziele gesetzt, die u. a. die Früherkennung von Resistenzen, den Erhalt und die Verbesserung von Therapie-Optionen, die Infektionsvermeidung und Unterbrechung von Infektionsketten, sowie die Bewusstseinsbildung und Kompetenzstärkung in den

---

130 [www.medizintechnologie.de/news\\_hintergruende/medizin/2016/2016\\_4/infektionen\\_in\\_kliniken\\_lebensbedrohliches\\_risiko/](http://www.medizintechnologie.de/news_hintergruende/medizin/2016/2016_4/infektionen_in_kliniken_lebensbedrohliches_risiko/)

131 [www.boeckler.de/pdf/p\\_fofoe\\_WP\\_014\\_2016.pdf](http://www.boeckler.de/pdf/p_fofoe_WP_014_2016.pdf)

132 [www.eit.europa.eu/innovate#awards](http://www.eit.europa.eu/innovate#awards)

133 [www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/meldungen/2016/pharmadialog.html](http://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/meldungen/2016/pharmadialog.html)

Blick nehmen<sup>134</sup>. Im Vordergrund steht dabei eine sektorübergreifende Zusammenarbeit, die gleichermaßen bei Mensch und Tier ansetzt. Diesen „One Health“-Ansatz verfolgt auch der im Juni 2017 vorgelegte (nach 2011 bereits zweite) Aktionsplan der Europäischen Kommission<sup>135</sup>, der durch zeitgleich veröffentlichte Leitlinien zum Antibiotikaeinsatz in Mensch und Tier ergänzt wird<sup>136</sup>. Und in einer laufenden Delphi-Befragung zum strategischen Foresight-Prozess in der EU wird dem Thema eine große Dringlichkeit mit Blick auf das nächste europäische Rahmenprogramm für Forschung und Innovation zugewiesen<sup>137</sup>.

Da eine rasche Entwicklung neuer Antibiotika gegenwärtig nicht absehbar ist, kommt neben der kontinuierlichen Sensibilisierung der im Gesundheitswesen Beschäftigten und der Patienten (und ihrer Besucher) im Umgang mit Antibiotika und den zeitintensiven Hygienemaßnahmen, technologischen Lösungen zur Unterstützung bei der Prävention von Infektionskrankheiten eine deutlich gestiegene Bedeutung zu. Darunter sind Ansätze zur Prozessoptimierung in Krankenhäusern (z. B. durch den Einsatz von Funk-Chips), beschichtete antimikrobielle Oberflächen und schnellere Diagnostikverfahren zur Identifizierung der (multi)resistenten Keime. Da der Mensch jedoch, z. B. aufgrund von Arbeitsverdichtung, eine maßgebliche „Fehlerquelle“ sein kann, sind soziale Innovationen genauso wichtig wie technische.

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Während sich die großen Pharmaunternehmen in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend aus der antimikrobiellen Wirkstoffforschung zurückgezogen haben, werden gegenwärtig weltweit in den industrialisierten Nationen staatliche Förderprogramme aufgelegt, die diesem Trend entgegenwirken sollen. So hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung beispielsweise im September 2016 und im Januar 2017 Förderbekanntmachungen veröffentlicht, die auf nationaler<sup>138</sup> bzw. transnationaler Ebene<sup>139</sup> dem dringenden Bedarf nach Unterstützung mit erheblichen finanziellen Investitionen Rechnung tragen. Auch in öffentlich-

---

134 [www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/antibiotika-resistenzen/antibiotika-resistenzstrategie.html](http://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/antibiotika-resistenzen/antibiotika-resistenzstrategie.html)

135 [www.ec.europa.eu/health/amr/sites/amr/files/amr\\_action\\_plan\\_2017\\_en.pdf](http://www.ec.europa.eu/health/amr/sites/amr/files/amr_action_plan_2017_en.pdf)

136 [www.ec.europa.eu/health/amr/sites/amr/files/amr\\_guidelines\\_prudent\\_use\\_en.pdf](http://www.ec.europa.eu/health/amr/sites/amr/files/amr_guidelines_prudent_use_en.pdf)

137 [www.ec.europa.eu/research/foresight/index.cfm?pg=strategic](http://www.ec.europa.eu/research/foresight/index.cfm?pg=strategic)

138 [www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1255.html](http://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1255.html)

139 [www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1306.html](http://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1306.html)

privaten Partnerschaften, wie z. B. zwischen der deutschen Evotec AG und der britischen Stiftung Antibiotic Research UK, wird versucht, neue Ansätze zur Bekämpfung bakterieller Infektionen zu finden.

Auf der technologischen Seite werden diverse Ansätze erforscht und sind teilweise bereits an der Schwelle zum Markteintritt oder auf dem Markt. Insgesamt entwickelt sich dieser Bereich sehr dynamisch. Im Folgenden werden einige Beispiele skizziert. So testet das HELIOS Universitätsklinikum Wuppertal – Universität Witten/Herdecke derzeit gemeinsam mit dem Start-up Unternehmen HyHelp aus Frankfurt in einem Pilotprojekt ein Sensorsystem für eine verbesserte Handhygiene:

„Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einer Station tragen ein Gerät, das über einen Alkohol-Sensor erkennt, wann eine Händedesinfektion vorgenommen wird. Eine individuelle Auswertung über die Desinfektionsanzahl erhält nur der jeweilige Mitarbeiter für sich selbst. Im Team kommuniziert wird hingegen die Statistik zum Abschneiden der Station. Der Teamerfolg zählt.“<sup>140</sup>

Ein ähnlicher Ansatz arbeitet mit RFID-Funkchips in Armbändern und ermittelt über einen Beschleunigungssensor, an welchen Hygienepunkten sich einzelne Mitarbeiter wie intensiv die Hände desinfizieren. Diese erhalten persönlich ein Feedback, wenn der Vorgang erfolgreich war und auch, wenn dieser zu kurz durchgeführt wurde. Bei diesem System werden die Daten anschließend zentral ausgelesen und für jeden Mitarbeiter individuell ausgewertet<sup>141</sup>. Eine Methode, die 2016 den österreichischen Innovations-Staatspreis gewonnen hat, ermöglicht mittels Licht eine photodynamische Desinfektion speziell gefärbter (Arbeits-)Kleidung. So kann die Keimbelastung, beispielsweise in besonders sensiblen Klinikbereichen, ergänzend reduziert werden.<sup>142</sup>

An bis zu 45 Prozent der Krankenhausinfektionen sind Implantate beteiligt. Während beschichtete antibakterielle Oberflächen seit längerer Zeit diskutiert werden und auch schon im Einsatz sind, dabei jedoch oftmals unerwünschte Nebeneffekte aufweisen (Zytotoxizität, ungünstige Wirkstofffreisetzungskinetik, begrenzte Wirkungsdauer, Förderung von Antibiotikaresistenzen etc.), stellt die sogenannte „Nanorauheit“ von Titan einen neuen Ansatz dar. Dieser basiert auf einer deutlich verringer-

---

140 [www.mta-dialog.de/artikel/geraet-mit-nase-gegen-krankenhaus-infektionen.html](http://www.mta-dialog.de/artikel/geraet-mit-nase-gegen-krankenhaus-infektionen.html)

141 [www.heise.de/tr/artikel/Armband-mahnt-Krankenhauspersonal-zu-mehr-Hygiene-1836573.html](http://www.heise.de/tr/artikel/Armband-mahnt-Krankenhauspersonal-zu-mehr-Hygiene-1836573.html)

142 [www.bmwfj.gv.at/Innovation/Publikationen/Documents/STP\\_Inno\\_2016%20CLEAN1\\_GW\\_53%20DNK45\\_45.pdf](http://www.bmwfj.gv.at/Innovation/Publikationen/Documents/STP_Inno_2016%20CLEAN1_GW_53%20DNK45_45.pdf)

ten Adhäsion von Bakterien im Vergleich zu glatten Oberflächen<sup>143</sup>. Ein anderer Ansatz sind spezielle antibakterielle Gele, für die kein Risiko einer Wirkstoffresistenz besteht. Diese werden auf zu implantierende Oberflächen aufgetragen und verhindern die Besiedlung durch Bakterien und somit die Ausbildung gefährlicher Biofilme<sup>144</sup>.

Neue diagnostische Verfahren können helfen, multiresistente Keime, Sepsis oder im Krankenhaus erworbene Infekte wie Pneumonie deutlich schneller als bisher zu diagnostizieren und somit helfen, die richtigen Therapiemaßnahmen gezielter und frühzeitiger einzuleiten, um so die Mortalitätsrate bzw. die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus zu senken und auch die weitere Ausbreitung zu unterbinden. Dieses Feld entwickelt sich gegenwärtig besonders dynamisch.<sup>145</sup> Aber auch mit herkömmlicher Diagnostik lassen sich geeignete Maßnahmen ableiten, alleine dadurch, dass sie flächendeckend Anwendung finden. So wird in den Niederlanden jeder Patient, der in ein Krankenhaus aufgenommen wird, auf multiresistente Keime hin untersucht und – im positiven Fall – auf einer Spezialstation entsprechend isoliert und behandelt<sup>146</sup>.

Neben den pharmazeutischen und (medizin-)technischen Innovationen ist der Mensch in seinem individuellen Verhalten selbst ein wichtiger Faktor bei einer Verbesserung der Hygienesituation in Praxen, Kliniken, Pflegeeinrichtungen und – nicht zuletzt – in seiner alltäglichen Umgebung. So ist Aufklärung über den richtigen Umgang mit Antibiotika und Desinfektionsmitteln ein zentraler Aspekt, der inzwischen auch in der aktuellen Tagespresse regelmäßig reflektiert wird<sup>147</sup>. Die bereits seit 2008 bestehende nationale Kampagne „Aktion Saubere Hände“<sup>148</sup> fokussiert sich in 2017 gezielt darauf, die unterschiedlichen Akteure bei der Bekämpfung von Antibiotikaresistenzen und der Verbesserung der Händehygiene spezifisch anzusprechen. Dabei werden die Patienten/Pflegebedürftigen und deren Angehörige/Besucher als Schlüsselfiguren in der Patientenversorgung mit einbezogen. Informationsmaterialien informie-

---

143 [www.gepris.dfg.de/gepris/projekt/277895617](http://www.gepris.dfg.de/gepris/projekt/277895617)

144 [www.ec.europa.eu/research/infocentre/article\\_en.cfm?artid=44636&id=%2Fresearch%2Fheadlines%2Fnews%2Farticle\\_17\\_06\\_23\\_en.html](http://www.ec.europa.eu/research/infocentre/article_en.cfm?artid=44636&id=%2Fresearch%2Fheadlines%2Fnews%2Farticle_17_06_23_en.html)

145 [www.miacom-diagnostics.com/Produkte/Sepsis/hemoFISH-Gram-Kit.html](http://www.miacom-diagnostics.com/Produkte/Sepsis/hemoFISH-Gram-Kit.html); [www.miacom-diagnostics.com/respiFISH-miacom.html](http://www.miacom-diagnostics.com/respiFISH-miacom.html); [www.medica.de/cgi-bin/md\\_medica/lib/pub/t.cgi/Schneller\\_Test\\_auf\\_multiresistente\\_Erreger\\_entwickelt.html?oid=15829&lang=1&ticket=q\\_ue\\_st](http://www.medica.de/cgi-bin/md_medica/lib/pub/t.cgi/Schneller_Test_auf_multiresistente_Erreger_entwickelt.html?oid=15829&lang=1&ticket=q_ue_st); [www.ec.europa.eu/research/index.cfm?na=na-010617&pg=newsalert&year=2017](http://www.ec.europa.eu/research/index.cfm?na=na-010617&pg=newsalert&year=2017)

146 [www.deutschlandfunk.de/krankenhauskeime-vorbild-niederlande.1773.de.html?dram:article\\_id=315098](http://www.deutschlandfunk.de/krankenhauskeime-vorbild-niederlande.1773.de.html?dram:article_id=315098)

147 [www.zeit.de/wissen/gesundheit/2017-06/hygiene-desinfektionsmittel-keime-bakterien-gesundheit-risiko/komplettansicht](http://www.zeit.de/wissen/gesundheit/2017-06/hygiene-desinfektionsmittel-keime-bakterien-gesundheit-risiko/komplettansicht)

148 [www.aktion-sauberehaende.de](http://www.aktion-sauberehaende.de)

ren diese Zielgruppe direkt und versuchen zu vermitteln, dass diese ein Team mit dem medizinischen Personal bilden, das nur gemeinsam die Handhygiene steigern kann. Die medizinischen Mitarbeiter erhalten zur Unterstützung Fachliteratur. Sie sollen einerseits über die Beteiligung der Patienten diskutieren, andererseits das eigene Verhalten reflektieren.<sup>149</sup>

## Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?

Das Thema Hygiene stellt Kliniken und Pflegeeinrichtungen vor große Herausforderungen. Es handelt sich um einen äußerst vielschichtigen Themenkomplex, der durch diverse externe (z. B. epidemiologische) und interne Faktoren (z. B. Zeit, Geld, Wissen) beeinflusst wird. Zur Verbesserung der Hygienesituation drängen diverse naturwissenschaftliche/technologische Ansätze in den Markt. Gleichermassen kann diese auch durch Arbeitsabläufe in den Kliniken und Pflegeeinrichtungen sowie durch das individuelle Verhalten aller beteiligten Akteure beeinflusst werden. Entsprechend wichtig ist es, dass die Akteure vor Ort die aktuellen Entwicklungen kennen, um sich fachkompetent an der Erarbeitung eines möglichst in sich schlüssigen Gesamtpakets an Maßnahmen für ihre Einrichtung einbringen zu können. So lassen sich neben allgemeingültigen Handlungsempfehlungen auch spezifische an die Erfordernisse der jeweiligen Einrichtung passende Maßnahmen ergreifen, die im Idealfall modular erweitert werden können. Zu beachten sind dabei nicht nur die (medizinische) Wirksamkeit sondern auch Aspekte wie Datenschutz, Personalaufwand, Zeitmanagement und Schulungsbedarf.

---

149 [www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2017/Ausgaben/18-19\\_17.pdf](http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2017/Ausgaben/18-19_17.pdf)

*Tabelle 10: Thesen/vorläufiges Fazit*

<b>Teilaspekt</b>	<b>Vorläufige Trendbestimmung</b>
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• heterogen; es existieren diverse Ansätze, die das Thema aus verschiedenen Bereichen heraus adressieren; meist anwendungsorientierte Forschung gemeinsam mit Industrie</li> <li>• Markeintritt neuer Technologien hat ansatzweise bereits stattgefunden; es gilt die diversen Maßnahmen bedarfsbezogen zu bewerten und zu verzähnen</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• steigender Personalbedarf bei gleichzeitig steigendem Kostendruck im Gesundheitssystem. Ausbau der Beschäftigung in der Produktion und (externen) Labordiagnostik durch breiten Markeintritt möglich (durch Überlagerung mit dem Trend hin zu einer stärkeren Automatisierung (Industrie/Labor 4.0) kann dieser Effekt sich abschwächen)</li> <li>• neue Anforderungen an Qualifizierung und Arbeitsschutz im Umgang mit den neuen Technologien</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eher gering</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohes Potenzial für die produzierenden Unternehmen durch prinzipiell vorhandenes Know-how und vorhandene Technologie</li> <li>• hohes Kooperationspotenzial mit internationalen Partnern; Deutschland kann Vorreiterrolle bei Lösung dieser weltweiten Herausforderung einnehmen</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ

# Informations- und Kommunikationstechnologien auf Basis von Quanten, Photonen und DNA: Ein gewaltiger Innovationssprung

## Worum geht es?

Konventionelle Computerarchitekturen werden aufgrund der steigenden Datenmengen und Geschwindigkeitsanforderungen in absehbarer Zeit an die konzeptionelle Grenze ihrer Leistungsfähigkeit kommen. Zudem sind der fortwährenden Miniaturisierung der Mikroelektronik physikalische Grenzen gesetzt. Alternative Ansätze sind daher notwendig und möglich durch Quanteninformationstechniken, die auf Gesetzen der Quantenmechanik basieren. Dabei geht es um die Durchführung von Berechnungen (Quantencomputing) und um die verschlüsselte Kommunikation (Quantenkryptografie). Aber auch biomolekulare Computer und Speicher, die z. B. mit DNA arbeiten, sind in einem ersten Forschungsstadium. Biomolekulare Computer sollen vor allem zur Erhöhung der Speicherkapazität für Langzeitspeicher und zur Parallelisierung von Berechnungen eingesetzt werden. Während Quantenkryptografie bereits heute in Ansätzen genutzt wird, sind Quantencomputer oder biomolekulare Computer eher mittel- bis langfristig zu erwarten.

Allen Methoden ist gemeinsam, dass sie sich von Grund auf radikal von der bekannten digitalen Informations- und Kommunikationstechnologie unterscheiden. Den schwer verständlichen Gesetzen der Quantenmechanik folgend, treten an die Stelle der binären Bits und Bytes mit den definierten Zuständen Null und Eins sogenannte Quantenbits oder Qubits mit „sowohl-als-auch“-Überlagerungszuständen. Meist werden zum Rechnen quantenphysikalische Eigenschaften wie der Spin eines Atoms benutzt, der durch Radiowellen oder Magnetismus von außen beeinflusst wird, wobei aufwendige Messungen die Ergebnisse dokumentieren. Schon ein einziges Qubit kann alle möglichen Ergebnisse einer Rechenoperation gleichzeitig kalkulieren, da es alle möglichen Zustände gleichzeitig einnimmt. Dementsprechend kalkuliert ein Quantencomputer alle Ergebnisse der bekannten logischen Operationen gleichzeitig, statt nacheinander alle Möglichkeiten abarbeiten zu müssen.

Die Schnittstelle zur Kommunikationstechnik stellen dabei Photonen dar, also Lichtteilchen, die nicht wie in der heutigen Kommunikation in Massen Lichtblitze bilden, die über Glasfaserkabel die Daten optisch übertragen. Stattdessen übertragen wenige bis einzelne Photonen mittels quantenphysikalischer Effekte Informationen. Genutzt wird unter an-

derem die Quantenverschränkung, bei der zwei Photonen zwischen Sender und Empfänger ihren Informationszustand nur gemeinsam übermitteln, die Manipulation des einen Photons trotz räumlicher Trennung aber das andere beeinflusst. Daher können bei der Quantenkryptographie Sender und Empfänger verschlüsselter Kommunikation aus dem System heraus feststellen, wenn ein Signal von Dritten abgehört wird.

Biomolekulare Systeme können sowohl für Berechnungen als auch zur Datenspeicherung genutzt werden. Ein Gramm DNA enthält mit 300.000 Terabyte etwa so viele Daten wie eine halbe Million CD-ROMs. Prinzipiell können biologische Systeme Schäden und Fehlfunktionen abpuffern, was sie als Langzeitspeicher geeignet macht. Die Speicherfunktion kann über die DNA-Polymerase realisiert werden, bei der ein Enzym das jeweils komplementäre Gegenstück zu einem DNA-Strang erzeugt. In der Praxis wurden bereits Fotos mit wenigen Dutzend Pixeln und Filmsequenzen mit einigen Bildern in Mikroben gespeichert, da die Mikroben durch ihr Genwerkzeug, dem sogenannten CRISPR/Cas, von Natur aus dazu fähig sind, Fremd-DNA in ihr Erbgut einzubauen. Etwa 90 Prozent der so gespeicherten Daten ließen sich fehlerfrei auslesen. Die Ablage im Erbgut einer lebenden Zelle würde zudem die Replikation von Informationen ermöglichen.<sup>150</sup>

DNA-Computer können Probleme lösen, die mit einem Algorithmus nicht effizient zu lösen sind, sondern ausprobiert bzw. durch eine Heuristik angenähert werden müssen. Ein klassisches Beispiel ist das Problem des Handlungsreisenden, der mehrere Orte mit dem kürzesten Reiseweg ohne Wiederholungen besuchen soll, wobei die Problemstellung auch auf andere technische Probleme übertragen werden kann.<sup>151</sup> Für sieben Städte gelang diese biologische Berechnung im Labor bereits vor über 15 Jahren.<sup>152</sup>

---

150 [www.wissenschaft.de/home/-/journal\\_content/56/12054/18691078/Lebende-Zellen-als-Datenspeicher/](http://www.wissenschaft.de/home/-/journal_content/56/12054/18691078/Lebende-Zellen-als-Datenspeicher/)

151 [www.de.wikipedia.org/w/index.php?title=Problem\\_des\\_Handlungsreisenden&oldid=166323199](http://www.de.wikipedia.org/w/index.php?title=Problem_des_Handlungsreisenden&oldid=166323199)

152 [www.scinexx.de/dossier-detail-9-14.html](http://www.scinexx.de/dossier-detail-9-14.html)

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

DNA-Computer und Quantencomputer sind bei Hochschulen als auch wenigen Unternehmen wie IBM, Google<sup>153</sup> und Microsoft im Forschungsstadium und werden in den nächsten zehn Jahren eher keine breite Kommerzialisierung erfahren. Beide Methoden ermöglichen das hochparallele Rechnen, das vor allem für zwei Anwendungsgebiete interessant ist: das Durchsuchen von Datenbanken und das Ver- und Entschlüsseln von Daten. Hinzu kommen noch Modellierungsaufgaben in der Chemie, etwa wie sich Elektronen in Materialien und Molekülen verhalten, um daraus Rückschlüsse auf komplexe, molekulardynamische Vorgänge in der Natur zu ziehen. Auch könnten Hochtemperatursupraleiter- oder bessere Katalysatormaterialien durch diese parallel arbeitenden Systeme gefunden werden.<sup>154</sup>

Eine begehrte und zugleich gefürchtete Anwendung von Quantencomputern betrifft das Entschlüsseln geschützter Kommunikation, die heutzutage meist mit Hilfe der Produkte großer Primzahlen geschieht. Es ist zwar einfach, beim Verschlüsseln große Primzahlen miteinander zu multiplizieren, aber für unberechtigte Mithörer quasi unmöglich, für das Entschlüsseln die zwei Primzahl faktoren aus einer sehr großen Zahl zu ermitteln. Der berechtigte Empfänger einer Nachricht kann dagegen problemlos entschlüsseln, weil er sowohl den beim Verschlüsseln verwendeten öffentlichen Schlüssel kennt, als auch den nur ihm bekannten nichtöffentlichen Schlüssel.<sup>155</sup> Heutige Supercomputer können Zahlen mit hunderten Stellen in absehbarer Zeit in zwei Faktoren zerlegen, weshalb die Schlüssellängen stets viel größer sind. Mit Hilfe von Quantencomputern könnte es wesentlich kürzer dauern, die zwei Primzahlen herauszufinden, aus deren Produkt eine große Zahl gewonnen wurde. Damit würden gängige Verschlüsselungsmethoden hinfällig werden. In der Praxis können im Labor mittels Quantentechnologien allerdings erst zweistellige Zahlen wie 21 in ihre Primzahl faktoren 3 und 7 zerlegt werden.<sup>156</sup> Der Entwicklungsstand spielt keine wichtige Rolle, da Kommunikation, die heute vermeintlich sicher verschlüsselt ist, von Dritten aufgezeichnet werden kann, um sie erst in Zukunft mit leistungsfähigen Quantencomputern zu entschlüsseln.<sup>157</sup>

---

153 [www.spektrum.de/news/google-will-eigenen-quantencomputer-bauen/1307826](http://www.spektrum.de/news/google-will-eigenen-quantencomputer-bauen/1307826)

154 [www.spektrum.de/news/mission-quantencomputer/1332201](http://www.spektrum.de/news/mission-quantencomputer/1332201)

155 [www.spektrum.de/news/jetzt-wappnen-fuer-den-quantenangriff/1367181](http://www.spektrum.de/news/jetzt-wappnen-fuer-den-quantenangriff/1367181)

156 [www.spektrum.de/news/mission-quantencomputer/1332201](http://www.spektrum.de/news/mission-quantencomputer/1332201)

157 [www.spektrum.de/news/jetzt-wappnen-fuer-den-quantenangriff/1367181](http://www.spektrum.de/news/jetzt-wappnen-fuer-den-quantenangriff/1367181)

Im Gegensatz zur Entschlüsselung sind quantenkryptographische Systeme bereits seit etwa zehn Jahren kommerziell erhältlich. Sie werden hauptsächlich von Regierungen und Finanzinstituten zur sicheren Informationsübertragung eingesetzt und reichen als Punkt-zu-Punkt-Verbindungen über Glasfaserkabel etwa 100 Kilometer weit. Bei längeren Strecken absorbiert ein Glasfaserkabel zu viele Photonen, das Signal wird unzuverlässig. Die Verlängerung der Reichweite und vor allem Vernetzung der Einzelstrecken wird angestrebt.<sup>158</sup> Dass die Signale von Dritten nicht zu dekodieren sind und die Verschlüsselung daher – auch aus den genannten physikalischen Gründen – als sicher angesehen kann, wird auch durch erfolgreiche Abhörversuche nicht getrübt, bei denen Schwachstellen im technischen Design ausgenutzt wurden.<sup>159</sup> Generell stellt sich die Frage, welchen Stellenwert eine „perfekte“ Verschlüsselungsmethode in Gesellschaften hat, wenn allein die verschlüsselte Informationsübertragung von Privatpersonen in manchen Ländern, auch in Demokratien, bereits als verdächtig gilt.

## Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?

Alle hier beschriebenen Informations- und Kommunikationstechnologien auf Quanten- und DNA-Basis befinden sich gegenwärtig im Forschungsstadium und werden mittelfristig keine direkte Auswirkung auf den Bereich Beschäftigung haben. Der enorm aufstrebende Themenbereich Quantentechnologien soll durch die EU mit einer FET (Future and Emerging Technologies)-Flagship-Initiative ab 2018 mit einer Milliarde Euro über zehn Jahre gefördert werden<sup>160</sup> und ist bereits in Deutschland im Bundesministerium für Bildung und Forschung inhaltlich verankert.<sup>161</sup> Aufgrund der radikal anderen Funktionsweise im Vergleich zur elektronischen Digitaltechnik und optischen Datenübertragung können Quanten- und biomolekulare Computer und Speicher in Zukunft industrielle, wirtschaftliche und gesellschaftliche Prozesse sowie Arbeitsprozesse sehr stark verändern. Es ist dabei offensichtlich, dass sowohl quantenbasier-

---

158 Tim Folger: Quantencomputer als Kodeknacker, in: Spektrum der Wissenschaft (August 2016), S. 64–71; [www.spektrum.de/magazin/quantencomputer-als-kodeknacker/1408645](http://www.spektrum.de/magazin/quantencomputer-als-kodeknacker/1408645)

159 [www.spektrum.de/news/jetzt-wappnen-fuer-den-quantenangriff/1367181](http://www.spektrum.de/news/jetzt-wappnen-fuer-den-quantenangriff/1367181)

160 [www.ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-commission-will-launch-eu1-billion-quantum-technologies-flagship](http://www.ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-commission-will-launch-eu1-billion-quantum-technologies-flagship)

161 [www.bmbf.de/pub/orgplan.pdf](http://www.bmbf.de/pub/orgplan.pdf)  
[www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1371.html](http://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1371.html)

te als auch biomolekulare Systeme keine Weiterentwicklung des Bestehenden mehr sind, sondern aus den Wissenschaftsdisziplinen Physik und Biologie kommen und in völlig neuen Funktions- und Denkweisen keinen Bezug zur heutigen elektronischen Datenverarbeitung haben. Fortbildung und Umschulung werden also kaum sinnvoll sein, um z. B. dual ausgebildete Fachkräfte wie den heutigen Fachinformatiker in den neuen Technologien einzusetzen. Ausbildungsberufe im Rahmen der dualen Ausbildung müssen wohl eher neu konzipiert werden. Zusätzlich wird es in den Anfangsjahren kommerzieller Umsetzungen eine starkes Beschäftigungsübergewicht von Akademikern, etwa *Quanteningenieuren*<sup>162</sup>, geben, bevor betriebliche Ausbildungsberufe konzeptioniert werden können und mehr Beschäftigung auch bei nicht-akademisch Ausgebildeten bewirken.

*Tabelle 11: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forschungsstadium, im Bereich Quantenkryptographie erste kommerzielle Umsetzung</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• anfangs Arbeitsgebiet von Akademikern, duale Ausbildung müsste neu konzipiert werden</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in 10 bis 15 Jahren in einigen Aufgabenbereichen, die hoch paralleles Rechnen erfordern, disruptiv</li> <li>• kein vollständiger Ersatz der bestehenden IKT</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine besonderen Forschungsaktivitäten in Deutschland sichtbar, vielmehr noch internationales Thema</li> <li>• Aussagen über zukünftige kommerzielle Umsetzung nicht möglich</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ

---

<sup>162</sup> [www.spektrum.de/news/mission-quantencomputer/1332201](http://www.spektrum.de/news/mission-quantencomputer/1332201)

# Katalysatoren für die Umwandlung von CO<sub>2</sub> in Energieträger

## Worum geht es?

Mit dem Ziel „Energiewende“ sind u. a. Verfahren der Energieumwandlung und Speicherung verbunden, speziell dann, wenn es durch viel Wind oder Sonne zu einem Überangebot an Strom kommt. Als eine Möglichkeit der Langfristspeicherung dieser Überschussenergie wird die Herstellung von Methan gesehen (Power to Gas). Dabei wird Wasserstoff zusammen mit CO<sub>2</sub> in Methangas umgewandelt. Der Wasserstoff kann durch Elektrolyseverfahren, welche mit erneuerbaren Energien betrieben werden, bereitgestellt werden. CO<sub>2</sub>-Quellen sind die fossile Verbrennung, Biogasanlagen, Industrieprozesse oder die Umgebungsluft. Das erzeugte Methan kann z. B. als Ersatz für Erdgas oder als Rohstoffbasis für die Chemieindustrie fungieren. Aktuell in der Diskussion ist beispielsweise die Herstellung eines Dieselsatzes durch das norwegische Unternehmen Nordic Blue Crude, welche auf einem Produktionsverfahren der Dresdner Firma Sunfire aufbaut und über Elektrolyse, Kohlendioxidreduktion und Fischer-Tropsch-Synthese basiert<sup>163</sup>. Und auch in der Ausgründung INERATEC des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) wird auf dieser Basis an einer mobilen Anlage zur Erzeugung von Benzin, Diesel oder Kerosin gearbeitet.<sup>164</sup> Zusammen mit VTT Finnland und weiteren industriellen Partnern wird im Soletair Projekt eine Demonstrationsanlage für die direkte Umsetzung von CO<sub>2</sub> aus der Umgebungsluft in Kunststoffe, Gase und Treibstoffe erarbeitet.<sup>165</sup>

Bisher waren, trotz Einsatz reaktionsbeschleunigender Katalysatoren, hohe Temperaturen erforderlich, um CO<sub>2</sub> zu Methan umzusetzen. Diese können z. B. durch Überschussstrom erzeugt werden. Doch zukünftig könnte es auch möglich sein, nur durch den direkten Einfluss von Sonnenlicht, CO<sub>2</sub> in chemische Ausgangsstoffe zu wandeln. An der Duke University in Durham (US) wurden neue nanoskalige Rhodium-Katalysatoren untersucht, welche unter Lichteinfall das Treibhausgas nahezu ohne unerwünschte Nebenprodukte zu dem Energieträger Me-

---

163 [www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/norwegen-investoren-bauen-fabrik-fuer-wunder-diesel-a-1156215-2.html](http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/norwegen-investoren-bauen-fabrik-fuer-wunder-diesel-a-1156215-2.html)

164 [www.kit.edu/kit/pi\\_2016\\_156\\_power-to-liquid-erste-kompaktanlage-im-pilotbetrieb.php](http://www.kit.edu/kit/pi_2016_156_power-to-liquid-erste-kompaktanlage-im-pilotbetrieb.php)

165 [www.soletair.fi/ www.euwid-energie.de/soletair-stellt-erstmals-kraftstoff-aus-solarstrom-und-co2-her/](http://www.soletair.fi/ www.euwid-energie.de/soletair-stellt-erstmals-kraftstoff-aus-solarstrom-und-co2-her/)

than umsetzen<sup>166</sup>. Sie benötigen dazu nur UV-Licht, da durch die Kleinheit der verwendeten Partikel deren optische Eigenschaften gezielt verändert sind und die UV-Energie optimal verwertet werden kann. Die Rhodium Partikel absorbieren sehr effizient UV-Licht und erzeugen durch Plasmonenresonanz unter anderem starke elektrische Felder. Diese übertragen die nötige Energie für die Reaktion. Zukunftsziel ist es, durch optimale Anpassung der Katalysatorpartikel die CO<sub>2</sub>-Umsetzung nur mit natürlichem Sonnenlicht zu realisieren. Die Materialcharakterisierung und -herstellung befindet sich noch im Anfangsstadium und neben Rhodium werden auch weitere Katalysatormaterialien erforscht.

Generell sind kleinere Katalysatorpartikel aufgrund des großen Oberfläche/Volumenverhältnisses effektiver, doch spielen bei abnehmendem Durchmesser zunehmend quantenphysikalische Effekte eine Rolle. Die elektronischen Verhältnisse an den äußeren Atomen der Partikel können dadurch maßgeschneidert eingestellt und auf verschiedene chemische Reaktivität abgestimmt werden.<sup>167</sup> Zukünftige Chancen zur Effizienzerhöhung ergeben sich auch durch Anpassung des zur Verfügung stehenden Reaktionsraums. An der TU München haben Forschende bei Zeolith-Katalysatoren festgestellt, dass im Inneren von kleinen Hohlräumen die Reaktivität chemischer Prozesse erheblich gesteigert werden kann und auch die für Reaktionen notwendigen Temperaturen drastisch gesenkt werden können.<sup>168</sup>

Die Bedeutung der CO<sub>2</sub>-Nutzung als Rohstoff wird auch im Rahmen der Neuen Hightech-Strategie der Bundesregierung adressiert und wird in der BMBF Förderrichtlinie „CO<sub>2</sub>Plus – Stoffliche Nutzung von CO<sub>2</sub> zur Verbreiterung der Rohstoffbasis“ umgesetzt.<sup>169</sup>

Wenn auch einige dieser Forschungsansätze sich noch in der Grundlage befinden, so sind mögliche zukünftige Material- und Verfahrenskombinationen vor allem für den Aufbau einer nachhaltigen Grundstoffchemie interessant, welche nicht auf Erdöl oder Erdgas angewiesen ist.

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Die Nutzung des Treibhausgases CO<sub>2</sub> als Rohstoff für chemische Erzeugnisse ist ein klar definiertes Ziel des BMBF-Agendaprozesses

---

166 [www.today.duke.edu/2017/02/light-driven-reaction-converts-carbon-dioxide-fuel](http://www.today.duke.edu/2017/02/light-driven-reaction-converts-carbon-dioxide-fuel)

167 [www.chemie.de/news/156606/extrapolieren-verboten-sub-nanometer-katalysatoren-verhalten-sich-anders-als-prognostiziert.html?WT.mc\\_id=ca0259](http://www.chemie.de/news/156606/extrapolieren-verboten-sub-nanometer-katalysatoren-verhalten-sich-anders-als-prognostiziert.html?WT.mc_id=ca0259)

168 [www.idw-online.de/de/news677272](http://www.idw-online.de/de/news677272)

169 [www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=1055](http://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=1055)

Green Economy.<sup>170</sup> Darin ist als Problem die Wirtschaftlichkeit der einzusetzenden Verfahren als mögliches Problem für die breite Umsetzung benannt. Doch die quellennahe Abscheidung von CO<sub>2</sub> bei der Zementherstellung, beim Stahlkochen oder in der chemischen Industrie, aus Biogasanlagen, Kohlekraftwerken oder Müllverbrennungsanlagen und die direkte stoffliche Umsetzung mit geeigneten Katalysatoren können die Belastung der Umwelt mit Treibhausgas verringern, zudem Stoffkreisläufe nachhaltig schließen, die Abhängigkeit vom Öl mindern und auch die Erzeugung von Synthesegasen und -kraftstoffen für nachhaltigere Mobilitätskonzepte mit Verbrennungsmotoren ermöglichen. Über mobile Systeme könnte gar jede Gemeinde oder jedes Unternehmen seine Treibstoffe selbst herstellen. Die technische Problematik der CO<sub>2</sub>-Nutzung, die volkswirtschaftlichen Potentiale und Lebenszyklusanalysen zu CO<sub>2</sub>-basierten Produkten sind in einer Studie des Institute for Advanced Sustainability Studies Potsdam (IASS) detailliert beschrieben.<sup>171</sup>

## **Warum ist das Thema für Arbeitnehmerakteure wichtig?**

Die langfristige Sicherung der Versorgung der chemischen Industrie mit Rohstoffen ist in Zeiten der zunehmenden Abhängigkeit von Öl und Gas exportierenden Ländern ein anzustrebendes Ziel der deutschen Wirtschaft. Die chemische Industrie gehört zu den größten Industriezweigen in Deutschland und ist von sehr hoher Bedeutung für nachgelagerte Produktionseinheiten. Sie ist eine energieintensive Branche und dadurch auch ein großer Emittent von Treibhausgasen. Daher ist es das Ziel der chemischen Industrie, sowohl Energie als auch Emissionen einzusparen. Durch Nutzung von CO<sub>2</sub> als Rohstoff und durch neue Katalysatorkonzepte lassen sich für beide Problembereiche Lösungen formulieren, welche zukünftig den Chemiestandort Deutschland festigen – dadurch auch die davon abhängigen weiteren Produktionsstätten – und zudem die Treibhausbilanz verbessern helfen können.

Die nachhaltige Umstellung des Chemiestandorts Deutschland ist wichtig und wird vorangetrieben,<sup>172</sup> um u. a. im Hochlohnland Deutsch-

---

170 [www.fona.de/mediathek/pdf/Green\\_Economy\\_Agenda\\_bf.pdf](http://www.fona.de/mediathek/pdf/Green_Economy_Agenda_bf.pdf)

171 [www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/iass\\_study\\_nov2016\\_de\\_co2-als-wertstoff.pdf](http://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/iass_study_nov2016_de_co2-als-wertstoff.pdf)

172 Siehe z. B. die Initiative Chemie3 des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI), der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) und des Bundesarbeitgeberverbandes Chemie (BAVC).

land möglichen Arbeitsplatzverlusten vorzubeugen und Wertschöpfungsketten neu zu gestalten. Des Weiteren können sich positive volkswirtschaftliche Effekte durch Verringerung der Importabhängigkeit von fossilen Rohstoffen und durch Synergieeffekte mit nachgelagerten Produktionsbereichen ergeben. Gelingt es bspw. maßgeblich Energie bei der Herstellung von Kraftstoffen einzusparen und dadurch die Kosten wettbewerbsfähig zu öl- oder gasbasierten Grundstoffen zu halten, so könnte der derzeit gescholtene Verkehr auf Basis von Verbrennungsmotoren weitgehend klimaneutral erfolgen, ohne dass völlig neue Motoren-techniken eingeführt werden müssten.<sup>173</sup>

*Tabelle 11: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Katalysatorentwicklung derzeit noch überwiegend FuE</li> <li>• CO<sub>2</sub> Nutzung bereits in Demonstratoranlagen</li> <li>• merkliche Markteffekte können mittelfristig erreicht werden</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neue CO<sub>2</sub>-Nutzungsverfahren sind für die Arbeitsplatzsicherung von Bedeutung</li> <li>• nachgelagerte Branchen sind von der Entwicklung der Chemiestandorts mit abhängig</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• disruptive Markt- und Produktentwicklung bei Kraftstoffen und Synthesegas möglich</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland bei FuE zur nachhaltigen CO<sub>2</sub>-Nutzung mit führend; erste Umsetzung in Europa avisiert</li> <li>• bei neuem Katalysatoren sind die USA weiter, doch die nötige FuE-Basis zum Aufholen ist in Deutschland vorhanden</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ

---

173 [www.welt.de/wirtschaft/article164990141/Superkraftstoff-Blue-Crude-wird-zum-Hoffnungstraeger.html](http://www.welt.de/wirtschaft/article164990141/Superkraftstoff-Blue-Crude-wird-zum-Hoffnungstraeger.html)

# **Neue Ansätze für die Fleischherstellung: Disruption in der Ernährungsindustrie**

## **Worum geht es?**

Fleisch ohne Tierhaltung herstellen und nach guter Zubereitung genießen das klingt wie Science Fiction ist es aber nicht. Seit den 1990er Jahren werden in wissenschaftlichen Projekten zu „kultiviertem“ Fleisch enorme Fortschritte erzielt. Es werden z. B. Muskelzellen eines Rindes oder eines Huhns in einer Petrischale gezüchtet und so vermehrt, dass sie ein Stück Fleisch ergeben.<sup>174</sup> Die Herstellung von kultiviertem Fleisch, das bisher im Labor aus Zellen gewonnen wird, ohne dass dafür Tiere gemästet und geschlachtet werden müssen, soll schon in naher Zukunft im Industriemaßstab erfolgen. In Ländern wie den USA, Israel und den Niederlanden arbeiten Forschergruppen bereits mit Unternehmen bei der industriellen Umsetzung zusammen.<sup>175</sup>

Über einen möglichen ökologischen Mehrwert (u. a. weniger Wasserverbrauch, weniger Methangas, weniger Flächenbedarf) hinaus soll ein weiterer Vorteil des kultivierten Fleisches darin liegen, dass der Gesundheitswert des Produkts gesteigert wird (z. B. wenig Cholesterin, ungesättigte statt gesättigte Fettsäuren, keine Rückstände von Medikamenten oder von anderen Chemikalien, keine Harnsäure etc.). Durch den Konsum dieses Fleisch sollen keine Infektionen zwischen Tier und Mensch erfolgen, wie etwa bei der Vogel- oder Schweinegrippe. Pandemieursachen könnten somit deutlich eingegrenzt werden. Es wäre ferner möglich, den Gehalt an Fett und Nährstoffen in diesem Fleisch besser zu kontrollieren, und auch die Kontrolle der Produktqualität wäre erheblich einfacher im Vergleich zu herkömmlichem Fleisch, das gegenwärtig von sehr unterschiedlicher Qualität sein kann. Volkskrankheiten, wie Herz- und Gefäßerkrankungen oder Diabetes, verursacht durch zu hohen Fleischkonsum oder durch Krankheitserreger, Hormone oder Antibiotika im Fleisch, könnten mit kultiviertem Fleisch reduziert bzw. vermieden werden.

Der Verzehr von kultiviertem Fleisch wird bereits seit 2013 für die Öffentlichkeit in Szene gesetzt. So wurde z. B. der erste Burger, der ge-

---

174 Siehe z. B. Braun, A.; Cebulla, E.; Malanowski, N. (2013): Ernährung: Technologische Trends und Innovationen, Düsseldorf

175 [www.culturedbeef.org/programme-0](http://www.culturedbeef.org/programme-0)

schätzt einige hundert Tausend USD kostete, von niederländischen Wissenschaftlern unter der Führung von Prof. Post hergestellt und im Rahmen einer Pressedemonstration in London zubereitet und getestet.<sup>176</sup> Im Jahr 2016 stellte das US-Unternehmen Memphis Meats Medienvetretern Fleischbällchen aus Tierstammzellen vor. Zudem hat das Unternehmen im Jahr 2017 angekündigt, dass es ab 2021 mit ihren Fleischprodukten am Markt vertreten sein wird.<sup>177</sup> Nach einem Bericht des Deutschlandfunks hat die Wissenschaftlergruppe von Prof. Post – die kürzlich ein eigenes Unternehmen gegründet hat – für das Jahr 2020 den Preis von ca. 11 USD pro Burger aus kultiviertem Fleisch angekündigt. Möglicherweise könnte sich der Zeitraum sogar noch verringern, da neue Startups in Israel und den USA ebenfalls sehr engagiert an der Produktion von kultiviertem Fleisch zu marktfähigen Preisen arbeiten.<sup>178</sup>

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Zur Herstellung des kultivierten Fleisches bedient man sich Methoden, die sich schon heute zur Züchtung von Haut- oder Knorpelzellen für medizinische Zwecke bewährt haben und in der Regel unter der Bezeichnung „Tissue-Engineering“ bekannt sind. Potentiell kann jedes Tier (z. B. Huhn, Schwein, Rind oder Fisch) als Zellquelle zur Herstellung von kultiviertem Fleisch dienen. In einer Nährlösung werden dann tierische Stammzellen zu Muskelzellen ausgebildet. Gegenwärtig werden bevorzugt Stammzellen von Schweinen verwendet, die in einer Nährlösung zunächst zur undifferenzierten Zellteilung angeregt werden. Ist genug Material erzeugt, werden die Stammzellen dazu angeregt, sich in sogenannten Myoblasten (Vorläuferzellen von Muskeln) auszudifferenzieren. Um ein dreidimensionales Wachstum zu erzeugen, werden sogenannte Collagen-Gitter-Gerüste hinzugefügt, an denen die Muskelzellen ansetzen können. Diese werden im Bioreaktor durch mechanische und elektrische Stimulation zur Muskelbildung (Muskeltraining) angeregt.<sup>179</sup>

Wie bei anderen experimentell im Labor hergestellten Produkten sind die laufenden Kosten der Zuchtfleischherstellung noch hoch. Einen be-

---

176 [www.bbc.com/news/science-environment-23576143](http://www.bbc.com/news/science-environment-23576143)

177 [www.static1.squarespace.com/static/5674c0c22399a3a13cbc3af2/t/58c94becff7c508cd28b8ff/1489587181184/Memphis+Meats++Press+Release+15+Mar+2017+Final.pdf](http://www.static1.squarespace.com/static/5674c0c22399a3a13cbc3af2/t/58c94becff7c508cd28b8ff/1489587181184/Memphis+Meats++Press+Release+15+Mar+2017+Final.pdf)

178 [www.deutschlandfunk.de/kuenstliches-fleisch-stammzell-burger-statt.676.de.html?dram:article\\_id=377796](http://www.deutschlandfunk.de/kuenstliches-fleisch-stammzell-burger-statt.676.de.html?dram:article_id=377796)

179 Siehe FN 1

sonders hohen Stellenwert hat die Entwicklung einer Nährlösung, die frei von tierischen Komponenten bleibt (z. B. mittels Blaualgen) und die mit erneuerbaren Energien (z. B. aus Sonnenlicht und Kohlendioxid) hergestellt werden kann. Eine Herausforderung besteht – auch wenn es erste Erfolge gibt – weiterhin im Aussehen und im Geschmack des kultivierten Fleisches, denn der typische Geschmack von Schwein, Rind oder Hammel entsteht vor allem durch die unterschiedlichen Lebens- und Fressgewohnheiten der Tiere.

Da mit der Herstellung von kultiviertem Fleisch ethische Fragen um die Tierhaltung und -schlachtung auf den ersten Blick nicht entstehen, befürworten Organisationen von Vegetariern und Tierschützern diese Technologie, z. B. weil Massenhaltung, Transport und Schlachtung von Tieren durch die industrielle Produktion von Zuchtfleisch reduziert werden könnte. Die Tierschutzorganisation PETA, ein engagierter Unterstützer dieses neuen Ansatzes zur Fleischherstellung, weist darauf hin, dass der Burger aus kultiviertem Fleisch seit kurzem von einem aus Fleisch optisch kaum zu unterscheiden ist. Im Juli 2016 wurde ein solcher Burger erstmals in einem kleinen Restaurant in New York angeboten. Die Beurteilung einer Food-Journalistin war laut PETA sehr positiv.<sup>180</sup> Auch die britische Non-Profit-Forschungsorganisation New Harvest<sup>181</sup> arbeitet an der Entwicklung von kultiviertem Fleisch. Dies gilt ebenfalls für einige kommerzielle Unternehmen – wie das o. g. Memphis Meats – die norwegische Nofima<sup>182</sup> oder das israelische Supermeat,<sup>183</sup> die die Herstellung einer kosteneffizienten Nährösung zur Produktion von Zuchtfleisch intensiv erforschen und vorantreiben.

In Deutschland ist gegenwärtig vor allem ein Projekt sichtbar, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. In diesem geht es darum, herauszufinden ob die Bevölkerung in Deutschland kultiviertes (In-vitro)-Fleisch (in Zukunft) positiv wahrnimmt und welche Folgen das haben könnte. Diesen Fragen wird u. a. im Rahmen partizipativer Verfahren mit Bürgern nachgegangen. Die Ergebnisse des Projektes, das im Jahr 2017 seinen Abschluss findet, sollen bei Formulierung forschungspolitischer Optionen BMBF berücksichtigt werden.<sup>184</sup>

---

180 [www.peta.de/laborfleisch#.WYgTb2cUIRA](http://www.peta.de/laborfleisch#.WYgTb2cUIRA)

181 [www.new-harvest.org/mark\\_post\\_cultured\\_beef](http://www.new-harvest.org/mark_post_cultured_beef)

182 [www.nofima.no/en/](http://www.nofima.no/en/)

183 [www.supermeat.com](http://www.supermeat.com)

184 [www.invitrofleisch.info/citizens-jury-zu-in-vitro-fleisch-buerger-experten-im-dialog/](http://www.invitrofleisch.info/citizens-jury-zu-in-vitro-fleisch-buerger-experten-im-dialog/)

## Warum ist das Thema für Arbeitnehmerakteure wichtig?

Auffällig ist, dass gegenwärtig im Rahmen der Diskussion über kultiviertes Fleisch, neben technologischen und ökonomischen Fragen zwar ökologische und ethische Aspekte sowie Gesundheitsfragen thematisiert werden aber nicht die möglichen Auswirkungen auf die Arbeitswelt und ihre Beschäftigten. Wenn zukünftig die Herstellung von Fleisch zunehmend in neuen Biotech-Unternehmen stattfindet hat das radikale Auswirkungen auf große Teile der traditionellen Unternehmen der Branche und ihre Beschäftigten. Traditionelle Unternehmen könnten – wenn sie Umbrüche nicht früh genug wahrnehmen und darauf reagieren – zunehmend von völlig neuen Unternehmen verdrängt werden. In den dann existierenden, hochtechnisierten Unternehmen wären bei den verschiedenen Beschäftigtengruppen in Entwicklung, Produktion und Vertrieb neue Kompetenzen, wie z. B. Grundlagen der Biotechnologie und der Digitalisierung, erforderlich. Die Notwendigkeit neuer Ausbildungsordnungen, neuer Weiterbildungsangebote und modifizierter Studiengänge kann ebenfalls eine Folge der Veränderungen im Zuge der Herstellung von kultiviertem Fleisch in industrieller Produktion sein.

*Tabelle 12: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie zur Herstellung von kultiviertem Fleisch existiert und wird sich kurzfristig weiter verbessern</li> <li>• industrielle Produktion von kultiviertem Fleisch auf der Schwelle zur Umsetzung und zu marktfähigen Preisen</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückgang von Einfacharbeit in traditioneller industrieller Fleischherstellung, neue Beschäftigung mit höheren Qualifikationsanforderungen in neuen „Biotech“-Unternehmen oder stark veränderten etablierten Unternehmen</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittelfristig stark mit tiefgreifenden Veränderungen für Unternehmen und Beschäftigte</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gegenwärtig USA, Israel, UK und Niederlande in Forschung und erster Umsetzung führend, Deutschland eher Beobachter mit allgemein starken Potenzialen in moderner industrieller Produktion</li> </ul>

*Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ*

# Theranostik: Auf vielen Wegen in das Gesundheitswesen

## Worum geht es?

Das Thema Theranostik war bereits Diskussionsgegenstand im Rahmen des von der Hans-Böckler-Stiftung geförderten Pilotprojektes „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“. Dort wurde das Thema von den Teilnehmern als „weiter intensiv zu beobachten“ eingestuft.<sup>185</sup>

Ziel der Theranostik ist es, medizinische Diagnostik und Therapie in einem zusammenhängenden Vorgang durchzuführen. Dabei kommen in der Regel bildgebende Verfahren zum Einsatz, die sich funktionalisierter Partikel bedienen, welche an Krankheitsherden anbinden. Über diese Partikel kann dann durch externe Auslösung eine geeignete Therapiemaßnahme eingeleitet werden. Neben magnetischen, optisch sensitiven und thermisch wirkenden Partikeln werden auch radioaktiv markierte Substanzen verwendet, welche nach dem Andocken an z. B. den Krebsherd die kranken Zellen zerstören.

Theranostik soll zur personalisierten Medizin beitragen und dadurch für jeden individuellen Patienten die richtige Therapie anbieten zu können. Radioaktiv markierte Substanzen (Radiotracer) erlauben es gerade in der Onkologie, funktionelle Diagnosen abzusichern und dadurch wertvolle Informationen über den Therapieverlauf zu gewinnen – und das ohne operativen Eingriff. Ein radiomarkiertes Molekül wandert im Körper umher und dockt gezielt am Krebsherd oder an Metastasen an. Dadurch wird eine genaue Lokalisation der Krebszellen ermöglicht. Versieht man dieses andockende Molekül allerdings mit einem therapeutisch wirksamen Radionuklid, so werden die Krebszellen im Körperinneren abgetötet.<sup>186</sup>

Neben der Erforschung von Krebsdiagnose- und -therapiemöglichkeiten werden auch die Optionen der Nuklearmedizin zur Bekämpfung der Alzheimer Demenz untersucht. Ziel ist es, spezielle Eiweißablagerungen im Gehirn, die der Alzheimer Demenz vorausgehen, zu erkennen. Danach sollen durch neue nuklearmedizinische Techniken Substanzen entwickelt werden, die gegen diese krankheitsauslösenden Eiweißablagerungen wirksam sind.

---

185 [www.boeckler.de/pdf/p\\_fofoe\\_WP\\_014\\_2016.pdf](http://www.boeckler.de/pdf/p_fofoe_WP_014_2016.pdf)

186 [www.idw-online.de/de/news628984](http://www.idw-online.de/de/news628984)

Ein gegenwärtig zunehmend wichtiger werdender Fokus der Theranostikforschung betrifft den Einsatz wirkstoffbeladener Nanopartikel. Dabei sind gerade solche Partikel interessant, die gleichzeitig für unterschiedlichste Bildgebungsmethoden und Therapieansätze nutzbar sind.<sup>187</sup> Dieser Forschungszweig ist sehr komplex, denn Nanopartikel verschiedenster Form und Größe verhalten sich unterschiedlich im Einsatz. Doch hierin liegt auch das Potential der Partikel. Denn mit zunehmendem Funktionsverständnis können sie einfacher an die individuellen Bedürfnisse der Patienten und an die Herausforderungen der Erkrankung angepasst werden.

In jüngster Zeit wurde das Gebiet der Theranostik auch auf die Forschung im Bereich der Implantationsmedizin ausgeweitet. Im Rahmen eines Fraunhofer Leitprojektes sollen intelligente theranostische Implantate entwickelt werden. Dabei werden verschiedenste Biosignale erfasst, verarbeitet und analysiert. Diese Signale dienen dann der Einleitung von therapeutischen Maßnahmen in Form einer elektrischen, biochemischen oder mechanischen Intervention bzw. Stimulation.<sup>188</sup> Eines der Projekte betrifft die nicht-invasive Verankerung von Hüftprothesen, falls diese sich mit der Zeit lockern. Eingebaute Sensoren erfassen kontinuierlich den Sitz der Prothese. Integrierte Aktoren können bei größeren Abweichungen von außen so angesteuert werden, dass geeignete Formgedächtnislegierungen sich kontrolliert ausdehnen und dadurch wieder eine feste Verankerung herstellen.

Insgesamt wird erwartet, dass durch die Theranostik eine deutliche Erhöhung der Effektivität von Therapiemaßnahmen zu erreichen ist. Die generellen Ziele der personalisierten Medizin sind Kostenreduktion und Vermeidung von Nebeneffekten.

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Das Forschungsfeld Theranostik stellt sich in jüngster zunehmend breiter auf, neue Ansätze kommen stetig hinzu und auch die zukünftigen Anwendungschancen verbessern sich ständig. Neben den im bereits genannten Pilotprojekt „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ angeführten Nanopartikeln zur Krebsbekämpfung, die als Kontrastmittel,

---

187 [www.medica.de/cgi-bin/md\\_medica/lib/pub/tt.cgi/Theranostik\\_Komplexe\\_Partikel\\_f%C3%BCr\\_die\\_Medizin\\_von\\_morgen.html?oid=54326&lang=1&ticket=q\\_ueest](http://www.medica.de/cgi-bin/md_medica/lib/pub/tt.cgi/Theranostik_Komplexe_Partikel_f%C3%BCr_die_Medizin_von_morgen.html?oid=54326&lang=1&ticket=q_ueest)

188 [www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/fraunhofer-leitprojekte/fraunhofer-theranostische-implantate.html](http://www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/fraunhofer-leitprojekte/fraunhofer-theranostische-implantate.html)

zur lokalen Hyperthermie oder als Chemotherapeutika-Fähen genutzt werden, sind mittlerweile auch neuere Erkenntnisse bei nuklearmedizinischen Techniken dominante Entwicklungstreiber. Die Breitenwirksamkeit der Ansätze wird durch die Übertragung theranostischer Prinzipien bspw. im Bereich der Implantationsmedizin sehr deutlich.

Gegenwärtig sind theranostische Verfahren noch zu teuer für die breite medizinische Versorgung. Erste Anwendungen bieten sich bisher lediglich bei klassischen Therapien mit hohen Kosten an. Doch zeigt der Umstand, dass immer mehr Geschäftsbereiche von Fraunhofer-Instituten zum Thema Theranostik entstehen, Abteilungsbenennungen von wissenschaftlichen Einrichtungen dieses Themas beinhalten und erste auf Theranostikanwendungen ausgerichtete Firmen sich bilden, dass dieser medizinische Bereich eine deutlich gesteigerte Aufmerksamkeit gewinnt. Beispielsweise stellt die SmartDyeLivery GmbH, eine Ausgründung der Friedrich-Schiller-Universität Jena und ihres Klinikums, seit 2016 hochspezifische Nanopartikel mit einem zellspezifischen Wirkstofftransport her, welche für eine Therapie gegen das Versagen der Leber bei einer Sepsis dienen sollen. Die Partikel werden über den Blutkreislauf in den Körper gegeben und verankern selbstständig in den Zielzellen der Leber.<sup>189</sup>

## **Warum ist das Thema für Arbeitnehmer wichtig?**

Breite medizinische Anwendungen der Theranostik wird es nur geben können, wenn interdisziplinäre Forschungsstrukturen durch Zusammenarbeit von Materialentwicklern, Chemikern, Physikern und Biologen mit Pharmazeuten, Kliniken, Medizingeräteherstellern und Therapeuten bedarfsgerecht aufgebaut werden. Der mögliche medizinische Fortschritt wird dabei zunehmend durch nichtmedizinische Erkenntnisse vorangetrieben, beispielsweise durch neue Ergebnisse in der Werkstoffentwicklung, der Bildgebung, oder der Oberflächenfunktionalisierung und -strukturierung. Auch wird es notwendig werden, die klassischen regulatorischen medizinischen Zulassungsverfahren mit den interdisziplinär bedingten neuen Anforderungen nanobiomedizinischer Produkte zu kombinieren (beispielsweise bei der Regulierung des Einsatzes von Nanopartikeln).

---

189 [www.bionity.com/de/news/155707/wirkstoffe-gezielt-zu-krankheitsherden-lotsen.html](http://www.bionity.com/de/news/155707/wirkstoffe-gezielt-zu-krankheitsherden-lotsen.html)

Hinsichtlich der Gesundheitsvorsorge erhält die Präventivmedizin eine höhere Bedeutung. Ein Hauptziel der Theranostik ist, Krankheiten möglichst vor ihrem Ausbruch festzustellen und frühzeitig, evtl. sogar automatisch, nötige Therapiemaßnahmen einzuleiten. Dem zukünftigen Patienten müssen diese neuen Optionen plausibel gemacht werden, denn nur ein informierter Bürger, der vom Nutzen überzeugt ist, wird diese (nötigen) Screenings wahrnehmen. Zudem hat ein solches Screening auch Relevanz für die Gesundheitsvorsorge von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern, so dass mögliche Krankheiten und damit lange „Ausfälle“ im Arbeits- und Privatleben vermieden werden können.

Von Interesse für Gewerkschaften könnte auch die ethische Dimension des Themas sein. Solange die neuen medizinischen Möglichkeiten ausschließlich der Gesunderhaltung dienen, sind wohl keine grundsätzlichen ethischen Bedenken zu erwarten. Da aber bei den personalisierten, prädiktiven Methoden und umfassenden präventivmedizinischen Screenings umfangreiche sensible Informationen anfallen, die bspw. auch für den Versicherungssektor interessant sind, können ethische oder gesellschaftliche Fragestellungen zum Umgang mit diesen Daten entstehen. Gegenwärtig ist einerseits damit zu rechnen, dass die Behandlungsmethoden zunächst sehr kostenintensiv sein werden und in den ersten Umsetzungsschritten nicht jedem Patienten zu Gute kommen können. Andererseits lassen sich durch fortgeschrittene Technologien auch Kosten und Arbeitsdichte im Gesundheitswesen reduzieren, z. B. indem operative Eingriffe vermieden werden können und sich Entlastungspotentiale für das medizinische Personal ergeben.

*Tabelle 13: Thesen/vorläufiges Fazit*

Teilaspekt	Vorläufige Trendbestimmung
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• derzeit noch überwiegend FuE</li> <li>• Anwendungsorientierung nimmt erheblich zu</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Fachkenntnisse erforderlich</li> <li>• teamübergreifende interdisziplinäre Zusammenarbeit nötig</li> <li>• Veränderungen bei Arbeitsdichte möglich</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eher inkrementelle Entwicklung</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland bei FuE mit führend</li> <li>• Umsetzung nur durch branchenübergreifende Zusammenarbeit möglich</li> </ul>

Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ

# **Thermophotovoltaik – Direkte Stromerzeugung aus ungenutzter Sonnen- oder Abwärme**

## **Worum geht es?**

Die Thermophotovoltaik ermöglicht die direkte Umsetzung von Wärme in elektrische Energie. Dabei wird die Abstrahlung einer heißen Oberfläche direkt in dafür geeigneten Photovoltaikelementen in elektrischen Strom umgewandelt. Ferner wird aber nicht nur der hochenergetische Photonenanteil, wie in der klassischen Photovoltaik, genutzt, sondern das Ziel ist es, auch den niederenergetischen Infrarotanteil des Sonnenspektrums in nutzbare Energie umwandeln zu können. Der Trick besteht darin, Wärme in einem thermisch isolierten Material einzufangen, dieses dabei aufzuheizen und dafür zu sorgen, dass nur hochenergetische Photonen dieses Material in Richtung Solarzelle verlassen können<sup>190</sup>. Durch die Unterdrückung der niederenergetischen Emission lässt sich die Effizienz von thermophotovoltaischen Energiewandlern deutlich erhöhen, wodurch eine Effizienz der Energieumwandlung von deutlich über 50 Prozent möglich sein sollte. Durch geschickte systemische Abstimmung von Materialstruktur und Energiebändern bestehen Chancen, kompakte hocheffiziente Energiewandlungssysteme herzustellen. Über geeignete Photonreflektoren und durch Vakuum wird die Restwärme im System belassen. Durch die Anpassung von Absorber und Solarzelle sollen sich zukünftig Energieeffizienzen im Bereich von 80 Prozent erreichen lassen<sup>191</sup> und dies bei hoher Energiedichte. Derzeitige Versuche haben aber bisher nur um die 20 Prozent Effizienz geliefert.

Thermophotovoltaische Systeme erfordern in der Regel Oberflächentemperaturen von 900 bis 1300°C. Die Hitze kann dabei durch die Sonne, industrielle Abwärme oder andere Heizsysteme erzeugt werden. Beispielsweise könnte auch die Verlustwärme von Öl- oder Gaskraftwerken für die Generierung zusätzlicher Energie genutzt werden.<sup>192</sup> Als energieumwandelnde Photodiode werden Halbleiteranordnungen (z. B. aus Galliumantimonid oder Germanium) verwendet. Zur Effizienzsteige-

---

190 [www.technologyreview.com/s/603497/10-breakthrough-technologies-2017-hot-solar-cells/](http://www.technologyreview.com/s/603497/10-breakthrough-technologies-2017-hot-solar-cells/)

191 [www.ee.co.za/article/thermal-photovoltaics-energy-generation-storage.html](http://www.ee.co.za/article/thermal-photovoltaics-energy-generation-storage.html)

192 [www.solarify.eu/2016/09/21/964-neues-material-fuer-abwaermerueckgewinnung/](http://www.solarify.eu/2016/09/21/964-neues-material-fuer-abwaermerueckgewinnung/)

rung werden Wärmereflektoren, Isolationswände und wellenlängenselektive Photonenenergiewandler, z. B. durch photonische Kristalle oder Metamaterial, eingesetzt. Wissenschaftler der Technischen Universität Hamburg haben aus aufeinandergestapelten nanometerdünnen Wolfram und Hafniumoxidschichten ein hochtemperaturfestes optisches Metamaterial aufgebaut, welches aus dem aufgeheizten System nur kurzwellige Wärmestrahlung zur photovoltaischen Nutzung entlässt und dadurch die Effizienz von thermophotovoltaischen Energiewandlern deutlich steigern kann.<sup>193</sup> Andere Ansätze nutzen Titan- und Zirkoniumnitrid, welche chemisch und thermisch stabil sind, als plasmonische Nanoantennen, um 500nm dünne Metamaterialschichten durch konzentrierte Sonnenbestrahlung auf 1500°C aufzuheizen. In den USA wurde genau für diesen Ansatz die Firma NanoMeta Technologies gegründet.<sup>194</sup>

## Wie ist der gegenwärtige Stand der Diskussion?

Das Thema steckt noch in der Grundlagenforschung und hat daher eine mittel- bis langfristige Relevanz. Doch Energieeffizienz ist neben dem Kostenfaktor eine wichtige Randbedingung für die Photovoltaik-Industrie, daher können neue Technologien durchaus Verschiebungen auf dem globalen Markt bewirken. Unter anderem auch deswegen wurde in der von der Hans-Böckler-Stiftung geförderten Photovoltaik-Studie aus 2010 bereits hervorgehoben, dass die Grundlagenforschung für neue Materialien, Komponenten sowie Zell- und Modulkonzepte zu intensivieren sei.<sup>195</sup>

Bisher ist der Wirkungsgrad von thermophotovoltaischen Systemen noch vergleichsweise gering. Anders als Siliziumzellen für sichtbares Licht sind die Photovoltaik-Zellen für das infrarote Licht noch nicht in ihrer Entwicklung ausgereift. Bei den Absorbern/Emittern und der Kombination mit dem photovoltaischen Element sind jedoch in den letzten Jahren sehr gute Fortschritte gemacht worden, wobei für die Erstellung eines Gesamtsystems jedoch noch etliche technologische Fragestellungen bestehen. Obwohl es schon erste Systeme am Markt gibt, z. B. von der US-Firma MTPV<sup>196</sup>, wird es nach Expertenmeinung erst in 10–15 Jahren einen merkbaren Einsatz geben. Aber durch die Möglichkeiten

---

193 [www.chemie.de/news/158398/wissenschaftler-entwickeln-nanomaterialien-fuer-die-umwandlung-von-waerme-in-strom.html](http://www.chemie.de/news/158398/wissenschaftler-entwickeln-nanomaterialien-fuer-die-umwandlung-von-waerme-in-strom.html)

194 [www.nanometatech.com/STPV.php](http://www.nanometatech.com/STPV.php)

195 [www.boeckler.de/11145.htm?projekt=U-2009-328-1%20F&chunk=1](http://www.boeckler.de/11145.htm?projekt=U-2009-328-1%20F&chunk=1)

196 [www.mtpv.com/technology/how-it-works/](http://www.mtpv.com/technology/how-it-works/)

neuer Metamaterialien und der energetischen Anpassung von Solarzellen ergeben sich breite Anwendungspotentiale. Die Systeme können per Sonnenlicht oder durch Brenner mit Energie versorgt werden, können daher auch in Räumen oder in der Nacht betrieben werden, haben keine bewegten Teile und sind daher nahezu lautlos. Sie eignen sich zur Elektrizitätserzeugung in entlegenen Gegenden und können auch gut mit nachhaltigen Energiesystemen kombiniert werden, wie der elektrolytischen Wasserstofferzeugung und bedarfsgerechten Verbrennung in einem Thermophotovoltaiksystem. Nutzt man z. B. aus überschüssiger Energie hergestelltes Methanol als Brennmaterial, so lassen sich verglichen mit Batterien hohe Energiespeicherdichten erreichen.<sup>197</sup> Ein Ansatz dazu ist, mit konzentrierter Sonnenstrahlung Metall zu schmelzen, thermisch zu speichern und dann bedarfsgerecht mit thermophotovoltaischen Konvertern direkt und instantan zur Stromversorgung zu nutzen<sup>198</sup>.

## **Warum ist das Thema für Arbeitnehmerakteure wichtig?**

Derzeit erlebt die deutsche Solarindustrie erhebliche Rückschläge, u. a. auch dadurch, dass technologische Entwicklungen in China und den USA zu effizienteren Lösungen geführt haben. Andererseits bestehen generell bei der Bereitstellung nachhaltiger und regenerativer Energieerzeugungssysteme zunehmende Marktchancen. Falls sich die technologische Entwicklung bei thermophotovoltaischen Energiewandlungssystemen so erfolgversprechend weiterentwickelt wie in den letzten Jahren, so ergeben sich mittel- bis langfristig beachtliche Marktchancen für mobile und stationäre Installationen. Überall wo Abwärme in großer Menge anfällt, aber auch für die solare Energieumsetzung, könnte Thermophotovoltaik lautlos, bewegungsfrei und dadurch in Größe und Design flexibel anpassbar eingesetzt werden. Systemelemente für die solare Anwendung ließen sich sowohl in Konzentrator-Großkraftwerken als auch dezentral als Fassadenelemente oder auf Autodächern einbauen. Daraus ergeben sich Chancen für die Schaffung gänzlich neuer Arbeitsplätzen in der produzierenden Industrie als auch für die Kompensation wegfallender Arbeitsplätze/Tätigkeiten in der Solarzellenfertigung.

---

197 Thermophotovoltaics; Basic Principles and Critical Aspects of System Design;  
Thomas Bauer; 2011

198 [www.sciencenewsline.com/news/2016072716520016.html](http://www.sciencenewsline.com/news/2016072716520016.html)

*Tabelle 14: Thesen/vorläufiges Fazit*

<b>Teilaspekt</b>	<b>Vorläufige Trendbestimmung</b>
Entwicklungsstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• derzeit noch überwiegend FuE</li> <li>• Anwendungsorientierung nimmt zu</li> <li>• merkliche Markteffekte in 10–15 Jahren zu erwarten</li> </ul>
Auswirkungen auf Beschäftigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neue Fachkenntnisse erforderlich</li> <li>• teamübergreifende interdisziplinäre Zusammenarbeit nötig</li> </ul>
Disruptives Potenzial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eher langfristig inkrementelle Entwicklung</li> </ul>
Stellung des Standortes Deutschland im internationalen Wettbewerb	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland bei FuE mit führend, erste Unternehmen in den USA</li> <li>• Umsetzung nur durch branchenübergreifende Zusammenarbeit möglich</li> </ul>

*Quelle: eigene Darstellung, VDI TZ*

## Autorinnen und Autoren

**Dr. Gerd Bachmann** ist Physiker und arbeitet seit 1991 als Technologieberater in der VDI Technologiezentrum GmbH. Er widmet sich vor allem Fragen der Strategie und Förderung der Nanotechnologie und neuer Werkstoffe für das Bundesforschungsministerium. Er untersucht u. a. Innovationsmöglichkeiten durch Förder- und Netzwerkprozesse, Möglichkeiten zur Stärkung von Wertschöpfungsketten durch geeignete Begleitmaßnahmen und berät das BMBF im Hinblick auf Internationalisierungsstrategien. Als Berater war er intensiv in die Formulierung der deutschen „Nano-Initiative – Aktionspläne 2010, 2015 und 2020“ als Teil der High-Tech-Strategie der Bundesregierung involviert. Aktuell ist er sowohl in die Aktivitäten der Geschäftsstelle der Plattform Industrie 4.0, in die Formulierung der Dachstrategie zur Materialforschung des BMBF als auch in die Trendbeschreibung zur Biologisierung der Technik eingebunden.

**Luciana Hutapea**, Volkswirtin (Master of Science), ist seit 2016 in der VDI Technologiezentrum GmbH tätig, zunächst als Projektassistentin und seit 2018 als Technologieberaterin. Sie hat bei Studien über Innovationsstrategien und Digitalisierung des Mittelstands mitgewirkt. Im gegenwärtig laufenden Projekt „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ für die Hans-Böckler-Stiftung arbeitet sie vor allem an den Themenfeldern CRISPR/Cas, Arbeiten in der zukünftig vernetzten Klinik sowie neue Geschäftsmodelle in der Ernährungsindustrie und im Handel.

**Oliver S. Kaiser**, Diplom-Physiker, ist seit dem Jahr 2007 Technologieberater in der VDI Technologiezentrum GmbH. Nach fünf Jahren als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Arbeitsgebiet Mikrostrukturtechnik der Universität Dortmund war er anschließend als Applikations-Ingenieur bei der INTACTON GmbH mit optischer Messtechnik befasst. Er ist Autor von Studien über Elektromobilität, der Zukunft des Autos und der Automobilen Datensicherheit (Bordeigene Steuersysteme, Vernetzter Verkehr). Im gegenwärtig laufenden Projekt „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ für die Hans-Böckler-Stiftung arbeitet er seit 2017 an den Themenfeldern Smart Data und Künstliche Intelligenz, Quantencomputer und Blockchain-Anwendungen.

**Dr. Norbert Malanowski** ist als Senior-Technologieberater und Projektleiter in der VDI Technologiezentrum GmbH seit 1999 vor allem in den Bereichen Innovations- und Arbeitspolitik, Technikfolgenabschätzung sowie Digitale Transformation von Wirtschaft und Arbeit tätig. Von 2005

bis 2007 hat er für die Europäische Kommission in Sevilla als Senior Scientific Fellow gearbeitet. Ergebnisse seiner Arbeit finden sich u. a. in den Publikationen „Digitalisierung und Industrie 4.0 – Technik allein reicht nicht?“ (2017, IG BCE, Hannover), „Digitalisierung in der chemischen Industrie“ in: „Grand Challenges meistern – der Beitrag der Technikfolgenabschätzung“ (2018, Edition Sigma, Berlin), „Information and Communication Technologies for Active Ageing“ (2009, IOS Press, Amsterdam und „Nanomaterialien. Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit (2013, vdf Hochschulverlag, Zürich). Zudem ist Norbert Malanowski seit 2009 als Gastdozent im Bereich Innovations- und Arbeitspolitik an der Universität Witten/Herdecke aktiv. Vor seinem Studium der Politikwissenschaft/Politischen Ökonomie an den Universitäten Duisburg und Toronto hat er als Werkzeugmacher gearbeitet.

**Dr. Andreas Ratajczak** ist Senior-Technologieberater in der VDI Technologiezentrum GmbH, für die er seit 2002 tätig ist. Nach seinem Studium der Biologie und Promotion an der Universität in Erlangen hat er zunächst mehrere Jahre als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Göttingen molekulargenetische Aufgabenstellungen in einem Industrieprojekt für BASF bearbeitet. Sein langjähriger Fokus liegt auf Fragestellungen zur Internationalisierung von Forschung, Wissenschaft und Bildung sowie auf der Erarbeitung von Innovationsstrategien. Lebenswissenschaften und die Potenziale, die sich daraus für lokale, regionale und globale Wertschöpfungsketten ergeben, beobachtet er mit besonderem Interesse. Für die Hans-Böckler-Stiftung hat er innovations- und technologiepolitische Themen aus den o.g. Bereichen identifiziert (2016, Working Paper Forschungsförderung Nr. 14, Monitoring Innovations- und Technologiepolitik). In der vorliegenden Publikation hat er sich mit Gamification-Ansätzen im Gesundheitssektor, aktuellen Herausforderungen im Bereich Hygiene sowie der Arbeit in der zukünftig vernetzten Klinik befasst.

**Dr. Karsten Reuß**, Diplom-Volkswirt, ist seit 2013 als Technologieberater in der VDI Technologiezentrum GmbH tätig. Seine Schwerpunkte liegen in den Bereichen der Innovations- und Arbeitsmarktpolitik, quantitativen Analysen innovationsökonomischer Indikatoren sowie der Digitalen Transformation. Von 2007 bis 2013 arbeitete Herr Dr. Karsten Reuß am Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) im Forschungsbereich „Arbeitsmärkte, Personalmanagement und Soziale Sicherung“, wo er mit ökonometrischen Methoden bildungs- und arbeitsmarktpolitische Maßnahmen untersuchte. Im VDI TZ leitete Herr Dr. Reuß unter anderem das Projekt „Staatliche Anreize zur Digitalisierung des Mittelstan-

des“ und die „Evaluation der Förderprogramms INVEST – Zuschuss für Wagniskapitel“. Er ist Autor zahlreicher Studien wie dem Sächsischen Technologiebericht 2015, „Potenziale von Grenz- und Oberflächentechnologien in Thüringen“ und war an der Publikation „Digitalisierung und Industrie 4.0 – Technik allein reicht nicht?“ (2017, IG BCE, Hannover) beteiligt.

**Dr. Sylvie Rijkers-Defrasne** ist seit 2004 beim VDI Technologiezentrum als Technologieberaterin tätig. Sie hat langjährige Erfahrungen im Bereich Foresight sowie Monitoring und Analyse internationaler Technologievorausschauen und -prognosen. Sie ist Mitautorin von für das BMBF erstellten Meta-Analysen internationaler Technologieprognosen (Studienveröffentlichung in 2006, 2010 und 2013) und war im Rahmen des European Foresight Monitoring Network im Auftrag der Europäischen Kommission DG Research (2005 bis 2008) insbesondere an der Durchführung einer Meta-Analyse laufender Aktivitäten im Bereich Foresight und Technologievorausschau beteiligt, und zwar zu den Themen Gesundheit, Produktion und Dienstleistungen sowie digitale Wirtschaft und Gesellschaft. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt der letzten Jahre lag auf dem Gebiet wissensintensive Dienstleistungen/Integration von Produktion und Dienstleistungen (Projekte und Studien für das BMBF sowie für das Europäische Parlament). Im laufenden Projekt „Monitoring Innovations- und Technologiepolitik“ für die Hans-Böckler-Stiftung arbeitet Sylvie Rijkers-Defrasne vor allem an den Themenfeldern Smarte Dienstleistungen, Gesundheit und Produktion.

# Anhang

## Anlage 1

### Ergebnis der durchgeföhrten Bewertung nach der Diskussion: Spitzengruppe nach Relevanz

Titel	Verlust der Arbeitsplätze	Neue Arbeitsplätze und Berufsfelder	Veränderte Qualifikationsanforderungen	Safety and Security Anforderungen	Vereinbarkeit des Berufs- und Privatlebens	Verbesserung der Qualität der Arbeit	Steigerung der Einkommen in Deutschland	Standort Deutschland im internationalen Wettbewerb	Gesamtpunktzahl
Smart Data als rasant wachsendes Beschäftigungsfeld	15	32	26	30	10	18	20	14	165
FinTech	29	26	29	22	6	18	13	21	164
Arbeiten in der zukünftig vernetzten Klinik	17	21	30	27	12	24	13	9	153
Chatbots in der Kundenservice	26	17	21	13	5	25	11	8	126
Smarte Sensorik	13	18	21	16	7	18	11	20	124
Die Blockchain	18	18	19	20	4	14	12	7	112
Neue Geschäftsmodelle in der Ernährungsindustrie	19	20	17	12	9	13	7	14	111

### Ergebnis der durchgeführten Bewertung nach der Diskussion: Mittlere Gruppe nach Relevanz

Titel	Verlust der Arbeitsplätze	Neue Arbeitsplätze und Berufsfelder	Veränderte Qualifikationsanforderungen	Safety and Security Anforderungen	Vereinbarkeit des Berufs- und Privatebens	Verbesserung der Qualität der Arbeit	Steigerung der Einkommen in Deutschland	Standort Deutschland im internationalen Wettbewerb	Gesamtpunktzahl
Hygiene als Herausforderung im Bereich Gesundheit	6	19	19	19	2	16	10	14	105
Applied Interactive Technologies (APITs)	7	21	15	19	6	17	7	8	100
Katalysatoren für die Umwandlung von CO <sub>2</sub> in Energieträger	6	22	19	13	3	7	9	20	99

Mit „gelb“ markierte Themen sind Kandidaten für eine Zuordnung zu Themen aus der Spitzengruppe

### Ergebnis der durchgeführten Bewertung nach der Diskussion: Untere Gruppe nach Relevanz

Titel	Verlust der Arbeitsplätze	Neue Arbeitsplätze und Berufsfelder	Veränderte Qualifikationsanforderungen	Safety and Security Anforderungen	Vereinbarkeit des Berufs- und Privatlebens	Verbesserung der Qualität der Arbeit	Steigerung der Einkommen in Deutschland	Standort Deutschland im internationalen Wettbewerb	Gesamtpunktzahl
Neue Ansätze für die Fleischherstellung	13	20	18	16	4	10	8	7	96
Holz als Bau- und Werkstoff der Zukunft	5	17	17	11	4	12	12	14	92
Informations- und Kommunikationstechnologien auf Basis von Quanten, Photonen und DNA	6	17	22	14	2	10	6	6	83
Theranostik	6	16	13	10	6	7	7	14	79
Thermophotovoltaik	6	14	14	10	2	7	7	19	79

## Anlage 2

Bewertung der Themen aus der „Spitzengruppe (Relevanz)“ nach Dringlichkeit durch die Teilnehmenden des Workshops

### Sehr dringlich

- Smart Data: Beschäftigungsfeld
- Innovative Geschäftsmodelle in sensiblen Bereichen (FinTech, Ernährungsindustrie, Gesundheit)
- Blockchain
- Arbeiten in der vernetzten Klinik

### Dringlich

- Smarte Sensorik  
Lebensmittelindustrie
- Chatbots in der Kundenbetreuung

### Weiter beobachten

- Applied Interactive Technologies (APITs)
- Holz als Bau- und Werkstoff der Zukunft
- Hygiene als Herausforderung im Bereich Gesundheit
- Informations- und Kommunikationstechnologien
- Katalysatoren für die Umwandlung von CO<sub>2</sub> in Energieträger
- Neue Ansätze für die Fleischherstellung
- Theranostik: Auf vielen Wegen in das Gesundheitswesen
- Thermophotovoltaik: Direkte Stromerzeugung aus ungenutzter Sonnenwärme

---

Die Auswirkungen von Innovationen und neuen Technologien auf Arbeitsplätze, Arbeitsbedingungen und Qualifizierung müssen frühzeitig sondiert und bewertet werden. Einführungsprozesse sind so zu gestalten, dass keine oder möglichst wenige negative Auswirkungen für die Beschäftigten auftreten. In einer proaktiven Rolle werden Betriebsräte immer stärker zu einem Treiber von Innovationen auf betrieblicher Ebene. Dazu gehört, dass sie frühzeitig über Innovations- und Technologietrends informiert sind. Für Gewerkschaften und ihre Vertreterinnen und Vertreter besteht darüber hinaus die besondere Herausforderung, sich mit zusätzlichem Wissen in innovations- und technologiepolitische Strategieprozesse einzubringen. Die vorgelegte Studie gibt erste Hinweise über anstehende Technologietrends und ihre Folgen für Arbeit und Beschäftigung.

---