

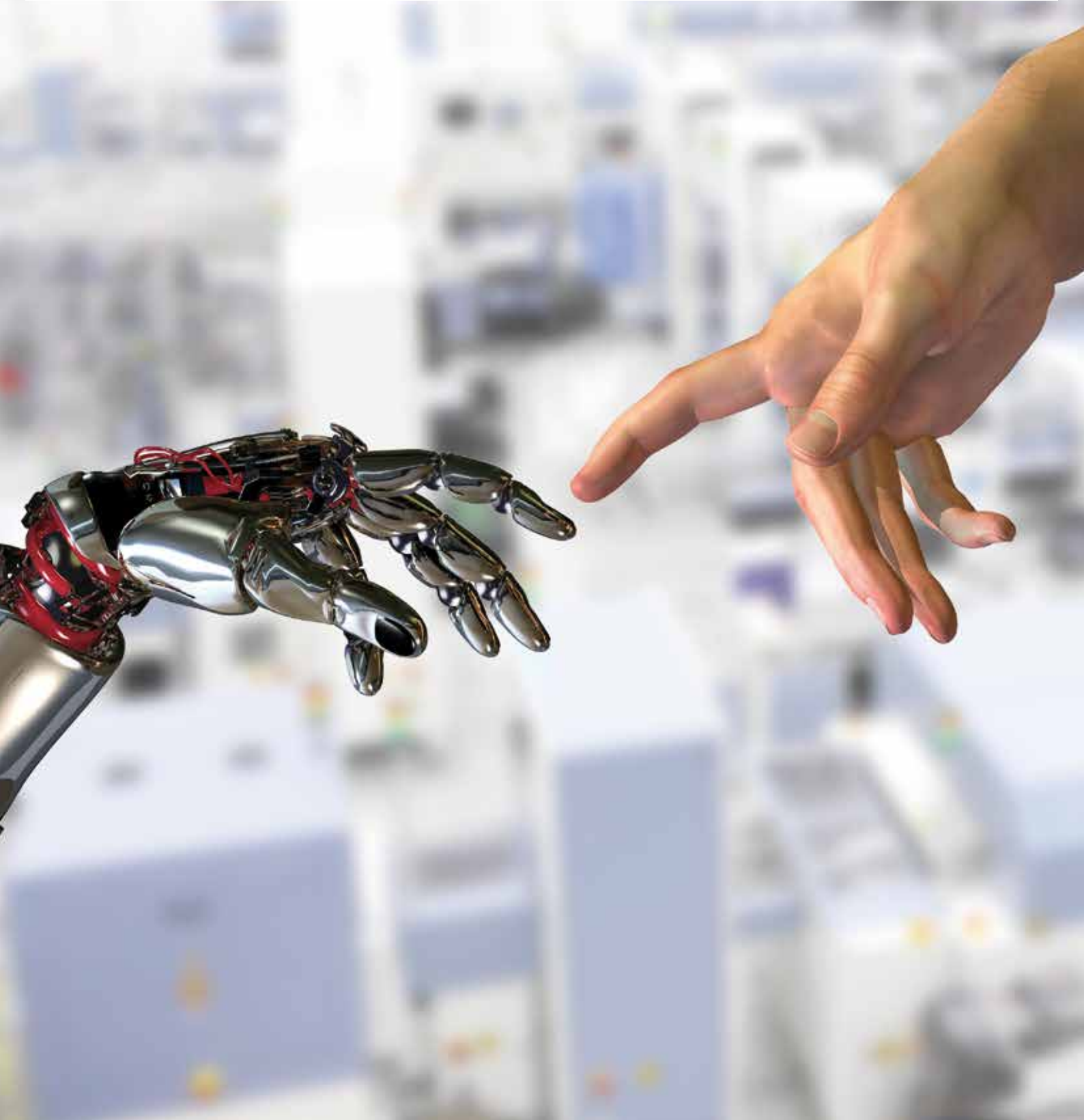


Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**HIGHTECH  
STRATEGIE**   
Köpfe. Kompetenzen. Innovationen.

# Zukunft der Arbeit

Innovationen für die Arbeit von morgen



# Innovationen für ein gutes Leben

## Innovationskraft ist der Motor für Wohlstand und Lebensqualität in Deutschland

Innovationen haben Deutschland erfolgreich gemacht. Damit Engagement und Erfindergeist weiterhin hier zu Hause sind, müssen wir heute handeln.

Wir müssen gewappnet sein für gesellschaftliche Veränderungen, rasanten technologischen Wandel und starke internationale Konkurrenz. Die Bundesregierung stellt sich diesen Herausforderungen mit der Hightech-Strategie 2025.

Alle Bundesministerien ziehen an einem Strang, um Wissen zur Wirkung zu bringen und Fortschritt zu ermöglichen, der in der Lebenswelt der Menschen spürbar wird.

In ihren drei Handlungsfeldern „Gesellschaftliche Herausforderungen“, „Deutschlands Zukunftskompetenzen“ und „Offene Innovations- und Wagniskultur“ legt die Hightech-Strategie 2025 einen Schwerpunkt auf offene Innovations- und Transferprozesse, um eine Vielzahl von Akteuren zu ermutigen, den Fortschritt aktiv mitzugestalten.

Der Kampf gegen den Krebs, deutlich weniger Plastik in der Umwelt oder gleichwertige Lebensverhältnisse in Deutschland: Gemeinsam mit Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft wollen wir innovativ und im Dialog an diesen Zielen arbeiten.

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[hightech-strategie.de](https://hightech-strategie.de)

Die Zukunftsthemen der Hightech-Strategie 2025:



### Wirtschaft und Arbeit 4.0

Wir nutzen die Digitalisierung, um die Arbeitswelt im Sinne der Menschen zu gestalten – für starke Unternehmen und gute Arbeit.



### Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Energie

Wir zeigen Wege in eine nachhaltige Lebens- und Wirtschaftsweise auf, um die Vielfalt der Natur zu erhalten und Ressourcen zu schonen.



### Stadt und Land

Wir fördern gleichwertige Lebensverhältnisse im ganzen Land und greifen auf die regionalen Kompetenzen und die Kreativität vor Ort zurück.



### Gesundheit und Pflege

Wir setzen auf eine leistungsstarke Gesundheitsforschung, die ein aktives und selbstbestimmtes Leben ermöglicht.



### Mobilität

Wir stärken die Mobilität für eine intelligente Fortbewegung nach den Bedürfnissen der Menschen und für den Schutz des Klimas.



### Sicherheit

Wir bauen die zivile Sicherheitsforschung für eine freie Gesellschaft aus – etwa zur Bekämpfung von Cyberkriminalität oder zum Schutz der Infrastruktursysteme.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
<hr/>	
1. Einleitung und Zusammenfassung	5
<hr/>	
2. Ausgangsbedingungen: Wandel von Wirtschaft und Arbeitswelt	8
<hr/>	
3. Leitbild des Programms Zukunft der Arbeit	12
<hr/>	
4. Programmziele	13
<hr/>	
5. Erfolgsfaktoren	14
<hr/>	
5.1 Arbeitsplätze und -gestaltung am Menschen orientieren	14
5.2 Potenziale für Beschäftigte und Unternehmen heben	15
5.3 Übertragbarkeit für KMU und Handwerk sichern	16
<hr/>	
6. Handlungsfelder	19
<hr/>	
6.1 Soziale Innovationen durch neue Arbeitsprozesse möglich machen	19
6.2 Neue Arbeitsformen im Kontext von Globalisierung und Regionalisierung erforschen	22
6.3 Arbeiten im Datennetz – digitale Arbeitswelt gestalten	24
6.4 Kompetenzen im Arbeitsprozess entwickeln	27
6.5 Neue Werte zwischen Produktion und Dienstleistung kreieren	31
6.6 Mensch-Maschine-Interaktionen für das neue digitale Miteinander	34
6.7 Potenziale der Flexibilisierung für Beschäftigte und Unternehmen erschließen	36
6.8 Gesundheit durch Prävention fördern	38
6.9 Zukunft der Arbeit durch Nachhaltigkeit sichern – ökonomisch, ökologisch, sozial	41
<hr/>	
7. Vernetzung mit anderen Programmen	44
<hr/>	
7.1 Rahmenprogramm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“	44
7.2 Neue Hightech-Strategie der Bundesregierung	44
7.3 Plattform „Industrie 4.0“	45
7.4 Plattform „Digitale Arbeitswelt“	45
7.5 Plattform „Digitalisierung in Bildung und Wissenschaft“	45
7.6 Demografiestrategie der Bundesregierung	46

7.7 Rahmenprogramm Gesundheitsforschung	46
7.8 Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklung (FONA <sup>3</sup> )“	47
<b>8. Europäisierung und internationale Zusammenarbeit</b>	<b>48</b>
<hr/>	
8.1 Europäische Forschung – Europäische Wertschöpfung	48
8.2 Europäischer Sozialfonds	48
8.3 Produktion und Dienstleistung international	49
<b>9. Förderpolitische Maßnahmen</b>	<b>50</b>
<hr/>	
9.1 Grundlagen- und Verbundforschung	50
9.2 Lernendes Programm und Evaluation	51
9.3 Förderschwerpunkte/Förderrichtlinien	52
9.4 Laufzeit und finanzieller Rahmen	53
9.5 Rechtsgrundlage	53
Glossar	54
Impressum	57





## Vorwort

Das innovative Potenzial der Digitalisierung ist enorm. Der digitale Wandel bietet vielfältige Chancen, er hat gleichzeitig aber auch spürbare Auswirkungen auf unsere Art zu leben und zu arbeiten. Die digitalen Möglichkeiten sorgen insbesondere dafür, dass sich die Arbeitswelt massiv verändert.

Trotz dieses Wandels sollen unsere Grundsätze für gute Arbeit bestehen bleiben. Auch die Arbeit der Zukunft muss sowohl wohlstandsorientiert als auch sozial abgewogen der gesamten Gesellschaft dienen. Zugleich muss sie jedem Einzelnen persönliche und unternehmerische Entfaltungsräume eröffnen. Deshalb lautet die entscheidende Frage nicht, wie die Technologie unsere Arbeitswelt bestimmt, sondern wie wir die Arbeitswelt mit den neuen Technologien sinnvoll organisieren.

Mit dem Programm „Zukunft der Arbeit“ wollen wir Antworten auf diese Frage finden und Gestaltungsoptionen für die Arbeit von morgen liefern. Das Ziel des Programms: technologische und soziale Innovationen gleichermaßen voranbringen. Dazu sollen neue Modelle der Qualifizierung, der Gesundheitsprävention, der Arbeitsgestaltung und -organisation in und mit Unternehmen entwickelt und pilothaft in die betriebliche Praxis überführt werden. Dabei setzen wir besonders auf branchenübergreifende Projekte.

Wir laden Unternehmen und Forschungseinrichtungen ein, am Forschungsprogramm mitzuwirken und unsere gemeinsame Arbeitswelt mit Innovationen zukunftsfest zu machen. Damit wollen wir nicht nur Nachhaltigkeit sichern und Wettbewerbsfähigkeit fördern, wir wollen damit allen in unserem Land weiterhin ein selbstbestimmtes Leben ermöglichen.

Ihr Bundesministerium für Bildung und Forschung



## 1. Einleitung

Deutschland ist eine der weltweit führenden Wirtschafts- und Exportnationen. Ein Grund ist die hohe Innovationskraft, mit produzierendem Gewerbe und Dienstleistungssektor als Job- und Innovationsmotor. Etwa 70% des Bruttoinlandsproduktes werden mit Dienstleistungen erwirtschaftet, ein Viertel stammt aus dem verarbeitenden Gewerbe. Fast 42 Mio. Menschen sind erwerbstätig – so viele wie noch nie in der Geschichte Deutschlands. Die Unternehmen haben ihre Wettbewerbskraft in Jahrzehnten aufgebaut und kontinuierlich gepflegt. Das ist die Grundlage für die Sicherung des Standorts Deutschland und zugleich Garant für dessen Zukunft.

Für den Erfolg des Wirtschafts- und Arbeitsstandortes Deutschland ist noch eine zweite Stärke wesentlich: der soziale Zusammenhalt. Deutschland hat mit diesen Stärken die Wirtschaftskrisen der vergangenen Jahre besser als manche anderen Länder bewältigen können. Der soziale Zusammenhalt – das gemeinsam verantwortete Zusammenspiel von Menschen, Unternehmen, Organisation und Technik in der Arbeitswelt – ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor, auch in Zukunft. Die sozialrechtlichen Regelungen des Arbeitsschutzes und des betrieblichen Zusammenwirkens in Deutschland haben in der modernen Praxis Erfolg. Das Kurzarbeitergeld etwa hat sich als beschäftigungssichernde Maßnahme in Krisenzeiten bewährt. Wirtschaftliche und soziale Faktoren sind kontinuierlich so in Arbeitssysteme und -prozesse integriert worden, dass Innovationsleistung und soziale Stabilität zu beiderseitigem Vorteil wirken – ein Konzept mit internationaler Anerkennung. Die wird in besonderem Maße auch Deutschlands Handwerk, seinem Mittelstand und seiner Ingenieurskunst zuteil.

Wachstum und Arbeitsplätze entstehen nur, wenn die Entwicklung der Fähigkeiten der Beteiligten abgestimmt erfolgt. Dabei stehen Personal-, Organisations-

und Kompetenzentwicklung gleichberechtigt nebeneinander. Arbeiten und Lernen verbinden sich im Zusammenspiel zu einem Prozess. Die Erfolge des produzierenden Gewerbes wie auch des Dienstleistungssektors sind eng mit Arbeitsgestaltung und -forschung verknüpft und erfordern eine gemeinsame Betrachtung. Damit Innovationen, Arbeitsplätze und Wertschöpfung entstehen, gesichert und ausgebaut werden, sind der Produktionsstandort und seine Dienstleistungskultur über Branchen und Landesgrenzen hinweg weiterzuentwickeln. Gute und wirtschaftliche Produktions-, Dienstleistungs- und Arbeitsbedingungen für Unternehmen und Beschäftigte sind hierbei vor dem Hintergrund der derzeitigen Veränderungsprozesse wie z. B. dem demografischen Wandel oder der Digitalisierung der Arbeitswelt wesentlich für den Erfolg.

Das Dachprogramm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung verbindet die verschiedenen Aspekte, die mit der Technisierung, Automatisierung und Digitalisierung der Arbeit einhergehen. Das Programm spricht Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Organisationen an, nach Lösungen zu suchen, die technischen und sozialen Fortschritt verknüpfen. Das neue, speziell auf soziale Innovationen ausgerichtete Forschungsprogramm „Zukunft der Arbeit“ komplettiert das Dachprogramm als dritte Säule. Damit hilft das Programm, zukunftsfähige und sozialverträgliche Arbeitsplätze zugleich zu schaffen und so den Wirtschaftsstandort Deutschland im globalen Wettbewerb zu stärken.

Das Programm folgt der Hightech-Strategie „Innovationen für Deutschland“, das eine angemessene technische und soziale Modernisierung der Arbeitswelt zum Ziel hat. Das Programm wird durch den Europäischen Sozialfonds (ESF) kofinanziert.

# Zusammenfassung

Deutschland ist eine der führenden Wirtschafts- und Exportnationen und zählt zu den innovativsten Ländern weltweit. Wir wollen, dass dies so bleibt.

Die Art und Weise, wie Produktions- und Dienstleistungen erbracht werden, verändert sich rasant. Treiber sind drei große Trends: die Globalisierung, die demografische Entwicklung und die Digitalisierung. Wir stellen uns diesen Veränderungsprozessen und wollen die dabei entstehenden Herausforderungen auch als Chance begreifen. Dabei setzen wir auf die Stärken unseres Standortes: die Innovationsfähigkeit, die Sozialpartnerschaft und den sozialen Zusammenhalt. Mit dem Programm „Zukunft der Arbeit“ wollen wir gleichermaßen technologische und soziale Innovationen voranbringen. „Zukunft der Arbeit“ ist ein Förderprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Die Konzeption und Umsetzung erfolgen in enger Abstimmung mit dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales und den Sozialpartnern. Die Ergebnisse des Programms sollen Gestaltungsmöglichkeiten liefern, die für die Zukunft der Arbeit zum Standard werden können. Dabei kommt es darauf an, dass entsprechende Lösungen insbesondere auch mit und für den deutschen Mittelstand entwickelt und möglichst alle Chancen für Beschäftigte und Unternehmen in gleicher Weise genutzt werden. Kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) beschäftigen in Deutschland rund 16 Millionen Menschen, 4 Millionen stehen im Handwerk in einem festen Arbeitsverhältnis. Damit sind KMU und Handwerk tragende Säulen der deutschen Wirtschaft.

Die Umsetzungen sollten neben den Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit im gleichen Maße die Bedürfnisse der Menschen im Arbeitsprozess berücksichtigen. Wir fördern Innovationen in Betrieben, um technischen Fortschritt auch für soziale Innovationen zu nutzen und durch neue Arbeitsprozesse und ein Miteinander der Sozialpartner voranzubringen. Wir fördern Projekte, die eine modellhafte Realisierung der Lösungsansätze in Unternehmen vorsehen sowie eine Verwertbarkeit in weiten Teilen der Unternehmenslandschaft erwarten lassen. Diese Projekte sollen eine Leitbildfunktion einnehmen und Referenzcharakter zur Stärkung von Unternehmen und Beschäftigten haben.

## **Wir beschleunigen die Kompetenzentwicklung für die Arbeit der Zukunft.**

Die Arbeit wird im zunehmenden Maße von digitalen Informationen und einem technischen Arbeitsumfeld geprägt. Berufsbilder, Arbeitsaufgaben und Tätigkeitsprofile wandeln sich. Weiterhin nimmt die internationale Arbeitsteilung bei global verteilten Produktions- und Dienstleistungsnetzwerken zu. Qualifizierung und Kompetenzentwicklung sind der Schlüssel, um die wirtschaftlichen Potenziale der Digitalisierung zu heben und faire Zugangschancen für den Arbeitsmarkt der Zukunft zu eröffnen. Welche Kompetenzen benötigen Beschäftigte und Unternehmen, um den Strukturwandel zu nutzen, gute Arbeit zu leisten und damit wettbewerbsfähige Produkte und Dienstleistungen anbieten zu können? Für diese Fragen suchen wir nach neuen Antworten: Wir fördern Projekte, die zusammen mit Unternehmen diese Kompetenzanforderungen an Beschäftigte und Unternehmen identifizieren und pilothaft in die Betriebspraxis umsetzen.

## **Wir gestalten die digitale Arbeitswelt.**

Nahezu jede Form der Erwerbsarbeit in Deutschland wird heute von informations- und kommunikationstechnischen Arbeitsmitteln begleitet. Ein Großteil der Innovationen, aber auch der Veränderungsprozesse in den Unternehmen wird heute durch die Digitalisierung getrieben. In Produktionsumgebungen, die von Industrie 4.0 geprägt werden, wird dies besonders deutlich.



Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen neue Arbeitsmodelle wie mobile und interaktive Arbeit, neue Arbeitsformen verändern Wertschöpfungsprozesse grundlegend. Wie sich die Arbeit in der digitalen Ökonomie verändert, ist die zentrale Frage, der wir uns stellen. Wir fördern Projekte, die modellhaft aufzeigen, wie in der digitalen Arbeitswelt von morgen die Beschäftigung gesichert, die Arbeitsbedingungen verbessert und die Produktivität gesteigert werden können.

**Wir heben neue Wertschöpfungspotenziale an den Schnittstellen der Sektoren- und Branchengrenzen.**

Deutschland ist bekannt als Anbieter komplexer Systemlösungen. Diese sind nur zu erbringen im Zusammenspiel unterschiedlicher Unternehmen aus verschiedenen Branchen und Sektoren. So ermöglichen erst eine hoch entwickelte Logistik und produktnahe Serviceangebote unsere Exportstärke. Die insbesondere durch die Digitalisierung und globale Arbeitsteilung getriebenen Veränderungen führen zunehmend zu gänzlich neuen Produkten, Dienstleistungen und Arbeitsprozessen. Es entstehen neue Wertschöpfungsketten und -verbünde, welche die klassischen Zuordnungen zu Branchen verschwimmen lassen. Wie können Unternehmen, Beschäftigte und Sozialpartner diese Veränderungsprozesse so gestalten, dass die Potenziale neuer Geschäftsmodelle wirtschaftlich und sozialverträglich gehoben werden? Das ist die Ausgangsfrage unserer Forschung. Wir fördern Projekte, die neue Wertschöpfung mit neuer gut gestalteter Arbeit vereinbaren und dabei modellhaft aufzeigen, wo und wie neue Arbeit in Deutschland entsteht.

**Wir unterstützen die Entwicklung und Anwendung neuer Mensch-Maschine-Interaktionen.**

Mit der Digitalisierung entstehen hybride Formen des Zusammenwirkens von Mensch und Maschine. Die zentralen Fragen sind: Wie sehen interaktive Arbeitsprozesse aus und wie können sie menschengerecht gestaltet werden? Dafür gilt es neue Konzepte zu entwickeln und umzusetzen. Technologische Entwicklungsmöglichkeiten sollen dabei Hand in Hand gehen mit einer soziotechnisch mitarbeiterorientierten Arbeitsgestaltung und Kompetenzentwicklung. Wir fördern auf den Menschen ausgerichtete neue Konzepte der Mensch-Maschine-Interaktion und deren pilothafte Realisierung.

**Wir fördern die Gestaltung der „Unternehmen der Zukunft“.**

Innovationsfähigkeit und die erfolgreiche Anpassung an Veränderungen sind entscheidend für den Unternehmenserfolg und damit für den Beschäftigungsstandort Deutschland. Flexibilisierung der Arbeit z. B. zur besseren Vereinbarkeit von Arbeit und Privatleben, angepasste Präventions- und Arbeitsgestaltungskonzepte zum Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit, weiterentwickelte und neue Arbeits- und Beschäftigungsformen, die auch Fragen hinsichtlich Mitbestimmung und Beschäftigtendatenschutz aufwerfen können, sind hierfür erforderlich. Die Maßstäbe hierfür sind die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und die gute Arbeit der Beschäftigten. Unser Modell der Verbindung von Innovationsfähigkeit und sozialer Marktwirtschaft ist dafür die Basis. Wir laden Unternehmen, ob regional oder global aufgestellt, ob Mittelstand oder Großunternehmen, ein, neue innovationsfördernde Arbeitsformen und -prozesse wirtschaftlich und sozialverträglich in Projekten gemeinsam mit der Wissenschaft zu entwickeln und pilothaft umzusetzen, um Beschäftigung und gute Arbeit zu schaffen.



## 2. Ausgangsbedingungen: Wandel von Wirtschaft und Arbeitswelt

### Technisierung und Digitalisierung

Die digitale Durchdringung der Arbeitswelt in Deutschland erreicht bis heute annähernd zwei Drittel aller Beschäftigten (vgl. Enquete-Kommission Digitale Agenda). Die Grenzen zwischen virtueller und realer Arbeitswelt sind fließend und gehen zunehmend ineinander über. Die fortschreitende Technisierung macht es möglich, dass diese Welten vereinbar werden.

Die Erfolge des Wirtschaftsstandortes Deutschland werden künftig stark davon abhängen, inwieweit es Wirtschaft und Gesellschaft gelingt, die mit der fortschreitenden Digitalisierung einhergehenden Veränderungen konstruktiv zu nutzen. Der grundlegende Wandel von Wirtschaft und Arbeitswelt lässt kaum einen Sektor unberührt; er betrifft Produkte und Dienstleistungen ebenso wie Produktions- und Arbeitsprozesse, aber auch die zugrunde liegenden Betriebsstrukturen. Hinzu kommen gesellschaftliche Veränderungen, die durch den demografischen Wandel oder veränderte Wertvorstellungen der Menschen, was etwa ihre erwerbswirtschaftliche Tätigkeit angeht, angeschoben werden. Die Anforderungen an die Tätigkeitsprofile der

arbeitenden Bevölkerung unterliegen ebenso wie die Produktionsbedingungen raschen Veränderungen.

In der Industrie führt die zunehmende Nutzung von Cyber-Physical-Systems zu Veränderungen, die mit einer entsprechenden Gestaltung von Arbeitsplätzen, -prozessen und Produkten einhergeht. Vernetzte und flexible Produktionstechnologien ermöglichen es, dass alle für die Wertschöpfungskette relevanten Daten überall in Echtzeit verfügbar sind. Dadurch lassen sich Wertschöpfungsprozesse optimal organisieren und bedarfsgerecht steuern. Für Beschäftigte und Unternehmen ist der zunehmende Einsatz neuer Technologien mit einem Wandel ihrer spezifischen Aufgaben wie auch der gesamten Arbeitswelt verbunden. Diese werden geprägt von dynamischen Produktionsprozessen, zunehmender Verfügbarkeit von Informationen, kontinuierlichem Wissenserwerb, inner- und überbetrieblicher Vernetzung, vermehrter Kommunikation, Interaktion und sozialer Kooperation. Hierbei geht es sowohl um das Miteinander von Beschäftigten und Unternehmen als auch um neue Formen der Mensch-Maschine-Interaktion.

Die daraus hervorgehenden Fragestellungen wie globale Wettbewerbsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit, Ressourceneffizienz, Vereinbarkeit von Privatleben und Beruf (Work-Life-Balance), Partizipation und vor allem Kompetenzentwicklung finden zunehmend Eingang in den öffentlichen Diskurs um Wachstum und Wohlstand. Flexible Arbeitszeitmodelle und neue Arbeitsformen wie z. B. Cloud Computing, Open Innovation, Auslagerung von Teilaufgaben (Crowdsourcing) stellen bestehende Formen der Produktion und Arbeitsteilung infrage.

Flexible Unternehmens- und Arbeitsstrukturen ermöglichen ein besseres Kapazitätsmanagement in der Wirtschaft und in der Aus- bzw. Belastung der Beschäftigten, erfordern aber auch neue Kompetenzen und Qualifikationen bei Arbeitgebern wie Beschäftigten. Neue Arbeitsformen und -souveränität werfen auch Fragen bzgl. Mitbestimmung, Arbeitsplanung und Leistungskontrolle auf. Ein leichter Zugang zur Arbeit mit mehr Möglichkeiten für selbstbestimmtes und anspruchsvolles Arbeiten muss sowohl dem Unternehmen als auch dem Beschäftigten nutzen. Die Maßstäbe hier sind die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und die Motivation und Güte der Arbeit der Beschäftigten.

Gefäßdiagnosegerät mit Industrierobotertechnologie zur flexiblen Steuerung des sogenannten C-Bogens, an dem Röntgenquelle und Röntgendetektor befestigt sind.

### Globalisierung und Regionalisierung

Die industriellen Wertschöpfungsketten sind heute zunehmend global ausgerichtet. Forschung und Entwicklung, Design, Produktion, Dienstleistungserstellung und Vertrieb sind häufig auf verschiedene Standorte in der Welt verteilt. Die Integration deutscher Unternehmen in globale Wertschöpfungsketten ist entscheidend für ihre Wettbewerbsfähigkeit. Gleichzeitig entstehen auch regional neue Wertschöpfungsketten, die neue Konstellationen von Unternehmenskooperation hervorbringen. Durch die Globalisierung von Produktion und Unternehmen wird die Organisation der Arbeit immer mehr auch von transnationalen Wertschöpfungsketten bestimmt. Transnationale Verflechtungen, veränderte Eigentümerstrukturen und vor allem die Fragmentierung von Arbeit und deren Regulierung haben seit der Jahrtausendwende eine neue Qualität bekommen. Den Beschäftigten unterstützende Arbeitsumfelder und Arbeitsgestaltungen in transnationalen Wertschöpfungsnetzwerken können daher schon bald zu einem weiteren deutschen Exportschlager werden.

### Produktion und Dienstleistung wachsen zusammen

Die Entwicklung kombinierter Sachgut-Dienstleistungsbündel ermöglicht neue Chancen gegenüber internationalen Wettbewerbern, die sich nur auf die Herstellung der Güter spezialisiert haben. Damit einher geht die Entwicklung und Förderung einer ausgepräg-



ten Fachkräftekultur, die hochqualifizierte Arbeitsplätze innerhalb und außerhalb von Unternehmen schaffen und zukünftig verstärkt auf die Überlappung zwischen dienstleistungs- und produktionsorientierten Faktoren der Weiterbildung ausgerichtet werden.

### Demografie und gesellschaftliche Vielfalt

Kaum eine gesellschaftliche Entwicklung wird Deutschland in den kommenden Jahren so prägen wie der demografische Wandel. Die grundsätzlichen Veränderungen der Altersstruktur sind dabei seit Langem bekannt und gut erforscht. Die Gesamtbevölkerung Deutschlands pendelt seit einigen Jahren um die 82 Millionen. Für die deutsche Wirtschaft sind dabei die Entwicklungen des Erwerbstätigenpotenzials von besonderer Bedeutung. Während der Anteil der Erwerbs-



Der Erfahrungsschatz älterer Arbeitnehmer kann durch eine altersgerechte Arbeitsgestaltung in der digitalen Zeit genutzt werden.

tätigen unter 20 Jahre bis 2020 leicht auf dann etwa 17% sinken wird, wird der Anteil der über 65-Jährigen erheblich auf dann 22% ansteigen. Die Belegschaften der Zukunft werden hierbei in jeder Hinsicht vielfältiger. So wird der Anteil der Frauenerwerbsarbeit auch weiterhin steigen, wobei zukünftig mehr Frauen als heute über gute Bildungsabschlüsse verfügen werden. Aktuell bereichern insbesondere junge, gut ausgebildete Migrantinnen und Migranten den deutschen Arbeitsmarkt, gleichzeitig steigt die Zahl der älteren Beschäftigten weiter an. Die Erwartungen gerade der jungen Generation an ein gutes Arbeitsumfeld wandeln sich. Gleichzeitig stellen sich neue Anforderungen an die alters- und alternsgerechte Arbeitsgestaltung sowie die Entwicklung gesellschaftlich notwendiger Dienst-

leistungen. Die gesamtgesellschaftlichen Entwicklungen heben zum einen die Anforderungen durch die Globalisierung hervor, zum anderen sind regionale Unterschiede zu beachten und zukunftsorientierte Lösungen zu entwickeln. Das Programm trägt dazu bei, dass sich die deutsche Wirtschaft und Gesellschaft den Veränderungen und Herausforderungen durch den demografischen Wandel erfolgreich stellt und vielfältige Lösungen ermöglicht.

### Gesundheit und Prävention

Gesundheit ist ein kostbares Gut, denn sie beeinflusst das individuelle und gesellschaftliche Wohlbefinden ebenso stark wie Leistungsfähigkeit, Produktivität und Wachstum. Die Arbeit der Zukunft kann für Teile der Beschäftigten verbunden sein mit deutlich höheren Komplexitäts-, Abstraktions- und Problemlösungsanforderungen. Menschen werden sich möglicherweise im Berufsleben einem hohen Maß an selbstgesteuertem Handeln, kommunikativen Kompetenzen und Fähigkeiten zur Selbstorganisation stellen müssen. Mit betrieblicher Prävention wird der Erhalt der Vitalität, Kreativität und Arbeitsfähigkeit der Menschen in einer Arbeitswelt gesichert, die durch dynamische und vernetzte Arbeitsformen im demografischen Wandel geprägt ist. Es geht darum, Gesundheit als Ressource in der Arbeitswelt aufzubauen und möglichst lange zu erhalten, um die Arbeits- und Innovationsfähigkeit von Beschäftigten und Unternehmen zu stärken. Die Verbindung von Gesundheit und Arbeit und die Integration von gesundheitsförderlichen Präventionsmaßnahmen sowie neue, an der demografischen Entwicklung und der Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben orientierte Präventionskonzepte werden daher einen

Bei der Wartung komplexer Netzwerke helfen künftig digitale Assistenzsysteme.



zukünftigen Schwerpunkt bilden. Eine wichtige Voraussetzung für dauerhaften wirtschaftlichen Erfolg von Unternehmen liegt darin, Gesundheit und Gesundheitskompetenz, Beschäftigungsfähigkeit, Vitalität und Motivation ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu erhalten und zu fördern sowie deren Fähigkeit, eigenverantwortlich zu handeln, zu stärken.

### KMU, Handwerk und soziale Berufe

In Klein- und Mittelständischen Unternehmen (KMU) sind die meisten aller Arbeitsplätze in Deutschland angesiedelt. Rund 16 Mio. Menschen sind hier tätig, weit über 4 Mio. Menschen stehen im Handwerk in einem festen Anstellungsverhältnis (Institut für Mittelstand, destatis). KMU und Handwerk sind ein wesentlicher Motor für Arbeitsplatzaufbau und Wachstum in Deutschland. Zahlreiche Innovationen gehen hier auf den Erfindergeist der Menschen zurück. Die traditionellen Stärken von kleinen und mittelständischen Unternehmen – Flexibilität und Marktnähe machen sie zu einer tragenden Säule der deutschen Wirtschaft. Mit den Möglichkeiten der Vernetzung und der Digitalisierung werden sich die Arbeitsumgebungen und die Arbeitsorganisation für diese Unternehmen genauso wie die Prozesse in der Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten ändern. Eine wichtige Aufgabe für die Zukunft ist es, die Schnittstelle zwischen technisch hoch entwickelten Bereichen, z. B. intelligenter digitaler Steuerung und arbeitsintensiver Produktion oder der manuellen Ausführung entlang der Wertschöpfungskette bzw. in Wertschöpfungsnetzwerken erfolgreich zu gestalten. Kleine und mittelständische Unternehmen stehen hier vor der Herausforderung, eine hoch entwickelte Prozessplanung von Großbetrieben bei immer kleinteiligeren und kurzfristigeren Aufträgen und immer häufigeren Änderungen mit ihrer Arbeitsrealität vor Ort zusammenzubringen. Damit dies gelingt, werden neue, flexible Kollaborationsformen benötigt. Ein besonderes Augenmerk der Forschungs- und Innovationsförderung ist daher darauf gerichtet, den Kreis innovativer, wachstumsstarker KMU durch geeignete Maßnahmen weiter zu vergrößern.

Mit mehr als 3,5 Millionen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern sind ohnehin schon etwa ein Achtel aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland allein in den Bereichen Gesundheits- und Sozialwesen tätig. Soziale Berufe werden für unsere zukünftige Gesellschaft immer wichtiger. Der demografische Wandel und sich ändernde gesellschaftliche Erwartun-



Im demografischen Wandel werden soziale Dienstleistungen immer wichtiger.

gen bieten sozialen Berufen vielfältige Beschäftigungsmöglichkeiten. Innovationen bei sozialen Berufen sind für die gesellschaftlichen Veränderungen erforderlich und damit für eine lebenswerte Zukunft. Diese Arbeitsfelder sind in ihrer Attraktivität zu stärken. Damit wird das Programm den Weg für die erforderlichen Innovationen öffnen, die dem gesellschaftlichen Anspruch und demografischen Wandel gerecht werden.

### Nachhaltigkeit – ökonomisch, ökologisch, sozial

Deutschland hat mit seiner Forschungs- und Technologiestärke sowie der Selbstverpflichtung zur Nachhaltigkeit die Chance, international zum Modell für eine nachhaltige Wirtschaft zu werden und seine Spitzenposition bei grünen Technologien auszubauen. Das ist auch ein Ziel der Hightech-Strategie der Bundesregierung im Bedarfsfeld Klima/Energie sowie des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung „Globale Umweltveränderungen“ (WBGU 2011). Die Erhöhung der Ressourceneffizienz ist die Vorgabe der von der Bundesregierung 2012 verabschiedeten Rohstoffstrategie „ProgRess“. Hierbei werden ökologische Innovationen als ein zentraler Treiber für ein ressourcenschonendes und klimaverträgliches Wirtschaften verstanden. Unternehmen werden durch eine konsequente Ausrichtung auf ressourcenschonendes und klimaverträgliches Wirtschaften neue Innovations- und Wettbewerbspotenziale erschließen.

Die Umsetzung dieser neuen Entwicklungen wird große wirtschaftliche Bedeutung erlangen und den Beschäftigten neue Möglichkeiten zum selbstbestimmten, anspruchsvollen und produktiven Arbeiten bieten.



### 3. Leitbild des Programms Zukunft der Arbeit

**Das Programm „Zukunft der Arbeit“ und seine Ergebnisse werden daran zu messen sein, wie es Arbeitsbedingungen im betrieblichen Alltag verbessern, Arbeitsplätze in Deutschland langfristig sichern, neue generieren und zum wirtschaftlichen Erfolg beitragen kann.**

Zum politischen Leitbild der Arbeit von morgen gehören folgende Ziele:

- Die Schaffung von Wohlstand.
- Die Schaffung unternehmerischer und persönlicher Freiheiten.
- Die Erzielung eines guten Lohns.
- Die Erhaltung der Gesundheit.
- Die Gestaltung nachhaltiger und umweltfreundlicher Arbeitsbedingungen.

Das Leitbild beschreibt die gesellschaftliche Wunschvorstellung für die Arbeitswirklichkeit der Zukunft, der sich die Politik verpflichtet fühlt.

Dabei werden die verschiedenen Ziele in der Praxis auch zukünftig in einem Spannungsfeld stehen. So kann eine ausschließlich unter (mikro-) ökonomischen Gesichtspunkten optimierte Arbeit die Gesundheit eher belasten. Aus Arbeitnehmersicht optimale flexible

Arbeitsbedingungen müssen nicht immer in Übereinstimmung mit der wirtschaftlichen Ausrichtung des Unternehmens stehen. Betriebliche Flexibilität, z. B. das Angebot mobil zu arbeiten, kann die persönliche Flexibilität unterstützen, gleichzeitig kann sich eine ständige Erreichbarkeit auch negativ auf die Gesundheit der Beschäftigten auswirken. Es geht also darum, in der (betrieblichen) Praxis durch geeignete Maßnahmen eine Balance zu finden, die den unterschiedlichen gesellschaftlichen Ansprüchen insgesamt gerecht wird. Der Anspruch an das Programm „Zukunft der Arbeit“ ist es, durch Forschung und Umsetzung der Ergebnisse in den Betrieben dem Leitbild in der Arbeitswirklichkeit schrittweise näher zu kommen und dabei die erforderliche Balance zu bewahren bzw. unter veränderten gesellschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen neu zu finden.



## 4. Programmziele

**Das zentrale Anliegen des Programms „Zukunft der Arbeit“ ist es, neue Konzepte und Werkzeuge der Arbeitsgestaltung und -organisation in und mit der Praxis zu entwickeln und die Ergebnisse aus der Forschung über pilothafte Umsetzungen breit in die betriebliche Praxis zu überführen. Die Ergebnisse des Programms sollen Gestaltungsmöglichkeiten liefern, die für die Zukunft der Arbeit zum Standard werden können.**

Unter Berücksichtigung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse werden neue Modelle und Konzepte der Arbeitsgestaltung und -organisation in direkter Zusammenarbeit mit Unternehmen erstellt. Die direkte Verwertbarkeit in Unternehmen und Organisationen und damit die Entfaltung einer gesellschaftlich relevanten Wirkung ist ein wesentliches Ziel. Damit stehen die Belange von KMU im besonderen Fokus. Die Transferinstrumente der Sozialpartner, Verbände und weiterer Ressorts des Bundes und der Länder werden dabei in voller Breite genutzt.

Der Ansatz des Programms ist, über die Förderung von FuE-Projekten die gemeinsame Entwicklung und Balance von technologischen, wirtschaftlichen und sozialen Faktoren der Arbeit zu unterstützen. Das Programm „Zukunft der Arbeit“ wird über den Europäischen Sozialfonds (ESF) der Europäischen Kommission kofinanziert und ist Bestandteil des operationellen Programms des ESF.



## 5. Erfolgsfaktoren

Die Realisierung des politischen Leitbildes der Arbeit von morgen wird erfolgreich sein, wenn sich die Arbeitsplatzgestaltung am Menschen orientiert und die Potenziale vernetzter Systeme für Beschäftigte und Unternehmen gehoben werden. Gleichzeitig gilt es, die Übertragbarkeit innovativer Gestaltungskonzepte insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und Handwerksbetriebe zu sichern. Die folgenden drei Erfolgsfaktoren sind daher übergreifend in den jeweiligen Handlungsfeldern zu berücksichtigen.

### 5.1 Arbeitsplätze und -gestaltung am Menschen orientieren

Mit der Zunahme von technisch vermittelten menschlichen Interaktionen und der Komplexität der an Produktion und Dienstleistung beteiligten Prozesse werden Arbeitsabläufe in Zukunft auf neue Weise zu steuern und zu planen sein. Das erforderliche Wissen und die Anforderungen an die Fähigkeiten der Beteiligten erfahren dabei einen ständigen Wandel.

Zugleich bringt die Entkopplung von individuellen Arbeitszeiten und Betriebszeiten einerseits und von Arbeitszeit und -ort andererseits für alle Beteiligten neue Herausforderungen mit sich. Aus zentral gesteuerten, klar strukturierten Organisationen werden international verteilte, vernetzte und zum Teil autonome Organisationseinheiten.

Die Digitalisierung wird damit von allen Beschäftigten deutlich erhöhte Komplexitäts-, Abstraktions- und Problemlösungsfähigkeiten einfordern. Eine Motivations- und lernförderliche Arbeitsplatzgestaltung stellt den kontinuierlichen Wissenstransfer sicher. Die Arbeitsplatzgestaltung erfordert auch im Zeichen der demografischen Veränderungen eine veränderte Sichtweise, die Kompetenzanforderungen systematisch beobachtet und aufnimmt, neue Tätigkeitsprofile zulässt und den kontinuierlichen Wandel als konstante Größe begreift.

Eine intelligente Produktion setzt beim Menschen an. Chancengleichheit zwischen den Geschlechtern ist hier wirtschaftliche Notwendigkeit und gesellschaftlicher Anspruch zugleich. Mit einer innovationsförderlichen Unternehmenskultur, die auf Wertschätzung und Motivation beruht, wird die Grundlage für ein Höchstmaß an Flexibilität über die Unternehmensgrenze hinaus



geschaffen. Sie bringt Methoden-, Fach- und Sozialkompetenz zusammen, ermöglicht schnelle Anpassungen auf veränderte Anforderungen und sichert so die Wettbewerbsfähigkeit.

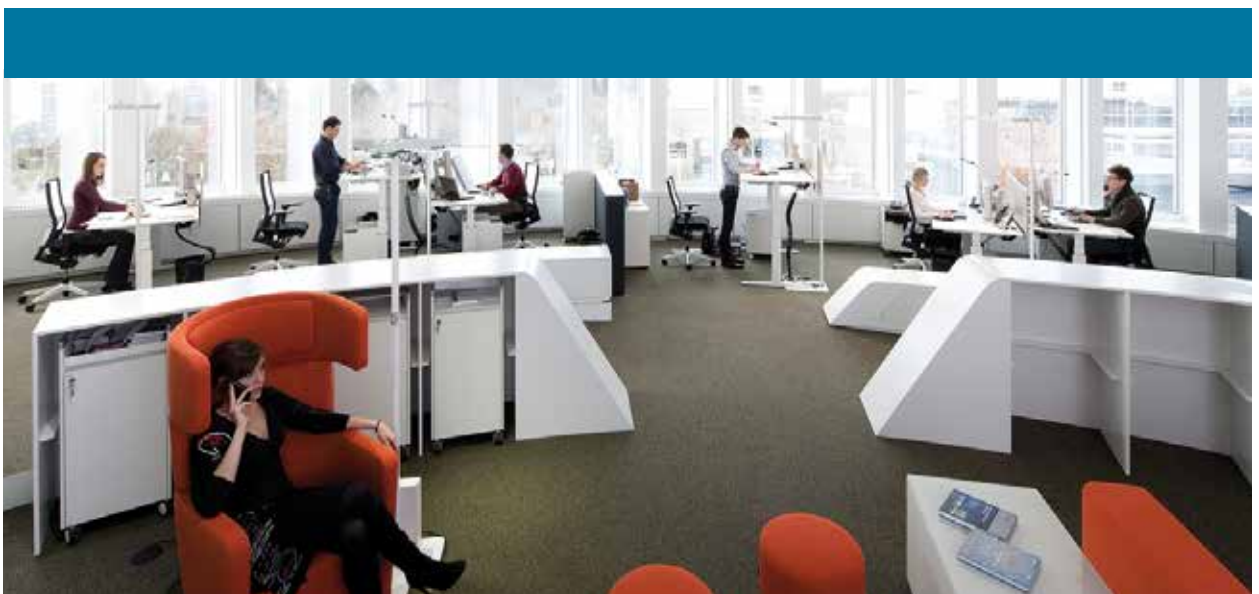
Neben fundierten betriebswirtschaftlichen Kenntnissen wird auch das Wissen im Bereich des Industrial Engineering und der entsprechenden Produkt- und Produktionstechnologie immer wichtiger. Entwicklungen einschätzen oder voraussehen zu können und daraus Veränderungen bzgl. der Fertigungsmethoden und Logistikketten abzuleiten ist für Fach- und Führungskräfte von großem Vorteil. Ebenfalls erforderlich ist ein ausgeprägtes Verständnis für die Kunden-Lieferantenverantwortung. Die Digitalisierung wird kaum eine Facette des industriellen wie landwirtschaftlichen (precision farming) Produzierens unverändert lassen, was eine weitgehend neue arbeitswissenschaftliche Durchdringung lohnend macht.

Bei der Arbeitsplanung sind die Unternehmensinteressen und die Bedürfnisse der Beschäftigten hinreichend zu berücksichtigen. Moderne Formen der Mitbestimmung spielen hier eine wichtige Rolle. Ein Beispiel: Flexible Arbeitszeitmodelle führen zu veränderten Planungsaufgaben für Führungskräfte; die Personaleinsatzplanung wird umso anspruchsvoller, je höher die Flexibilitätsanforderungen sind und je individueller auf die Bedarfe der Beschäftigten eingegangen werden kann und soll.

In den einzelnen Handlungsfeldern sind dabei auch der Umgang mit Delegation und Kontrolle von Arbeit und Ergebnissen und die Verantwortung für Prozesse und Ergebnisse zu adressieren. Für den Erfolg sind immer wieder auch die Gestaltung von Kommunikationsprozessen und -mitteln, die Kommunikationsregeln und die Berücksichtigung des Datenschutzes wichtig, die für Führung und Führungskultur verbindlich festgelegt sein müssen. Ein weiterer Faktor ist die Kompetenzentwicklung von Führungskräften und Beschäftigten bei der erfolgreichen Umsetzung von Flexibilisierungsansätzen; sie ist auch wichtig für die Entwicklung neuer Formen einer mitarbeiterorientierten Führung auf unterschiedlichen Führungsebenen.

## 5.2 Potenziale für Beschäftigte und Unternehmen heben

Digitalisierung wie auch vernetzte Systeme haben längst Eingang in unsere Arbeitswelt und Gesellschaft gefunden. Vernetzte Systeme sind mehr und mehr in der Lage, Entscheidungen selbst zu treffen und können dazu beitragen, Produkte und Dienstleistungen sicherer, sparsamer und sehr viel leistungsfähiger zu machen. Ein optimales Zusammenspiel dieser Systeme bietet weit mehr als Wettbewerbserfolg auf dem Markt: Technik kann die kognitive und physische Leistungsfähigkeit der Beschäftigten durch die richtige Balance



Offene, ergonomisch anpassbare Büroareale fördern den Informationsaustausch, Schall dämpfende Telefonsessel vermitteln Privatheit.

von Unterstützung und Herausforderung gezielt fördern. Industrielle Assistenzsysteme helfen bei der Mensch-/Technik-Kooperation und der Qualifizierung und Weiterbildung. Das Potenzial für Menschen und Unternehmen liegt in dem zukünftig noch deutlicher selbstbestimmten, flexiblen Arbeiten, das weniger als je zuvor von Raum und Zeit beschränkt ist und damit die Möglichkeit einer besseren Vereinbarkeit von Beruf und Außerberuflichem bietet. Der Anspruch an Forschung und Praxis ist daher, in (Verbund-)Projekten neue Konzepte zu entwickeln, zu erproben und mit übertragbaren Ergebnissen an der Schnittstelle von Organisations-, Kompetenz- und Personalentwicklung in der Arbeitswelt einen Mehrwert im gesamtgesellschaftlichen Interesse zu schaffen.

### 5.3 Übertragbarkeit für KMU und Handwerk sichern

Betriebe, die ihr Geschäft digitalisieren, wachsen schneller als andere (repräsentative Umfrage von TNS Infratest 2014). Allerdings haben viele kleine und mittlere Unternehmen (KMU) dafür einen weiten Weg zu gehen. Insgesamt stehen gerade kleine Unternehmen

3D-Drucker helfen beim Rapid Prototyping auch im klassischen Handwerk, wie in der Schreinerei Bächer Bergmann GmbH in Köln.

und Selbstständige bei der Digitalisierung vor großen Herausforderungen. Nur etwas mehr als die Hälfte (56 Prozent) des für die deutsche Wirtschaft wichtigen Handwerks nutzt die Möglichkeiten der modernen Informationstechnologien und hat eine eigene Homepage eingerichtet, weniger als ein Drittel (30 Prozent) setzt auf Social Media. Die fortschreitende Digitalisierung stellt mittlere Unternehmen vor neue Herausforderungen bietet ihnen aber auch neue Chancen: digitale Arbeits- und Geschäftsprozesse, Industrie 4.0 und neue Möglichkeiten in der Kundenakquise.

In einem komplexen und heterogenen Umfeld hängt die Innovationsfähigkeit insbesondere von etablierten kleinen und mittleren Unternehmen und Betrieben immer häufiger davon ab, dass sie zwei schwer vereinbar scheinende Aspekte zusammenbringen müssen. Es muss ihnen auf der einen Seite gelingen, Exklusivität zu entwickeln bzw. zu erhalten, die sie im Wertschöpfungsprozess zu unverzichtbaren Partnern macht. Auf der anderen Seite ist die Exklusivität in Netzwerken zu teilen. Die typischen Stärken von KMU bei der Bindung von Fachkräften, ihre Flexibilität und Kundennähe machen es möglich, den Widerspruch, dass Unternehmen in Netzwerken zugleich Kooperationspartner und Konkurrenten sind, zu beider Vorteil zu überwinden.





Computergestützte Produktionssteuerung wird auch in kleinen Unternehmen immer wichtiger.

Die beschleunigte technische Entwicklung macht es schwer, die womöglich weitreichenden Auswirkungen der neuen Dynamik auf ein Unternehmen verlässlich und umfassend abzuschätzen. Vor allem für kleine und mittlere Unternehmen ist die Entwicklung und Implementierung geeigneter Konzepte und Lösungen angesichts oft knapper Ressourcen eine Herausforderung. Vor diesem Hintergrund sind Anforderungen aus der Perspektive von KMU zu verdeutlichen, aber auch exemplarisch pragmatische Lösungen und Ansätze zu entwickeln. Darunter sind Konzepte eines erleichterten Zugangs für KMU, das Handwerk oder Selbstständige, ebenso wie die Erschließung und Sicherung neuer Fachkräftepotenziale.



Die Digitalisierung macht auch das Nähen komplexer Stoffmuster einfacher; manuelles Geschick ist nach wie vor notwendig.

Um das zu erreichen, sind in den einzelnen Handlungsfeldern z. B. anwenderfreundliche Systeme und Konzepte für die Werkzeugauswahl zu entwickeln sowie Anwendererfahrungen in betrieblichen Prozessen und die Verwendbarkeit in kleinen Unternehmen zu berücksichtigen. Im Hinblick auf eine erfolgreiche Umsetzung in KMU müssen die Möglichkeiten und Grenzen der Digitalisierung von Unternehmensbereichen, betrieblichen Abläufen und virtuellen Kooperationen herausgearbeitet und die Nutzung neuer technischer Möglichkeiten für neue Formen der Kooperation und Vernetzung für KMU und Handwerk ermöglicht werden. Hinzu kommen für das Handwerk bei besonderen Zielgruppen (Menschen mit Behinderungen, Menschen mit Migrationshintergrund) spezielle Rekrutierungsstrategien sowie allgemein Konzepte der Vereinbarkeit von Familie und Beruf.

## Zug der Zeit



Bis ins 19. Jahrhundert war Feldarbeit Handarbeit. Nur Zugtiere halfen und bewegten schwere Gerätschaften über die Äcker.



2015: „precision farming“ – deutsches Premiumprodukt und „hidden champion“: Der bodenschonende und wendige Rübenroder erntet und legt spielend Rübenmieten mit 10 Metern Breite an.

## Industrie 4.0 als Jobmotor

Die technologische Landschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten derart verfeinert, dass von vielen Disziplinen ohne Übertreibung behauptet werden kann, sie seien von einer Revolution überformt worden. Gestützt von neuen Entwicklungen der Festkörperphysik haben Informations- und Kommunikationstechnik Leistungen ermöglicht, die vor nicht langer Zeit als Wunder gegolten hätten. Die Dinge sind so weit gediehen, dass ein Umschlag in der Qualität der Produktionstechnologie zu erwarten ist, der eine eigene Bezeichnung verdient: Industrie 4.0.

Die Zahl „4“ signalisiert den historischen Rang: Die erste industrielle Revolution wurde von Wasser- und Dampfkraft getrieben; die zweite von Fließbändern und elektrischer Energie beschleunigt; die dritte ist von Elektronik und fortschreitender Automatisierung geprägt. Die vierte Revolution, Industrie 4.0, macht von allen gegenwärtig verfügbaren technischen und organisatorischen Möglichkeiten

Gebrauch, insbesondere den Vernetzungstechniken des Internets, und stellt eine Reihe potenziell hochprofitabler Produktionsvarianten in Aussicht wie

- die rentable Herstellung nahezu individueller Gegenstände, rentabel selbst in kleinsten Stückzahlen;
- die Herstellung „on demand“, auf Verlangen. Nahezu universelle Anlagen produzieren dann, wenn etwas bestellt worden ist – kostspielige Lagerhaltung entfällt, etc.

Die Industrie 4.0 könnte viel schneller auf wechselnde Trends reagieren, das unternehmerische Risiko würde sinken, die Produktionseinheiten könnten kleiner, flexibler werden – und nachhaltiger.

Es ist zu erwarten, dass die kombinierten Fähigkeiten smarterer Maschinen und kreativer Menschen Dinge herstellbar machen, die einen neuen Aufschwung tragen wie mit Smartphone und verwandten Produkten geschehen.

Beispiel für eine moderne „Digitale Fabrik“, in der virtuelle und reale Welt verschmelzen. Schon heute ist eine Art Informationsaustausch zwischen Produkten und Maschinen realisiert. Sämtliche Prozesse sind IT-optimiert und IT-gesteuert. An den Schlüsselstellen aber haben nach wie vor Fachleute das Sagen, die menschenleere Fabrik wird es auf absehbare Zeit nicht geben. Zugleich werden den Menschen ermüdende, belastende und monotone Arbeiten abgenommen.





## 6. Handlungsfelder

### 6.1 Soziale Innovationen durch neue Arbeitsprozesse möglich machen

Das Zusammenspiel von sozialen und technischen Innovationen eröffnet die Chance für starke Wachstumsimpulse der traditionellen produzierenden Sektoren und neuer Wirtschaftsbereiche. So gehen die Entwicklungen im Bereich der Elektromobilität, die auf eine Umstellung vom Verbrennungsmotor auf den Elektromotor zielen, Hand in Hand mit neuartigen Mobilitätskonzepten und Geschäftsmodellen und unterstützen damit Prozesse des gesellschaftlichen Umdenkens. Auch eine Ausrichtung der Produktion zur „Industrie 4.0“ auf Basis moderner IuK-Technologien setzt die ganzheitliche Produktionsplanung voraus, in der soziale Fortentwicklung mit der technischen Umsetzung einhergeht und die flexible Steuerung aller wesentlichen Fabrikprozesse und -ressourcen im Rahmen einer Smart Factory erreicht wird. Gleichzeitig wird eine starke Individualisierung der Produkte in einer hoch flexibilisierten (Großserien-)Produktion erreicht, die weitgehende Integration von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse und die Verkopplung von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen beinhaltet. Damit die sich herausbildenden Tätigkeitsformen und Arbeitsbedingungen

der Industrie 4.0 die Potenziale digitaler Technologien zur Entfaltung bringen sowie gesundheits- als auch personenförderliche Perspektiven eröffnen können, müssen technologische und soziale Innovationen im Unternehmen und am Arbeitsplatz Hand in Hand gehen. Eine wissensbasierte Ökonomie als Voraussetzung für den Erhalt und den Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie ist ohne die Entwicklung von innovationsförderlichen Managementkonzepten und Organisationsstrukturen gerade unter den Bedingungen digitalisierter Produktion nicht denkbar.

Die Entwicklungen – mit dem Stellenwert einer industriellen Revolution – werden dann gelingen, wenn die besonderen Ressourcen Deutschlands einbezogen werden. Das sind vor allem eine hoch komplexe und vielfältige Wirtschaft, eine auch in der Mitte hervorragend qualifizierte Beschäftigtenstruktur und eine im produktiven Miteinander geübte Sozialpartnerschaft. Innovationsprozesse wie neue Arten der Kommunikation und Kooperation gewährleisten, dass dieses Potenzial Gesellschaft, Wirtschaft und Technik gleichermaßen zugute kommt.

Die Herausforderung besteht nicht nur in den neuen Technologien selbst, sondern vor allem in der mit ihrer Einführung verbundenen Neukonfiguration sozialen Handelns und einem neuen Wechselverhältnis von Technik und Gesellschaft. Wie das Neue aussehen soll, ist offen. Innerbetrieblich erfordert dies partizipative und auf Vertrauen basierende Gestaltungsprozesse unter Beteiligung unterschiedlicher Akteursgruppen, überbetrieblich bedeutet das den Einbezug von Kunden und der Zivilgesellschaft entlang bestehender und sich neu formender Wertschöpfungsketten.

Daher sind die Neugestaltung innerbetrieblichen Handelns und das Wechselverhältnis von Technik und Sozialem in den Blick zu nehmen. Innerbetrieblich sind für die unterschiedlichen Akteure partizipative und auf Vertrauen basierende Interaktionsmodelle zu ermöglichen und zu gestalten; nach außen ist der institutionelle Kontext (wirtschaftlich, politisch, sozial, kulturell) zu berücksichtigen. Unter wissensintensiven Bedingungen nachhaltige Innovationen hervorzubringen, stellt eine große gesellschaftliche Herausforderung dar. Mit Wirtschaft 4.0 entstehen völlig neue Arbeits- und Lernwelten, die erhebliche Forschung auf den Feldern Technologie, Personal, Organisation und Kompetenzerwerb benötigen. Auf organisatorischer Ebene ist mehr Aufmerksamkeit für soziale Innovationen und neue Erkenntnisse, wie soziale Innovationen entstehen und sich in Unternehmen umsetzen lassen, notwendig. Eine wissensbasierte Ökonomie als Voraussetzung für



Elektroautos werden mit neuartiger Elektronik und Software ausgerüstet. Hier werden die Aspekte Modellierung, Simulation und Testen im realen Fahrzeug miteinander verbunden.

den Erhalt und den Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Wirtschaft ist ohne die Entwicklung von innovationsförderlichen Managementkonzepten und Unternehmensstrukturen nicht denkbar. Soziale Innovation fängt am Arbeitsplatz an, sie benötigt moderne Arbeitsumgebungen, die eine stärkere Selbstorganisation ermöglichen und mehr Freiräume für die individuelle Gestaltung von Arbeitsplatz und Arbeitsprozess zulassen. Dies bietet die Voraussetzungen, die Potenziale der digitalisierten Produktion zu heben und die Innovationskraft der Beschäftigten zu nutzen.

## Zug der Zeit



Autoproduktion in einer amerikanischen Fabrik, um 1920.



2015: Moderne Autoproduktionsstraße: Roboter erledigen einen Großteil der schweren, repetitiven und präzisen Arbeit.

Die Fähigkeit einer Gesellschaft, die vorhandenen Innovationspotenziale zu nutzen und systematisch weiterzuentwickeln, bestimmt heute zunehmend deren Zukunft. Für die volle Entfaltung technologischer Potenziale ist ein umfassendes Innovationsverständnis wichtig, das soziale und technologische Innovationen nachhaltig in den Unternehmen verankert und zielgerichtet umsetzt.

**Gefördert werden die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte betrieblichen Arbeitens, die folgende Ziele systematisch und ganzheitlich verfolgen:**

- Integration technischer und sozialer Neuerungen durch die Anpassung betrieblicher Veränderungsprozesse
- Gezielte Stärkung der Beschäftigungs- und Innovationsfähigkeit von Menschen in Hightech-Unternehmen
- Erhöhung des Innovationspotenzials unter Einbindung von Kunden und Stakeholdern durch umfassende Managementkonzepte
- Erschließung auch traditioneller Wirtschaftsbereiche für partizipative Formen der Arbeits- und Technikgestaltung
- Verbindung technischer und organisatorischer Veränderungen mit sozialen Innovationen durch arbeitswissenschaftliche Lösungsansätze
- Verbesserung der Gestaltung sozialer Innovationsprozesse durch handlungsorientierte Führungskonzepte

Die Arbeit der Zukunft soll das Leben für alle verbessern, was gelingen kann, wenn die technischen/organisatorischen Innovationen von sozialen Innovationen begleitet werden. Dabei entstehen Räume für unternehmerische wie persönliche Freiheiten, die zugleich wirtschaftlich, sozial und nachhaltig sind.

Service Support System. Der Anlagenbediener kann bei bisher unbekanntem Fehlerbildern per Video einen Experten hinzuschalten, um den Fehler schnellstmöglich beheben zu können.



## 6.2 Neue Arbeitsformen im Kontext von Globalisierung und Regionalisierung erforschen

Im Zuge der Globalisierung von Entwicklung, Produktion und Service wird Arbeitsgestaltung und -forschung zu einer Aufgabe, die Verflechtungen über Ländergrenzen hinaus zu berücksichtigen hat. Die transnationale Zusammenarbeit innerhalb von und zwischen Unternehmen, veränderte Eigentümerstrukturen und die Fragmentierung von Arbeit und arbeitspolitischen Regulierungen haben seit der Jahrtausendwende eine neue Qualität angenommen.

Gerade mit Blick auf die aktuelle digitale Transformation ist eine nochmalige Steigerung der Globalisierungsdynamik zu erwarten. Die Digitalisierung und das Etablieren eines weltweit verfügbaren „Informationsraumes“ werden zur Grundlage für neue Formen globaler Arbeitsteilung und Arbeitsorganisation. Daran anknüpfend stehen Unternehmen jetzt vor der Herausforderung, komplette Wertschöpfungsprozesse in weltweiten Dimensionen zu denken, nachhaltig zu gestalten und dabei nicht nur Kunden, Zulieferer und Kooperationspartner, sondern vor allem auch die hier beschäftigten Menschen mitzunehmen.

Die Globalisierung verändert die Arbeits- und Lebensbedingungen so deutlich, dass der Arbeitsforschung ein neues Feld erwachsen ist. Arbeit in globalen Bezügen

Intelligente Sensorgeräte ermöglichen die Überwachung von kritischen Prozessen entlang der gesamten Produktions- und Logistikkette.



Die Globalisierung von Produktion und Dienstleistungen erfordert die Steuerung riesiger Waren- und Informationsströme.

wird für immer größere Teile der Beschäftigten zur „Normalität“. Betroffen sind nicht mehr nur einzelne Abteilungen oder Spezialisten, sondern nahezu alle Beschäftigten müssen sich nun auch im globalen Rahmen bewegen können. Selbst in regional oder national aufgestellten Unternehmen sind heute Belegschaften die Regel, in denen unterschiedliche Qualifikationen, Altersstrukturen, unterschiedliche kulturelle und ethische Wertvorstellungen etc. nebeneinander und miteinander wirken.

Die Fähigkeit der Unternehmen, mit dieser Vielfalt in den Belegschaften umgehen zu können, ist zu einem Schlüsselfaktor für den Erfolg geworden, der eine offene Unternehmenskultur und ein betriebliches Diversitätsmanagement voraussetzt. Für eine nachhaltige Gestaltung ist in der Globalisierung die Einbindung der Beschäftigten eine zentrale Zukunftsaufgabe. Das betrifft beispielsweise ein „Sich-souverän-bewegen-können“ in der globalisierten Arbeitswelt ebenso wie die Einstellung auf neue Prozessorientierungen, Produktphilosophien und technologische Paradigmen oder auch den Umgang mit neuen Vernetzungs-, Kooperations- und Kommunikationsmöglichkeiten im Rahmen neuer Formen globaler Produktionskonzepte wie z. B. „Crowdsourcing“ und „Cloudworking“. Die Integration kleiner und mittlerer Unternehmen in transnationale Wertschöpfungsketten ist dabei ebenso zu thematisieren wie neue Beziehungen von Unternehmen und Finanzmarktakteuren. Die Chancen der Globalisierung von Unternehmen sind dabei genauso aufzuzeigen wie die Nutzungsmöglichkeiten der neuen Potenziale. So kann eine intelligente Arbeitsgestaltung in Wertschöpfungsnetzwerken im internationalen



Kontext auch selbst als Instrument des Exports genutzt werden. Dafür notwendig sind das Wissen um die Rahmenbedingungen und die Erstellung anwendungsnaher Konzepte, die eine zentrale Domäne der Arbeitsforschung darstellen.

Die Globalisierung bedingt zudem verstärkt die Arbeit in räumlich verteilten Teams. Unternehmen erhalten dadurch die Möglichkeit, unterschiedliche Kompetenzen und Betrachtungswinkel zu integrieren. Mit der Nutzung digitaler Werkzeuge werden räumliche Barrieren aufgebrochen, lässt sich die Diversität in einem globalen Unternehmen gezielt nutzen. Die Gestaltung dieser Werkzeuge ist jedoch äußerst komplex. Um die Innovationsfähigkeit über räumliche und zeitliche Grenzen hinweg zu erhalten, ist eine angemessene Kommunikationskultur zu erzeugen, die ein „Wirkgefühl“ in verteilten Teams auch ohne regelmäßige persönliche Treffen erzielt.

Im Prozess der industriellen Tertiarisierung wird die Verknüpfung von intelligenter Sachgutproduktion mit Dienstleistungen für eine zukunftsgerichtete Positionierung Deutschlands im globalen Wettbewerb immer wichtiger. Auf der anderen Seite schaffen die technologische Erweiterung der Kommunikationsmittel und das Zusammenwachsen der Märkte die Verankerung von globaler Produktion auf regionaler Ebene. Damit einhergehen muss die Entwicklung und Förderung von

Im Büro der Zukunft ist die Position des Arbeitsplatzes zweitrangig, eine optimale Vernetzung ermöglicht eine hohe Flexibilität.

Kompetenzen und Qualifikationen der Fachkräfte in der Produktion und in der Dienstleistungsfacharbeit. Dabei spielen die Sicherung und Entwicklung lern- und gesundheitsförderlicher Arbeitsplätze innerhalb und außerhalb von Organisationen eine besondere Rolle. Auch die Entwicklung von Produkt-/Dienstleistungsbündeln durch effiziente und motivationsfördernde Arbeitsprozesse auf regionaler Ebene trägt dazu bei, indem sie die Abgrenzung von internationalen Wettbewerbern, die sich vornehmlich auf die Herstellung der Güter spezialisiert haben, ermöglicht.

**Gefördert werden die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte betrieblichen Arbeitens, die folgende Ziele systematisch und ganzheitlich verfolgen:**

- Erstellung neuer Innovationsprofile für Arbeitsprozesse, die in internationalen Kontexten erfolgen
- Integration von Menschen und Nutzung von Diversität am Arbeitsplatz für die Innovationsfähigkeit der Unternehmen
- Erhöhung des gesamtgesellschaftlichen Nutzens durch arbeitsteilig optimal ineinandergreifende Formen der Zusammenarbeit in regionalen und internationalen Netzwerken
- Gestaltung integrativer Arbeitskonzepte zur Nutzung der Chancen von internationalisierten Eigentümer- und Unternehmensstrukturen
- Sicherstellung der Übertragbarkeit neuer Arbeitsmodelle insbesondere auf KMU durch angepasste Transfer- und Implementationskonzepte



Die neuen Informations- und Kommunikationsmittel haben die Welt, was ihre Mitteilungsmöglichkeiten angeht, zu einem Dorf schrumpfen lassen. Die Verkehrstechniken für Waren und Dienstleistungen stehen dem kaum nach. Es entstehen neue Wirtschaftsstrukturen, die Gewinner und Verlierer hervorbringen werden; in der Summe aber wird bei klugem Wirtschaften ein Gewinn für alle stecken: die Weitung des Horizonts, mit eleganter Technik, neuen Chancen, Ländern und Leuten, für eine lebenswerte Zukunft.

### 6.3 Arbeiten im Datennetz – digitale Arbeitswelt gestalten

Nahezu jede Form der Erwerbsarbeit in Deutschland wird heute von informations- und kommunikationstechnischen Arbeitsmitteln begleitet, die mitunter sogar deren Kern darstellen. In Produktionsumgebungen, die von Industrie 4.0 geprägt werden, wird dies besonders deutlich. Die Arbeit mit digitalen Werkzeugen und Medien durchzieht alle Branchen und wird zum gemeinsamen Nenner der modernen Erwerbstätigkeit. Der Grad der Digitalisierung und Vernetzung wird dabei in allen Arbeitsbereichen noch zunehmen. Mit der Digitalisierung entstehen auch neue Tätigkeitsprofile; neue Formen des vernetzten Arbeitens beginnen sich zu etablieren. Zugleich wird die Schnittstelle zwischen Mensch und Technik immer enger. Sensorik, Simulationsmodelle oder avatarbegleitete Software unterstützen im Arbeitsalltag die Datenverfügbarkeit. Möglichkeiten der Datenerfassung und die Anzahl von Datenregelkreisen nehmen zu.

Datenverständnis als Erwerbskompetenz sowie wissensbasierte Arbeitsplätze gewinnen an Bedeutung. Die stationäre Arbeit dagegen büßt ihre Wichtigkeit, u. a. durch die verteilte Virtualisierung der Arbeitsinhalte, anscheinend ein. Doch einseitige Verlagerungshypothesen werden den Anforderungen digitalen Arbeitens nicht gerecht. Die gute Gestaltung von Arbeitsorten gewinnt im Kontext der Digitalisierung klar an Bedeutung. Kooperatives Handeln in neuen Wertschöpfungsnetzwerken, ermöglicht durch neue Formen der digitalisierten Arbeit, wird künftig für viele Formen der Erwerbsarbeit ebenfalls ein gängiges Verfahren sein. Mit der Einbeziehung aller Akteure und der Investition in unterstützende Konzepte werden sich für die Menschen in unserer Gesellschaft weiterhin gute Arbeit und ein gutes Leben realisieren lassen.

Mit dem Wissenschaftsjahr 2014 „Die digitale Gesellschaft“ hat das Bundesministerium für Bildung und

Bevor eine Anlage gebaut wird, können die Konstrukteure und die späteren Betreiber am virtuellen Modell gemeinsam die Entwürfe diskutieren und sogar die Funktionsweise testen.



Forschung über Chancen und Grenzen einer digitalen Gesellschaft informiert. Gleichzeitig wurde ein Dialog über die Zukunft der Digitalisierung angestoßen, der deutlich werden ließ, dass technische Innovationen wie die Digitalisierung die Arbeitswelt grundlegend verändern werden. Arbeitsprozesse, Führungsstrukturen oder Unternehmenskulturen in der Arbeitswelt stehen vor großen Veränderungen. Fragen der Ergonomie sowie des Arbeits- und Gesundheitsschutzes stellen sich genauso wie Fragen der Abgrenzung zwischen Beruf und Außerberuflichem, zwischen Autonomie und Kontrolle oder des Zusammenwirkens von Menschen und Technik.

Eine angemessene und durchdachte Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation sowie Arbeits- und Organisationskultur wird die Chancen der Digitalisierung der Arbeitswelt auch im Sinne der Beschäftigten nutzbar machen.

RFID-Armband erkennt den gegriffenen Gegenstand an seiner digitalen Kennung und meldet gegebenenfalls Fehler.



**Gefördert werden die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte betrieblichen Arbeitens, die folgende Ziele systematisch und ganzheitlich verfolgen:**

- Gute Gestaltung von Arbeitsorten und -prozessen durch nachhaltige Modelle digitalisierter Arbeit in KMU
- Stärkung digitaler Start-ups und neuer effizienter unternehmerischer Geschäftsmodelle durch Modelle guter Arbeit
- Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit durch innovative Führungs- und Beteiligungskonzepte des netzwerkkonformen Arbeitens
- Entwicklung von sozial- und wirtschaftsförderlichen Unternehmenskulturen durch Anreiz- und Motivationssysteme für digitale Arbeit
- Entwicklung, Erprobung und Implementierung von ergonomischen und gesundheitsförderlichen Maßnahmen für die digitale Arbeitswelt
- Schaffung von Arbeitsumgebungen, die den Beschäftigtendatenschutz und den Schutz des Unternehmens sichern

Die digitale Arbeit hat das Potenzial, bessere Produkte und Serviceleistungen höherer Qualität in kürzerer Zeit bereitzustellen, zu Arbeitsbedingungen, die durch digitale Assistenz gleichermaßen an Qualität und Effizienz gewinnen. Derart generiert die Digitalisierung Wohlstand. Vielen Branchen verschafft die Entwicklung ungekannte Freiheiten, für viele Medienschaffende ist das breitbandig vernetzte Notebook unter dem Apfelbaum als (nur saisonal verfügbarer) Arbeitsplatz bereits Realität, mehr in der Art wird folgen.

## Wenn der Fortschritt schneller als die Lehre ist

Als in den 1970er Jahren die Wissensexplosion sichtbar wurde, hatten die Bibliotheken mit der Masse der Veröffentlichungen ein Problem: Sie begannen aus allen Nähten zu platzen, die digitale Massenspeichertechnik war erst noch am Anfang. In der Folge unternahm Informationswissenschaftler große Anstrengungen, festzustellen, wie Wissen veraltet, ob es nicht eine Art Halbwertszeit hat. Die wurde – bei allen methodischen Schwierigkeiten – schließlich festgestellt. Rein statistisch war etwa in der Physik die Hälfte des neu erworbenen Wissens nach zehn Jahren veraltet. (Skeptiker fragten: welche Hälfte?) Die Bibliotheken konnten die ganz alten Sachen ausräumen.

Das bis heute anhaltende beschleunigte Wissenswachstum hat noch ein zweites Problem zur Folge: In einzelnen Gebieten – der Informations- und Kommunikationstechnik etwa – werden neue

Fakten so schnell geschaffen, dass die Lehre in Verzug gerät. Dann ist zu fürchten, dass in der Zeit, die Ausbilder für neues eigenes Wissen aufbringen müssen, das erworbene Wissen bei der Weitergabe schon wieder veraltet ist.

Eine Lösung des Dilemmas wäre, durch herkömmliche Unterrichtung vornehmlich zeitlose Zusammenhänge und Prozeduren zu vermitteln und das Neueste im Betrieb oder einer Forschungseinrichtung erfahrbar zu machen, vielleicht durch „learning by doing“.

CP Factory – die Cyber-physische Forschungs- und Lernfabrik, die unterschiedliche Stationen einer realen Produktionsanlage modellhaft darstellt.



## 6.4 Kompetenzen im Arbeitsprozess entwickeln

---

Eine Arbeitsgestaltung, die den Erwerb von neuen Kenntnissen und Fähigkeiten mit Kompetenzerleben und subjektivem Wohlbefinden verbinden kann, ist für die Innovationskraft eines Unternehmens eine lohnende Investition. Kontinuierliches Weiterlernen wird für Menschen im Arbeitsleben allein durch den schnellen technischen Wandel notwendig; mit der demografischen Entwicklung und steigenden Kompetenzanforderungen sind weitere Herausforderungen an das Lernen der Menschen ebenso wie der Unternehmen verbunden.

Eine lernförderliche Arbeitsgestaltung verbindet Kompetenzentwicklung und Arbeitsalltag in einem praxisorientierten Ansatz. Sie ist auf einer innerbetrieblichen Ebene verankert und mit überbetrieblichen Lernorten strukturell verbunden. Die kompetenzförderliche Arbeitsgestaltung in Unternehmen sollte deutlich

verankert sein. Gerade in kleinen Unternehmen sind hier Zuständigkeiten zu definieren, lückenhafte oder fehlende übergreifende Unterstützungsstrukturen zu identifizieren und ggf. neue Strukturen zu etablieren. Es ist zu untersuchen, welche Akteure, Prozesse und Rahmenbedingungen für die praktische Realisierung lernförderlicher Arbeitsgestaltung in Unternehmen wirksam sein können. Dies schließt die Kompetenzentwicklung von Führungskräften, Beschäftigten oder selbstständig beschäftigten Menschen gleichermaßen mit ein.

Die Vielfalt von Konzepten und Modellen der Kompetenzentwicklung im Arbeitsprozess (arbeitsintegriertes Lernen) ist für die Gestaltung von Arbeitsstrukturen – technische Systeme und organisatorische Abläufe – nutzbar zu machen. Neue Lernerfordernisse bei wissensintensiven Tätigkeiten, oft über Unternehmensgrenzen hinweg, sind zu analysieren sowie neue Modelle der lernförderlichen Arbeitsgestaltung zu entwickeln und ihr Einsatz in verschiedenen Branchen zu realisieren.

Die Ausbildung auch für technisch anspruchsvolle Arbeitsfelder mit elementarem Kenntniserwerb beginnen zu lassen, hat sich in der Praxis bewährt.



Am Engineering- und Entwicklungsstandort Deutschland sind auch weiterhin einfache Tätigkeiten notwendig. Zur Absicherung hoher Prozess- und Produktqualität – von der Idee bis zum Vertrieb weltmarktfähiger Produkte und Dienstleistungen auch in transnationalen Wertschöpfungsketten – gehört die Gewährleistung einer hohen Professionalität auf allen Arbeitsebenen bis hin zur Organisationskultur. Eine wichtige gesamtgesellschaftliche Aufgabe ist es, Arbeitsplätze und betriebliche Lernarrangements für Menschen mit unterschiedlichen Qualifikationsniveaus anzubieten. Hier sind auch Möglichkeiten von Höherqualifizierungen und Aufstieg durch Anerkennung von im Arbeitsprozess erworbenen Kompetenzen sowie eines fähigkeitsgerechten und beanspruchungsoptimierten Personaleinsatzes realistisch zu gestalten.

Durch die Möglichkeiten der Digitalisierung entwickelt sich der Kunde in vielen Branchen vom Konsumenten zum Prosumenten und beeinflusst damit die Arbeitsprozesse und Kompetenzanforderungen an Beschäftig-

te und Organisationen. Der elektronisch übermittelte, aufgabenspezifische »Just-in-Time« Performance Support gewinnt für die über verschiedene Standorte verteilten miteinander agierenden Beschäftigten ebenso wie für die Kunden an Bedeutung. Unternehmen müssen daher künftig gleichermaßen die Kompetenzentwicklung ihrer eigenen Mitarbeiter im Blick haben wie auch die ihrer Kunden und Lieferanten.

Mit lern- sind auch leistungsfördernde Faktoren der Arbeitsgestaltung zu identifizieren und zu fördern, z. B. Arbeitszufriedenheit, anforderungsgerechte Stellenbesetzung, Berücksichtigung der Erwartungen unterschiedlicher Generationen. Die Erkenntnisse zu motivationsfördernden Faktoren der Arbeitsgestaltung sind bezogen auf ihre betriebliche Umsetzbarkeit zu prüfen. Innovative Ansätze, die Kompetenzentwicklung und den Aufbau von Veränderungsmotivation verbinden, bieten die Chance, zu einer nachhaltigen und motivierenden Lernkultur beizutragen.

Das CogniGame ist ein Ansatz für ein interaktives Bedienkonzept, mit dem der Mensch schneller, direkter und einfacher mit der Technik kommunizieren kann. Innovative Software-Tools weisen heute schon diesen Weg in die Fabrik der Zukunft – ein visionäres Konzept mit Standardkomponenten von heute.





Virtuell-interaktives Trainingsmodul zur Qualifizierung von Chemiefachkräften – am immersiven Ingenieursarbeitsplatz des Fraunhofer IFF, in drei Dimensionen.

Fach- und Führungskräfte stehen mit der zunehmenden Digitalisierung der Arbeitswelt vor neuen Herausforderungen der Gestaltung von Management-, Produktions- und Kommunikationsprozessen und benötigen dafür wissenschaftlich gestützte praxiserprobte und situationsspezifisch anpassbare Handlungskonzepte.

Die Digitalisierung spiegelt sich nicht nur in den Arbeitsprozessen wider. Viele Arbeitsinhalte werden zunehmend digitaler und Fachkräfte aller Fachrichtungen werden künftig in einen kontinuierlichen Entwicklungsprozess von Software und digitalen Werkzeugen eingebunden sein. Digitale Kompetenzen von der Mediennutzung bis hin zur Software-Entwicklung (z. B. Definition von Anforderungen, Gestaltung von Produkten) gewinnen daher an Relevanz und sind gezielt zu fördern.

Kommunikative und emotionale soziale Kompetenzen der Beschäftigten sind wichtige Grundlagen für teamorientiertes Handeln und Kompetenzerwerb im und für das – auch global verteilte – Team.

Um eine Unternehmenskultur lernförderlich zu gestalten, sind komplexe und dynamische Veränderungen mit innovativen Lösungen zu bewältigen. Dafür ist zu untersuchen, wie sich kommunikative, emotionale und soziale Kompetenzen in virtuellen Umgebungen von bisherigen Konzeptionen unterscheiden und entsprechende Instrumente in der Praxis zu erproben.

**Gefördert werden die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte betrieblichen Arbeitens, die folgende Ziele systematisch und ganzheitlich verfolgen:**

- Stärkung lern- und innovationsförderlicher sozialverträglicher Unternehmenskulturen
- Beispielhafte Ansätze zur betrieblichen Leistungssteigerung durch Konzepte der Selbstorganisation und Flexibilisierung ohne Mehrbelastung
- Ausbau der Fachkräftekultur für hoch qualifizierte Arbeitsplätze, auch in neuen Beschäftigungsformen
- Ausbau digitaler Fähigkeiten und sozialer Kompetenzen für branchenübergreifendes, nicht nur auf IKT-Berufe beschränktes Handeln in Teams
- Unterstützung von Strukturen zur praktischen Realisierung lernförderlicher Arbeitsgestaltung
- Erschließung differenzierter, durch Herkunft und Lernbiografien geprägter Potenziale, die nicht auf standardisierten Ausbildungswegen aufbauen (Studienabbrecher, Flüchtlinge etc.)
- Stärkung des selbstgesteuerten, schnellen, kontextbezogenen Lernens mit Unterstützung digitaler Medien

Der erfolgreiche Betrieb moderner Produktions- und Dienstleistungsverfahren erfordert Fachkenntnisse, die dicht am jeweiligen Stand des Wissens liegen, und Handlungsfähigkeiten, die der (Arbeits-)situation entsprechen müssen. Die kontextbezogene Kompetenzförderung der Beschäftigten und Unternehmen wird zunehmend zum Erfolgsfaktor, sowohl für den unternehmerischen als auch den persönlichen Erfolg.

Bosch qualifiziert Mitarbeiter ohne Studium auch für IT- und kaufmännische Tätigkeiten, die gewöhnlich einen akademischen Abschluss voraussetzen.





## 6.5 Neue Werte zwischen Produktion und Dienstleistung kreieren

---

Produktionsarbeit war klassischerweise darauf ausgerichtet, die Konsumnachfrage eines anonymen Marktes zu bedienen. Arbeitsprozesse in der Produktion waren demzufolge sequenziell organisiert als eine vergleichsweise einfach zu modularisierende Abfolge von Funktionen und Strukturen. Innovation folgte dabei zumeist dem Prinzip der Kostensenkung. Strukturbildend für die Arbeit und die Organisation von Dienstleistungsbereichen heute ist demgegenüber die unmittelbare Anforderung eines Kunden. Arbeit ist im Kern immer sozial und interaktiv und hat die Anforderung des Kunden zum Ausgangspunkt. Die Erschließung neuer Marktpotenziale im Rahmen hybrider Wertschöpfungsprozesse stellt neue Anforderungen an die Ausgestaltung der Arbeitssysteme in den Unternehmen. Das reine Produktionskonzept wird abgelöst von einem Interaktionsprozess zwischen Produzenten (Hersteller) und Konsumenten (Kunden) zur gemeinsamen Erstellung von kundenbezogenem Mehrwert. Bei der Bündelung der Produktions- und

In der Fabrik der Zukunft teilen die Werkstücke der Maschine mit, wie sie bearbeitet werden „wollen“. So können unter anderem kleine Stückzahlen und individualisierte Produkte effizient gefertigt werden.

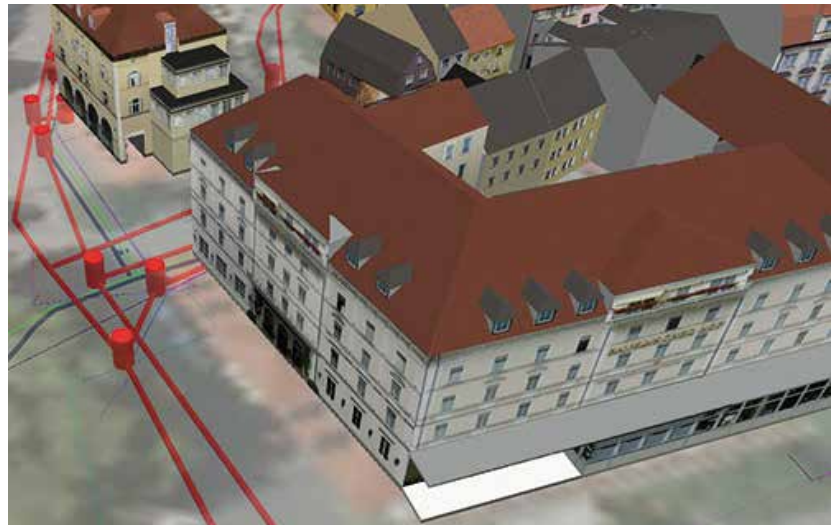
Dienstleistungsarbeit, wie sie in hybriden Wertschöpfungsprozessen stattfindet, treffen daher unterschiedliche Leistungs- und Arbeitsprinzipien aufeinander und sind im innovativen Prozessmanagement systematisch miteinander zu verbinden. Möglich wird dies durch den Einsatz smarter Technologien, die es erlauben auch unter den Bedingungen einer Massenproduktion individualisierte, an der Bedürfnislage der Kunden orientierte Produkte anzubieten.

Im Zuge der vierten industriellen Revolution („Wirtschaft 4.0“) werden physische Objekte und Daten in der Cloud des Cyberspace zu Systemlösungen verbunden. Aber auch auf der Ebene von Individuen entstehen im Internet informelle Organisationsformen, in denen Millionen von Menschen zielorientiert zusammenwirken. Wo sich Systemlösungen beispielsweise für E-Health-Domänen mit Verkehrslösungen der Smart Mobility schon über die Daten-Cloud verzahnen, sind letztlich auch auf der Produkt- und Dienstleistungsebene neue Leistungskonstellationen zu erwarten, welche die Arbeitsgestaltung revolutionieren und die Wertschöpfung erhöhen. Die hybride Wertschöpfung und Gestaltung von Arbeitsprozessen entlang neuer Wertschöpfungsketten wird einen maßgebenden



Benchmark für die zukünftige Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit stellen. Mit der hybriden Wertschöpfung werden die Wertschätzung auf der Arbeit auf einen neuen Prüfstand gestellt und Werte neu definiert. Die Wettbewerbsfähigkeit moderner Volkswirtschaften hängt mehr und mehr davon ab, dass sie nicht nur isolierte Produkte anbieten, sondern auch darauf abgestimmte Dienstleistungen – integrierte Problemlösungen aus einer Hand. Das Zusammenführen von Sachgütern und Dienstleistungen zu hybriden Leistungsbündeln führt zu neuen Wertschöpfungsformen und damit neuen Marktchancen. Produkte werden zu Plattformen, auf denen kundenspezifische Dienstleistungen nützlich werden können.

Das erfordert neue Arbeitsprozesse und Geschäftsmodelle, bei denen die Umsätze zunehmend durch den Verkauf produktbegleitender Dienstleistungen erwirtschaftet werden. Hier sind Konzepte denkbar, bei denen nur noch die Funktion eines Produkts gekauft wird. Das Produkt bleibt Eigentum des Herstellers, der während der Nutzung den Service sicherstellt.



Über eine City Cloud können kommunale Dienste wie Feuerwehr und Notarzdienste gesteuert werden, aber auch Polizei und die Lenkung des Straßenverkehrs durch eine intelligente Ampelschaltung.

Damit solche Modelle gut funktionieren können, sind neben dem Kunden alle vorhandenen technischen, organisatorischen, prozessualen und arbeitsbezogenen Ressourcen einzubeziehen. Hierfür müssen Forschung und Entwicklung dichter an die Arbeits- und Lebens-

## Zug der Zeit



Fernsprechvermittlung, um 1925. Die Steckfelder von einst haben inzwischen billionenfach leistungsfähigere Halbleiterschaltungen ersetzt.



2015: Wartungsarbeiten in einem Datenzentrum, der Rackeinschub ist ein Server.



Digitale Kundeninteraktion: Erfassung von Fußform und Druckverteilung für eine orthopädische Laufoptimierung.

welten heranrücken. Notwendig sind zudem neue Kompetenzen der Beschäftigten in den Unternehmen – sowohl auf der akademischen Seite als auch im Bereich beruflicher Qualifikationen. Wenn die Grenze zwischen Sachgut und Dienstleistung verschwimmt, lassen sich neue Entwicklungen kaum mehr in isolierten Disziplinen finden. Vielmehr sind Kompetenzen aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen gefragt.

Für Dienstleistungen galten bisher andere Innovationsmuster als für Sachgüter – verbinden sich nun jedoch. Bei Dienstleistungsinnovationen stehen Unternehmensprozesse, Strategien und Organisation unter Einbeziehung der jeweiligen Nutzer im Mittelpunkt. Dienstleistungsinnovationen bündeln verschiedenartige Leistungen zu optimalen Lösungen und sprechen so ganz unterschiedliche Bedarfe an. Mögliche Anwendungsfälle lassen sich in vielen Bereichen identifizieren. So werden z. B. bei der Liegenschaftsverwaltung (Facility-Management) Immobilien mit Steuerungstechnik angereichert, medizintechnische Produkte können zur kundenindividuellen Ausgestaltung von Fitnesstrainingsplänen genutzt werden und Maschinen- und Anlagenbauer verleihen Maschinen samt Betriebs- und Wartungspersonal. Die Dynamik dieser Entwicklung wird zunehmend von einer breiteren Öffentlichkeit wahrgenommen.

Der Wandel hin zur hybriden Wertschöpfung wird von multiperspektivischen Methoden unterstützt, die folgende Aspekte berücksichtigen: Vorgehensweisen und

Techniken zur Gestaltung der Kundenorientierung, zur Entwicklung des hybriden Produkts, zur Gestaltung von Dienstleistungsprozessen, zur Integration des Kunden bei der Lösungsentwicklung und -erstellung sowie zur Bildung von Wertschöpfungsketten.

**Gefördert werden die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte betrieblichen Arbeitens, die folgende Ziele systematisch und ganzheitlich verfolgen:**

- Gestaltung neuer zukunftsfähiger Arbeitsprozesse zur Steigerung der Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit
- Generierung und Optimierung neuer Wertschöpfungsketten durch Verbindung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen
- Aufwertung von funktions- und organisationsübergreifender Arbeit durch Kompetenzentwicklung
- Verbesserung des Wissensmanagements
- Sozialverträglich gestaltete und wirtschaftlich erfolgreiche Arbeit durch neue betriebliche Kooperations- und Partizipationsformen
- Ausbau der strategischen Nutzung des steigenden Informationsangebots – z. B. Big Data – für innovationssteigernde Arbeitsformen unter Wahrung der Persönlichkeitsrechte und des Datenschutzes

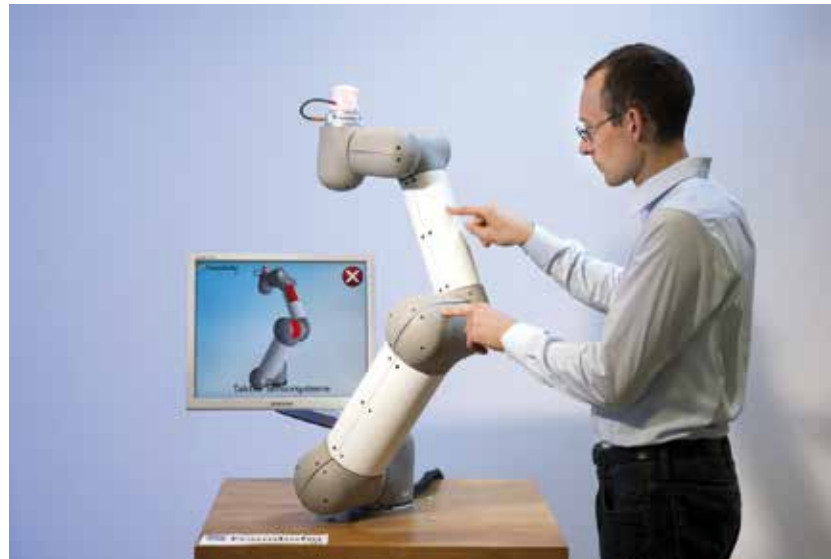
Produktions- und Dienstleistungstechniken werden sich durch die Digitalisierung in einem Maße verfeinern, das früher utopisch erschienen wäre, und die Entwicklung hat erst begonnen: Heute schon entstehen am Notebook Texte durch einfaches Diktieren. Der Rechner schickt die Daten in eine Cloud des Betriebssystems, in der daraus mittels Big Data etwas verständlich Scheinendes destilliert wird. Schon diese rudimentäre technische Intelligenz lässt ahnen, welche Unterstützung die menschliche Arbeit einmal erfahren wird. Im neuen Raum der Möglichkeiten werden sich zahlreiche neue Gelegenheiten finden, interessante Arbeiten für gutes Geld zu verrichten.

## 6.6 Mensch-Maschine-Interaktionen für das neue digitale Miteinander

Den Programmen für die ersten Heimcomputer des Massenmarktes merkte man an, dass für die Programmierer Bedienerfreundlichkeit nicht an erster Stelle gestanden hatte – eingängige grafische Symbole erschienen vielen als Spielerei, die nur knappen Speicherplatz kostete. Heutige Programmierer können, mit Maschinenhilfe, aus dem Vollen schöpfen, entsprechend bedienerfreundlich beginnen Computer zu wirken. Zur visuellen Interaktion ist nun auch die Sprache zwischen Mensch und Maschine hinzugekommen, ebenso Rohübersetzungen; Touchpads und Trackpads ergänzen die alte Maus; komplexe Sensoren sind, millionenfach in Smartphones eingesetzt, erschwinglich geworden; Clouds und Datenwolken bieten ein unerschöpfliches Gedächtnis. Die Mensch-Maschine-Interaktion beginnt sich in Richtungen zu bewegen, die einmal der Science-Fiction vorbehalten waren, verständlich wirkende Roboter – mit einer Cloud im Rücken – eingeschlossen.

Die beschleunigte Entwicklung der Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine, die sich auch in der Realisierung rechnergestützter Assistenzsysteme zeigt, wird ohne Zweifel Folgen für die Arbeitsgestaltung in Produktion und Dienstleistung haben, die sich

Luftfracht soll zukünftig mit einem unverwechselbaren »Fingerabdruck« versehen werden, in dem bestimmte Frachtmerkmale wie Volumen, Gewicht und RFID-Kennung gebündelt sind. Manipulationen an den Transporten lassen sich so automatisiert erkennen.



Fortgeschrittene Roboter können ihre Kräfte durch Feedback fein regulieren.

allerdings gegenwärtig schwer absehen lassen. Werden Lenkungsfunktionen zunehmend auf Systeme übergehen und Menschen für ausführende Tätigkeiten zuständig sein – oder werden Cyber-Physical-Systems als entscheidungsunterstützende Werkzeuge etabliert, mit dem Menschen als Entscheidungsinstanz? Die Arbeitsprozesse werden in verschiedenen Unternehmen und Branchen neu zu gestalten sein, Entscheidungsprozesse an der Schnittstelle zwischen Mensch und Technik sind neu zu definieren und die Mensch-Technik-Schnittstellen wiederum daran anzupassen. Als zusätzliche Facette werden mit der Automatisierung und Digitalisierung auch neue Möglichkeiten geschaffen, adaptive Arbeitsumgebungen als verbindendes Element zwischen dem lernenden Menschen und Maschinen einzusetzen.

Die technologische Entwicklung bietet ganz neue Anwendungsmöglichkeiten in Bezug auf die Nutzung digitaler Projektionen in der Arbeitswelt (Augmented und Virtual Reality). Zum Beispiel werden mit dem Einsatz von Datenbrillen große Erwartungen verbunden – etwa bei der Überwachung und Qualitätssicherung von Logistik- oder Montagetätigkeiten, aber auch in Medizin, Design und Architektur, Medien oder Verkehr. Hier gilt es, nicht nur die tatsächliche wirtschaftliche Einsetzbarkeit solcher Technologien zu untersuchen. Ebenso sind die Auswirkungen auf die Ergonomie, den Arbeitsschutz und die Arbeitssicherheit sowie auf psychische Belastungen zu ermitteln.



Mehrseitenprojektionssystem CAVE (Cave Automatic Virtual Environment). Durch die Stereoprojektion ist in der CAVE der Eindruck des Eintauchens in die virtuelle Welt besonders stark.

**Gefördert werden die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte betrieblichen Arbeitens, die folgende Ziele systematisch und ganzheitlich verfolgen:**

- Fortentwicklung der Rolle des Menschen im Rahmen neuer Formen des Zusammenwirkens von Maschinen und lebendiger Arbeit
- Entwürfe von ergonomischen, effizienten und

sicheren Mensch-Technik-Schnittstellen für die Interaktion in veränderten digitalisierten Arbeitsprozessen

- Gestaltung der Arbeit mit dem Kollegen Maschine/Roboter zur Verbesserung von Produktivität, Arbeitssicherheit, Lernmotivation und Ergonomie
- Erarbeitung von grundlegenden Anforderungen an Qualifikation und Kompetenzen für neuartige Formen der Mensch-Maschine-Interaktion
- Entwicklung neuer gebrauchstauglicher Formen der Mensch-Maschine-Interaktion in Produktion und Dienstleistung

Handhabungsassistent für die präzise Positionierung schwerer Teile.



Maschinen werden immer intelligenter und können bereits einen Schachweltmeister schlagen. Dafür sind sie als teilautonome Roboter im Alltag (noch) zu ungenau, einen Türknauf zu bedienen, also nur mit erheblichen Einschränkungen nützlich.

Solche praktische Intelligenz (die anspruchsvollste Variante) müssen sie im Arbeitsalltag aber auch nicht haben; es reicht, dem Menschen die Tätigkeiten abzunehmen, die diesen belasten. Und: Roboter können sehr geduldig und präzise sein – die Zusammenarbeit bietet sich an. Die Kooperation wird in Produktion und Dienstleistung Früchte tragen, die den Menschen zu mehr Wohlstand verhelfen. Smarte Maschinen schaffen neue persönliche und unternehmerische Freiheiten.

## 6.7 Potenziale der Flexibilisierung für Beschäftigte und Unternehmen erschließen

Die weltweite Öffnung der Märkte und die Digitalisierung stellen markante Herausforderungen an die Flexibilität von Unternehmen, Beschäftigten, Technik und Arbeitsorganisation. Sie äußern sich sowohl in zunehmender Volatilität der Auftragslage, in Wünschen nach verkürzten Lieferterminen und in einer Zunahme der Individualisierung von Produkten. Zentraler Leitgedanke ist hier die Produktion „on demand“. Sie zeigen sich auch in einer verstärkten Einflussnahme auf die lokalen Arbeits- und Produktionsbedingungen. Die Autonomie des Unternehmens verliert angesichts der Vernetzung von Wertschöpfungsprozessen und der Verknüpfung von Produktion und Logistik immer mehr an Bedeutung. Es kommt vielmehr darauf an, in einem kontinuierlichen Prozess der Wertschöpfung „just in time“ den eigenen Beitrag zuverlässig leisten zu können.

Bei stetig ansteigendem Wettbewerbsdruck stehen Unternehmen vor der Herausforderung, die Potenziale der Flexibilisierung unter Berücksichtigung der Gesundheit der Beschäftigten und der Bewahrung der Grundstruktur des Produktionssystems auszuloten. Bedeutende Potenziale liegen im Bereich von Beschäftigung, Arbeitszeit, Kompetenz und Motivierung, in der Wandlungsfähigkeit von technischen Strukturen und in veränderten Formen der Arbeitsorganisation. Dabei



Durch die im EU-Projekt „e-Airport“ entwickelten Ortungssysteme können die Prozesse auf den Vorfeldern am Flughafen effizienter gesteuert werden.

eröffnet die Digitalisierung neue Chancen, eine hohe Flexibilität etwa im Bereich des Arbeitszeitmanagements, des Einsatzes von unterstützenden Assistenzsystemen oder der Gestaltung von z. B. Produktionssystemen nach dem „plug & produce“-Prinzip zu erzielen. Parallel stellt die Flexibilisierung spezifische Anforderungen an die Beschäftigten: Diese betreffen mehr Offenheit für Veränderungen und eine entsprechende Bereitschaft, die eigenen Kompetenzen fortlaufend zu erweitern, was auch die Übernahme zusätzlicher Tätigkeiten etwa im Bereich des Umrüstens oder des präventiven Instandhaltens einschließen kann. Die Verbindung von umfassender Flexibilisierung und moderner Digitalisierung eröffnet Möglichkeiten, die traditionellen Konzepte der arbeitsorganisatorischen Gestaltung wie „job rotation“ oder „job enrichment“ bis hin zur teilautonomen Arbeitsgruppe neu zu konzipieren und damit Innovationsfähigkeit ganzheitlich zu gestalten.

### Zug der Zeit



Schlangestehen an der Stechuhr, um 1902.



2015: Flexibles Arbeiten, räumlich unabhängig.

**Gefördert werden die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte betrieblichen Arbeitens, die folgende Ziele systematisch und ganzheitlich verfolgen:**

- Erhöhung der Flexibilität von Unternehmen bei Beschäftigung, Technik und Arbeitsorganisation
- Steigerung der Innovationskraft von Unternehmen durch Integration aller Beschäftigtengruppen in die neu gestalteten Arbeitsprozesse und Erschließen neuer, differenzierter Potenziale
- Herstellung einer Balance zwischen Stabilität und Flexibilität für Unternehmen und Belegschaften
- Stärkung des sozialen Zusammenhalts durch neue Modelle der Beteiligung und Mitbestimmung
- Verbesserung der Beschäftigungsfähigkeit durch altersgerechte Arbeitsplatzgestaltung
- Förderung der Vereinbarkeit von Arbeits- und Familienleben durch betriebliche und überbetriebliche flexibilitätsförderliche Modelle

- Gestaltung von innovationsförderlichen, unternehmensübergreifenden Schnittstellen entlang der Wertschöpfungskette
- Gleichzeitige Optimierung der Wirtschaftlichkeit der Unternehmen und der Realisierung von Bedürfnissen der Beschäftigten im Arbeitsprozess

Viele Arbeitsplätze der alten Industrien erforderten einen präzisen Takt, an den sich viele zu halten hatten. Mit der Digitalisierung kann viel von dieser Präzision an Maschinen abgegeben werden und es werden neue, flexible Formen der Zusammenarbeit von Menschen, Maschinen und Organisationen möglich. Die Tätigkeiten der Menschen werden anspruchsvoller, dafür aber auch interessanter. Sie werden der Gesundheit förderlicher sein und sich gut bezahlt machen.

Produktbetreuung für die Schienenverkehrsinfrastruktur. Dafür stehen Spezialisten auf der ganzen Welt in Rufbereitschaft rund um die Uhr zur Verfügung.



## 6.8 Gesundheit durch Prävention fördern

---

Die betriebliche Prävention hat das Ziel, Gesundheit als Ressource in der Arbeitswelt aufzubauen und möglichst lange zu erhalten, um die Arbeits- und Innovationsfähigkeit von Beschäftigten und Unternehmen zu stärken. Prävention und betriebliche Gesundheitsförderung bilden organisationale Ressourcen, die die Basis für die Arbeits- und Innovationsfähigkeit sind. Soziale Integration braucht dauerhafte Interaktion und Vertrauen, das bei häufiger Veränderung leicht verloren gehen kann. Individuell und im Team altersgerecht in flexiblen Arbeitsstrukturen zu arbeiten, erfordert innovative Arbeitsformen, gerade in neuen Technologiefeldern und -branchen. Hier sind Gestaltungspotenziale und Präventionsbedarfe zu ermitteln. Digitale Realität und reale Welt sind individuell, betrieblich und gesamtgesellschaftlich enger aufeinander abzustimmen. Dabei kommt es zukünftig vor allem darauf an, die Schnittstellen zwischen digitaler und realer Welt

zu präzisieren und bewusst zu gestalten, um daraus Konzepte der präventiven Arbeitsgestaltung abzuleiten. Auch unter dem Aspekt der demografischen Entwicklung sind Konzepte z. B. aus den Ansätzen zur Balancearbeit oder Resilienzentwicklung abzuleiten, die Beschäftigungsfähigkeit, gesundheitliche Prävention und Arbeitsschutz miteinander verbinden.

Organisationen des Arbeitslebens sind mehr denn je auf gute Zusammenarbeit angewiesen. Das betrifft Kernaufgaben in der Entwicklung, in der Produktion und bei Dienstleistungen, aber auch all diejenigen Prozesse, die erforderlich sind, um diese Aufgaben effektiv unterstützen zu können, also vor allem Aufgaben der Personalentwicklung und des Arbeits- und Gesundheitsschutzes. Hier gibt es aber bei Kooperationspartnern ganz erhebliche Unterschiede, nicht nur bei internationalen, sondern auch bei nationalen Kooperationen. Mithin müssen Ethik und Wertemanagement nicht nur in Organisationen, sondern auch zwischen Kooperationspartnern zum Thema gemacht werden.

Individuell gestaltete Fitnessprogramme erhalten Gesundheit und Leistungsfähigkeit.







Der »Virtual Sky« sorgt im Auditorium des »Zentrums für Virtuelles Engineering ZVE« für natürliches Tageslicht und fördert so eine angenehme und produktive Arbeitsumgebung.

Zum Erhalt der Arbeitsfähigkeit von Beschäftigten werden im Kontext des demografischen und technischen Wandels Maßnahmen zur Gestaltung eines gesunden Arbeitsraums zunehmend wichtig (z. B. Visualisierungsqualität, kreativitätsförderliches Ambiente). Relevante Möglichkeiten werden durch neuartige Kollaborationsformen und -medien aufgezeigt, die eine Zusammenarbeit auch losgelöst von zeitlicher und räumlicher Nähe ermöglichen und für die Arbeitsgestaltung zu erkunden sind.

Der Fachkräftemangel und zunehmend alternde und heterogene Belegschaften machen die fähigkeitsgerechte und individuelle Gestaltung von Arbeitsplätzen notwendig. Denn trotz aller Automatisierungsbemühungen steht das Personal als entscheidender Produktionsfaktor im Mittelpunkt aller Maßnahmen, die auf die Steigerung von Leistung und Qualität ausgerichtet sind. Mit zunehmender Komplexität der Arbeitsaufgaben werden die Anforderungen an die Mitarbeiter wachsen, die Arbeitsplätze müssen dem in ihrer Ausgestaltung entsprechen. Neue Technologien für Interaktionen werden erforderlich sein: für sichere und intelligente Kooperationsmechanismen zwischen Menschen,

Maschinen und Systemen, für körperliche Entlastung, für Assistenz und Training und für mehr Mobilität sowie für sichere Navigation im Arbeitsumfeld. Eine frühzeitige Einbindung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in Planungsprozesse und Softwareentwicklung ist hierfür ein grundlegender Erfolgsfaktor. Zusätzlich zur Praxis ist die Integration der arbeitspsychologischen, medizinischen wie auch soziologischen Erkenntnisse erforderlich. Mit dem Gesamtkonzept ist sicherzustellen, dass neue Techniken den Ansprüchen der Anwender auf Gesundheit gerecht werden.



Montageroboter übernehmen den kräftezehrenden Teil der Arbeit.

**Gefördert werden die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte betrieblichen Arbeitens, die folgende Ziele systematisch und ganzheitlich verfolgen:**

- Verbesserung der Arbeitsfähigkeit und Erhalt der Gesundheit von Beschäftigten durch Verminderung von Risiken und breiter Nutzung neuer Arbeits- und Organisationsformen sowie Rekrutierungsstrategien
- Sicherung der Beschäftigungsfähigkeit durch neue Modelle der Selbstorganisation der Arbeit und gesundheitsförderliche Gestaltung kollaborativer Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Minimierung von Gefährdungen in modernen Arbeitsprozessen durch Prävention, Arbeitsschutz, neue Organisations- und Arbeitsmodelle sowie Kompetenzentwicklung der Beschäftigten (besonders Resilienzen)
- Stärkung der Innovationsfähigkeit durch Verfahren zur Vermeidung von negativen Beanspruchungen mit verhältnis- und verhaltensorientierten Interventionen
- Erhalt der Kreativitäts- und Innovationsfähigkeit spezieller Beschäftigtengruppen mit hohen Belastungen und begrenzter Tätigkeitsdauer durch Arbeitsorganisation und Arbeitsplatzgestaltung
- Verbreitung praktikabler Konzepte für den Mittelstand, die die Entgrenzung von Arbeit im Sinn einer

gesunden Arbeit in der Work-Life-Balance ermöglichen

- Motivations-, gesundheits- und lernförderliche Gestaltung des Arbeitsraums bei digitalisierten und mobilen Arbeitstätigkeiten zur Verbindung von technischem und sozialem Fortschritt
- Verbesserung internationaler Kooperationen und globaler Geschäftsprozesse durch gemeinsame Leitlinien des Arbeits- und Gesundheitsschutzes
- Fachkräftesicherung durch fähkeitsgerechte und altersgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen

Mit Maßnahmen der Prävention wird das physische, psychische und soziale Wohlbefinden gefördert. Die Arbeit von morgen schafft und sichert damit personelle und organisationale Ressourcen. Sie lohnt sich für die Beschäftigten und die Betriebe.

Prävention liefert einen Beitrag zur Sicherung des Wirtschaftsstandorts Deutschland. Durch entsprechende Kompetenzen und eine gesundheitsgerechte Gestaltung der Arbeit gelingt die Work-Life-Balance für eine lange Arbeitsfähigkeit. Organisationale Ressourcen schaffen den Rahmen für Konzepte der humanen und wirtschaftlichen Gestaltung von Arbeit.

## 6.9 Zukunft der Arbeit durch Nachhaltigkeit sichern – ökonomisch, ökologisch, sozial

Der Klimawandel stellt neue soziale und ökologische Herausforderungen an die Arbeitsgesellschaft. Diese bestehen vor allem in der umweltorientierten Modernisierung von Branchen, die für die Industriegesellschaft einmal prägend gewesen sind. Diese umweltorientierten Modernisierungs- und Innovationsprozesse erfordern – wie die Arbeitsgesellschaft insgesamt – ökonomisch tragfähige sowie sozial nachhaltige Arbeits- und Organisationsstrukturen. Forschungsbedarf besteht in der Frage, wie Erwerbsarbeit im Übergang zu einer nachhaltigen, klimaverträglichen und sozial gerechten Gesellschaft gestaltet werden kann. Zu

Raum für Technologie und Techniker: Die geräumige und ergonomisch aufgebaute Gondel der 6-Megawatt-Windenergieanlagen bietet verbesserte Arbeitsbedingungen und leichten Zutritt zu sämtlichen Komponenten.



Im Rahmen eines Forschungsprojekts bringen Forscher von Siemens Windturbinen bei, ihren Betrieb automatisch und möglichst optimal an die Wetterverhältnisse anzupassen. Die Anlage lernt, wie ein junger Segler, aus vorhandenen Daten selbstständig die Einstellgrößen zu optimieren.

untersuchen ist hierbei vor allem, welche Arbeits- und Organisationskonzepte und beruflichen Kompetenzprofile diesen Übergangsprozess unterstützen.

Zu den maßgeblichen Trends wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklung gehören in jüngerer Zeit verstärkte Ansätze zu qualitativem Wachstum, das auf die Verbesserung der Lebensqualität, Schonung der Umwelt und angemessene Einkommen zielt. Es ist charakterisiert durch eine Steigerung der Wertschöpfung im produzierenden Gewerbe mittels Qualitätsverbesserungen bei nachhaltiger Ressourcennutzung sowie durch eine steigende Nachfrage nach vielfältigen, oft qualitativ hochwertigen Dienstleistungen. Der Trend zu qualitativem Wachstum verbindet sich mit anderen seit längerem feststellbaren Entwicklungstrends und modifiziert sie zum Teil. Das gilt für den Trend zur Abkehr von industrieller Massenproduktion hin zu kundenspezifischer und individualisierter Produktion ebenso wie für den damit verbundenen Trend zu mehr forschungsintensiven Gütern und wissensintensiven Leistungen. Der Trend zu qualitativem Wachstum ist auch geeignet, den bisherigen Trend immer größerer Inanspruchnahme von Energie- und Materiemengen umzukehren und durch „Klasse statt Masse“ nachhaltig zu gestalten.

**Gefördert werden die Entwicklung und Umsetzung neuer Konzepte betrieblichen Arbeitens, die folgende Ziele systematisch und ganzheitlich verfolgen:**

- Nachhaltige klima- und sozialverträgliche Gestaltung der Arbeit durch neue Organisationsentwicklung und Kompetenzförderung
- Ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit mit neuen Instrumenten zur Kooperation in Wertschöpfungsketten, inklusive Bewertungskriterien von Kunden
- Aufbau von Kompetenz und stabilen Arbeitsprozessen für ein nachhaltiges Urban Manufacturing und Services vs. Globalisierung und Produktionszentralisierung
- Stärkung des qualitativen Wachstums durch Leitlinien für neue technische Entwicklungen
- Weiterentwicklung der sozialen Sicherungssysteme so, dass sie veränderten gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technischen Entwicklungen Rechnung tragen (z. B. crowdworking)

- Gestaltung ressourcenschonender neuer Arbeitsformen für die Delokalisierung von Arbeit
- Unterstützung gesunder Varianten entgrenzter Arbeits- und Lebensformen durch nachhaltige Arbeitsprozessgestaltung und Koordination in Kommunen und ländlichen Räumen

In einem begrenzten System wie unserer Erde ist kein beliebiges Wachstum möglich. Mit den verfügbaren Ressourcen ist daher verantwortlich umzugehen. Die Digitalisierung bietet, zusammen mit anderen technischen und organisatorischen Modernisierungen, die Chance, die Industriesysteme zukunftsfähig zu gestalten, mit intelligenten Produkten und Dienstleistungen, die sich durch Klasse statt Masse auszeichnen. Dann ist der Erwerb von Wohlstand mit nachhaltiger, ökologischer und gut bezahlter Arbeit möglich.

Das Homeoffice bietet Arbeitnehmern Flexibilität in Zeit und Raum.



## Arbeitsplätze und Digitalisierung

Technischer Fortschritt bewirkt Veränderung – wirtschaftlich, sozial und kulturell. Das trifft auch auf die Digitalisierung der Arbeitswelt zu, sie schafft Gewinner und Verlierer: Viele Arbeitsplätze werden vernichtet, viele neue werden entstehen. Die Bilanz, die Gesamtsumme der neuen Arbeitsplätze und die Qualität können wir aber mitgestalten, wenn wir heute die richtigen Weichen bei Innovation, Forschung und Bildung stellen. Die Programmatik des BMBF zu Industrie 4.0 ist genau darauf ausgerichtet.

Mit dem Dachprogramm „Innovation für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ und dem vorliegenden Programm haben wir eine Grundlage geschaffen, die den Veränderungsprozess durch die Einführung von Industrie 4.0 begleitet und gestaltet. Denn hier brauchen wir eigene Daten und Prognosen, die sich auf unsere Wirtschaftsstruktur, unseren Arbeitsmarkt sowie auf die vorhandenen Kompetenzen der Beschäftigten in Deutschland und auf unser Bildungssystem beziehen.

Zudem kommt es darauf an, betriebs- und branchenübergreifend grundlegende Veränderungen der Qualifizierungsbedarfe zu erkennen und zu

berücksichtigen. Deshalb finanziert das BMBF aktuell eine Studie („Polarisierung von Tätigkeiten in der Wirtschaft 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Fachkräftebedarf in der digitalisierten Arbeitswelt von morgen“) beim Bundesinstitut für Berufliche Bildung (BIBB), die untersucht, wie sich die Digitalisierung auf die Arbeit der Menschen auswirkt.

Untersucht wird dabei insbesondere, welche spezifischen Tätigkeiten in welchem Ausmaß schon jetzt ersetzt werden bzw. Ersetzungspotenzial haben, welche neuen Arbeitsmittel eingesetzt werden und welche Auswirkungen die sich verändernden Arbeitsmittel auf den Arbeitskräftebedarf in Deutschland haben.

Studien wie die von Frey und Osborne („The Future of Employment“, 2013) zur Abschätzung der Entwicklung für die USA sind dabei nicht auf die Arbeits- und Ausbildungssituation in Deutschland übertragbar.

Die Ergebnisse der jetzt gestarteten Untersuchung sollen insbesondere dazu beitragen, die Tätigkeitsprofile und den Qualifizierungsbedarf in der Wirtschafts- und Arbeitswelt von morgen zu ermitteln.

In der Kfz-Werkstatt werden dem Mechaniker mit Augmented-Reality-Applikationen auf einem Tablet-Computer die Lage auch versteckter Bauteile visualisiert oder hinter dem Armaturenbrett verborgene Verkabelungen gezeigt.



## 7. Vernetzung mit anderen Programmen

Zwischen dem Programm „Zukunft der Arbeit“ und einer Reihe von Initiativen sowie Forschungsprogrammen der Bundesregierung gibt es Vernetzungen, die Synergieeffekte erwarten lassen. Nachfolgend werden dafür Beispiele aufgeführt und wichtige Anknüpfungspunkte dargestellt.

### 7.1 Rahmenprogramm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“

„Zukunft der Arbeit“ ist das Programm der Forschung für Arbeit im Rahmen des Förderprogramms „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“, das im September 2014 vorgestellt wurde. Dieses hat eine Laufzeit von sieben Jahren (2014 – 2020); das Förderbudget beläuft sich auf ca. 1 Mrd. Euro. Das Dachprogramm ist ein wichtiger Baustein der neuen Hightech-Strategie der Bundesregierung und unterstützt anwendbare Lösungen, um Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Deutschland zu erhalten und auszubauen, Arbeit wirtschaftlich und sozialverträglich zu gestalten sowie Produktions- und Dienstleistungsprozesse effizient und umweltgerecht weiterzuentwickeln.

Die Umsetzung der Programme zur Dienstleistungs- und Arbeitsforschung erfolgt in enger Abstimmung mit den Sozialpartnern. Dazu wurden vom BMBF Beraterkreise der Sozialpartner eingerichtet, die regelmäßig tagen. „Zukunft der Arbeit“ ist als eigenes strategisches Programm konzipiert, das durch den Europäischen Sozialfonds kofinanziert wird (siehe auch Abschnitt EU).

### 7.2 Neue Hightech-Strategie der Bundesregierung

Ausgangspunkt der neuen Hightech-Strategie ([www.hightech-strategie.de](http://www.hightech-strategie.de)) sind die Fragen nach den Quellen des zukünftigen Wohlstands und der Lebensqualität. Die Bundesregierung adressiert mit der Strategie innovative Lösungen, die durch eine hohe wissenschaftlich-technische Dynamik geprägt werden und mit denen Deutschland im internationalen Wettbewerb Innovationsvorsprünge realisieren kann.

Im Fokus stehen sechs als prioritäre Zukunftsaufgaben eingestufte Bereiche:

- Digitale Wirtschaft und Gesellschaft
- Nachhaltiges Wirtschaften und Energie
- Innovative Arbeitswelt
- Gesundes Leben
- Intelligente Mobilität
- Zivile Sicherheit

Zur Zukunftsaufgabe „Innovative Arbeitswelt“ wurde ein Fachforum eingerichtet mit dem Ziel, Beschäftigte, Unternehmen und Gestalter der Rahmenbedingungen bei den Herausforderungen des Wandels in der Arbeitswelt zu beraten und Lösungsvorschläge zu unterbreiten.

Die Hightech-Strategie der Bundesregierung setzt auf eine innovative Arbeitswelt mit „guter Arbeit“. Darunter werden gesunde und sichere Arbeitsbedingungen verstanden, welche die Fähigkeiten der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zur Entfaltung bringen, sowie eine faire Entlohnung, die erbrachte Leistungen angemessen anerkennt.

Wesentliche Schwerpunkte sind die Arbeit in der digitalisierten Welt sowie Kompetenzaufbau. In der Arbeitswelt der Zukunft müssen die Arbeitssysteme und Kompetenzen an die neuen technologischen Erfordernisse und die Bedürfnisse der sich in Zeiten des demografischen Wandels verändernden Belegschaft angepasst werden. Die vernetzte Tätigkeit mit digitalen Arbeitsmitteln und Arbeitsinhalten macht schon heute den überwiegenden Teil der Arbeit aus. Der Qualifizierung von Beschäftigten für die sich dynamisch verändernden Anforderungen kommt eine immer größere Bedeutung zu. Ganzheitliche Konzepte der Arbeits- und Organisationsgestaltung sowie fortschrittliche Konzepte der Personal- und Kompetenzentwicklung müssen entwickelt und auch in der betrieblichen Praxis

erprobt werden. Dabei dürfen nicht allein die Möglichkeiten der Technik den Entwicklungstakt vorgeben. Arbeitszeitregelungen, Arbeitsschutz- oder Gesundheitsschutznormen müssen weiterentwickelt werden, um z. B. bestehende Schutzniveaus zu sichern.

Das Programm „Zukunft der Arbeit“ greift mit einem ganzheitlichen Ansatz diese zentralen Herausforderungen auf.

### 7.3 Plattform „Industrie 4.0“

---

Der digitale Wandel bietet große Chancen, Wohlstand und Lebensqualität zu steigern und Deutschlands Zukunftsfähigkeit zu sichern.

Die Förderung von Wachstum und Beschäftigung ist ein Kernziel der Digitalpolitik. Digitale Wertschöpfung und Vernetzung schaffen Wachstum und geben Impulse für gutes Arbeiten in der digitalen Welt. Es bestehen daher hervorragende Chancen, die mit Industrie 4.0 bezeichnete intelligente und maßgeschneiderte Produktion und Logistik fortzuentwickeln, sie um intelligente Dienste zu erweitern und somit für dauerhaftes Wachstum und anhaltend hohe Beschäftigung zu sorgen.

Die Arbeitsgruppe „Arbeit, Aus-/Weiterbildung“ der IT-Gipfel-Plattform „Industrie 4.0“ mit Beteiligung von Unternehmen, Verbänden und Gewerkschaften hat das Ziel, die Anforderungen der Industrie 4.0 bzgl. Arbeit, Aus- und Weiterbildung zu identifizieren und Lösungswege aufzuzeigen.

### 7.4 Plattform „Digitale Arbeitswelt“

---

Die Digitalisierung führt zu einem Umbruch, der alle entscheidenden Unternehmens-Dimensionen und damit insbesondere die Arbeit grundlegend verändern wird. Diese Plattform soll deshalb im Rahmen des IT-Gipfel-Prozesses die Bedarfe und Optionen der Gestaltung der digitalen Arbeitswelt von morgen analysieren. Es geht dabei nicht nur um ein Arbeiten in den neuen Produktionswelten der Industrie 4.0. Es geht auch darum, auf Basis des Leitbilds „Gute Arbeit“ vorausschauend die sozialen Bedingungen

und Spielregeln der künftigen Arbeitsgesellschaft zu thematisieren und mitzugestalten. Deshalb hat das Bundesministerium für Arbeit und Soziales den Dialogprozess „Arbeiten 4.0“ gestartet, der eine breite Diskussion anstrebt. Hierfür werden auch bestehende Formate wie die „Partnerschaft für Fachkräfte“ und die Initiative „Neue Qualität der Arbeit“ genutzt.

Die bis dahin erarbeiteten Ergebnisse der BMBF-Forschungsförderung werden im Rahmen des Programms „Zukunft der Arbeit“ in den Dialogprozess Arbeiten 4.0 einfließen. Die Erkenntnisse des Weißbuchs liefern wiederum Impulse für die weitere Ausgestaltung der BMBF-Projektförderung und deren Ergebnisumsetzung.

### 7.5 Plattform „Digitalisierung in Bildung und Wissenschaft“

---

Bildung, Wissenschaft und Forschung werden in besonderem Maße von der digitalen Transformation beeinflusst. Gleichzeitig geben sie selbst wichtige Impulse für gesellschaftliche Entwicklungen. Den digitalen Wandel aktiv zu gestalten und seine Chancen für unsere Gesellschaft strategisch zu nutzen, ist das Ziel

Die neuen Techniken können schwere Arbeit leicht machen: Die ExoHand von Festo ist ein an die menschliche Hand individuell angepasstes Exoskelett, mit dem Finger aktiv bewegt, die Kraft in den Fingern verstärkt und Bewegungen der Hand aufgenommen sowie in Echtzeit auf Roboterhände übertragen werden können.



der IT-Gipfel-Plattform „Digitalisierung in Bildung und Wissenschaft“. Die Themen der Plattform reichen von Veränderungen im Aus- und Weiterbildungssystem bis hin zu offenen Fragen im Umgang mit stark wachsenden Forschungsdaten. Damit sollen die zentralen Herausforderungen des digitalen Wandels in Bildung, Wissenschaft und Forschung in vier Arbeitsgruppen angegangen werden.

Gemeinsam mit dem Bundesinstitut für Bildung (BIBB) wird deshalb das BMBF die Initiative „Berufsbildung 4.0“ starten mit dem Ziel, die Attraktivität der beruflichen Bildung zu steigern. Berufsbildung 4.0 zielt darauf, in einem breiten und systematischen Ansatz frühzeitig auf erwartete Auswirkungen der Digitalisierung auf die Qualifizierung zu reagieren.

Diese Initiative bietet eine gute Schnittstelle für die Umsetzung des Programms „Zukunft der Arbeit“. Gemeinsamkeiten sind hier Zukunftsmodelle für Kompetenzentwicklung, die eine aktive Mitgestaltung von gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Verände-

rungsprozessen ermöglichen. Dabei stehen u.a. im Blickpunkt die Aktivierung bisher nicht Erwerbstätiger sowie die Reduzierung eines branchen-, regional- und qualifikationsdifferenzierten Fachkräftemangels.

## 7.6 Demografiestrategie der Bundesregierung

Die Bundesregierung hat 2013 eine ressortübergreifende Demografiestrategie vorgelegt, in der Handlungsfelder mit konkreten Zielsetzungen und Lösungsansätzen aufgezeigt werden. Ein zentrales Anliegen der Forschungsagenda „Das Alter hat Zukunft“ ist, jedem eine Chance für eine aktive Teilhabe am gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Leben zu geben. Insbesondere betrifft das auch Ältere, deren Wissen und Erfahrungen zur Gestaltung einer zukunftsorientierten Lebens- und Arbeitswelt unerlässlich sind. Wichtige Voraussetzung eines selbstbestimmten und aktiven Lebens im Alter ist gesundheitsförderliche Arbeit.

Senior beim Rehasport.





## 7.7 Rahmenprogramm Gesundheitsforschung

---

Der Schwerpunkt des 2010 von der Bundesregierung verabschiedeten „Rahmenprogramms Gesundheitsforschung“ liegt auf der Erforschung sogenannter Volkskrankheiten.

Die Vermeidung von Volkskrankheiten und Krankheiten überhaupt ist dabei als große Chance identifiziert worden, weshalb der allgemeinen Prävention eine hohe Priorität zukommt.

An die Demografiestrategie und das Rahmenprogramm Gesundheitsforschung knüpft das Programm „Zukunft der Arbeit“ mit dem Schwerpunkt „Gesundheit und Prävention“ an. In der Arbeitswelt ist Gesundheit als Ressource zu verstehen, die es zu erhalten und auszubauen gilt, wozu aus dem Programm ZdA entsprechende Maßnahmen gestartet werden.

## 7.8 Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklung (FONA<sup>3</sup>)“

---

Mit dem BMBF-Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklung (FONA<sup>3</sup>)“ setzt das BMBF die nationale Nachhaltigkeitsstrategie und die Weiterentwicklung der Hightech-Strategie in den Bereichen Nachhaltiges Wirtschaften und Energie um. Energieeffizienzmaßnahmen und der Aufbau einer grünen Infrastruktur wirken sich positiv auf den Arbeitsmarkt aus.

Mit FONA<sup>3</sup> werden wichtige wissenschaftliche und technische Erkenntnisse für die Realisierung des Programms ZdA geschaffen, insbesondere für die Gestaltung der Arbeit in der Produktion der Zukunft mit neuen ressourcen- und umweltschonenden Arbeitsprozessen sowie für Dienstleistungsarbeit, die den Anforderungen an eine nachhaltige Ressourcennutzung gerecht werden.

Erneuerbare Energien bringen neue, klimafreundliche Arbeitsplätze.



## 8. Europäisierung und internationale Zusammenarbeit

### 8.1 Europäische Forschung – Europäische Wertschöpfung

Eine erfolgreiche Produktion von Sachgütern und Dienstleistungen im Sinne hybrider Wertschöpfung muss in einer Welt mit globalen Märkten umfassend verstanden werden. Die europäische Perspektive ist aus zwei Gründen wichtig: Erstens ist der europäische Binnenmarkt ein großer Absatzmarkt für Produkte, Maschinen, Produktionsanlagen und Dienstleistungen, in dem ein sehr großer Teil des weltweiten grenzüberschreitenden Handels vollzogen wird. Zweitens sind die europäischen Volkswirtschaften eng verbunden, so dass Erfolg und Misserfolg in einer der europäischen Volkswirtschaften zu einem gewissen Grad auf die anderen durchschlägt.

Eine vernetzte Produktion von Sachgütern und Dienstleistungen und die Betrachtung der entsprechenden Arbeitsprozesse ist damit nicht nur innerhalb Deutschlands, sondern zunächst innerhalb Europas und dann global sinnvoll. Nur so können die europäischen Firmen – und damit die deutschen Zugpferde – sich auf globalen Märkten behaupten. Innerhalb Europas muss Deutschland seine Vorreiterrolle hybrider Wertschöpfung weiter ausbauen.

Im Bereich der europäischen Gemeinschaftsforschung sind an erster Stelle das auslaufende 7. Forschungsrahmenprogramm (2006-2013) und das daran anschließende neue Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „HORIZON 2020“ von besonderem Interesse.

In Zukunft ist HORIZON 2020 ein wesentliches Instrument zur Umsetzung der Innovationsunion. Mit dieser Flaggschiff-Initiative der Europa-2020-Strategie soll Europas Wettbewerbsfähigkeit gestärkt werden. HORIZON 2020 wird drei Prioritäten umfassen:

1. Exzellente Wissenschaft
2. Industrielle Führungsrolle
3. Gesellschaftliche Herausforderungen

### 8.2 Europäischer Sozialfonds

Der Europäische Sozialfonds (ESF) ([www.esf.de](http://www.esf.de)) ist das wichtigste arbeitsmarktpolitische Instrument der Europäischen Union zur Förderung der Beschäftigung in Europa. Der Fonds wurde mit Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft 1957 ins Leben gerufen. Seit dieser Zeit verbessert er die Beschäftigungschancen, unterstützt die Menschen durch Ausbildung und Qualifizierung und trägt zum Abbau von Benachteiligungen auf dem Arbeitsmarkt bei. Die Europäische Union verfolgt mit dem ESF das Ziel, Menschen eine berufliche Perspektive zu geben. Im Fokus stehen (langzeit-)arbeitslose Menschen, (benachteiligte) junge Menschen, Migrantinnen und Migranten, aber auch Gründerinnen und Gründer sowie kleine und mittelständische Unternehmen. In der ESF-Förderperiode 2014 bis 2020 soll der ESF dazu beitragen, die Ziele der Europa-2020-Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum in der EU umzusetzen, damit mehr und bessere Arbeitsplätze entstehen und insbesondere benachteiligte Personengruppen in den Arbeitsmarkt integriert werden.

Das Programm „Zukunft der Arbeit“ wird über den Europäischen Sozialfonds kofinanziert. In Rahmen der Kofinanzierung in der ESF Förderperiode 2014 bis 2020 greift das Programm die Herausforderungen auf, die für Unternehmen und Menschen durch den Strukturwandel, Technisierung und zunehmende Globalisierung in der Arbeitswelt entstehen. Der Fokus liegt auf Entwicklung und Erprobung von Konzepten und Modellen in enger Kooperation von Forschung, Wirtschaft und Sozialpartnern. Die Themenbereiche umfassen u.a. die Erhöhung der Innovationsfähigkeit durch Maßnahmen der Personal-, Organisations- und Kompetenzentwicklung, arbeitsplatzintegrierte Weiterbildung und Wissenstransfer im demografischen Wandel, gesundheitliche Prävention sowie lebensphasenorientierte berufliche Entwicklung und Work-Life-Balance.

### 8.3 Produktion und Dienstleistung international

---

International erfolgreich zu sein ist eine ständige Herausforderung. Neue oder expandierende Märkte finden sich für viele Unternehmen außerhalb Europas, häufig in den sogenannten Schwellenländern. Sich hier zu behaupten ist sehr häufig nur möglich, wenn mit Partnern Kooperationen eingegangen oder internationale Wertschöpfungsnetzwerke genutzt werden, um die Marktsphäre zu behaupten oder auszudehnen. Kooperationen mit den Schwellenländern, die eine starke wirtschaftliche Entwicklung erleben, wie etwa den BRICS-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika), können Treiber für Wirtschaftswachs-

tum auch in Deutschland sein. Innovationen können sich aus einer bilateralen Zusammenarbeit ergeben. Für internationale Forschungsk Kooperationen gilt, dass neben dem Schutz des geistigen Eigentums, der für eine Kooperation unerlässlich ist, politische und wirtschaftliche Stabilität erforderlich sind, um eine solche Kooperation erfolgreich für beide Seiten durchführen zu können.

Fertigung von Magnetresonanztomografen in Shenzhen, China.



## 9. Förderpolitische Maßnahmen

### 9.1 Grundlagen- und Verbundforschung

Mit dem vorliegenden Programm „Zukunft der Arbeit“ werden die künftigen forschungspolitischen Maßnahmen des BMBF für die Arbeitsforschung in Deutschland vorbereitet und bedarfsorientiert gestaltet.

Sie sollen helfen, die Produktion von Sachgütern und Dienstleistungen und die damit verbundenen Leistungsprozesse der deutschen Wirtschaft zu stärken und die Arbeitsbedingungen der Beschäftigten zu verbessern. Ziel ist der Ausbau der Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit des Innovations- und Beschäftigungsstandortes Deutschland.

Grundlage der Förderung der Arbeitsforschung im Programm „Zukunft der Arbeit“ im Rahmen der direkten Projektförderung ist der in den entsprechenden Kapiteln (Seite 16 bis 39) beschriebene thematische Handlungsrahmen. Es können folgende strategische Instrumente zum Einsatz kommen:

#### Verbundprojekte

Verbundprojekte sind vorwettbewerbliche, arbeitsteilige Kooperationen von mehreren unabhängigen Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft, die eigenständige Beiträge zur Lösung einer Forschungs- und Entwicklungsaufgabe erbringen. Unter einem gemeinsamen thematischen Dach arbeiten die beteiligten Partner kooperativ zusammen. Mit Verbundvorhaben wird sichergestellt, dass Unternehmen, Organisationen und Forschungseinrichtungen so zusammenarbeiten, dass die Ergebnisse einen hohen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Nutzen hervorbringen. Die Förderung von Verbundprojekten leistet einen signifikanten Beitrag zur Stärkung des Beschäftigungsstandortes Deutschland bei Erhalt der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Produktions- und Dienstleistungssektors. Gefördert werden vorrangig an der Innovations- und Wertschöpfungskette ausgerichtete Verbundprojekte, die endnutzer- oder unternehmensgeführt sind und alle notwendigen Forschungsdisziplinen einschließen. Weiterhin ist eine

modellhafte Realisierung der Lösungsansätze in einem der beteiligten Unternehmen in der Projektlaufzeit und nach Projektende sowie eine Übertragbarkeit und Verwertung in weite Teile der Unternehmenslandschaft in Deutschland vorzusehen.

Diese Forschungsvorhaben, an denen sich große, mittlere und kleine Unternehmen sowie Organisationen beteiligen, beziehen gezielt universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen beim gemeinsamen Erreichen eines Forschungszieles ein. Gerade die gemeinsame Forschung in Verbundprojekten ermöglicht kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) den unmittelbaren Kontakt zu exzellenten Forschungseinrichtungen. Darüber hinaus erhalten sie durch die Kooperation mit international agierenden Konzernen Zugang zu Schlüsselanwendern und Märkten. Je nach Zielsetzung der jeweiligen Fördermaßnahme können auch Einzelvorhaben und Studien gefördert werden. Jeweils in einem wettbewerbsorientierten Verfahren werden die besten Projektvorschläge ausgewählt. Die Laufzeit der geförderten Verbundvorhaben beträgt in der Regel drei Jahre.

#### KMU-Förderung

Die exzellenten Leistungen und Ergebnisse Deutschlands sowohl in der Grundlagen- als auch in der angewandten Forschung müssen konsequent in industrielle Anwendungen und Produkte umgesetzt werden. Eine besondere Stellung nehmen hierbei KMU ein, die als ein wichtiger Innovationsmotor eine entscheidende Schnittstelle für den Transfer von Forschungsergebnissen aus der Wissenschaft in die Wirtschaft darstellen. Daher sollen im Rahmen dieses Programms vorrangig KMU aus forschungsintensiven, technologieorientierten Wirtschaftszweigen in die öffentliche Förderung von Innovationen einbezogen werden.

#### Transfer von Forschungsergebnissen

Zentrales Ziel der Projektförderung ist die direkte Nutzung der Ergebnisse durch die Verbundpartner sowie der Transfer von Technologien, Wissen und Erkenntnissen in die Praxis von Unternehmen und Organisationen außerhalb der Förderung. Transfer durch Verwertung von Forschungsergebnissen bedeutet, dass die im Rahmen eines geförderten Forschungsprojektes

erzielten Ergebnisse von den am Projekt beteiligten Partnern für eigene Innovationen, d. h. für eigene neue oder verbesserte Arbeitsprozesse oder Arbeitsgestaltungsmöglichkeiten genutzt werden.

Transfer durch Verbreitung von Forschungsergebnissen bedeutet, dass die im Rahmen des Forschungsprojektes erzielten Ergebnisse (bspw. Lösungsprinzipien, Erfahrungen etc.) Dritten zugänglich gemacht werden und diese die Ergebnisse zur Entwicklung neuer oder verbesserter Arbeitsprozesse oder Arbeitsgestaltungsmöglichkeiten nutzen können.

Instrumente zur Unterstützung von Fördermaßnahmen und des Ergebnistransfers sind:

- Transferplattformen
- Industriearbeitskreise
- Förderschwerpunktbegleitende Begleitforschungsvorhaben
- Förderschwerpunktbezogene Fokusgruppen
- Fachtagungen

Fokusgruppen, Industriearbeitskreise oder Thementage bündeln thematisch nahestehende Verbund- und Einzelvorhaben. Mit den Instrumenten sollen vor allem der Erfahrungsaustausch zwischen den Vorhaben gefördert, der Ergebnistransfer in die Fachöffentlichkeit und die Unternehmen und zu den Beschäftigten beschleunigt und darüber hinaus projektübergreifend vergleichbare Erkenntnisse erarbeitet werden. Transferplattformen und Begleitforschung tragen zur Fortentwicklung und Verstetigung der Arbeit in den Förderschwerpunkten bei und analysieren aus einer konzeptionell-empirischen Perspektive die themenbezogene Forschungslandschaft.

Insgesamt leisten die Steuerungsinstrumente einen wichtigen Beitrag zur Sichtbarkeit und Wirksamkeit der Ergebnisse der Forschungspolitik des BMBF. Gleichzeitig gelingt ein zielgruppenorientiertes Bündeln von Projekten. Außerdem ist es wichtig, Ergebnisse rasch in die wirtschaftliche Verbreitung und mittel- bis langfristig in die wirtschaftliche Verwertung zu bringen. Auch dazu können die beschriebenen Instrumente einen Beitrag leisten, indem Ergebnisse so aufbereitet werden, dass sie von einem breiten Kreis von Anwendern direkt bzw. langfristig genutzt werden können.

## 9.2 Lernendes Programm und Evaluation

---

Umfeld und Randbedingungen von Unternehmen und Beschäftigten sind am Standort Deutschland einem permanenten Wandel unterworfen. Das Programm berücksichtigt diese Dynamik durch eine offene, lern- und wandlungsfähige Programmsteuerung. Mit dem vorliegenden Programm wurde ein neuer, langfristiger und zukunftsweisender Handlungsrahmen definiert, der im Bedarfsfall durch zusätzliche Untersuchungen oder Diskurse aktualisiert werden kann. Dieser soll allen Beteiligten ein zeitnahes, abgestimmtes und angemessenes Reagieren auf die Herausforderungen der Gesellschaft, der Unternehmen und der Beschäftigten ermöglichen.

Aufgrund des bewusst offen gestalteten Handlungsrahmens können auch Innovationsfelder, die bedingt durch wissenschaftlich-technische, industriepolitische oder gesellschaftliche Entwicklungen erhöhte Priorität erhalten, im Verlauf des Programms verstärkt bearbeitet werden. Das Programm berücksichtigt die Evaluationsergebnisse zu den Vorgängermaßnahmen und integriert den aktuellen Stand der Forschung. Entsprechend der positiven Bewertung in den Evaluationen wird die Projektförderung auf Verbundprojekte ausgerichtet, in denen die anwendungsorientierte Grundlagenforschung und die industrielle Forschung im Fokus stehen. Das Auswahlverfahren der Projektideen über Bekanntmachungen und Ideenwettbewerbe unter Einbeziehung von unabhängigen Fachgutachtern nach einem gemäß der Kofinanzierung durch den Europäischen Sozialfonds (ESF) standardisierten Verfahren garantiert eine möglichst große Beteiligung und Mobilisierung der Zielgruppen und stellt sicher, dass die jeweils besten Projektskizzen ausgewählt und gefördert werden.

Das Programm versteht sich als lernendes Programm und wird nach den vorgegebenen Richtlinien begleitend evaluiert. Darüber hinaus werden alle Förderbekanntmachungen innerhalb des Programms begutachtet und ausgewählte vertieft evaluiert. Unabhängige Experten untersuchen während der Laufzeit die Wirksamkeit der Programmschwerpunkte und die entsprechenden Indikatoren für die Ex-post- und ESF-Evaluation. Sie schaffen so auch die erforderliche

Datengrundlage. Die Ergebnisse gehen in die thematische Weiterentwicklung des Programms ein.

Bei den geförderten Projekten werden in regelmäßigen Abständen Indikatoren erhoben, die als quantitative Grundlage für die Evaluation dienen. Hierzu gehören insbesondere die Anzahl der KMU, die Maßnahmen der individuellen und betrieblichen Partizipation an Arbeit gestartet haben, sowie die Anzahl der erreichten Institutionen, Schulen, Bildungsträger, Betriebe, Kammern etc. und der Anteil der beteiligten Akteure, die sich durch bindende Kooperationen vernetzt haben. In Ergänzung dazu ist vorgesehen, die Umsetzung des Forschungsprogramms mittels einer Ex-post-Evaluation zu analysieren. Im Rahmen einer Wirkungsanalyse werden die Programmziele sowie deren Zielerreichungsgrad bewertet und Handlungsempfehlungen für zukünftige Fördermaßnahmen ausgesprochen.

Mit der Evaluation soll festgestellt werden, wie die BMBF-Förderung der Arbeitsforschung auf den Entwicklungsstand der einzelnen Themengebiete wirkt und welche Bedeutung sie für die Zukunftsaufgaben sowie die übergeordneten Ziele der Weiterentwicklung der Hightech-Strategie in Deutschland hat. Mit der Evaluation soll insbesondere geprüft werden, ob und in welchem Ausmaß die ursprünglich angestrebten Ziele des Forschungsprogramms erreicht werden (Zielerreichungskontrolle) und ob die gesetzten Maßnahmen für die Zielerreichung ursächlich sind (Wirkungskontrolle). Die Evaluation soll effiziente Prozessstrukturen aufzeigen und gegebenenfalls Optimierungsbedarf für die Zukunft offenlegen.

### 9.3 Förderschwerpunkte/Förder-richtlinien

---

Förderrichtlinien informieren über die Förderschwerpunkte der jeweils aktuellen Innovationsfelder. Verbundprojekte werden in der Regel auf Basis einer Förderrichtlinie initiiert, die zu einem oder mehreren aktuellen Förderschwerpunkten ausgeschrieben wird. Das Programm wird im Wesentlichen durch öffentliche Bekanntmachungen („Förderrichtlinien“) umgesetzt, in denen für bestimmte Themenfelder zur Einreichung von Projektvorschlägen aufgerufen wird. In der Bekanntmachung werden der jeweilige Themenschwer-

punkt präzisiert und die Fördermodalitäten verbindlich festgelegt. Die Bekanntmachungen veröffentlicht das BMBF im Bundesanzeiger und verbreitet sie über seine Internetseiten. Unabhängige Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft unterstützen das BMBF bei der Begutachtung der eingereichten Projektvorschläge. Die Förderentscheidung trifft das BMBF.

Vorbehaltlich abweichender bzw. ergänzender Regelungen in den Förderrichtlinien gelten zur Bewertung der Projektvorschläge insbesondere die folgenden Kriterien:

- Volkswirtschaftlicher Bedarf und wirtschaftlich technische Bedeutung des Lösungsvorschlags
- Neuheit und Innovationshöhe der Projektidee
- Wissenschaftliche und technische Qualität der dargestellten FuE-Aufgaben
- Qualifikation der Partner
- Projektmanagement und Projektstruktur
- Wissenschaftlich-technisches Risiko und Verwertungspotenzial des Lösungsvorschlags
- Passfähigkeit zum zugrunde liegenden Programm

Die Projektvorschläge sollen ein anwendungsorientiertes Entwicklungsergebnis mit Aussicht auf eine spätere marktwirtschaftliche Umsetzung verfolgen, das möglichst die Trias der Nachhaltigkeit (Ökonomie, Ökologie, Soziales) berücksichtigt. Arbeiten, die der Vorbereitung von Normung und Standardisierung dienen, sind ausdrücklich erwünscht.

## 9.4 Laufzeit und finanzieller Rahmen

---

Das Programm „Zukunft der Arbeit“ als Teil des Rahmenprogramms „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ hat eine Laufzeit von sieben Jahren (2014 bis 2020).

## 9.5 Rechtsgrundlage

---

Dieses Programm als Teil des Rahmenprogramms „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ erfüllt die Voraussetzungen der Verordnung (EU) Nr. 651/2014 vom 17. Juni 2014 zur Feststellung der Vereinbarkeit bestimmter Gruppen von Beihilfen mit dem Binnenmarkt in Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union (SA.39507, Vorl. Nr. 43663).

<b>Glossar</b>	
<b>avatarbegleitete Software</b>	Software, die zur Kommunikation das emotional überzeugende, in ein Kunstwesen (Avatar) transformierte Bild eines Akteurs nutzt
<b>Benchmark</b>	Kennzahl der Leistung einer Maschine oder eines Prozesses
<b>Big Data</b>	Maschinelle Extraktion verwertbarer Zusammenhänge aus sehr großen Datenmengen
<b>Cloud Computing</b>	Rechnen mit verteilten, von einem Netzwerk gebündelten IT-Ressourcen
<b>Crowdsourcing</b>	Crowdsourcing, ein Kunstwort aus crowd und outsourcing, bündelt die Arbeit zahlreicher eigeninitiativ tätiger Freiwilliger oder Teilzeitarbeiter, z.B. bei der Softwarebewertung
<b>Cyber-Physical-Systems</b>	Von IT-Elementen koordinierter Verbund elektrischer/mechanischer Komponenten zu einem leistungsfähigen Ganzen
<b>Digitalisierung</b>	In der Signalverarbeitung Ersatz starrer Verschaltungen durch flexible Mathematik, möglich durch extrem leistungsfähige Mikrochips. Die Folge: eine beispiellose Automatisierung der Produktion und deren weltweite Vernetzung
<b>E-Health</b>	Unterstützung medizinischer Dienstleistungen durch Informatik und elektronische Kommunikation und Sensorik
<b>Foundries</b>	Unternehmen, die komplexe Halbleiter in Auftragsfertigung herstellen
<b>Home Office</b>	Heimischer Arbeitsplatz mit IT-Einrichtungen und Web-Anbindung, heute reicht oft ein Notebook
<b>Hybride Wertschöpfung</b>	Wertschöpfung, die eine spezielle Hardware und/oder Software und deren fachkundigen Einsatz umfasst
<b>Job enrichment</b>	Maßnahmen, die die Arbeitszufriedenheit stärken, etwa durch Weiterbildung und Kompetenzerweiterung



Glossar	
<b>Job rotation</b>	Regelmäßiger Wechsel des Arbeitsplatzes innerhalb eines Arbeitssystems, beugt u.a. Ermüdung durch Langeweile vor
<b>Just-in-Time</b>	In der Produktion die Anlieferung von Material in der Menge und Stückzahl, die gerade benötigt wird; eine aufwendige Lagerhaltung entfällt größtenteils
<b>Nachhaltigkeit</b>	Die Anwendung von Verfahren oder Nutzung von Ressourcen, bei denen diese ihre wesentlichen Eigenschaften, Stabilität und natürliche Regenerationsfähigkeit auf Dauer behalten und die Allgemeinheit und Umwelt keinen Schaden nehmen
<b>Open Innovation</b>	Innovation im Verbund mit anderen Anbietern, Zulieferern oder Kunden, im Idealfall zum Vorteil aller
<b>precision farming</b>	Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen mit GPS-gestützten Landmaschinensteuerungen, die zum Beispiel ein punktgenaues, automatisiertes Ausbringen von Dünger und Pflanzenschutzmitteln ermöglichen
<b>Prosument</b>	In die Produktion eingebundener Konsument
<b>Qualitatives Wachstum</b>	Im Gegensatz zu quantitativem Wachstum, welches auf eine mengenmäßige Zunahme zum Beispiel der Produktion zielt, beinhaltet das qualitative Wachstum auch inhaltliche Aspekte wie beispielsweise die Verbesserung der Lebensqualität von Menschen, Schonung der Umwelt oder gerechte Einkommensverteilung.
<b>Tertiarisierung</b>	Zunahme des Anteils von Dienstleistungsfunktionen in der Warenproduktion, auch verwendet für den Prozess der Umwandlung einer Industriegesellschaft in eine Dienstleistungsgesellschaft
<b>Virtuelles Engineering</b>	Digitale Simulationstechnik für die Produktentwicklung, Anlagenplanung oder die Evaluation von Dienstleistungen. In die Produktentwicklung fließen mittlerweile komplexe physikalische Zusammenhänge ein.
<b>Wertschöpfungsketten</b>	Aneinanderreihung der Stufen eines Produktions- oder Transformationsprozesses, die ein Produkt oder eine Dienstleistung vom Ausgangsmaterial bis zur endlichen Verwendung durchläuft
<b>Work-Life-Balance</b>	Abstimmung von Berufstätigkeit und außerberuflichen Aktivitäten wie z. B. dem Familienleben



# Impressum

## Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung;  
Innovationsförderung; Industrie 4.0  
53170 Bonn

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

## Bestellungen

schriftlich an Publikationsversand der Bundesregierung  
Postfach 48 10 09  
18132 Rostock  
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de  
Internet: bmbf.de  
oder per  
Tel.: 030 18 272 272 1  
Fax: 030 18 10 272 272 1

## Stand

Januar 2016 (Nachdruck Juni 2019)

## Druck

BMBF

## Redaktion

Dr. Mathias Schulenburg, Köln

## Gestaltung

Suzy Coppens, BergerhofStudios, Köln

## Bildnachweise

Adobe Stock/Archivist: S. 20 unten links  
BASF SE: S. 12, 13  
Bosch: S. 21, 22 unten, 30, 31, 43  
Adobe Stock, AlienCat: Titel  
Festo AG & Co. KG: S. 8, 26, 28, 45

## Fotolia

Markus Bormann: S. 36 unten rechts; Ccfranken: S. 10;  
contrastwerkstatt: S. 38; drubig-photo: S. 11; goodluz: S. 42;  
Industrieblick: S. 10, 17 oben links; Robert Kneschke: S. 46;  
Federico Rostagno: S. 47; .shock: S. 23; thomaslerchphoto: S. 22  
oben; Westend61: S. 17 oben rechts

## Fraunhofer

Fraunhofer IAO: Jörg Bakschas, Headroom Consult: S. 15 rechts, 39  
Fraunhofer IFF: S. 34 unten, 36 oben; Bernd Liebl: S. 34 oben, 35  
unten; Dirk Mahler: S. 24, 25, 29, 35 oben  
Fraunhofer IGD: S. 32 oben  
Fraunhofer IPK: Salome Zimmermann, S. 40  
Fraunhofer IPT: S. 33

Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG: S. 17 rechts  
gettyimages/ilbusca: S. 17 unten links, gettyimages/H. Armstrong  
Roberts: S. 32  
iStock, microolga: S. 20 unten rechts  
Matthias Jung: S. 16  
www.siemens.com/presse: S. 5, 9, 14, 18, 19, 20 oben, 37, 41, 49  
Strato AG: S. 32 unten rechts  
Thinkstock, monkeybusinessimages: S. 27  
Uhrenindustriemuseum e.V. Villingen-Schwenningen: S. 36,  
unten links

Das Programm „Zukunft der Arbeit“ wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds gefördert. Ziel der Europäischen Union ist es, dass alle Menschen eine berufliche Perspektive erhalten. Der Europäische Sozialfonds (ESF) verbessert die Beschäftigungschancen, unterstützt die Menschen durch Ausbildung und Qualifizierung und trägt zum Abbau von Benachteiligungen auf dem Arbeitsmarkt bei.

Mehr zum ESF unter: [esf.de](http://esf.de).

[bmbf.de](http://bmbf.de)



Europäische  
Union

*Zusammen. Zukunft. Gestalten.*



Europäischer Sozialfonds  
für Deutschland