



Innovationen für die  
Produktion, Dienstleistung  
und Arbeit von morgen





Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen



# Grußwort



Unsere Gesellschaft steht vor großen Herausforderungen. Globaler und demografischer Wandel sowie die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung haben Auswirkungen auf die Lebens- und Arbeitsbedingungen der Menschen. Technische und soziale Innovationen werden Produktion und Dienstleistungen weitreichend verändern.

Mit dem Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ wollen wir anwendbare Lösungen finden, um Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Deutschland zu erhalten und auszubauen, Arbeit wirtschaftlich und sozialverträglich zu gestalten sowie die Produktions- und Dienstleistungsprozesse effizient und umweltgerecht weiterzuentwickeln. Dabei haben wir in diesem Programm erstmals von Beginn an die Forschung für Arbeit, Produktion und Dienstleistung verzahnt, um den Wirkungsgrad entscheidend zu erhöhen. So können nachhaltige Prozessinnovationen entstehen, die Nutzern und Anbietern Möglichkeiten für integrierte Komplettlösungen eröffnen.

Das vorliegende Forschungsprogramm lädt Unternehmen und Forschungseinrichtungen ein, unsere Gesellschaft mit technischem und sozialem Fortschritt aktiv zu gestalten. Es leistet damit einen wichtigen Beitrag, um den Wirtschaftsstandort Deutschland im globalen Wettbewerb nachhaltig zu stärken.



**Prof. Dr. Johanna Wanka**  
Bundesministerin für Bildung und Forschung



# Inhalt

<b>Forschung für die Innovationen von morgen</b>	<b>2</b>
Hybride Wertschöpfung – Basis für Wohlstand	3
Prozessinnovationen für die Arbeit von morgen	4
<b>Forschung für die Produktion von morgen</b>	<b>5</b>
Produktion sichert den Standort	5
Produktionsforschung – neue Herausforderungen, neue Wege	8
Exkurs: Urban Manufacturing – Produzieren in der Stadt	14
Exkurs: Produktionstechnologie an der Grenze	16
Exkurs: Massenproduktion	19
<b>Forschung für Dienstleistung</b>	<b>20</b>
Exkurs: Big Data – Datenmassen als Geschäftsmodell	21
Innovationen mit Dienstleistungen für Zukunftsmärkte	22
Exkurs: Dienstleistung	26
Exkurs: Service-Engineering – Die Formalisierung von Dienstleistungen	29
Aufgaben und Herausforderungen	30
Exkurs: Roboter – Helfer und Kollege	34
Exkurs: Simulation – Virtualisierung von Produktion und Dienstleistung	39
<b>Integrierte Produktions- und Dienstleistungsinnovationen</b>	<b>40</b>
Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung in der Anwendung	41
Exkurs: Industrie 4.0	42
IT als Innovationsmotor für Produktion und Dienstleistung	43
<b>Arbeiten – Lernen – Kompetenzen entwickeln</b>	<b>44</b>
Arbeit im Zeichen des demografischen Wandels	45
Arbeitsgestaltung und Kompetenzentwicklung für Produktion und Dienstleistung	46
<b>Vernetzung mit anderen Programmen</b>	<b>47</b>
Demografiestrategie der Bundesregierung	47
Rahmenprogramm Gesundheitsforschung	47
Rahmenprogramm “Forschung für die Nachhaltigkeit (FONA)”	48
Energieforschungsprogramm der Bundesregierung	48
Die Qualifizierungsinitiative der Bundesregierung - Aufstieg durch Bildung	49
Regierungsprogramm Elektromobilität	49
<b>Europäisierung und internationale Zusammenarbeit</b>	<b>50</b>
Europäische Forschung – Europäische Wertschöpfung	50
Produktion und Dienstleistung international	51
Export von hybriden Produkten	51
<b>Förderpolitische Maßnahmen</b>	<b>52</b>
Grundlagen- und Verbundforschung	52
Pilotmaßnahmen	53
Förderschwerpunkte/Förderrichtlinien	54
Laufzeit und finanzieller Rahmen	54
Glossar	55

# Forschung für die Innovationen von morgen

**In allen hochentwickelten Industriestaaten wächst der Anteil des Dienstleistungssektors, auch in Deutschland. Es ist das produzierende Gewerbe mit einer starken industriellen Basis, die sich als besonders krisenresistent herausgestellt hat. Die ressourceneffiziente Modernisierung dieses Sektors, darunter die digitale Verfeinerung der Produktionstechnik, erscheint mithin als ein effektives Mittel, die Wertschöpfung im Land zu halten und technischen wie sozialen Fortschritt zu sichern – Dienstleistungen eingeschlossen.**

Die Förderung des industriellen Kerns bedeutet keineswegs, den Dienstleistungssektor zu ignorieren; neue, bessere Technologien lassen vielmehr auch neue Serviceformen in verschiedenen Qualifikationsstufen zu.

Obwohl wichtig und nützlich, erfahren insbesondere personenbezogene Dienstleistungen häufig wenig Wertschätzung, werden Professionalisierungsmöglichkeiten unzureichend genutzt und ist eine Ausweitung prekärer Beschäftigungsverhältnisse festzustellen. Bei diesen Arbeitsbedingungen leidet die eigentliche Dienstleistungs-Ressource: der Mensch mit seinen Fähigkeiten, technisch, sozial und organisatorisch Neues zu schaffen.

Unternehmen des produzierenden Gewerbes entwickeln sich immer mehr zu Anbietern kundenspezifischer Lösungen, die Sachgüter und Dienstleistungen intelligent verknüpfen. Gefragt sind dabei technologische und soziale Innovationen, die neue Dienstleistungen für neue Märkte hervorbringen und sich durch gesellschaftlichen Nutzen auszeichnen. Das macht den Standort Deutschland attraktiv und hilft, die großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen: im demografischen Wandel Chancen zu erkennen, den Umwelt- und Klimaschutz voranzutreiben und die soziale Integration zu fördern.

Mehr denn je kommt es darauf an, dass aus Neugier Ideen werden und aus guten Ideen zukunftsreiche Innovationen. Die Bundesregierung wird die Hightech-Strategie daher zu einer umfassenden ressortübergreifenden Innovationsstrategie für Deutschland weiterentwickeln. Übergreifendes Ziel der neuen Strategie ist es, Deutschlands Position im globalen Wettbewerb der Wissensgesellschaften weiter zu stärken, Ressourcen effektiver zu bündeln und neue Impulse für die

Innovationstätigkeit in Wirtschaft und Gesellschaft zu setzen.

Dabei sollen fünf Ansätze verfolgt werden: Die neue Strategie nimmt erstens die herausragenden Innovationstreiber unserer Zeit in den Blick: Digitale Wirtschaft und Gesellschaft, Nachhaltiges Wirtschaften/Energie, Innovative Arbeitswelt, Gesundes Leben, Intelligente Mobilität und Zivile Sicherheit. Sie schafft zweitens neue Instrumente für eine bessere regionale, nationale und internationale Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft, insbesondere Hochschulen und Forschungseinrichtungen sollen in ihrer Rolle als Innovationspole gestärkt werden. Die neue Strategie erhöht drittens die Innovationsdynamik in der deutschen Wirtschaft, insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen. Sie optimiert viertens die Rahmenbedingungen des deutschen Innovationssystems. Und sie bezieht fünftens erstmals die Gesellschaft als zentralen Akteur ein. Damit steht die neue Strategie für eine Innovationspolitik aus einem Guss, die ein optimales Umfeld dafür schafft, dass Ideen zu Innovationen reifen und in Wertschöpfung umgesetzt werden können.

Die Forschung muss dabei u. a. folgende Entwicklungen berücksichtigen:

- Die sektorale Unterscheidung zwischen Dienstleistungen und Produktion verliert zunehmend an Trennschärfe.
- Produzierende Unternehmen erbringen zunehmend produktbegleitende Dienstleistungen.
- Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels müssen personenbezogene Dienstleistungen weiterentwickelt werden.
- IuK-Technologien ermöglichen eine Neustrukturierung von Dienstleistungen bzw. ermöglichen neue Dienstleistungen, neue Geschäftsmodelle sowie neue Formen der Kundenintegration in den Wertschöpfungsprozess.

Für die Forschungsförderung, insbesondere für die stärkere Verzahnung der Forschung für Produktion und Dienstleistung, bedeutet dies:

- sie unterstützt die Entwicklung innovativer hybrider Geschäftsmodelle, die neue zukunftssichere Arbeitsplätze in Deutschland schaffen;
- sie fördert neue Lösungen der grünen Produktion und der Dienstleistungsentwicklung und unterstützt damit auch die Chancen für eine Ansiedlung von Produktionsstätten in urbanen Umgebungen sowie für nachhaltige Geschäftsmodelle;

- sie fördert die Gestaltung von Dienstleistungen und Sachgütern der Zukunft durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien, z. B. durch internetgestützte Dienstleistungen;
- sie unterstützt die Forschung zur Arbeitsgestaltung, um insbesondere die Herausforderungen, aber auch die Chancen, die sich aus dem demografischen Wandel ergeben, aktiv aufzugreifen;
- sie fördert die Kooperation von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in horizontalen und vertikalen Netzwerken, um die globale Wettbewerbsstellung der Unternehmen und ihre Innovationsfähigkeit zu stärken.

Mit diesen Zielen trägt die Forschungsförderung maßgeblich dazu bei, Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Deutschland zu erhalten und auszubauen, Arbeit wirtschaftlich und sozial nachhaltig zu gestalten sowie die Produktionsprozesse umweltgerecht weiterzuentwickeln.

## Hybride Wertschöpfung – Basis für Wohlstand

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.

Medizinische Großgeräte – Mittelpunkt diagnostischer Dienstleistungen.



Das erfordert neue Geschäftsmodelle, bei denen die Umsätze zunehmend durch den Verkauf produktbegleitender Dienstleistungen erwirtschaftet werden. Am Ende könnten sogar Modelle dominieren, bei denen nur noch die Funktion eines Produkts gekauft wird. Das Produkt bleibt Eigentum des Herstellers, der während der Nutzung den Service sicherstellt. Das kann für medizinisches Großgerät gelten, aber auch für Software.

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 Lebenswelten heranrücken. Das lässt ein Spannungsfeld zwischen dem Informationsbedarf der Unternehmen und dem Anspruch der Menschen auf Datenschutz entstehen. 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 gelten dabei andere Innovationsmuster als für Sachgüter. Bei Dienstleistungsinnovationen stehen Unternehmensprozesse, Strategien, 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 und zur Bildung von Wertschöpfungsketten.

## Prozessinnovationen für die Arbeit von morgen

Der kommende grundlegende Wandel von Wirtschaft und Arbeitswelt lässt kaum einen Sektor unberührt; er betrifft Produkte und Dienstleistungen ebenso wie Produktions- und Arbeitsprozesse, aber auch die diesen 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. Allein aufgrund der stetig voranschreitenden Technisierung befindet sich die Arbeitswelt mit ihren Beschäftigungsaspekten in einem permanenten Prozess des Wandels. Die Tätigkeitsprofile der arbeitenden Bevölkerung unterliegen ebenso wie die Produktionsbedingungen raschen Veränderungen. Damit verbundene Themen wie Nachhaltigkeit, Vereinbarkeit von Familie, Privatleben und Beruf (Work-Life-Balance) oder

Mit der „Open Core“-Schnittstelle können Maschinenhersteller Anwendungsprogramme mit Java als native Apps umsetzen und Smart Devices nahtlos in die Automatisierung einbinden.

Vielfaltsmanagement (Diversity-Management) finden verstärkt Eingang in den öffentlichen Diskurs. Flexible Arbeitszeitmodelle, Zusammenarbeit in Gemeinschaftsarbeitsplätzen (Coworking Spaces) und Modelle wie quelloffene Software (Open Source), Auslagerung von Teilaufgaben (Crowdsourcing) und Problemlösungstechniken (Design Thinking) stellen bestehende Formen der Produktion und Arbeitsteilung infrage. Diesen Modellen wird das Potenzial zugesprochen, starre Strukturen in Unternehmen und Verwaltungen aufzubrechen und für Innovation zu öffnen. Die Umsetzung dieser neuen Entwicklungen kann große wirtschaftliche Bedeutung erlangen.

# Forschung für die Produktion

**Deutschlands Wirtschaftsleistung ist wie in keinem anderen westlichen Industrieland auf die Herstellung von Gütern bzw. von Mitteln zu deren Produktion ausgerichtet. Die Produktion ist noch immer das Rückgrat des deutschen Wohlstands. Diese Stärke wurde über Jahrzehnte aufgebaut und gehalten. Auch zukünftig werden wir getreu dem Motto „Stärken stärken“ auf sie setzen.**

Wichtige Märkte treten global in einen immer schärfer werdenden Wettbewerb – neue Wettbewerber drängen auf etablierte Märkte, Unternehmen fusionieren; spezifisches Know-how wird gekauft. Anforderungen der Kunden steigen, Produktqualität und konkurrenzfähiger Preis werden vorausgesetzt. Maßgeblich für den Markterfolg eines Produktionssystems ist die Effizienz, mit der es fertigt. Zahlreiche Schwellenländer haben in den letzten Jahren ihre Infrastrukturen, ihre Bildungssysteme und somit die Qualifikation ihrer Arbeitskräfte stark verbessert, wodurch sie die Grundlage für eine eigene produzierende Industrie geschaffen haben.

Auch seiner Rohstoffknappheit wegen ist Deutschland in besonderem Maße darauf angewiesen, innovativere, zeitgemäßere Produkte als andere anzubieten. Neben den Anstrengungen der Unternehmen ist hierfür eine exzellente Forschung mit klarer Anwendungsperspektive nötig. Dieses Förderprogramm des BMBF hat folgerichtig das zentrale Ziel, Deutschland als Produktionsstandort langfristig und nachhaltig zu sichern und auszubauen.

Produktionsforschung schafft die Voraussetzungen dafür, die Produktion von heute kontinuierlich an die zukünftigen Anforderungen des Marktes, der Umwelt und der Gesellschaft anzupassen. Nachhaltigkeit in ihrer ökonomischen, ökologischen und sozialen Dreigliedrigkeit ist dabei der entscheidende Maßstab, an dem sich die Produktion von morgen messen lassen muss. Hierfür leisten Forschung und Entwicklung in Deutschland einen herausragenden Beitrag. Das BMBF sieht in der Produktionsforschung einen Schlüssel zur Lösung der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen sowie einen Ansatz zur Umsetzung der prioritären Zukunftsaufgaben bei der Weiterentwicklung der Hightech-Strategie der Bundesregierung.

## Produktion sichert den Standort

Die Produktion ist Deutschlands Kernkompetenz. Dabei geht der Begriff „Produktion“, wie er in diesem Programm verstanden wird, weit über die reine Fertigung hinaus. Er umfasst die gesamte Wertschöpfungskette der Produktentstehung von der strategischen Produktplanung und Ideenfindung über die konkrete Produktentwicklung und die Entwicklung des passenden Produktionssystems bis zur Herstellung von Produkten einschließlich Vertrieb und Wartung. Der Betrieb von Produktionssystemen wird genauso angesprochen wie Geschäftsmodelle von Unternehmen. Hinzu kommen der für den Produktverkauf immer wichtigere produktbegleitende Service, eine effiziente Logistik, Entwicklungen zur Ressourcenschonung sowie das Recycling im Sinne einer Kreislaufwirtschaft.

## Wertschöpfung in Deutschland schafft Werte in Deutschland

Erst die Herstellung attraktiver Produkte innerhalb Deutschlands sichert den entscheidenden Teil der Wertschöpfung, zu der auch die Pflege des Produktions-Knowhows gehört. Eine produktionsbasierte inländische Wertschöpfung ist auch die Basis für den Erfolg der deutschen Industrie auf ausländischen Märkten. Deutschland behauptet seit Jahren seine Position als eine der führenden Exportnationen der Welt – 90 v. H. dieser Exporte sind Produkte des sekundären Sektors.

## Arbeitsplätze – Sicher durch Produktion und Dienstleistung

Das verarbeitende Gewerbe erwirtschaftet in Deutschland knapp ein Viertel des Bruttoinlandsproduktes (BIP) und beschäftigt etwa 7,7 Millionen Menschen direkt. Hinzu kommen über sieben Millionen Arbeitsplätze für Dienstleistungen, die eng mit dem verarbeitenden Gewerbe verknüpft sind, beispielsweise in der Logistik, in Ingenieurbüros, in der Unternehmensberatung oder der EDV-Unterstützung.

Im Unterschied zu anderen Industrienationen hat sich Deutschland seine starke Industrie erhalten – ein ganz wesentlicher Grund für den breiten Wohlstand.



Airbus Standschwingversuche zur Ermittlung des Belastungsverhaltens der Flügel

Den starken Kern von Deutschlands Produktionsindustrie bilden der Automobilbau, der Maschinenbau, die Elektroindustrie, die chemische Industrie und die Herstellung von Metallerzeugnissen. Hier ist rund die Hälfte der Arbeitsplätze des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland angesiedelt. Basis für die innovative und wettbewerbsfähige Produktion in diesen und anderen Industriezweigen sind qualifizierte Fachkräfte und eine moderne, hochproduktive Fabrikaurüstung.

### Ausrüster der Welt

Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau garantiert mit seinen rund 930.000 Beschäftigten und einer Exportquote von mehr als zwei Dritteln maßgeblich Deutschlands Position als führender Weltlieferant von Produktionstechnologien und damit von „Produktivität“. Damit nimmt die Produktion einen ersten Rang bei der Zukunftssicherung Deutschlands ein und bildet folgerichtig eine der tragenden Säulen der Weiterentwicklung der Hightech-Strategie der Bundesregierung.

### Mittelständische Unternehmen – Garanten für Innovation und Wachstum

Einen hohen Stellenwert für Wachstum und Beschäftigung haben mittelständische Unternehmen, die über 90 v. H. der produzierenden Betriebe in Deutschland ausmachen. Die traditionellen Stärken des Mittelstands – Flexibilität und Innovationskraft – machen ihn zu ei-

Laserschweißen: Modernste Bearbeitungsverfahren sind ein Kennzeichen des deutschen Maschinenbaus.



ner tragenden Säule der deutschen Industrie. Vor allem in den technologieorientierten Branchen des verarbeitenden Gewerbes finden sich viele „Hidden Champions“, weitgehend unbekannte Unternehmen, die auf ihrem Spezialgebiet weltweit technologisch führend sind. Sie reagieren in der Regel besonders schnell auf sich verändernde Marktbedürfnisse und entwickeln neue Technologien rasch zur Anwendungsreife. Das macht sie besonders wertvoll für eine prosperierende Innovationskultur und nachhaltiges Wachstum.

### **Produzieren mit System – Chancen und Herausforderungen**

Der dynamische Wandel im globalen Umfeld und die Konkurrenz aus Industrie- und vor allem Schwellenländern stellen die deutsche Produktionstechnologie einerseits vor immer neue und wachsende Herausforderungen, bieten ihr andererseits aber auch große Chancen auf neuen Märkten. Um diese Chancen zu nutzen, sind marktfähige Produkte, Produktionssysteme und Dienstleistungen, eine neue Balance lokaler und überregionaler Wertschöpfung und Methoden zur Steuerung globaler Prozessketten erforderlich. Zusätzlich verlangen knapper werdende Rohstoffe neue Recyclingtechnologien und die Entwicklung von Verfahren zur Bearbeitung von Substitutionswerkstoffen. Immer individuellere Kundenwünsche und kürzere Produktlebenszyklen erfordern darüber hinaus Strategien und Systeme zur Beherrschung des Spannungsfeldes zwischen wachsender Komplexität und kürzeren Reaktionszeiten.

Auch der demografische Wandel bietet Chancen in der Entwicklung und Produktion neuer Produkte und Dienstleistungen für das wachsende Marktsegment für Ältere. Er erfordert aber auch alters- und altersgerechte Produktionssysteme und Personalkonzepte mit einer begleitenden Produktions- und Dienstleistungsforschung.

Die Produktpiraterie ist eine ernste Bedrohung der Wettbewerbsfähigkeit des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland. Gleiches gilt für den Maschinen- und Anlagenbau. Angesichts der Schlüsselposition dieser Industrie ist es notwendig, wirkungsvolle Mechanismen für den präventiven Schutz zu erforschen und den betroffenen und gefährdeten Unternehmen zugänglich zu machen.

### **Produktionsforschung als Chance für die Zukunft**

Die Produktionsforschung hat den Anspruch und die Aufgabe, eine bedarfsgerechte Ausrüstung für Fertigungs- und Verfahrensprozesse, Wissen für gut ausgebildete Beschäftigte, geeignete Organisationsformen für moderne Unternehmen und die „Fabriken der Zukunft“ als eigenständige Schlüsseltechnologie bereitzustellen. Mit ihrer Hilfe werden Produkte und Dienstleistungen menschengerecht, umweltfreundlich und wettbewerbsfähig entwickelt und unter Berücksichtigung von ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten hergestellt. Um aus Wissen Wert zu schöpfen, werden in der Produktionsforschung Mensch, Technik und Organisation ganzheitlich betrachtet.

### **Erfolge nutzen**

Mit diesem Programm setzt das BMBF den erfolgreichen Weg der Programmlinien „Forschung für die Produktion von morgen“ und „Innovationen mit Dienstleistungen“ konsequent fort. Dabei werden interdisziplinäre Verbünde und eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gefördert. Produktions- und Dienstleistungsforschung schaffen damit die Voraussetzungen für die notwendigen Innovationssprünge, die auch in Zukunft den Wohlstand Deutschlands sichern.

### **Herausforderungen annehmen**

Lösungen zu prioritären Zukunftsaufgaben wie nachhaltiges Wirtschaften oder intelligente Mobilität erfordern die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen. Geeignete Produktionskonzepte sind eine Voraussetzung, dem zukünftigen gesellschaftlichen Bedarf nach neuen Lösungen nachkommen zu können.

Seine Innovations- und Kompetenzführerschaft ermöglicht es Deutschland, Standards und Normen für neue Produkte, Prozesse und Methoden aktiv voranzutreiben. Damit können deutsche Unternehmen ausdifferenzierte Organisationssysteme gestalten, mit denen sie besser auf die zunehmende Komplexität in der Produktion und sich verkürzende Produktlebenszyklen reagieren können.

## Produktionsforschung – neue Herausforderungen, neue Wege

Eine zeitgemäße Produktionsforschung muss dem Bedarf der industriellen Produktion immer einen Schritt voraus sein und den immer wichtiger werdenden produktbegleitenden Service (Service Value), die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, eine effiziente Logistik sowie das Recycling im Sinne einer Kreislaufwirtschaft berücksichtigen. Dabei wäre der Fokus allein auf die Hightech-Produktion von Hightech-Produkten zu kurz gegriffen. Hochwertige Produktionstechnologie ist auch bei der kosteneffizienten Herstellung einfacher Produkte in großen Stückzahlen hilfreich. Wesentliche Erfolgsfaktoren sind in beiden Bereichen die intelligente Nutzung von Technik und Automatisierung, die Integration verschiedener Technologien, effiziente Prozesse und qualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Projekte, die im Rahmen des Programms gefördert werden, müssen deshalb drei Voraussetzungen erfüllen:

- sie orientieren sich am gesellschaftlichen Bedarf,
- sie greifen aktuelle Herausforderungen für produzierende Unternehmen auf und
- sie nutzen Ergebnisse anderer Schlüsseltechnologien für die Entwicklung neuer Produkte, Verfahren und Dienstleistungen.

### Produktion der Zukunft gestalten

Die fortschreitende Vernetzung technischer Systeme durch Informations- und Kommunikationskanäle beflügelt auch die Produktion. In Zukunft werden Maschinen und Produkte im Internet eigene Adressen haben und miteinander kommunizieren (Cyber-Physische Systeme). Reale Produktionsprozesse können so durch das Internet der Dinge, also die Vernetzung von Maschinen und Produkten, virtuell abgebildet und gesteuert werden.

### Produktion intelligent vernetzen

Produktions- und Logistikprozesse sind einem permanenten Wandel unterworfen. Produkte werden im Zuge einer stetigen Anpassung und Individualisierung sowohl im Konsum- als auch im Investitionsgüterbereich in immer mehr Variationen hergestellt. Hinzu kommen nicht vorhersehbare Bedarfsschwankungen



Produkterfassung mit RFID. Alle Daten fließen zu einer zentralen Sammelstelle und werden dort verarbeitet.

und kürzere Produktlebenszyklen. Geeignete Materialien und Vorprodukte – dazu gehören auch Daten und Informationen – müssen dementsprechend zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort einsatzbereit sein. Die Komplexität der Produktion und damit auch die Komplexität der Steuerung von Produktionssystemen hat deutlich zugenommen. Herkömmliche Steuerungsarchitekturen setzen derzeit allerdings noch feste, definierte Prozesse voraus, die genau planbar und in festgelegten Schritten realisierbar sind. Den künftigen Anforderungen an Wandelbarkeit und Dynamik genügen solche Steuerungssysteme nicht mehr.

Für die Lösung dieser Steuerungsproblematik bietet sich das Internet an. Die Nutzer des Internets können fast uneingeschränkt miteinander kommunizieren oder neue Geräte – auch mobile – nahezu beliebig an das Internet anschließen und wieder von diesem trennen. Ermöglicht wird das durch den dezentralen Aufbau des Internets und die Fähigkeit der Komponenten, sich in ihrem Verhalten mit anderen Komponenten zu koordinieren. Eben diese Fähigkeiten werden auch benötigt, um eine wandlungsfähige Produktion, also eine schnelle Anpassung von Organisation und Technik an sich verändernde Situationen, gestalten zu können. Das heißt, dass Maschinen künftig kognitive Fähigkeiten entwickeln müssen, also die Fähigkeit, Informationen wahrzunehmen, daraus Erkenntnisse abzuleiten und Verhaltensänderungen zu realisieren,

sich zu erinnern und so zu einem „Internet der Dinge“ vernetzbar zu werden.

In der sogenannten „Fabrik der Zukunft“ werden mit Blick auf unternehmensübergreifende Produktions- und Logistikprozesse neue Formen der Mensch-Maschine-Interaktion eine wichtige Rolle spielen. Bei ihnen steht der Mensch im Mittelpunkt der Interaktion; er wird durch industrielle Assistenzsysteme optimal unterstützt. Diese können ihn sowohl kognitiv als auch physisch entlasten. Sie reagieren dabei nicht mehr nur auf Eingaben per Maus, Tastatur oder Touchscreen, sondern auf alle Sinne der Akteure. So wird eine multimodale Interaktion via Gestik, Mimik, Sprache oder biometrische Signale möglich. Diese Veränderungsprozesse sind sowohl mit großen technologischen als auch gesellschaftspolitischen Fragestellungen verbunden, die es befriedigend zu beantworten gilt.

Vernetzte Welt - die technische Entwicklung läuft auf eine Art omnipräsenten Nebel aus elektromagnetischen Signalen hinaus, der nahezu unbegrenzte Informationsflüsse ermöglicht, die auch die industrielle Realität verändern.



### Produktions-Know-how schützen

Know-how-Schutz und Informationssicherheit spielen bereits heute eine große Rolle und werden im Zuge der Digitalisierung der Produktion weiter an Bedeutung gewinnen. Mit der Digitalisierung steigt der Bedarf an Informationssicherheit zum Schutz geschäftsrelevanter Daten über Fertigungsprozesse und -technologien, über Produkte sowie über Transaktionsdaten. Die Entwicklung einer solchen Infrastruktur und der dazugehörigen offenen Standards als Basis für sichere und zuverlässige Geschäftsprozesse im Internet der Dinge wird weiter vorangebracht.

Unterstützt werden Projekte, die

- durchgängige Informationssysteme zur Planung und Steuerung der Produktion entwickeln,
- Kognition in der Produktion fördern oder
- Know-how-Schutz auf dynamischen Märkten gewährleisten.

### Neuen Produkten und Technologien zum Durchbruch verhelfen

Produktforschung sorgt neben anderem für einen kontinuierlichen Dialog der verschiedenen Disziplinen und Technologien und eine Umsetzung von Ergebnissen der Grundlagenforschung mit neuen Technologien in marktfähige Produkte. Dies gilt beispielsweise für die Bereiche der Verbundwerkstoffe, in dem neue Fertigungs- und Prüfkonzepte entwickelt werden müssen oder für den Bereich der Nanomaterialien, die im großen Maßstab produzierbar sein müssen.

### Intelligente Produktion als Treiber von Innovationen

Eine große Herausforderung für die Unternehmen von heute besteht darin, den individuellen Bedarf der Kunden nach Produkten und Produktionstechnik weltweit zu erkennen und zu verstehen. Deutschland wird in Zukunft noch stärker als bisher exportorientiert handeln müssen, da gerade die Absatzmärkte im Ausland hervorragende Wachstumschancen bieten.

Um sie zu nutzen, verbessert dieses Programm die Grundlagen für neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen. Es ermöglicht die Unterstützung interdisziplinärer und gemeinschaftlicher Projekte, die Innovationsprozesse merklich beschleunigen. Es gestattet auch die Einbindung externer Kompetenzen



Durchgehend digitale Produkt- und Produktionsmodelle ermöglichen künftig die individuelle, flexibel und zugleich preisgünstige Produktion.

in den Entwicklungsprozess, beispielsweise im Sinne von „Open Innovation“, also die bewusste Öffnung des Entwicklungsprozesses über die Grenzen eines Unternehmens hinaus. Kreativitätstechniken werden so weiterentwickelt, dass sie allen an der Produktentwicklung beteiligten Fachdisziplinen gleichermaßen zur Verfügung stehen.

### **Schneller von der Idee zum Produkt**

Wer den globalen Wettbewerb erfolgreich bestehen will, muss vor allem schnell und innovativ sein. Das setzt auch neue Geschäftsmodelle voraus, die parallel zu neuen Produkten entwickelt werden. So müssen die Unternehmen in Deutschland die Zeit, die ein neues Produkt von der Idee bis zur Auslieferung benötigt, deutlich verkürzen. Ein bedeutender Hemmschuh bei der Entwicklung eines Produktes ist die oftmals geringe Abstimmung der verschiedenen von den beteiligten Disziplinen eingesetzten „Arbeitsinstrumente“ aufeinander. Sie führt immer wieder zu zeitaufwendigen Doppelarbeiten, Redundanzen und Fehlern bei der Technologieintegration. Produkt- und Produktionssystementwicklung erfolgen heute noch zu isoliert. Viel zu häufig stellt sich daher erst bei Planung und Auslegung

der Produktionsprozesse für neue Produkte heraus, dass diese so nicht oder nur mit einem erheblichen Aufwand herstellbar sind. Das führt zu zusätzlichen Modifikationen und damit zu Zeitverlust und steigenden Kosten.

Unterstützt werden folgerichtig solche Projekte, die Methoden und durchgängige Simulationswerkzeuge entwickeln, mit denen Produkt, Produktionsprozess, Produktionssystem und der gesamte Produktlebenszyklus in einem virtuellen Modell abgebildet werden.

Auch die Herstellung realer Prototypen ist oft zu langsam und zu teuer. Daher werden vorhandene Rapid-Technologien weiterentwickelt und neue Lösungsansätze gesucht. Darüber hinaus werden Methoden gefördert, mit denen sich Entwicklung und Erprobung eines Produkts für den gesamten Lebenszyklus nahezu vollständig virtuell abbilden lassen.

### **Intelligente Maschinen und Anlagen entwickeln**

Maschinen und Anlagen haben je nach Anforderungen an Prozesssicherheit, Produktqualität oder Ressourceneffizienz und in Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen spezifische Prozessparameter zu erfüllen. Eine intelligente Produktionstechnik überwacht die Prozessstabilität selbstständig in Echtzeit. Sie identifiziert die geeigneten Prozessparameter und regelt bzw. konfiguriert sich dementsprechend.

Der wirtschaftliche Betrieb der intelligenten Maschinen und Anlagen möglichst nahe am Prozesslimit darf nicht zu Lasten der Prozessstabilität und Verfügbarkeit gehen. Hierfür sind entsprechende Konzepte und Strategien zu entwickeln und umzusetzen. Gleichzeitig sollte eine neue Generation von konkurrenzfähigen Maschinen für den preiselastischen Markt der Standardanwendungen entwickelt werden.

Intelligente Produktionstechnik erfordert außerdem die permanente Weiterentwicklung der klassischen Fertigungstechniken, um eine hohe Wirtschaftlichkeit für unterschiedliche Stückzahlen zu erreichen.

Unterstützt werden Projekte, die

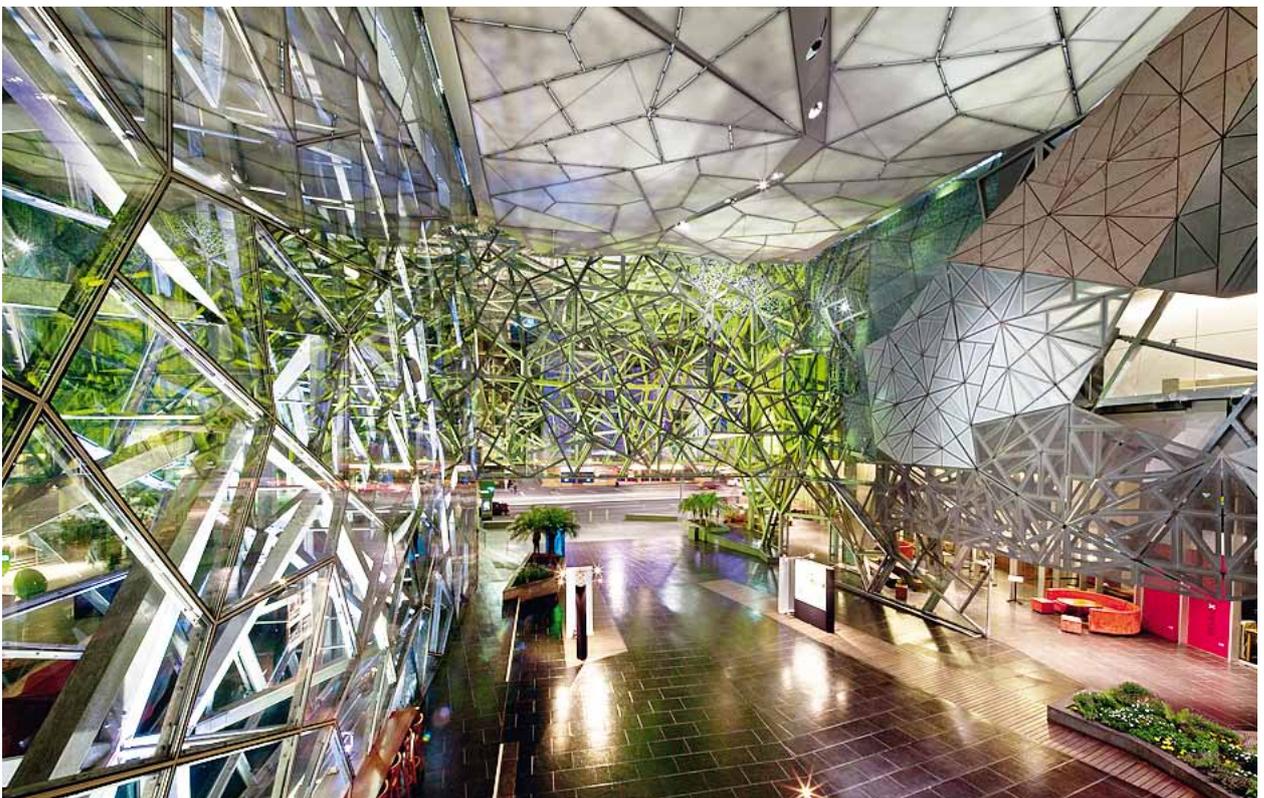
- intelligente Maschinen und Anlagen entwickeln,
- intelligente Produkte und Produktionssysteme ganzheitlich simulieren,
- Methoden zur Erhöhung der Prozessstabilität konzipieren.

Verdichtung als Vorteil: Mit neuen effizienten und eleganten Techniken können Städte zu kreativen, umweltverträglichen Produktionsstätten werden.

### Grün und urban produzieren

Der sparsame Umgang mit Energie und materiellen Ressourcen ist für die Produktion von morgen zwingend. Von moderner Technik begleitet, bedeuten Einsparungen auf diesem Feld aber keinen Verzicht auf Lebensqualität, ganz im Gegenteil: Durch neue, emissionsarme Produktionsverfahren wird es wieder möglich, Produktion in Ballungsräumen anzusiedeln und damit die heute meist weiten Wege zwischen Produktionsort und Wohngebiet zu verkürzen. Dadurch werden freundliche und effiziente neue Produktionsstrukturen im produzierenden Gewerbe gefördert.

Zu einer modernen, grünen Produktion gehört eine sinnvolle Kreislaufwirtschaft. Viele Produktionsverfahren verwenden Rohstoffe, deren wirtschaftlich gewinnbare Vorkommen endlich sind. Früher oder später müssen sie ersetzt, geeignete Alternativen gefunden und deren Verarbeitungstechniken erforscht werden. Wolframmaterialien, einige seltene Erden etc. könnten sich in den nächsten Jahrzehnten so verteuern, dass Substitutionsprozesse und -werkstoffe erforderlich werden. Für eine ganze Reihe von Werkstoffen sind





Die Stadt hat viele Flächen zum Sammeln von Energie: PV-Installation an der Bonner Kennedybrücke macht Strom für 20 Haushalte.

Eigenschaftsverbesserungen nach dem Vorbild der Natur (Bionik) denkbar. Jetzt schon gibt es Hightech-Kleber (der Miesmuschel abgeschaut), die unter Wasser abbinden, faserverstärkte Kunststoffe usw. Zur Hebung dieses Potenzials ist spezifisches Wissen einerseits über die Natur und andererseits aus den jeweiligen Anwendungsdisziplinen nötig.

Bei der Entwicklung neuer Prozesse und Anlagen muss zukünftig von vornherein eine effiziente Materialtrennung zur besseren Rückgewinnung eingeplant werden. Im Sinne einer Kaskadennutzung müssen darüber hinaus Reststoffe aus der Produktion als Energiequelle für nachfolgende Prozessschritte oder als neue, gleichwertige Rohstoffe nutzbar sein. Dahinter steht die Idee, sowohl die eigentlichen Produkte und deren Baugruppen und Einzelteile als auch Neben- und Koppelprodukte in möglichst vielen Nutzungsphasen im Sinne einer Kreislaufwirtschaft zu verwenden. Produkte, Baugruppen, Einzelteile sowie Neben- und Koppelprodukte, die Kunden nicht mehr nutzen und zurückgeben, müssen aufgearbeitet und nicht – wie das heute oft noch der Fall ist – bis auf Wertstoffebene zerlegt werden. So gehen wertvolle nutzbare Komponenten wie zum Beispiel Getriebe, Antriebseinheiten oder Fördereinrichtungen nicht verloren. Insbesondere bei Sondermaschinen ändert sich das auf diesen Maschi-

nen gefertigte Produktspektrum oftmals noch bevor die Lebensdauer der Baugruppen und Komponenten erreicht ist. Werden Baugruppen und Komponenten beispielsweise mit einem RFID-Chip ausgestattet, der Informationen über die Nutzung speichert, wird ihre Wiederverwendung wirtschaftlich.

#### **Energiesysteme modernisieren: Verbrauch reduzieren – energieautark produzieren**

Um eine quasi energieautarke und emissionsfreie Produktion zu erreichen, werden intelligente Prozessüberwachungs- und Regelungsstrategien sowie energie- und ressourceneffiziente Fertigungstechnologien und Produktionssysteme gefördert. Diese erhöhen die Prozessstabilität und reduzieren Ausschuss und Nacharbeit. Damit wird der Wirkungsgrad der Produktion verbessert. So entstehen „grüne Fabriken“.

Knapper werdende fossile Energieressourcen und klimapolitische Zielsetzungen erfordern verstärkte ingenieurtechnische Anstrengungen bei der Entwicklung von Anlagentechnik für die Energiebereitstellung sowie bei der Produktion von Energiespeichersyste-

men. Hier entsteht ein breites Tätigkeitsfeld für die Produktionstechnik.

Die Produktion von Großbauteilen, wie sie beispielsweise in Windkraftanlagen oder bei Energiespeichern benötigt werden, wandelt sich aufgrund steigender Stückzahlen weg von einer Werkstätten- hin zu einer Serienfertigung. Ein Treiber für diese Entwicklung ist die zunehmende Nachfrage im Bereich erneuerbarer Energien. Die Übertragung bestehender Methoden und Konzepte zur Serienfertigung von kleinen auf große Bauteile ist allerdings nicht immer problemlos möglich. Durch die Optimierung der Maschinen, Prozesse und der Arbeitsumgebung sowie durch geeignete Automatisierungslösungen können Skaleneffekte bei gleicher Flexibilität realisiert werden.

### Leben und arbeiten in der Stadt

Emissionsreduktion kommt aber auch in einem anderen Zusammenhang ins Spiel: Sie ist unabdingbar für eine urbane Produktion, nicht nur im Sinne einer auf globaler Ebene relevanten CO<sub>2</sub>-Armut, sondern beispielsweise auch den Lärmschutz betreffend. Nur wenn Emissionen weitgehend vermieden werden, kann eine

Mittlerweile versuchen viele Großstädte, ihren „ökologischen Fußabdruck“ zu verkleinern: Federation Square in Melbourne, Australien.

Produktion im städtischen Umfeld geschehen. Produktionstätigkeiten dürfen keine größeren Belastungen für das Umfeld bringen als modernes Wohnen. Nur so wird das Ziel einer CO<sub>2</sub>-neutralen, energieeffizienten und klimaangepassten Stadt erreichbar.

Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Urbanisierung werden daher Konzepte für die lokale, urbane Produktion, gegebenenfalls auch im Kontext von „Mega Cities“, entwickelt und umgesetzt. Alle technischen Rahmenbedingungen bezüglich Lärm, Abgas, Abfall, CO<sub>2</sub>-Emission und Wasser/Abwasser müssen ebenso gründlich geplant werden wie die architektonische Einbindung in das direkt benachbarte Wohnumfeld. Innovative Produktionstechnologien können es ermöglichen, großvolumige Produktion verstärkt in städtischem Umfeld zu verankern. Eine solche urbane Produktion mit ihren energieverbrauchsoptimierten und energieautarken Produktionsstätten ergänzt sich mit der grünen Produktion, da sie ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist.

Unterstützt werden Projekte, die

- energie- und ressourceneffiziente Produktionstechnologien entwickeln,
- den Übergang von einer linearen hin zu einer Kreislaufwirtschaft beschleunigen oder
- neue Produktionstechnologien und -systeme für Energiesysteme erforschen.



## Urban Manufacturing – Produzieren in der Stadt

Moderne Produktionstechniken sind großenteils so schonend und umweltverträglich geworden, dass sie sogar in einem städtischen Umfeld angesiedelt werden können. Das hat für Produzenten viele Vorteile; die Stadt ist verdichtet, die Wege sind kurz; es sind viele andere kleinere Firmen erreichbar, mit denen man kooperieren kann. In einer anregenden Umgebung sprudeln die Ideen besser; die Wahrscheinlichkeit, Leute mit verschiedenen, sich ergänzenden Fähigkeiten zusammen zu bekommen, ist einfach größer usw. Studien in den USA, die eine Re-Industrialisierung anstreben, kommen außerdem zu dem Schluss, dass kleine städtische Produzenten produktiver sind und bessere Löhne zahlen als große Arbeitgeber.

Alle Vorzüge zusammen genommen lassen in der heutigen technischen Umgebung erwarten, dass kleine, städtische Fertigungseinheiten künftig große Produktionsstätten für den Weltmarkt ergänzen. Das Ideal urbanen Produzierens freilich sind kleine, dezentrale Produktionseinheiten für den lokalen Markt. So werden 3D-Drucker die Fertigung kleiner, individueller Serien von Gegenständen des täglichen Bedarfs gestatten, aber auch Materialien für die Photonik oder Prototypen fortschrittlicher Konzepte wie neue elektrische Antriebe. Die Stadt – insbesondere, wenn sie über entsprechende Bildungseinrichtungen verfügt – hat ein quirliges Potenzial für Innovationen wie etwa neuar-

tige Elektromotoren der Leistungsklasse zwischen 0,5 und 7 kW. Ein neues Startup hat sich hier mit neuen Konzepten hervorgetan, die den Antrieb für einen Motorroller im Volumen einer Coladose unterbringen, bei höchstem Wirkungsgrad, geringem Gewicht und allen anderen Vorzügen, die ein guter Elektromotor bietet. Motorroller sind in asiatischen Städten, auch in Rom, beliebte Verkehrsmittel, deren Zweitaktmotoren freilich die Atemluft verpesten. Eine Elektro-Vespa wäre hier hochwillkommen.

Für die urbane Wertschöpfung müssten einige Nachteile des städtischen Raumes kompensiert werden, etwa der ständige Mangel an Platz. Dem würde eine vertikale Fabrik gerecht, die sich über mehrere Stockwerke erstreckt. Auch der Güterverkehr wäre zu überdenken, so könnten öffentliche Verkehrsmittel für die Unternehmenslogistik bereitgestellt werden (Cargo-Tram), ebenso unternehmensübergreifend genutzte Warenumschnlagplätze und Verkehrsleitsysteme.

Mit der stetig steigenden Ertragskraft photovoltaischer Paneele wird auch die Eigenstromerzeugung über Dach und Fassade immer attraktiver, auch vertikale Windräder schaffen nennenswerte Erträge, kurz: In der Stadt steckt viel mehr Potenzial als vermutet.

4.000 Watt aus dem Volumen einer Coladose werden mit neuen Elektromotorkonzepten möglich.



### Die Mobilität der Zukunft produzieren

Autos zu bauen, gehört zu den traditionellen Stärken des Industriestandortes Deutschland. Damit dies auch künftig so bleibt, müssen jetzt die Weichen für eine menschen- und klimafreundlichere Mobilität gestellt werden. Um unter dieser Bedingung bezahlbare, leistungsfähige und alltagstaugliche Fahrzeuge zu können, sind jedoch noch große Anstrengungen notwendig.

#### Elektromobilität – mit neuen Technologien Kernkomponenten wirtschaftlich fertigen

Elektromobilität ist ein Schlüssel zu einer klimafreundlichen Umgestaltung der Mobilität. Sie ist Chance und Herausforderung, die Spitzenposition Deutschlands als Industrie-, Wirtschafts-, Wissenschafts- und Technologiestandort weiter auszubauen. Mit neuen Materialien, Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen werden Wertschöpfungspotenziale der Elektromobilität genutzt. Kernkomponenten wie Energiespeicher, Antriebssysteme und Leichtbaukomponenten müssen wirtschaftlich auf innovativen Maschinen und Anlagen gefertigt werden.

Gefördert werden Projekte, die Ausrüster- und Anwenderindustrien näher zusammenbringen. Dadurch werden gemeinsame Entwürfe von Fertigungsstraßen und Produktionsvernetzungen ermöglicht, die Erkenntnisse für eine wirtschaftliche Serienfertigung liefern. Die gemeinsame Entwicklung von Pilotanlagen, die ein komplettes Design für Produktionsstraßen von Elektrofahrzeugen entwerfen, ist dafür ein geeignetes Mittel.

#### Nachhaltige Mobilität – Technologiekompetenzen sichern

Gesellschaftliche Herausforderungen wie die Verknappung der Ressourcen, aber auch die Forderung nach Leichtbaukomponenten zur Energieeinsparung erfordern neue Werkstoffe und Werkstoffkombinationen. Diese sind teils – etwa für hoch beanspruchte Flugzeugteile – vorhanden oder werden in der Grundlagenforschung entwickelt. Häufig fehlen jedoch Bearbeitungsverfahren, um die wachsende Materialvielfalt wirtschaftlich einsetzen zu können. Für den breiten Einsatz von Hochleistungswerkstoffen, unter anderem im Fahrzeugbau oder bei der Energieerzeugung, sind



Im Konzeptfahrzeug „Colibri“ können sich neue Elektromotoren bewähren.

geeignete innovative Fertigungstechnologien und Prüfverfahren notwendig. Priorität hat die Entwicklung effizienter Fertigungsverfahren und Produktionsausrüstungen für Bauteile aus höchstfesten Werkstoffen, Verbundwerkstoffen, Multimaterialsystemen und nachwachsenden Rohstoffen.

Insbesondere der Automatisierung bei der Fertigung von Bauteilen aus nicht formstabilen und daher schwer zu handhabenden Materialien kommt eine große Bedeutung zu. Nur so lassen sich diese wirtschaftlich in großen Serien einsetzen. Großserientaugliche und ressourceneffiziente Herstellungs- und Demontageprozesse sind wesentliche Bedingungen für eine ganzheitlich nachhaltige Elektromobilität. Hier gilt es, die erhebliche batteriebedingte Massezunahme in Bezug auf Fahrdynamik und Kosten zu kompensieren.

Gefördert werden Projekte, die

- Wertschöpfungsketten und Produktionstechnologien für nachhaltige Mobilität in Deutschland sichern oder
- Hochleistungsfertigungsverfahren für Kunststoff- und Metallverarbeitung entwickeln.

## Produktionstechnologie an der Grenze

Die Entwicklung der Technologie und auch der Produktionstechnologie lässt sich generell nicht voraussehen, immerhin scheint Arthur C. Clarkes „Gesetz“ Bestand zu haben: Jede hinreichend fortschrittliche Technologie ist von Magie nicht zu unterscheiden. Für das Smartphone, mit den Augen Goethes gesehen, gilt das sicherlich.

Arthur C. Clarke, Drehbuchautor von „2001 – Odyssee im Weltraum“, bemühte für die kommende Produktionstechnologie einen „Universellen Replikator“, der aus Dreck der richtigen Zusammensetzung die filigransten Gebilde herstellen konnte. Das Ergebnis war – nach Ansicht des Autors – das Ende von Landwirtschaft und Industrie. Die Arbeit verschwand, statt dessen erblühten die Künste, wurde der Lebensstil von Jägern und Sammlern wieder aktuell, nun auf höchstem Niveau.

Eine wunderbar weite Sicht hatte der polnische Technophilosoph Stanislaw Lem, der in praktischen Dingen aber auch sehr kurzsichtig sein konnte. So kurvten seine Raumschiffe mit phantastischen Antrieben durch die Galaxis, dafür wurde die Navigation mit Papierkarten besorgt, die in einem Schrank hingen. Möbel wuchsen auf Feldern wie Apfelbäume und stellten seinem Piloten ein Bein – die Industrie hatte sich der Biologie bemächtigt.

Ein anderer Ansatz Lems bemühte „Synsekten“, winzige Roboter, die sich bei Bedarf zu einem strukturierten Schwarm zusammenschließen konnten, der dann allerlei Unfug anrichtete.

Gleichwohl: So unsinnig ist das alles nicht. Wer eine Smartphone-Platine sieht, kann schon an einen (ruhenden) Synsektenschwarm denken, hier bestehend aus MEMS-Bausteinen (micro-electro-mechanical systems), ihren optischen Gegenstücken und Computerelementen, die allesamt von mal zu mal kleiner, dichter gepackt und zahlreicher werden.

Und Clarkes „Replikator“ könnte die futuristisch kompaktierte Form einer Produktionsanlage nach Art der „Industrie 4.0“ sein.

Die Bauprinzipien der Natur zu kopieren wird wieder und wieder versucht werden, nun um Dinge ergänzt, die die Natur bei aller Eleganz nicht entwickeln konnte: Isolierte metallische Drähte, Transistoren, Computerintelligenz, Hartmetalle, Industriekeramik etc. Umgekehrt profitierte die industrielle Technik von der fast



„Smart Bird“, flugfähiger bionischer Schlagflügelapparat von Festo mit ganz besonderen Bewegungen, die es dem ultraleichten und leistungsstarken Flugmodell ermöglichen, eigenständig zu starten, zu fliegen und zu landen. Neue Ideen, Materialien und Energiequellen werden eine Fülle von neuen Fahr-, Flug- und Schwimmergeräten hervorbringen.

grenzenlosen Raffinesse der Natur in den ihr zugänglichen Bereichen.

Wie immer die Produktionstechnologie einmal aussehen mag, eines ist sicher: Sie muss dem Prinzip der Nachhaltigkeit folgen. Das muss nicht zulasten der Qualität der Produkte gehen, ganz im Gegenteil: Es ist die Verfügbarkeit von Ressourcen, die die Lebensdauer ablösungsreifer Technologien verlängert. Wenn es knapp wird, können neue, elegantere Lösungen zum Tragen kommen. Die massenhafte Verfügbarkeit billiger Computertechnologie wird das ihre dazu beitragen.

Es ist ein bisschen wie beim Korallenriff. Das ist notorisch knapp an Nährstoffen, weshalb seine Bewohner die kleinsten Vorteile nutzen und für jede ökologische Nische ein raffiniertes Instrumentarium entwickeln mussten. Und ausgefallene Dienstleistungen, wenn etwa der Putzerfisch der Muräne die Zähne putzt. In der nährstoffreichen Nordsee dominiert dagegen der Heringsschwarm, sehr viel vom gleichen. Das Korallenriff ist der erfreulichere Anblick, der Heringsschwarm dafür sättigender.

### KMU-Netzwerke fördern

Wertschöpfung in Netzwerken ist effizient und flexibel, wenn alle beteiligten Partner nach festen Spielregeln agieren. Netzwerke oder Schwarmstrukturen verfügen über die richtige Balance aus Effizienz, Flexibilität und Wandlungsfähigkeit. Die zunehmende Dynamik der Märkte stellt jedoch immer höhere Anforderungen an diese Aspekte. Dies gilt nicht nur für die Netzwerke an sich, sondern auch für die einzelnen Produktions- und Fabrikstrukturen. Logistikprozesse und Lieferantenkettens müssen verstanden und beherrscht werden. Unternehmen, die sich global und in Netzwerken bewegen, müssen außerdem Sorge für den Schutz ihres Produktionswissens tragen.

werken den Aufbau von Know-how-Schutz als Vertrauensbasis zur Vermeidung von Interessenkonflikten erleichtern. Es gilt darüber hinaus Methoden zu entwickeln, mit denen sich Wandlungsfähigkeit im Netzwerk bewerten und steuern lässt. Die Produktionssysteme des Netzwerks sind dann deutlich besser skalierbar und können mit einem überschaubaren Kapitaleinsatz verändert und erweitert werden.

### Unternehmensprozesse wandlungsfähig gestalten

Individualisierung der Kundenwünsche, schwankende Stückzahlen, Kostendruck oder schnelle Änderungen der geforderten Funktionalität der Produkte werden von Unternehmen als starke Wandlungstreiber



### In Netzwerken wandlungsfähig und dynamisch agieren

Die deutsche Wirtschaft ist mittelständisch geprägt. Eine Vielzahl hoch spezialisierter und in ihren Kernkompetenzen zur Leistungsspitze zählender KMU agieren sehr erfolgreich am Markt. Werden zukünftig aber immer kundenspezifischere Systemlösungen nachgefragt, müssen Netzwerke die Integration von Kernkompetenzen ermöglichen. Gelingt dies, ohne dass KMU auf „angestammte“ Wettbewerbsvorteile wie Flexibilität, Geschwindigkeit und Kundennähe verzichten, lässt sich eine höhere Wertschöpfung erzielen als bisher. Entscheidend für den Erfolg eines Netzwerkes ist seine Wandlungsfähigkeit.

Die Entwicklung entsprechender Steuerungskonzepte und Organisationsformen wird daher unterstützt. Gewünscht sind beispielsweise Lösungen, die in Netz-

Vom Computer in die Fertigung: Der Weg von der virtuellen Planung zur realen Herstellung wird dank neuer Technologien deutlich kürzer.

wahrgenommen, die allerdings schwer prognostizierbar sind.

Eine vorlaufende Gestaltung der Wandlungsfähigkeit gewinnt daher gegenüber dem klassischen reaktiven Vorgehen an Bedeutung. Die Wandlungsfähigkeit von Mensch und Organisation wird zu einem weiteren strategischen Erfolgsfaktor der deutschen Industrie.

Unterstützt werden Projekte, die

- wandlungsfähige Produktionssysteme mit gut ausgebildeten Fachleuten im Rahmen digitaler Fabriken entwickeln,
- ein „atmendes“ und wandlungsfähiges Produktionsnetzwerk schaffen oder
- den Logistikwandel gestalten.

## Wissen als Schlüssel zur Produktivität

Leistungsfähige Managementkonzepte fördern den stetigen Wissensaustausch zwischen Beschäftigten aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen. Durch geeignete qualitative und quantitative Kenngrößen wird Wissen als Ressource im Unternehmen plan- und steuerbar. Es wird zum wesentlichen Bestandteil der Strategieentwicklung.

### Beschäftigten aktuelles Wissen vermitteln

Neue Produktionstechniken werden laufend entwickelt. Die wachsende Vielfalt führt mit ihren Kombinationsmöglichkeiten zu einer exponentiell zunehmenden Zahl möglicher Prozessketten bei immer kürzeren Produktlebenszyklen.

Da Fachleute kaum noch ihr ganzes Arbeitsleben einem Arbeitgeber zur Verfügung stellen und Wissen immer schneller veraltet, wird eine permanente unternehmensbezogene Aktualisierung des Produktionswissens immer wichtiger. Die Arbeitsinhalte erfordern mehr denn je Wissen über Fachdisziplinengrenzen hinweg.

Ziel ist es, dass Unternehmen eine Lernkultur für alle Alters- und Beschäftigungsgruppen etablieren. Sie unterstützen ihre Beschäftigten dabei, ihre Fähigkeiten über ihr gesamtes Berufsleben hinweg trotz wechselnder Aufgaben zum Nutzen des Unternehmens voll zu entfalten. Qualifizierung und Weiterbildung sind in den Unternehmensalltag eingebunden. Stärker als in der Vergangenheit werden Unternehmen darauf achten, produktionsrelevantes Wissen an die jeweiligen Altersstufen und die Qualifikation der Lernenden anzupassen. Damit wird einerseits dafür gesorgt, dass in einer älter werdenden Gesellschaft die Menschen länger mit aktuellen Kenntnissen dem Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen; andererseits wird es so auch gelingen, junge Menschen an das Erfahrungswissen der Älteren heranzuführen, aber auch Menschen mit Lerndefiziten und gering Qualifizierte besser in das Arbeitsleben zu integrieren.



Junge Menschen werden an das Erfahrungswissen der Älteren heran geführt.

### Ideen generieren – Innovationen schaffen

Weltweit entsteht täglich in den unterschiedlichsten Fachgebieten neues Wissen. Informationen dazu sind zeitnah verfügbar. Eine gezielte Akquisition des relevanten unternehmensspezifischen Wissens ist also essentiell. Zur Beherrschung dieser Komplexität sind viele unterschiedliche Kompetenzen zur widerspruchsfreien Wissensgenerierung notwendig.

Um Ideen zu generieren, wird die Entwicklung leistungsfähiger Managementkonzepte unterstützt, die den stetigen Wissensaustausch der Beschäftigten aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen fördern.

Gefördert werden Projekte, die

- Lösungen entwickeln, um schutzwürdiges Produktionswissen zu definieren, zu sichern und verfügbar zu halten und
- neue Lernformen für Produktionswissen und lebenslanges Lernen in der Fabrik der Zukunft unterstützen.

## Massenproduktion

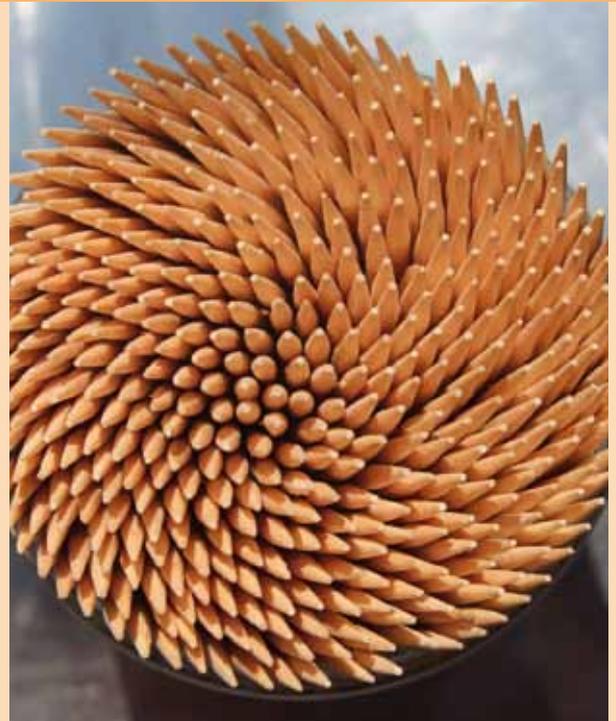
Die Ursprünge der industriellen Massenproduktion liegen im Frankreich des 19. Jahrhunderts, doch der Ansatz verebte aus beschäftigungspolitischen Gründen. Aber das Prinzip wurde in den USA wieder aufgegriffen und im Laufe der Zeit, mit wachsender Präzision, auch auf komplexe Konstruktionen wie Nähmaschinen, Fahrräder, Schreibmaschinen und schließlich Autos ausgedehnt.

Die Beherrschung der Massenproduktion von großen Systemen wie Automobilen ist für ein Industrieland wie Deutschland unverändert wichtig; aber auch einfache Produkte wie Dübel und Messer können attraktiv sein, wenn sie sich wirtschaftlich herstellen lassen und einen Namen haben. Die deutschen Hersteller stehen dabei allerdings unter einem großen Konkurrenzdruck; wegen der technologischen Reife einfacher Produkte können sie in sehr vielen Ländern problemlos hergestellt werden. Um dennoch Wertschöpfung in Deutschland halten zu können, werden viele Gegenstände mittlerweile hier entwickelt und konstruiert und auswärts gefertigt. Die arbeitsteilige Massenproduktion geht ohnehin über Grenzen. Schon an einer guten LED-Taschenlampe können mehr als fünf Länder beteiligt sein.

Ein Mittel, dem Konkurrenzdruck ein Stück weit auszuweichen, ist die Individualisierung der Massenproduktion. Im einfachsten Fall könnte man dabei an einen Kugelschreiber denken, der den Namenszug des Besitzers trägt. Ein weiterer typischer einfacher Gegenstand, der durch Individualisierung gewinnt, ist die Handy-Hülle. Die Zahl der – durch moderne Technik schnell realisierbaren – Variationen des Grundmusters wächst derzeit so schnell wie die Zahl modischer Textilien.

Am gehobenen Ende steht ein Auto, das wunschgemäß etwas anders aussieht als alle anderen Exemplare seiner Baureihe, mitsamt einer individuell zusammengestellten Inneneinrichtung. Extrawünsche lassen sich bezahlbar erfüllen, wenn die Hersteller – womöglich herstellerübergreifend – auf Baukastenelemente zurückgreifen können, die nur oberflächlich variiert werden müssen.

Die Hightech-Industrie kann besonders raffiniert variieren. Da die Entwicklung eines Elektronik-Chips sehr teuer ist, die Produktionskosten aber nur wenig von seiner Komplexität abhängen, werden Chips häufig



Renaissance heimischer Massenprodukte: Mittlerweile kehren selbst Produzenten von scheinbar Trivialem wie Zahnstocher zum Produktionsstandort Deutschland zurück.

auch für einfachere Anwendungen in ihrer vollen Komplexität realisiert, die dann durch äußere Beschaltung reduziert wird. Der Käufer eines Smartphones mag sich bei der Vorstellung ärgern, dass sein Gerät eigentlich viel mehr könnte, wenn es nicht künstlich begrenzt würde; nur: logisch ist das nach etwas Nachdenken nicht. Dem Trick liegt einfach eine Mischkalkulation zugrunde, die es für alle billiger macht.

Oft lohnt es sich für die Hersteller scheinbar einfacher, massenproduzierbarer Dinge auch, in Qualität und Raffinesse zu investieren, denn das spricht sich herum. Die einschlägigen Geschäfte für Kochutensilien etwa sind auch im europäischen Ausland reich mit deutschen Erzeugnissen bestückt, vom Messerblock zum Dampfkochtopf, meist in ausgezeichneter Qualität.

Die Maschinen für die Massenproduktion scheinbar einfacher Teile sind überdies oft keineswegs trivial, eine Getränkedose mit 0,06 mm Wandstärke herzustellen erfordert alle Regeln der Kunst.

# Forschung für Dienstleistung

**Das Spektrum von Dienstleistungen reicht von personenbezogenen Dienstleistungen über komplexe technik- und produktbezogene und wissensintensive Dienstleistungen bis hin zu IT-Diensten sowie Dienstleistungssystemen für Infrastrukturleistungen wie Sicherheits-, Verkehrs- oder Energiesysteme. Dienstleistungssysteme bündeln Anbieter, Unternehmen und Organisationen über Branchen hinweg und beziehen Kunden und Nutzer meist mittels IuK-Technologien als Koproduzenten aktiv in den Leistungserstellungsprozess ein.**

Auch in Zukunft wird ein typisches Merkmal von Dienstleistungen die Gleichzeitigkeit von Leistungserstellung und Verbrauch sein (Uno-actu-Prinzip). Neben diesen gebundenen Dienstleistungen werden in modernen entwickelten Volkswirtschaften zunehmend ungebundene Dienstleistungen bedeutsam, für die eine zeitliche und räumliche, insbesondere durch IuK-Technologien beförderte Entkoppelung von Produktion und Verbrauch charakteristisch ist. Darunter sind technische Ferndiagnose und -wartung ebenso zu verstehen wie Telemedizin oder eine global verteilte Softwareentwicklung.

Mehr und mehr verschwindet die harte Trennlinie zwischen Angeboten von Sachgütern und Dienstleistungen. Viele Sachgüter des Alltags oder des Maschinen- und Anlagenbaus können nur über technikgestützte und produktbezogene Dienstleistungen effizient eingesetzt werden und so ihren vollen Nutzen für Kunden entfalten. Dienstleistung garantiert den kontinuierlichen Nutzen der Leistung für den Kunden in der Nutzungsphase. Die Produkte als Gesamtangebot werden komplexer, da Produkt- und Dienstleistungskomponenten zu einem hybriden Leistungsbündel verschmelzen und aus einer Hand angeboten werden können.

Für Dienstleistungen gelten andere Innovationsmuster als für Sachgüter. Innovationen finden ganz selten durch direkte Forschung und Entwicklung in Unternehmen statt. Die für Dienstleistungen typischen Innovationsformen wie Prozessinnovationen, Bündelung verschiedener Leistungen zur Lösung komplexer Probleme oder neue Geschäftsmodelle entziehen sich klassischen Bewertungs- und Wahrnehmungsmustern wie FuE-Intensität der Produktion oder Patenten und Schutzrechten.

Der „Traffic Tower“ unterstützt die Verkehrsforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, DLR, durch die virtuelle Nachbildung von Straßenverkehr und Verkehrssteuerungsanlagen.



## Big Data – Datenmassen als Geschäftsmodell

Rund 2 Zettabyte wurden im Jahr 2012 weltweit an Daten produziert, das sind 1021 Bytes oder eine Milliarde Terabytes. Das ist einerseits beeindruckend, weil es das erreichte Ausmaß der Digitalisierung zeigt, andererseits besteht der Datenberg, der sich alle zwei Jahre verdoppelt, größtenteils aus Belanglosigkeiten. Er enthält aber auch Informationen, die für Wissenschaft, Politik, Telekommunikation/Medien, eCommerce/Versandhandel, Finanzwirtschaft, Versicherungen, Marktforschung, Verkehrslenker und andere mehr hoch interessant sind. Die Kunst, solche Information aus großen Datenmengen zu extrahieren wird – ein wenig wolkig – „Big Data“ genannt. Wer diese Kunst beherrscht, wird Unternehmen besser führen und maßgeschneiderte Dienstleistungen anbieten können. Wer etwa den Veranstaltungskalender einer Stadt kennt, die aktuellen Passagierzahlen öffentlicher und privater Verkehrsmittel, den Zustand der Verkehrswege, die Belegdichte der Hotels und so fort könnte Taxifahrern oder Carsharing-Betreibern gute Vorhersagen über das zu transportierende Publikum anbieten.

Big Data verspricht auf vielen Sektoren gute Erträge; ein eher praktisches Beispiel aus der Versicherungswirtschaft: Die ist daran interessiert, das Temperament jugendlicher Fahrer zu zügeln. Das könnte so gesche-

hen, dass ihr per Funk bestimmte Eigenheiten der Fahrweise übermittelt werden, Raser ließen sich so leicht identifizieren; wer dagegen als moderat fahrend erkannt wird, kann mit Rabatt rechnen. Ob das so kommt, ist ungewiss.

Big Data steht für den Versuch, aus sehr großen Datenvolumina mit ausgefuchsten statistischen Techniken subtile Spuren für Zusammenhänge zu extrahieren, mit denen sich etwas anfangen lässt, nicht nur in der Wissenschaft. So können im Prinzip – ein Beispiel aus den USA – detaillierte Sozialprognosen aus den über Kreditkarten verfolgbaren Verbrauchsdaten abgeleitet werden: Wird nur für kleine Beträge getankt? Gibt es weniger Restaurantbesuche? Mit dem Viertel geht es bergab. Dem stünde hier der Datenschutz entgegen.

Andere Unternehmen ermitteln aus anonymisierten Handy-Daten, mit welcher Fahrzeit ein potenzieller Hauskäufer zwischen Arbeitsplatz und seinem neu erworbenen Heim rechnen müsste. Nutzbringende Datenanalysen dieser Art gibt es potenziell sehr viele. Zweifellos ist auch ein Missbrauch massenhaft erhobener Daten möglich, auch die Missbrauchsverhinderung ist Gegenstand der Forschung.

Hinter dem Internet: Data Center Server Room von Strato.



## Innovationen mit Dienstleistungen für Zukunftsmärkte

Innovationen sind die zentrale Antriebskraft für wirtschaftliche Entwicklung und gesellschaftlichen Wohlstand. Das Streben nach neuen Ideen, ihre rasche und direkte Umsetzung in hochwertige und nutzenversprechende Anwendungen und ihre schnelle erfolgsversprechende Platzierung auf globalen Märkten sind Leitmotiv wirtschaftlichen Handelns. Innovationen erweisen sich als besonders erfolgreich und nachhaltig, wenn sie gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedarfe und Herausforderungen zum Ausgangspunkt für Zukunftsmärkte machen.

### Dienstleistungsinnovationen im Zentrum gesellschaftlicher Bedarfe

Wie schon im „BMBF-Aktionsplan DL2020“ angelegt, wird die vom BMBF geförderte Forschung für Dienstleistungen auf die Bewältigung gesellschaftlicher, kultureller und wirtschaftlicher Herausforderungen ausgerichtet. Diese Forschung schafft die Voraussetzungen dafür, dass Unternehmen mit Dienstleistungen in Zukunft weiter wettbewerbsfähig bleiben, sich an veränderte wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedingungen anpassen, hohen Nutzen entfalten und Wertschöpfung in Deutschland erzeugen. Wissensintensive, technische und personenbezogene Dienstleistungen sind dabei so zu gestalten, dass die Prozesse zuverlässig funktionieren und der Nutzen mit einer gleichbleibend hohen Leistungs- und Produktqualität gewährleistet wird.

Die Hightech-Strategie der Bundesregierung und die dort formulierten Zukunftsaufgaben wie Digitale Wirtschaft und Gesellschaft oder Gesundes Leben sind zentrale Anwendungsfelder für gesellschaftlich relevante und zukunftsfähige Dienstleistungsinnovationen, in denen sie großen Nutzen versprechen. Ökointelligente Dienstleistungen schließen weitere bedeutende Bereiche wie Handel, Konsum und Ressourceneffizienz ein. Die Integration der industriellen Produktion mit begleitenden Dienstleistungen zu hybriden Leistungsbündeln ist ein weiteres Feld für Innovationen.

## Klima und Energie

Aufbauend auf den großen politischen Entscheidungen im Jahr 2011, der Weichenstellung durch das 6. Energieforschungsprogramm sowie Aktivitäten wie dem Bürgerdialog »Energietechnologien der Zukunft«, bietet der gegenwärtige Zeitpunkt die Chance, die Energiewende mit Forschung für einschlägige Dienstleistungen zu unterstützen. Ziel ist dabei, Deutschland auch bei Dienstleistungen im Bereich Klima und Energie einen Vorsprung zu verschaffen. Nachhaltiges Wirtschaften, die Bereitstellung und Nutzung erneuerbarer Energien sowie der effiziente Umgang mit Ressourcen setzen Geschäftsmodelle voraus, die zielkonformes Handeln unabhängiger Akteure in Wirtschaftssystemen erst möglich machen. Die Herausforderung liegt hierbei in einer bewussten Gestaltung der Wertschöpfungsmuster unter Mitwirkung aller relevanten Akteure. Der momentane Übergang von der zentralen Energieerzeugung hin zu Mischformen der Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung wird als Paradigmenwechsel angesehen und erfordert Dienstleistungen in einem neuen und breiten Innovations- und Anwendungsfeld.

Dabei wird deutlich, dass sich eine neue Wertschöpfungsstruktur entwickelt, die Innovationen in verschiedenen Bereichen erfordert. Hierzu gehören beispielsweise der Wandel von Energieversorgern hin zu umfassenden Energiedienstleistern, Innovationen bei Geschäfts-/Kooperationsmodellen sowie die Gestaltung regulatorischer und finanzieller Rahmenbedingungen. Dienstleistung begleitet den gesamten Energielebenszyklus. In diesem Zyklus wird sich die

Die energieeffiziente Stadt nutzt alle Ressourcen.



Rolle des Kunden grundlegend verändern. War er früher lediglich passiver Verbraucher von Energie, so wird seine Rolle in Zukunft vielfältiger sein, denn er agiert mehr und mehr auch als Produzent von Energie und wird aktiver Adressat von neuen innovativen Geschäftsmodellen.

### Gesundheit und Ernährung

Immer mehr Menschen benötigen Dienstleistung für den Erhalt ihrer Gesundheit und für ihre Ernährung. Ihre zukunftsfähige Gestaltung hin zu Systemen umfassender Gesunderhaltung in der Gesellschaft verlangt geeignete Veränderungs- und Gestaltungsprozesse.



Die Forschung wird künftig auch die Photosynthese zur unmittelbaren Erzeugung von energiereichen Substanzen nutzbar machen.

Der Wandel hin zu mehr Prävention in allen Versorgungsprozessen, um Behandlungen zu vermeiden, wird effiziente, vernetzte und produktive Dienstleistungssysteme erfordern. Wenn integrierte und personalisierte Versorgungs- und Gesunderhaltungskonzepte an die Stelle der heute stark fragmentierten Versorgungsstrukturen treten sollen, wird es neuartige Leistungen und die Zusammenführung von derzeit noch vereinzelt angebotenen Dienstleistungen zu Dienstleistungssystemen geben müssen. Neue technische Möglichkeiten wie zum Beispiel Internetplattformen oder Social Media in Verbindung mit innovativen Dienstleistungsstrukturen ermöglichen eine nahtlose, integrierte und individuelle Versorgung und Unterstützung bei Beratung, Prävention, Diagnose, Therapie und Pflege.

In diesem Bereich kommt Interaktionsprozessen zwischen den Menschen sowie zwischen Mensch und

Technologie eine zentrale Bedeutung zu. Die Forschung für Dienstleistungen kann hier entscheidende Beiträge leisten. Technologische Entwicklungen in der Medizintechnik, individualisierte Medizin und gezielte Prävention müssen zum Nutzen der Menschen Hand in Hand gehen mit dem Ausbau von z. B. Netzwerken aus Patienten, Angehörigen, Ärzten und Pflegepersonal um das Ziel eines selbstbestimmten Lebens zu erreichen. Die Kooperation zwischen Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltungen, Gesundheitsorganisationen sowie bürgerschaftlichen Initiativen ist unabdingbar.

Gesundheit und Ernährung sind nicht nur grundlegende gesamtgesellschaftliche Bedürfnisse in Deutschland. Sie sind auch Teil eines globalen Systems der Gesundheitsversorgung und Prävention. Die Gestaltung wissensbasierter und menschengerechter Servicemodelle, die diesen komplexen Versorgungssystemen im globalen Kontext gerecht werden, bilden einen Schwerpunkt künftiger Forschung für Dienstleistungen.

### Mobilität

Mobilität bedeutet eine Vielfalt nicht nur technischer Herausforderungen. Neue Mobilitätsformen wie z. B. Elektromobilität global zu gestalten, erfordert heute die Konzeption von Mobilitätssystemen als integrierte Dienstleistungssysteme. Als Querschnittsdisziplin bilden Dienstleistungen den Nährboden für die Entwicklung und Gestaltung neuartiger und nachhaltiger Angebote und Geschäftsmodelle im Rahmen intermodaler Mobilitäts- und Logistikkonzepte. Intelligente und innovative Dienstleistungsbündel können wesentlich dazu beitragen, dass neue Nutzungskonzepte durch

In der Stadt können Kuriere mit Elektrolastenträgern billiger und fixer sein als Autofahrer, und sauber sind sie ohnehin.





vernetzte Mobilitätsträger verfügbar und erlebbar werden. Die künftige Wertschöpfung ist damit weniger auf den jeweiligen einzelnen Verkehrsträger bezogen, sondern rückt die Systemleistung „Integrierte Mobilität“ ins Zentrum der Gestaltung.

### Sicherheit

Die zentrale Herausforderung ist hier die Integration sicherheitstechnischer Geräte und Dienstleistungen zu leistungsfähigen Produkt-Service-Systemen in realen physikalischen und in virtuellen, vernetzten Welten. Die jeweiligen Lösungen sollen möglichst unsichtbar im Hintergrund, gleichzeitig aber sehr leistungsfähig arbeiten. Wenn sie dennoch für Nutzer sichtbar werden, müssen sie sich zur Erzielung von Technologieakzeptanz durch eine besonders einfache Nutzbarkeit (Usability) auszeichnen. Die deutsche Forschung für Dienstleistung hat mit ihren Arbeiten zur hybriden Wertschöpfung integrierter Produkt-Service-Angebote bereits ein starkes Fundament geschaffen, das es forschend weiterzuentwickeln gilt.

### Kommunikation

Die vernetzte Welt dringt immer stärker in das Alltags- und Arbeitsleben ein und beherrscht schon heute den Arbeitsalltag. Informations- und Kommunikationstechnologien sind auch die Grundlage vieler Dienstleis-

Die zunehmende Urbanisierung ermöglicht – und erfordert – neue Dienstleistungskonzepte.

tungen; ermöglichen dabei die Aufhebung von Raum und Zeit und forcieren so die globale Arbeitsteilung. Dienstleistungen werden zum strategischen Enabler, der die Potenziale der IuK-Technologien für Wirtschaft und Gesellschaft entfalten hilft. Als „Internet der Dienste“ organisiert und automatisiert das virtuelle Netzwerk in Zukunft Dienstleistungen aller Art. Heute schon geläufige Anwendungen sind die Paketverfolgung am eigenen PC über das Internet oder die automatische Bestellung und Lieferung von Druckerpatronen, wenn ein bestimmter Füllstand unterschritten wird. Das „Internet der Dinge“ wird die Produktion revolutionieren. Es wird die Individualisierung der Produkte, die Integration der Kunden, Zulieferer und Geschäftspartner in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse und die Verkoppelung von Produkten und Dienstleistungen weiter vorantreiben. Was auf den ersten Blick wie ein stark technologielastrisches Thema erscheint, birgt letztlich eine hohe Relevanz für neue Dienstleistungssysteme und dienstleistungsbezogene Fragestellungen.

Mit der BMBF-Initiative „Industrie 4.0“ finden diese Anwendungen und Prozesse eine konsequente und zukunftsweisende Fortführung für das verarbeitende Gewerbe. Kommunikationstechnologien werden es erlauben, dass zu fertigende Produkte sich quasi selbst freie Produktionskapazitäten suchen und dafür



Eingehende Lieferungen werden im Siemens-Logistikzentrum automatisch per Funkchip erfasst.

Produktionssteuerungsdaten aus den „Clouds“ selbstständig abgerufen werden. Produkte erhalten ein elektronisches „Gedächtnis“. Produkteigenschaft und Lieferketten werden nachvollziehbar und miteinander verbunden. Erforderlich wird ein durchgängiges Dienstleistungsengineering aller Prozesse der Produktion und der vor- und nachgelagerten Bereiche, um die wirtschaftlichen Potenziale von „Industrie 4.0“ umfassend nutzen zu können.

### Demografie

Aufgrund der demografischen Entwicklung in Deutschland nimmt der Bedarf an Lösungen für ein selbstbestimmtes Leben und Arbeiten auch im Alter zu. Aufbauend auf der „Forschungsagenda der Bundesregierung für den demographischen Wandel“ sind die Chancen der demografischen Veränderungen aktiv zu nutzen. Vorhandene berufliche, gesellschaftliche sowie soziale Kompetenzen junger und älterer Menschen müssen genutzt werden mit dem Ziel, die mit der demografischen Entwicklung verbundenen Herausforderungen zu gestalten. Oberstes Ziel ist die Gewährleistung und Sicherstellung einer selbstständigen Lebensführung älterer Menschen sowie der Hochbetagten. Dienstleistungen tragen dazu bei, bei guter Gesundheit älter zu werden, sie ermöglichen gesellschaftliche

Teilhabe in Form der Aufrechterhaltung der räumlichen Mobilität und der Kommunikationsfähigkeiten, unterstützen das sichere und unabhängige Wohnen in gewohnter Umgebung und sorgen insgesamt für mehr Lebensqualität.

Technische Assistenz spielt hierbei eine wichtige Rolle, ihre Einbettung und Vernetzung mit Dienstleistungssystemen ist hierfür essenziell. Sie hilft mobil zu bleiben, sorgt für häusliche Sicherheit und kann, wenn erforderlich, Hilfe aktivieren. Bei alledem müssen – unter Hinzuziehung der Kunden, Nutzer, Angehörigen oder Anbieter – rechtliche, ethische und soziale Gesichtspunkte bedacht und berücksichtigt werden.

Helfer im Alter: kombinierte Bewegungs- und Helligkeitssensoren sowie WLAN-Armbanduhren schlagen Alarm, sobald etwas nicht stimmt.



## Dienstleistung

Die hoch technisierte Umwelt bietet zahllose Gelegenheiten für Dienstleistungen, selbst in großer Höhe. Die Triebwerke gut ausgerüsteter Fluggesellschaften etwa werden von entsprechenden Dienstleistern im Flug kontinuierlich überwacht; treten unerwartete Vibrationen oder Temperatursprünge auf, erfährt das nicht nur das Cockpit sondern, via Satellit, auch eine Bodenstation, günstigenfalls der Wartungsflughafen, der eine Diagnose stellt und gegebenenfalls automatisch die notwendigen Ersatzteile beschafft. In den Wartungszentren werden die Triebwerksdaten gesammelt, so dass im Laufe der Zeit ein „BIG DATA“-Pool entsteht, aus dem Software wichtige Erkenntnisse etwa über Versagenswahrscheinlichkeiten und deren Minimierung destillieren kann – ein „Value Added Service“, der sich auf viele Datensammlungen gewinnbringend anwenden lässt.



Engineering Software hilft bei der Auslegung von Systemen.

Dienstleistungen sind häufig so an ein bestimmtes Produkt gebunden, dass erst beide zusammen einen Sinn ergeben. So beim Mobiltelefon, dass einer aufwändigen dienstleistenden Infrastruktur (Sendemasten, Verwaltung, Computer etc.) bedarf, deren Kosten durch Verträge zurückgeholt werden müssen. Der etwas sperrige Fachausdruck für solche Konstruktionen heißt „hybride Leistungsbündel“. Deren Entwicklung gilt als besonders förderungswürdig, weil mit vergleichsweise bescheidenem Aufwand große Effekte, gerade auch Beschäftigungseffekte, erzielt werden können.

Maschinen werden immer häufiger nur zusammen mit einer Dienstleistung verkauft, etwa einer proaktiven Wartung, bei der Sensoren in und an der Maschine einen möglichen Ausfall so frühzeitig melden, dass der Service den Ausfall verhindert.

Aber auch mit klassischen, personenbezogenen Dienstleistungen sind beeindruckende Geschäftsmodelle möglich. Wie hilft sich der Mensch heute, wenn er/sie sich – in einem Einzelhaushalt, die Verwandtschaft weit verstreut, Freunde sehr beschäftigt – ein Bein bricht? Das kann heute und erst recht in der Zukunft so gehen: Man erwirbt via Internet bei einer seriösen Dienstleistungsgesellschaft eine Anzahl „Credits“ und bestellt einen freundlichen Helfer, der die Einkäufe erledigt und im Haushalt das Notwendige tut. Die Helfer werden fair bezahlt, sind versichert und auf Verlässlichkeit geprüft und rechnen die benötigte Zeit nach Eingabe eines Codes bei einer Zentrale ab. Die Angaben werden vom Kunden gegengecheckt, die Credits verrechnet, alles via Web und Informationstechnologie.

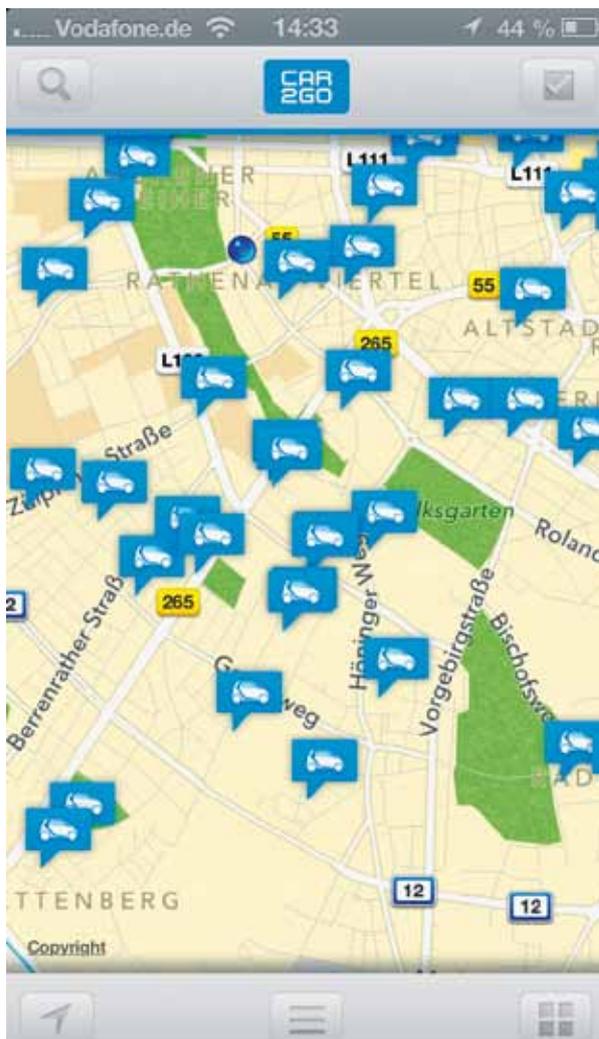
Mittlerweile entstehen auf dem Hintergrund der neuen technischen Möglichkeiten Dienstleistungen am laufenden Band, die etwa ein sehr individuelles Müsli möglich machen oder eine plastische Vorschau möglicher Inneneinrichtungen zeigen oder für Hollywood einen weißen Hai nach einem Hubschrauber schnappen lassen – die Zahl der Möglichkeiten ist unbegrenzt.

Für anspruchsvolle industrielle Dienstleistungen entwickelt die in Deutschland entstandene Disziplin des Service Engineering aus den Ingenieurwissenschaften entlehnte Methoden, auch Dienstleistungen auf ähnlich strenge und effiziente logische Grundlagen zu stellen wie sie bei der Entstehung eines Produktes zum Tragen kommen. Die Forschungsarbeit zahlt sich durch Produktivitätszuwächse und eine verbesserte Qualitäts- und Prozesssicherheit aus. Damit einher geht ein Paradigmenwechsel, bei dem nicht mehr der Besitz eines Produktionsmittels im Mittelpunkt steht sondern dessen ggf. durch Dienstleistung vermittelter Nutzen.

## Handlungsfelder der Forschung für Dienstleistung

Die künftigen Handlungsfelder werden im Wesentlichen von den Bereichen der technischen, der wissensintensiven und der personenbezogenen Dienstleistungen bestimmt. Hinzu kommt ein Perspektivenwechsel in der Betrachtung der Wertschöpfung: Nicht mehr die getrennte Betrachtung von Sachgut und Dienstleistung oder Produzent und Nutzer einer Leistung steht im Fokus, sondern die Verschmelzung beider Elemente zu einem hybriden Leistungsbündel unter Einbezug der Beteiligten. Die Wertschöpfung

car2go - eines von mehreren Autoverleih-Konzepten, das verstreut aufgestellte Autos im Minutentakt zu mieten erlaubt. Das Konzept macht von vielen neuen Techniken Gebrauch, darunter Smartphone mit GPS zum Orten, Reservieren und Bezahlen.



zeichnet sich nicht mehr durch die Produktion eines Gutes oder einer einzelnen Dienstleistung aus, sondern durch die fortlaufende Sicherstellung des Nutzens. Dienstleistung spielt in der Entkoppelung von Ressourcenverbrauch, wirtschaftlichem Wachstum und Wohlstand eine zentrale Rolle.

Autos, Handys, MP3-Player oder Digitalkameras werden für Nutzer erst durch parallel damit verbundene Dienstleistungen zum Erlebnis; Maschinen und Anlagen werden erst durch technisch basierte verfügbarkeitsbezogene Dienstleistungen zur Plattform für ressourcenschonende, systematische und effektive Wertschöpfung, und mit technischen Assistenzsystemen gekoppelte Dienstleistungen können einen hohen Beitrag für ein selbstbestimmtes und sicheres Leben leisten. Es wird kein Produkt per se mehr verkauft, sondern Kundennutzen umfassend befriedigt, meist durch hybride Leistungen, indem Sachgüter und Dienstleistung zu einer Einheit verschmelzen und als ein integriertes Produkt angeboten werden.

Ausgehend von den prioritären Zukunftsaufgaben bei der Weiterentwicklung der Hightech-Strategie der Bundesregierung ist es die Aufgabe der Forschung für Dienstleistung, die erforderlichen Grundlagen sowie neue Methoden zur Gestaltung und zum Management innovativer Dienstleistungssysteme in Wirtschaft und Gesellschaft zu schaffen, Dienstleistungen zu verstehen, zu entwickeln und zum Wohle der Menschen zu gestalten. Damit können Unternehmen wie auch Kunden bzw. Nutzer optimal von den Wachstumschancen durch dienstleistungsbasierte Wertschöpfungssysteme profitieren.

Grundlage der Beherrschung und Gestaltung dieses Perspektivenwechsels ist die Entwicklung einer systemischen Analyse der Wertschöpfungsprozesse und damit verbundener Dienstleistungen. Bisherige funktionale Ansätze wie Dienstleistungsmarketing, Service Operations Management oder Technologiemanagement sind nicht mehr ausreichend, um diesen Perspektivenwechsel zu unterstützen. Nötig sind geeignete Architekturen offener, kundenintegrierender Wertschöpfungsmodelle, die es systematisch erlauben, Kunden, Zulieferer und Kooperationspartner intensiver als bisher und in wechselnden Rollen einzubinden.

Treiber für diese innovativen Wertschöpfungsarchitekturen sind dabei – neben veränderten Lebensstilen und Konsummustern – neue, meist auf IuK-Technologien beruhende innovative Geschäftsmodelle z. B.



innerhalb der Bereiche Gesundheit, Sicherheit oder Mobilität, die neuen Mehrwert und Nutzen erzeugen. Aufgabe der Forschung ist es, Geschäftsmodellinnovationen durch die Identifikation von erfolgreichen Mustern und effektiven Methoden der Beschreibung, Analyse, Simulation und Engineering zu fördern. Auch die Übertragung von klassischen Methoden des Produktlebenszyklusmanagements (PLM) auf den Bereich komplexer Dienstleistungssysteme ist eine weitere wissenschaftliche Herausforderung mit hohem Nutzen für die Wirtschaft. Dienstleistungsindustrialisierung erfordert Plattformstrategien, Produktfamilien, Modularisierung und Standardisierung – Vorgehensweisen, die im industriellen Bereich gang und gäbe sind und nach erweiterten Konzepten eines Service Engineering verlangen.

Die aktive Integration des Kunden und Nutzers stellt einen elementaren Bestandteil der Dienstleistung und ihrer Qualitätssicherung dar, die ohne diese Mitwirkung erst gar nicht zu Stande kommt. Dabei erfolgt diese Integration mehr und mehr über IKT-Schnittstellen zwischen Anbietern und Kunden. Die Professionalisierung der Kunden und Nutzer seitens der Unternehmen ist ein weiterer zentraler Baustein für effektive Dienst-

Der Ein- und Ausfädelassistent unterstützt den Fahrer beim Finden der passenden Lücke zum Auffahren auf die Autobahn.

leistung. Derzeit sind Unternehmen darauf ebenso wenig eingestellt wie Kunden und Nutzer. Die Gestaltung offener Innovationsprozesse und die Unterstützung der Interaktionskompetenz der Akteure ist ein neues Gestaltungsfeld der Forschung für Dienstleistung.

Die nachhaltige Erschließung der wirtschaftlichen Potenziale der Handlungsfelder durch neue Wertschöpfungsarchitekturen und Geschäftsmodelle hängt entscheidend von der Effizienz und Produktivität der Dienstleistungen ab. Daher müssen Formen der Gestaltung und Anwendung von Dienstleistungssystemen und ihrer Leistungsprozesse erarbeitet werden, die Dienstleistung skalierbar, verlässlich und produktiv machen. Gerade für die übergreifende Gestaltung von dienstleistungsbasierten Wertschöpfungsstrukturen hin zu einer höheren Arbeitsteilung werden Modularisierung und Standardisierung zu einer wichtigen Grundlage, für deren Entwicklung die deutsche Forschung für Dienstleistung gute Voraussetzungen mitbringt.

## Service-Engineering – Die Formalisierung von Dienstleistungen

„Eine Dienstleistung ist gegenstandslos und deshalb nicht greifbar. Sie ist bis zum Zeitpunkt ihres Kaufs auch unsichtbar“, weiß die Schrift des Instituts für Technik der Betriebsführung im Deutschen Handwerksinstitut e. V. „Dienstleistungen systematisch entwickeln – ein Methoden-Leitfaden für den Mittelstand“.

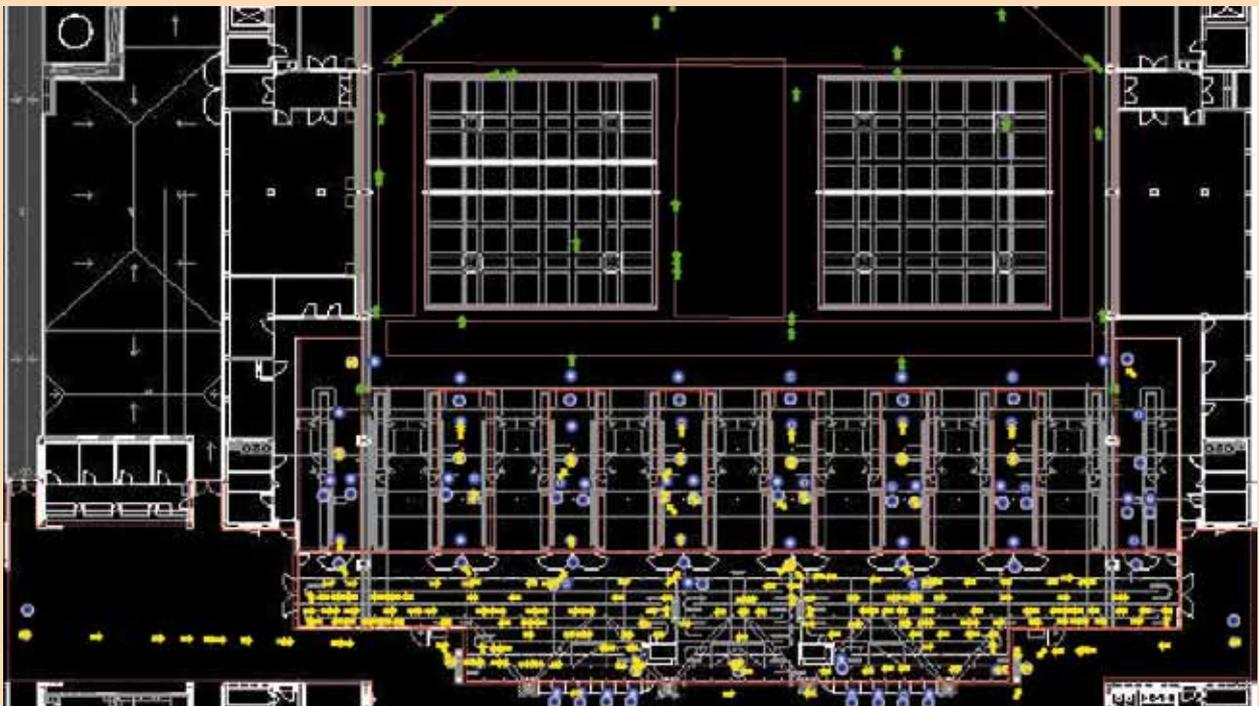
Nicht zuletzt dieser flüchtige Charakter dürfte eine ingenieurmäßige Systematisierung von Dienstleistungen lange verzögert haben. Eben das aber ist, vom BMBF gefördert, unter dem Begriff „System Engineering“ im Lauf der letzten 15 Jahre erfolgreich in Angriff genommen worden.

Ein Resultat ist der oben genannte Methoden-Leitfaden für den Mittelstand, in dem es darum geht, „erfolgreich angewendete Methoden und Vorgehensweisen aus dem produzierenden Sektor wie z. B. Konstruieren, Entwickeln, Erproben und Optimieren konsequent auf

- die SMART-Methodik (Spezifisch – Messbar – Attraktiv – Realistisch – Terminiert)
- ein Morphologisches Tableau
- ein Service-Blueprinting-Schema
- eine Kundenbefragungsvorlage etc.

Die Praxistauglichkeit des Verfahrens ist in einer ganzen Reihe mittelständischer Unternehmen unter Beweis gestellt worden. Die Vorteile: Mit einem ausgefeilten Dienstleistungsangebot hebt sich ein Unternehmen deutlich von den Wettbewerbern ab, bindet den Kunden, senkt häufig die Unternehmenskosten, erwirbt eine höhere Kompetenz und motiviert die Mitarbeiter.

Planungshilfe: Simulation eines Wartebereichs am Flughafen mit anschließender Sicherheitskontrolle.



den Dienstleistungssektor zu übertragen. Das Service Engineering stellt den Betrieben damit einen entsprechenden ‚Werkzeugkasten‘ zur Verfügung.“

Die „Werkzeuge“ sind vielgestaltig und enthalten

- einen Aktivitätenfilter,
- Check-Listen zum Messen der Dienstleistungskompetenz,
- SWOT-Analysen,

Das legt auch der Ursprung des Instrumentariums dieser Art Service Engineering nahe; so geht der morphologische Anteil auf den Schweizer Professor Fritz Zwicky zurück, der mit dem „morphologischen Kasten“ in der Astronomie glänzende Erfolge erzielte – Entdeckung von Supernovae, dunkler Materie – und ganz nebenbei den verlustfreien Zuschnitt von Milchkartons ermittelte.

## Aufgaben und Herausforderungen

Die Analyse der wirtschaftlichen Potenziale der Bedarfs- und Anwendungsfelder hat gezeigt, wie wichtig es ist, die Forschungsförderung thematisch zu verdichten. Es werden hierfür Bereiche beschrieben, in denen Innovationen in hohem Maße durch Dienstleistungen angeregt werden und eine hohe wirtschaftliche Wirksamkeit erwarten lassen. Gleichzeitig kann man davon ausgehen, dass die beschriebenen Bereiche auch geeignet sind, einen der Nachhaltigkeit dienlichen Perspektivenwechsel voranzubringen. Die Aufgaben der künftigen Forschung für Dienstleistung liegen in der Unterstützung von Wirtschaft, Unternehmen und Konsumenten bei der Bewältigung der hierbei entstehenden Herausforderungen.

Neue Diagnose- und Wartungsverfahren: Ein 3D-Bauplan mit Reparatur-Anleitung wird in die Datenbrille oder ein Display eingeblendet.

## Kundenintegrierende Dienstleistungssysteme – Chancen für neue Geschäftsmodelle

Kunden stellen hohe Anforderungen an Individualität, Qualität, Service, Funktionalität und Nutzen eines Produkts oder einer Leistung, mit – je nach Lebenslage – wechselnder Gewichtung. Damit gehört kundenintegrierenden Dienstleistungssystemen die Zukunft. Ob einfache Dienstleistung oder komplexe Systeme – ohne die Berücksichtigung des Kundenfaktors wird kaum noch eine Dienstleistung dauerhaft erfolgreich sein. Kundenanforderungen zu verstehen, zu interpretieren und lösungsgerecht umzusetzen, stellt für Unternehmen eine große Herausforderung dar, der häufig geschlossene, hierarchische Strukturen entgegenstehen. Dabei ist gerade die aktive Einbindung der Kunden in den Prozess der Leistungserstellung für Unternehmen ein entscheidender Faktor für den wirtschaftlichen Erfolg. In Zeiten von Social Media ist zudem die Kommunikation von Kunde zu Kunde von wachsender Bedeutung für die Bewertung eines Unternehmens –



positiv wie negativ. Über Open Innovation und Crowd Sourcing werden schon heute externe Wissensträger Teil der betrieblichen Arbeitsteilung. Über Internet-technologien können sie Produkte selbst gestalten und an Lösungen mitarbeiten. Wartungsmitarbeiter etwa, die direkt beim Kunden arbeiten, können von dort Ideen und Anregungen für Innovationen in das eigene Unternehmen mitnehmen. Unternehmen erhalten damit wertvolle Hinweise für Marktentwicklungen und Kundenanforderungen, die in neue Geschäftsmodelle umgesetzt werden können. Kunden sind wichtige Informationsquellen und Wissensträger für neue Produkte, neue Lösungen und bessere Prozesse. Kunden können zu Ko-Produzenten und Ko-Innovatoren werden, wenn sie, was immer häufiger geschieht, in die Prozesse der Erstellung der Dienstleistung selbst eingebunden sind.

Die Qualität von kundenintegrierenden Dienstleistungssystemen ist von den Kooperations- und Kommunikationsaktivitäten der Beschäftigten und der Kunden abhängig. So können Kunden- und Nutzerbedürfnisse zum Ausgangspunkt für Innovationsprozesse werden. Unterstützt und beschleunigt werden diese neuen und zukunftssträchtigen Entwicklungen durch die vielfältigen Neuerungen in der Informations- und Kommunikationstechnologie, diese bilden die Schnittstelle zum Kunden.

Aus der Kundenintegration ergeben sich für Unternehmen eine Vielzahl von neuen Möglichkeiten und Chancen, sich langfristig und erfolgreich am Markt zu behaupten. Die Ausrichtung sämtlicher relevanter Innovationsaktivitäten eines Unternehmens auf die Bedürfnisse seiner Kunden gestattet den Übergang vom Produktvermarkter zum Lösungsanbieter. Anstelle eines einzelnen Produkts oder einer einzelnen Dienstleistung steht die sich aus der Interaktion mit dem Kunden ergebende Lösung – meist im Sinne hybrider Leistungsbündel aus Sachgut und Dienstleistung – im Zentrum innovativer Geschäftsmodelle. Geschäftsmodellinnovationen integrieren bewusst die Kunden- und Nutzersicht. Die Herausforderung für Unternehmen besteht darin, ihre bisher starren Prozesse, Organisationsstrukturen und die Wege der Professionalisierung ihrer Mitarbeiter auf den Faktor „Kunde“ mit all seiner Dynamik auszurichten.

Es sollen Maßnahmen initiiert werden, die

- mit neuen Geschäftsmodellen den Perspektivenwechsel vom Produzenten zum Lösungsanbieter

durch Dienstleistungen unterstützen;

- in Geschäftsmodellen die Wechselverhältnisse zwischen Service-Organisation, Service-Produkten, Service-Kultur und Service-Technologie reflektieren;
- eine dienstleistungsorientierte Architektur für kundenintegrierende Leistungssysteme erarbeiten und für innovative Geschäftsmodelle nutzbar machen.

### Dienstleistungen für eine nachhaltige Ressourcennutzung

Nachhaltige Ressourcennutzung ist ein Gebot der Stunde und eine Frage von Produktions-, Lebens- und Konsumweisen. Dienstleistung spielt hierbei eine zunehmend wichtigere Rolle. Sie kann dazu beitragen, dass der „ökologische Fußabdruck“ verkleinert wird.

Allerdings sind die Potenziale nachhaltig wirkender Serviceleistungen – seien sie wirtschaftlicher oder gesellschaftlicher Art – bei weitem noch nicht erkannt und ausgeschöpft. Das aber wird immer wichtiger, auch weil die Kunden angebotene Dienstleistungen nach ihrem Beitrag für eine nachhaltige Wirtschaftsweise zu hinterfragen beginnen.

Zu einem der wichtigsten, strategischen Elemente bei der Etablierung einer nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung durch Dienstleistungen gehört der Wandel zu einer nutzenorientierten Ausrichtung des Wertschöpfungsprozesses. Ein erstes Beispiel für diese Entwicklung sind Mobilitätskonzepte, die Mobilität als Dienstleistung definieren und damit den Besitz des materiellen Gutes „Auto“ zu Gunsten einer passgenau kreierten Mobilitätsdienstleistung in den Hintergrund treten lassen. Dann liegt der Nutzen des PKW nicht im Besitzen sondern in der Erbringung einer (Teil-) Mobilitätsdienstleistung, die unabhängig von der Frage des Eigentums am PKW erbracht werden kann. Mobilitätsdienstleister müssen dabei in der Lage sein, basierend auf der Auswertung umfassender Daten zu Verkehrsströmen, Taktung von Mobilitätsträgern und kundenspezifischen Daten (wie Vorlieben für bestimmte Routen oder Fahrzeugtypen) individualisierte Angebote verlässlich zu erstellen und anzubieten.

Ein anderes Beispiel ist der digitale Stromzähler (Smart Meter), der durch die Auswertung von Echtzeitdaten zum Energieverbrauch und der Koppelung mit Daten des Energieangebotes enorme Potenziale für



Mit der Einführung Erneuerbarer Energien öffnen sich neue Geschäftsfelder für Dienstleister.

neue Dienstleistungen bietet. Mit der frühzeitigen Verbindung von technischer Innovation und Geschäftsmodellinnovationen können Endverbraucher ihren Stromverbrauch und die Kosten für Strom optimal steuern. Da damit der Energieverbrauch im Tagesablauf gleichmäßiger verteilt werden kann, können Energiedienstleister den Energiemix und die Netzauslastung besser kalkulieren und effizienter managen. Ein wichtiger Faktor, um Verbraucher zur Nutzung eines Smart Meters anzuhalten, sind Tarifmodelle, die es erlauben, wirtschaftliche Vorteile durch Dienstleistung zu erschließen.

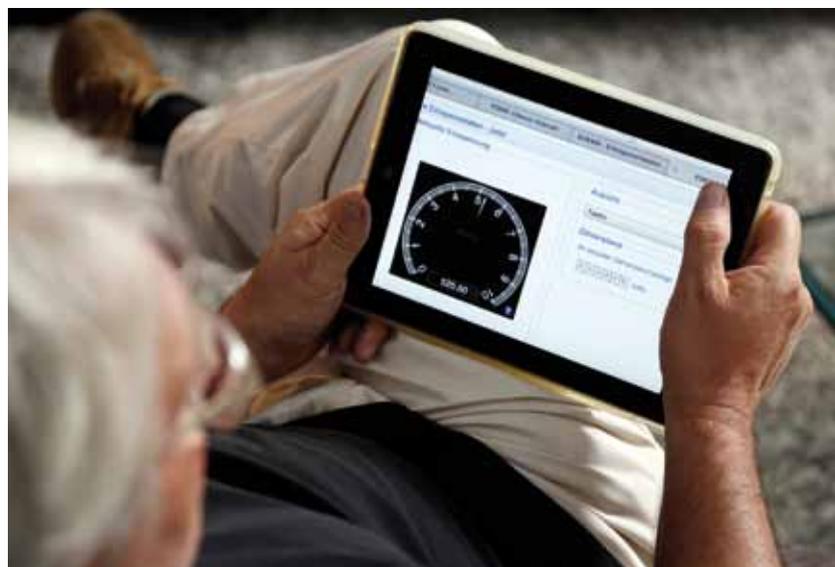
Damit Dienstleistungen einen effektiven und effizienten Beitrag für eine nachhaltige Ressourcennutzung leisten können, ist es erforderlich, sie frühzeitig mit technologischen Möglichkeiten zu verknüpfen und am Nutzen für Kunden auszurichten.

Es sollen Maßnahmen initiiert werden, die

- ausgehend vom Nutzen für Kunden Dienstleistungen für eine nachhaltigkeitsorientierte Ressourcennutzung erarbeiten und in die Anwendung überführen;
- IuK-Technologien und Dienstleistungskonzepte so verbinden und anwenden, dass eine nachhaltige Ressourcennutzung möglich wird;

- Echtzeit-Datenströme z. B. aus dem Bereich des Energieverbrauchs oder des Mobilitätsverhaltens dazu nutzen, ökoeffiziente Dienstleistungen anzubieten.

Schlaues Heim: Smart Meter informieren über den aktuellen Stromverbrauch und die günstigste Verbrauchsstrategie.



### Demografie und Gesundheit: Dienstleistungen für den Menschen

Die Bereiche Demografie und Gesundheit sind für Wirtschaft und Gesellschaft wichtige, eng miteinander verbundene Impulsgeber für die Zukunft. Da in beiden Bereichen personenbezogene Dienstleistungen erbracht werden, haben sie große strukturelle Ähnlichkeiten.

Der Wunsch, gesund alt zu werden, wird Treiber für neue und zusätzliche Dienstleistungen sein. Dabei geht es auch um die Verknüpfung von Dienstleistungen des so genannten 1. Gesundheitsmarktes und des 2. Gesundheitsmarktes, die im Zuge der demografischen Entwicklung für ältere Menschen mehr und mehr Nutzen stiftend werden. Die umfassende Integration der Dienstleistungen in diesen beiden Bereichen ist noch zu leisten.

Dienstleistung für den Menschen zeichnet sich durch eine personenbezogene Handlungslogik, Selbst- und Kommunikationsmanagement der Beschäftigten und den Umgang mit Gefühlen und Ungewissheiten aus. Dabei geht es auch darum, technische Lösungsmöglichkeiten wie assistierende Technologien in den Alltag zu integrieren. Ziel muss es sein, dass die Beschäftigten sich mithilfe der Technik auf den Kern ihres Wirkens – die Arbeit an und mit Menschen – konzentrieren können.

In den Bereichen Gesundheit und Demografie gibt es etwa bei der Erhebung von Nutzerbedarfen, niedrigschwelligen Technologieangeboten und der Integrationsleistung von verschiedenen Dienstleistungen (z. B. wohnungsbezogene Dienstleistung, Wellness, Sport, Pflege und Betreuung, soziale Teilhabe) einen erheblichen Forschungsbedarf und eine Anwendungslücke zu schließen. Erforderlich sind Geschäftsmodelle, die die Komplexität der Leistung erfassen, vom Nutzen für die Menschen ausgehend die gewünschten Leistungen zusammenstellen und aus einer Hand anbieten, implementieren und sie innerhalb der Nutzungsphase warten und anpassen.

### Beispiel: „Gesundheits- und Dienstleistungsregionen von morgen“ im Rahmen des Zukunftsprojekts „Auch im Alter ein selbstbestimmtes Leben führen“

Mit dem Wettbewerb „Gesundheits- und Dienstleistungsregionen von morgen“ aus dem Jahr 2012 greift das BMBF eine Initiative der Forschungsunion „Wirtschaft-Wissenschaft“ auf und ruft Wirtschaft, Wissenschaft, Organisationen und Intermediäre dazu auf gemeinsam an Lösungen in den Bereichen Gesundheit und Alter zu arbeiten und diese für die Menschen sichtbar und wirksam umzusetzen. Zur Bewältigung der komplexen Herausforderungen im Gesundheitsbereich und im Bereich der demografischen Entwicklungen sollen Forschungs- und Entwicklungsprojekte einen regional wirkungsvollen Beitrag leisten. Aus Sicht der Forschung für Dienstleistungen werden ganzheitliche und vernetzte Lösungen und Dienstleistungsinnovationen in den Feldern „Entwicklung und Implementierung von Präventionsnetzwerken“ und „Versorgungs- und Dienstleistungsnetzwerke für ein selbstbestimmtes Leben“ erwartet. In Regionen soll es gelingen, durch kreative Ideen, modellhafte Umsetzungskonzepte und -strategien insbesondere durch den Auf- und Ausbau und die Vernetzung zwischen den relevanten Akteuren regionale und organisationsspezifische Lösungsansätze zu erarbeiten und dauerhaft in die Praxis zu überführen.

Es sollen Maßnahmen initiiert werden, die

- technische Assistenzsysteme und Dienstleistungen zu integrierten Leistungssystemen bündeln, so dass sie das gesunde selbstbestimmte Leben im Alter fördern;
- mit Dienstleistungen einen Beitrag dazu leisten, die soziale Teilhabe und Integration in sozialen Netzwerken zu ermöglichen und damit den intergenerativen Zusammenhalt zu festigen;
- Dienstleistungssysteme so ausrichten, dass standardisierte Abläufe eine umfassende Versorgung und Unterstützung von hoher Qualität und Effizienz sicherstellen.

## Roboter – Helfer und Kollege

Roboter sind schon seit den 1970er Jahren unter uns. Sie machen gefährliche oder stumpfsinnige Arbeiten, für die Menschen zu schwach, zu empfindlich, zu langsam, zu ungenau, zu teuer oder einfach zu schade sind. Immer gleiche Handgriffe an einem Band, das unerbittlich vorrückt, sind für das Universalwesen Mensch eine schreckliche Zumutung.

Dem Kollegen Roboter macht das alles nichts aus. Mittlerweile sind weltweit über eine Million Roboter tätig, vornehmlich in der Industrie. 2014, schätzt die International Federation of Robotics, IFR, werden es 1,3 Millionen sein.

Zu den kräftigen Kerlen für's Grobe in der Automobilindustrie gesellen sich mehr und mehr sogenannte Service-Roboter, die filigraner und feinfühlicher sind und knifflige Arbeiten ausführen können, die bislang dem Menschen vorbehalten waren. Etwa die Endmontage eines Autos, die bislang nur zu 5% automatisiert ist, oder gar die Montage eines Mobiltelefons. Dessen Platinen werden natürlich lange schon von Automaten bestückt. Es ginge nun um das maschinelle Zusammenfügen größerer Komponenten zum Ganzen.

Roboter werden mehr und mehr auch unmittelbar für den Menschen tätig, etwa bei der Pflege von alten, hilflosen Personen. Japan, das traditionell wenig Vorbehalte personalisierten Maschinen gegenüber hat, ist hier Vorreiter. Panasonic hat 2009 den erhofften Umsatz mit sogenannten Partnerrobotern bis 2016 mit erstaunlichen 315 Milliarden US\$ beziffert. Auch

Toyota hat den Trend aufgegriffen. Es gibt Automaten, die mit Gummirollen Haare waschen und die Kopfhaut massieren können; motorisierte Gestänge zum Umbetten von Bettlägerigen; Betten, die sich auf Knopfdruck in einen Rollstuhl verwandeln; Einrichtungen, die beim Toilettengang und Duschen helfen usw. Vor allem der letzte Service wird dankbar aufgenommen, weil niemand sich vor einer Maschine schämen muss.

In Deutschland werden humanoide Roboter aus Sicherheits- und Kostengründen vorerst nicht eingesetzt. Lohnender erscheint die Fortentwicklung von Hilfen für das Krankenhauspersonal, etwa durch eine Teilautomation der Essens- und Medikamentenausgabe. Freundlich gestylte Servicewagen können Getränke für die Senioren bereithalten, die sonst womöglich zu wenig trinken.

Die Senioren beflügeln die Technik auch auf einem anderen wichtigen Sektor, dem der Mobilität. Ein großer Teil der Älteren ist ausgesprochen kaufkräftig und zählt zu den wichtigsten Kunden der Automobilindustrie. Andererseits lassen im Alter Sehvermögen und Reaktionsgeschwindigkeit nach. Fahrerassistenzsysteme können da nützlich werden; mehr und mehr wird auch autonomes Fahren angedacht, bei dem ein Automat das Fahren ganz übernimmt, zumindest auf ausgesuchten Strecken. Studien haben bereits große Akzeptanz signalisiert. Ein schöner Effekt wäre auch die mögliche Verdichtung und Verflüssigung des Verkehrs ohne Straßenzubau, bei vermehrter Verkehrssicherheit.



Mobile Notfallassistenzsysteme verhelfen älteren und gebrechlichen Menschen mithilfe von außen zu einem längeren Leben mit höherer Qualität und Sicherheit im eigenen Heim.

### IuK-Technologien und Dienstleistung

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) befördern die Entwicklung und Vermarktung von Dienstleistungen. IKT treibt einerseits die wirtschaftliche Bedeutung digital erbringbarer Leistungen und ermöglicht andererseits die Vernetzung von Beteiligten am Dienstleistungsprozess im globalen Maßstab. Sie stellt gewissermaßen die „Produktionsbasis“ von Dienstleistungen dar. Durch nun verfügbare Technologien werden erkannte Rationalisierungsbarrieren überwunden. Die Spannweite der Anwendungen ist recht breit und reicht vom bargeldlosen Zahlungsverkehr über technische Assistenz für z. B. mobilitäts- oder gesundheitseingeschränkte Menschen bis hin zur lückenlosen Überwachung von Transportwegen von Sachgütern mittels RFID im Szenario Industrie 4.0. Im Zuge dessen entwickelt sich die Rolle von Anbietern und Kunden als Akteure in Dienstleistungssystemen weiter, was unter dem Begriff der Interaktionsarbeit (Human-Service-Interaktion) als neues Paradigma thematisiert wird.

Immer mehr werden über das Netz Raum und Zeit verdichtet, so dass das für viele Dienstleistungen als typisch erachtete Uno-actu-Prinzip außer Kraft gesetzt und eine globale Produktionssphäre aufgebaut wird mit all ihren Konsequenzen für Unternehmen, Beschäftigte und die Wettbewerbssituation nationa-

Logistik 3.0: RFID-Steuerungssysteme, helfen künftig komplexe Warenströme zu lenken.



ler Unternehmen. Hightech-Entwicklungen treiben Hightech-Services (Smart Services) – dies wird klassisch als Top-Down-Innovation realisiert. Zunehmend lösen aber technische Bedarfe im Kontext von Smart Services die technologische Entwicklung aus. Dies entwickelt sich zumeist kunden-, bedarfs- und lösungsorientiert.

Seit geraumer Zeit wirkt ein neuer Digitalisierungsschub. Stichwörter dafür sind vernetzte eingebettete Systeme (Cyber Physical Systems, CPS), Internet der Dienste und Dinge. Sie revolutionieren die Produktionstechnologie und Produktionsvorgänge und bieten wiederum die Basis für neue Dienstleistungen rund um die Produktion und um Sachgüter. Technologie in Form von Diensten und Problemlösungen in Form von Dienstleistungssystemen wachsen zusammen. Hochtechnologie im IKT-Bereich ermöglicht gleichermaßen die produktive Entwicklung von Dienstleistungen. Simulation, Visualisierung, integrierte Entwicklungsumgebungen, Modularisierung, Plattformstrategien und Service-Lifecycle-Management sind hier einige bedeutsame Stichworte.

IuK-Technologien ermöglichen neue Dienstleistungen, andererseits kommen neue Dienstleistungen nicht ohne eine technologische Unterstützung aus, so dass sich eine stärkere Verknüpfung beider Bereiche anbietet. In der synchronen Entwicklung von technisch basierten Dienstleistungen – also der Zusammenarbeit von Technikern, Dienstleistern und Nutzern – liegen große wirtschaftliche Potenziale.

Es sollen Maßnahmen initiiert werden, die

- eine integrierte interdisziplinäre Betrachtungsweise auf Dienstleistungen erlauben und neue Möglichkeiten der Kundenkommunikation erarbeiten und umsetzen und hierfür die Potenziale von IuK-Technologien systematisch nutzen;
- IuK-technologiebasierte Interaktion mit den Kunden so gestalten, dass verschiedene Kundengruppen angemessen angesprochen werden und der Aspekt der Human-Service-Interaktion berücksichtigt wird;
- untersuchen, wie der Einsatz und die Nutzung von Technologie die Interaktion und Kommunikation im Dienstleistungssystem verändert und welche Auswirkungen dies für die Gestaltung der Leistungserbringung und für die Interaktion der Beteiligten untereinander hat.

## Service Exzellenz: Dienstleistungsqualität und Professionalisierung

Exzellente Dienstleistung anzubieten wird für Unternehmen immer wichtiger, um sich national und international im Wettbewerb behaupten und von Wettbewerbern abheben zu können. Service Exzellenz ist auch die Basis, Kunden einen optimalen Nutzen bieten zu können. Sie erfordert zudem professionell agierende Beschäftigte. Sie verlangt auch, dass Dienstleistungsqualität unabhängig von der Tagesform der handelnden Personen sicherzustellen ist; Prozesssicherheit ist dafür ein wichtiger Faktor. Dies gilt für technische, wissensintensive und personenbezogene Dienstleistungen gleichermaßen. Exzellente Dienstleistung ist in der Lage, durch gute Kundenbeziehungen Kunden zu binden und neue hinzuzugewinnen. Sie begeistert Kunden und vermittelt Beschäftigten Zufriedenheit für ihren Wertschöpfungsbeitrag. Schließlich wird Dienstleistungsqualität auch die Nachfrage nach Dienstleistungen anregen und eine entsprechende Zahlungsbereitschaft für gute Dienste wecken.

Service Exzellenz muss sich in allen wirtschaftlichen Bereichen wiederfinden. Entwickeln sich produzierende Unternehmen zu Anbietern hybrider Leistungen, in der Dienstleistung eine zentrale Rolle spielt, so müssen sie genauso gut erbracht werden wie das Kunden von Sachgütern erwarten. Service Exzellenz spielt auch in personenbezogenen Dienstleistungen eine zentrale Rolle. Hier steht sie in engem Zusammenhang mit der Fähigkeit und Kompetenz der Beschäftigten, für die Dienstleistungsqualität förderliche interaktive Beziehungen aufbauen zu können. Dienstleistungsqualität wird auch über die Kundenzufriedenheit definiert.

Qualität, Professionalität, Methodik, Optimierung und Perfektion stehen somit im Zentrum der Service Exzellenz. Dabei ist das Management von besonderer Bedeutung. Service Exzellenz bedarf einer Unternehmensstrategie, die Leitlinien, Wertvorstellungen und eine Führungskultur entwickelt, die Innovationsmilieus und Servicekulturen voranbringen.

Ein zentraler Aspekt sind hierbei die Beschäftigten, deren Einbeziehung in diese Strategie über den Erfolg entscheidet. Beschäftigte müssen gegenüber Kunden professionell und kooperativ auftreten, zugleich aber auch unternehmerisch tätig werden, um aus Kundenkontakten „Kapital schlagen“ zu können. Forschungs-



Datenanalyse für personalisierte Dienstleistung: Neben die Herstellung von Sachgütern tritt das Angebot von hybriden Produkt-Service-Kombinationen.

anstrengungen werden deshalb auf die systematische Entwicklung von Service Exzellenz und ihrer breiten Implementierung ausgerichtet.

Es sollen Maßnahmen initiiert werden, die

- Ressourcen und Fähigkeiten entwickeln und aufbauen, um mit herausragenden Prozessen Service Exzellenz zu erreichen;
- Service Exzellenz als Leitkultur ausarbeiten und darauf ausgerichtete Maßnahmen wie Kundenintegration, transparente Unternehmensstrukturen und Professionalisierung der Beschäftigten durchführen;
- neue Professionalisierungsmuster entwickeln, die den steigenden Komplexitätsanforderungen in qualitätsorientierten Dienstleistungssystemen gerecht werden;
- die Rolle von Standards, Normen und/oder Modularisierung für Service Exzellenzstrategien ausarbeiten und umsetzen.

### Systematische Entwicklung von Dienstleistungen durch Service Engineering, Modularisierung und Simulation

Die systematische Entwicklung von Dienstleistungen ist eine Voraussetzung für ihren Markterfolg. Gerade komplexe Dienstleistungen bergen hohe Marktrisiken. Um Kunden und Nutzer zufrieden zu stellen, müssen Dienstleistungen in ihrer gesamten Komplexität – in ihrer Interaktion mit Umwelt, Mensch, Technologie und Organisation – erfasst und verstanden sowie mithilfe von Werkzeugen und Vorgehensweisen systematisch entwickelt, simuliert, validiert und implementiert werden.

Methodisch gesicherte Grundlagen durch Service Engineering, Modularisierung und Simulation sind

Voraussetzungen für eine gleichbleibend hohe Prozess- und Produktqualität. Was für Sachgüter gang und gäbe ist, nämlich Funktionen und Ziele klären, Konstruieren, Entwerfen, Pflichtenhefte zusammenstellen usw. ist auch für Dienstleistungen sinnvoll und erforderlich.

Die Systematisierung der Entwicklung von innovativen Dienstleistungen ist ein entscheidender Weg zu dauerhaftem Markterfolg und damit die zentrale Herausforderung für erfolgreiche Unternehmen. Genauso wie Produkte der Sachgüterindustrie ingenieurmäßig entwickelt, getestet und professionell in Märkte eingeführt werden, müssen auch Dienstleistungen

Dezentrale Anlagenintelligenz, hohe Wandlungsfähigkeit, einfache Planung und Inbetriebnahme von Maschinen – möglich durch Vernetzung in der Produktion.





ServLab-Schulung mit Hilfe von Virtual Reality und Service Theater

eingeführt werden. Was schon lange z. B. für Automobilhersteller oder Maschinen- und Anlagenbauer gilt, nämlich über Plattformstrategien und die Zerlegung von Produktgruppen in einzelne Module Individualisierung und Standardisierung zum Nutzen von Kunden und Unternehmen auszubalancieren, ist auch für Dienstleister eine Perspektive. Mit den im Rahmen der Forschung für Dienstleistung erarbeiteten Instrumenten und Verfahrensweisen des Service Engineering haben Unternehmen bereits erfolgreich viele Prozesse neu gestaltet und sind damit wirtschaftlich erfolgreich. Hierbei sind die sich stetig verändernden Rahmenbedingungen, unter denen Unternehmen agieren (wie globaler Wettbewerb, Open Innovation, Kunden als Ko-Produzenten), zu berücksichtigen.

Eine systematische Entwicklung und Modularisierung von Dienstleistungen sowie ihre Simulation und vorherige Überprüfung in Testlabors ist schon allein aus wirtschaftlichen Gründen geboten und sichert so eine gleichbleibend hohe Prozess- und Leistungsqualität. Modular aufgebaute Dienstleistungssysteme und ihre Simulation im Labor durch die Nutzung virtueller Welten und Realitäten klingen noch futuristisch. Aber: Kundenreaktionen auf die im Labor getestete und erfahrbar gemachte Interaktion von Mensch, Organisation, Technologie und Dienstleistung, weisen darauf hin, dass Markteinführungen reibungsloser vonstatten gehen könnten. Eine systematische Entwicklung von Dienstleistung ist der Grundstock für eine erfolgrei-

che Industrialisierung von Dienstleistungen. Hierbei sind Standardisierung und Modularisierung wichtige Bestandteile in der Prozessdurchführung.

Es sollen Maßnahmen initiiert werden, die

- Methoden erarbeiten, Dienstleistungen modularisieren und standardisieren und dabei auch der Vielschichtigkeit von Dienstleistungen Rechnung tragen;
- zur Schaffung von Test- und Simulationsumgebungen beitragen und in der Lage sind, Simulation und Test als expliziten Bestandteil der gesamten Wertschöpfungskette und der Qualitätssicherung zu betrachten;
- mittels IuK-Technologien den Perspektivenwechsel vom Produkt- zum Lösungsanbieter gestalten;
- IuK-Technologien explizit als Werkzeuge in die strukturierte Entwicklung von Dienstleistungen einbeziehen;
- eine Industrialisierung von Dienstleistungen durch die Zerlegung von Leistungen in Produktgruppen und Module ermöglichen.

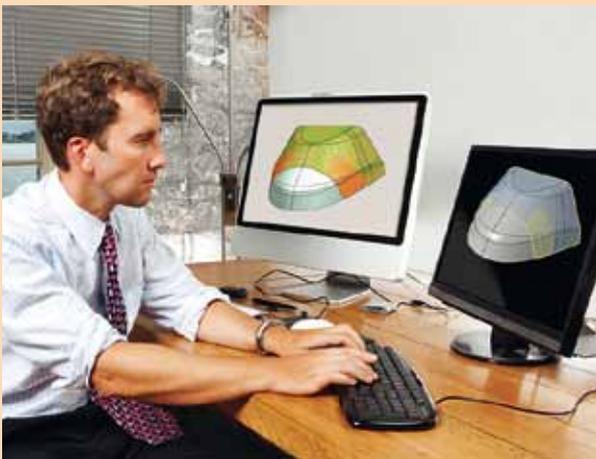
## Simulation – Virtualisierung von Produktion und Dienstleistung

Computersimulation ist heute ein gängiges Werkzeug in der industriellen Fertigung. Beispiel Crashtests von Autos: Bei der Simulation eines Zusammenstoßes wird das virtuelle Modell des Fahrzeugs in ein Netz von kleinen geometrischen Elementen zerlegt, an dessen Knotenpunkten dann die statischen und dynamischen Kräfte zerren, die ein Zusammenstoß mit sich bringt. Einkalkuliert werden Materialeigenschaften wie die Festigkeit des Stahls etc. Das Verfahren gestattet Problemlösungen noch vor der Realisierung eines teuren echten Crashversuchs.

Auch Roboter können ineinander krachen, wenn sie dicht nebeneinander Werkstücke handhaben. Simulationssoftware sorgt für einen reibungsfreien Verlauf der Produktion.

Wichtig für alle Produktionsfelder: die Logistik. Simulationsprogramme steuern hier die Fahrzeugflotten der Zulieferer, stellen die Ladung zusammen, berechnen optimale Wege. Auch in der Produktionsanlage: Kommen die anzuliefernden Teile überhaupt durch alle Gänge und Winkel? Die Simulation gibt Auskunft.

Simulation ist heute aber nicht nur für die Produktion und deren Peripherie wichtig; sie dient auch der Entwicklung ganz neuer Produkte mit einem so raffinierten Innenleben, dass sie ohne Simulation kaum zustande kommen könnten. Mobiltelefone gehören



Mit Simulation lassen sich Fertigungsvarianten vor der materiellen Realisierung testen.

dazu, ebenso Soundrekorder, deren Schall leitende Kanäle auf optimale Übertragungseigenschaften berechnet werden. Bei der Wiedergabe der Audiosignale über Lautsprecher ist ebenfalls Simulation im Spiel: Wie wirken Krümmungen der Schallkanäle, welchen Einfluss hat die Form der Lautsprecherfront?

Neue Simulationswerkzeuge verfügen neben Berechnungsmöglichkeiten für mechanische und akustische Eigenschaften über eine erstaunliche Zahl an weiteren simulierbaren physikalischen Effekten wie den Magnetismus stromdurchflossener Teile beliebiger Form, wichtig für die Elektromotorentwicklung. Die Möglichkeiten nehmen ständig zu. Die Simulation von sogenannten Metamaterialien hilft bei der Erforschung gespenstischer optischer Effekte, die das Rechnen mit Licht oder optische Tarnkappen ermöglichen. Noch einmal Akustik: Mittlerweile sind, simulationsgestützt, Hörhilfen entwickelt, die über Knochenschall direkt die Hörschnecke, Cochlea, im Innenohr stimulieren.

Während die Entwicklung von Simulationswerkzeugen, auf die Industrie und Forschung zurückgreifen können, an sich als Dienstleistung gelten darf, gibt es auch unmittelbar auf den Menschen bezogene Simulationsdienstleistungen. So werden für Kreuzfahrtschiffe sowie große Veranstaltungsräume oder Fußballstadien Evakuierungsmöglichkeiten geplant, denen die Verhaltenssimulation großer Menschenmassen zugrunde liegen. Bei Operationsplanungen etwa für eine teilerkrankte Leber wird das an Blutgefäßen reiche Organ im Computer virtualisiert, um diejenigen Schnitte auswählen zu können, die den geringsten Schaden anrichten.

Es gibt bereits Simulationslabore, in denen bestehende oder geplante Dienstleistungsumgebungen dreidimensional simuliert werden, bei voller Beweglichkeit des Betrachters. So lässt sich etwa eine neue Küche samt Maschinenpark im Voraus erfahren: Lässt die Umgebung schnelles Arbeiten zu? Reicht der Platz? Nur das Essen kann nicht virtuell sein, die einfachsten Sinne lassen sich am schwersten täuschen.

# Integrierte Produktions- und Dienstleistungsinnovationen

**Integrierte Produktions- und Dienstleistungsinnovationen bringen eine moderne Volkswirtschaft nach vorne. Produktion und Dienstleistung waren über Jahre getrennte Welten – auch bei Forschung, Entwicklung und Innovation. Heute wird von hybriden Leistungsbündeln gesprochen, Sachgüter wie Maschinen und Anlagen werden zusammen mit umfangreichen technischen, produkt- und nutzenbezogenen Dienstleistungen zu einem Produkt, zu einem Leistungsbündel verschmolzen. Die strikte Trennung von Sachgut und Dienstleistungen wird zunehmend obsolet, Produktion und Dienstleistung werden in vielen Bereichen immer mehr zu zwei Seiten einer Medaille.**

Deutschland ist bei der Zusammenführung von Sachgütern und Dienstleistungen schon ein gutes Stück vorangekommen. Unternehmen insbesondere des Maschinen- und Anlagenbaus können so ihre Wettbewerbsposition stärken; die Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung wird zum Alleinstellungsmerkmal. Damit sich diese Tendenz verstetigt und weitere Ziele wie Schonung der Ressourcen, qualifizierte Beschäftigung und Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden können, sind weitere Forschungsanstrengungen notwendig. Nutzen statt Besitzen, Lösungen statt Produkte verkaufen – so lauten die Ziele integrierter Produkt- und Dienstleistungsinnovation. Konfigurierbare Angebotsgruppen und dynamische Geschäftsmodelle ermöglichen Effizienz und Effektivität für den Anbieter und Kunden.

Deutschland ist mit seiner starken industriellen Produktion, seiner hohen Dienstleistungsintensität und seiner international führenden und leistungsfähigen Dienstleistungswirtschaft in einer guten Ausgangslage, um zukünftig eine Vorreiterrolle für hybride Wertschöpfungsstrukturen zu übernehmen. Die jeweiligen Stärken der Produktion und der Dienstleistung werden dabei konsequent zusammengeführt und spiegeln sich in einer integrierten Forschungsstrategie wider.

Bisherige analytische Konzepte beschränken sich eher auf eine getrennte Betrachtung einzelner Aspekte und Herausforderungen in den Bereichen Ingenieur-

wissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, Sozialwissenschaften und Technologiemanagement. Nun aber müssen neue Wertschöpfungsstrukturen in einer integrierten, interdisziplinären Betrachtung als komplexe sozio-technische Systeme gesehen werden.

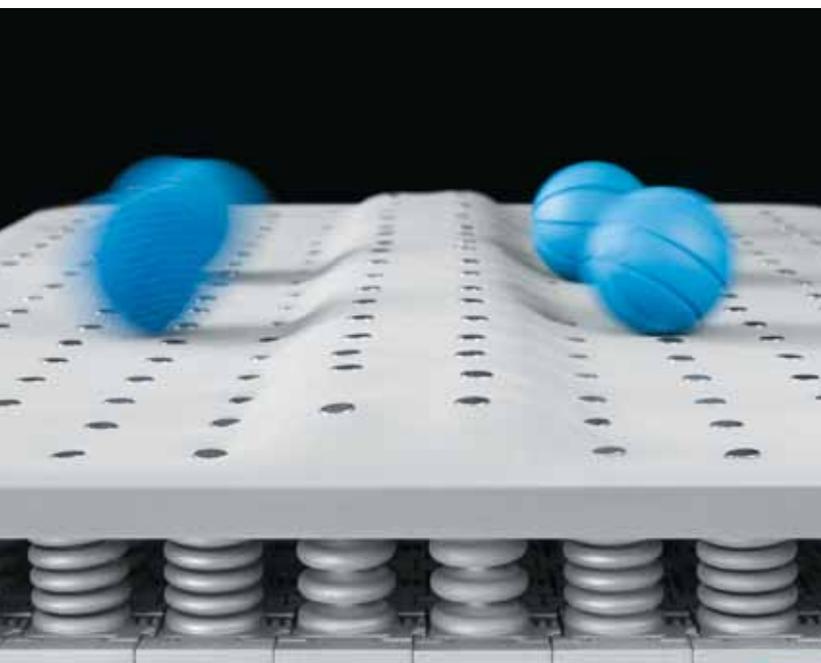
Die Schaffung innovativer Leistungsbündel mit ständiger Sicherstellung des Nutzens für den Kunden sowie die entsprechende Koordination und technische Umsetzung erfordern gut verzahnte interdisziplinäre Forschung mit deutlicher Berücksichtigung wirtschaftlicher Erfordernisse. Praxisnahe Forschung ist an konkreten Problemlösungen interessiert und versucht, wissenschaftlich gesichertes und sozial verträgliches Wissen zu produzieren. Dabei ist das zentrale Element dieser integrierten Perspektive die Betrachtung von Wertschöpfung als die Erzeugung von Nutzen für Kunden, sei es im privaten oder im unternehmerischen Kontext. Diese Sichtweise führt zu veränderten Wertströmen im Unternehmen (Umsätze werden über Dienstleistungen generiert), zu veränderten Entwicklungsprozessen (Kundenintegration, Nutzen statt Besitzen) und erfordert interdisziplinäre Professionalität der Beschäftigten.

Next Generation Train: Optimierung von Fahrwiderstand und mechanischer Belastbarkeit am errechneten Modell – Service für Industriedesigner.



## Verknüpfung von Produkt und Dienstleistung in der Anwendung

Meistens sind Kunden vor allem am Nutzen eines Sachgutes interessiert. So richtet sich das Interesse bei der Eigenheim-Heizung nicht auf die Heizung an sich, sondern auf ein behagliches Raumklima. Selbst Produzenten von Sachgütern sind nicht an der Ferti-



Mit dem pneumatisch betriebenen Förderband WaveHandling haben Ingenieure ein modular zusammensteckbares System entwickelt, das eine Oberfläche so bewegen kann, dass Gegenstände gezielt transportiert und sortiert werden. Inspiration für dieses Prinzip lieferte die natürliche Welle.

gungsmaschine selbst, sondern an der Fertigung einer garantierten Stückzahl in der geforderten Qualität interessiert. Maschinen und Anlagen werden mehr und mehr auch um innovative Dienstleistungsangebote erweitert, die dem Kunden den Umgang mit diesen Maschinen und Anlagen erleichtern und in Störfällen schnelle Hilfe ermöglichen. Dies sichert nicht nur eine hohe Kundenbindung und damit Kundenzufriedenheit, sondern es können auch neue Vertriebs- und Wertschöpfungspotenziale erschlossen und Ressourcen geschont werden. Hiermit ist ein Umdenken in Bezug auf die Leistung eines Unternehmens notwendig. Im Mittelpunkt steht dabei der Nutzen als Leistung für den Kunden. Die Orientierung am Nutzen einer Leistung

erfordert auch ein neues Verständnis des Forschungs- und Entwicklungsprozesses, des Vertriebs, des Marketings und des Geschäftsmodells. Es genügt nicht mehr, Maschinen und Anlagen kostengünstiger und leistungsfähiger zu gestalten. Die Herausforderung besteht darin, neue Wertschöpfungsstrukturen aufzubauen, die in der Lage sind, sich konsequent an den Kundenbedürfnissen und Nutzererwartungen auszurichten. Hybride Leistungsbündel, also die Verschmelzung von Dienstleistungen und Sachgütern, sind gute Voraussetzungen, Nutzungsversprechen abgeben und einlösen zu können.

Produkte sind in einer modernen Volkswirtschaft immer stärker Plattformen für dienstleistungsorientierte Angebote und Geschäftsmodelle. Seien es Produkte der Unterhaltungsindustrie, seien es Automobile oder Werkzeugmaschinen – stets ist die Hardware die Ausgangsbasis für das Andocken neuer Dienstleistungen, die dazu führen können, dass durch sie mehr Geld verdient werden kann als über das eigentliche Sachgut.

Die Ausrichtung der Unternehmensziele am Nutzen für den Kunden erfordert neue, innovative Geschäftsmodelle. Traditionelle, auf den Verkauf von Maschinen und Sachgütern ausgerichtete Geschäftsmodelle müssen dahingehend verändert werden, dass sie den Nutzen für den Kunden in den Vordergrund rücken. Die Transformation bestehender Geschäftsmodelle oder die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle lösen auch Veränderungen im Organisationsaufbau, in der Prozessabwicklung und im Kompetenzaufbau der Belegschaften aus und integrieren zudem die Kundenperspektive.

Hybride Leistungsbündel stellen weitreichende Anforderungen an die zukünftige Forschung wie auch an die Umsetzung in Unternehmen. Die aus hybriden Leistungsbündeln entstehenden integrierten Produktions- und Dienstleistungsinnovationen erfordern für alle Phasen der Wertschöpfung neue und veränderte Methoden, Prozesse und Werkzeuge.

## Industrie 4.0

Wenn das Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ Gestalt annimmt, wird sich dem Besucher einer danach ausgelegten Fabrik folgendes Bild bieten: Werkstücke wandern, über einen Identitätscode gesteuert, selbsttätig von Spezialmaschine zu Spezialmaschine und erfahren dort eine Behandlung, die aus ihnen passende Bauteile für ein größeres Gerät werden lässt, geformt und gefinished nach einem extern abgelegten oder mitgeführten Programm, das auch die lückenlose Dokumentation seines Werdegangs übernimmt. Dann wachsen, wieder automatisch, die Einzelteile zu Baugruppen zusammen und die Baugruppen zum Endgerät. Während des Prozesses bestellt und wechselt die Fabrik verschlissene Werkzeuge aus, füllt Hilfs- und Betriebsstoffe nach und merkt sich auch die kleinsten Kleinigkeiten, aus deren Summe sich – Big Data – ständig verfeinerte Rezepte für die perfekte Fabrikation ableiten lassen.

Zur Realisierung dieser Vision sind viele Fragen zu beantworten, etwa: Wie können Maschinen und Baugruppen einfach zusammengefügt und wieder getrennt werden? Wie kann der notwendige Informationsfluss zwischen Maschinen- und Anlagensteuerungen so einfach erfolgen wie zwischen einem Computer und einem USB-Stick?

Die „4“ in „Industrie 4.0.“ bezeichnet so etwas wie die vierte Industriegeneration; der ging voraus:

Die erste Industriegeneration, mit dem teilweisen Ersatz menschlicher und tierischer Arbeit durch mechanische, von Dampfkraft verrichtete; die zweite, das Zeitalter der Entwicklung der Elektrizität und der Massenproduktion; die dritte, nun schon mit Elektronik und Computertechnik zur Automatisierung. Die Industrie 4.0 kann auf zahlreiche Verfeinerungen zurückgreifen, deren Ausmaß der Produktionstechnik eine neue Qualität geben werden: Datenübertragungstechnik mit bislang ungekannten Vernetzungsmöglichkeiten, billige Plastikelektronik zur Produktkennzeichnung und -verfolgung, erschwingliche Höchstleistungs-chips für Prozessoren und Speicher mit künftig bis zu 100 Milliarden Transistoren pro Chip, miniaturisierte Sensoren aller Art, ausgefeilte Software, Software auch zur Kanalisierung und Strukturierung der Datenflut – kurzum: Es entstehen Produktionsmöglichkeiten, wie es sie noch nie gegeben hat.

Es lässt sich absehen, dass für eine große Zahl einzelner Komponenten – Elektromotoren, Generatoren,

Sensoren, Lager, Maschinenaggregate aller Art – Programmbibliotheken entstehen, mit denen sich eine komplexe Maschine künftig zusammensetzen lässt, ähnlich wie heute ein neuer Chip für eine Digitalkamera mit Baublöcken aus Programmbibliotheken designed wird – CMOS-Sensorarrays, A/D-Wandler, Prozessor, Speicher etc.

Es ist auch denkbar, dass die intelligente Fabrik von morgen – übermorgen? – biotische Züge trägt. Zellen etwa tragen an ihrer Oberfläche CAMs, Cell Adhesion



Plug & Prognose: Prototyp-Software ermittelt über Sensoren den Betriebszustand einer Maschine und erstellt bei Änderungen neue Analysemodelle.

Molecules, die – programmgesteuert von der DNA – das Zusammenfinden mit anderen Zellen zu einem organisierten Verbund ermöglichen. So entsteht aus dem Ei ein Küken. Die Produkt“keime“ der Smart Factory würden stattdessen über CPSs, Cyber Physical Systems, verfügen, die ihrer Produktionsumgebung mitteilen, was als nächstes zu geschehen hat: Verbindung mit X? Trennung von Y? Hinzuschalten von Z? X, Y und Z sind natürlich auch mit CPSs ausgestattet, wie Zellen. Nur wächst hier dann eine Produktionsanlage, ein Elektro-roller, eine Waschmaschine oder was immer der Kunde begehrt.

## IT als Innovationsmotor für Produktion und Dienstleistung

Schon heute ermöglichen leistungsstarke Datenübermittlungswege und Sensoren Ferndiagnose- und Fernwartungssysteme im Maschinenbau. Gleiches gilt z. B. auch für den Austausch von Daten der Computertomografie in Krankenhäusern. Ferndiagnose ermöglicht zudem eine präventive Wartung von Anlagen und trägt dazu bei, Produktionsausfälle zu vermeiden. Sie vermindert aufwändige Wartungsreisen und Reparaturen und leistet damit einen Beitrag zur materiellen und immateriellen Ressourcenschonung. Mehr und mehr werden autonome Sensorsysteme eine Rolle spielen. Sie erfassen und verstehen ihre Umgebung und sorgen für einen zielgerichteten Informationsfluss. Sie ermöglichen ein effizientes Energiemanagement von Produktionshallen und bieten Energieanbietern

Energieintensive Haushaltsgeräte lassen sich in Zukunft nach Angebot und Nachfrage optimal steuern.



innovative Dienstleistungen. Mit Sensoren versehene technische Assistenzsysteme, wie sie sich heute bereits z. B. in Bekleidung oder Teppichböden befinden, können bei Notfällen Dienstleistungen aktivieren. Informations- und Kommunikationstechniken werden für Produktions- und Dienstleistungsinnovationen immer wichtiger. Datenflüsse sowie Informationen zu speichern, zu übertragen, zu verbinden und systematisch zu verändern, sind Lösungsansätze für Wirtschaft und Unternehmen zur Herstellung und Erbringung wettbewerbsfähiger Sachgüter und Dienstleistungen. Die Verzahnung von Produktion und Dienstleistung durch Informations- und Kommunikationstechniken erzeugt ein breites Anwendungsfeld von integrierten Innovationen. Hierbei wirkt die Informations- und Kommunikationstechnik als Enabler für anwendungsorientierte Lösungen, die eine effiziente Verbindung der genannten Bereiche ermöglichen. Zugleich forcieren auf der anderen Seite neue Geschäftsmodelle auch informations- und kommunikationstechnische Lösungen.

Zunehmend verstärken technische Erfordernisse im Kontext von Smart Factory und Smart Services die Innovationsentwicklung kunden-, bedarfs- und lösungsgestrieben. Technische Entwicklungen forcieren aber auch entsprechende Angebote im Servicebereich und in der Produktion. Werkzeuge der Informations- und Kommunikationstechnik unterstützen eine ingenieurmäßige und systematische Entwicklung von hybriden Leistungen z. B. über Plattformen, Module oder multikriterielle Bewertungen. Auch schaffen Informations- und Kommunikationstechniken neue Möglichkeiten, Innovationen zu kreieren. Kunden und Nutzer können sich über digitale Zugänge zu Unternehmen in die Produktentwicklung und -gestaltung einschalten und Einfluss auf „ihr“ Produkt nehmen. Aus dieser IKT-unterstützten Co-Creation mit Kunden resultieren neue, dynamische Geschäftsmodelle deren Ziel es ist, Wertschöpfungsprozesse so eng wie möglich an die Nutzer heranzuführen. Das schafft hohe Kundenzufriedenheit und Kundenbindung, spricht neue Kunden an und erzeugt ein Innovationsmilieu, das wichtige Impulse für neue Geschäftsfelder setzen kann.

# Arbeiten – Lernen – Kompetenzen entwickeln

**Die in den Kapiteln „Forschung für die Produktion“ und „Forschung für Dienstleistung“ aufgezeigten Entwicklungen sowie die sich ändernde Altersstruktur der Beschäftigten haben auch Auswirkungen auf die Arbeitsprozesse in Unternehmen.**

Aufgegriffen wird dies bereits mit dem seit 2007 laufenden BMBF-Programm „Arbeiten – Lernen – Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt“. Das Programm ist bereits darauf ausgerichtet, entsprechende Gestaltungsmöglichkeiten für Arbeitsabläufe und Arbeitsorganisationen zu entwickeln sowie gesundheitliche Präventionskonzepte für älter werdende Belegschaften aufzuzeigen. Es bündelt gezielt die Förderung von Forschung und Entwicklung



zur Innovationsfähigkeit in der modernen Arbeitswelt und trägt dazu bei, die Beschäftigungsfähigkeit von Menschen zu sichern und die Innovationsfähigkeit zu stärken und zu erhalten. Es leistet dabei insbesondere einen wichtigen Beitrag bei der Weiterentwicklung der Hightech-Strategie der Bundesregierung, um die Umsetzung neuer Technologien in Innovationen zu beschleunigen, eine zukunftsfähige Unternehmenskultur zu schaffen sowie die unterschiedlichen Akteure zu vernetzen. Dazu gehört auch, Innovation als Prozess zu verstehen, der das Zusammenwirken von technologischer Entwicklung und von Personal-, Organisations- und Kompetenzentwicklung braucht. Denn die Förderung von Qualifikation, Gesundheit, Leistungsvermögen und Motivation aller an Arbeitsprozessen Beteiligten und eine alter(n)sensible Gestaltung der Arbeit tragen besonders zu einer höheren Wertschöpfung bei.

Dies gewinnt auch an Bedeutung bei der Gestaltung



Lernen am Modell mit interaktiven Lerninhalten und Steuerungsbeehlen.

der zukünftigen Smart Factory. Durch lernförderliche Arbeitsorganisation und adäquate Qualifizierungsstrategien soll hier eine menschenzentrierte Produktionsgestaltung ermöglicht werden, die den heterogenen Bildungs- und Erfahrungsstand und die unterschiedlichen Kompetenzen der Beschäftigten berücksichtigt. Auch die Umsetzung von Industrie 4.0 muss zu einem arbeitsorientierten soziotechnischen Fabrik- und Arbeitssystem führen. Daraus resultieren Erweiterungsbedarfe für die Aus- und Weiterbildung sowohl von Entwicklern produktionstechnischer Komponenten als auch von deren Anwendern. Dieses gilt für alle Qualifizierungsstufen. Der Ausbau der Weiterbildung sollte dabei eine hohe Priorität haben. Ziel ist es, ein neues, ganzheitliches Organisationsverständnis zu vermitteln, das Produktion, Dienstleistung und die damit verbundene Arbeit integriert und Handlungssicherheit durch Transparenz der Systeme befördert.

Ein zentrales Anliegen des Programms ist es, wissenschaftliche Forschungsergebnisse in Anwendungen für die betriebliche Praxis zu überführen. Das Programm wird deshalb auch mit Mitteln aus dem Europäischen Sozialfonds (ESF) kofinanziert. Der ESF ist einer von fünf Strukturfonds zur Kohäsionspolitik und hat hier die Förderung des Zugangs zu lebenslangem Lernen, Steigerung der Fähigkeiten und Kompetenzen der Arbeitskräfte sowie Erhöhung der Arbeitsmarktrelevanz der Systeme der allgemeinen und beruflichen Bildung zum Ziel.

Der Erhalt der Arbeits- und Beschäftigungsfähigkeit ist besonders vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung die Voraussetzung für Innovationen, um so zur Sicherung des Wohlstands in Deutschland bei-

zutragen. Das Programm adressiert daher verstärkt die Chancen der demografischen Entwicklung.

Die Anfänge der Forschung zur humanen Gestaltung von Arbeitsbedingungen reichen bis in die 1970er Jahre zurück. Bereits mit dem Forschungs- und Entwicklungsprogramm „Humanisierung des Arbeitslebens“ ab 1974 wurde die Zielsetzung einer menschengerechten Arbeitstechnologie verfolgt, die die Bedürfnisse der Beschäftigten im Arbeitsprozess berücksichtigt. Im Rahmen dieses Programms wurden erstmals Modelle für die Arbeitsorganisation und die Gestaltung von Arbeitsplätzen entwickelt.

Das daran anschließende Programm „Arbeit und Technik“ ab 1989 war auf die Stärkung der Innovationskraft der Wirtschaft ausgerichtet und stellte die Nutzung von Chancen, die sich durch eine integrierte Gestaltung von Arbeit und Technik ergaben, in den Mittelpunkt.

Das Rahmenkonzept „Innovative Arbeitsgestaltung – Zukunft der Arbeit“ ab 2001 widmete sich der Gestaltung der Veränderungsprozesse in einer sich wandelnden Arbeitswelt, die nicht mehr überwiegend durch die industrielle Produktion bestimmt wird. Hintergrund war, dass die Grenzen zwischen Produktion und Dienstleistung immer mehr verschmelzen und Wissen vermehrt zum Standortfaktor für wirtschaftlichen Erfolg wird. Dem Programm lag die Annahme zugrunde, dass in der künftigen Arbeitswelt der Einzelne mit seinem Können und Wissen sowie seiner Kreativität und mit seinem Erwerbsverhalten im Mittelpunkt stehen wird. Daraus resultierend entstand die Frage, welche Qualifikationen und Kompetenzen benötigt werden, um die Veränderungsprozesse in der Arbeitswelt aktiv

Der demografische Wandel bietet auch den Älteren Chancen. Ihre Expertise ist bei der absehbaren Verknappung geschulter Nachwuchskräfte viel zu wertvoll, um nicht genutzt zu werden.



(mit)zugestalten und auf welche Weise bestimmte Qualifikationsprofile am besten bereitzustellen sind.

## Arbeit im Zeichen des demografischen Wandels

Vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung wandelt sich die Altersstruktur in Deutschland grundlegend. Um den Wohlstand Deutschlands nachhaltig zu sichern und weiter auszubauen, muss daher das Bildungs- und Erwerbspersonenpotenzial besser ausgeschöpft und die Arbeitsproduktivität gesteigert werden. Eine höhere Erwerbsbeteiligung von Frauen, Personen mit Migrationshintergrund sowie eine effiziente Nutzung des Wissens und der Kompetenzen aller Menschen ist notwendig, damit ein breites Fundament an qualifizierten Beschäftigten auch in Zukunft zur Verfügung stehen wird.

Um künftig die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten, ist das Know-how aller – der Älteren und Jüngeren – erforderlich. Betriebe müssen ein demografieorientiertes Personalmanagement entwickeln, um alle Altersklassen und Kulturen künftig an der Generierung und dem Erhalt von Wissen zu beteiligen. Eine besondere Rolle kommt dabei dem bestmöglichen Einsatz von Kompetenzen und Erfahrungen aller Beschäftigten zu sowie deren bedarfsgerechter Qualifizierung über den gesamten Erwerbszeitraum hinweg.

Die immer dynamischere Arbeitswelt und das Erfordernis einer neuen Balance von Arbeit und Leben verändern die Anforderungen an den präventiven Arbeits- und Gesundheitsschutz, um eine längere Lebensarbeitszeit mit Kreativität und Motivation tatsächlich zu ermöglichen. Eine ganzheitliche Arbeits- und Organisationsgestaltung und fortschrittliche Konzepte der Personal- und Kompetenzentwicklung sowie wegweisende Arbeitszeitmodelle sind daher zu entwickeln und in der betrieblichen Praxis zu erproben.

In der Arbeitswelt der Zukunft müssen die Arbeitssysteme, die Qualität, die Effizienz usw. an die Erfordernisse der sich wandelnden Belegschaft angepasst werden. Gerade der Fertigungsbereich, der einen hohen Anteil manueller Tätigkeiten aufweist, ist hier besonders betroffen. Nur mit der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen allein wird den Herausforderungen des demografischen Wandels nicht entgegengewirkt werden können. Vielmehr wird auch eine verstärkte



MPS Transfer Factory: Integrated Automation mit der schlüsselfertigen Lernfabrik

Mensch-Technik-Interaktion notwendig sein, unter anderem mit entsprechenden Assistenzsystemen.

Mit der Forschungsagenda der Bundesregierung für den demografischen Wandel „Das Alter hat Zukunft“ werden die Herausforderungen und Chancen des demografischen Wandels thematisiert. Mit ihr werden relevante Fragestellungen der Forschung zur demografischen Entwicklung zusammengefasst und verschiedene Handlungsfelder, besonders auch bezüglich der Voraussetzungen und Konsequenzen einer Verlängerung der Erwerbstätigkeit älterer Belegschaften, bestimmt. Vor allem im Handlungsschwerpunkt „Kompetenzen und Erfahrungen älterer Menschen für Wirtschaft und Gesellschaft nutzen“ sollen das Wissen über die spezifischen Innovationspotenziale auch älterer Menschen und die lebensphasenspezifischen Lern- und Arbeitsbedingungen verbessert und darauf bezogene Konzepte und Modelle für die Personalgewinnung, die Betriebsorganisation und innovative Arbeitszeitmodelle erforscht werden.

## Arbeitsgestaltung und Kompetenzentwicklung für Produktion und Dienstleistung

Zahl und Alter der erwerbstätigen Menschen werden sich durch die demografische Entwicklung deutlich verändern. Um Wachstum und sozialen Zusammenhalt auch in Zukunft zu gewährleisten, müssen die Bildungspotenziale aller Menschen weiterentwickelt und aus-

geschöpft werden. Durch die Aktivierung bisher nicht Erwerbstätiger wie Frauen, Ältere und Menschen mit Migrationshintergrund, aber auch eine qualifizierte Zuwanderung, können die benötigten Fachkräftepotenziale erschlossen werden.

Gleichzeitig finden mit hohem Tempo Technologiewechsel und Technologiekonvergenz sowie gravierende Umgestaltungen von Unternehmensorganisationen und Geschäftsmodellen statt. Diese tief greifenden Veränderungsprozesse müssen von jedem Erwerbstätigen aktiv mitgestaltet werden – auch in einer Erwerbstätigkeit über das 65. Lebensjahr hinaus. Damit ist jeder Einzelne, ob Unternehmer oder Beschäftigter, gefordert, genau die Kompetenzen zu erwerben, die eine innovationsförderliche Mitarbeit in der konkreten Arbeitssituation ermöglichen.

Die zunehmende Wissensintensivierung der Wirtschaft u. a. durch IKT sowie die veränderte Struktur der Nachfrage nach Gütern und Leistungen wird die Nachfrage nach bestimmten Kompetenzen vor allem in wachstumsorientierten Feldern (z. B. Elektromobilität, Medizintechnik, regenerative Energien) erhöhen. Das erfordert den bestmöglichen Einsatz von Kompetenzen aller Beschäftigten und eine nachhaltige und bedarfsgerechte Qualifizierung.

Zudem können bei gezieltem Einsatz älterer Beschäftigter, die ihre Erfahrungen und Kenntnisse systematisch, z. B. in Form von sogenannten „Tandems“, an jüngere Kollegen weitergeben, Entwicklungsperspektiven für ältere Mitarbeiter/innen entstehen. Zugleich wird das Wissen im Unternehmen gehalten.

## Vernetzung mit anderen Programmen

Zwischen dem Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ 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.

### 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 es, 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 ein Altern in Gesundheit.

Hier kann der im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ aufgenommene inhaltliche Schwerpunkt „Demografie und Gesundheit: Dienstleistungen für Menschen“ aufbauen, in dessen Mittelpunkt Dienstleistungen für ein gesundes, erfülltes Leben im Alter stehen. Ebenso kann bei der Bearbeitung des Themas „Arbeit im Zeichen demografischen Wandels“ an Erkenntnisse und Erfahrungen angeschlossen werden, die aus der Umsetzung der Demografiestrategie der Bundesregierung resultieren. So zum Beispiel, wenn es um die wichtige Frage geht, wie das Know-how, sowohl Älterer als auch Jüngerer, ausgeschöpft und weiterentwickelt werden kann, um auch künftig Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Hierzu werden aus dem laufenden Programm „Arbeiten – Lernen – Kompetenzen entwickeln. Innovationsfähigkeit in einer modernen Arbeitswelt“ heraus Initiativen gestaltet, welche die Heterogenität von Menschen und Belegschaften als Chance aufgreifen. In der Produktionsforschung steht das Thema der Wissensgenerierung und der Erhaltung des Produktionswissens im Unternehmen im Vordergrund.

### Rahmenprogramm Gesundheitsforschung

Der Schwerpunkt des 2010 von der Bundesregierung verabschiedeten „Rahmenprogramms Gesundheitsforschung“ liegt auf der Erforschung sogenannter Volkskrankheiten. Neu gegründete „Deutsche Zentren für Gesundheitsforschung“ sollen dazu beitragen, Forschungsarbeiten sowie Ergebnisse zu bedeutsamen Volkskrankheiten zu bündeln. Durch eine enge Verknüpfung von Kompetenzen, Disziplinen und Institutionen kann eine schnellere, individuell angepasste Therapie ermöglicht und somit auch die Lebensqualität der Patienten verbessert werden. Neben Themen zur Perspektive individualisierter Medizin, zur Versorgungswirtschaft, zur Gesundheitswirtschaft sowie zur lebenswissenschaftlichen Grundlagenforschung steht auch die Präventions- und Ernährungsforschung im Mittelpunkt von Fördermaßnahmen.

Das Rahmenprogramm Gesundheitsforschung verweist im inhaltlichen Schwerpunkt „Innovationsherausforderungen“ nachdrücklich auf die Schnittstelle zwischen Gesundheits- und Dienstleistungsforschung. Konkret geht es um die Frage, wie Akteure der Gesundheitswirtschaft innovative Produkte mit neuen oder bestehenden Versorgungsprozessen oder Dienstleistungen miteinander verknüpfen. Hier spielen personenbezogene Dienstleistungen eine entscheidende Rolle, ein Themenbereich, der auch im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ eine prominente Rolle einnimmt.

In seinem Themenbereich „Demografie und Gesundheit: Dienstleistungen für den Menschen“ stehen insbesondere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu assistierenden Technologien als Unterstützungsinstrumentarien für personenbezogene Dienstleistungen im Vordergrund, die Gesundheit und Lebensqualität im hohen Alter erhöhen. Es geht um umfassende, nützliche Dienstleistungssysteme, die verfügbare technische Assistenzsysteme mit ineinandergreifenden Dienstleistungen verknüpfen.

Eine Vernetzung beider Programme spiegelt sich bereits in der Förderbekanntmachung „Gesundheits- und Dienstleistungsregionen von morgen“ wider.

Ab 2014 werden vom BMBF ausgewählte Regionen gefördert, die in den Feldern „Entwicklung und Implementierung von Präventionsnetzwerken“ sowie „Versorgungs- und Dienstleistungsnetzwerke für ein

selbstbestimmtes Leben“ innovative Lösungen entwickeln und in die Praxis überführen.

## Rahmenprogramm „Forschung für die Nachhaltigkeit (FONA)“

Mit dem BMBF-Rahmenprogramm „Forschung für die Nachhaltigkeit (FONA)“ setzt das BMBF die nationale Nachhaltigkeitsstrategie und die Weiterentwicklung der Hightech-Strategie in den Bereichen Nachhaltiges Wirtschaften und Energie um. Unterstützt werden Forschungen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel, zum nachhaltigen Ressourcenmanagement und zu innovativen Umwelt- und Energietechnologien. Anliegen ist es, die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen, Konzepte für den Klimawandel zu entwickeln, die Energieversorgung nachhaltig und zukunftssicher zu gestalten sowie die natürlichen Ressourcen und Rohstoffe zu schonen. Letztlich geht es um einen gesellschaftlichen Wandel, der auf Nachhaltigkeit ausgerichtet ist.

Mit FONA werden wichtige wissenschaftliche und technische Erkenntnisse für die Realisierung des Programms „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ geschaffen, insbesondere für die Gestaltung der Produktion der Zukunft mit neuen ressourcen- und umweltschonenden Produktionstechnologien sowie für Dienstleistungen, die den Anforderungen an eine nachhaltige Ressourcennutzung gerecht werden.



Entwicklung von Brennstoffzellen für die Strom erzeugende elektrochemische Oxidation von Wasserstoff.



Entwicklung von Hochleistungsbatterien mit Lithium-Luft- und Lithium-Schwefel-Architektur. Zur Untersuchung von Batteriematerialien wird ein Röntgen-Diffraktometer eingesetzt.

## Energieforschungsprogramm der Bundesregierung

Das Energieforschungsprogramm „Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ wurde 2011 vom Bundeskabinett verabschiedet. Es beinhaltet die Grundlinien und Schwerpunkte der Förderpolitik der Bundesregierung im Bereich innovativer, zukunftsfähiger Energietechnologien.

Das Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ hat diese zentrale Thematik aufgenommen. Für eine Produktion der Zukunft soll durch FuE-Vorhaben neuen Produkten, Dienstleistungen und Technologien zum Durchbruch verholfen werden, die Ressourcen und Umwelt schonen und zur Energieeffizienz beitragen. Bei der Bearbeitung dieses Themenkomplexes nimmt der BMBF-Wettbewerb „Energieeffiziente Stadt“ eine strategische Stellung ein. Dienstleistungs- und Energieforschung arbeiten eng zusammen, um Maßnahmen mit einer hohen Wirksamkeit zu entwickeln und umzusetzen.

## Die Qualifizierungsinitiative der Bundesregierung – Aufstieg durch Bildung

Mit der vom BMBF im Jahr 2008 beschlossenen Bildungsinitiative „Aufstieg durch Bildung“ wurden weitreichende Reformen im Bildungssystem eingeleitet. Sie reichen von der Förderung von Kleinkindern bis zur Weiterbildung älterer Erwerbstätiger. Zentrales Anliegen ist es, die Bildungschancen für die unterschiedlichen Personengruppen in allen Lebensbereichen zu stärken. Dazu gehört eine kontinuierliche Fortbildung als Voraussetzung für ein erfolgreiches Berufsleben. So werden neben bewährten Instrumenten der Weiterbildungsförderung insbesondere auch neuartige Bildungs-, Weiterbildungs- und Beratungsangebote unterstützt, die zur Qualifizierung betrieblicher Weiterbildung beitragen.

Die Bildungsinitiative bietet wichtige Anknüpfungspunkte für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“. So gibt es enge Bezüge zum Themenbereich „Dienstleistungsqualität und Professionalisierung“, in dem u. a. neue Professionalisierungsmuster entwickelt werden sollen, die den steigenden Komplexitätsanforderungen in qualitätsorientierten Dienstleistungssystemen gerecht werden.

Die Bildungsinitiative bietet gleichfalls eine Grundlage für die Realisierung des inhaltlichen Schwerpunktes „Arbeitsgestaltung und Kompetenzentwicklung für

Produktion und Dienstleistungen“. Gefragt sind hier Zukunftsmodelle für Kompetenzentwicklung, die eine aktive Mitgestaltung von gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungsprozessen ermöglichen. Dabei stehen u. a. im Blickpunkt die Aktivierung bisher nicht Erwerbstätiger sowie die Reduzierung eines branchen-, regional- und qualifikationsdifferenzierten Fachkräftemangels.

## Regierungsprogramm Elektromobilität

Elektromobilität ist ein wichtiges Element einer klimagerechten Energie- und Verkehrspolitik. Gleichzeitig hilft Elektromobilität, die Industriegesellschaft mit innovativen, weltweit gefragten Produkten und Systemen nachhaltig zu gestalten. Deutschland soll sich nicht nur zu einem „Leitmarkt Elektromobilität“ entwickeln, sondern sich mit Innovationen im Bereich Dienstleistung, Fahrzeuge, Antriebe und Komponenten sowie der Einbindung der Fahrzeuge in die Mobilitäts-, Strom- und Verkehrsnetze künftig auch als ein „Leitanbieter Elektromobilität“ etablieren. Zur Profilierung deutscher Produkte trägt wesentlich die Zusammenfassung von Forschungsprojekten nach Themen und die dort gebündelte praxisnahe und marktvorbereitende Untersuchung innovativer Technologien bei.

Das Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ leistet dazu einen wichtigen Beitrag: Forschungseinrichtungen, Ausrüster- und Anwenderindustrien werden in Forschungsprojekten zusammengeführt, um gemeinsam nach innovativen Technologien zu suchen, die eine wirtschaftliche Fertigung der Komponenten am Standort Deutschland erlauben. Dienstleistungen systematisch zu entwickeln, ist eine der zentralen Herausforderungen für Unternehmen, um der Elektromobilität zum Durchbruch zu verhelfen. Geschäftsmodelle, Mobilitätskonzepte, nutzergerechte Mobilitätslösungen sind nur einige Stichpunkte, die durch die Forschung für Dienstleistungen aufgegriffen werden.

Die Elektromobilität erfordert eine umfangreiche Infrastruktur.



# Europäisierung und internationale Zusammenarbeit

## 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, indem 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 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 der Vergangenheit ist es deutschen Unternehmen und Forschungseinrichtungen hervorragend gelungen, sich an europäischen Initiativen zu beteiligen. Ob im Rahmen von MANU-FUTURE-EU Technologieplattformen aufgebaut und transnationale Kooperationen ermöglicht wurden, das Instrument ERA-NET genutzt wurde, um forschungsorientiert grenzüberschreitend zusammenzuarbeiten oder EUREKA-Projekte durchgeführt wurden – immer ist das Ziel verfolgt worden, ausgehend von den Bedarfen der Wirtschaft und der Gesellschaft Forschung zu nutzen, um Unternehmen wettbewerbsfähig zu halten.



Tagung der European Association for Research on Services (RESER)

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

Dieses Programm bietet exzellente Anknüpfungspunkte für die Forschung im Bereich von Produktion und Dienstleistung.

Die Innovationsunion hat auch Auswirkung auf die Ausgestaltung des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). So werden sich die regionalen operationellen Programme ab 2014 auf Stärken in den Regionen fokussieren (Smart Specialisation). Die Kombination von Fördermitteln aus HORIZON 2020 und EFRE und auch regionenübergreifende Forschungsförderung durch EFRE werden in Zukunft realisierbar. Hier entstehen neue Möglichkeiten für anwendungsnahe Entwicklung (Pilot Lines) in Regionen mit starker Industrieorientierung, auch über die Region hinaus.

## 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 so genannten Schwellenländern. Sich hier zu behaupten ist sehr häufig nur möglich, wenn mit Partnern Kooperationen eingegangen werden oder internationale Wertschöpfungsnetzwerke genutzt werden, um die Marktsphäre zu behaupten oder auszuweiten.

Kooperationen mit den Schwellenländern, die eine starke wirtschaftliche Entwicklung erleben, wie etwa den BRICS-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika), können Treiber für Wirtschaftswachstum 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.

Ein wesentlicher Aspekt zur Stärkung der globalen Wettbewerbsfähigkeit ist die Standardisierung. Diese erleichtert die Markteinführung neuer Produkte und festigt die Marktführerschaft von Unternehmen. Standardisierung macht Produkte untereinander kompatibel und nützt auch den Anwendern in vielerlei Weise. Im Rahmen der aktuellen europäischen Verbundforschung werden Fragen der Standardisierung häufig parallel zu Forschung und Entwicklung bearbeitet, zum Teil auch in dedizierten Aufrufen. Für HORIZON 2020 gewinnt Standardisierung als ein Treiber für Innovation noch zusätzlich an Bedeutung. Damit ergibt sich für die beteiligte deutsche Industrie die Möglichkeit, an der Ausgestaltung europäischer Normen (EN) teilzuhaben. Dies bietet offensichtliche Vorteile im europäischen Binnenmarkt, aber auch für den weltweiten Handel mit Waren und Dienstleistungen.

## Export von hybriden Produkten

Zwar wird der internationale Warenhandel nach wie vor vom Handel mit Sachgütern dominiert, doch mit der zunehmenden Verschränkung von Sachgütern mit Dienstleistungen und der Digitalisierung von Dienstleistungen kommt dem globalen Austausch von Dienstleistungen eine wichtige Rolle zu. Volkswirtschaften, die am Wachstum der Märkte teilhaben wollen, müssen auch im Bereich der Dienstleistungen erfolgreich sein. Weitere Fortschritte in der IK-Technologie werden diesen Prozess beschleunigen. Digitalisierung hebt das für viele Dienstleistungen lange Zeit als typisch erachtete Uno-actu-Prinzip auf und ermöglicht nun, dass Raum und Zeit bei der Erstellung und Vermarktung bestimmter Dienstleistungen keine Rolle mehr spielen. Dadurch werden globale Produktionsnetze ermöglicht mit all ihren Konsequenzen und Herausforderungen für Unternehmen, Beschäftigte und Kunden. Wertschöpfungsstrukturen lassen sich auf Basis digitaler Informationsnetzwerke neu aufbauen, können effizient geführt werden und unterstützen Geschäftsmodelle optimal. Unternehmen müssen sich auf diese Prozesse und Entwicklungen frühzeitig einstellen und insbesondere ihre Beschäftigten auf diesem Weg mitnehmen.

Deutschland ist der zweitgrößte Exporteur von kommerziellen Dienstleistungen nach den USA und vor Großbritannien und China. Diese Stärke rührt insbesondere daher, dass viele Sachgüter, die in den Export gehen mit Dienstleistungen veredelt werden, die von Dritten angeboten werden.

# Förderpolitische Maßnahmen

## Grundlagen- und Verbundforschung

Mit dem vorliegenden Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ werden die künftigen forschungspolitischen Maßnahmen des BMBF für Produktion und Dienstleistung 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, noch effektiver und international noch wettbewerbsfähiger zu machen. Grundlage der Forschungsförderung für Produktion und Dienstleistung im Rahmen der direkten Projektförderung ist der in den entsprechenden Kapiteln (Seite 5 bis 46) 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 der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Produktions- und Dienstleistungssektors. Gefördert werden vorrangig an der Innovations- und Wertschöpfungskette ausgerichtete Verbundprojekte, die endnutzer- oder industriegeführt sind und alle notwendigen Forschungsdisziplinen sowie Produkthersteller, Maschinen- und Anlagenbauer, Ausrüster u. a. einbeziehen. Diese unternehmens- oder anwendergeführten 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.

### Produktionsspezifische 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. Mit „KMU-innovativ“ fördert das BMBF Spitzenforschung in wichtigen Zukunftsbereichen.

Sowohl Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft (mit Sitz und überwiegender Ergebnisverwertung in Deutschland) als auch Hochschulen, Großforschungseinrichtungen und andere FuE-Institutionen können sich mit Projektvorschlägen an diesem Programm beteiligen. Die Beteiligung kleiner und mittlerer Unternehmen sowie von Fachhochschulen ist ausdrücklich erwünscht.

### 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 Produkte und Dienstleistungen oder zur Verbesserung der eigenen

Prozesse genutzt werden. Die Breitenwirksamkeit kann in diesem Fall durch den Verkauf der verbesserten Produkte und die Realisierung der Effizienzsteigerungspotenziale dieser Produkte bei den Kunden erfolgen.

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 zur Verbesserung bestehender Produkte und Dienstleistungen oder zur Verbesserung der eigenen Prozesse nutzen können.

Instrumente zur Unterstützung von Fördermaßnahmen und des Ergebnistransfers sind:

- Transferplattformen
- Industriearbeitskreise
- Förderschwerpunktbegleitende Meta- oder Begleitvorhaben
- Förderschwerpunktbezogene Fokusgruppen
- Programmbegleitendes internationales Monitoring
- 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 Wirtschaft beschleunigt und darüber hinaus projektübergreifend vergleichbare Erkenntnisse erarbeitet werden. Transferplattformen und Metaprojekte tragen zur Fortentwicklung und Verstetigung der Arbeit in den Förderschwerpunkten bei und analysieren aus einer konzeptionell-empirischen Perspektive die themenbezogene Forschungslandschaft. Auf der Ebene der Förderprogramme sind internationale Monitoringprojekte, ggf. strategische Partnerschaften aber auch Programmtagungen angesiedelt. 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, in dem Ergebnisse so aufbereitet werden, dass sie von einem breiten Kreis von Anwendern direkt bzw. langfristig genutzt werden können.

## Lernendes Programm und Evaluation

Umfeld und Randbedingungen von Unternehmen sind am Standort Deutschland einem permanenten Wandel unterworfen. Das Programm berücksichtigt diese Dynamik durch eine offene, lernfähige 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 und der Produktion von Sachgütern und Dienstleistungen 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 orientiert sich am aktuellen Stand der Forschung. Entsprechend der positiven Bewertung in den Evaluationen wird die Projektförderung auf Verbundprojekte ausgerichtet, in denen anwendungsorientierte Grundlagenforschung und die industrielle Forschung im Fokus stehen. Das Auswahlverfahren der Projektideen über Bekanntmachungen und Ideenwettbewerbe unter Einbeziehung von unabhängigen Fachgutachtern garantiert eine möglichst große Beteiligung und Mobilisierung der Zielgruppen und stellt sicher, dass tatsächlich die jeweils besten Projektskizzen ausgewählt und gefördert werden.

Das Programm versteht sich als lernendes Programm und soll nach den vorgegebenen Richtlinien begleitend evaluiert werden. Darüber hinaus werden alle Förderbekanntmachungen innerhalb des Programms begutachtet und ausgewählte evaluiert. Unabhängige Experten untersuchen während der Laufzeit die Wirksamkeit der Programmsäulen und die entsprechenden Indikatoren für die Ex-post-Evaluation. Sie schaffen so auch die erforderliche Datengrundlage. Die Ergebnisse gehen in die thematische Weiterentwicklung des Programms ein.

Zudem ist vorgesehen, die Umsetzung der Produktions- und Dienstleistungsforschung 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 Produktions-, Dienstleistungs- und 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.

## Förderschwerpunkte/Förderrichtlinien

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 Themenschwerpunkt 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.

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.

## Laufzeit und finanzieller Rahmen

Das Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ hat eine Laufzeit von 7 Jahren. Das Förderbudget beläuft sich in dieser Zeit auf ca. 1 Mrd. Euro.

## Glossar

**3D-Drucker:** Gerät, das dreidimensionale Körper Schicht um Schicht aufbaut, derzeit noch mit zahlreichen Einschränkungen (Materialwahl, Mikrogefüge) versehen.

**A/D-Wandler:** Analog/Digital-Wandler, wandelt z. B. analogen Schall in speicherbare Bitmuster um.

**Big Data:** Gängiger Begriff für große Datenmengen, aus denen sich verwertbare Informationen extrahieren lassen, die nicht unbedingt explizit enthalten waren.

**CAM:** Cell Adhesion Molecule, Zellklebemolekül, das sich nur mit passenden Gegenstücken verbindet und so biologische Formbildung ermöglicht.

**Cloud:** Wolke, hier: Vom Nutzer kaum verortbare IT-Dienstleistungseinrichtungen, die über gängige Schnittstellen Speicherplatz, Rechenleistung, Software u. Ä. anbieten.

**CMOS-Sensorarrays:** z. B. Kamerachip mit Transistoren in Complementär-Metall-Oxid-Schicht-Technik

**Crowd Sourcing:** Finanzierung durch kleine Beiträge vieler Teilnehmer

**Cyber Physical Systems:** Verbund informatischer, softwaretechnischer Komponenten mit mechanischen und elektronischen Teilen, die über eine Dateninfrastruktur, wie z. B. das Internet, kommunizieren (Wikipedia).

Beispiel: Smarte Stromverteilungsnetze.

**Dienstleistungsengineering:** Gestaltung von Dienstleistungsabläufen mit standardisierten Verfahren ähnlich den bei der Produktion materieller Güter verwendeten.

**Enabler:** Möglichmacher, der große Entwicklungen in Gang setzen kann, z. B. Transistor.

**Facility Management:** Anlagenmanagement, Liegenschaftsverwaltung

**FuE:** Forschung und Entwicklung

**Hidden Champions:** Stille, verborgene Stars unter den Unternehmen mit weltweiter Geltung, der allgemeinen Öffentlichkeit unbekannt.

**Hybride Leistungsbündel:** Mix von anfassbaren Sachgütern mit Ideen, Vorgehensweisen und Dienstleistungen, die das Ganze effizient agieren lassen.

**IuK-Technologien:** Informations- und Kommunikationstechnologien

**KMU:** Kleine und Mittlere Unternehmen

**MEMS-Bausteine:** MEMS - Micro-Electro-Mechanical Systems, kleine Bauelemente, in denen Mikromechanik und Mikroelektronik zusammen arbeiten. Beide Funk-

ionalitäten können häufig auf einem Chip zugleich hergestellt werden; MEMS sind in jedem Smartphone enthalten, z. B. als Bewegungsmelder.

**Mobilität, Integrierte:** Geschäftsmodell, das nicht den Besitz von Fahrzeugen anbietet sondern deren koordinierte Verfügbarkeit.

**Modularisierung:** Aufbau eines Ganzen aus Teilkomponenten, die gegebenenfalls einzeln gegen andere ausgetauscht werden können. Möglich für Sachgüter und Dienstleistungen.

**Morphologischer Kasten:** Ordnungsschema, das im Prinzip alle Lösungsmöglichkeiten in einem komplexen Problembereich zu benennen gestattet.

**Open Innovation:** Öffnung des Innovationsprozesses durch Einbeziehung von Experten des Außenraums wie Kunden, Nutzer oder Zulieferer.

**Photonik:** Signalgenerierung und -verwertung mit Licht, lichttechnisches Analogon zur Elektronik.

**Proaktive Wartung:** Voraushandelnde Wartung; Wartung, bevor die Umstände die Wartung erzwingen.

**Produkt-Service-Systeme:** Produkt und dazu gehörender Service in einem gemeinsamen Paket und Angebot.

**Produktlebenszyklusmanagement, PLM:** Konzept zur vollständigen Erfassung aller Informationen, die im Verlauf des Lebenszyklus eines Produktes anfallen.

**RFID:** Abgeleitet von radio frequency identification, berührungslose Identifikation mittels elektromagnetischer Signale, u. a. für die geordnete Lenkung großer Gegenstandsmengen in Dienstleistung und Produktion.

**Sekundärer Sektor:** Volkswirtschaftlicher Ausdruck für das produzierende Gewerbe.

**Service-Blueprinting-Schema:** Methode zur bildhaften Darstellung von Dienstleistungsprozessen, Teil des Dienstleistungsmarketings

**Social Media:** Alle Medien (Plattformen), die die Nutzer über digitale Kanäle in der gegenseitigen Kommunikation und im interaktiven Austausch von Informationen unterstützen.

**SWOT-Analysen:** Teil der strategischen Planung, das Wort ist abgeleitet aus Strengths (Stärken), Weaknesses (Schwächen), Opportunities (Chancen) und Threats (Risiken).

**Synergieeffekte:** Effektverstärkung durch Zusammenwirken (Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile).

**Value Added Service:** Dienstleistungen, die Kernleistungen stark aufwerten.



## Impressum

### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat – Forschung für Produktion, Dienstleistung und Arbeit  
53170 Bonn

### Bestellungen

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

### Stand

August 2014

### Redaktion, Autor „Exkurse“

Dr. Mathias Schulenburg, Köln

### Gestaltung

Suzu Coppens, [www.bergerhof-studios.de](http://www.bergerhof-studios.de)

### Druck

BMBF-Druckerei

### Bildnachweis

Titel: Festo AG & Co. KG; Grußwort: Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Steffen Kugler; S. 3: picsfive – Fotolia; S. 4: Rexroth Bosch; S. 6, oben; 20, 28, 29, 40, 48: DLR; S. 6, unten: Precitec; S. 8, 10, 11, 13, 17, 23 unten, 25, 30, 32 unten, 36, 39, 42, 43, 45: Siemens Pressebild; S. 9: Anton Balazh – Fotolia; S. 12, 19, 27: BergerhofStudios; S. 14, CPM Compact Power Motors GmbH; S. 15: Innovative Mobility; S. 16, 26, 37, 41, 44, 46: Festo AG & Co. KG; S. 18: Ingo Bartussek – Fotolia; S. 21: Strato; S. 22: IZT, Michael Knoll; S. 23: Keystone; S. 24: Adisa – Dreamstime; S. 32, oben: LL28 – istockphoto; S. 34: Fraunhofer IPA, Jens Kilian; S. 35: thomaslerchphoto – Fotolia; S. 38, 50: Fraunhofer IAO; S. 49: Fraunhofer IAO, Alexander Schletz

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung.

Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung