

TechCheck 2019. Technologien für den Menschen.

Handlungsempfehlungen
des Zukunftsrats
der Bayerischen Wirtschaft

TechCheck 2019. Technologien für den Menschen.

Handlungsempfehlungen
des Zukunftsrats
der Bayerischen Wirtschaft



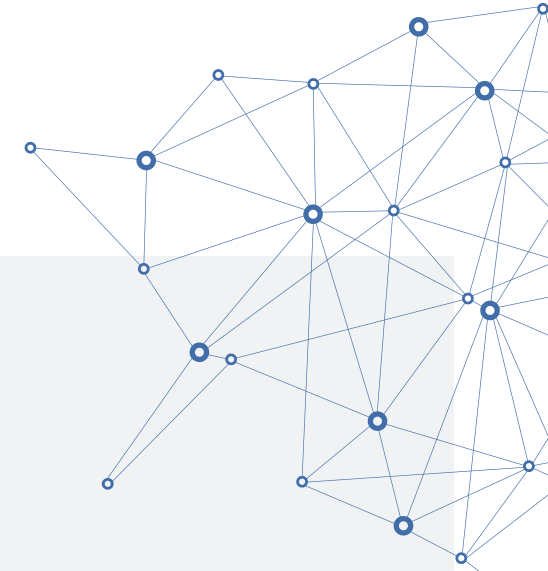
Vorwort

Alfred Gaffal

Seit fünf Jahren formuliert der Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft, was strategisch und konkret von den Akteuren aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft zu tun ist, damit Bayern auch in Zukunft zu den Spitzenstandorten im Bereich Innovation zählt. 2015 haben wir analysiert, welches die wichtigsten technologischen Zukunftsfelder für Bayern sind. Jetzt gehen wir den Fragen nach, was sich auf diesen Feldern seither verändert hat, wie gut es uns gelingt, das Potenzial für den Standort zu heben, und warum Chancen noch zu oft ungenutzt bleiben.

Die vbw Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* zeigt: Die Ausgangslage ist gut, aber viele Potenziale neuer Technologien bleiben noch ungenutzt. Gerade angesichts der großen drängenden Probleme wie dem demografischen Wandel, dem Klimawandel oder dem Umgang mit Ressourcen ist es für den Wirtschaftsstandort Bayern entscheidend, die Chancen, die neue Technologien für Menschen, Unternehmen und Umwelt mit sich bringen, nicht zu vergeben.

Damit dies gelingen kann, müssen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft technologischen Neuerungen offen gegenüberstehen. Unternehmen müssen diese rechtzeitig aufgreifen und in marktfähige Produkte übersetzen, in der Wissenschaft muss Raum für Experimente geschaffen werden und eine höhere Risikobereitschaft etabliert werden. Die Politik muss dafür den Rahmen vorgeben: durch die Schaffung einer entsprechenden Infrastruktur und eine zielgerichtete Technologie-, Forschungs-, Innovations- und Industriepolitik. Auf Ebene der Gesellschaft ist eine



transparente und faktenbasierte Kommunikation von Technologie- und Innovationsthemen ein entscheidender Faktor, um Ängste vor technologischen Neuerungen zu nehmen und für die Chancen zu begeistern.

Insgesamt zeigt sich mehr denn je, dass es die entscheidende Aufgabe ist, technologischen Fortschritt und Innovationen konsequent vom Menschen her zu denken und auf ihn auszurichten. Das betrifft die technische Seite, also die Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion, ebenso sehr wie die Einbindung der Belegschaften bei der Einführung neuer Tools oder eine missionsorientierte Herangehensweise bei Forschung und Entwicklung, die von einem bestimmten gesellschaftlichen Bedarf ausgeht.

Die Handlungsempfehlungen des Zukunftsrats dienen dabei als Wegweiser für Unternehmen, Wissenschaft, Staat und Gesellschaft in einem komplexen globalisierten und digitalisierten Umfeld, in dem Innovationsprozesse immer schneller verlaufen, getrieben vor allem durch die allgegenwärtige digitale Transformation. Ziel ist es, von Bayern und Deutschland aus unsere technologische Zukunft wirtschaftlich erfolgreich, nachhaltig und im Sinne der hier lebenden Menschen gestalten zu können.

Alfred Gaffal

Vorsitzender Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft
Ehrenpräsident der vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.



Vorwort

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang A. Herrmann

Human-Centered Engineering als Erfolgsmodell einer menschlichen Gesellschaft von morgen

Durch die Digitalisierung und Miniaturisierung schreitet der technologische Fortschritt in Siebenmeilenstiefeln voran. Es gibt keine technische Disziplin, die in der jüngsten Vergangenheit nicht durch die Verfügbarkeit großer Datenmengen in Dimensionen geführt wurde, die noch vor kurzem undenkbar waren. Wie sind im Zeitalter der „Big Data“ angekommen, dem sich weder die gewachsenen Industrien noch unser aller tägliches Leben entziehen kann.

Die neuen Herausforderungen der Zeit machen es erforderlich, dass wir die Gewohnheiten des Denkens täglich zu überwinden bereit sind. Umgekehrt muss die Realisierung des technischen Fortschritts im besonderen den Rückbezug auf den Menschen und den Bedarf der Gesellschaft in den Mittelpunkt stellen. Das „Human-Centered Engineering“ ist zur neuen, zentralen Herausforderung geworden.



Der Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft misst bei allem technischen Fortschritt dem „Erfolgsfaktor Mensch“ die Schlüsselfunktion in der Umbruchära des wirtschaftlichen Geschehens zu. Hierauf nimmt die vorliegende vbw-Studie erstmals Bezug, zumal die digitale Transformation der individuellen Gestaltungsbeteiligung völlig neue Räume erschließt. Die meisten Geschäftsmodelle, an die wir uns gewöhnt haben, gehören als bald der Vergangenheit an. In der Konsequenz überleben sich die traditionellen, erfolgreichen Strukturen der Wirtschaft. Technologiegetriebenes Unternehmertum von morgen bedeutet, die ungeahnten Chancen der Digitalisierung so zu nutzen, dass die seit Beginn der ersten industriellen Revolution des 19. Jahrhunderts akkumulierten Erfahrungsschätze fortentwickelt und in den Dienst der neuen gesellschaftlichen Anforderungen gestellt werden. So ist der „Erfolgsfaktor Mensch“ inmitten des technologischen Fortschritts der sicherste Garant für eine lebenswerte Zukunft.

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang A. Herrmann
Vorsitzender Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft
Präsident der Technischen Universität München

Inhalt

Vorwort	2
Die Mitglieder des Zukunftsrats	10
Einleitung	12

A. Zusammenfassung der Studienergebnisse

01 Ausgangspunkt: Zukunftsfelder und Schlüsselanwendungen	16
02 Technologische Zukunftsfelder: Status quo	22
02.1 Die Bewertung im Überblick	
02.2 TechCheck: Kurzbewertung der zehn Zukunftsfelder	
03 Chancen und künftige Entwicklungen	36
03.1 Wirtschaftliche Potenziale in den Zukunftsfeldern	
03.2 Forschungsaktivitäten in den bayerischen Zukunftsfeldern	
03.3 Wandel im Zusammenspiel Mensch – Technik	
04 Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	48
04.1 Innovationsgeschehen und Implementierung neuer Technologien in der Wirtschaft	
04.2 Zusammenhang von Regulierung und Innovativität	
04.3 Weitere Erfolgsfaktoren und Hemmnisse für die Implementierung und Diffusion	
04.4 Handlungsbedarf auf den Zukunftsfeldern	

B Handlungsempfehlungen

01 Empfehlungen an die Wirtschaft _____ 60

- 01.1 Chancen neuer Technologien und Anwendungen erkennen
- 01.2 Implementierung neuer Anwendungen im eigenen Unternehmen
- 01.3 Umgang mit disruptiven Veränderungen
- 01.4 Innovationen entwickeln, Geschäftsmodell weiterentwickeln
- 01.5 Produkte und Dienstleistungen kundenzentriert gestalten
- 01.6 Kommunikation zu Technologien und Innovationen

02 Empfehlungen an den Staat _____ 92

- 02.1 Grundlagen für erfolgreiches Wirtschaften schaffen
- 02.2 Technologiepolitik
- 02.3 Innovationspolitik
- 02.4 Gesellschaft mitnehmen

03 Empfehlungen an die Wissenschaft _____ 144

- 03.1 Forschung stärker auf Chancen ausrichten
- 03.2 Wissenstransfer und Kooperationen
- 03.3 Ausbildung
- 03.4 Mitwirkung an politischen Entscheidungsprozessen
- 03.5 Image und Kommunikation

04 Empfehlungen an die Gesellschaft _____ 154

- 04.1 Technologischen Fortschritt als Schlüssel zu Nachhaltigkeit begreifen
- 04.2 Medien: Innovationsthemen transportieren
- 04.3 NGOs: fairen, faktenbasierten Austausch suchen
- 04.4 Risikowahrnehmung hinterfragen
- 04.5 Ethische Regeln für Technologien auf zentrale Aspekte fokussieren
- 04.6 Balance zwischen Gemeinwohl und Einzelinteressen finden

Die Mitglieder des Zukunftsrats



Alfred Gaffal
Ehrenpräsident der
vbw – Vereinigung der
Bayerischen Wirtschaft
e. V.



**Prof. Wolfgang
A. Herrmann**
Präsident der
Technischen Universität
München



StM Hubert Aiwanger
Bayerischer Staatsminister
für Wirtschaft, Landesent-
wicklung und Energie
und stellvertretender
Ministerpräsident



Prof. Manfred Broy
Emeritus of Excellence,
Informatik TU München;
Gründungspräsident i. R.
des ZD.B



Prof. Hans-Jörg Bullinger
Mitglied des Senats der
Fraunhofer-Gesellschaft;
Aufsichtsratsvorsitzender
TÜV SÜD



StM Judith Gerlach
Bayerische Staatsministerin
für Digitales



Prof. Thomas Hamacher
Lehrstuhl für
Erneuerbare und
Nachhaltige
Energiesysteme
TU München



Prof. Sami Haddadin
Direktor der Munich School
of Robotics and Machine
Intelligence, TU München
Lehrstuhl für Robotik und
Systemintelligenz,
TU München



Wolfram Hatz
Präsident der
vbw – Vereinigung der
Bayerischen Wirtschaft
e. V.



Prof. Gerd Hirzinger
Ehem. Direktor
(jetzt Berater) des DLR
Robotik und Mechatronik
Zentrums RMC



Prof. Udo Lindemann
Ordinarius i. R. für
Produktentwicklung,
Technische Universität
München



Dr. Norbert Lütke-Entrup
Head of Technology and
Innovation Management
Corporate Technology
Siemens AG



Prof. Sabine Maasen
Friedrich Schiedel-
Stiftungslehrstuhl für
Wissenschaftssoziologie
TU München



**Prof. Reimund
Neugebauer**
Präsident
Fraunhofer-Gesellschaft



Prof. Wolfgang Peukert
Lehrstuhl für Feststoff- und
Grenzflächenverfahrens-
technik, Friedrich-
Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



**Prof. Birgit
Spanner-Ulmer**
Direktorin Produktion
und Technik
Bayerischer Rundfunk



Prof. Dieter Spath
Präsident acadtech,
Deutsche Akademie der
Technikwissenschaften



Prof. Günther Wess
Pharma, Biotech,
Life Sciences



Prof. Michael F. Zäh
Lehrstuhl für
Werkzeugmaschinen und
Fertigungstechnik
im iwv der TU München

TechCheck 2019. Technologien für den Menschen.

Handlungsempfehlungen
des Zukunftsrats
der Bayerischen Wirtschaft

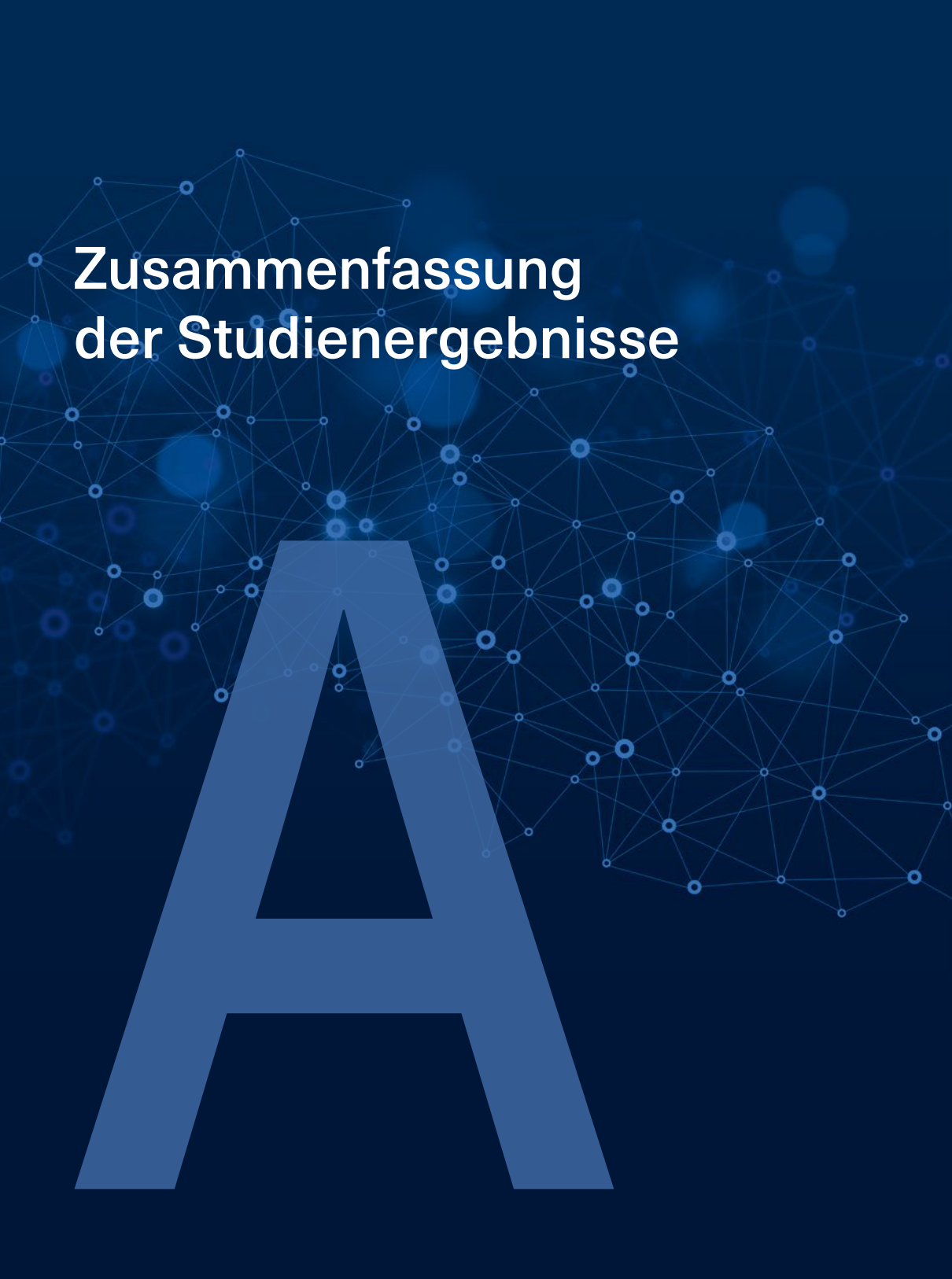
Um die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts für die Zukunft zu sichern, müssen neue technologische Möglichkeiten schnell genutzt und in Innovationen umgesetzt werden, die auf individuelle und gesellschaftliche Bedarfe reagieren und entsprechend von Markt und Gesellschaft angenommen werden.

Mit der Digitalisierung erhöht sich das Tempo deutlich: Die Zeit von Forschung und Entwicklung bis zur Markteinführung neuer Produkte oder Dienstleistungen hat sich massiv verkürzt. Umso entscheidender sind einerseits eine hervorragende Positionierung in der Forschung, andererseits Rahmenbedingungen, die eine rasche Markteinführung, Implementierung in den Unternehmen und Diffusion in der Gesellschaft fördern.

Ihre Potenziale können neue Anwendungen nur entfalten, wenn sie den Bedürfnissen und Fähigkeiten der Menschen gerecht werden, Neugierde und Begeisterung wecken, hinlänglich verstanden werden sowie deutliche Vorteile und ein positives Nutzererlebnis versprechen. Nicht nur daher steht der Faktor Mensch im Mittelpunkt.

Neue Technologien sind nicht nur Wirtschaftsfaktor, sondern auch Schlüssel zur Lösung wesentlicher gesellschaftlicher Fragen. Klimaschutz, Ressourceneffizienz und die Stabilisierung des Gesundheitssystems vor dem Hintergrund des demografischen Wandels sind nur ein paar Beispiele dafür. Zu den wichtigsten Aufgaben gehört, dieses positive Bild zu transportieren und Begeisterung auch für aktives bürgerschaftliches Engagement im Innovationsprozess zu wecken.

Die vbw Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* analysiert, wo Bayern und Deutschland heute auf den entscheidenden technologischen Zukunftsfeldern stehen und welche Entwicklungen in den kommenden Jahren zu erwarten sind. Der Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft zeigt in diesen darauf aufbauenden Handlungsempfehlungen, was Staat, Wirtschaft, Gesellschaft und Wissenschaft tun müssen, um die Potenziale neuer Technologien für den Menschen zu heben.



Zusammenfassung der Studienergebnisse

Kapitel	Seite
01 Ausgangspunkt: Zukunftsfelder und Schlüsselanwendungen	16
02 Technologische Zukunftsfelder: Status quo	22
03 Chancen und künftige Entwicklungen	36
04 Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	48

Kapitel

01

Teil

A

Ausgangspunkt: Zukunftsfelder und Schlüsselanwendungen

01.1 Begriffsbestimmungen und Ziele

Um technologischen Fortschritt für den Menschen zu nutzen und in Wertschöpfung am Standort umzusetzen, ist ein klares Zielbild notwendig: Wo wollen wir in fünf bis zehn Jahren stehen? Was sind daher die für den Standort relevantesten technologischen Zukunftsfelder? Welche Kompetenzen werden dafür benötigt, insbesondere für die jeweiligen Schlüsselanwendungen, und welche Rahmenbedingungen sind erforderlich? Auf dieser Basis kann der Handlungsbedarf klarer definiert werden. Ausgangspunkt ist eine Analyse der heutigen Stärken und Schwächen.

Definition zentraler Begriffe

Schlüsselbranchen

Diese werden nach ihrem Anteil am Exportvolumen definiert. Für Bayern sind das:

Kraftwagenbau

Maschinenbau

Medizin-, Mess- und
Steuerungstechnik

Geräte zur Elektrizitätserzeugung

Chemie

Technologische Zukunftsfelder

Es müssen mindestens drei der folgenden vier Punkte erfüllt sein:

Erhebliches weltweites
WachstumspotenzialAnknüpfen an vorhandene Kompetenzen
(Forschung, Unternehmen)Großes Potenzial für mindestens eine
der stärksten Branchen am StandortBeitrag zur Lösung einer zentralen
Herausforderung
(z. B. demografischer Wandel und seine
Auswirkungen, Klimawandel, zukunftsfähige
Organisation von Mobilität)

Schlüsselanwendungen

Eine Schlüsselanwendung ermöglicht in einem technologischen Zukunftsfeld wesentliche Veränderungen (also mehr als nur inkrementelle, nur schrittweise auf dem Vorhandenen aufbauende Fortschritte) in mindestens einem der folgenden zwei Bereiche:

1. Markt

Neue Formen der Wertschöpfung,
Umgestaltung von
Wertschöpfungsketten

2. Technik

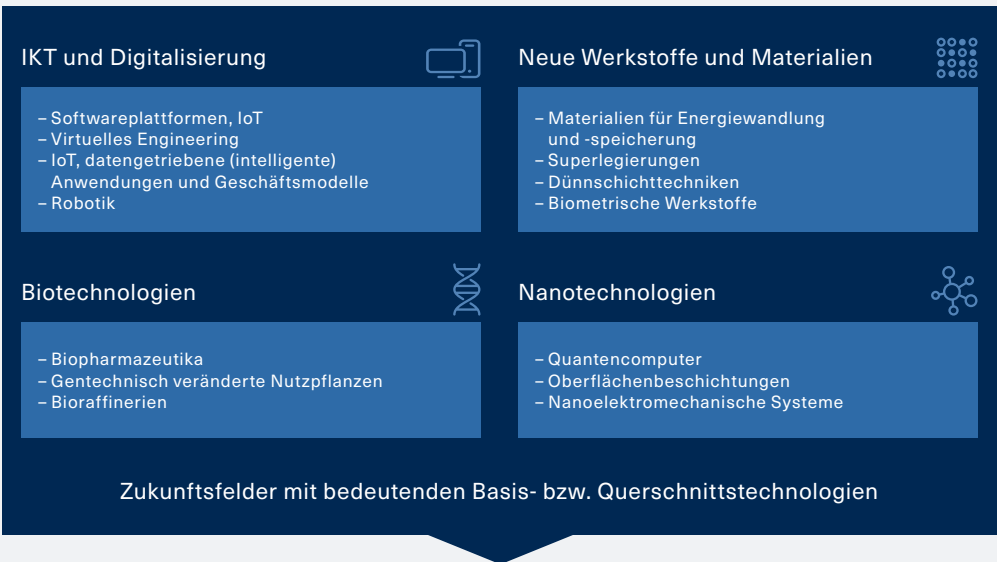
Neue Produkte oder Systeme
durch Erweiterung des
technisch Machbaren

Die Zukunftsfelder in diesem Sinne entsprechen denjenigen, die für Bayern schon in der im Jahr 2015 für die Arbeit des Zukunftsrats erstellten Studie *Bayerns Zukunftstechnologien* hervorgehoben wurden.



IKT und Digitalisierung, Neue Werkstoffe und Materialien sowie die Bio- und Nanotechnologien können als Querschnittstechnologien angesehen werden, da sie fast alle Sektoren und Bereiche durchdringen und als Technologietreiber wirken. Wichtige Schlüsseltechnologien der Technologiefelder zeigt (Abb. A 01–1).

A 01 – 1

Schlüsseltechnologien bayerischer Zukunftsfelder**IVS und zukünftige Mobilität**

- Elektromobilität, automatisierte Fahrzeuge
- Intelligente Verkehrs(leit)systeme
- Neue Mobilitätskonzepte und -dienste
- Verkehrsträgerübergreifende Plattformen

Energie(system)technologien

- Effizienztechnologien
- Energiespeicherung, Wasserstoff, PtX
- Smart Grids, Photovoltaik
- Energiesystemsteuerung

Industrielle Produktionstechnologien

- Industrieroboter
- Additive Fertigung
- Industrie 4.0

Gesundheitswesen u. Medizintechnologien

- Medizinrobotik-Anwendungen
- Computergestützte Diagnostik / Therapie
- AAL

Ernährung und Lebensmitteltechnologien

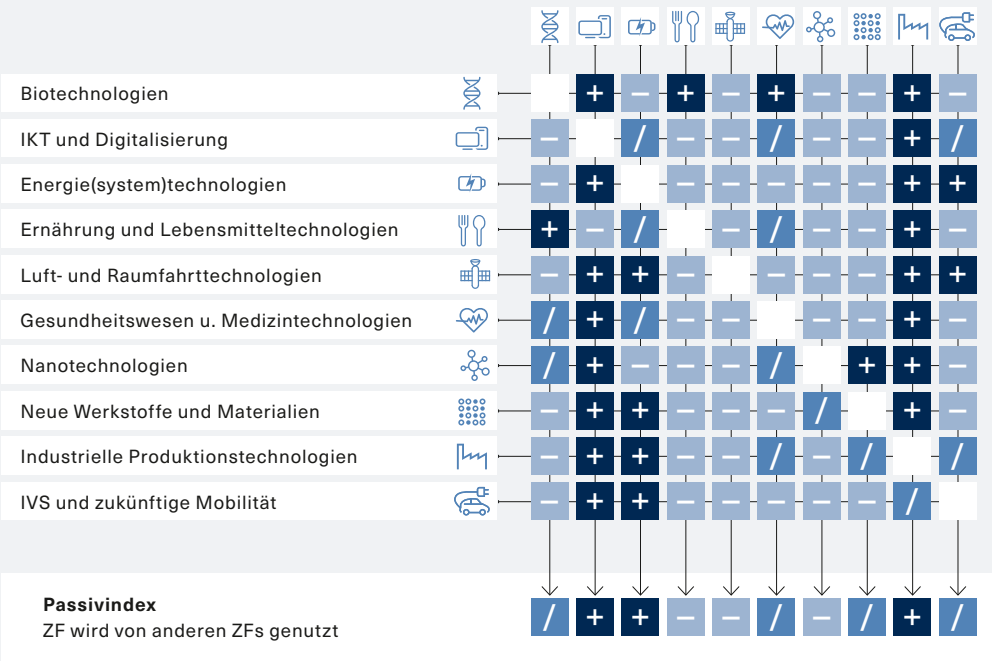
- Lebensmittelkonservierung
- Fett- und zuckerreduzierte Lebensmittelherstellung

Luft- und Raumfahrttechnologien

- Autonome Flugsysteme
- Satelliten

Die technologischen Entwicklungen auf den bayerischen Zukunftsfeldern beeinflussen sich wechselseitig, wie eine Patenanalyse zeigt. Insbesondere auf die Entwicklungen in IKT und Digitalisierung sowie industrielle Produktionstechnologien nehmen Erfindungen aus nahezu allen anderen Bereichen Bezug (Abb. A 01–2, Passivindex).

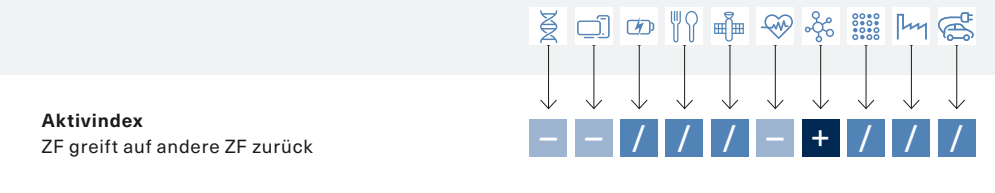
A 01–2
Patentverbindungen zwischen den Zukunftsfeldern (ZF)



+ stark **/** mittel **-** schwach

Die Digitalisierung zeigt sich also auch hier als einer der zentralen Treiber für andere Technologien. Darüber hinaus lässt sich mit der Patentanalyse auch ermitteln, in welchem Maß Zukunftsfelder überhaupt auf die Entwicklungen in anderen Bereichen zugreifen (Abb. A 01–3, Aktivindex). Hier stehen die Nanotechnologien heraus, die die meisten Bezüge zu anderen Zukunftsfeldern aufweisen.

A 01–3
Grad der Vernetzung technologischer Zukunftsfelder



+ stark **/** mittel **-** schwach

Kapitel

02

Technologische Zukunftsfelder: Status quo

Bayern bzw. Deutschland agieren auf den Zukunftsfeldern grundsätzlich von einer guten Ausgangsbasis aus, lassen aber noch zu viele Potenziale ungenutzt.

Teil

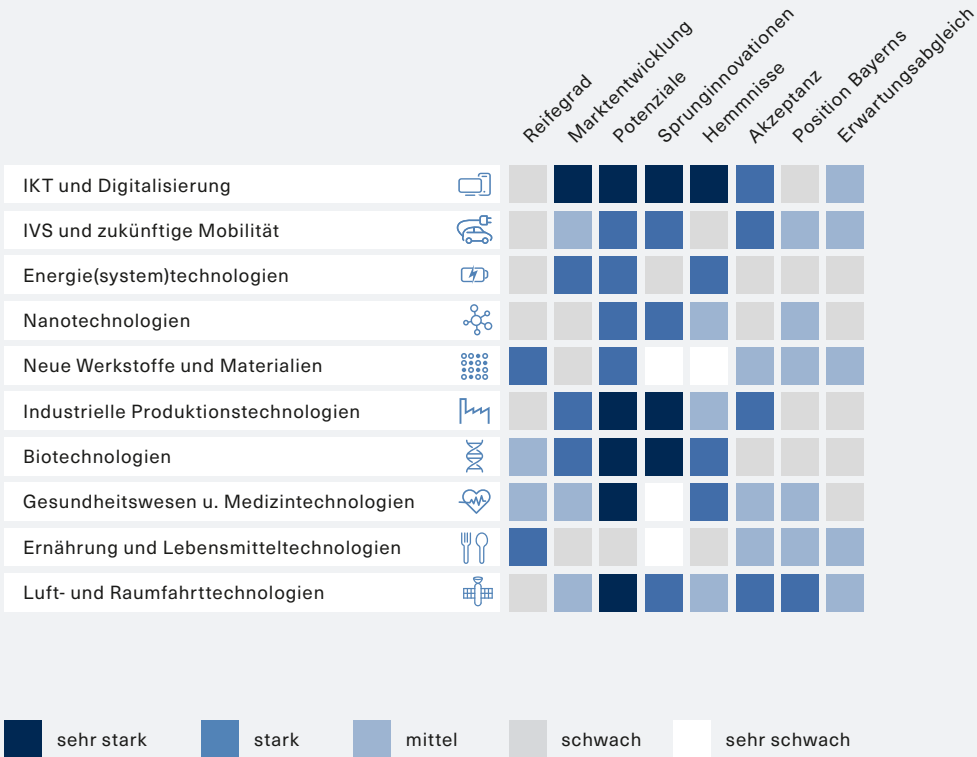
A

02.1

Die Bewertung im Überblick

Die Entwicklung der Zukunftsfelder wird von einer Vielzahl von Faktoren geprägt, die in der Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* im Einzelnen analysiert werden. Abbildung A 02-1 zeigt einen synoptischen Überblick zum Status quo und gleicht die Entwicklung der letzten Jahre mit den Erwartungen ab.

A 02-1
Entwicklung der zehn bayerischen Zukunftsfelder in den letzten Jahren



Quelle: Prognos / vbw 2019

Der **Reifegrad** lässt sich für die einzelnen Zukunftsfelder insgesamt kaum beurteilen, da die Felder sehr breit sind und es immer Technologien, Anwendungen und Geschäftsmodelle gibt, die bereits ausgereift sind, während andere noch in der Entwicklung stecken. Daher wird der Reifegrad der Schlüsselanwendungen bestimmt. Hier zeigt sich ein oftmals noch geringer Reifegrad, was angesichts der Zukunftsbezogenheit der betrachteten Felder kaum überrascht. Ein vergleichsweise hoher Reifegrad kann insgesamt bei den Schlüsselanwendungen in den Zukunftsfeldern Ernährung und Lebensmitteltechnologien sowie Neue Werkstoffe und Materialien ausgemacht werden.

Die **Potenziale** ergeben sich zum einen aus den (absehbaren) technologischen Fortschritten sowie zum anderen aus den großen gesellschaftlichen und globalen Trends, wie dem demografischen Wandel, der Globalisierung und dem Umwelt- und Klimaschutz (u.a. Dekarbonisierung der Wirtschaft, Luftreinhaltung, Ressourceneffizienz). Einen wesentlichen Treiber bildet dabei die Digitalisierung. Bei den meisten Technologien und Anwendungen sind in den kommenden zehn Jahren jedoch vorwiegend inkrementelle Verbesserungen zu erwarten.

Die größten Potenziale dürften vorliegen, wenn es zu **Sprunginnovationen** kommt. Innovationen, die zukünftig bedeutende Entwicklungssprünge ermöglichen könnten, sind oftmals noch sehr weit von der Marktreife entfernt oder werden als nicht realistisch eingeschätzt (z.B. technologische Singularität). In diesen Fällen wird die Bedeutung von Sprunginnovationen als sehr gering klassifiziert. Die wohl bedeutendsten

derzeit absehbaren Sprunginnovationen liegen mit der fortgeschrittenen Robotik und KI im Zukunftsfeld IKT und Digitalisierung. Die Entwicklungen in diesem Zukunftsfeld können den Ausgangspunkt disruptiver Veränderungen in den anderen Zukunftsfeldern bilden. In den industriellen Produktionstechnologien bieten Industrie- 4.0-Anwendungen Möglichkeiten für bedeutende Entwicklungssprünge. In den Biotechnologien steht mit CRISPR/Cas9 zudem ein revolutionäres Verfahren zur Verfügung, um DNA-Bausteine einfach und präzise zu verändern. Das Verfahren ist jedoch noch in einem sehr frühen Stadium mit unklarem Ausgang. In den Zukunftsfeldern Luft- und Raumfahrt sowie IVS und zukünftige Mobilität stehen mit autonomen Transportsystemen und den Erkenntnissen aus Satelliten der nächsten Generation ebenfalls weitreichende Veränderungen bevor, und die Klimaschutzziele gehen mit großen Entwicklungsnotwendigkeiten im Bereich alternativer Antriebstechniken, Kraftstoffe und Energiespeicher einher. In den Nanotechnologien bieten Quantencomputer und auf Nanostrukturierung beruhende Entwicklung neuer Materialien (z.B. für die Energiewandlung und die Energiespeicherung) erhebliche Entwicklungspotenziale.

Bei den **Hemmnissen** zeigt sich ein sehr diverses Bild. Große Hemmnisse gibt es mit Datenschutz- und Sicherheitsaspekten im Zukunftsfeld IKT und Digitalisierung und betreffen infolge der verbreiteten Verwendung von Technologien und Anwendungen dieses Zukunftsfeldes auch alle anderen Zukunftsfelder. Zusätzliche Hemmnisse bilden etwa im Zukunftsfeld Energie(system)-technologien die unvollständige Internalisierung externer Effekte (z.B. im Hinblick auf

die Erreichung der Klimaziele) sowie in den Zukunftsfeldern Biotechnologien, Gesundheitswesen und Medizintechnologien und Luft- und Raumfahrttechnologien die Regulierung. In einigen Zukunftsfeldern bilden zudem die Kosten (z.B. für Maschinen, Materialien) einen Hemmfaktor, dieser wird jedoch als relativ wenig bedeutsam erachtet. Hohe Kosten sind per se oftmals kein Hemmnis, sondern werden erst in Verbindung mit geringen Potenzialen oder hohen Risiken einer Innovation zu einem Hemmnis.

Akzeptanzprobleme ergeben sich bei relativ vielen Zukunftsfeldern; Neuerungen werden häufig (anfangs) kritisch hinterfragt. Dies gilt v.a. bei Nano- und Biotechnologien. Trotz Divergenzen wird die Akzeptanzbildung bei allen Technologien von ähnlichen Faktoren beeinflusst, deren Bedeutung bzw. Ausprägung zwischen den Technologien jedoch deutlich variiert. Nach ersten Erfahrungen wird häufig akzeptiert,

was einen spürbaren Nutzen verschafft und Spaß bereitet. Neben Erfahrungen ist auch das Vorliegen von (technologischen) Informationen in vielen Fällen für die Akzeptanzbildung in der Bevölkerung relevant. Dies betrifft auch das Vertrauen der Konsumenten in Sicherheit und Datenschutz. Zudem wird die Akzeptanz oftmals durch deren Einfluss auf die Umwelt und Gesundheit geprägt. Je nach Technologie sind weitere Faktoren bedeutsam. So wird die Akzeptanz beim automatisierten Fahren mitunter von der empfundenen Zuverlässigkeit sowie dem empfundenen Komfort und Fahrspaß geprägt, während bei großflächigen Wind- und Solarparks sowie dem Netzausbau das sog. NIMBY-Verhalten (not in my backyard: Ablehnung speziell im eigenen Umfeld) eine bedeutende Rolle spielt und bei roter Gentechnik eher ethische Aspekte und die Veränderung der Lebensqualität im Vordergrund stehen.

Auf Basis der für die Arbeiten des Zukunftsrats erstellten Leitstudie (Bayerns Zukunftstechnologien, 2015) und der Analysen im Rahmen der Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* einschließlich diverser Anfang 2019 geführter Expertengespräche kann nun ein Erwartungsabgleich durchgeführt werden (vgl. Abb. A 02–1). Er zeigt, inwiefern die Erwartungen der vergangenen Jahre realisiert werden konnten. Insgesamt konnten die Erwartungen der vergangenen Jahre bei der Hälfte der Zukunftsfelder ungefähr erfüllt werden, während die Ergebnisse bei der anderen Hälfte hinter den Erwartungen zurückgeblieben sind. Übertroffen wurden die Erwartungen auf keinem der Zukunftsfelder in ihrer Gesamtheit. Anwendungen, die sich langsamer durchgesetzt haben als erwartet, betreffen beispielsweise bestimmte Typen von Servicerobotern, Smart Grid, 3D-Druck, Medical AR, intelligente Implantate sowie diverse Anwendungen in den Nano- und Biotechnologien.

Kurzbewertung der zehn Zukunftsfelder

TechCheck
IKT und Digitalisierung

Schlüsselanwendungen

Eingebettete cyber-physische Systeme (z. B. autonome vernetzte Fahrzeuge, vernetzte Produktion, Roboter), IoT-Anwendungen (Smart-Home-Anwendungen, intelligente Kleidung, Wearables), Software und Systems Engineering, internetbasierte Anwendungen (z. B. Software-plattformen, persönliche Assistenten, Retail, Vermarktung, soziale Netze, digitale Medien), virtuelles Engineering, datengetriebene Anwendungen und Geschäftsmodelle

Technologische Verbindungen

Sehr starke Wirkung auf andere Zukunftsfelder

Reifegrad

Plateau häufig noch nicht erreicht; insbesondere bei fortgeschrittener Robotik und Teilbereichen der KI, Anwendungen in der Medizin; Software wird dominant und datenbasierte Vernetzung schreitet schnell voran

Marktentwicklung

Zukunftsfeld als Wachstums-, Job- und Innovationsmotor

Potenziale

Sehr großes Potenzial, insbesondere im Bereich KI und IoT, bei datengetriebenen Geschäftsmodellen und Internetplattformen

Sprunginnovationen

Fortgeschrittene Robotik und KI, perspektivisch (längerfristig) Quantencomputer

Hemmnisse

Mangelnde digitale Sicherheits- und Kommunikationsinfrastruktur, wenige Fachleute, zu geringe Expertise auf der Führungsebene

Akzeptanz

Intensive und begeisterte Nutzung vieler digitaler Anwendungen, hohe Attraktivität; als unzureichend empfundene Sicherheits- und Schutzleistungen weiterhin kritisch

Position Bayerns

Führend in Deutschland und Europa; aber deutliche Rückstände zu China und den USA, was die datengetriebene KI betrifft

Erwartungsabgleich

KI gewinnt zunehmend an Bedeutung; Servicerobotik entwickelt sich etwas langsamer als erwartet, Fortschritte v. a. in der nächsten Generation der Industrierobotik.

TechCheck
Intelligente Verkehrssysteme und zukünftige Mobilität

Schlüsselanwendungen

Zum Beispiel automatisierte Fahrzeuge, Elektromobilität, Fahrdienstvermittlung, Carsharing, intelligente Verkehrsleitsysteme, verkehrsträgerübergreifende Plattformen

Technologische Verbindungen

Vor allem Energie(system)technologien, IKT und Digitalisierung, Industrielle Produktionstechnologien

Reifegrad

Die Automatisierung von Verkehrssystemen schreitet voran, vollautomatische Systeme sind nur in engem Rahmen einsatzfähig

Marktentwicklung

Dynamische Entwicklung neuer Dienste bzw. Geschäftsmodelle; langsamere Entwicklung bei Elektromobilität

Potenziale

Automatisierung und Digitalisierung ermöglichen neue Geschäftsmodelle; gewisse Potenziale für die Bewältigung einiger Herausforderungen des Klimawandels und des demografischen Wandels

Sprunginnovationen

Vollautomatisiertes Fahren

Hemmnisse

Digitale Infrastruktur; unsichere Rechtslage

Akzeptanz

Viele etablierte Technologien sind gesellschaftlich akzeptiert, beim autonomen Fahren steht die Debatte noch am Anfang

Position Bayerns

Gute Ausgangslage aufgrund hoher Bedeutung der Fahrzeug- und IKT-Branche

Erwartungsabgleich

Die Erwartungen wurden weitgehend erfüllt.

TechCheck Energiesysteme und Energie(system)technologien

Schlüsselanwendungen

Zum Beispiel Effizienztechnologien (inkl. Wärmepumpen), Energiespeicherung, Smart Grids, dezentrale und lokale Energiesystemsteuerung, PtX, Photovoltaikanlagen, Wasserstoff als Energieträger

Technologische Verbindungen

Vor allem IKT und Digitalisierung, IVS und zukünftige Mobilität, Industrielle Produktionstechnologien, Werkstoffe

Reifegrad

Innovative Neuentwicklungen erreichen in den kommenden Jahren keine Marktreife

Marktentwicklung

Positive Marktentwicklung im Bereich erneuerbarer Energien sowie Effizienztechnologien, Beginn der Marktentwicklung für Elektromobilität

Potenziale

Steigende Anforderungen an Klimaschutz und Emissionen sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien bergen große Potenziale, auch für neue Geschäftsmodelle

Sprunginnovationen

In den kommenden zehn Jahren nicht in Aussicht

Hemmnisse

Fehlende hinreichend wirksame Regulierung, die mit den Klimaschutzzielen korrespondiert; mangelnde Internalisierung externer Effekte

Akzeptanz

Grundsätzlich große Zustimmung, aber NIMBY-Verhalten

Position Bayerns

Bundesweit führender Standort für erneuerbare Energien, technologisch aber teilweise mit Rückständen (z. B. bei Speichertechnologien)

Erwartungsabgleich

Smart Grid bleibt bisher hinter den Erwartungen zurück, derzeitige Regulierung wirkt insgesamt vielfach hemmend.

TechCheck Nanotechnologien

Schlüsselanwendungen

Zum Beispiel Oberflächenbeschichtungen (z. B. Autos, Textilien), Kohlenstoff-Nanoröhren, Quantencomputer, nanoelektromechanische Systeme

Technologische Verbindungen

Starke Verbindungen zu IKT und Digitalisierung, Neue Werkstoffe und Materialien sowie etwas schwächer zu Energie(system)technologien und Biotechnologien

Reifegrad

Zahlreiche Nanotechnologien und -anwendungen, z. B. nanoelektromechanische Systeme in der Medizin, sind noch nicht marktreif, während z. B. Nanooberflächen oder -katalysatoren bereits breite Anwendung in der Industrie finden

Marktentwicklung

Hohe Erwartungen an die Wertschöpfungspotenziale bislang nur bedingt erfüllt; schwierige Abgrenzung des Marktes für Nanotechnologie

Potenziale

Vor allem in der Medizin- und Energietechnik

Sprunginnovationen

Quantencomputer

Hemmnisse

Hochsensible und teure Verfahren bremsen die Verbreitung der Technologie

Akzeptanz

Akzeptanzprobleme v. a. von nanotechnologischen Anwendungen in Medizinprodukten und Lebensmitteln

Position Bayerns

Bayern ist im deutschen Vergleich gut aufgestellt, international dominieren aber China und die USA

Erwartungsabgleich

Hohe Erwartungen in einzelnen Anwendungsfeldern wurden bislang nicht erfüllt.

TechCheck Neue Werkstoffe und Materialien

Schlüsselanwendungen

Zum Beispiel Superlegierungen, Dünnschicht-techniken, biomimetische Werkstoffe, Materialien für die Energiewandlung und -speicherung

Technologische Verbindungen

Vor allem Industrielle Produktionstechnologien und Nanotechnologien

Reifegrad

Viele Technologien und Anwendungen sind marktreif und werden stetig weiterentwickelt

Marktentwicklung

Innovationen finden weite Verbreitung, insbesondere im verarbeitenden Gewerbe

Potenziale

Große Potenziale u. a. bei Verbundwerkstoffen, Biopolymeren, biomimetischen Materialien

Sprunginnovationen

Zukünftig Graphen

Hemmnisse

Kosten (Materialien, Verarbeitung)

Akzeptanz

Verbreitete (unbewusste) Nutzung der Technologie

Position Bayerns

Starke Stellung des verarbeitenden Gewerbes in Bayern

Erwartungsabgleich

Erwartungen wurden weitgehend erfüllt.

TechCheck Industrielle Produktionstechnologien

Schlüsselanwendungen

Zum Beispiel 3D-Druck, Industrie 4.0, IoT, Industrieroboter

Technologische Verbindungen

Starke Verbindungen v. a. zu IKT und Digitalisierung

Reifegrad

Neue Anwendungen sind oftmals noch nicht ausgereift

Marktentwicklung

Dynamische Entwicklung;
3D-Druck als Nischenmarkt

Potenziale

Digitalisierung bietet sehr große Potenzial

Sprunginnovationen

Additive Fertigung, Industrie 4.0

Hemmnisse

Datensicherheit und -schutz

Akzeptanz

Hohe Akzeptanz, aber von Umwälzungen bedroht

Position Bayerns

Gute Ausgangslage, Unternehmen eher abwartend

Erwartungsabgleich

Einige Hemmnisse aus dem IKT-Bereich schlagen durch, 3D-Druck diffundiert nur langsam.

TechCheck Biotechnologien

Schlüsselanwendungen

Zum Beispiel Biopharmazeutika, Bioraffinerien, gentechnisch veränderte Nutzpflanzen

Technologische Verbindungen

Starke wechselseitige Verbindung zu Ernährung und Lebensmitteltechnologien sowie Gesundheitswesen und Lebensmitteltechnologien

Reifegrad

Zahlreiche biotechnologische Verfahren und Produkte haben bereits Marktreife erreicht

Marktentwicklung

Bleibt teilweise hinter Erwartungen zurück

Potenziale

Rote, weiße, grüne Biotechnologie bergen große Potenziale, sind in Deutschland aber schwer realisierbar

Sprunginnovationen

CRISPR/Cas9

Hemmnisse

Aufwendige Genehmigungsverfahren sowie ungenügende Finanzierung und Kommerzialisierung

Akzeptanz

Massives Akzeptanzproblem der grünen Gentechnik

Position Bayerns

Führender Biotech-Standort in Deutschland, globaler Spitzenreiter sind mit Abstand die USA

Erwartungsabgleich

Komplexe Verfahren (z. B. CRISPR/Cas9; iPS-Zellen) benötigen zur Marktreife mehr Zeit und Forschungsaufwand als erwartet.

TechCheck Gesundheitswesen und Medizintechnologien

Schlüsselanwendungen

Zum Beispiel Robotik-Anwendungen in Medizin, Pflege und Logistik, Exoskelette, AAL, Gehirn-Computer-Schnittstelle

Technologische Verbindungen

Starker Rückgriff auf IKT und Digitalisierung

Reifegrad

Während einige Technologien bereits im Alltag etabliert sind, werden andere noch von komplexen technischen Hürden ausgebrems

Marktentwicklung

Solider Wachstumspfad; dynamische Entwicklung v. a. bei digitalen Anwendungen

Potenziale

Sehr großes Potenzial, gerade in Verbindung mit anderen Zukunftsfeldern – auch infolge der demografischen Entwicklung

Sprunginnovationen

In den kommenden zehn Jahren nicht in Aussicht

Hemmnisse

Staatliche (teils unklare) Regulierung, Kosten

Akzeptanz

Ambivalente Einstellung der Bevölkerung

Position Bayerns

Starke Medizintechnikhersteller, aber vergleichsweise wenige Anbieter im Bereich digitaler Medizintechnologien bzw. -anwendungen, starke Robotik, starke Erfahrungen im Gehirn-Computer-Schnittstellen

Erwartungsabgleich

Entwicklung spezieller Anwendungen (z. B. intelligente Implantate, Medical Augmented Reality) bleibt hinter den Erwartungen zurück.

TechCheck Ernährung und Lebensmitteltechnologien

Schlüsselanwendungen

Zum Beispiel Lebensmittelkonservierung;
fett- / zuckerreduzierte Lebensmittelherstellung

Technologische Verbindungen

Vor allem Biotechnologien sowie etwas schwächer
Industrielle Produktionstechnologien

Reifegrad

Viele Technologien sind marktreif und
werden von der Lebensmittelindustrie stetig
weiterentwickelt

Marktentwicklung

Keine dynamische Entwicklung

Potenziale

Begrenzte Potenziale

Sprunginnovationen

In den kommenden zehn Jahren
nicht in Aussicht

Hemmnisse

Gesetzliche Vorschriften, hohe
Anschaffungskosten

Akzeptanz

Keine generellen Vorbehalte,
Geschmack ist entscheidend

Position Bayerns

Spezialisierte Forschungseinrichtungen,
aber geringe F+E Aktivitäten der Wirtschaft

Erwartungsabgleich

Erwartung schrittweiser Weiterentwicklung weitgehend erfüllt.

TechCheck Luft- und Raumfahrttechnologien

Schlüsselanwendungen

Zum Beispiel Satelliten; Flugtaxi; Einsatz von
unbemannten Flugsystemen in hoheitlichen
Bereichen (z. B. Polizei, Rettungsdienst,
ergewacht), in Industrie (z. B. Vermessung,
Überwachung, Wartung) und Landwirtschaft
(z. B. Bodenerkundung)

Technologische Verbindungen

Vor allem IKT und Digitalisierung, Energie(system)
technologien, Industrielle Produktions-
technologien, IVS und zukünftige Mobilität

Reifegrad

Neue Anwendungen oftmals noch
nicht ausgereift

Marktentwicklung

Eine der wachstumsstärksten Branchen
Deutschlands

Potenziale

Sehr großes Potenzial, v. a. bei unbemannten
Flugsystemen

Sprunginnovationen

Unbemannte Flugsysteme

Hemmnisse

Strenge Regulierungen und Zertifizierungen sowie
lange Entwicklungszyklen; Anpassungsnotwen-
digkeiten bei rechtlichen Rahmenbedingungen für
Zulassung und Betrieb unbemannter Flugsystem

Akzeptanz

Grundsätzlich hoch;
bei Drohnen ambivalent

Position Bayerns

Einer der führenden Standorte für Luft- und
Raumfahrt in Europa, zunehmend preislich und
technologisch unter Druckeher abwartend

Erwartungsabgleich

Erwartungen wurden weitgehend erfüllt.

Kapitel

03

Chancen und
künftige
Entwicklungen

Bayern und Deutschland profitieren von einer starken Industrie und deren Technologieführerschaft auf heute wichtigen Feldern. Das darf aber nicht den Blick dafür verstellen, dass die Karten in einer stark datenbasierten Wirtschaft neu gemischt werden und hier die internationalen Wettbewerber das Geschehen dominieren. Auch auf den übrigen Zukunftsfeldern müssen die bestehenden Potenziale noch besser gehoben werden, um die künftige Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

Teil

A

03.1

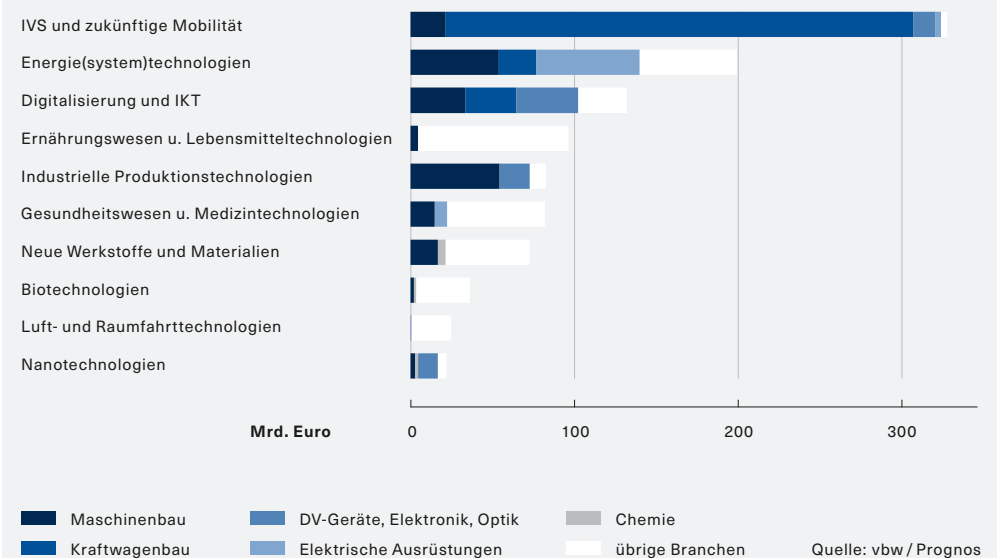
Wirtschaftliche Potenziale in den Zukunftsfeldern

Zur Abschätzung der ökonomischen Bedeutung der Zukunftsfelder für den Industriestandort Deutschland wurde in der Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* ein Verfahren eingesetzt, das Patent- und Produktionsdaten kombiniert. Danach sind die Technologien aus dem Bereich IVS (Intelligente Verkehrssysteme) und zukünftige Mobilität deutschlandweit mit Abstand am bedeutendsten. Diese Technologien fanden in Gütern Anwendung, auf die im Jahr 2017 ein geschätztes Produktionsvolumen von insgesamt rund 332 Milliarden Euro entfiel (vgl. Abb. A 03–1). Der Bereich zeichnet sich zudem durch eine sehr dynamische Entwicklung aus. Seit 2009 hat das Produktionsvolumen um knapp 50 Prozent zugenommen. Dies spiegelt v. a. die sehr erfolgreiche Entwicklung des Kraftwagenbaus in Deutschland. Die enorme Bedeutung des Kraftwagenbaus für das Zukunftsfeld IVS und zukünftige Mobilität birgt die Gefahr eines Klumpenrisikos.

A 03–1

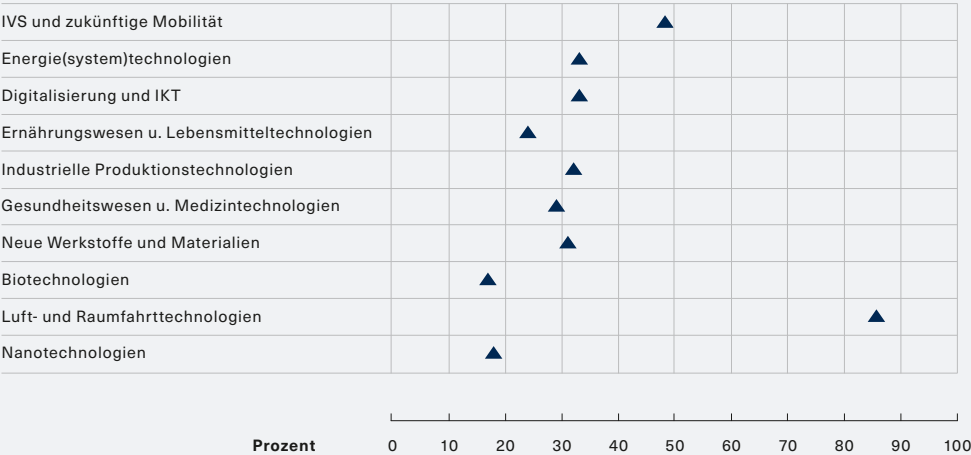
Ökonomische Bedeutung der zehn Zukunftsfelder in Deutschland 2017

Produktionsvolumen von Gütern, die die jeweilige Zukunftstechnologie nutzen



A 03-2
Ökonomische Bedeutung der zehn Zukunftsfelder in Deutschland 2017

Wachstum des technologiefeldspezifischen Produktionsvolumens zwischen 2009 und 2017, in Prozent



Näherungswerte für Deutschland Quelle: vbw / Prognos 2019

Ebenfalls von großer Bedeutung sind Energie(system)technologien, auf die im Jahr 2017 ein Produktionsvolumen von insgesamt 202 Milliarden Euro entfiel. Anwendung findet dieses Zukunftsfeld v. a. in den Branchen elektrische Ausrüstungen, Maschinen- und Kraftwagenbau. Mit einem Produktionsvolumen von insgesamt 134 Milliarden Euro im Jahr 2017 folgt das Zukunftsfeld IKT und Digitalisierung an dritter Position, wobei hier die Produktionssicht die tatsächliche wirtschaftliche Bedeutung nur sehr unvollständig abbilden kann (vgl. Seite 39). Den stärksten Produktionszuwachs zwischen 2009 und 2017 verzeichnen Güter, die Luft- und Raumfahrttechnologien nutzen, mit etwa 85 Prozent. Der Durchschnitt aller Industriegüter liegt bei einem Zuwachs von 36 Prozent. Insgesamt schlägt sich fast jedes der zehn Zukunftsfelder in einer oder mehreren Schlüsselbranchen nieder. Allein in Gütern aus dem Bereich Maschinenbau finden neun der zehn Zukunftsfelder Verwendung.

Dieses aus Patent- und Produktionsstatistik abgeleitete Bild kann die wirtschaftliche Realität und insbesondere die Rolle der digitalen Transformation naturgemäß nur unvollständig abbilden. Werden zusätzlich Dienstleistungen in die Betrachtung einbezogen, fällt die ökonomische Bedeutung der Zukunftsfelder insgesamt deutlich höher aus. Das gilt insbesondere für IKT und Digitalisierung, wo sich wesentliche unternehmerische Tätigkeiten nicht in Produkten, sondern in Dienstleistungen niederschlagen. So lag die digitale Wertschöpfung mit 244 Milliarden Euro im Bereich Industrie und industrienähe Dienstleistungen schon im Jahr 2016 deutlich über dem geschätzten Produktionsvolumen für den Bereich IKT und Digitalisierung. Unvollständig erfasst werden bislang auch die auf Digitalisierung und insbesondere intelligente Datennutzung zurückzuführenden Produktivitätsfortschritte in Unternehmen sämtlicher Branchen (vgl. ausführlich *Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung. Analyse und Handlungsempfehlungen*, 2017). Auch in den anderen Zukunftsfeldern gewinnen (produktbegleitende) Dienstleistungen und „Systemangebote“ zunehmend an Bedeutung.

Speziell Plattformen spielen bei der Umsetzung der Potenziale der Digitalisierung in konkrete Geschäftsmodelle eine zentrale Rolle und schaffen mit ihren Skalen-, Verbund- und Netzwerkeffekten auch neue Marktstrukturen. Im Verbraucherbereich ist die Dominanz der US-amerikanischen Plattformen groß. Amazon erreicht einen Unternehmenswert, der deutlich über dem Marktwert aller zehn wertvollsten DAX-Unternehmen zusammen liegt. Bisher haben Deutschland und Bayern kaum international relevante Verbraucher-Plattformen hervorgebracht. Noch vollkommen offen ist das Rennen dagegen im B2B-Bereich, also beispielsweise bei Plattformen für die Organisation des Internets der Dinge (vgl. näher die vbw Studie *Plattformen – Infrastruktur der Digitalisierung*, 2019). Zu beachten ist dabei allerdings, dass viele deutsche Anbieter für ihre Plattformen wiederum die Infrastruktur von Amazon Web Services oder Microsoft Azure nutzen.

03.2

Forschungsaktivitäten in den bayerischen Zukunftsfeldern

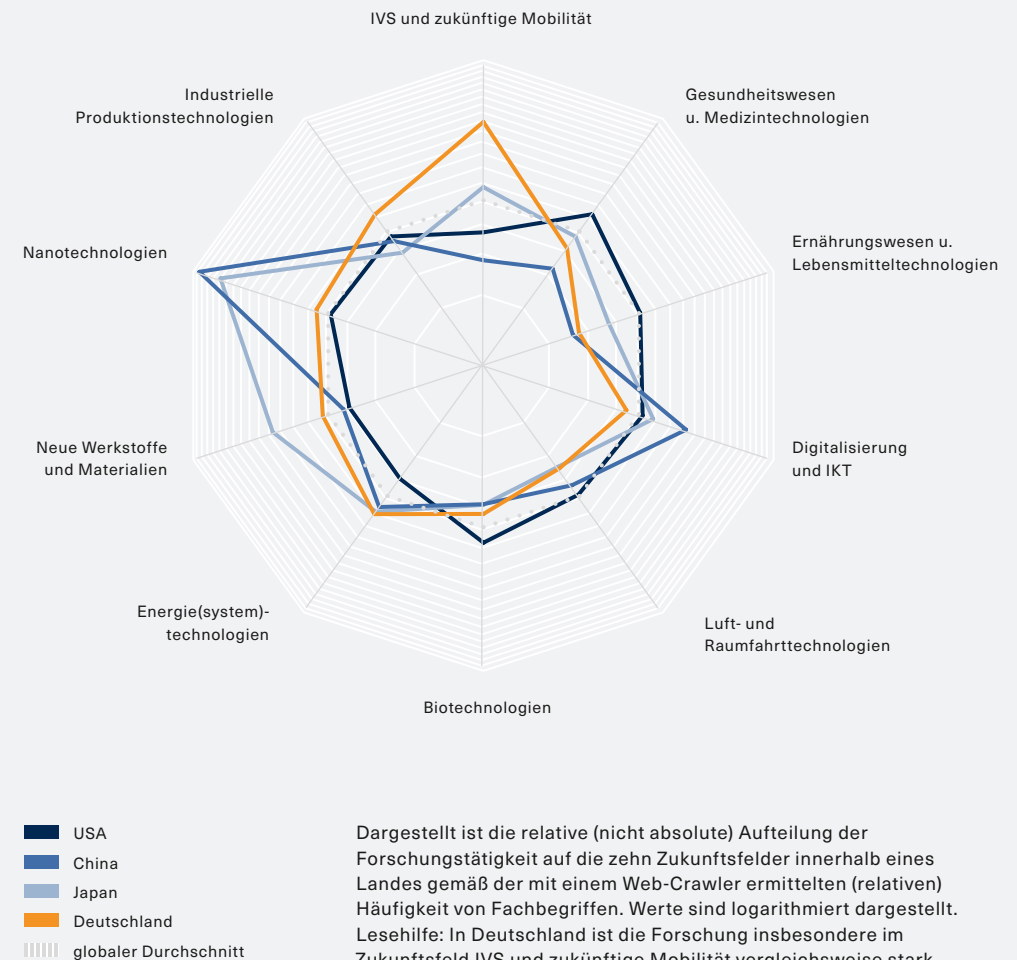
In Bereichen, auf die sich öffentliche Forschung fokussiert, verlaufen Entwicklungen und Wachstum häufig besonders dynamisch. Mithilfe eines Web-Intelligence-Tools wurde analysiert, wie häufig bestimmte technologiespezifische Fachbegriffe auftreten. Da neueste Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung auf den Webseiten der einschlägigen Akteure besonders prominent platziert werden und dann weitere Verbreitung in Foren oder auf verschiedenen Plattformen finden, geben die Informationen aus dem Internet ein nahezu vollständiges Bild der einzelnen (staatlichen) Forschungsaktivitäten und ergänzen die Patentanalysen.

Wenig überraschend ist der relative Schwerpunkt im Bereich Mobilität (vgl. Abb. A 03–3), der ganz maßgeblich auf die Stärke der Automobilindustrie zurückzuführen ist. Kritisch ist dagegen, dass wir im Bereich IKT und Digitalisierung keinen Schwerpunkt setzen und uns weniger darauf fokussieren als wichtige Wettbewerber wie USA, China und Japan. Angesichts der großen Bedeutung für alle anderen Zukunftsfelder müsste das Bild anders aussehen. Die starke Betonung der Nanotechnologien sowohl in der chinesischen als auch der japanischen Forschungslandschaft zeigt, was aus der Patentanalyse nur unvollständig abzulesen ist: Wettbewerber in Asien sehen die große Bedeutung von Nanostrukturen als Grundlage für die Funktion materieller Gegenstände. Eine vergleichbare stoffliche Ausrichtung fehlt in der deutschen Forschung.

In Bayern liegen Patentaktivitäten in den Zukunftsfeldern IVS und zukünftige Mobilität an der Spitze (vgl. Abb. A 03–4). Dies ist insbesondere auf die hohe Forschungsintensität der Automobilindustrie in Bayern zurückzuführen. Neben IKT und Digitalisierung sind außerdem die Energiesysteme und Energietechnologien sehr aktiv. In allen Zukunftsfeldern ist der Anteil der Weltklassepatente an den Gesamtpatenten sehr hoch. Als Weltklassepatente werden die besten zehn Prozent der Patente innerhalb einer definierten Technologie bezeichnet, gemessen an der erreichten Marktabdeckung und der technologischen Relevanz (Referenzen und Zitierungen). In der Regel sind mehr als 25 Prozent der Patentleistungen als Weltklasse einzustufen. Dieser Wert ist auch im internationalen Maßstab sehr hoch. In den Biotechnologien liegt er mit knapp 40 Prozent am höchsten.

A 03–3

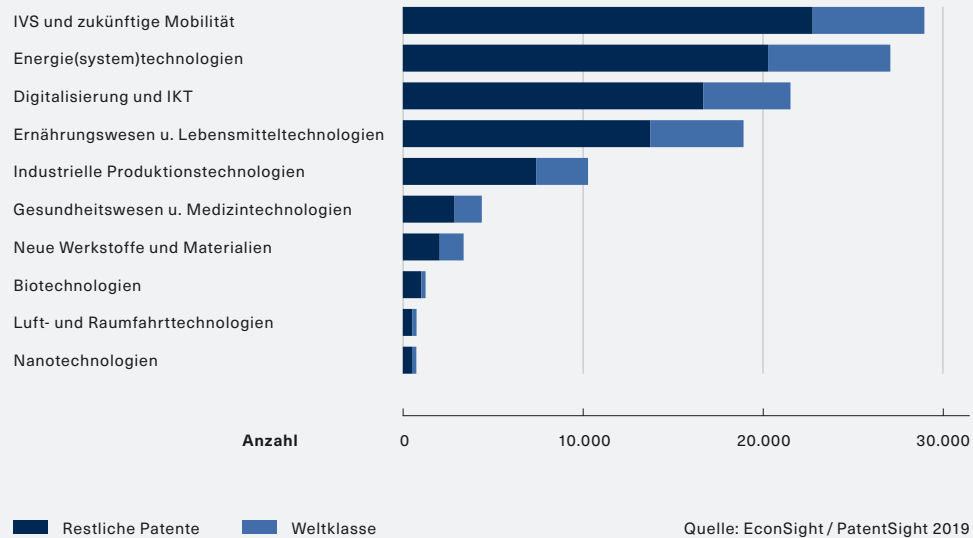
Relative Forschungsschwerpunkte im internationalen Vergleich zehn Zukunftsfelder in Deutschland 2017



A 03-4

Technologiestruktur Bayerns nach Zukunftsfeldern, Weltklassepatente und Gesamtpatente, 2018

Anzahl aktiver Patentfamilien



Die Schlüsselanwendungen der zehn bayerischen Zukunftsfelder haben weit überwiegend einen Bezug zur Digitalisierung. Umso wichtiger sind eine gute Positionierung und ein hohes Engagement u. a. in Forschung und Entwicklung auf diesem Feld.

03.3

Wandel im Zusammenspiel Mensch – Technik

Seit die ersten Werkzeuge hergestellt wurden, hat sich viel verändert. So schnell wie heute – getrieben vor allem durch die digitale Transformation – hat sich der Wandel allerdings noch nie vollzogen. Arbeitserleichterung oder ersatzloser Wegfall menschlicher Tätigkeit, neue Rollen und neue Formen der Arbeitsteilung bzw. Kooperation fordern den Einzelnen und die Gesellschaft heraus. Die „Maschine“ ist heute viel weniger greifbar als früher, weil mit dem Siegeszug von Software und Plattformen neben die technischen Geräte auch virtuelle „Informationsverarbeitungsmaschinen“ getreten sind.

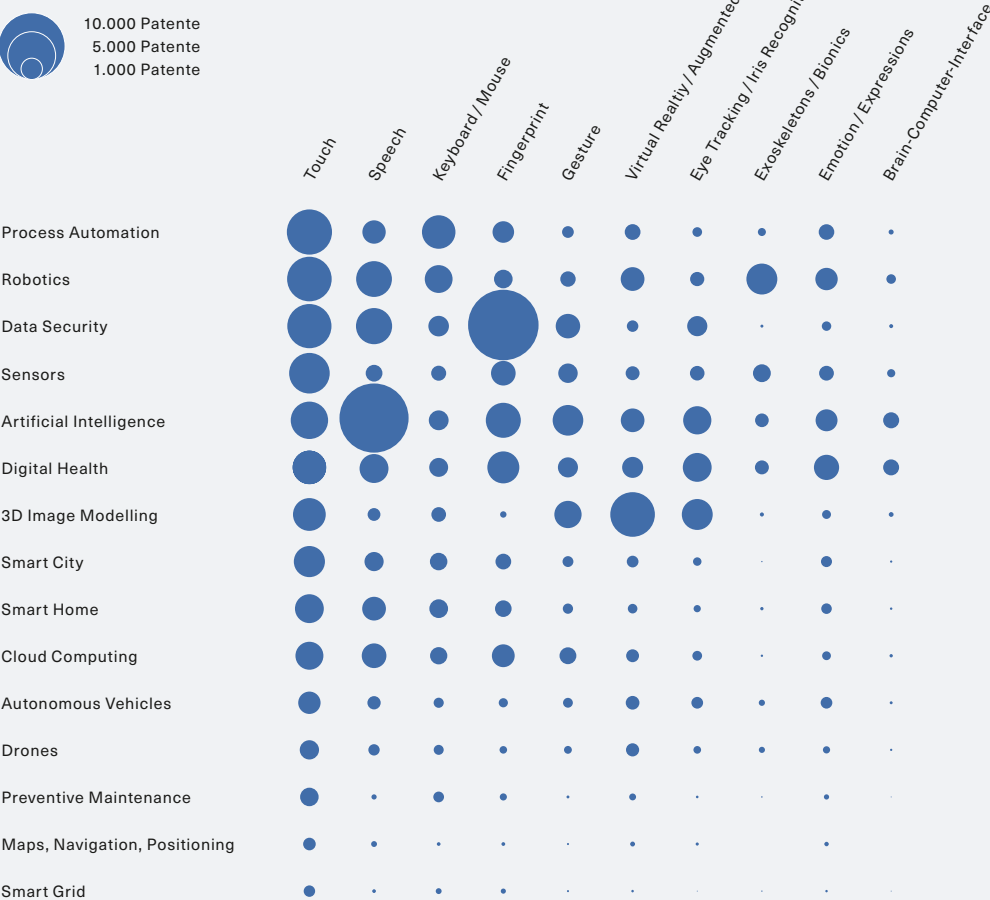
Im Mittelpunkt steht immer der Mensch. Die Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion, die Einbindung von Mitarbeitern in den Transformationsprozess und die Ausrichtung von Innovationen auf den Nutzen für den Menschen sind die entscheidenden Erfolgsfaktoren für

- am Markt erfolgreiche Innovationen und damit Wachstum, Arbeitsplätze und Wertschöpfung am Standort,
- das Gelingen der Implementierung neuer Anwendungen im Unternehmen und
- Technologie- und Innovationsbegeisterung in der Gesellschaft.

Die Bedeutung lässt sich auch daran ablesen, dass mit der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) verbundene Technologien im letzten Jahrzehnt weltweit ein sehr dynamisches Wachstum verzeichneten. Die Gesamtzahl aktiver Patentfamilien hat sich seit 2008 auf 230.000 im Jahr 2018 etwa verdreifacht. Im Zentrum stehen dabei die Touch-Anwendungen, mit denen das starke Wachstum begann, während zuletzt auch die Sprachsteuerung stark zugenommen hat, die wiederum eng mit den Entwicklungen auf dem Feld der Künstlichen Intelligenz verknüpft ist (vgl. Abb. A 03-5).

A 03-5
Verknüpfung der MMI-Technologien mit speziellen Digitalisierungstechnologien
(aktive Patentfamilien, 2018, weltweit)

Die technologische Bedeutung der Mensch-Maschine-Technologien für einzelne spezielle Technologien. Lesehilfe: Rund 5.000 Patente in der Prozessautomatisierung sind verknüpft mit der Touch-Technologie. Rund 11.000 Patente in der künstlichen Intelligenz sind mit Sprachtechnologien verknüpft. Datengrundlage: aktives globales Patentportfolio (alle aktiven und angemeldeten Patente) zum Stichtag 31.12.2018

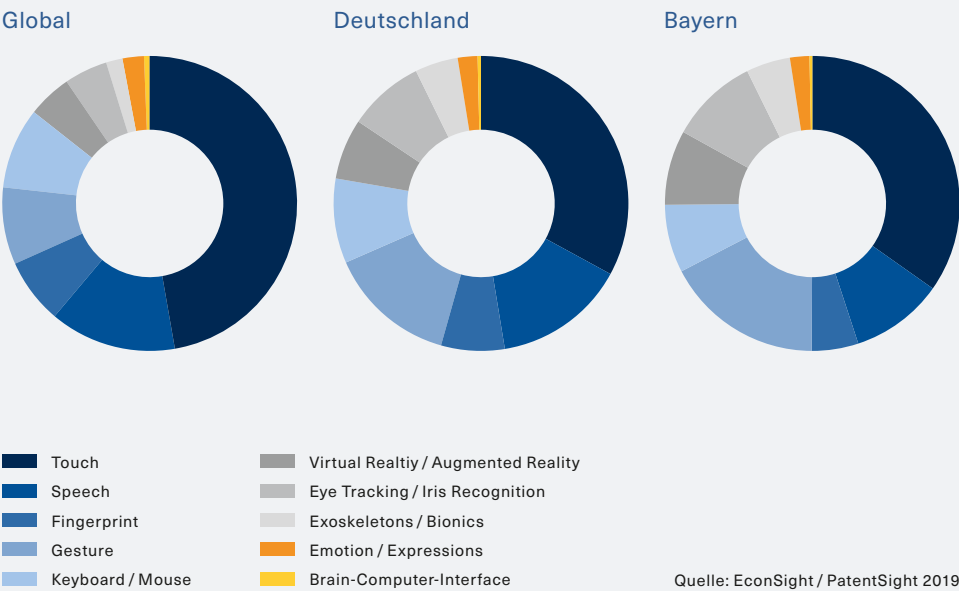


Quelle: EconSight / PatentSight 2019

Besonders bedeutsam ist die Mensch-Maschine-Interaktion gegenwärtig auf den Zukunftsfeldern Digitalisierung und Intelligente Verkehrssysteme. Auch in Medizin- und Gesundheitstechnologien sowie Industriellen Produktionstechnologien spielt MMI eine wichtige Rolle, in Bayern ebenso wie aus globaler Sicht. Aufgrund der Dominanz der Anwendungen im Digitalisierungsbereich lohnt sich eine differenziertere Betrachtung der dortigen Anwendungstechnologien (Abb. A 03-6).

Im weltweiten Vergleich zeigt die Patentstruktur aus globaler Sicht eine Dominanz der Touch-Technologie, gefolgt von der Spracherkennung. In Deutschland ist die Dominanz der Touch-Technologie weniger stark ausgeprägt, dafür nehmen die Sprach- und die Gestensteuerung mehr Platz ein. In Bayern ist die Gestensteuerung noch etwas ausgeprägter als in Gesamtdeutschland, da sie mehrheitlich in der Automobilindustrie Anwendung findet (Abb. A 03-6).

A 03-6
Patentstruktur bei MMI-Technologien

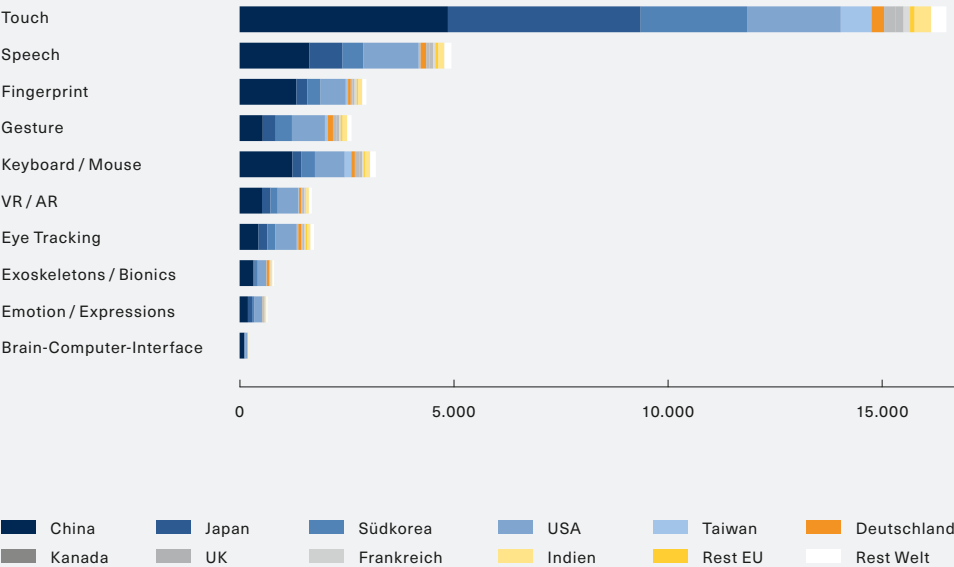


Quelle: EconSight / PatentSight 2019

Betrachtet man alle Patente im Bereich der MMI-Technologie, dann sind China, Japan und Südkorea für mehr als 50 Prozent der Patente verantwortlich. Im Bereich der Touch-Technologie sind es sogar 72 Prozent. Durch den Fokus auf die Weltklassepatente reduzieren sich die Patentmengen und -anteile der asiatischen Länder deutlich auf im Schnitt rund 25 Prozent. Im Gegenzug steigt die Bedeutung der USA auf deutlich über 40 Prozent in einigen Technologien. Eine Ausnahme bildet weiter die Touch-Technologie. Mit 48 Prozent kommt knapp

die Hälfte der Weltklassepatente nach wie vor aus China, Japan und Südkorea. Im Umkehrschluss zeigt sich die geringe Bedeutung Deutschlands. Eine Ausnahme ist die Exoskelett-Technologie, in der Deutschland mit 74 Weltklassepatenten einen Anteil von rund zehn Prozent erreicht (Abb. A 03–7). In absoluten Zahlen liegt auch in Deutschland die Touch-Technologie mit 418 Weltklassepatenten vorne, gefolgt von der Sprachtechnologie mit 162 Weltklassepatenten. Insgesamt verfügt Deutschland über

A 03–7
Weltklassepatente in MMI-Technologien nach Herkunftsländern, 2018
Anzahl aktiver Patentfamilien



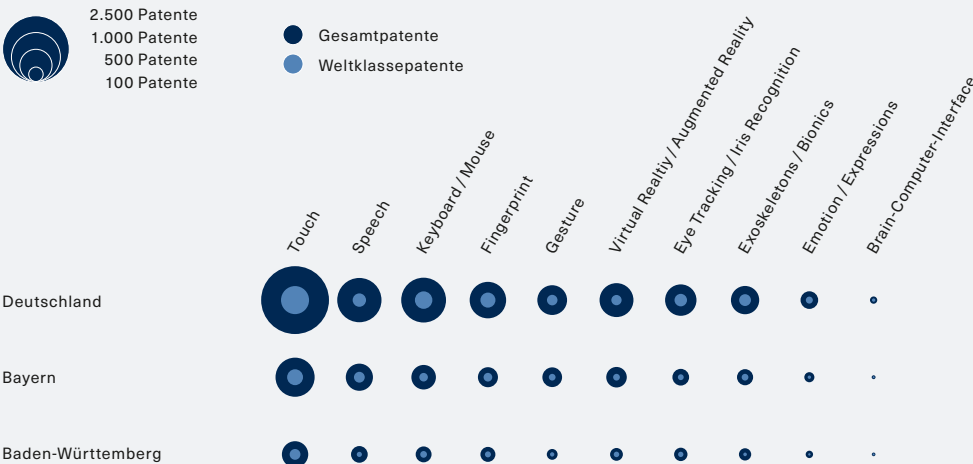
Quelle: EconSight / PatentSight 2019

1.066 Weltklassepatente in den MMI-Technologien. Auf Bayern entfällt davon mit 373 Weltklassepatenten rund ein Drittel. Die bayerische Technologiestruktur ähnelt der Struktur Deutschlands, wenn auch mit einem weniger ausgeprägten Schwerpunkt in Touch-Technologien. Verknüpft man die MMI-Technologien mit den zehn Zukunftsfeldern zeigt sich für Bayern, dass die MMI-Technologien im Bereich IKT und Digitalisierung breit angewendet werden. Hier unterscheidet sich

Bayern nicht von der globalen Entwicklung. Allerdings sind in Bayern die Schwerpunkttechnologien Gesundheit und Medizin sowie Mobilität sehr intensiv mit den MMI-Technologien verknüpft. In den Mobilitätstechnologien haben vor allem Touch, Gestik und Augenbewegung Einzug gehalten. Im Gesundheitswesen und der Medizintechnik sticht keine MMI-Technologie heraus (Abb. A 03–8). Somit ist in Bayern die Anwendung der MMI-Technologien etwas breiter als in der Globalbetrachtung aufgestellt.

A 03–8
Verknüpfung der MMI-Technologien mit den Zukunftsfeldern in Bayern, 2018

Die Struktur und Anzahl von Mensch-Maschine-Technologien in Deutschland, Bayern und Baden-Württemberg. Lesehilfe: Deutschland hat rund 2.500 Patente in der Prozessautomatisierung verknüpft mit der Touch-Technologie. Rund 400 dieser Patente sind Weltklassepatente. Datengrundlage: aktives globales Patentportfolio (alle aktiven und angemeldeten Patente) zum Stichtag 31.12.2018



Quelle: EconSight / PatentSight 2019

Kapitel

04

Erfolgsfaktoren
und
Hemmnisse

Um die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern, ist ein hohes Tempo bei der Nutzung neuer Technologien ausschlaggebend. Gleiches gilt für die Fähigkeit, Innovationen zu generieren und daraus marktfähige Produkte abzuleiten. Entscheidend ist dabei, dass diese in signifikanter Weise angenommen und akzeptiert werden – Erfolgsfaktoren dafür sind auf Ebene der Unternehmen, des Staates, der Gesellschaft und jedes Einzelnen zu finden.

Teil

A

04.1

Innovationsgeschehen und Implementierung
neuer Technologien in der Wirtschaft

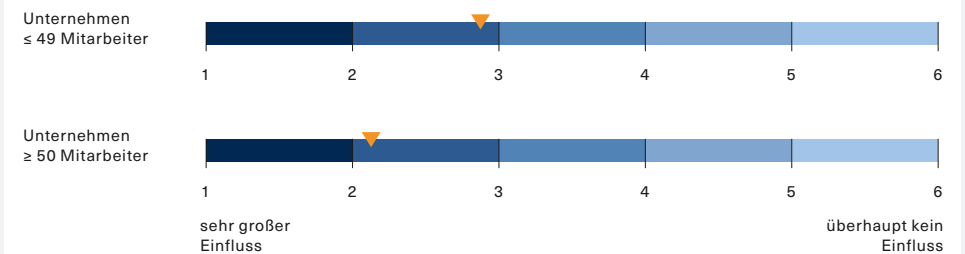
Neue Technologien und die dadurch möglichen neuen Produkte, Geschäftsmodelle und Prozessverbesserungen spielen eine große Rolle für den unternehmerischen Erfolg. Das sehen auch die bayerischen Unternehmen selbst so, wie eine aktuelle Erhebung zeigt (Abb. A 04–1).

Zum Einsatz kommen vor allem erprobte Anwendungen, die mögliche Kinderkrankheiten bereits überwunden haben. Wenn es darum geht, sich über neue Trends zu informieren, stehen klassische Möglichkeiten im Vordergrund, mit kleinen Unterschieden zwischen Unternehmen aus dem Industrie- und Dienstleistungsbereich (Abb. A 04–2).

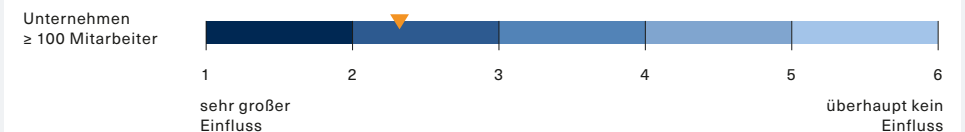
A 04 – 1

Einfluss neuer Technologien auf das eigene Geschäftsmodell

Produzierendes Gewerbe



Nicht-produzierendes Gewerbe



Quelle: up2date, 2019

A 04-2
Wie werden bayerische Unternehmen auf neue Technologien aufmerksam?

Produzierendes Gewerbe

Messen
Auftraggeber, Partner, Dienstleister, Mitbewerber
Kollegen, neue Mitarbeiter
Branchennetzwerke, Branchentreffs
Fachpresse (Unternehmen ≤ 49 Mitarbeiter)
Google / Internet (Unternehmen ≤ 49 Mitarbeiter)

Nicht-produzierendes Gewerbe

Messen
Auftraggeber, Partner, Dienstleister, Mitbewerber
Kollegen, neue Mitarbeiter
Verbände
Social Media
Externe Berater

Quelle: up2date, 2019

A 04-3
Höchste Kompetenz für neue Technologien aus Sicht der Unternehmen (Produzierendes Gewerbe, Bayern)

Institutionen / Ansprechpartner	Mitarbeiter
Universitäten, Forschungsinstitute	≥ 250
Netzwerk Familienunternehmen, Mittelständler, Kollegennetzwerk	50 – 249
Externer Rat aus direktem Umfeld Händler, Anbieter, Fachzeitschriften	≤ 49

Quelle: up2date, 2019

Gerade kleinere Unternehmen orientieren sich vielfach zuerst am eigenen Umfeld, wie Abbildung A 04-3 zeigt. Der Blick über den Tellerrand hinaus wird dadurch umso schwerer. Forschungseinrichtungen, deren Ergebnisse und Kompetenzen haben viele gar nicht auf dem Radar.

Etwas anders sieht das Bild bei den bayerischen Dienstleistungsunternehmen aus. Unternehmen mit unter 100 Mitarbeitern setzen vielfach auf Fachverbände, während die größeren vor allem auf die Fachpresse einerseits und – speziell für den Bereich digitaler Innovationen – auf die Ergänzung eigenen (Domänen-)Wissens durch externe Spezialisten setzen.

04.2
Zusammenhang zwischen Regulierung und Innovativität

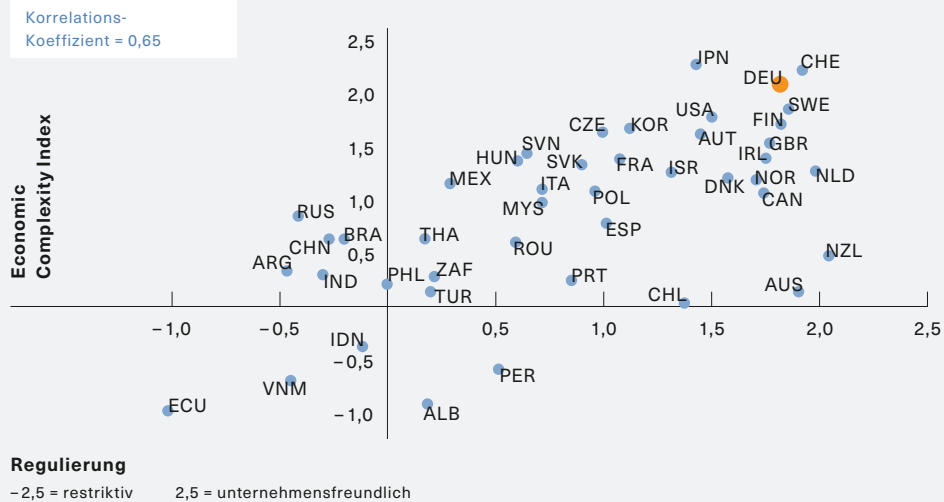
Regulierung hat einen messbaren Einfluss auf die Innovationsfähigkeit des Standorts. Vergleicht man das Regulierungsumfeld und die wirtschaftliche Komplexität, zeigt sich ein positiver Zusammenhang: Unternehmensfreundliche Regulierung geht tendenziell mit einem innovativeren, komplexeren Produktportfolio einher (Abb. A 04-4). Deutschland – in der Abbildung mit einem orangefarbenen Punkt markiert – zeichnet sich sowohl durch eine vergleichsweise „gute“ Regulierung als auch durch eine hohe Komplexität des Produktportfolios aus. Der relativ hohe unternehmensfreundliche Wert bei der Regulierung – der sich auch in anderen Indizes wie dem Regulatory Quality Index der Weltbank bestätigt – überrascht angesichts der oftmals geäußerten Kritik an überzogener Bürokratie auf den ersten Blick. Er lässt sich allerdings damit erklären, dass Faktoren wie die politische Stabilität, ein verlässliches Rechtssystem und eine im weltweiten Vergleich niedrige Korruption als maßgebliche Kriterien in den Indikator einfließen.

Der statistisch signifikante, robuste Zusammenhang zwischen dem Regulierungsumfeld und der Produkt-Komplexität besteht für die OECD-Länder und ausgewählte Emerging Markets insbesondere dann, wenn man den Einfluss anderer Faktoren (z.B. Unterschiede bei den F+E-Ausgaben, beim Vorkommen natürlicher Ressourcen etc.) rechnerisch abzieht.

Auch die Fähigkeit von Unternehmen, neue Technologien auszuprobieren und einzusetzen, ist ein Indikator für das Innovationspotenzial einer Volkswirtschaft. Dies misst der Technology Absorption-Index des Weltwirtschaftsforums. Er misst die Fähigkeit der Unternehmen in einer Volkswirtschaft, neue Technologien einzuführen und anzuwenden. Dieser Indikator mit einer Skala von 1 (gar nicht) bis 7 (extensiv) hat eine hohe positive Korrelation mit dem Regulierungsindex (Abb. A 04-5). Somit können Unternehmen in Ländern mit unternehmensfreundlicher Regulierung neue Technologien tendenziell besser aufgreifen und implementieren als Unternehmen, die in einem restriktiven Regulierungsumfeld agieren.

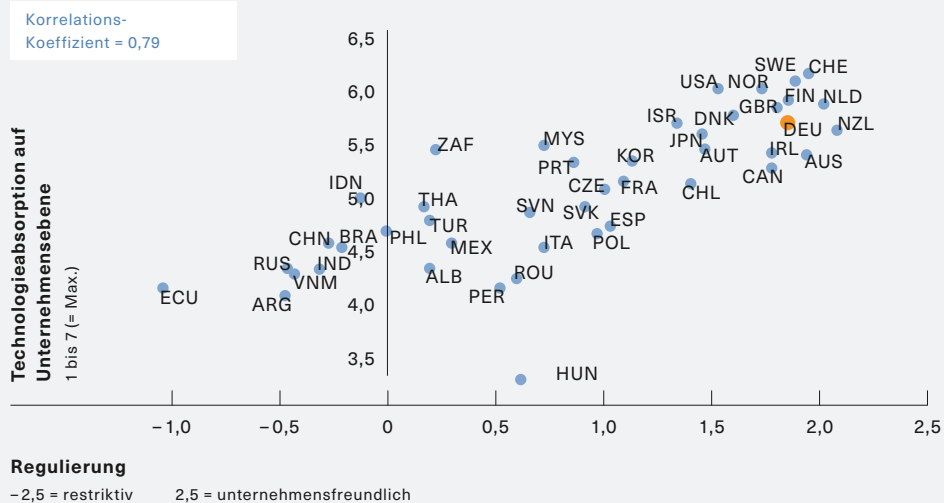
A 04-4

Komplexität des Produktportfolios und Regulierung, 2016



A 04-5

Technologieabsorption und Qualität der Regulierung, 2016



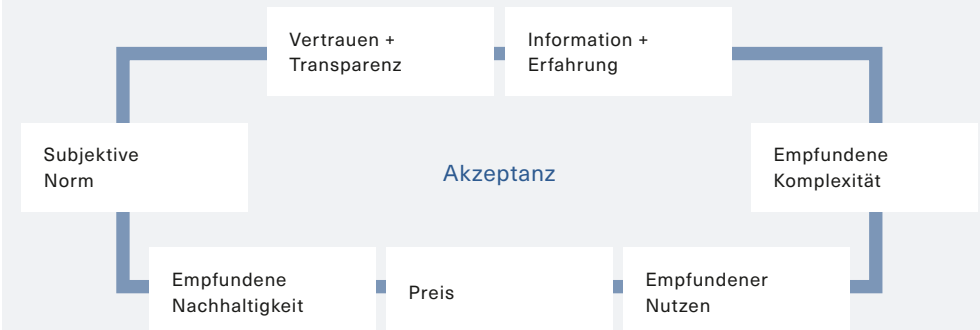
Quelle: Weltbank, Weltwirtschaftsforum; eigene Darstellung IW Consult (2019)

04.3

Weitere Erfolgsfaktoren und Hemmnisse
für die Implementierung und Diffusion

- Eine Technologie oder Innovation ist nur dann erfolgreich, wenn sie von einer Gesellschaft akzeptiert wird. Dies hat einen wesentlichen Einfluss auf die Nachfrage und damit auf die Absatzmöglichkeiten von neuen Produkten oder auch Geschäftsmodellen. Die Akzeptanz wird dabei beeinflusst
- vom Vertrauen in die relevanten Stakeholder und davon wie transparent diese agieren,
 - von der Qualität und Verfügbarkeit von Information, z. B. in Bezug auf Erfahrungen von anderen Nutzern und Anwendern,
 - von der empfundenen Komplexität, die möglichst den Bedürfnissen und Fähigkeiten der Nutzer entsprechen sollte,
 - vom persönlichen Nutzen jedes Einzelnen,
 - von der Nachhaltigkeit,
 - von der subjektiven Norm, die misst, ob das Umfeld einer Person eine Technologie als gut oder schlecht ansieht sowie
 - vom Preis bzw. der Zahlungsbereitschaft (Abb. A 04-6).

A 04-6

Mögliche Bestimmungsfaktoren
für die Akzeptanz von Innovationen

Quelle: vbw / Prognos 2019

Gleichzeitig liegen Barrieren bei der Verbreitung neuer Technologien in der Gesellschaft in erster Linie dann vor, wenn der persönliche Nutzen unklar ist oder nicht direkt erlebt werden kann, eine mangelnde Datensicherheit befürchtet wird oder sogar Datenschutzverletzungen vorliegen, Ängste in Bezug auf die neue Technologie bestehen, beispielsweise vor Arbeitsplatzverlust oder Überwachung, oder eine generelle Risikoaversion oder konservative Haltung vorliegt. Auch demografische Faktoren können dabei als Barriere wirken (z. B. Überalterung der Bevölkerung).

Es ist auch trotz breiter gesellschaftlicher Akzeptanz möglich, dass neue Technologien nicht implementiert werden bzw. nicht dif-

fundieren. So kann eine grundsätzlich befürwortete Technologie gemäß der NIMBY-Hypothese auf Ablehnung stoßen, wenn sie „vor der eigenen Haustür“ zur Anwendung kommt (z. B. Stromtrassen, Mobilfunkmasten). Hier muss die Gesellschaft entscheiden, ob Allgemein- vor Einzelwohl steht und dann danach handeln. Zur Steigerung der lokalen Akzeptanz können u. a. partizipative Maßnahmen oder die Dezentralisierung von Planungs- und Entscheidungsprozessen beitragen.

Von der Politik wird vor allem die Schaffung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen sowie eine zielgerichtete Bildungspolitik erwartet (Abb. A 04–7).

A 04–7

Qualitative Befragung bayerischer Unternehmen: Erwartungen an die Politik

Unternehmen	Gesellschaft
Schaffung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen	Unterstützung vonseiten des Staates hinsichtlich
– Bürokratieabbau, Infrastrukturausbau, schnellere Zulassungen	– Bildungspolitik: Schaffung eines guten Grundverständnisses bei Schülern: Umgang mit digitalen Medien, Informationen zu neuen Technologien, Programmierkenntnisse
– Vorbildfunktion, Kompetenzaufbau / Ausbau von E-Government	– Gesetzgebung: geringere Zulassungshürden

„Der Staat muss Anreize schaffen in Form von Genehmigungen. Nicht Geld. Geld haben die Firmen. Aber wenn ich 25 Jahre brauche, etwas auf den Markt zu bringen, spare ich mir das.“ (10–49 MA, Luft- und Raumfahrt)

„Intelligente Verkehrssysteme, Mobilität, Schlagwort 5G – es geht gar nicht darum, dass die Leute surfen können, sondern wie stelle ich sicher, dass ich draußen im Windpark Offshore-Konnektivität habe?“ (250–499 MA, Schmierstoffe)

Quelle: up2date, 2019

Infolge der Globalisierung gewinnen auch die Rahmenbedingungen in anderen Ländern immer mehr an Bedeutung. Insgesamt sollten staatliche Rahmenbedingungen, die konkrete Technologien, Anwendungen oder Geschäftsmodelle betreffen, im Wesentlichen so ausgestaltet werden, dass sie die mehrheitliche Einstellung der Bevölkerung zu diesen Technologien spiegeln. Wird jedoch eine bestimmte Technologie öffentlich gefördert, kann sich das unternehmerische Entscheidungskalkül zu Ungunsten anderer Technologien verschieben (batteriebetriebener Elektroantrieb vs. Wasserstoffantrieb). Weitere entscheidende Faktoren, die die Implementierung und Diffusion auf Ebene des Staates beeinflussen, sind neben der Regulierung die Fachkräfteverfügbarkeit sowie die Finanzierungsbedingungen.

04.4

Handlungsbedarf auf den Zukunftsfeldern

Die Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch* identifiziert auf allen Zukunftsfeldern Handlungsbedarf, um die Wettbewerbsfähigkeit für die Zukunft zu sichern. Besonders vordringlich ist der Handlungsbedarf in den folgenden Zukunftsfeldern.

IKT und Digitalisierung: Obwohl das Zukunftsfeld das Potenzial hat, andere Zukunftsfelder künftig revolutionär zu beeinflussen, sind Deutschland und Bayern in einigen Bereichen des Zukunftsfelds relativ schlecht aufgestellt. Zentrale Entwicklungen im Zukunftsfeld IKT und Digitalisierung finden im Ausland statt, etwa in den Bereichen KI, Plattformunternehmen im B2C-Bereich und generell bei internet-basierten Anwendungen. Im internationalen Vergleich ist die effektive Steuerbelastung digitaler Geschäftsmodelle in Deutschland relativ hoch und die Forschung bleibt hinter anderen Ländern zurück. Handlungsbedarf kann auch bei Datenschutz- und Sicherheitsfragen sowie der digitalen Infrastruktur und dem wenig entwickelten Risikokapitalmarkt verortet werden. Zudem sind die digitalen Kompetenzen in Deutsch-

land ausbaufähig, etwa wenn es um die Fähigkeit geht, in der digitalen Welt selbstbestimmt und unabhängig zu handeln und Entscheidungen zu treffen. Infolge der breiten Verwendung digitaler Technologien und Anwendungen bremsen die mangelnden Rahmenbedingungen nicht nur die Entwicklungen im Zukunftsfeld IKT und Digitalisierung, sondern auch in allen anderen Zukunftsfeldern.

Intelligente Verkehrssysteme (IVS) und zukünftige Mobilität: Neben den mangelnden digitalen und teilweise physischen Infrastruktur wirken auch Regulierung sowie eine unsichere Rechtslage (u. a. ungeklärte Fragen der Datennutzung) als Hemmnisse. Zudem bestehen in einigen Bereichen (zumindest vordergründig) Akzeptanzprobleme, etwa bei automatisierten Fahrzeugen. Beim Einsatz von Verkehrsmanagementsystemen spielen zumeist weniger funktionaltechnische Aspekte, sondern vielmehr die mangelnde Interoperabilität und Durchgängigkeit des IVS-Dienstangebots eine Rolle. Ferner kann in multimodalen Verkehrssystemen ein Zielkonflikt zwischen gesell-

schaftlich optimaler und individuell bevorzugter Nutzung von Transportmitteln entstehen.

Energie(system)technologien: Deutschland hatte in der Vergangenheit erhebliche Erfolge zu verzeichnen – insbesondere durch die erfolgreiche Entwicklung von Technologien im Bereich erneuerbare Energien bis zur Marktreife sowie ihren Einbau ins Stromsystem. Jedoch bestehen in Deutschland in einigen Bereichen Rückstände, die mit erheblichen Entwicklungsnotwendigkeiten einhergehen, etwa bei Stromspeichern, der Einführung von erneuerbaren („grünen“) Wasserstofftechnologien, einigen PtX-Technologien, der Aufrechterhaltung der europäischen Marktführerschaft bei Hochspannungs-Übertragungstechniken und insbesondere bei Modellen für die Organisation, Steuerung und Regelung des dezentral vernetzten Energiesystems. Zudem fehlt eine hinreichend wirksame Regulierung, die mit den Klimaschutzzielen korrespondiert und die breite und schnelle Umsetzung vor allem von Effizienzmaßnahmen, aber auch Systemveränderungen im Wärme-, Verkehrs- und Industriesektor effektiv und mit fairer Verteilung von Kosten, Lasten und Vorteilen auf die Akteure anstößt und organisiert. Der Ausbau erneuerbarer Energien wird in der Gesellschaft zwar als generell notwendig anerkannt, konkrete Projekte (z. B. Windparks, Netzausbau insbesondere auf der Übertragungsnetzebene) stoßen aber immer wieder auf erhebliche Widerstände in den betroffenen Regionen (NIMBY-Verhalten). Wie bei anderen große Infrastrukturprojekten mangelt es hier oftmals an vertrauens- und akzeptanzbildenden Maßnahmen sowie an frühzeitiger professioneller Kommunikation bei der Organisation der Prozesse.

Nanotechnologie: Zahlreiche potenzielle Anwendungen sind noch nicht marktreif. Zudem hemmen hochsensible und teure Verfahren sowie die bisher unzureichende Überführung nanotechnologischer Produkte und Verfahren in den großtechnischen Maßstab bislang eine verbreitete Anwendung. In einigen Bereichen spielen auch Akzeptanzprobleme eine Rolle (z. B. bei nanotechnologischen Anwendungen in Medizinprodukten und Lebensmitteln). Trotz hoher staatlicher und privater Investitionen hierzulande stehen global die USA und neuerdings auch China an der Spitze dieses Forschungsfelds und setzen Themenschwerpunkte beider Forschung. In Deutschland wird hingegen regelmäßig mehr über Gefahren und Risiken als über Chancen und Potenziale der Nanotechnologien nachgedacht.

Industrielle Produktionstechnologien: Der Bereich ist eng verknüpft mit dem Zukunftsfeld IKT und Digitalisierung und dem dortigen Handlungsbedarf. Beispielsweise gewinnen mit der intelligenten Vernetzung und Digitalisierung der industriellen Produktion Datenschutz- und Sicherheitsfragen sowie die digitale Infrastruktur zunehmend an Relevanz. Auch Standardsetzung und Normung sind in diesem Bereich noch nicht abgeschlossen. Fehlen diese, sind oftmals keine Zertifizierungen möglich und beispielsweise additiv gefertigte Produkte in bestimmten Bereichen nur beschränkt einsetzbar (z. B. Luft- und Raumfahrttechnik, Medizintechnik). Auch bei neuen Produktionsmethoden (v. a. Roboter) wird in Deutschland oftmals mehr über Haftung und Risiken diskutiert als über die neuen Möglichkeiten. Bei vielen Deutschen besteht ein Unbehagen gegenüber dem Ein-

satz von Robotern (v. a. aufgrund der Angst vor dem Verlust von Arbeitsplätzen). Dem gilt es durch entsprechende Maßnahmen frühzeitig zu begegnen, etwa durch Partizipationsmöglichkeiten in Unternehmen oder durch Schulungen. Das gilt umso mehr, als sich derzeit ein Paradigmenwechsel in der Industrierobotik von den klassischen Industrierobotern hin zu Roboterassistenten vollzieht. Dabei handelt es sich um den ersten realen Brückenschlag zwischen KI und physischer Welt, den Bayern zudem von der Spitze aus gestalten kann.

Biotechnologie: Die Potenziale sind in Deutschland nur schwer realisierbar. Daher verliert Deutschland bereits seit mehreren Jahren den Anschluss an die internationale Spitze in diesem Zukunftsfeld (insbesondere im Vergleich zu den USA). Insgesamt ist das Zukunftsfeld sehr forschungsintensiv und mit zeit- und kostenintensiven Untersuchungs-, Test- und Genehmigungsverfahren verknüpft. Für die langen Entwicklungszyklen stehen KMUs in Deutschland oftmals keine ausreichenden Finanzmittel zur Verfügung – insbesondere bei der roten Biotechnologie. Im Gegensatz zur roten hat die grüne Biotechnologie erhebliche Akzeptanzprobleme. So fehlt in Deutschland bei gentechnisch veränderten Nutzpflanzen gänzlich der Markt, denn ihr Anbau ist bundesweit praktisch verboten – global ist die ökonomische Bedeutung und Forschung jedoch beträchtlich. Bei der weißen Biotechnologie gibt es teilweise ebenfalls Vorbehalte in der Bevölkerung, etwa hinsichtlich der Nutzung von Biomasse als Ausgangsmaterial für Produkte wie Biokraftstoffe oder Bioplastiken. Zudem ist die Skalierbarkeit vieler Verfahren und Produkte der industriellen Biotech-

nologie schwierig; nicht zuletzt aufgrund der geringen Robustheit biotechnologischer Prozesse.

Gesundheitswesen und Medizintechnologien: Die institutionellen Rahmenbedingungen unterscheiden sich aufgrund der engen Verzahnung mit dem staatlichen Gesundheitssystem deutlich von denen anderer Zukunftsfelder. Angesichts langer, risikoreicher Entwicklungszyklen sowie strenger Regulierungen (u. a. Dokumentationspflichten, Zulassungsverfahren) ist die Entwicklung neuer Technologien, Produkte und Geschäftsmodelle sehr kostenintensiv und Innovationen diffundieren nur langsam. In Deutschland beeinflussen zudem die (gesetzlichen) Krankenkassen über ihre Entscheidung der Erstattungsfähigkeit neuer Medizinprodukte indirekt die Finanzierung und Diffusion. Die Digitalisierung eröffnet zwar erhebliche Potenziale für das Zukunftsfeld (z. B. durch die Nutzung von Big Data), in Deutschland ist der Rechtsrahmen für die Nutzung von IKT im Gesundheitswesen aber noch unvollständig. Wichtige Entwicklungen finden daher vorrangig im Ausland statt.

Luft- und Raumfahrttechnologien: Strenge Regularien hinsichtlich Sicherheit und Zuverlässigkeit, hohe technische und finanzielle Entwicklungsrisiken sowie lange Produktzyklen sorgen dafür, dass sich Luft- und Raumfahrttechniken zumeist nur schrittweise weiterentwickeln und Neuerungen erst mit zeitlicher Verzögerung übernommen werden. Es treten zunehmend neue (private und staatliche) Akteure auf den Markt, die etablierte Anbieter in Deutschland preislich und technologisch unter Druck setzen.

Handlungsempfehlungen



Kapitel	Seite
01 Empfehlungen an die Wirtschaft	60
02 Empfehlungen an den Staat	92
03 Empfehlungen an die Wissenschaft	144
04 Empfehlungen an die Gesellschaft	154

Die Wertschöpfungspotenziale der technologischen Zukunftsfelder bzw. der darauf basierenden Anwendungen sind quer durch alle Branchen sehr groß und bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. Um mit Innovationen den eigenen Unternehmenserfolg zu festigen, müssen Unternehmen die technologischen Trends frühzeitig (er-)kennen und daraus zeitnah marktfähige Technologie-, Produkt- oder Geschäftsmodellinnovationen entwickeln können, die den Bedürfnissen und Fähigkeiten der Menschen gerecht und von Markt und Gesellschaft angenommen und akzeptiert werden.

Chancen neuer Technologien und Anwendungen erkennen

01.1

Unternehmen müssen sich Zugang zu Informationen über technologische Trends verschaffen, auch über das unmittelbare eigene Umfeld hinaus.

Wer sich nicht außerhalb seines eigenen Umfelds informiert, wird höchstwahrscheinlich „nur“ inkrementelle Verbesserungen seiner Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle erreichen können. Wesentliche Neuerungen entstehen dagegen oftmals an der Schnittstelle zwischen Technologien und Branchen oder durch die Übertragung von Anwendungen in einen neuen Bereich. Ein Beispiel dafür sind die Bereiche KI, Robotik und Automatisierung, die zunehmend miteinander verschmelzen bzw. Innovationen genau an den bisherigen Schnittstellen hervorbringen.

Es gibt eine Vielzahl von Angeboten in Bayern, die einen einfachen Zugang zu neuen Trends ermöglichen. Je nachdem, wo die Unternehmensleitung den eigenen Schwerpunkt und die hauptsächliche Motivation für Neuerungen sieht („mithalten“ durch Implementierung neuer Anwendungen im eigenen Unternehmen, eigene Innovationen entwickeln etc.), müssen unterschiedliche Informations- und Kommunikationskanäle abgedeckt werden (vgl. Seite 62).

Informationsquellen für neue technologische Trends und neue Anwendungen

Veröffentlichungen der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu aktuellen Forschungsergebnissen und -schwerpunkten
(z. B. Magazine *Faszination Forschung* der TUM, *Friedrich* der FAU, *EinBlick* der Universität Würzburg, Fraunhofer-Magazin *weiter.vorn*, *Foresight Fraunhofer*)

Aktuelle „bayerische“ Patente der hiesigen Universitäten, HAWs und Universitätskliniken
(z. B. Bayerische Patentallianz, Patentkongress)

Kontakt mit Start-ups und jungen Unternehmen
(z. B. Teilnahme an Veranstaltungen der Gründerzentren wie des *Werk 1* in München)

Veranstaltungen von Branchen-, Fach- und Dachverbänden
(z. B. Zukunftsratskongresse der vbw, F+E Kongresse von bayme vbm) und Organisationen wie acatech

Cluster- und Plattformtreffen
(z. B. von Bayern Innovativ)

Messen
(z. B. Automatica, Productronica)

Anwenderzentren
(z. B. iwb Anwenderzentrum Augsburg)

Demonstrationszentren
(z. B. Arena der Digitalisierung von Siemens in Bad Neustadt an der Saale zu Industrie 4.0)

Homepages großer Forschungseinrichtungen
(z. B. Fraunhofer Institute je nach Interessensgebiet)

Empfehlungen an die Wirtschaft

Implementierung neuer Anwendungen im eigenen Unternehmen

Für eine erfolgreiche Einführung technologischer Neuerungen muss in erster Linie von der Belegschaft her gedacht werden.

Neue Tools, neue Prozesse, veränderte Produktionsverfahren etc. können große Vorteile für den wirtschaftlichen Erfolg und erhebliche Verbesserungen für den Arbeitsalltag des Arbeitnehmers bringen. Trotzdem treten immer wieder vermeidbare Reibungsverluste bei der Einführung auf. Der zentrale Erfolgsfaktor aus unternehmerischer Sicht ist die gelungene Einbindung der Mitarbeiter (vgl. Abb. B 01 – 1), basierend auf einer Erhebung der vbw unter bayerischen Unternehmen.

Als größtes Risiko bzw. Ursache für das Scheitern einer Implementierung haben die für die Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* befragten Unternehmen Fehler in der Kommunikation identifiziert:

- Belegschaft zu spät oder gar nicht eingebunden
- Wünsche und Ängste der Belegschaft nicht ausreichend ernst genommen
- Umstrukturierung ohne Aufklärung
- Vorteile neuer Technologien nicht dargelegt
- Mangelnde Transparenz hinsichtlich Arbeitsplatzsicherheit
- Betriebsrat nicht „im Boot“

01.2

B 01-1

Erfolgsfaktor Belegschaft**Mitverantwortung der Mitarbeiter**

Einbeziehen in die Planung, Entscheidung /
Erstellen eines Anforderungskatalogs von
Fachabteilungen

Mitarbeiter für die Idee gewinnen:
Benefits für die Mitarbeiter herausstellen /
Ängste nehmen

Key User, Motivatoren in der
Belegschaft finden

Motivation für die Einführung offenlegen
bzw. Notwendigkeit deutlich machen

Junge Mitarbeiter begeistern, ältere nicht
überfordern / Teams aus jüngeren, innovativen
und älteren, erfahrenen Mitarbeitern bilden

Einbeziehung des Betriebsrats

Know-how sichern

Kontinuierliche Schulung der eigenen Mitarbeiter,
Abhängigkeit von Externen vermeiden

Teilweise genannt:
Externer Berater, der Prozess begleitet /
Mischung aus internen und externen Leuten:
Externe kennen das System, interne die Prozesse

Feedbackmöglichkeit

Probleme im laufenden Betrieb bzw.
weitere Spezifikationen müssen auf ein
„offenes Ohr“ treffen

Schnelle interne Reaktion bei Problemen,
da sich diese negativ auf die Akzeptanz einer
neuen Technologie auswirken

Gemeinsames Feintuning

Schulungen

Inhouse-Schulungen im kleinen Kreis,
im realen Arbeitsumfeld

Key-User-Schulungen

Schulung des Managements

Individuell auf das Unternehmen
zugeschnittene Schulungen
(produzierendes Gewerbe)

Persönliche Schulungen / kein E-Learning
(nicht produzierendes Gewerbe)

Testumgebung / Zeit

Ausreichend Zeit zum Testen /
Software-Roll-Out erst in Teilbereichen

Simulation Produktionsprozess,
Praxistests / isolierter Testlauf

Übergangszeit einplanen

Quelle: up2date, 2019

Erfolgsfaktoren Organisation und Führung

Erfolgreiche Implementierung ist also in erster Linie eine Frage der richtigen Organisation und insbesondere der Führung. Dazu gehört auch die Frage, wo im Unternehmen die Verantwortung für Digitalisierungsfragen verankert ist. Die digitale Transformation zählt quer durch alle Branchen und für Unternehmen jeder Größenordnung zu den wichtigsten Veränderungsprozessen. Die gezielte Implementierung verschiedener digitaler Anwendungen im Unternehmen verspricht verbesserte Prozesse, ggf. neue Produkte und Geschäftsmodelle, jedenfalls aber einen größeren unternehmerischen Erfolg: Stärker digitalisierte Unternehmen sind messbar erfolgreicher (vgl. vbw Studie *Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung*, 2017).

Erfolgsfaktor Kompetenzen

Wertschöpfung entsteht im Umfeld digitaler Technologien und Anwendungen anders, als man es insbesondere aus der Industrie gewohnt ist. Jedes Unternehmen ist gefordert, für sich zu klären, welche Potenziale in digitalen Techniken liegen und was mindestens getan werden muss, um die eigene Position nachhaltig zu sichern. Neben den klassischen Faktoren werden neue Kompetenzen relevanter: Software-Kompetenz, Agilität und damit Reaktionsgeschwindigkeit, Systematisierung des Domänenwissens etc.

Bei der Umsetzung von Innovation nicht nur im digitalen Bereich spielen heute Software-Techniken eine ganz entscheidende Rolle, zum Beispiel für verschiedene Formen der Nutzerbeobachtung und -ansprache.

Weil das Thema Softwarekompetenz für jedes Unternehmen von strategischer Bedeutung ist und eine fachübergreifende Sicht gewährleistet sein sollte, muss mindestens die direkte Anbindung an die oberste Führungsebene gewährleistet sein, wenn es nicht gleich zur Chefsache gemacht wird (vgl. auch Handlungsempfehlungen 2017, *Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung*). Ein grundlegendes Verständnis von Veränderungen der bestehenden Wirtschaftsordnung durch die digitale Transformation und der Rolle von Plattformen, Software, Daten ist auch im Topmanagement erforderlich und kann nicht nur in die Fachbereiche ausgelagert werden.

Erfolgsfaktor Tools

Ein weiterer Erfolgsfaktor ist die Auswahl des richtigen Tools. An neue Anwendungen stellen die bayerischen Unternehmen in erster Linie folgende Anforderungen, damit sie nutzbringend im Unternehmen eingesetzt werden können:

- Individuell anpassbar
- Intuitiv bedienbar, verständlich für Laien
- Schnelle Erfolgserlebnisse
- Hohe Nutzerfreundlichkeit
- Nicht überfrachtet (z. B. unnötige Menüpunkte ausgeschaltet)
- Sorgen für Vereinfachung und schnellere Abläufe

Diese Kriterien sind bei der Auswahl der geeigneten Tools zu beachten, gleichzeitig aber auch bei der Entwicklung eigener Angebote (vgl. Kapitel 01.5), weil sie wichtige Grundsätze der nutzerfreundlichen Gestaltung widerspiegeln.

Erfolgsfaktor agile Strukturen

Diese sollen dazu beitragen, die zunehmenden Anforderungen an Geschwindigkeit und Flexibilität zu bewältigen, die aus den sich immer schneller wandelnden Marktbedingungen und einer zunehmenden Individualisierung auch in Industrie und industrienahen Dienstleistungen resultieren. Wesentliche Merkmale sind flache Hierarchien, die den Mitarbeitern ein hohes Maß an Eigenverantwortlichkeit und Freiraum zum Experimentieren zugestehen (z. B. durch die Etablierung einer Ergebniskultur statt Präsenzkultur) und sie frühzeitig in unternehmerische Entscheidungsprozesse einbinden. Auch das Zusammenarbeiten in wechselnden Teams und die Kooperation mit Externen zählen oft zu einer agilen Arbeitsweise. Der geltende Rechtsrahmen setzt der Flexibilität allerdings Grenzen. Informationen über die bestehenden Möglichkeiten und Best-Practice-Beispiele müssen insbesondere die Wirtschaftsorganisationen und dort speziell die Fachverbände zur Verfügung stellen (zu notwendigen Anpassungen des Arbeitsrechts (vgl. Abschnitt 02.3.3.1)).

Empfehlungen an die Wirtschaft

Umgang mit disruptiven Veränderungen

Jedes Unternehmen ist gefordert, sein Geschäftsmodell – auch in Zeiten des Erfolgs – zu hinterfragen, um auf externe Einflüsse, technologische Trends und Veränderungen des Marktgeschehens bei Bedarf reagieren oder sie mit neuen Produkten oder Geschäftsmodellen antizipieren zu können.

Diverse externe Faktoren können zu erheblichen Veränderungen in den Wertschöpfungsketten führen und Auswirkungen auf das eigene Geschäftsmodell haben.

Beispiele für externe Faktoren mit möglichen disruptiven Auswirkungen

- Auswirkungen von Regulierung auf das Marktgeschehen (z. B. CO₂-Reduktionsvorgaben oder -Preise)
- Auswirkungen der Energiewende (Kernenergie- und Kohleausstieg, Auswirkungen auf Kosten und Versorgungssicherheit)
- Unsicherheiten im globalen Umfeld (z. B. Protektionismus, Nationalismus, Klimarisiken in der Lieferkette)
- Technologischer Wandel (z. B. digitale Transformation)

Auf Basis dieser Umfeldbeobachtung muss analysiert werden, welche Handlungsoptionen sich für das Unternehmen ergeben.

Dazu zählen:

- Adaption oder z. B. Versicherungslösungen für bestimmte Risiken
- Stärkung der eigenen Souveränität (z. B. Energieerzeugung oder -speicherung, Rohstoffbezug, Erweiterung der eigenen Wertschöpfungskette) durch Erwerb neuer Kompetenzen (Weiterbildung, Neueinstellung etc.) oder die Suche nach neuen Partnern (Kooperationen, Zukauf etc.)
- Weiterentwicklung oder Neuausrichtung des Geschäftsmodells

Jede Unternehmensleitung muss sich darüber im Klaren sein, welche Kompetenzen aktuell und zukünftig benötigt werden und inwieweit sie heute und in Zukunft gewährleistet sind. Eine gezielte betriebliche Bestandsaufnahme im Sinne einer Soll-Ist-Analyse kann Qualifizierungslücken aufzeigen, um bedarfsgerechte Weiterbildungsvorschläge im Betrieb zu ermöglichen. Dies gilt vom Prozess der individuellen Kompetenz- und Bildungsbedarfsanalyse des einzelnen Mitarbeiters bis hin zur strategischen Kompetenzbedarfsanalyse ganzer Unternehmensstandorte und über die Standorte hinaus. Die zukünftig benötigten Kompetenzen ergeben sich aus einer Analyse externer Einflussfaktoren, die auf das eigene Geschäftsmodell einwirken, und der strategischen Entscheidung, wie damit umgegangen werden soll.

Wenn das eigene Geschäftsmodell neu ausgerichtet werden soll (oder muss), ist der erste Schritt die Analyse der eigenen Kompetenzen, die künftig (auch) in anderen Bereichen zum Tragen kommen sollen. Nächster Schritt ist die Suche nach neuen Einsatzgebieten. Erfolgsbeispiele aus anderen Industrien können ein hilfreiches Vorbild sein, beispielsweise der Einsatz textiler Techniken im Bau oder eine Bioraffinerie, die aus Holz Rohstoffe für die chemische Industrie herstellt. Bei der systematischen Analyse und der Suche nach möglichen Kooperationspartnern unterstützen die jeweiligen Wirtschaftsorganisationen und auf staatlicher Seite Bayern Innovativ. Zur Weiterentwicklung des Geschäftsmodells vgl. Kapitel 01.4.

Empfehlungen an die Wirtschaft

Innovationen entwickeln, Geschäftsmodell weiterentwickeln

01.4

Die deutsche Wirtschaft ist innovationsstark. Sie steht aber oft vor der Herausforderung, das sog. Innovator's Dilemma zu überwinden: Das aktuelle Geschäftsmodell trägt zu gut, um es nicht weiter zu bedienen. Gleichzeitig muss man sich jedenfalls in der strategischen Planung davon lösen, neue Wege durchdenken und dann vor allem auch Umsetzungsschritte zügig einleiten.

01.4.1

Innovationsstrategie

Jedes Unternehmen sollte sich eine Innovationsstrategie geben, die die Frage beantwortet, welche Wege, Gremien und Kanäle für die Entwicklung neuer Ideen zur Verfügung stehen sollen.

Innovationen finden in Unternehmen jeglicher Größenordnung statt – entscheidend ist, dass Ideen auf fruchtbaren Boden fallen und trotz des fordernden Tagesgeschäfts die realistische Chance besteht, die vielversprechendsten zu erkennen und weiterzuverfolgen.

Interessant ist dabei immer die Frage: Wie machen es die anderen? Die für die Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* durchgeführte qualitative Befragung von bayerischen Unternehmen zeigt: Feste Gremien für eigene Entwicklungen existieren hauptsächlich in Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern, im produzierenden Gewerbe tendenziell eher mit mehr als 500 Mitarbeitern (Abb. B 01–2). Die eine richtige Lösung gibt es nicht, die Erfahrungen der Unternehmen zeigen aber: Zu empfehlen sind in jedem Fall gemischte Teams und eine Kombination aus externem und internem Wissen. Dafür sollte sich das Unternehmen zuerst eine Wissensstrategie geben.

B 01 – 2
Einbettung von Innovationsprozessen
in die Unternehmensstrategie

Anstoß für Innovation

Abteilungsübergreifende Projektteams	Führungskräftekreis
Know-how neuer Mitarbeiter	Internes Vorschlagswesen
F+E-Abteilung*	Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen*

* Vor allem produzierende Unternehmen ≥ 500 Mitarbeiter

Quelle: up2date, 2019

In den Handlungsempfehlungen 2017 (*Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung*) wird erläutert, wie eine Wissensstrategie aussehen kann und welche Fragen es damit zu beantworten gilt. Dazu zählen etwa die Aufstellung und Bewertung des eigenen digitalen Kapitals. Insbesondere derjenige der neue Produkte entwickelt, braucht zudem eine Strategie für den Umgang mit geistigem Eigentum, also etwa mit Patenten (vgl. Abschnitt 01.4.2). Die Wissensstrategie ist wichtiger Bestandteil jeder Innovationsstrategie.

01.4.2
Erfindungen, Entwicklungen:
Unterstützungsangebote nutzen

In Bayern steht innovativen Unternehmen eine Vielzahl von Anlaufstellen zur Verfügung, die in Anspruch genommen werden sollten. Dazu zählen Innovationslabore als Test- und Anwendungszentren (z. B. Industrial IoT des Fraunhofer IIS in Nürnberg als Testumgebung, offenes Innovationslabor JOSEPHS® in Nürnberg für den Kontakt zu Endnutzern) und das Patentzentrum Bayern (Schutzrechtrecherche, Erfindungs-Check, Beratung bis zur Markteinführung) in Nürnberg und Hof.

KMU im Sinne der EU-Kriterien (weniger als 250 Mitarbeiter und Jahresumsatz von höchstens 50 Millionen Euro oder Jahresbilanzsumme bis max. 43 Millionen Euro) können zudem über die Bayerische Patentallianz (BayPAT) Dienstleistungen im Rahmen des WIPANO-Förderprogramms des BMWi in Anspruch nehmen. Mit diesem wird unter anderem die Patentanmeldung mit bis zu 10.000 Euro gefördert; die BayPAT unterstützt KMU auch bei der Antragstellung.

Eine Patentanalyse – wie sie für die Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* genutzt wurde und auch von vielen Unternehmen in Anspruch genommen wird – kann u. a. Aufschluss über die relevanten Schnittstellen, die eigene Positionierung im nationalen und internationalen Umfeld und besonders relevante Patente geben. Ein Beispiel ist die gehäufte Nutzung von Uhrenpatenten durch Technologiekonzerne, u. a. durch das Unternehmen Apple, das lange vor ihrer Markteinführung die Entwicklung der Smartwatch andeutete. In etwas kleinerem Rahmen bietet Bayern Innovativ für bestimmte Bereiche Trendradare an.

01.4.3
Geschäftsmodellentwicklung

Jedes Unternehmen sollte in regelmäßigen Abständen die Zukunftsfähigkeit seines Geschäftsmodells analysieren und Weiterentwicklungen oder Neuausrichtungsmöglichkeiten prüfen. Zentrale Aspekte sind die Möglichkeiten zur Datenverwertung, die Rolle digitaler Plattformen, eine stärkere Nutzerzentrierung und mögliche Veränderungen in der Wertschöpfungskette.

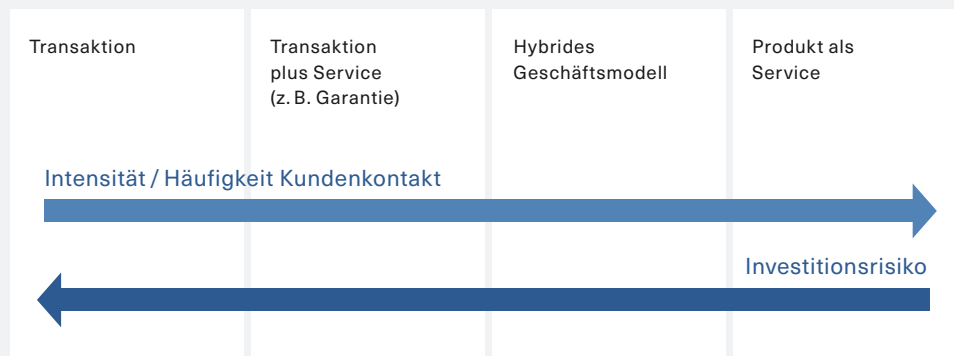
Getrieben vor allem durch die digitale Transformation spielen neue Geschäftsmodelle neben Innovationen bei physischen Produkten eine zunehmend wichtige Rolle. In früheren Handlungsempfehlungen wurde bereits betont, dass jedes Unternehmen seine eigene Digitalisierungsstrategie und Datenstrategie benötigt. Sie sind Grundlagen für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Erster Schritt muss dabei immer eine Analyse der heutigen und möglichen künftigen Leistungsbeziehungen sein.

Analyse der Leistungsbeziehungen

In der gesamten Wirtschaft vollzieht sich seit einigen Jahren eine Veränderung in den Leistungsbeziehungen. Getrieben werden diese insbesondere durch die Möglichkeiten der Digitalisierung und hier namentlich durch das Entstehen von Plattformen und die Analyse der erfassten Daten (vgl. Abb. B 01–3).

B 01–3

Veränderungen in den Geschäftsmodellen und Folgen



Quelle: eigene Darstellung

Mit zunehmendem Kundenkontakt werden mehr Informationen über die tatsächliche Nutzung der Sache, Anforderungen des Kunden und ggf. auch über ihren Wert für den Abnehmer übermittelt. Aus fixen Kosten werden für den Kunden zunehmend variable Kosten. Der Hersteller bzw. Verkäufer / Vermittler kann seinerseits am wirtschaftlichen Erfolg seines Kunden partizipieren, wenn nutzungsabhängig abgerechnet wird (Wechsel von einer kosten- zu einer kundennutzenorientierten Erlösmodellgestaltung), oder er seine Vergütung an den beim Kunden entstehenden Vorteilen orientieren kann.

Auf Basis der ausgetauschten Daten wird es möglich, neue Angebote für die Kunden zu entwickeln. Die Grenzwertkosten eines zusätzlichen Nutzers gehen dabei gegen Null. Ist eine Software erst einmal entwickelt, kann sie (fast) ohne Zusatzkosten beliebig oft vervielfältigt und genutzt werden, jedenfalls solange die Anwendungen als solche nicht sicherheitskritisch sind. Über das Internet kann ein riesiger Markt in kürzester Zeit erreicht werden. Die Anbieter stehen dabei in direktem Austausch mit dem Endverbraucher und haben unmittelbaren Zugriff auf seine Daten. Die entstehenden softwarebasierten Ökosysteme binden die Nutzer und eine Vielzahl an Firmen mit neuen Geschäftsmodellen ein. Allerdings können Plattformen auch dazu führen, dass – auch branchenfremde – Dritte die Kundenschnittstelle besetzen und sich die Wertschöpfung verschiebt.

01.4.3.1

Trend zu hybriden Wertschöpfungsbeziehungen: Produkt plus Service

Im Ergebnis wandelt sich der klassische Austausch Produkt gegen Geld zunehmend zu hybriden Wertschöpfungsbeziehungen, in denen ergänzende Serviceleistungen hinzukommen. Teilweise steht am Ende des Wandels eine Transformation des (Produktions-)Geschäfts in eine Dienstleistungsbeziehung („Lösungsanbieter“). Denkbar ist daneben auch der umgekehrte Fall: der Dienstleister, der sein Leistungsspektrum mit Produkten kombiniert. In beiden Fällen spielt die Kundensicht eine entscheidende Rolle: sie gilt es einzunehmen, um ein erfolgreiches neues Angebot gestalten zu können, das sich auch monetarisieren lässt. Der tendenziell steigende Kundenkontakt kann und sollte dafür genutzt werden, ebenso wie für den Ausbau der Kundenbindung (vgl. Abschnitt 01.5.2).

Entscheidend ist, dass es Unternehmen noch besser gelingt, den steigenden Dienstleistungsanteil zu monetarisieren. Speziell im Bereich neuer datenbasierter Geschäftsmodelle stellt sich die Frage, welche Erlösmodelle im konkreten Fall in Betracht kommen.

Mögliche Erlösmodelle für digitale Angebote

- Abonnement (periodisches Entgelt)
- Nutzungsgebühr (Abrechnung nach Nutzungshäufigkeit)
- Kostenlose Basisversion mit optionalen – kostenpflichtigen – Zusatzleistungen (sog. Freemium-Modell, wie es vielfach bei Gaming- oder Anwendungssoftware eingesetzt wird)
- Provision / Beteiligung an Erfolg des Services beim Kunden
- Werbefinanzierung
- Kauf und Verkauf von Daten
- Bezahlen mit Daten (Weiterverarbeitung zu neuen Services)

Zu jeder dieser Optionen ist wiederum zu klären, was die spezifischen Voraussetzungen sind (z. B. Messbarkeit des Erfolgs beim Kunden) und ob sie zum angebotenen Service bzw. zum eigenen Leitbild des Unternehmens passen. Die drei letzten sind zudem mehrseitig, da neben Anbieter und Kunden noch weitere Akteure (z. B. Werbetreibende) beteiligt sind.

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts *BigDieMo* wurde ein Werkzeugkasten für die Entwicklung datenbasierter Geschäftsmodelle mit verschiedenen Tools entwickelt, die vor allem KMU bei diesen Entscheidungen unterstützen, insbesondere in den frühen Phasen der Initiierung und Ideenfindung (Praxishandbuch kostenfrei verfügbar unter www.bigdiemo.de).

01.4.3.2

Nutzung von Daten

Diese kann auf die drei Hauptdimensionen des Geschäftsmodells auf unterschiedliche Weise einwirken, sie alle oder nur einzelne verändern. Im Rahmen des Projekts *BigDieMo* wurden fünf grundsätzliche Muster identifiziert (Abb. B 01–4). Auch die Frage, auf welchen Ebenen man ansetzen kann und will, gehört zur Analyse der eigenen Leistungsbeziehungen und der Prüfung möglicher künftiger Geschäftsmodelle. Viele Unternehmen beginnen mit dem Einsatz der Datenanalyse allein auf der Ebene der Wert-erzeugung, beispielsweise der Nutzung von Sensordaten zur Verringerung des Ausschusses. Deutlich komplexer werden die Fragen, wenn auch die Beziehung zum Kunden betroffen ist, ihm also ein zusätzlicher Mehrwert angeboten wird oder die Ertragsmechanik verändert werden soll.

B 01–4

Veränderungen des Geschäftsmodells durch Datennutzung (Grundtypen)



Quelle: eigene Darstellung nach Geschäftsmodelle 4.0,
Baukasten zur Entwicklung datenbasierter Geschäftsmodelle

Grundlage jeder (Weiter-)Entwicklung des eigenen Geschäftsmodells muss eine Analyse der Leistungsbeziehungen (Status quo und Zielzustand) sein. Dazu zählen mindestens die im Folgenden skizzierten Aspekte.

Leistungsbeziehungen und Geschäftsmodell: Analyseelemente

- An wen richtet sich das Angebot, d. h., wer sind meine (potenziellen) Kunden?
- Welchen spezifischen Nutzen kann ich meinen Kunden bieten?
- Wie wird dieser Nutzen generiert (Kernkompetenzen, Schlüsselressourcen, Partner)?
- Wie wird er Kunden kommuniziert / angeboten?
- Welche Einnahmen kann ich generieren, wie hoch ist die Zahlungsbereitschaft der Kunden für die einzelnen Aspekte meines Leistungsspektrums? Welches Preis- bzw. Erlösmodell ist geeignet, um die Leistungsbeziehung abzubilden (z. B. Nutzung, Leistungsniveau, Ergebnis)?
- Welche Auswirkungen hat eine Veränderung meines Geschäftsmodells auf mein Wertschöpfungsnetzwerk und die Gestaltung der damit verbundenen Vertragsbeziehungen sowie das Management der Geschäftsbeziehungen (u. a. Serviceerwartungen)?
- Welche Anpassungen in der eigenen Organisation (z. B. Projekt- und Ressourcenmanagement) sind notwendig, um auf höhere Komplexität / Abhängigkeit von externen Faktoren (z. B. durch Individualisierung) zu reagieren?
- Welche Maßnahmen sind notwendig, um die Mitarbeiter im Transformationsprozess „mitzunehmen“ und sie als aktive Gestalter mit einzubinden?

Für die Klärung der zentralen Frage, welchen Mehrwert der angebotene Nutzen für den Kunden hat, kommen insbesondere die folgenden Vorgehensweisen in Betracht:

Analyse der Kundenzufriedenheit

Diese sollte regelmäßig durchgeführt werden, wobei idealerweise nicht nur die Zufriedenheit eigener Kunden gemessen wird, sondern auch diejenige der Kunden wichtiger Wettbewerber. Dies empfiehlt sich vor allem dann, wenn bereits frühere Analysen vorliegen, die eine relative Stabilität in der Zufriedenheit zeigen, und klare Rückschlüsse bezüglich der bestehenden Kernelemente des Leistungsangebots (Basis-Faktoren, Performance-Faktoren, vgl. Kapitel 01.5) möglich sind, sodass der Wert eines neuen Angebots im Vergleich erfasst werden kann. Das Verfahren eignet sich also vor allem für Bestandskunden.

Analyse des Kaufverhaltens

Dieses erfolgt auf Basis einer Vergleichsentscheidung zwischen mehreren (hypothetischen) Angeboten. Hier ist darauf zu achten, dass der Kunde mit der Auswahlentscheidung nicht überfordert wird, also nur eine begrenzte Variantenvielfalt angeboten wird (Marmeladen-Paradoxon). Ein solches Verfahren kann helfen, die relative Wichtigkeit einzelner Merkmale im Kaufentscheidungsprozess und die Zahlungsbereitschaft zu bestimmen. Mit der Einbeziehung von Preisen etc. wird eine realitätsnahe Entscheidungssituation abgebildet, damit allerdings auch eines der wichtigsten Kriterien im B2B-Bereich, was die Ergebnisse für die sonstigen Attribute überlagern kann.

Agilere Verfahren

In schnelllebigen Märkten ist das Instrument der Zufriedenheitsmessung zu träge und zu stark retrospektiv ausgerichtet, um Innovationen mit der notwendigen Geschwindigkeit auf den Markt zu bringen. Hier sind Verfahren wie das Rapid Prototyping bzw. Open-Innovation-Prozesse unter Einbindung von Kunden zielführender (vgl. Kapitel 01.5 zu kundenzentrierten Ansätzen).

Im Ergebnis sollten kundennutzenorientiertes Erlösmodell und kundennutzenorientierte strategische Ausrichtung des Geschäftsmodells Hand in Hand gehen. Je mehr die Positionierung als kompetenter Lösungsanbieter (hybrider Wertschöpfer) und eine Profilbildung über die Leistungsprofilierung gelingt, desto geringer dürfte das Risiko von Preiskämpfen sein.

01.4.4

Kooperationen suchen

Zu einer zukunftsfähigen unternehmerischen Innovationsstrategie zählt auch, Kooperationsoptionen auf verschiedenen Ebenen fortlaufend in Betracht zu ziehen.

Eine Studie der Fraunhofer-Gesellschaft von 2016 zeigt, dass Unternehmen, die mit der Forschungseinrichtung kooperieren, eine um mehr als zehn Prozentpunkte erhöhte Wahrscheinlichkeit haben, Produktneheiten hervorbringen, und bei Marktneheiten sogar eine um 13,2 Prozentpunkte erhöhte Wahrscheinlichkeit. Diese Unternehmen arbeiten generell häufiger mit Forschungseinrichtungen zusammen. Die Impactmessung erfasst dabei auch Fälle, in denen das Forschungsprojekt vom Unternehmen an Fraunhofer herangetragen wurde und der exakte Anteil an der Innovationsleistung nur schwer ermittelbar ist. In diesen Fällen wird das Forschungs-

projekt gemeinsam weiter spezifiziert bzw. an einer Lösung gearbeitet. Weiterhin zeigt die Studie, dass mit Fraunhofer kooperierende KMU in den Folgejahren einen signifikant höheren Umsatz haben und signifikant höhere Gewinne erwirtschaften.

Weitere wichtige wissenschaftliche Kooperationspartner – auch für produktbegleitende Dienstleistungen, Prozessinnovationen oder organisatorische Innovationen – sind insbesondere die Hochschulen.

Eine mögliche Antwort auf zunehmende Komplexität und Veränderungsgeschwindigkeit ist die Bildung von unternehmensübergreifenden Kooperationen oder ganzen Wertschöpfungsnetzwerken. Passende Partner finden sich branchenintern beispielsweise über Aktivitäten der Fachverbände, branchenübergreifend bei Clustern und ähnlichen Netzwerken (Bayern Innovativ etc.). Darüber hinaus ermöglichen auf B2B-Kontakte spezialisierte Internet-Plattformen eine niedrigschwellige Kontaktaufnahme.

Bei neuen Geschäftsmodellen in komplexen Dienstleistungssystemen muss auch die Perspektive der übrigen Akteure berücksichtigt werden. Dazu kann es sich anbieten, Methoden kollaborativer Gestaltung einzusetzen. Je nach Unternehmens- und Wettbewerbssituation kann der Grad der Kollaboration dabei von einer bloßen Berücksichtigung der Leistungsbestandteile weiterer Akteure (Markt- und Wettbewerbsanalysen) bis hin zu einer gemeinsamen Gestaltung des Geschäftsmodells gehen (z.B. Business Model Co-Creator). Das entwickelte neue Geschäftsmodell kann einem Stresstest unterzogen werden, um das Risiko vor der Markteinführung zu reduzieren. Eine solche Simulation soll zukünftige Entwicklungen antizipieren, verschiedene Perspektiven berücksichtigen und die Identifikation von Verbesserungspotenzialen ermöglichen. Der *Business Model Clash* des Fraunhofer IAO z.B. setzt dabei auf Methoden des Serious Gaming (Wissensvermittlung im Rahmen eines digitalen „Spiels“).

Die Bedeutung der Zusammenarbeit mit Start-ups schließlich geht über das konkrete Entwickeln tatsächlich einsetzbarer neuer Lösungen hinaus: Die Interaktion liefert auch einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der eigenen Unternehmenskultur und Anregungen für neue Formen der Arbeitsorganisation, wie das Beispiel der großen Versicherungsunternehmen im *Werk 1 / Insurtech Hub* zeigt, bzw. für agile Arbeitsmethoden. Zudem fungieren Start-ups auch als Trendscouts. Die Beobachtung des Gründergeschehens lohnt sich daher für jedes Unternehmen.

Empfehlungen an die Wirtschaft

Produkte und Dienstleistungen kundenzentriert gestalten

01.5

Bei allen neuen Dienstleistungen und Produkten muss von Anfang an vom Kunden ausgehend gedacht werden.

Je „smarter“ Produkte und Dienstleistungen im Rahmen der digitalen Transformation werden, desto wichtiger wird es, sie gezielt auf den Nutzer auszurichten, damit die maschinellen Kompetenzen die menschlichen optimal unterstützen und ergänzen können, um den größtmöglichen Mehrwert zu schaffen. Zur technologischen Machbarkeit und zum bereits oben behandelten Geschäftsmodell muss also ein nutzerzentriertes Design hinzukommen.

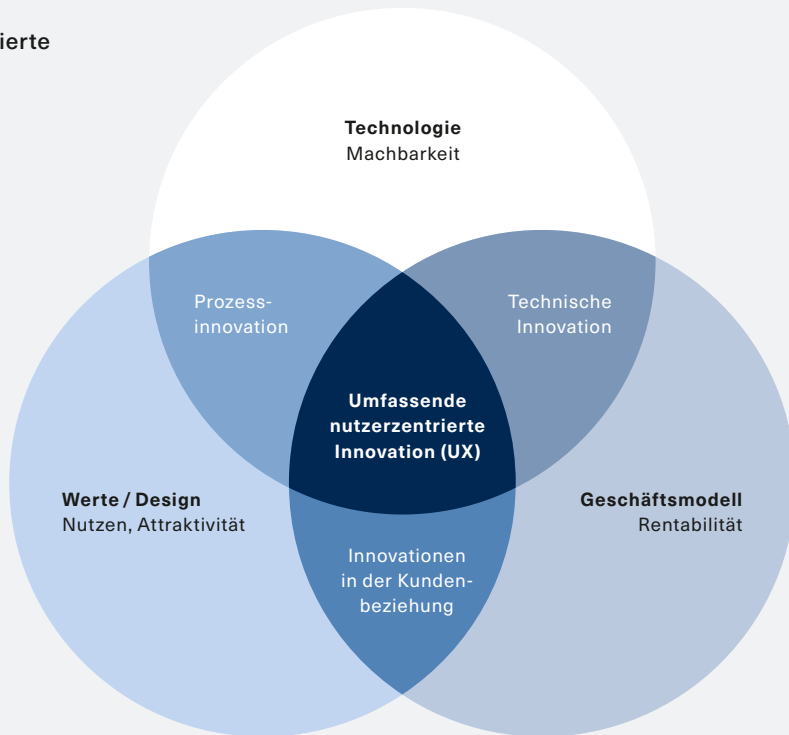
Die Bedeutung einer intelligenten, nutzerfreundlichen Gestaltung der Interaktion wächst stetig. Die Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* zeigt, wie dynamisch sich die einzelnen Bereiche entwickeln. Jedes Unternehmen sollte daher diese Aspekte in seine Produktgestaltung integrieren.

Ausgangspunkt ist dabei der menschliche Nutzer, auf den das Produkt oder die Benutzeroberfläche für die Dienstleistung zugeschnitten wird (Human Centred Design).

Eine Nutzerorientierung erhöht die Markteinführungschancen neuer Produkte beträchtlich: In aller Regel lassen sich inkrementelle Verbesserungen kaum durchsetzen, wenn für die Nutzung eine starke Verhaltensänderung erforderlich wäre. Ein Beispiel dafür ist die Anordnung der Buchstaben auf der Computertastatur. Während sie im Schreibmaschinenzeitalter sinnvoll war, gäbe es längst bessere Alternativen, die aber zunächst wieder einen erheblichen Übungsaufwand erforderlich machen würden. Wer also eine neue Eingabetechnik am Markt durchsetzen möchte, sollte Nutzern den Umstieg so leicht wie möglich machen. Die mühelose Nutzung spart ferner Zeit und lässt damit das Produkt selbst effizienter wirken als vergleichbare Angebote, auf die sich der Kunde bei der Bedienung erst neu einstellen (vgl. auch Abb. B 01 –5) müsste.

Die entscheidende Frage ist immer, welche Leistungsbestandteile einen Mehrwert für Kunden bieten, die Zufriedenheit mit dem Anbieter erhöhen und eine Zahlungsbereitschaft begründen.

B 01-5 Nutzerzentrierte Innovation



Quelle:
eigene Darstellung

Generell lassen sich drei Arten von Faktoren unterscheiden, die zur Kundenzufriedenheit beitragen:

- **Basis-Faktoren**
Mindestanforderungen an das Leistungsangebot: Ihr Fehlen senkt die Zufriedenheit
- **Performance-Faktoren**
Grad der Erfüllung senkt oder steigert Zufriedenheit
- **Excitement-Faktoren**
Diese erhöhen Kundenzufriedenheit, wenn sie vorliegen

Die Basis- und Performance-Faktoren werden dabei maßgeblich durch die Gebrauchstauglichkeit (Usability) abgedeckt. Die Excitement-Faktoren sind es dagegen, die dem Anbieter eine Differenzierung ermöglichen. Diese Faktoren lassen sich nur teilweise objektiv ermitteln; vielfach ist die subjektive Wahrnehmung durch den Kunden entscheidend (vgl. Abb. B 01-6). Sie bestimmt letztlich, ob er das Produkt als attraktiv empfindet und entsprechend disponiert.

01.5.1

Subjektive Elemente stärker berücksichtigen

Die Usability (Gebrauchstauglichkeit) bleibt wesentlich; besonders bei interaktiven Produkten spielt darüber hinaus aber auch die Attraktivität und das Erleben des Kunden bei der Verwendung des Produkts (User Experience, UX) eine wachsende Rolle für den Markterfolg und die Differenzierung gegenüber Wettbewerbern (vgl. Abb. B 01-6).

B 01-6

Wachsende Bedeutung subjektiver Wahrnehmung

Usability (Gebrauchstauglichkeit)

Möglichst objektive Messung

Auf die Aufgaben des Nutzers konzentriert

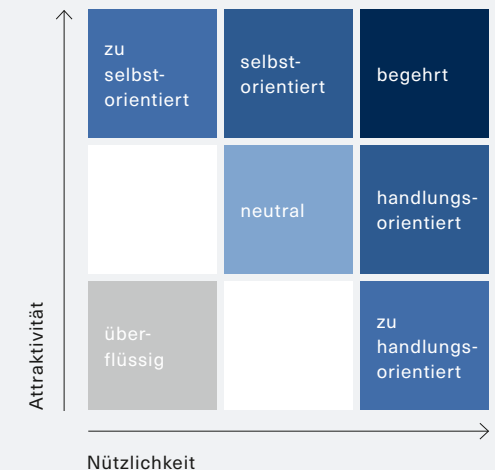
Fokus: Beseitigung von Barrieren und Stress

Notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für Zufriedenheit des Nutzers / Attraktivität des Produkts.

Entspricht die intendierte Qualität der wahrgenommenen Qualität?

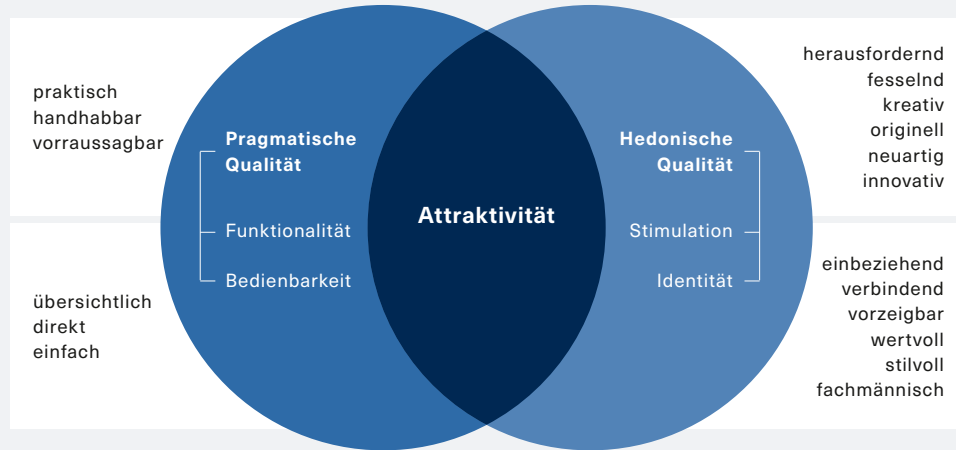
Als wie attraktiv wird das Produkt bewertet?

User Experience



Quelle: eigene Darstellung
in Anlehnung an Hassenzahl

B 01 – 7

Qualitätsmerkmale interaktiver Produkte (z. B. Software)Zur Manipulation
der Umwelt geeignetErweitert Möglichkeiten
des Benutzers

Quelle: eigene Darstellung, Inhalte in Anlehnung an Hassenzahl

Für die Messung der Attraktivität hat sich daher eine neue Herangehensweise etabliert (Abb. B 01–7), die deutlich stärker auf subjektive Elemente setzt. Letztlich geht es dabei um eine Kombination aus müheloser Durchführung (pragmatische Qualität) und psychologischer Motivation (hedonische Qualität).

Das Prinzip gilt für Verbraucherprodukte wie beispielsweise ein Smartphone, es wirkt grundsätzlich aber auch im Arbeitsumfeld. Stimulation meint in diesem Sinne etwa, eine gewisse Abwechslung als „Belohnung“ bei Routineaufgaben einzubauen, die sich (noch) nicht ohne Weiteres automatisieren lassen. Unternehmen arbeiten bereits an Lösungen, die auf Gamification-Ansätzen (Anwendung spieltypischer Elemente in einem anderen Kontext) aufbauen. Das kann allerdings keine Standardlösung sein, sondern sowohl Belohnung als auch Game-Elemente – z. B. Erfahrungspunkte, virtuelle Güter oder Auszeichnungen, Fortschrittsbalken – müssen in den Gesamtkontext passen (Warum wird das Produkt genutzt?) sowie

zur inneren Motivation des Nutzers. Auch im industriellen Kontext berichten Unternehmen von Erfolgsfaktoren neuer Tools bei der Implementierung, die über die reine Gebrauchstauglichkeit hinausgehen und Nutzern zum Beispiel eine neue Herausforderung vermitteln oder Wertigkeit ausstrahlen.

Eine Steigerung der Attraktivität des Produkts ist aber auch in ganz anderen Bereichen relevant, in denen der Mensch in direkten Kontakt mit ihm kommt. Eines von vielen Beispielen ist die sensorische Qualität von recyceltem Material, die großen Einfluss auf die Akzeptanz hat.

01.5.2

Kundenbindung schaffen

Kundenbindung wird in der digitalen Transformation noch wichtiger. Insbesondere digitale Plattformen sollten – auch in der Industrie – dafür stärker genutzt bzw. selbst entwickelt werden. Dies gilt insbesondere für eigene datengetriebene Geschäftsmodelle.

01.5.2.1

Plattformen auch in der Industrie stärker nutzen

Jedes Unternehmen sollte prüfen, ob es Internet-Plattformen (verstärkt) für den eigenen Geschäftserfolg nutzen oder ggf. selbst Angebote entwickeln kann. Das gilt umso mehr für B2B-Plattformen, bei denen wir im internationalen Vergleich keinen Rückstand aufzuholen haben, sondern uns in einer guten Ausgangsposition befinden.

Die Wertschöpfung funktioniert auf digitalen Marktplätzen anders als in traditionellen Industrien. Plattformen bringen Produkte und Dienstleistungen zusammen und knüpfen neue Verbindungen entlang der Wertschöpfungsketten zwischen Verbrauchern, Lieferanten, Herstellern, Produktentwicklern etc.

Plattformen

- vereinfachen die Interaktion und schaffen Netzwerkeffekte,
- erhöhen die Reichweite und ermöglichen Skalierung,
- schaffen Synergien und reduzieren Transaktionskosten,
- ermöglichen auf Basis der ausgetauschten Daten neue (digitale) Dienstleistungen und Geschäftsmodelle.

In Industrie und industrienahen Dienstleistungen in Deutschland werden Plattformen bereits in einem erheblichen Umfang genutzt: Rund 70 Prozent der Unternehmen setzen sie für ihr Kerngeschäft ein. Dabei handelt es sich mehrheitlich um Transaktionsplattformen, seltener um datenzentrierte Typen. Während der Vergleich zwischen Kosten für den Platformeinsatz und zusätzlich generierten Umsätzen zeigt, dass sich die industriellen Plattformen zu einem großen Teil noch in der Aufbau- / Investitionsphase befinden, gibt gleichzeitig die überwältigende Mehrheit der deutschen

Unternehmen an, dass sich die Nutzung positiv oder neutral auf den Geschäftserfolg auswirkt. Der Einsatz lohnt sich also. Das gilt umso mehr, als eine deutliche Zunahme der wirtschaftlichen Bedeutung von Plattformen erwartet wird. Als besonders vielversprechend erweisen sich datenzentrierte Geschäftsmodelle (vgl. vbw Studie *Plattformen – Infrastruktur der Digitalisierung*, 2019). Dass auch amerikanische Plattform-Unternehmen versuchen, im industriellen Bereich Fuß zu fassen, sollte als Ansporn verstanden werden.

01.5.2.2

Gewohnheiten schaffen

Während für digitale Plattformen in der Regel eine kritische Masse an Nutzern erreicht werden muss, damit sie sich wirtschaftlich tragen, genügt die reine Anzahl der Nutzer für sich betrachtet auch noch nicht. Der wirtschaftliche Wert hängt insbesondere bei B2C-Angeboten entscheidend von der Stärke der Gewohnheiten ab, die der Unternehmer beim Kunden auslösen kann. Das Produkt muss also so gestaltet sein, dass es regelmäßig (möglichst häufig) genutzt wird, und zwar möglichst „automatisch“, weil es die naheliegendste Lösung ist. Entscheidende Faktoren für das Entstehen von Gewohnheiten sind die Häufigkeit der Nutzung und die wahrgenommene Nützlichkeit bei der Verwendung. Der obere linke Punkt in Abbildung B 01 – 8 kann beispielsweise eine Google-Suche sein, die der Suche mit anderen Anbietern von den Treffern her verschiedenen Tests zufolge nicht sehr stark überlegen ist, aber sehr häufig in Anspruch genommen wird. Der mittlere Punkt würde etwa einer erfolgreichen Online-Plattform wie Amazon entsprechen. Ist die Verwendung zu selten (Punkt rechts), löst sie auch bei großer empfundener Nützlichkeit keine Gewohnheit aus; die Kurve berührt die Linie nicht.

Mit der zunehmenden Ergänzung / Verlängerung des Geschäftsmodells – auch in der Industrie – durch ergänzende Dienstleistungsangebote bzw. der Entwicklung datengetriebener Geschäftsmodelle (vgl. Abschnitt 01.4.3) wird das Prinzip allerdings in wachsendem Maße in Bereichen wichtig, wo es früher wegen des einmaligen oder zumindest seltenen Kontakts zum Kunden keine Rolle gespielt hätte (Autokauf, Abschluss einer Lebensversicherung etc.).

B 01 – 8

Entstehen von Gewohnheiten: Häufigkeit und Nützlichkeit



01.5.3

Grundsätze des Human Centred Design berücksichtigen

Zentral ist vor allem eine nutzerfreundliche Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Mensch-Maschine-Interaktion meint heutzutage mehr als den Einsatz von Robotern in der Produktion oder die Bedienung von Smartphones: Jede Website ist eine solche Schnittstelle, die in immer mehr Geräten installierte Software eine Informationsverarbeitungsmaschine. Einer der großen Faktoren für den wirtschaftlichen Erfolg ist die Nutzerorientierung auch deshalb, weil sie es ermöglicht, unter Vermeidung von Intermediären (z. B. Plattformen, vgl. Abschnitt 01.5.2.1) mit seinen Angeboten direkt auf den Kunden zuzugehen. Daher ist es entscheidend, dass die gesamten Prozesse, also die Mensch-Maschine-Interaktion bei der Nutzung entsprechender Angebote, so passgenau auf den Menschen zugeschnitten sind, dass sie hohe Attraktivität und Akzeptanz erzielen.

In der direkten Interaktion mit dem Nutzer müssen die Systeme besonders darauf ausgelegt sein, Bindung zu schaffen. Das gelingt durch das Produzieren von Gewohnheiten, für die wiederum variable Belohnungen wichtig sind (vgl. Abschnitt 01.5.2.2), aber auch kleine „Investitionen“ (Zeit, Daten,

weitere Kontakte etc.) des Nutzers, der beispielsweise seine Einstellungen personalisiert und damit selbst dazu beiträgt, bei der nächsten Inanspruchnahme einen verbesserten Service zu bekommen. Die Stärke der Bindung hat wiederum großen Einfluss auf die Möglichkeiten des Unternehmens bei der Preisbildung.

Elementar ist dabei, die Bedienungsmöglichkeiten so zu gestalten, dass der Nutzer ein Verständnis von den Zusammenhängen entwickeln kann, damit die Interaktion mühelos möglich wird. Dabei muss es sich nicht um ein physikalisch exaktes Abbild dieser Zusammenhänge handeln, eine schlüssige Näherung ist ausreichend.

B 01-9

Schritte auf dem Weg zur nutzerfreundlichen Gestaltung



Quelle: eigene Darstellung nach Don Normans' Stages of Action

Aus den in Abbildung B 01-9 dargestellten Handlungsstufen leiten sich Grundregeln für gutes Design ab (in Anlehnung an Don Norman):

Human Centred Design – Fundamentale Prinzipien

- 1. Erkennbarkeit (Discoverability)**
Der Nutzer kann erkennen, in welchem Status sich das Objekt befindet und welche Aktionen möglich sind.
- 2. Feedback**
Es gibt eine umfassende, kontinuierliche Rückmeldung an den Nutzer (Ergebnisse seiner Aktionen, aktueller Status).
- 3. Nachvollziehbarkeit (Conceptual Model)**
Das Design ermöglicht es dem Nutzer, ein sinnvolles Verständnis von den grundlegenden Funktionsweisen zu entwickeln (Verständnis, Gefühl der Beherrschbarkeit).
- 4. Handlungsangebote (Affordances)**
Es sind die passenden Handlungsoptionen für den Nutzer vorgesehen, mit denen die erwünschten Aktionen ausgelöst werden können.
- 5. Hinweise (Signifiers)**
Eindeutige Hinweise und Signale stellen sicher, dass der Nutzer seine Handlungsoptionen erkennen und das Feedback wahrnehmen und verstehen kann.
- 6. Darstellung (Mappings)**
Die Verbindung zwischen Steuerungselementen und den durch sie ausgelösten Aktionen wird insbesondere durch die räumliche Anordnung und zeitliche Nähe gewährleistet.
- 7. Schranken (Constraints)**
Physische, logische, semantische und kulturelle Schranken leiten die Aktionen und erleichtern die Interpretation.

Zu den erfolgskritischen Faktoren zählt auch, die richtigen Informationen wegzulassen, also nur das zu zeigen, was der Nutzer für die fragliche Anwendung tatsächlich benötigt.

Versuche und erste Anwendungsbeispiele mit Avataren (menschliche Abbilder) zeigen, dass beispielsweise Ähnlichkeit zwischen Avatar und Nutzer Lernvorgänge erleichtert. Gleichzeitig löst eine zu naturalistische Darstellung unter Umständen Unbehagen aus (sog. uncanny valley, zu Deutsch etwa „unheimliches Tal“). Das gilt wiederum nur dann, wenn der Avatar zwar annähernd fotorealistisch aussieht, dabei aber typische menschliche Kommunikationselemente vermissen lässt (z. B. zum Gespräch passende Augenbewegungen).

Zusätzlich müssen kulturelle Unterschiede berücksichtigt werden, je nachdem, auf welchen Märkten die Anwendung zum Einsatz kommen soll.

01.5.4

Entwicklungsprozess auf die nutzerzentrierte Gestaltung ausrichten

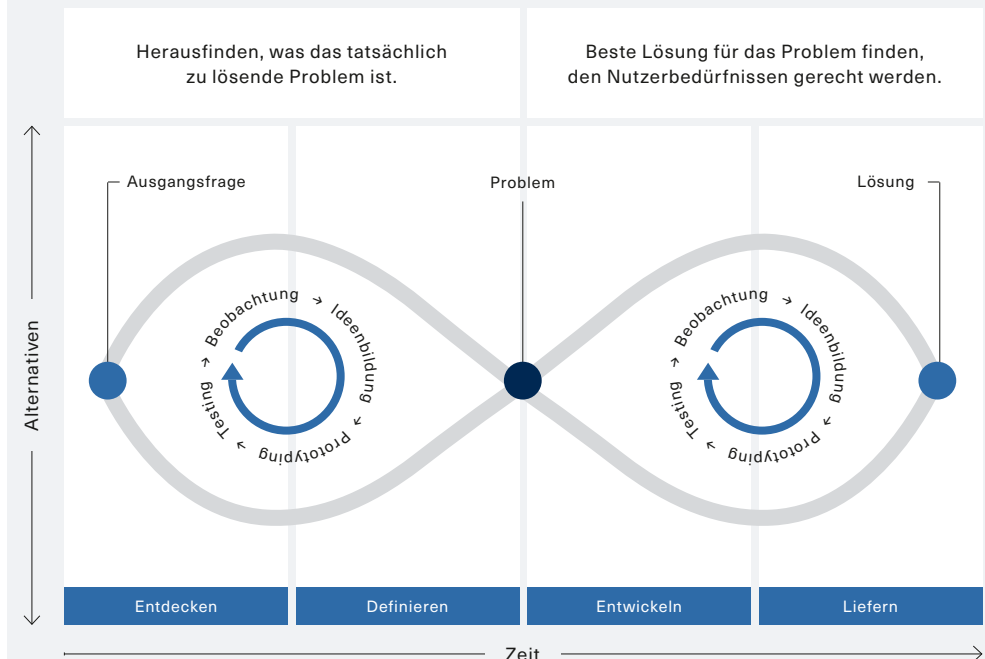
Das Vorgehen bei der Gestaltung eines menschenzentrierten Designs ist eng mit dem Prozess des Design Thinking verknüpft (vgl. Abb. B 01–10). Der erste Schritt ist, das wirklich hinter der Fragestellung liegende Problem zu verstehen, also das Bedürfnis, das mit der Innovation befriedigt werden soll. In einem zweiten Schritt wird die optimale Lösung für das so (neu-)definierte Problem gesucht. Hier ist es jeweils erforderlich, zunächst mehrere mögliche Alternativen zu betrachten, bevor sich der weitere Prozess wieder auf eine Alternative verengt.

Der eigentliche Entwicklungsprozess im Human Centred Design besteht aus mehreren Zyklen, die teilweise auch als Spiralen dargestellt werden, weil es sich stets wiederholende Handlungen sind, mit denen man sich der Lösung Schritt für Schritt weiter annähert. Generell werden dabei die Handlungen beobachten, Ideen entwickeln, Prototypen erstellen und testen verstanden. Dieser Prozess findet sowohl in der Problem- als auch in der Lösungsfindungsphase statt, gegebenenfalls mehrfach.

Neue Produkte müssen – aufgrund der hohen Entwicklungsgeschwindigkeit gerade im digitalen Bereich – möglichst frühzeitig getestet werden, um sie bei Bedarf weiterentwickeln zu können. Eine Möglichkeit dafür ist das JOSEPHS® in Nürnberg: Dort können Unternehmen Produkte und Dienstleistungen vor der Markteinführung testen und das Feedback der Besucher des für die Öffentlichkeit zugänglichen „Ladens“ aufnehmen, mit fundierter Begleitung durch das Fraunhofer IIS und die FAU.

B 01–10

Design Thinking und Human Centred Design



Quelle: eigene Darstellung, u. a. nach British Design Council, Don Norman

Kommunikation zu Technologien und Innovationen

Mit gezielter Kommunikation sollten Unternehmen nicht nur ihren eigenen gesellschaftlichen Mehrwert und den ihrer Produkte transportieren, sondern darüber hinaus auch die Bedeutung der Branche und neuer Technologien sowie ihren Beitrag zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen. Insoweit sind neben den Unternehmen auch die Wirtschaftsorganisationen gefordert.

Wenn es um die Vermarktung von Innovationen geht, sehen sich die Unternehmen zu Recht selbst in der Pflicht. Gerade bei vielfach kontrovers diskutierten neuen Technologien oder Anwendungen ist es aber wichtig, über das Produkt hinauszudenken und an der Gestaltung eines offenen, innovations- und technologiebegeisterten Klimas mitzuwirken.

Die öffentliche Meinung ist ein wichtiger Faktor für den Unternehmenserfolg, gerade beim Einsatz technologischer Neuerungen. Die Kommunikation von Sachinformationen über neue Technologien, deren Nutzen und ihren wertebasierten, vertrauenswürdigen Einsatz wirkt auf

- das Image des Unternehmens,
- die Einstellung der Gesellschaft zu Technologien,
- damit indirekt auch auf die regulatorischen Rahmenbedingungen und
- die Absatzchancen für eigene Produkte und Dienstleistungen.

Es geht also um mehr als um die – wichtige – Vermittlung von konkreten Produktvorteilen und des eigenen Leistungsspektrums.

B

01.6

Die öffentliche Diskussion führt mitunter dazu, dass ganze Sparten oder Branchen in Verruf geraten, obwohl der eigentliche Anlass ein bestimmtes Produkt oder eine konkrete chemische Verbindung war. Ein Beispiel ist die sog. Chlorchemie, deren Abschaffung vor einigen Jahren großes Thema war und heute noch quasi zum Kanon des Umweltschützers gehört. Zwischenzeitlich hat sich die Debatte – auch nach dem sukzessiven Ausstieg aus der Verwendung bestimmter Chlorverbindungen (FCKW) und Anwendungen (Bleichmittel) – wieder etwas beruhigt, mit gelegentlichen medialen Ausschlägen etwa beim sogenannten „Chlorhühnchen“, das im Zentrum vieler TTIP-Debatten stand.

Wichtig ist eine kontinuierliche (nicht nur anlassbezogene), proaktive und sachliche Information über das Element und seine Bedeutung nicht nur für die Chemiebranche als solche (wo rund 60 Prozent der Umsätze in Zusammenhang mit Chlorverbindungen stehen), sondern vor allem für das tägliche Leben (z. B. als Natriumchlorid, also Kochsalz). Der Einsatz in der Herstellung von Silizium für Solarzellen und Computer-Chips sind gute, nachvollziehbare Beispiele für die industrielle Produktion. Entscheidend ist darüber hinaus die Information über die vollkommen unterschiedlichen Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen verschiedener Verbindungen, die eine differenzierte Betrachtung erst ermöglichen. Auf dieser Basis kann dann eine informierte Debatte geführt werden, wie aktuell beispielsweise Vor- und Nachteile des Einsatzes bestimmter Kunststoffe, etwa PVC.

Vergleichbare Fragen stellen sich nahezu alle Branchen. Weitere Beispiele sind die verschiedenen Antriebstechnologien, landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmethoden oder der Energieverbrauch für die Herstellung bestimmter Produkte einschließlich digitaler Services. Auf einer unternehmensindividuellen Ebene zu beantworten sind Fragen wie der Umgang mit Kundendaten, der je nach Geschäftsmodell und im Rahmen des rechtlich Zulässigen stark divergieren kann. Hier kann die Entwicklung oder der Beitritt zu unternehmens- bzw. branchenübergreifenden freiwilligen „Siegeln“ sinnvoll sein, um sich von Wettbewerbern abzuheben.

Es empfiehlt sich, neben den klassischen Marketingkanälen mehrere Kanäle, Formate und Kooperationen parallel einzusetzen.

Denkbare Beispiele sind

- Medienkooperationen
- Zusammenarbeit mit Influencern
- (ggf. temporäre, themenbezogene) Allianzen mit weiteren branchenfremden Akteuren, z. B. projektbezogene Einbindung von Nichtregierungsorganisationen (NGO)
- Bestimmung von Technologiebotschaftern, insbesondere auch jüngeren Menschen
- Ausstellungen, Zusammenarbeit mit Museen und kulturellen Einrichtungen
- Positionierung bzw. Information zu kontroversen Fragen auf der eigenen Homepage
- Social-Media-Serien (Erklärvideos, Fun Facts etc.)

B

Kapitel

02

Empfehlungen
an den Staat

Teil

B

Bayern ist bei den Zukunftstechnologien auch im internationalen Vergleich relativ gut aufgestellt, es bleiben aber noch zu viele Potenziale ungenutzt. Um diese in den nächsten Jahren noch erfolgreicher zu heben, müssen wir gleichzeitig Spitzenleistungen auf den Technologiefeldern und bei der Umsetzung in konkrete Anwendungen erreichen. Während die Unternehmen gefordert sind, wenn es um die Entwicklung und Vermarktung innovativer Produkte und Dienstleistungen geht, muss der Staat den Rahmen dafür schaffen.

Der Staat muss die Schlüsseltechnologien für den Standort faktenbasiert definieren und ihre Entwicklung fortlaufend analysieren, insbesondere auch aufgrund der zunehmenden Geschwindigkeit des technologischen Wandels. Das ist Basis für eine zielgerichtete Technologie-, Forschungs-, Innovations- und Industriepolitik. Ein Soll-Ist-Vergleich zeigt Handlungsbedarf auf, hinzukommen muss ein Monitoring der eingesetzten Instrumente (z.B. Forschungsförderung). Strategien und Handeln müssen sich an den Ergebnissen orientieren. Dazu muss sich der Staat auch seiner Rolle im Innovationssystem bewusst sein und sie gestalten.

Empfehlungen an den Staat

B

Grundlagen
für erfolgreiches
Wirtschaften schaffen

02.1

02.1.1

Infrastruktur

Zu den Kernaufgaben des Staates gehört es, die notwendigen infrastrukturellen Rahmenbedingungen für den technologischen Fortschritt zu schaffen. Die Anforderungen an den Staat aus Sicht der Unternehmen sind klar auf die Gewährleistung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen ausgerichtet.

Die Basis: eine innovations- und wirtschaftsfreundliche Infrastruktur

- Maßvolle bürokratische Anforderungen
- Schnelle Verfahrensabwicklung
(z. B. Zulassungen, Genehmigungen), E-Government
- Leistungsstarke Kommunikations- und Verkehrsinfrastruktur
- Zuverlässige Energieversorgung
- Zukunftsfähiges Bildungssystem, einschließlich der
infrastrukturellen Voraussetzungen
- Ausreichend flexibler Rechtsrahmen (z. B. Arbeitsrecht)

Weitere Faktoren, die Qualität und Attraktivität des Standorts prägen, kommen hinzu: u. a. Gesundheitsversorgung, öffentliche Sicherheit und kulturelle Einrichtungen. Das muss als Mindestmaß gewährleistet werden, damit erfolgreiches Wirtschaften am Standort möglich bleibt. Für grundlegende Innovationen muss punktuell mehr hinzukommen (vgl. Kapitel 02.3).

Als wesentlich wird aktuell vor allem der zügige, flächendeckende Ausbau der Kommunikationsinfrastruktur angesehen. Wie bereits in früheren Handlungsempfehlungen betont, bleibt der flächendeckende Ausbau von Glasfaser- und Mobilfunkanschlüssen (bis hin zu 5G) eine der entscheidenden Aufgaben der kommenden Jahre. Der Bedarf von Unternehmen, Wissenschaft, Verwaltung und Bürgern an hochleistungsfähigen Verbindungen wächst ständig weiter an. Um auch nur mittelfristig damit Schritt halten zu können, muss heute für (vermeintlich) höchste Ansprüche ausgebaut werden. Insbesondere beim künftigen Mobilfunkstandard 5G müssen wir Tempo und Ambitionen erhöhen, um von Anfang an an der

Spitze mitspielen und die Anwendungspotenziale der Echtzeitnutzung von Massendaten – z. B. für Industrie 4.0, Smart Farming, intelligente Verkehrssteuerung oder medizinische Anwendungen – heben zu können.

Bei der Digitalisierung der Verwaltung hat sich Bayern zu Recht wesentlich ambitioniertere Ziele gesetzt als der Bund: Bis Ende 2020 sollen die wichtigsten Verwaltungsleistungen digital verfügbar sein. Das muss auch die Einrichtung eines nutzerfreundlichen digitalen Unternehmerportals mit entsprechender ID umfassen. Die Vorhaben müssen auf Landes- und Bundesebene mit Nachdruck vorangetrieben werden. Entscheidend ist dabei, dass Interoperabilität zwischen allen Angeboten auf den verschiedenen staatlichen Ebenen sichergestellt wird, sodass sie für Wirtschaft und Verbraucher bruchfrei nutzbar sind und wie aus einem Guss erscheinen.

Neben der Bundes- und Landesebene spielt dabei auch die kommunale Ebene eine wichtige Rolle. Jede Kommune ist gefordert, im eigenen Bereich die richtigen Rahmen-

bedingungen für Innovationen zu schaffen. Vor allem darf eine aktuell hervorragende Situation kein Grund sein, weitere Zukunftsprojekte abzublocken. Beispiele etwa aus dem Bereich des Glasfaserausbaus zeigen, wie erfolgreich vor Ort Projekte umgesetzt werden können und wie entscheidend das proaktive Wirken der gemeindlichen Ebene ist. Der Glasfaserausbau in der oberbayerischen Gemeinde Halsbach erschließt tatsächlich jede Milchkanne und konnte mit einer Kabelverlegung quer über die Felder für etwa ein Viertel der ursprünglich veranschlagten Kosten durchgeführt werden. Auch in anderen Infrastrukturbereichen wie dem Verkehrssystem ist kommunales Engagement oft erfolgsentscheidend.

02.1.2

Bildungssystem

Im gesamten Bildungssystem, insbesondere auch an den allgemeinbildenden Schulen, muss ein noch stärkerer Fokus darauf gerichtet werden, ein Verständnis für Zusammenhänge zu wecken. Das gilt für das Wirtschaftssystem im Ganzen wie für bestimmte grundlegende Strukturen, z. B. die Energieversorgung.

02.1.2.1

Digitale Kompetenzen auf- und ausbauen

Digitale Kompetenzen auf allen Ebenen des Bildungssystems sind unabdingbar. Die Handlungsempfehlungen von 2017 (*Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung*) müssen konsequent umgesetzt werden. Der von der vbw initiierte Aktionsrat Bildung hat mit seinem Gutachten von 2018 (*Digitale Souveränität und Bildung*) wichtige konkrete Ansätze aufgezeigt. Er stellt darin die Bedeutung digitaler Kompetenzen als „4. Kulturtechnik“ heraus und fordert eine umfassende Reformierung des Bildungssystems mit dem Ziel der Vermittlung digitaler Souveränität. Digitale Souveränität bedeutet, dass jeder Einzelne befähigt sein soll, digitale Medien selbstbestimmt und unter eigener Kontrolle zu nutzen und sich an die ständig wechselnden Anforderungen in einer digitalisierten Welt anzupassen. Somit bildet die digitale Souveränität eine wesentliche Voraussetzung für die gesellschaftliche Teilhabe sowie für unsere jetzige und künftige Wettbewerbsfähigkeit. Außerdem bieten digitale Medien vielfältige Möglichkeiten, um die Qualität des Lehrens und Lernens zu verbessern.

Wichtige Maßnahmen, die innerhalb eines Gesamtkonzepts zur digitalen Bildung parallel und verzahnt umgesetzt werden müssen

- Intensiver Ausbau der digitalen Infrastruktur an Schulen, Berufsschulen und Hochschulen
- Feste Verankerung einer digitalen Grundbildung in den allgemeinbildenden Schulen, den Ausbildungsberufen und in jedem Studiengang
- Digitale Kompetenzen auch bei der Arbeitnehmerweiterbildung stärken und fördern
- Systematische Implementierung digitaler Lehr- und Lerninhalte an allen Bildungseinrichtungen
- In der Aus- und Weiterbildung des pädagogischen Personals eine deutliche Schwerpunktsetzung auf das digitale Lehren und Lernen legen
- Flächendeckendes technisches und medienpädagogisches Unterstützungsangebot für Bildungseinrichtungen schaffen
- Intensivierung des Forschungsbereichs „Digitalisierung in der Bildung“

Es muss fortlaufend geprüft werden, welche neuen Aspekte in die Bildungsangebote aufzunehmen sind, etwa im Hinblick auf künstliche Intelligenz und die Mensch-Maschine-Interaktion. Diese Themen müssen insbesondere auch in die berufliche Bildung berufsspezifisch integriert werden. Die Digitalisierung der Schulen und Hochschulen (bedarfsgerechte Infrastrukturausstattung und Qualifizierung der Lehrkräfte) muss mit Nachdruck vorangetrieben werden. Die vbw Studien *Digitale Bildung an bayerischen Schulen* (2017) und *Digitale Bildung an bayerischen Hochschulen* (2018) geben einen Überblick über den Stand der digitalen Bildung und zeigen notwendige Reformschritte auf.

Auch die Vermittlung algorithmischen Denkens ist Teil der digitalen Souveränität, die auf allen Ebenen des Bildungssystems vermittelt werden muss. Hier geht es darum, ein Grundverständnis von den Mechanismen zu vermitteln, die unser Alltags- und Berufsleben in zunehmendem Maße prägen. Staat und Verwaltung sind ebenfalls auf entsprechenden Sachverstand angewiesen.

02.1.2.2

Grundkompetenzen für alle stärken

Allgemeinbildende Schulen können nicht für jede technologische Neuerung spezielle Kenntnisse und Fähigkeiten vermitteln. Der Fokus muss daher noch stärker auf der strategischen Überlegung liegen, welche Grundkompetenzen notwendig sind. Ziel ist eine breite Basis, auf der eine spätere Vertiefung in besonderen schulischen Angeboten, Ausbildung und Studium aufbauen kann. Immer wichtiger wird die Fähigkeit, Zusammenhänge zu erkennen und Themen ganzheitlich zu betrachten.

Vermittelt werden muss vor allem die Kompetenz, Sachverhalte einzuordnen und Informationen zu bewerten. Dazu müssen keine neuen Schulfächer geschaffen werden – bestehende Inhalte können anhand entsprechender Beispiele erarbeitet werden, z. B. im Mathematik- oder auch im Geografieunterricht. Gleichzeitig werden dadurch die methodischen Lerninhalte konkreter und plastischer. Gestärkt werden muss dabei auch die Anwendungskompetenz, gerade in der Vernetzung verschiedener Fächer beziehungsweise mit fächerübergreifenden Themen und Fragestellungen.

02.1.2.3

Lehrerbildung

Auf die Fähigkeit zur Vermittlung von Zusammenhängen und zur Bewertung von Informationen (z. B. Einschätzung von Wahrscheinlichkeiten, Chancen und Risiken) muss in der Qualifizierung ein noch stärkerer Fokus gelegt werden (vgl. Abschnitt 02.1.2.2).

Für die Fortbildung der Informatik-Lehrer an den allgemeinbildenden Schulen und die Vermittlung von Grundkenntnissen an das gesamte Lehrpersonal müssen die bestehenden Angebote (z. B. Akademie für Lehrerausbildung in Dillingen) weiter gestärkt und die Zusammenarbeit mit den Hochschulen intensiviert werden. Der Staat muss auch den Universitäten die Mittel zur Verfügung stellen, um diese Aufgabe erfüllen zu können. Grundlage ist eine umfassende Personalplanung für die Vermittlung der inhaltlichen Kenntnisse und medienpädagogischen Fähigkeiten.

02.1.2.4

Schnittstellenkompetenzen für die Begleitung der digitalen Transformation im Unternehmen fördern

Für eine bessere Implementierung neuer Technologien im Unternehmen werden Schnittstellenkompetenzen gebraucht, deren Erwerb gezielt aufgebaut werden muss. Insbesondere im Rahmen der digitalen Transformation benötigen Unternehmen zunehmend Mitarbeiter, die technische Kenntnisse mit didaktischem Know-how kombinieren, fachübergreifend agieren und Prozesse beherrschen können (vgl. Kapitel 01.2).

Mit dem Modellprojekt „IT- / Digitalisierungspädagoge“ der Regionaldirektion der Bundesagentur für Arbeit und der vbw wird aktuell ein Konzept getestet, das arbeitssuchenden (technikaffinen) Akademikern die Möglichkeit eröffnet, das Spektrum des eigenen Berufsfelds zu erweitern und einen neuen Arbeitsmarktbereich zu erschließen. Ziel ist, die Unternehmen bei der Gestaltung von digitaler Transformation und unternehmensspezifischer Qualifizierungsmaßnahmen zu unterstützen. Bei einem erfolgreichen Abschluss des Projekts wird eine Überführung in die Regelstrukturen und eine bundesweite Umsetzung des Konzepts angestrebt.

02.1.2.5

Steuerliche Anreize für Unternehmen und Mitarbeiter weiterentwickeln

Steuerliche Anreize sind ein sinnvolles und einfach umsetzbares Mittel, um das notwendige Investitionsgeschehen in Ausbildungsstätten anzustoßen. Zu denken ist vor allem an eine degressive AfA und an Sonderabschreibungen.

Auch im Bereich der Weiterbildung sind steuerliche Maßnahmen geboten, um angesichts der tiefgreifenden Umwälzungen vor allem im Rahmen der digitalen Transformation zusätzliche Anreize zu setzen. Arbeitgeber können Kosten für die Fortbildung ihrer Beschäftigten bisher voll als Betriebsausgaben absetzen – wenigstens für einen mehrjährigen Übergangszeitraum sollte ein überproportionaler Abzug, z.B. 120 Prozent, ermöglicht werden. Die Beschäftigten ihrerseits können Weiterbildungen als Werbungskosten absetzen, müssen aber ebenfalls zusätzliche Anreize bekommen, zumal sich bis zum Erreichen der Werbungskostenpauschale ein besonderes Engagement steuerlich bisher nicht rechnet.

02.1.2.6

Berufliche Bildung kontinuierlich weiterentwickeln

Die berufliche Bildung leistet einen elementaren Beitrag, wenn es darum geht, die Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Wirtschaft zu erhalten. Grundlage dafür ist ihre kontinuierliche Weiterentwicklung, um gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Strukturentwicklungen gerecht zu werden und die Sicherung und Optimierung von Qualitätsprozessen voranzutreiben. In vielen Branchen gibt es Neuordnungsverfahren bzw. sind diese bereits abgeschlossen – etwa derzeit bei den IT-Berufen voraussichtlich zum 01. August 2020 oder schon zum 01. August 2018 im M+E-Bereich. Die zum 01. August 2018 in Kraft getretenen elf modernisierten M+E-Ausbildungsberufe sowie sieben optionale Zusatzqualifikationen sind ein Beispiel für die gelungene Weiterentwicklung der Ausbildungsberufe im Hinblick auf die Herausforderungen der digitalen Transformation, deren Nutzung es fortlaufend zu begleiten gilt.

Damit noch mehr Flexibilität in der Ausbildung möglich wird, kann im Rahmen anstehender Überarbeitungen von Berufen eine Gliederung der Ausbildung in Ausbildungsbausteine eine Option darstellen, wenn die Sozialpartner dies wollen. Zur Stärkung der Attraktivität der beruflichen Bildung braucht es eine Verzahnung von akademischer und beruflicher Berufsausbildung. Moderne und zukunftsorientierte Berufsprofile können sich beispielsweise durch die Möglichkeit des Erwerbs von Zusatzqualifikationen oder anrechenbarer Module für ein späteres Studium auszeichnen.

Auch der duale Partner Berufsschule muss sich für die rasant wachsende, global vernetzte Informations- und Arbeitswelt rüsten. Deshalb müssen die Berufsschulen den Aus- und Weiterbildungsstand ihrer Lehrkräfte, ihre innere Führungsstruktur und ihren Qualitätsstandard ständig überprüfen und weiterentwickeln. Es müssen neue Lehr- und Lernmethoden von allen Lehrkräften geübt und in der Unterrichtspraxis eingesetzt werden. Berufsschullehrer und Berufsausbilder stehen häufig vor ähnlichen Problemen. Um den Austausch und die Zusammenarbeit zu intensivieren, sollten sie vermehrt gemeinsam den Weiterbildungsbedarf festlegen, planen und durchführen.

02.1.2.7

Berufsbegleitende Qualifizierung

Das Angebot an berufsbegleitenden Qualifizierungsoptionen, wie z.B. Modulstudien, Zertifikatsstudiengänge, digitalen Nano Degrees (und berufsbegleitende Bachelor-Studiengänge), ist weiter zu stärken und gezielt auszubauen, insbesondere in den MINT-Fächern. Nano Degrees sind Online-Angebote von Weiterbildungsplattformen wie Udacity, die berufsbegleitend oder neben dem Hauptstudium belegt werden können und aktuelles Wissen beispielsweise in bestimmten Programmiersprachen oder in speziellen Anwendungsfeldern (z.B. Data Visualization, Cloud Developer) vermitteln und mit einem Zertifikat abschließen. Vorteile dieser Angebote sind die im Vergleich zu Lehrplänen deutlich höhere Reaktionsgeschwindigkeit beim Aufgreifen neuer Inhalte und die Praxisorientierung bei in Kooperation mit der Industrie erstellten Modulen.

02.1.3

Fachkräftesicherung

Die aktuelle vbw Studie Arbeitslandschaft 2025 prognostiziert, dass bis zum Jahr 2025 in Deutschland 2,9 Millionen Fachkräfte am Arbeitsmarkt fehlen werden. In Bayern wird zu diesem Zeitpunkt ein Mangel in Höhe von 350.000 Fachkräften erwartet, ein erheblicher Teil davon im Bereich Informations- und Kommunikationstechnik, technische Entwicklung / Konstruktion / Produktionssteuerung. Mit der Initiative Fachkräftesicherung FKS+, die die vbw in Kooperation mit der Bayerischen Staatsregierung umsetzt, werden bereits wichtige Schritte unternommen, um diese Lücke zu schließen. Diese Maßnahmen müssen konsequent fortgeführt und passgenau ergänzt werden. Nicht nur in der Breite, auch an der absoluten technologischen Spitze müssen die richtigen Fachkräfte (z.B. Wissenschaftler) gewonnen und langfristig gehalten werden.

02.1.3.1

Standortattraktivität sichern und vermitteln

Die in Abschnitt 02.1.1 skizzierten Rahmenbedingungen spielen auch bei der Fachkräftegewinnung und -bindung eine wichtige Rolle. Das gilt besonders für die „weicheren“ Faktoren wie serviceorientiertes Behördenhandeln (z.B. bei der Anerkennung von Abschlüssen, der Erteilung von Genehmigungen) oder familienfreundliche Angebote. Hier sind besonders die Kommunen gefordert.

02.1.3.2

Qualifizierungskonzepte schneller entwickeln und umsetzen

Die Ergebnisse anwendungsnaher Forschungsprojekte zu Zukunftstechnologien müssen noch schneller in Maßnahmen für lebenslanges Lernen „übersetzt“ werden. Ein Vehikel dafür könnte die bereits bestehende Projektförderung des Bundes sein: Die entsprechenden Ausschreibungen könnten in passenden Fällen beispielsweise ein konkretes Qualifizierungskonzept als Teil des Ergebnisses einfordern, für das fünf bis zehn Prozent der jeweils beantragten Fördersumme vorzusehen sind. Gleichmaßen können auch Geschäftsmodelle oder die Beschreibung möglicher Anwendungsgebiete schon im *Call for Projects* (Aufforderung zur Einreichung von Projektskizzen) vorgegeben werden.

02.1.3.3

Angebote für technisch interessierte Schüler weiter ausbauen

Um Fachkräfte von morgen zu gewinnen, müssen z.B. bereits vorhandene Informatik- und Robotik-Angebote an Schulen konsequent weiter ausgebaut werden. Schulen müssen dazu beitragen, die neue Technologie in die Breite zu tragen und gleichsam zu demokratisieren. Neben Grundkenntnissen in und Interesse an Programmierung ist es wichtig, Zugangshürden möglichst weit zu senken und eine intuitive Erfassung zu erleichtern. Vorbild können etwa die Angebote an allgemeinen und beruflichen Schulen in Niedersachsen sein. Dort sind im Rahmen des Projekts *Mensch-Roboter-Kollaboration – Robonatives* die Einrichtung von zunächst fünf Zentren an berufsbildenden Schulen in unterschiedlichen Berufsfeldern sowie Technologielabore zum Thema kollaborative Roboter an rund 50 weiterführenden allgemeinbildenden Schulen vorgesehen. An der Universität Hannover ist eine erste *roboterfabrik* eingerichtet, die sich an Schüler von allgemein- und berufsbildenden Schulen sowie an Auszubildende und Studenten richtet. Die Lernortkooperation muss noch stärker gefördert werden. Vielversprechend ist z.B. der systemintegrierende Ansatz der *Digitalen Lernfabrik*, bei dem die Wirtschaft Hand in Hand mit den Berufsschulen arbeiten kann.

Spezielle Inhalte (Coding, Robotik) lassen sich gut auch schon in unteren Jahrgängen in spielerischer Form in den Unterricht integrieren – das Angebot an passender Hard- und Software (z.B. *Lego Mindstorms*, *Open Roberta*, *Calliope mini*, *Raspberry Pi* etc.) ist inzwischen groß. Die Initiativen zur Ausstattung von Schulen müssen fortgeführt

werden. Wichtig ist ferner, in allen Phasen der Lehrerausbildung entsprechende Qualifizierungen in ausreichendem Maße durchzuführen, damit die Aktivitäten sinnvoll im Unterricht eingesetzt werden können.

02.1.3.4

Gesellschaftliche Akzeptanz von Technologien und Innovationen fördern

Das positive Image von Technologien und Innovationen in der Gesellschaft ist ein weiteres wichtiges Element, da davon auch abhängt, ob sich die Menschen für ein Innovationsthema interessieren, sich ihm aktiv zuwenden und dafür gezielt Qualifikationen erwerben oder naturwissenschaftlich-technische Berufe ergreifen; vergleiche dazu Abschnitt 02.3.1.5 und Kapitel 02.4.

02.1.3.5

Regionales Kompetenzmonitoring umsetzen

Ergänzend zum Kompetenzmonitoring auf betrieblicher Ebene (vgl. Kapitel 01.3) muss es auch auf regionaler Ebene ein Kompetenzmonitoring geben. Hierzu muss die Bundesagentur für Arbeit (BA) ein Kompetenzmonitoring mit einer etwas breiteren Perspektive durchführen. Dessen Ziel muss es sein, zu klären,

- welche Schlüsselkompetenzen für die Arbeit der Zukunft und die Wettbewerbsfähigkeit bayerischer und deutscher Unternehmen wichtig sind und
- über welche Kompetenzen der Innovationsstandort Bayern verfügen muss, um relevanten (technologiegetriebenen) Zukunftsthemen zum Durchbruch zu verhelfen.

Es müssen zudem Möglichkeiten geboten werden, das individuelle Kompetenzprofil zu erfassen und mit am Arbeitsmarkt benötigten Jobprofilen und Kompetenzprofilen abzugleichen. Viele Unternehmen führen bereits eine Bedarfsermittlung durch. Eine Herausforderung für die Unternehmen ist es jedoch, eine aussagekräftige Prognose über die zukünftigen Kompetenzanforderungen zu stellen und darauf basierend passende Qualifizierungsangebote auszuwählen. Deshalb sind regionale Aufklärungsmaßnahmen darüber notwendig, welche Kompetenzfelder und Jobprofile im technologischen Wandel und insbesondere im Kontext der digitalen Transformation benötigt werden.

02.1.3.6.

Frauenanteil signifikant erhöhen

Das unerschlossene Potenzial von Frauen in der Technologieentwicklung muss mit geeigneten Maßnahmen gehoben werden. Modellhaft kann hier ein Projekt in der Robotik und KI sein: Die MSRM will im Rahmen einer „50–50 Initiative“ ein gleichgestelltes, gleichberechtigtes Arbeitsumfeld für Frauen und Männer konzipieren und umsetzen, in dem durchgehend 50 Prozent Frauen und 50 Prozent Männer teilnehmen, bzw. im

Organisationsteam sind. Frauen bzw. Mädchen sollen für die Robotik und Künstliche Intelligenz begeistert und etwaige Berührungängste abgebaut werden; hierfür soll auch die Koedukation in dem Thema auf den Prüfstand gestellt werden. Gleichzeitig soll durch die Erfahrung eines geschlechtergerechten Arbeitsumfelds die gesteigerte Effektivität und auch Kreativität dieser Umgebung sowohl den weiblichen als auch den männlichen Teilnehmenden erkenntlich gemacht werden. Sämtliche Maßnahmen folgen einem „Purpose Driven“-Ansatz und sollen sowohl Wert für die Wissenschaft als auch besonders für die Gesellschaft haben, wobei die drei großen Leitthemen der MSRM – Zukunft der Gesundheit, Arbeit und Mobilität – im Vordergrund stehen.

Wenn das gelingt, kann die MSRM als Kristallisationspunkt für eine bayernweite Strategie dienen. Die hierfür entwickelten Maßnahmen können im Nachgang auf andere Universitäten übertragen werden. Die MSRM entwickelt dazu Strategien und unterstützt bei der Umsetzung. Zuerst werden die folgenden skalierbaren Maßnahmen an der MSRM konzipiert, getestet und umgesetzt: 1. Leadership Level: „Nachwuchsforschungsgruppen Robotics and AI“, 2. PhD Level: „AI-Role Model Lecture Series“, 3. Student Level: „50–50 Award Next Gen AI“, 4. School Level: „Roboterfabrik Camps“.

02.1.4

Internationale Wettbewerbsfähigkeit

Die Unternehmen am Standort müssen einen hohen Kostendruck bewältigen. Sie sind mit der Herausforderung konfrontiert, kurzfristig zu investieren und Prozesse zu optimieren, während sie gleichzeitig für die mittel- bis längerfristige Anpassung von Produkten und Geschäftsmodellen an den technologischen Wandel einen erheblichen Investitionsaufwand stemmen müssen. Zu den zentralen Aufgaben des Staates gehört daher, wirtschaftsfreundliche Rahmenbedingungen zu schaffen, damit die Unternehmen diese Herausforderungen bewältigen können.

02.1.4.1

Wirtschaftsfreundliche Steuerpolitik

Kernelement ist eine wirtschaftsfreundliche Steuerpolitik. Es gilt, in Deutschland die Unternehmenssteuern auf ein wettbewerbsfähiges Niveau zu senken und die Belastungen auch für Private abzubauen. International wettbewerbsfähig wäre ein Belastungsniveau von rund 25 Prozent – aktuell liegen wir in Deutschland bei einer effektiven Belastung der Unternehmen von knapp 32 Prozent, die je nach Gewerbesteuerhebesatz noch höher ausfallen kann.

Es ist richtig, dass die Projektförderung nun endlich auch in Deutschland durch eine steuerliche Forschungsförderung ergänzt wird. Sie muss so umgesetzt und finanziell ausgestattet werden, dass sie eine maximale Hebelwirkung entfaltet und so den Forschungsstandort in der Breite voranbringt. Dazu gehört, dass Forschungsk Kooperationen zwischen kleinen und mittleren Unternehmen und Spitzenforschungsinstituten von der steuerlichen Förderung profitieren können. Auch für Großunternehmen muss das Angebot im internationalen Vergleich attraktiv sein.

02.1.4.2

Kosten mittelfristig senken

Die Arbeitskosten dürfen nicht weiter steigen. Insbesondere muss die Lohnzusatzkostenquote stabilisiert und mittelfristig gesenkt werden, vor allem über die Beiträge zur Sozialversicherung.

Die Kosten für die industriellen Stromverbraucher und die Versorgungssicherheit sind Schlüsselfaktoren für die Konkurrenzfähigkeit am Standort. Die Stromkosten in Deutschland sind im internationalen Vergleich schon heute deutlich zu hoch und dürfen keinesfalls weiter steigen. Inzwischen spüren gerade Industrieunternehmen in der ganzen Breite die Belastungen sehr deutlich. Durch den geplanten vorzeitigen Ausstieg aus der Kohleverstromung entstehende zusätzliche Kosten dürfen nicht auf die Industrie abgewälzt werden. Ein konsequenter Einsatz für den Ausbau der Stromtrassen ist notwendig, da anderenfalls nicht nur eine weitere Verteuerung aufgrund zusätzlicher Eingriffe der Netzbetreiber (Redispatch) droht, die über die Netzentgelte umgelegt wird, sondern auch eine Aufteilung in Strompreiszonen mit massiven Kostennachteilen für den Standort Bayern.

02.1.4.3

Keine neuen einseitigen Belastungen durch die EU

Auch auf der europäischen Ebene gilt es, entschlossen gegen neue Belastungen für Unternehmen wie die diskutierte Digitalsteuer oder Finanztransaktionssteuer einzutreten. Sie schwächen in erster Linie die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft im Binnenmarkt, internationale Wettbewerber profitieren. Die europäischen Ambitionen zum Beispiel beim Klima- und Umweltschutz müssen immer im globalen Kontext gesehen werden. Die größten Industrieländer stehen für rund 80 Prozent des Treibhausgasausstoßes und haben fraglos eine besondere Verantwortung. Die EU ist für rund zehn Prozent der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich und damit allein außerstande, die globale Erwärmung aufzuhalten. Während im Verhältnis zu Entwicklungsländern eine Vorbildfunktion und Vorreiterrolle sinnvoll ist (vgl. Kapitel 04.1), müssen im Vergleich zu anderen Industrienationen Alleingänge vermieden werden, um eine bloße Verlagerung von Emissionen (Carbon Leakage) und damit auch das Ausbleiben der notwendigen Klimaschutzeffekte zu vermeiden. Ziel muss es bleiben, ein gleichmäßig hohes Niveau umzusetzen.

02.1.5

Industriepolitik

Eine Industriestrategie und eine darauf aufbauende Industriepolitik ist eine wichtige Grundlage für den Technologie- und Innovationsstandort. Die Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* zeigt, dass sich Anwendungen aus praktisch jedem der zehn bayerischen Zukunftsfelder in einer oder mehreren Schlüsselbranchen Bayerns und Deutschlands niederschlagen. Allein in Gütern aus dem Bereich Maschinenbau kommen Technologien aus neun der zehn Zukunftsfelder zur Anwendung. Eine deutsche und bayerische Industriestrategie muss von den Grundlagen unseres wirtschaftlichen Erfolgs ausgehen (Stärken stärken) und definieren, auf welche zusätzlichen neuen Feldern Spitzenstellungen angestrebt werden (Diversifikation). Kernelemente müssen demnach unter anderem Fahrzeug- und Maschinenbau, aber auch Robotik einschließlich künstlicher (maschinel-ler) Intelligenz sein.

Ziel der Industriepolitik muss es sein, Orientierung für die Wirtschaft zu gewährleisten – insbesondere für KMU –, indem die großen Leitplanken für die nächsten Jahre abgesteckt werden, auch für das Agieren im europäischen und globalen Kontext. Zu den Inhalten gehört eine klare, kriterienbasierte Definition, welches die Schlüsselindustrien für den Standort sind und auf welchen Feldern in welchem Maß nationale Souveränität (Kompetenzen, Rohstoffe etc.) angestrebt wird, um die Zukunftsfähigkeit abzusichern. Eine Strategie darf allerdings nicht mit staatlicher Interventionspolitik verwechselt werden. Staatliche Beteiligungen oder ähnliche Eingriffe zur Verhinderung eines sog. „Ausverkaufs“ von Schlüsseltechnologien etwa dürfen nur die letzte Ausnahme sein und müssen an transparente, harte Kriterien gebunden werden. Industrie- und Technologiestrategie müssen schließlich engstens verzahnt sein, anders als es etwa bislang bei der *Nationalen Industriestrategie 2030* und der *HighTech-Strategie 2025* der Fall ist. Desgleichen ist auch eine Verzahnung mit der europäischen Forschungs- und Innovationspolitik einschließlich des kommenden Forschungsrahmenprogramms *Horizon Europe* und seinen Missionen zu gewährleisten.

Grundlage jeder Industriestrategie sowohl auf nationaler wie auf bayerischer Ebene muss eine fundierte Analyse von Schlüsselbranchen beziehungsweise -industrien und der sie prägenden technologischen Trends sowie der strategischen Entwicklungen auf der internationalen Ebene sein, wie sie etwa die Studien *Bayerns Zukunftstechnologien* (2015) und *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* liefern.

Empfehlungen an den Staat

Technologienpolitik

Leitgedanke der Technologienpolitik muss die Technologieoffenheit sein. Der Staat definiert das Ziel und stellt Rahmen und Mittel zur Verfügung, lässt den Weg aber offen. Damit fördert er die Kreativität von Forschern und Entwicklern. Als Gegenbeispiel können verschiedene Maßnahmen im Zusammenhang mit der Energiewende dienen.

02.2.1

Schwerpunkte definieren

Technologieoffenheit bedeutet nicht, dass keine Schwerpunkte bei einzelnen Schlüsselanwendungen und -technologien definiert werden sollten und sogar müssten. Deutschland und Bayern müssen gleichzeitig bisherige Stärken bewahren und ausbauen – etwa die hohe Innovationsfähigkeit der Automobilindustrie, die für deutlich mehr als ein Drittel der nationalen F+E-Aufwendungen der Wirtschaft steht – und in anderen Bereichen gezielt neue Kompetenzen aufbauen.

B

02.2

02.2.1.1

Spitzenleistungen im Bereich Digitalisierung

Die Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* zeigt, dass die Schlüsselanwendungen überwiegend einen Bezug zur Digitalisierung haben, quer durch alle Zukunftstechnologien. Bei der digitalen Transformation dürfen wir uns also keine Schwäche leisten, da das auf praktisch alle zentralen Technologie- und Anwendungsbereiche gleichzeitig durchschlagen könnte. Freistaat und Bund müssen daher technologische Spitzenleistungen auf allen wichtigen Feldern der Digitalisierung anstreben, mithalten allein genügt nicht.

Wichtige Beispiele sind:

- Cyber-Sicherheit, einschließlich digitaler Identitäten (z. B. unter Verwendung von Blockchain-Verfahren)
- Künstliche Intelligenz mit klarem Anwendungsbezug (Input aus der realen Welt),
- Methoden für die Zertifizierung bzw. Standardisierung sicherheitskritischer Anwendungen lernender Systeme
- Quantencomputing

Mit der hervorragenden Forschungslandschaft, dem Leibniz-Rechenzentrum und starken Anwenderbranchen haben wir großes Potenzial am Standort, das ausgeschöpft werden muss. Auf allen genannten Feldern gibt es mindestens Absichtserklärungen seitens der Staats- und Bundesregierung, teilweise erste Umsetzungsschritte. Die entsprechenden Vorhaben müssen zügig und umfassend umgesetzt werden. Aktuell lassen es die öffentlichen Haushalte noch zu.

02.2.1.2

Potenziale bayerischer Zukunftstechnologien ausschöpfen

Einzelne Anwendungen in den bayerischen Zukunftsfeldern haben großes Potenzial, das noch nicht oder zu wenig ausgeschöpft wird. Genau darauf muss sich der Fokus staatlicher Forschungs- und Innovationspolitik in Bayern ausrichten.

Handlungsbedarf bei Schlüsselanwendungen bayerischer Zukunftsfelder

Mensch-Maschine-Interaktion als Schlüsselkompetenz begreifen und fördern, z.B. taktile Sensoren, Gesten- und Sprachsteuerung, für den menschlichen Anwender nachvollziehbare Gestaltung lernender Systeme.

Menschenzentrierte maschinelle Intelligenz und Robotik vorantreiben, mit Anwendungsorientierung und damit Interaktion mit der physischen Welt im Fokus. Erforderlich ist ein eigenständiges, international sichtbares Zentrum, das die bestehenden Kompetenzen der Hochschulen (insbesondere der Munich School of Robotics and Machine Intelligence) bündelt, eine Infrastruktur für gemeinsam genutzte Sonderforschungszonen (Testfelder) bereitstellt und eng mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen (z.B. neues Fraunhofer Institut für Kognitive Systeme und Fraunhofer Cluster of Excellence for Cognitive Internet Technologies) und Unternehmen zusammenarbeitet. Die entsprechenden Vorhaben in Bayern müssen zügig umgesetzt und mit den notwendigen Haushaltsmitteln ausgestattet werden.

Aufbau eines **Safe and Trustworthy AI & Robotics Research Center** an der *Munich School of Robotics and Machine Intelligence* (MSRM) der TUM in Zusammenarbeit mit *fortiss* und der bayerischen Industrie, das Sicherheits-, Resilienz- und Zertifizierungsalgorithmen für die Steuerung und Simulation von KI-basierten Systemen entwickelt und insbesondere in Industrie- und Gesundheitsanwendungen zum Einsatz bringt.

Im gesamten Bereich **IKT / Digitalisierung** muss die Ausbildung weiter gezielt gestärkt werden, unter anderem auf den Feldern Software und Systems Engineering.

Für **Systems Engineering** fehlt am Standort Bayern nach wie vor ein Institut oder Zentrum, wie bereits in den Handlungsempfehlungen von 2015 angeregt.

Sicherheitsfragen müssen als prioritäres Handlungsfeld behandelt werden, insbesondere die Gewährleistung von Cyber- und IT-Sicherheit sowie der Schutz kritischer Infrastrukturen (Verkehr, Energieversorgung etc.). Ein wichtiger Baustein wäre ein nationales Innovations- und Technologiezentrum *Öffentliche Sicherheit*, das eine dauerhafte und uneingeschränkte Urteils- und Beratungsfähigkeit der Behörden zu Technologien für die öffentliche Sicherheit auf dem neuesten Stand der Forschung und Technik gewährleistet.

Biotechnologie: CRISPR/Cas9 jedenfalls im Forschungsbereich vorantreiben; Denkverbote und Anwendungsverbote bei der gentechnischen Veränderung von Pflanzen (grüne Gentechnik) aufheben.

Luft- und Raumfahrt: angekündigtes Programm umsetzen und die dafür erforderlichen Mittel bereitstellen, Fokus auf Satellitentechnik und deren praktische Anwendung zum Beispiel in der Landwirtschaft, für die Navigation oder stabile flächendeckende Netze entlang der Lieferkette richten.

Quantentechnologien als neuen Querschnittsbereich etablieren.

Ernährungs- und Lebensmitteltechnologien: sehr gute Ausgangslage (46 Prozent der bayerischen Patente sind Weltklassepatente) nutzen, um neue Lösungen auch für die globale Ernährung dynamischer voranzutreiben. Dabei auch den Agrarbereich und die dortigen technologischen Potenziale immer mitbedenken – Beispiele sind der Einsatz von Digitalisierungstechnologien, Vertical Farming (Forschung ausbauen) und neue Nutzpflanzen. Auch vor diesem Hintergrund darf die grüne Gentechnologie nicht von vornherein ausgeklammert werden.

Intelligente Verkehrsleitsysteme und Vernetzung der Verkehrsträger nach dem Bedarf des Kunden müssen insbesondere auch angesichts der wirtschaftlichen Bedeutung der Branchen auf ein neues Level gehoben werden. Zu fördern sind innovative Lösungen für Nah- und Fernverkehrsmittel, Personen und Fracht, z.B. Lösungen für die „letzte Meile“ beim Zuliefererdienst und Automatisierungslösungen. Ziel muss es sein, nicht nur auf Engpässe zu reagieren, sondern mit innovativen zusätzlichen Leistungen neue Nachfrage etwa im ÖPNV zu wecken.

Nanotechnologie: geringere Vernetzung mit anderen Technologien gezielt korrigieren, Bedeutung stärken, Prozessentwicklung für den Transfer vom Labor in die industrielle Praxis ausbauen.

3D-Simulation und 3D-Visualisierung: vorhandene Kompetenzen in Bayern in einem international sichtbaren, branchenübergreifenden Forschungs- und Anwerdezentrum bündeln und in die Breite tragen. Die entsprechenden Beschlüsse müssen zügig unter Beachtung der Anliegen der Anwenderbranchen umgesetzt werden.

Additive Fertigung: neue Materialien erforschen, neue Anwendungsbereiche finden, Möglichkeiten in die Breite tragen – dazu Fortsetzung und Intensivierung der eingeleiteten Aktivitäten bei Bayern Innovativ.

Als Beispiel für ein **missionsorientiertes Vorgehen** (hier: Umgang mit dem demografischen Wandel) sollte die Initiative Geriatrie-Modellkommune Garmisch-Partenkirchen mit dem entsprechenden Zentrum von TUM / MSRM zu einer Leuchtturmregion mitsamt institutioneller Verankerung des Geriatrie-Zentrums und Ausbau zum Referenzzentrum „Künstliche Intelligenz für das selbstbestimmte Leben im Alter“ ausgebaut werden.

Energieeffizienz auch bei neuen Technologien und Anwendungen erhöhen, Forschung und Entwicklung dazu fördern (u.a. Stichwort Green IT). Mit einer Leuchtturm-Initiative *Green AI* sollte die Entwicklung von wirtschaftlichen und energiebewussten KI-Algorithmen mitsamt entsprechender skalierbarer KI-Infrastruktur vorangetrieben werden.

Wichtig ist die Einrichtung (weiterer) Experimentierräume, Reallabore und Testfelder – vor allem für die Schlüsselanwendungen, mit denen Menschen direkt in Kontakt kommen, beispielsweise im Mobilitätsbereich.

Eine Patentanalyse, wie sie der Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch* zugrunde liegt, muss ferner Anlass sein, sich nicht nur die besonders dynamischen Bereiche anzusehen, sondern auch die heute noch schwach ausgeprägten Verknüpfungen. Ein Beispiel dafür ist die Nanotechnologie. An diesen Schnittstellen kann noch ungehobenes Potenzial liegen. Gerade für die Beurteilung „riskanter“ Forschungsprojekte ist das relevant.

02.2.2

Forschungsförderung

Die Forschungsförderung muss Impulse setzen, damit Antworten auf wichtige Herausforderungen gefunden werden, dabei aber auch der Kreativität der Forscher und Entwickler den notwendigen Raum lassen. Die Programm- und Projektförderung muss neben der steuerlichen Forschungsförderung mindestens in gleichem Umfang erhalten bleiben.

Richtig ist, dass der Freistaat seine Forschungsförderung – den Empfehlungen des Zukunftsrats entsprechend – nunmehr u.a. dahingehend anpasst, dass Kooperationen auch mit großen Unternehmen gestärkt werden. Wer große Unternehmen bei der Förderung außen vor lässt, vergibt Chancen für den Standort. Zudem ist der Spillover-Effekt bei größeren Unternehmen nachweislich größer, also der positive gesamtwirtschaftliche Effekt der Wissensdiffusion.

Grundlagenforschung findet derzeit in Drei-Jahres-Zyklen statt und bewegt sich in einem zu engen Rahmen. Sie muss auch völlig zielfrei möglich sein. Der Gedanke „high Risk, high reward“ spielt bisher keine Rolle in der deutschen Forschungsgemeinschaft. Vorbild können hier zum Beispiel die Programme der US-amerikanischen NSF (National Science Foundation) oder NIH (National Institutes of Health) sein. Risiko (beispielsweise im Sinne komplett neuartiger Ansätze) muss auch in Deutschland positiv berücksichtigt werden können (vgl. Abschnitt 03.1.3).

Auch für die projektspezifische Forschungsförderung gilt, dass diese beständig weiterentwickelt und neue Formate erprobt und ausgerollt werden müssen. Insbesondere leidet die anwendungsnahe Forschungsförderung derzeit darunter, dass die Wahrscheinlichkeit, das im Projektantrag formulierte Projektziel zu erreichen, ein wesentliches Kriterium bei der Projektauswahl ist. Daraus resultiert ein zu großer Fokus auf inkrementelle Innovationen. Zwar gibt es in Deutschland zusätzlich zur Projektförderung auch eine Grundfinanzierung von Universitäten und Forschungseinrichtungen, allerdings sind diese einerseits für die Durchführung von risikoreichen Projekten auf dem Gebiet der angewandten Forschung zu knapp bemessen und andererseits den Unternehmen der Privatwirtschaft nicht zugänglich. Es fehlen in Deutschland dezidierte Förderinstrumente mit Fokus auf Forschungsvorhaben, die einerseits einen großen technologischen Durchbruch mit unmittelbarer Anwendbarkeit bringen, andererseits aber auch mit einer signifikanten Wahrscheinlichkeit scheitern könnten. Solche Instrumente müssen zudem eine ausreichend große Autonomie im Hinblick auf Handlungs- und Entscheidungsspielräume für die Zielerreichung bieten. Vorbild hierfür ist z.B. die US-amerikanische DARPA, an der sich auch die für Deutschland geplante „Agentur für Sprunginnovationen“ (vgl. Abschnitt 02.3.1.3) und „Cyberagentur“ orientieren.

02.2.3

Regionale Verteilung

Es muss Bayern gelingen, mehr Bundesmittel und EU-Mittel an den Standort zu holen. Umgekehrt müssen Bund und EU die relative Stärke des Freistaats – auch bedingt durch die hohe Dichte an wichtigen Anwenderbranchen – als Argument für und nicht gegen eine Unterstützung und Ansiedelung neuer Kompetenzzentren betrachten: Technologieförderung darf nicht mit Regionalförderung verwechselt werden. Wo es darum geht, internationale Leuchtkraft zu erzielen und wirksame Impulse zu setzen, muss auf vorhandenen Stärken aufgebaut werden.

Das gilt grundsätzlich auch für die Förderung innerhalb des Freistaats: Es muss die richtige Balance gefunden werden zwischen einer landesweit guten Forschungsinfrastruktur, die gerade mit Blick auf den Technologietransfer in den Mittelstand wertvoll ist, und einigen herausragenden Zentren (wie z.B. die sog. Leistungszentren).

02.2.4

Technologietransfer

02.2.4.1

Vermittlung technologischer Trends über konkrete Einsatzgebiete

Um neue Anwendungen und technologische Trends in die Breite zu tragen, müssen sie auf die konkreten Einsatzgebiete heruntergebrochen werden. Besser als mit den abstrakten Potenzialen Künstlicher Intelligenz erreicht man insbesondere den Mittelstand mit konkreten Einsatzgebieten wie beispielsweise dem Erkennen natürlicher Sprache. Blockchain klingt nach einem Hype, während „Lösungen für die sichere Nachverfolgung von Waren“ praktische Anwendbarkeit verspricht. Veranstaltungen öffentlicher Institutionen sollten sich bei Programmgestaltung und Vermarktung noch stärker daran ausrichten.

02.2.4.2

Konsequenter Einsatz von Best-Practice-Beispielen

Gerade für den Mittelstand ist eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für den Einsatz technologischer Neuerungen, dass andere aus der Branche damit bereits (positive) Erfahrungen machen, wie auch die aktuelle Erhebung für die vbw zeigt (vgl. Teil A, Kapitel 04.1). Dann ist der Staat aber umso mehr gefordert, auf eine möglichst breite Verwendung von Best-Practice-Beispielen zu setzen. Erste Ansätze dazu gibt es bereits, etwa speziell für Gründer oder für Nutzer des Digitalbonus Bayern. Allerdings fehlt eine leicht zugängliche systematische Erfassung. Derzeit muss das Un-

ternehmen aktiv danach suchen und möglichst auch bereits eine konkrete Vorstellung davon entwickelt haben, für welche Anwendung es sich interessiert. Die Lösung könnte in einer bayernweiten Datenbasis liegen, die in einem ersten Schritt Angaben zu allen mit öffentlichen Mitteln geförderten Vorhaben in leicht verständlicher Weise enthält und eine Filterung nach Unternehmensgröße, Branche, B2B- vs. B2C-Geschäft, Technologiebereichen etc. ermöglicht. Staatliche Ansprechpartner müssen parallel dazu als gut sichtbare Anlaufstellen zur Verfügung stehen.

Wo immer möglich, muss der Staat den Nutzen neuer Technologien im eigenen Bereich demonstrieren. Beispiele sind der Energiebereich (energetische Sanierung sämtlicher eigener Gebäude etc.) und der Verkehrsbereich (z. B. neueste technologische Standards in eigenen Flotten), aber auch digitale Technologien.

02.2.4.3

Forschungslandkarte

Ausgangspunkt für neue Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen ist eine transparente und tagesaktuelle Übersicht zu Standorten, Kompetenzen und Themen (vgl. Abschnitt 03.2.3). Während die Inhalte dezentral erstellt werden sollten, muss die Einrichtung und die Einbindung aller relevanten Akteure von staatlicher Seite betrieben werden.

Empfehlungen an den Staat

Innovationspolitik

Der Staat muss ein konkretes Bild davon haben, wie das eigene Innovationssystem funktioniert, und insbesondere wissen,

- wie die Diffusionsgeschwindigkeit im Vergleich zu wichtigen Wettbewerbern ist und was sie beeinflusst,
- in welchen Phasen auf nationaler Ebene die Wertschöpfung hoch ist und wo im internationalen Vergleich Potenziale brachliegen,
- welche staatlichen Hebel in welchen Sektoren wie effektiv sind (werthaltige Innovationen auslösen / anreizen),
- wie der aktuelle Stand der Implementierung bei Schlüsseltechnologien in den heimischen Unternehmen ist, um auf dieser Basis eine strategische Zielvorstellung zu entwickeln und konsequent umzusetzen.

02.3.1

Rolle des Staats im Innovationssystem

Der Staat tritt im Innovationssystem als Finanzierer, Regulierer und als Betreiber von Infrastruktur auf. Sein Einfluss auf der Nachfrage- wie der Angebotsseite ist groß. Umso wichtiger ist es, dass er ihn bewusst und zielgerichtet im Sinne des Standorts ausübt (vgl. Abb. B 02–1).

Die nationale Innovationspolitik fokussiert bisher stark auf die Angebotsseite, während die Nachfrageseite (z. B. staatliches Beschaffungswesen, aber auch Auswirkungen politischer Grundsatzentscheidungen beispielsweise in der Energiepolitik) kaum beachtet, jedenfalls aber nicht strategisch gestaltet wird.

B 02-1

Zentrale Aktionsfelder des Staates**Angebot**Förderung, Finanzierung,
Risikoabnahme

Grundlagenforschung

Staatliche F+E-Programme

Steuerliche Förderung F+E

Kredite

Bürgschaften

...

Nachfrage / Bedarf

Beschaffungspolitik

Beeinflussung der Marktentwicklung

Rahmenbedingungen

Marktregulierung

Technisches Recht (z. B. Produktsicherheit, -haftung)

Unterstützung bei Normung und Standardisierung

Schutz geistigen Eigentums

Steuerrecht

Wachstumsbedingungen für Start-ups

Einflussnahme auf Kooperationen, Netzwerke, Cluster

Unterstützung bei Internationalisierung

Quelle: eigene Darstellung

B 02-2

Phasen der Innovationspolitik

1960er-Jahre

1980er-Jahre

1990er-Jahre

Mitte 2000er



Spezialisierung

Breitenwirkung

Quelle: eigene Darstellung, inhaltlich in Anlehnung an Prof. Alexander Gerybadze

Die deutsche Innovationspolitik kann grob in vier Phasen unterteilt werden (Abb. B 02-2):

Phase 1:
Ausbau der Grundlagenforschung mit überwiegend missionsorientierten Programmen

Phase 2:
direkte Förderung der industriellen F+E, Ausrichtung auf Schlüsseltechnologien

Phase 3:
diffusionsorientierte Programme, Stärkung der Verbundforschung und Netzwerke; breitere Verteilung der Verantwortungen auf die Ressorts und Ausbau der Aktivitäten von Bundesländern und EU; Beeinflussung von Rahmenbedingungen

Phase 4:
Bündelung von Programmen, Fördermaßnahmen und Initiativen, an globalen Herausforderungen und Metazielen (z. B. Akzeptanz) orientierte Missionen; Dialogmechanismen und Beratungsgremien

Das Innovationssystem als solches wandelt sich ebenfalls:

- Innovationen werden ganzheitlicher.
Das, was seit einigen Jahren in der Industrie unter dem Schlagwort „hybride Wertschöpfung“ stattfindet, nämlich eine Verlängerung des klassischen Herstellungsprozesses durch kundenzentrierte Dienstleistungen, der Wandel vom Produkt- zum Lösungsanbieter, wird zunehmend zum Standard.
- Der Innovationsprozess wird in den kommenden Jahren stärker digitalisiert.
Inkrementelle Veränderungen werden durch leistungsfähige KI-Algorithmen vorangetrieben, die auch politische und gesellschaftliche Anforderungen bzw. Rahmenbedingungen berücksichtigen, während sich der Mensch auf die grundlegenden, disruptiven Neuerungen und Erfindungen konzentriert. Auch dabei wird er durch deutlich bessere Vorhersagen beziehungsweise Simulationen in frühen Entwicklungsstadien unterstützt. Der Umgang mit Daten (Souveränität, Sicherheit, Nutzung) ist Schlüsselfaktor für den Erfolg.
- Die Wissensdiffusion nimmt stark zu.
Die Herausforderung verlagert sich mit dem Aufstieg von Open Science (Ansätze, mit denen wissenschaftliche Veröffentlichungen auf Plattformen für den Leser kostenfrei zugänglich gemacht und zusätzlich experimentelle Daten veröffentlicht werden) dahin, die relevanten Forschungsergebnisse in der größeren verfügbaren Menge an Wissen aufzuspüren. Open Innovation (Öffnung des Innovationsprozesses von Organisationen nach außen) wird auch in der Industrie immer häufiger eingesetzt, um in den notwendigen kurzen Reaktionszeiten Lösungen für ein zunehmend komplexes und interdisziplinäres Umfeld zu entwickeln.
- Damit einher geht eine Öffnung des Innovationssystems über die Grenzen von Einzeldisziplinen und Staatsgrenzen hinaus: Innovation und Wertschöpfung werden immer globaler.

Um in diesem Umfeld erfolgreich zu bestehen, muss der Staat also die richtigen Rahmenbedingungen schaffen. Keine Derr auf Abbildung B 02–2 skizzierten grundsätzlichen Ausrichtungen ist dafür per se die richtige oder die falsche für den Standort. Es gilt, für die Zukunft das Beste aus allen Phasen zu kombinieren und um eine größere Portion Mut zum Risiko zu ergänzen. Wir brauchen insbesondere mehr Raum für Experimente und parallel dazu eine höhere Bereitschaft, ausreichend große Autonomie in Bezug auf Handlungs- und Entscheidungsspielräume zu bieten und in „riskante“ Vorhaben zu investieren. Zusätzlich muss der Staat auf der Nachfrageseite klarer Stellung beziehen und mehr Orientierung geben.

02.3.1.1

Missionszentrierung vorantreiben

Missionszentrierung hat den Vorteil, dass damit zum einen Offenheit bezüglich der Zielerreichung verbunden ist und zum anderen der Gesellschaft der (potenzielle) Nutzen von Innovationen und dem damit verbundenen Engagement des Staates vermittelt wird. Auch wenn sich die Missionen auf die großen Herausforderungen unserer Zeit beziehen (z. B. demografischer Wandel, Klimawandel, Bekämpfung von Fluchtursachen), ist es wichtig, die Ziele positiv zu formulieren. Das trägt dazu bei, nicht nur die Risiken zu debattieren, sondern vor allem auch den Beitrag zur angestrebten Mission.

Die Missionen für Bayern können direkt aus den Zukunftsfeldern abgeleitet werden. Ein Beispiel sind die Gesundheits- und Medizintechnologien. Der Zukunftsrat hat in seinen Empfehlungen von 2018 detailliert beschrieben, wie die Ziele (Gesundheitssystem demografiefest ausgestalten und die bestmögliche Versorgung für jedermann zu Kosten gewährleisten, die nicht über dem heutigen Niveau liegen) mit dem gezielten Einsatz neuer Technologien erreicht werden können. Gleiches gilt beispielsweise für eine jederzeit verfügbare nachhaltige und den individuellen Bedürfnissen entsprechende Mobilität oder den Umbau des Energiesystems ohne Einbußen an Wettbewerbsfähigkeit (Kosten, Versorgungssicherheit).

02.3.1.2

Kooperationen fördern

Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu fördern, führt zu einer großen Hebelwirkung öffentlicher Gelder und wirkt sich positiv auf das Brutto-sozialprodukt aus, der Ansatz muss daher ebenfalls intensiv weiterverfolgt werden. Gleiches gilt für Kooperationen von Unternehmen untereinander. Die Unterstützung von Kooperation und Strukturbildung darf allerdings nicht zulasten der Fördersummen und Laufzeiten für Neuansträge gehen, also der notwendigen konkreten Technologieförderung.

02.3.1.3

Höhere Bereitschaft zu riskanten Investitionen

Aktuell kommen erste Ansätze hinzu, die stärker auf Sprunginnovationen ausgerichtet sind. Sie werden allerdings zu zögerlich und mit deutlich zu geringem Mitteleinsatz umgesetzt. Wenn die neue *Agentur zur Förderung von Sprunginnovationen* eine Rolle spielen soll, die beispielsweise mit derjenigen der DARPA vergleichbar ist, dann muss

- der Mitteleinsatz (aktuell mit rund 100 Millionen Euro pro Jahr kalkuliert) vervielfacht werden, bei gleichzeitig schlanken Strukturen.
- eine Vielzahl „risikoreicher“ Projekte gefördert werden, insbesondere auch solcher, die Beiträge zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen leisten können.
- das Scheitern der Mehrzahl dieser Vorhaben einkalkuliert und nicht als Misserfolg gedeutet werden (realistisches Erwartungsmanagement).
- die Agentur weitgehend unabhängig von Behördenstrukturen agieren dürfen und in der Leitung mit unternehmerisch und technologisch kompetentem Personal ausgestattet sein.
- als Grundvoraussetzung für einen effizienten Mitteleinsatz Klarheit darüber bestehen, was bereits durch bestehende Institutionen (Unternehmen, Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen) und Fördermechanismen abgedeckt wird (thematisch und funktional). Auch in den Ministerien, die über die Mittelbereitstellung für diese und weitere auf eher riskante Investitionen ausgerichtete Maßnahmen entscheiden, muss die technologische Kompetenz erhöht werden (vgl. Abschnitt 03.1.3 und Kapitel 03.4). Bei der Zielerreichung muss ein großer Handlungs- und Entscheidungsspielraum gewährt werden.

02.3.1.4

Normung und Standardisierung

In den Bereichen Normung und Standardisierung ist der Staat vor allem als unterstützende Instanz gefragt. Die Vielzahl von technischen Vorgaben und entsprechenden Gremien macht es gerade Mittelständlern fast unmöglich, ihre Interessen angemessen einzubringen. Andere Staaten unterstützen die Unternehmen in der Normungsarbeit – diesem Beispiel muss Deutschland folgen, damit sich nicht Marktmacht dort bündelt, wo der Mitteleinsatz für Standardisierung am höchsten ist.

Der Appell richtet sich aber auch an die Industrie: Die Unternehmen müssen sich ebenfalls stärker als bisher der Bedeutung von Normen und Standards bewusst werden und in die Beteiligung an der Festlegung der Maßstäbe durch die Entsendung von Mitarbeitern in die Gremien investieren. Dies gilt in besonderem Maße für „systemische“ Normungsfelder, in denen es nicht um die Normung eines einzelnen technischen Gewerkes geht (etwa eines Schraubendurchmessers), sondern um die Gestaltung einer ganzen Systemlandschaft wie z.B. Smart Grid oder Industrie 4.0. Hier sind die Unternehmen gefordert, sich im Vorfeld der Normungsarbeit auf eine gemeinsame Normungs-Roadmap zu verständigen und sodann in gegenseitiger Absprache die verfügbaren Normungsexperten so auf die (inter-)nationalen Normungsorganisationen zu verteilen, dass die Roadmap in Gänze zur Umsetzung kommt. Der Staat kann bei diesen komplexen Vorgängen als Stifter wirken und z. B. eine Plattform für die Verständigung zwischen den Unternehmen anbieten und moderieren. Wichtig hierbei ist, dass der zweite Teil, also die Umsetzung in den Normungsorganisationen und Konsortien, dabei nicht zu kurz kommt – wie es leider in der Vergangenheit häufig zu beobachten war.

Forschung und Entwicklung müssen dagegen im Bereich der Standardisierung und Zertifizierung lernender Systeme in sicherheitskritischen Bereichen gezielt unterstützt werden. Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Anwendung von KI-basierten Robotersystemen ist die Gewährleistung der menschlichen Sicherheit durch intelligente algorithmische Steuerung, maschi-

nelles Lernen und reaktive Planungsalgorithmen, die alle auch unter Worst-Case-Bedingungen sicher und nachvollziehbar funktionieren. Hier gilt es, die Grundlagen zum Beispiel für künftige Zulassungsverfahren zu schaffen, um die drastisch reduzierte Zeitspanne bis zur möglichen Markteinführung verfahrensmäßig abzubilden und auch Produkte nutzen zu können, deren Verhalten sich – planmäßig, aber nicht exakt vorhersehbar – während des Lebenszyklus verändert (vgl. Abschnitt 02.2.1.2 zu Safe and Trustworthy AI & Robotics Research Center). Erst auf Grundlage entsprechender wissenschaftlicher Erkenntnisse zu Möglichkeiten der Gewährleistung von Sicherheit, Zuverlässigkeit, ggf. Transparenz lässt sich festlegen, ob und inwieweit sich die Regulatorik ändern muss. Einstweilen müssen auch hier Experimentierräume bestehen.

02.3.1.5

Positives Bild des Innovationsstandorts transportieren

Übergeordnetes Ziel muss es für den Staat sein, ein positives Gesamtbild von Bayern beziehungsweise Deutschland als Innovationsstandort zu transportieren und die Gesellschaft im Ganzen damit anzuspornen. Das gilt auch für die Wirtschaft, denn obwohl sie die deutsche Wirtschaft insgesamt durchaus als innovativ wahrnehmen, sehen sich die meisten Unternehmen selbst nicht als besonders innovativ und streben in erster Linie an, nicht vom Markt abgehängt zu werden. Hier muss die Messlatte höher gehängt werden.

02.3.2

**Chancen in den Vordergrund stellen,
mit Risiken vernünftig umgehen**

Der Staat muss bei der Regulierung die richtige Gewichtung zwischen Chancen und Risiken finden. Während Chancen viel stärker in den Vordergrund gerückt werden müssen, ist beim gesetzgeberischen Umgang mit Risiken deutlich stärker als bisher nach dem Grad der Gefährdung zu differenzieren.

02.3.2.1

Technologie als Chance begreifen

Es ist erforderlich, den Fokus deutlich stärker auf Chancen (gesamtgesellschaftliche Potenziale und Nutzen für den Einzelnen) neuer Technologien zu richten. Der Zukunftsrat hat angesichts der großen Potenziale der digitalen Transformation in seinen Handlungsempfehlungen von 2017 betont, dass die Technikfolgenabschätzung zu einer Technikchancenabschätzung weiterentwickelt werden muss. Weiteres Beispiel ist der Bereich Medizin und Gesundheit, wo neue Technologien sowohl bei der Bekämpfung und Vermeidung von Krankheiten als auch bei der Kostendämpfung und nicht zuletzt für Wohlstand und gute Arbeitsplätze am Standort eine Schlüsselrolle spielen. Dementsprechend ist es geboten, auch in Deutschland ein umfassendes Health Technology Assessment im Sinne einer Medizin-Technikchancenabschätzung einzuführen (*Gesundheit und Medizin. Analyse und Handlungsempfehlungen*, 2018). Dieser Gedanke lässt sich auf sämtliche Technologien und neue Anwendungen übertragen; er sollte zur Grundhaltung beim Umgang des Staates damit werden.

02.3.2.2

Bei „kleinen Risiken“ mehr Verhältnismäßigkeit wahren

Seit einiger Zeit ist in Bereichen wie dem Stoffrecht (z. B. im Geltungsbereich der REACH-Verordnung) eine Tendenz zur Risikominimierung möglichst bis auf null zu beobachten. Statt das vertretbare Risiko zu definieren, wird bei Produkten die vollständige Freiheit von bestimmten Substanzen verlangt. Mit der Nachweisgrenze verschieben sich damit zugleich die Anforderungen, bessere Analysemethoden führen also umgehend zu einem höheren Aufwand. Dabei werden an künstliche, technisch hergestellte Stoffe ungleich höhere Anforderungen gestellt als an Naturprodukte. Ein

viel zitiertes Beispiel besagt, dass eine herkömmliche Himbeere angesichts ihres natürlichen Gehalts an verschiedenen Giftstoffen nicht die geringste Chance auf Zulassung hätte, wenn sie im Labor entwickelt worden wäre.

Es ist richtig, Risiken etwa für die Gesundheit und die Umwelt zu reduzieren, und dabei wurden in den letzten Jahrzehnten auch große Fortschritte erzielt. Das Anspruchsniveau muss dabei aber im Rahmen bleiben. Gelingen kann das, wenn Risiken – etwa durch minimale Mengen einer potenziell krebserregenden Substanz – generell denjenigen gegenübergestellt werden, die von vergleichbaren Produkten ausgehen.

Auch Risiken neuer Anwendungen – beispielsweise des autonomen Fahrens – müssen vom Staat nicht nur abstrakt bewertet, sondern stets den mit Alternativen verbundenen Risiken gegenübergestellt werden. Chancen der verschiedenen Alternativen (einschließlich des Nichthandels) müssen gleichwertig mit Risiken einbezogen werden.

Die deutsche Bevölkerung ist – ebenso wie diejenige der meisten anderen EU-Mitgliedstaaten – nicht per se deutlich risikoadverser als der Durchschnitt oder als die Bevölkerung vergleichbarer Industrieländer. Wenn der nationale oder europäische Gesetzgeber trotzdem strengere Maßstäbe an das erlaubte Risiko anstellen will, dann muss das von Anfang an transparent gemacht, begründet und bei Bedarf auch debattiert werden.

02.3.2.3

**Mehr Vorsorge für die
„großen Risiken“ treffen**

Oberste Priorität für staatliche Stellen muss die Risikoabwehr in den Bereichen haben, die für Gesellschaft und Wirtschaft absolut notwendig sind. Dazu zählen die Aufrechterhaltung des großräumigen Energiesystems und der Schutz kritischer Infrastrukturen (vgl. Abschnitt 02.2.1.2), sowohl im Falle von Angriffen als auch im Hinblick auf extreme Naturereignisse (Vulkanausbrüche etc.). Hierfür wird noch zu wenig Vorsorge getroffen. Auch Resilienz – zu verstehen als Widerstandskraft und Anpassungsfähigkeit nicht nur von Menschen, sondern als Eigenschaft von komplexen technischen Systemen und Infrastrukturen jeglicher Art – muss als wichtiges Querschnittsthema intensiver behandelt werden.

02.3.3

**Innovationsfreundlichen
Rechtsrahmen schaffen**

Der Staat muss einen Rechtsrahmen schaffen, der mindestens so innovationsfreundlich und zukunftsorientiert ist wie die Menschen und Unternehmen, die wir für die Spitzenforschung und die Entwicklung weltweit erfolgreicher Anwendungen aus technologischen Neuerungen brauchen.

Die Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch* zeigt, dass ein nachweisbarer Zusammenhang zwischen Regulierung und Innovationstätigkeit besteht. Während Deutschland in bestimmten Aspekten des weiten Felds „Qualität der Regulierung“

sehr gut dasteht (Rechtssicherheit, Stabilität des politischen Systems etc.), schneiden wir uns in anderen Bereichen selbst Chancen ab, etwa durch das weit überdurchschnittliche Niveau der Unternehmensbesteuerung, hohe Arbeitskosten und die Unflexibilität unseres Arbeitsrechts.

Vieles von dem, was als neue Regulierungsgegenstände diskutiert wird, regelt das heutige Recht bereits zufriedenstellend bzw. kann im Rahmen der Vertragsfreiheit zwischen den Beteiligten gestaltet werden. Darüber hinaus muss auch das geltende Recht auf mögliche vermeidbare Hemmnisse überprüft und bei Bedarf angepasst werden. In den bisherigen Handlungsempfehlungen wurden bereits viele Aspekte hervorgehoben, darunter die Haftung für autonome Systeme und den KI-Einsatz, die weiter ihre Gültigkeit behalten.

02.3.3.1

Arbeitsrecht modernisieren

Insbesondere der Einsatz digitaler Technologien führt dazu, dass Arbeit immer weniger an einen festen Ort und starre Zeitfenster gebunden ist und in zunehmend agilen Strukturen und Abläufen stattfindet. Plattformen, Coworking Spaces und ähnliche neue Formen der Kooperation von internen und externen Spezialisten ermöglichen flexibles Arbeiten. Das entspricht sowohl den Präferenzen vieler Arbeitnehmer als auch den Anforderungen an die Unternehmensorganisation in einem dynamischen und volatilen Umfeld.

Der Rechtsrahmen muss an diese modernen Formen der Arbeit angepasst werden. Viele der hoch qualifizierten Fachkräfte wandern

sonst ins Ausland ab, wo sie so arbeiten dürfen, wie sie arbeiten wollen, und bringen dort ihr Spezialwissen ein. Das gilt es zu verhindern.

Bereits in den Handlungsempfehlungen von 2017 hat der Zukunftsrat daher betont, dass das Arbeitszeitrecht dringend modernisiert werden muss. Erster Schritt ist die Ausschöpfung des europarechtlichen Spielraums, wonach eine wochen- statt tagesbezogene Betrachtung möglich ist. Im Rahmen der branchenübergreifenden vbw-Kampagne *So möchte ich arbeiten!* haben Arbeitnehmer verdeutlicht, warum das gerade auch in ihrem Interesse ist.

Die größere Flexibilität muss für alle Unternehmen gelten, unabhängig von der Tarifbindung. Der Handlungsbedarf ist hier nicht geringer geworden; mit der Entscheidung des EuGH zur Arbeitszeiterfassung droht ein weiterer Verlust an Flexibilität im ohnehin unzeitgemäßen deutschen Arbeitsrecht. Ein zu rigides Arbeitszeitsystem ist ein abschreckendes Signal auch für Start-ups und deren Mitarbeiter: Die größtmögliche Absicherung vor Mehrarbeit oder Arbeit zu einer staatlich definierten „Unzeit“ geht an der Lebenswirklichkeit und an den Einstellungen einer ergebnisorientierten und intrinsisch motivierten Kultur völlig vorbei.

Neue Formen der Zusammenarbeit zwischen internen und externen Experten können im derzeitigen Rahmen nicht rechtsicher gestaltet werden, weil Fragen von Weisungsrechten, der betrieblichen Eingliederung, der Eingruppierung und Versetzung sowie des Arbeitsschutzes nicht abschließend geklärt sind. Es muss daher gesetzlich klargestellt werden, in welchen

Fällen kein Arbeitsverhältnis und ggf. auch keine Pflicht des Auftraggebers zur Abführung von Sozialversicherungsbeiträgen begründet werden.

Parallel zu den Möglichkeiten, sich seinen Arbeitsort selbst auszusuchen und seine Zeit einzuteilen, muss der Arbeitnehmer auch mehr Eigenverantwortung übernehmen (dürfen). Die Verantwortung des Arbeitgebers kann nicht weiter reichen als seine mögliche Kenntnis von eventuellen Gefährdungs- oder Belastungssituationen. Das gilt insbesondere auch für die Pflichten nach der Arbeitsstättenverordnung: Es liegt weder im Interesse des Beschäftigten noch des Arbeitgebers, die Ergonomie des frei gewählten mobilen Arbeitsplatzes im Rahmen regelmäßiger Begehungen zu überprüfen.

02.3.3.2

Mitbestimmung: Rechtshemmnisse für die Einführung neuer Technologien überwinden

Der Aufgabenbereich des Betriebsrats muss auf diejenigen Gebiete beschränkt werden, die tatsächlich die Interessen der Mitarbeiter berühren. Der überzogene Fokus auf die Vermeidung jeder denkbaren vermeintlichen Missbrauchsmöglichkeit bremst technologischen Fortschritt in den Unternehmen aus. Stattdessen sollte der Schwerpunkt auf der Missbrauchskontrolle liegen.

Probleme bereitet das Mitbestimmungsrecht des Betriebsrates insbesondere bei der Einführung und Anwendung von technischen Einrichtungen, zumal die Rechtsprechung dieses Mitbestimmungsrecht sehr weit auslegt. Danach ist die Mitbe-

stimmung schon dann geboten, wenn technische Einrichtungen für eine Kontrolle der Arbeitnehmer lediglich geeignet sind, ohne dass dies tatsächlich ihr Zweck sein müsste. Diese abstrakte Eignung haben nahezu jede Software und die entsprechenden Updates. Das Mitbestimmungsrecht muss auf Anwendungen beschränkt werden, die tatsächlich eine Leistungs- und Verhaltenskontrolle der Mitarbeiter bezwecken.

Die Zustimmung des Betriebsrats darf nicht erforderlich sein, wenn sich die Arbeitsaufgaben einzelner Mitarbeiter aufgrund neuer technischer Rahmenbedingungen weiterentwickeln. Der Betriebsrat muss derzeit jeder Versetzung zustimmen, also wenn einem Arbeitnehmer ein anderer Arbeitsbereich zugewiesen wird und dies mit einer Veränderung der Arbeitsumstände verbunden ist. Dafür reicht es schon aus, wenn sich die Arbeitsanforderungen durch den technischen Fortschritt ändern. Gerade hier ist oft eine schnelle Reaktion geboten, um mit der weltweiten Konkurrenz Schritt zu halten. Der Versetzungsbegriff muss daher geändert werden. Auch das Mitbestimmungsrecht bei Arbeitszeitänderungen muss angepasst werden, da schon heute die Arbeitszeitregelungen durch eine veränderte Arbeitsorganisation immer komplexer werden.

Das Mitbestimmungsrecht in Bezug auf die Gruppenarbeit darf sich insbesondere nicht mehr auf die Regelung der internen Arbeitsorganisation und die Zusammenarbeit der Gruppe beziehen, um nicht die erforderliche Agilität der Unternehmen zu hemmen.

02.3.3.3

**Technologieoffenheit in der
Regulierung gewährleisten**

Nicht nur in der Forschungs- und Förderpolitik (vgl. Kapitel 02.2), sondern ganz generell muss Regulierung Technologieoffenheit gewährleisten. Es hat sich selten bewährt, wenn der Staat versucht, neben den Zielen auch die zulässigen technologischen Mittel für deren Erreichung festzulegen. Gerade auf sich sehr dynamisch verändernden Feldern werden anderenfalls Innovationen ausgebremst, ohne die Zielerreichung zu verbessern. Aktuelles Beispiel ist die Regulierung im Bereich Blockchain-Technologie, deren Förderung sich sowohl der Bund als auch der Freistaat Bayern verschrieben haben. Ein Haupthindernis für den Einsatz in der Praxis sind neben Datenschutzfragen diverse Formvorschriften, die ersichtlich nicht auf eine dezentrale Organisation ausgelegt sind und jedenfalls öffentliche Blockchains regelmäßig ausschließen.

Auch in weiteren Bereichen muss geprüft werden, wo bestehende Regulierung das Erreichen übergeordneter Ziele (Missionen) unnötig erschwert. Das gilt z. B. für den gesamten Bereich der Energiewende bzw. des Klimaschutzes (z. B. CO₂-Abscheidung und -Speicherung) und neue Angebote im Verkehr (z. B. Drohnen, Flugtaxis) oder die kontrollierte grüne Gentechnik.

02.3.3.4

**Maß halten bei neuen Regelungen,
insbesondere im digitalen Bereich**

Der verbreitete Wunsch, große, teilweise marktbeherrschende und in aller Regel außereuropäische Plattformen in ihrem Einfluss zurückzudrängen, darf keine unüberlegten Abwehrreflexe des nationalen oder europäischen Gesetzgebers auslösen. Ob es um die Besteuerung der digitalen Wirtschaft oder Forderungen nach einer Offenlegung von Daten und Algorithmen geht: Stärker betroffen sind letztlich auch oder überwiegend die oft noch im Aufbau befindlichen eigenen Anbieter. Insbesondere in den Handlungsempfehlungen 2016 und 2017 wurde bereits beschrieben, dass der geltende Rechtsrahmen in aller Regel zu befriedigenden Ergebnissen führt und jede neue Regelung einer fundierten Rechtfertigung bedarf. Weder für digitale Plattformen noch für die Transparenz von Algorithmen ist ein dringender Handlungsbedarf ersichtlich.

02.3.4

Mehr Raum für Experimente

Damit ein dichtes Regulierungssystem Innovatoren nicht abschreckt, muss immer Raum für Experimente bestehen. Anderenfalls werden neue Anwendungen außerhalb von Deutschland oder Europa erprobt und letztlich auch zur Marktreife gebracht. Um einen echten „Innovations-Push“ zu erreichen, muss man Regulierung jedenfalls in einem definierten Bereich überschreiten dürfen.

Reallabore (Living Labs), in denen andere (weniger strikte) regulatorische und gesetzliche Bestimmungen gelten, schaffen so einen Raum zum Experimentieren. Sie ermöglichen, in (zeitlich und räumlich begrenzten sowie rechtlich abgesicherten) Testräumen Erfahrungen mit Innovationen unter realen Bedingungen zu sammeln. Hier können die Anwendungen von Forschungsergebnissen unter realen Bedingungen getestet und weiterentwickelt werden. Dazu sind Ausnahmegenehmigungen erforderlich, die allgemein geltendes Recht zeitweise außer Kraft setzen. Auch bedarf es dazu gegebenenfalls neuer Projekt- und Förderformate, um die Forschungs- und die Umsetzungsperspektive stärker zusammenzubringen.

Dabei geht es nicht um eine Deregulierung oder den Abbau von Sicherheits- und Schutzstandards, sondern darum, einen geeigneten Rechtsrahmen – zum Beispiel für den digitalen Wandel – auszuloten. Experimentier- bzw. Öffnungsklauseln für Reallabore existieren bspw. bereits im Personenbeförderungsgesetz und in der Drohnenverordnung. Teilweise sind allerdings selbst dem experimentierwilligen Staat Grenzen gesetzt, die aufgehoben werden müssen. Ein Beispiel ist der Datenschutz: Die DSGVO sieht keine Ausnahmen für Reallabore und Co vor, in denen die europäischen Vorgaben außer Kraft gesetzt werden können. Das muss der gesetzliche Rahmen aber immer zulassen, auf nationaler wie auf europäischer Ebene.

Hinzukommen muss ferner die Bereitschaft des Staates, aus den Erfahrungen in Experimentierräumen zu lernen und den bestehenden Regulierungsrahmen tatsächlich anzupassen.

Neben rechtlichen Experimentierräumen sind reale Testfelder sehr wichtig, wie bereits in früheren Handlungsempfehlungen für das autonome Fahren betont, und müssen stetig weiter ausgebaut werden. Ein Beispiel sind die Einrichtung von Sonderforschungszonen am Kompetenznetzwerk Künstliche Maschinelle Intelligenz „kini.bayern“ (vgl. Abschnitt 02.2.1.2): In dieser Kooperation von TUM / MSRM, fortiss, LMU, Fraunhofer, Helmholtz und der starken bayerischen Industrie sollen die realitätsnahen For-

schungs- und Testeinrichtungen in Form von Sonderforschungszonen, also Living Labs, den experimentellen Kristallisationspunkt von kini.bayern darstellen. Diese Sonderforschungszonen bestehen aus domänen-spezifischen, professionell betriebenen Pilotinfrastrukturen für Maschinelle Intelligenz am Standort München. Hier können nicht nur neue Technologien und Systeme erprobt und im Reifegrad signifikant fortentwickelt, sondern auch zulassungsrelevante Prozesse bereitgestellt werden. Folgende drei Sonderforschungszonen sollten unter Berücksichtigung zentraler technologischer Zukunftsfelder bzw. Missionen zunächst aufgebaut werden: Zukunft der Arbeit: Factory of the Future, Zukunft der Gesundheit: Intelligent Hospital Ward, Zukunft der Mobilität: AI Flight and Mobility Testfeld. Ziel ist es, die Spitzenforschung zu bündeln und einen international sichtbaren Kristallisationspunkt für ein stetig wachsendes Kompetenznetzwerk im Bereich der Maschinellen Intelligenz zu schaffen.

02.3.5

Gründerförderung

Unternehmensgründungen haben einen wichtigen Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Den Beitrag kann man nicht nur in klassischen volkswirtschaftlichen Kennzahlen messen, er liegt auch in der Vernetzung und im Wissenstransfer. Während Kapitalgeber ihr Netzwerk und ihr Know-how zur Verfügung stellen und etablierte Unternehmen als Kooperationspartner zudem Marktzugänge schaffen, hilft der Umgang mit Start-ups ihnen umgekehrt dabei, Technologien, Wissen und Unternehmenskultur sowie agile Arbeitsmethoden weiterzuentwickeln. Es geht nicht nur dar-

um, das nächste „Einhorn“ (Startup mit einer Marktbewertung von mindestens einer Milliarde Dollar) zu finden, sondern Zugang zu einer anderen Herangehensweise und neuen technologischen Trends zu bekommen. Dazu gehört für den Staat auch, Gründer aktiv in die Suche nach Lösungen für zentrale Herausforderungen einzubinden (vgl. Abschnitt 02.3.5.6).

02.3.5.1

Wachstumsförderung in Bayern auf hohem Niveau fortsetzen

Die Bayern Kapital GmbH hat seit ihrer Gründung 1995 als hundertprozentige Tochter der LfA Förderbank Bayern mehr als 290 Millionen Euro Beteiligungskapital in knapp 270 innovative technologieorientierte Unternehmen mit einem Standort in Bayern investiert. Der 2015 hinzugekommene Wachstumsfonds Bayern ermöglicht eine Investition von bis zu 8 Millionen Euro pro Unternehmen für besonders potenzialträchtige Start-ups. Dieser Wachstumsfonds muss auch in den kommenden Jahren fortgesetzt und mit entsprechenden Haushaltsmitteln hinterlegt werden.

02.3.5.2

Zugang zu Wagniskapital in Europa, Deutschland und Bayern verbessern

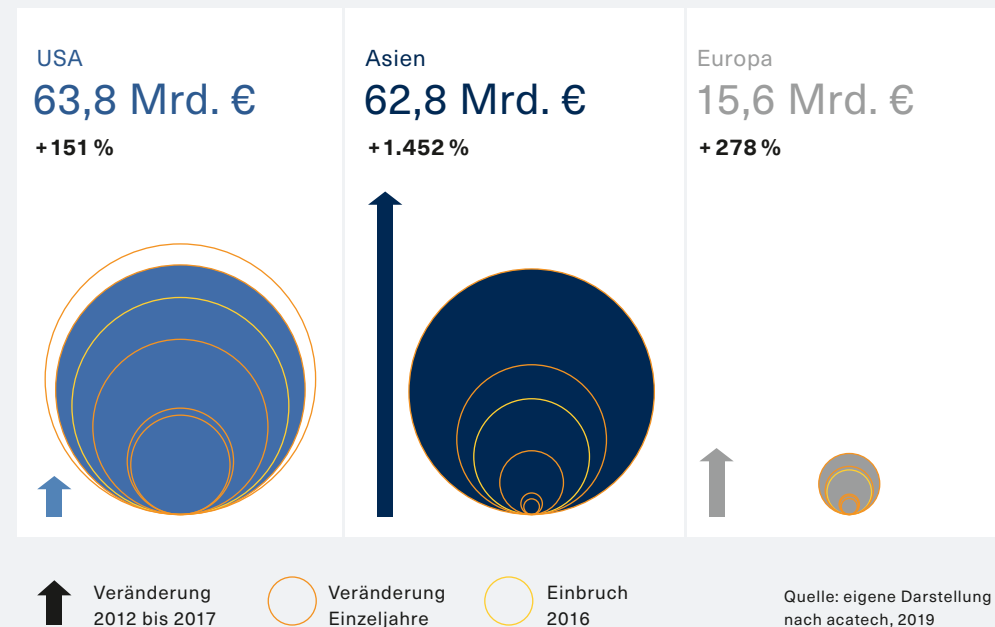
Die Rahmenbedingungen für private Investitionen in Start-ups müssen verbessert werden. Gerade für institutionelle Anleger müssen Anreize gesetzt werden.

In Europa steht volumenmäßig deutlich weniger Wagniskapital (Venture Capital, VC) zur Verfügung als in Asien und den USA

B 02-3

Venture-Capital-Investitionen nach Standort des Portfolio-Unternehmens

Volumen 2017 und Dynamik seit 2012



(Abb. B 02-3) Im Jahr 2018 haben Investoren rund 4,6 Milliarden Euro in deutsche Start-ups gesteckt, rund sieben Prozent mehr als 2017. Sowohl bei der Gesamtsumme als auch bei der Anzahl der finanzierten Unternehmen liegt Berlin mit deutlichem Abstand vorne, gefolgt von Bayern und Hamburg. In Bayern und Hamburg haben sich allerdings die Investitionen von 2017 zu 2018 verdoppelt (Bayern: von 407 auf 802, Hamburg: sogar von 230 auf 548), während sie in Berlin im selben Zeitraum gesunken sind (von 2.969 auf 2.613 Millionen Euro). Von den Sektoren profitiert in Deutschland derzeit noch der Bereich E-Commerce am stärksten, gefolgt von Fintech und Software / Analytics, Mobilität und Gesundheit. Bei den weitaus meisten Finanzierungsrunden in den letzten Jahren (369 von 498 in 2017, 427 von 587 in 2018) ging es um Gesamtsummen von 5 Millionen Euro und weniger; nur bei jeweils sechs Unternehmen (also rund einem Prozent) ging es um mehr als 100 Millionen Euro.

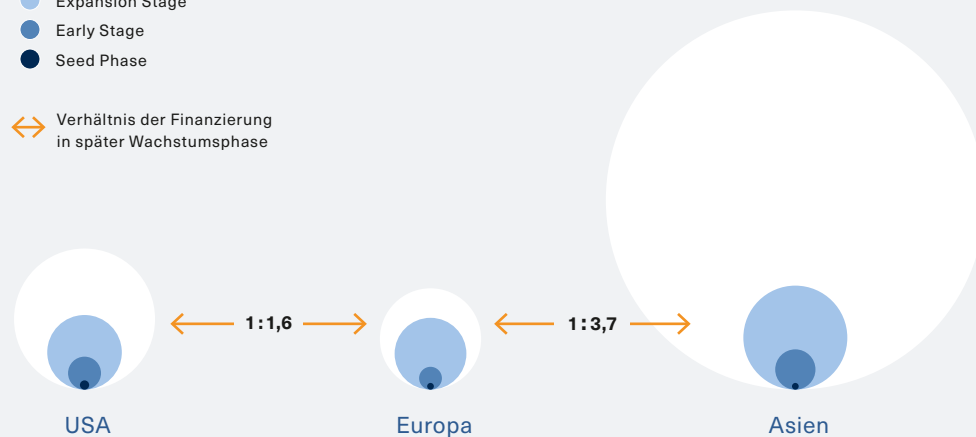
Der Unterschied zwischen Europa, Asien und den USA tritt sogar noch deutlicher zutage, wenn es um die späteren Phasen der Unternehmensgründung geht (Abb. B 02–4).

In Finanzierungsrunden unter Beteiligung ausländischer Investoren wird fast viermal so viel Kapital in technologieintensive europäische Wachstumsunternehmen investiert wie in rein inländischen Runden. Die ausländischen Investitionen in inländische Start-ups sind wichtig, zumal die Geldgeber neben den finanziellen Mitteln auch Kontakte und Know-how für die Internationalisierung mitbringen. So sind die Unternehmen mit ausländischen Investoren wirtschaftlich erfolgreicher. Sie werden zu ca. zwei Drittel auch an ausländische Investoren verkauft bzw. gehen im Ausland an die Börse. Das mag jedenfalls zum Teil an einer besseren, gezielteren Auswahl liegen, sicher aber auch an einer kompetenten Unterstützung.

B 02–4
Investitionen nach Gründungsphasen in
Hightech-Wachstumsunternehmen
mittlere Investitionssumme pro Unternehmen

○ Later Stage
● Expansion Stage
● Early Stage
● Seed Phase

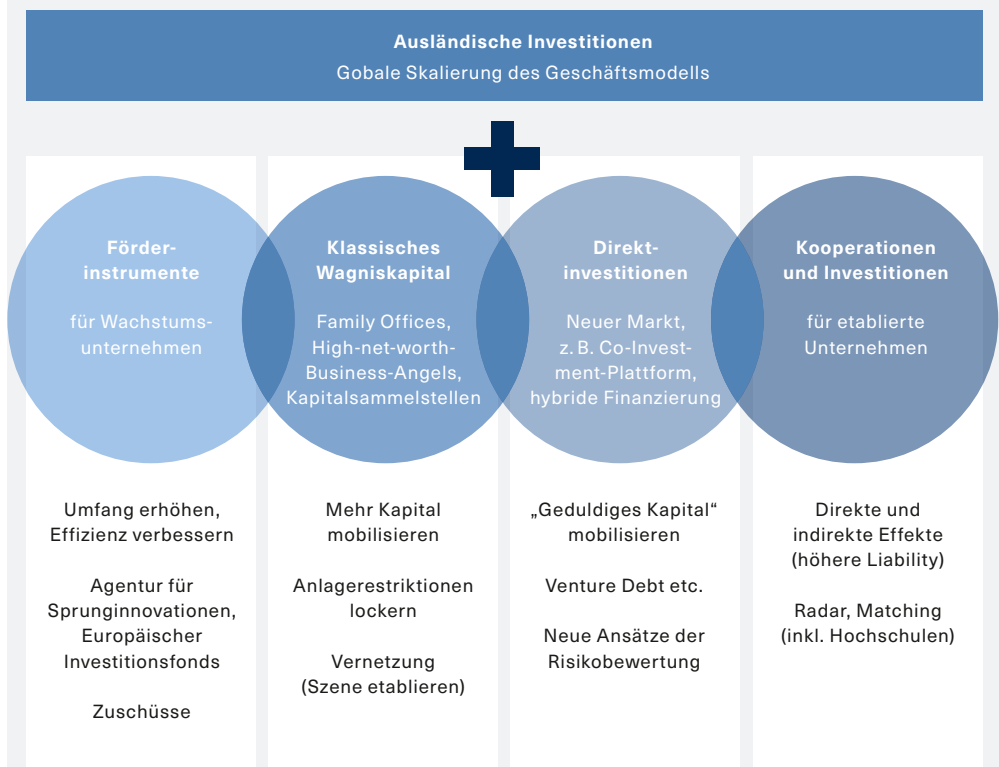
↔ Verhältnis der Finanzierung
in später Wachstumsphase



Quelle: eigene Darstellung nach acatech, 2019

Daneben müssen auch die Investitionen aus dem Inland gestärkt werden. Deutsche Hightech-Start-ups dürfen künftig nicht mehr nur deshalb auf ausländische Kapitalgeber angewiesen sein, weil keine inländischen zur Verfügung stehen – dies führt letztlich zu einer Abwanderung von Know-how und Wertschöpfung. Dazu bieten sich mehrere Instrumente an (Abb. B 02–5), die parallel eingeführt bzw. gestärkt werden müssen.

B 02–5
Ansätze für eine Verbesserung der Finanzierung von
Hightech-Gründungen am Standort



Quelle: eigene Darstellung, inhaltlich angelehnt an acatech, 2019

Das in Start-ups häufig genutzte Instrument der Mitarbeiterbeteiligung spielt (wie bei vielen etablierten Unternehmen) auch eine wichtige Rolle für die Fachkräftesicherung und die Stabilisierung des jungen Unternehmens. Die gemeinsame Entwicklung von Standardverträgen durch die entsprechenden Verbände, Gründerzentren und staatlichen Stellen würde Unsicherheiten in rechtlicher und steuerlicher Sicht ausräumen.

Kurzzeitig hat sich die Ausgabe von sogenannten Token (digitale „Gutscheine“, die auf den Börsen für Kryptowährungen handelbar sind) unter Verwendung der Blockchain-Technologie als neue Form des Crowdfunding einiger Beliebtheit erfreut, auch bekannt unter dem Schlagwort *Initial Coin Offering*. Im Jahr 2017 wurden auf diese Weise rund sechs Milliarden Dollar eingesammelt. Investoren erhalten in der Regel keine Mitbestimmungsrechte und tragen das unternehmerische Risiko (aber auch die Chancen) über die Wertveränderung des Tokens voll mit. Für Start-ups war an dem Modell vor allem der geringe bürokratische Aufwand attraktiv. Zwischenzeitlich haben die Aufsichtsbehörden sowohl in den USA als auch in Deutschland reagiert: die BaFin prüft nunmehr im Einzelfall, ob es sich um ein Wertpapier oder eine Vermögensanlage handelt; in beiden Fällen greift dann die Regulierung ein. Die Gewährleistung eines Level Playing Fields ist richtig; trotzdem sollte geprüft werden, ob Erleichterungen geschaffen werden können, die insgesamt dazu führen, Crowdinvesting noch attraktiver zu machen.

02.3.5.3

Abbau steuerlicher Hindernisse für Start-ups und deren Finanzierung

Das Steuerrecht bietet einige weitere Ansatzpunkte, die genutzt werden müssen, um das Gründungsgeschehen am Standort zu fördern.

Bei neu gegründeten Unternehmen sollte auf die Pflicht zur generellen Abgabe von monatlichen Umsatzsteuer-Voranmeldungen verzichtet werden, um die jungen Unternehmen von Aufwand und Kosten zu entlasten.

Vorschriften zum Verlustuntergang (Untergang bisher aufgelaufener Verlustvorträge bei Anteilseignerwechsel) müssen – letztlich für alle Unternehmen – dahingehend angepasst werden, dass die Ausnahmeregelungen für innovative Unternehmen auch bei Veränderungen des Geschäftsmodells eingreifen.

Die Regeln zur Mindestbesteuerung müssen überarbeitet werden: Sie führen derzeit dazu, dass Start-ups Steuern zahlen müssen, sobald sich erste signifikante Erträge einstellen, obwohl aus den Vorjahren noch Verluste in den Büchern stehen. Das belastet die Bilanz und beeinträchtigt gegebenenfalls die Möglichkeit, weitere Entwicklungsschritte zu finanzieren.

Einen Impuls für Wagniskapital gäbe es, wenn die Wagniskapitalgeber ihre Aufwendungen für Investments in junge, innovative Unternehmen (Gründungsfinanzierungen und Anteilswerber) steuerlich sofort geltend machen könnten, weil das Risiko dadurch abgedeckt würde. Wenn sich das Investment profitabel entwickelt, wird der Sofortabzug durch die Besteuerung von Veräußerungsgewinnen wieder ausgeglichen.

Die Umsatzsteuerbefreiung für die Verwaltungstätigkeit bestimmter Fondsverwaltungsgesellschaften sollte auf Venture-Capital-Fonds erweitert werden, um faire Wettbewerbsbedingungen mit ausländischen Wettbewerbern herzustellen.

Auch für Kleinanleger (z. B. im Rahmen eines Crowdfunding) müssen bessere Anreize gesetzt werden. Derzeit werden sie zwar nicht steuersystematisch benachteiligt, wohl aber faktisch, weil sie mangels Masse regelmäßig nicht die Möglichkeit haben, Verluste aus ihren Investments mit Gewinnen aus anderen Kapitalerträgen zu verrechnen. Zu prüfen ist hier die Einführung eines Freibetrags, bis zu dem im Privatvermögen entstandene Verluste aus Kapitalanlagen mit positivem Einkommen aus anderen Einkommensarten verrechnet werden können.

02.3.5.4

Technische Ausstattung von Gründerzentren

Gerade im Hightech-Bereich muss der Staat dafür Sorge tragen, dass eine Gründung nicht an der infrastrukturellen Ausstattung für die Entwicklung scheitert. Teuer ist diese in allen klassischen Wissenschaften bzw. überall dort, wo es um stoffliche Handhabung geht. Technische Gerätschaften auf Spitzenniveau (u. a. Laborausstattung, Messtechnik etc.) müssen für Start-ups und junge Unternehmen zugänglich sein. Sie sollten ebenso bei der Durchführung von Tests und Zertifizierungsverfahren unterstützt werden. Entwicklung auf Spitzenniveau und Technologietransfer muss auf allen Zukunftsfeldern möglich sein, beispielsweise in der Nanotechnologie. Dazu gehört auch, einzelnen Start-ups Zugang zum Supercomputer des LRZ zu gewähren, um dort ihre Anwendungen entwickeln und testen zu können.

Privatfinanzierte oder kofinanzierte Gründerzentren nach dem Vorbild von *Playground Global* – einer Mischung aus Venture-Fonds, Inkubator und Entwicklungszentrum für Hard- und Software – wären eine sinnvolle Ergänzung. Ziel ist es, Ressourcen (z. B. Hardware wie verschiedene Typen von 3D-Druckern, Sensoren, mechatronische Elemente, aber auch neueste Software-Tools), Betreuung und Finanzierung von Start-ups aus einer

Hand bereitzustellen. Den Bedarf müssen staatliche Stellen gemeinsam mit Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft definieren. Generell sind Co-Funding-Strukturen zu etablieren bzw. erste vorhandene Ansätze zu stärken.

02.3.5.5

Vernetzung weiter vorantreiben

Wie schon in allen vergangenen Handlungsempfehlungen betont, muss der Staat weiter seinen Beitrag dazu leisten, Gründer und junge Unternehmen mit den etablierten Unternehmen zusammenzubringen. Gerade am Standort Bayern liegt eine für die Gründerszene relevante besondere Stärke in der Präsenz einer starken Industrie, aber auch wichtiger Dienstleistungsschwerpunkte et-

wa im Bereich des Finanz- und Versicherungswesens. Zur Vernetzung gehört auch, Unternehmen auf den Campus der Universitäten zu holen.

02.3.5.6

Gründerzentren besser nutzen

Die Kompetenzen in den zahlreichen Gründerzentren müssen besser genutzt werden, um Lösungen für aktuelle Herausforderungen zu finden. Wettbewerbe und Ausschreibungen haben sich hierfür als probates Mittel erwiesen. Bei größer angelegten Diskussionsforen wie dem Energiegipfel oder dem Zukunftsforum Automobil sollte die Einbindung von Start-ups in die Ideenfindung und Lösungsentwicklung zum Standard werden.

02.3.6

Stärken des Europäischen Binnenmarkts ausspielen

Der Europäische Binnenmarkt muss als Ganzes verstanden und genutzt werden, wenn es um innovative Produkte und neue Geschäftsmodelle geht. Seine Vollendung muss weiter vorangetrieben werden.

Die Analysen der Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch.* zeigen vielfach, dass zwar Deutschland und andere europäische Länder auf wichtigen technologischen Zukunftsfeldern nicht mit den USA oder China mithalten können, wohl aber die EU als Ganzes. Die Positionierung im Bereich der Künstlichen Intelligenz ist ein Beispiel dafür. Darauf muss weiter aufgebaut werden: mit einer ambitionierten Forschungsförderung und innovationsfreundlichen Rahmenbedingungen.

Das ab 2021 laufende neunte Forschungsrahmenprogramm Horizon Europe muss die Erkenntnisse aus dem aktuell laufenden Programm aufnehmen und die im Fokus stehenden Schlüsseltechnologien wie die Künstliche Intelligenz noch stärker fördern. Die Vorgaben für Beantragung und Abwicklung von Forschungsfördergeldern müssen weiter vereinfacht und stärker an der betrieblichen Praxis orientiert werden. Die Abwicklung der Ausschreibung und Projekte im Rahmen von Next Generation Internet wird auch von Start-ups als handhabbar empfunden und sollte insgesamt Schule machen. Auch die Anforderungen der Industrie müssen in den Programmen und Programmaufrufen stärker ins Zentrum gerückt werden – Ziel sollte eine Einbettung in eine europäische Industriestrategie sein.

Angesichts der überragenden Bedeutung von Forschung, Entwicklung und Innovation und des ausgegebenen Ziels von drei Prozent des BIP im EU-Durchschnitt (derzeit rund zwei Prozent) ist das mit 100 Milliarden Euro avisierte Gesamtbudget zu gering bemessen und sollte aufgestockt werden. Bayern und Deutschland liegen bei den eingeworbenen Mitteln auf Spitzenpositionen, die es zu halten gilt.

Beihilferecht und Kartellrecht (insbesondere Unternehmenszusammenschlüsse und Modelle zur Datennutzung etwa auf Plattformen) müssen auf den Prüfstand gestellt werden. Bei Bedarf sind moderate Anpassungen erforderlich, um die globale Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft zu sichern und wirkungsvolle Impulse auf wichtigen Technologiefeldern zu ermöglichen. Staatliche Eingriffe in das Marktgeschehen sind auf das Notwendigste zu begrenzen.

Unbedingt zu vermeiden sind Eingriffe, die die europäischen Unternehmen schwächen, wie beispielsweise eine neue EU-Digitalsteuer, weitere Verschärfungen im Datenschutzrecht oder eine überzogene Regulierung von Algorithmen und autonomen Systemen. Gerade auf dem wichtigen Feld der Digitalisierung müssen möglichst innovationsfreundliche Rahmenbedingungen gelten, um die Entstehung neuer Angebote im Binnenmarkt zu fördern. Das geltende Recht gewährleistet zu Recht bereits ein hohes Schutzniveau und wird auch gegenüber außereuropäischen Wettbewerbern durchgesetzt.

B

Gesellschaft mitnehmen

02.4

02.4.1

Klares Verständnis von den Verantwortlichkeiten

Hemmnisse für die Verbreitung neuer Technologien bzw. Anwendungen sehen die Unternehmen auf der gesellschaftlichen Ebene hauptsächlich auf der emotionalen Ebene, mit einer starken Betonung des erlebbaren Nutzens (Abb. B 02–6)

B 02–6

Gesellschaftliche Hemmnisse für eine stärkere Verbreitung technologischer Neuerungen aus Unternehmenssicht

Barrieren

Persönlicher Nutzen unklar bzw. nicht erlebbar	<i>„Wenn die Menschen einen persönlichen Vorteil erleben, sind sie dafür. Wenn sie für neue Technologien oder Veränderungen mehr bezahlen müssen, dann nicht.“ (500+ MA, Telekommunikation)</i>
Angst vor Arbeitsplatzverlust, Krankheit, Überwachung	
Datenschutzverletzungen, mangelnde Datensicherheit	
Deutsche Mentalität: Risikoaversion, konservative Haltung	
Überalterung der Bevölkerung	

Quelle: up2date 2019

In erster Linie sehen die Unternehmen sich selbst in der Pflicht, wenn es darum geht, Begeisterung für technologische Neuerungen zu wecken. Das ist unzweifelhaft richtig, wenn es um den Absatz konkreter Produkte geht, im Normalfall (d. h. abgesehen von der Verantwortung für ein konkretes Fehlverhalten) aber auch darauf beschränkt. Denn für das Umfeld und das „Klima“, in dem die Gesellschaft sich mit technologischem Wandel auseinandersetzt, ist ganz maßgeblich der Staat verantwortlich, wie sich auch an den Aussagen zu den (infrastrukturellen) Rahmenbedingungen ablesen lässt.

Für viele „Missionen“, wie sie im Rahmen der staatlichen Politik definiert werden können, ist wiederum im Kern jeder Einzelne verantwortlich, und dieses Bewusstsein muss der Staat auch transportieren. Ein Beispiel ist der Klimaschutz im Verkehrsbereich: Staatliche Regulierung setzt beim Hersteller an, dem Flottengrenzwerte vorgeschrieben werden. Funktionieren wird das allerdings nur, wenn emissionsärmere Fahrzeuge tatsächlich auch in großer Zahl nachgefragt werden. Bislang sind die Zulassungszahlen von Pkw mit alternativen Antrieben gering. Die bisherigen Versuche, mit Anreizen (Kfz-Steuer, Prämien etc.) die Nachfrage zu erhöhen, haben noch zu wenig Wirkung gezeigt.

02.4.2

Positives Bild neuer Technologien schaffen

Insgesamt ist die deutsche Gesellschaft nicht negativ eingestellt. Echte Begeisterung für technologischen Fortschritt ist allerdings auch nicht festzustellen, und einzelne technologische Trends werden sehr kritisch gesehen. Wenn die Gesellschaft Vorbehalte gegenüber neuen Technologien oder Anwendungen pflegt, kann sich das als Wettbewerbsnachteil auswirken. Der Staat ist daher gefordert, ein Klima der Technologieoffenheit und Innovationsfreudigkeit zu schaffen. Zentral ist dabei, den gesellschaftlichen Nutzen zu vermitteln.

Es gilt, rechtzeitig Chancen zu betonen und Risiken realistisch einzuordnen, um Ängste nicht entstehen zu lassen oder vorhandene positiv aufzulösen. Der Staat darf weder selbst sofort eine Abwehrhaltung aus dogmatischen Gründen einnehmen noch eine solche in der Bevölkerung befördern.

Die Einbindung der Gesellschaft erfolgt heute öfter als früher auch proaktiv, was grundsätzlich gut ist. Der gesellschaftliche Diskurs muss allerdings so geführt werden, dass Risiken nicht alle Chancen überlagern. Beim autonomen Fahren kann das trotz des letztlich ausgewogenen Ergebnisses der Ethik-Kommission bezweifelt werden: Es gibt kein Bild, das in der Gesellschaft zu diesem Thema präsenter wäre als das des Autos, das sich zwischen der Verletzung zweier Personen(gruppen) entscheidet. Ethik sollte als Innovationstreiber verstanden und eingesetzt werden: als das Aufzeigen von Chancen, wie neue Anwendungen zum Nutzen des Menschen eingesetzt werden können.

Beispiel Zukunft der Arbeit

Zu Recht betont der Koalitionsvertrag auf Bundesebene, das „Zeitalter der Digitalisierung als Chance für mehr und bessere Arbeit nutzen“ zu wollen. Es fehlen jedoch die chancenorientierten Ansätze. Im Hinblick auf den Arbeitsschutz denken die Koalitionäre beispielsweise nur an mögliche psychische Belastungen durch Digitalisierung. Zielführend wäre es, den Fokus auf positive Wirkungen der Arbeit zu richten und aus den entsprechenden Forschungsergebnissen Gestaltungsansätze für Arbeitsmittel, -umgebungen und Organisationsstrukturen zu entwickeln, die Faktoren

wie Motivation, Identifikation und Vertrauen stärken. Digitale Modelle helfen, mit der Komplexität der Arbeitswelt umzugehen und Zusammenhänge zu veranschaulichen, beispielsweise bei der Veränderung von Produktionsprozessen. Diese Möglichkeiten müssen noch stärker bekannt gemacht und die intuitive, interaktive Ausgestaltung gefördert werden. Auch im eigenen Bereich (Ministerien, Behörden, staatlich getragene Agenturen etc.) müssen die Potenziale digitaler Technologien stärker ausgeschöpft werden, um eigenes Erfahrungswissen aufzubauen und transportieren zu können.

Um Technologie- und Innovationsbegeisterung in der Breite zu wecken, muss der Staat die verschiedenen positiven Aspekte transportieren. Neue Technologien haben auch große ökologische und soziale Potenziale für die Gesellschaft. Diese müssen stärker betont und transportiert werden, beispielsweise ihr Beitrag für das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele (vgl. Kapitel 04.1), um von der Notwendigkeit technologischen Fortschritts zu überzeugen, Vorbehalte zu beseitigen und das entsprechende Potenzial im gesamtgesellschaftlichen Interesse entfalten zu können.

Eine stärkere Missionsorientierung (vgl. Abschnitt 02.3.1.1) mit positiv formulierten Zielen wird ebenfalls einen Beitrag leisten. Am Beispiel der „Gen-Schere“ CRISPR/Cas9 lassen sich die bisherigen Mechanismen gut illustrieren. Mit diesem Genom-Editierungsverfahren kann das Erbgut von Pflanzen, Tieren und Menschen verändert werden. CRISPR/Cas9 ist um so viel präziser und vor allem auch kostengünstiger als bisherige Methoden, dass es sich um eine Schlüsselanwendung und bedeutsame Sprunginnovation der Biotechnologie handelt. In Deutschland und Europa werden allerdings vorrangig die Gefahren und ethischen Bedenken debattiert. Die Gegner der neuen Technologie argumentieren gezielt gegen die möglichen positiven Visionen – Bekämpfung des weltweiten Hungers, von schwerwiegenden Erkrankungen etc., Verringerung von Umweltrisiken – damit, dass in der Praxis das Verfahren ja nicht für diese Ziele genutzt werde und nur dazu diene, die Marktposition einzelner Unter-

nehmen etwa aus der Nahrungsmittelindustrie weiter auszubauen. Dass die Verfahren entsprechend eingesetzt werden, dürfte zutreffen. Bei der Argumentation wird aber übersehen, dass bei uns weder eine echte Zielorientierung auf diesem Gebiet vorliegt noch entsprechende Aktivitäten der Unternehmen gefördert würden. Im Gegenteil: Der EuGH hat 2018 entschieden, dass das neue Verfahren der Gentechnik zuzuordnen ist. Im Bereich der Nutzpflanzen fehlt damit bei uns gänzlich der Markt: Eine europaweite Bewegung gentechnikfreier Regionen, der in Deutschland alle Länder mit Ausnahme von Sachsen angehören, unterbindet den Anbau gentechnisch veränderter Organismen. Was derzeit an wirtschaftlichen Anwendungen im Bereich Genom-Editierung zu beobachten ist, erfolgt also tatsächlich nur im Ausland und aus wirtschaftlichen Eigeninteressen der Unternehmen, ist aber als grundsätzliches Argument zur Entkräftung positiver Visionen nicht geeignet, weil dafür der Rahmen fehlt. Dass eine neue Technologie wirtschaftlich sehr erfolgreich eingesetzt werden kann, sagt nichts über ihren gesellschaftlichen Nutzen aus.

Schließlich muss der Staat auch die Wissenschaftskommunikation stärker fördern. Teil davon sind auch die Museen, namentlich Forschungsmuseen wie das Deutsche Museum in München, das weltweit größte naturwissenschaftlich-technische Museum. Ein weiteres Beispiel ist die Neukonzeption des Museums *Mensch und Natur* im Schloss Nymphenburg als *BIOTOPIA*, Museum für Life Sciences und Umweltwissenschaften.

02.4.3

Neue Anwendungen gezielt für Partizipation nutzen

Der Einsatz neuer Technologien bzw. darauf basierender Anwendungen eröffnet auch Chancen, die Auswirkungen und den Nutzen von Veränderungen zu transportieren. Ein Beispiel sind 3D-Anwendungen (Visualisierung, Simulation), die etwa bei Bauvorhaben Anwohnern und weiteren Interessierten demonstrieren können, wie die neue Infrastruktur sich in die Umgebung einfügt. Gleichzeitig kann auf Anregungen und Einwände sofort reagiert werden: Mit einer Anpassung der Parameter kann z.B. nahezu in Echtzeit gezeigt werden, welche Auswirkungen eine andere Bauweise, Trassenführung etc. hätte. Argumente können sofort verarbeitet und bei Bedarf glaubhaft widerlegt werden. Damit wird eine öffentliche Konsultation mit direktem Feedback möglich.

Bisher ist der Staat hier zu zögerlich beim Einsatz neuer Technologien. Stuttgart 21 ist ein Beispiel: Die Werkzeuge für eine überzeugende Visualisierung der verschiedenen Optionen und des Zielzustands lagen vor, kamen aber nicht zum Einsatz. Künftig müssen solche Anwendungen im Rahmen von Partizipationsverfahren zum Standard werden.

Der Staat ist auch gefordert, neuere Kanäle stärker zu besetzen und insbesondere Fake News etwas „Beglaubigtes“ entgegenzusetzen. Dazu reicht es möglicherweise nicht, nur einen Facebook-, Youtube- oder Instagram-Account zu betreiben, wenn man eine breite Zielgruppe erreichen will. Auch Influencer müssen beispielsweise ernst genommen und als neues Kommunikationsmedium genutzt werden. Es kann helfen, wenn sich die Verantwortlichen im Sinne eines Perspektivwechsels selbst als Influencer begreifen und entsprechend agieren. Vergleichbar der Gegendarstellung in der Zeitung muss auch hier der Social-Media-Nutzer dort erreicht werden, wo er sich informiert. Ein aktuelles Beispiel ist der Impfschutz: Jahre lang war die Masernimpfung kein Thema, bis die Social-Media-Kanäle geflutet wurden von Fake News über angebliche Impfschäden – mit dem Ergebnis, dass Masern wieder auf dem Vormarsch sind. Verpflichtungen und Strafandrohungen sind hier als alleiniges Mittel nicht ausreichend, wie die Imp fzahlen und vor allem Krankheitsfälle in benachbarten Staaten wie Frankreich oder Italien zeigen.

02.4.4

Realistische Erwartungen in der Bevölkerung erzeugen

Neben den Unternehmen selbst sind auch die staatlichen Einrichtungen als „neutrale Instanzen“ gefordert, wenn es darum geht, realistische Erwartungen im technologischen Wandel zu wecken. Staat und Politik müssen Zusammenhänge und die Auswirkungen grundlegender Weichenstellungen frühzeitig und so transparent und verständlich wie möglich kommunizieren.

Beispiel Daten

Weder Eigentum noch schrankenloses Zugangsrecht angemessen

In der Gesellschaft hat sich beispielsweise mittlerweile das Bild verfestigt, Daten seien der entscheidende Rohstoff, das „Öl“ der Zukunft und sehr wertvoll. Wie Studien der TU Darmstadt zeigen, überschätzen die Bürger allerdings den Wert ihrer Daten deutlich. So verdient Facebook pro Nutzer in Europa zwischen acht und 13 Euro im Jahr, was zumindest ein guter Näherungswert für die Bestimmung des Werts der Daten ist. Die Schätzung der Studienteilnehmer liegt oft drei- bis viermal höher. Zusätzlich sind sie vielfach der Ansicht, nicht ausreichend für die Preisgabe ihrer Daten kompensiert zu werden. Es entsteht also ein Gefühl der Unfairness, aus dem wiederum die Forderung nach einer höheren Beteiligung an der Wertschöpfung durch Datennutzung bzw. eine Freigabe von „Daten für alle“ abgeleitet wird. Das blendet nicht nur den tatsächlichen monetären Wert und die eigentliche Leistung des Anbieters des datengetriebenen Geschäftsmodells aus, es spiegelt

nicht einmal den subjektiven Wert der Daten wider, wie er im Umgang des Einzelnen damit zum Ausdruck kommt. Die Akzeptanz datenbasierter Geschäftsmodelle ist in der Bevölkerung relativ niedrig, was in starkem Kontrast zum Maß der Nutzung gerade im privaten Bereich steht. Eine stabile Mehrheit von knapp unter 50 Prozent sagt, sie finde es nicht in Ordnung, dass „kostenlose“ Internetdienste wie Facebook oder Google Geld mit Nutzerdaten verdienen, „aber ich muss mich damit abfinden“. Erstaunlicherweise steigt der Anteil derjenigen, die darüber „noch nie nachgedacht“ haben, seit Jahren an: von 3,6 Prozent im Jahr 2012 auf 13,2 Prozent in der jüngsten Befragung von 2017. Auf der einen Seite spricht das nicht für den Erfolg der bisherigen Bemühungen zur Steigerung der Medienkompetenz, auf der anderen Seite mag das Ausdruck einer wachsenden Normalität des Geschäftsmodells gerade in den jüngeren Zielgruppen sein.

Während zunächst vielfach ein „Dateneigentum“ diskutiert wurde, hat sich inzwischen der Trend komplett gewandelt, und es sollen nun nach Auffassung vieler Daten immer allen „gehören“. Dieser Richtungswechsel lässt sich insoweit nachvollziehen, als der Bürger mit seinen Daten in monetärer Hinsicht nicht viel anfangen kann. Zwar gibt es jedenfalls in den USA bereits Geschäftsmodelle, die explizit auf einen „Verkauf“ von persönlichen Daten (z. B. Bewegungsdaten, Einkaufsverhalten) setzen, sie werden aber in Deutschland von der Bevölkerung mehrheitlich abgelehnt und entsprechen von den Erlösen her auch nicht den o.g. Erwartungen. Eine gewisse Ausnahme stellen Ver-

sicherungsangebote dar, bei denen der Kunde dem Unternehmen zusätzliche Informationen zur Verfügung stellt, um in einen günstigeren Tarif zu gelangen. Da also die „Selbstvermarktung“ nur in begrenztem Umfang klappt, das Gefühl der Ungerechtigkeit aber bleibt, verlagern sich die Forderungen je nach politischer Ausrichtung hin zur Umverteilung (Teilhabe an Wertschöpfung, z. B. über „Robotersteuer“) oder Zerschlagung der „Datenmonopole“ bzw. der über sie verfügenden Unternehmen. Dieses andere Extrem ist allerdings nicht minder riskant für eine zukunftsfähige Ausrichtung des Standorts und ebenso abzulehnen.

Nur wenn ökonomische Grundlagen bekannt sind – und dazu gehören in einer zunehmend digitalen Wirtschaft auch Grundzüge der Datenökonomie –, ist eine sachliche Auseinandersetzung auch in der politischen Debatte möglich, die nicht alleine um Fragen der (Verteilungs-)Gerechtigkeit kreist.

Beispiel Energiewende und Klimaschutz

Ursprünglich angetreten war die Politik mit Aussagen wie jener, dass die Energiewende (oder genauer: die Förderung erneuerbarer Energien) den durchschnittlichen Haushalt pro Monat nur so viel koste wie eine Kugel Eis. Derzeit liegen diese Kosten bei rund 20 Euro im Monat allein für die EEG-Umlage. Offen bleibt, ob es dem Wähler auch diesen oder vielleicht sogar einen noch höheren Betrag wert gewesen wäre, wenn man ihn von vornherein kommuniziert und erklärt hätte. Stattdessen kreist die Debatte seit Jahren darum, wer an welcher Stelle versagt hat, weil die Kosten höher ausfallen, und wer stärker be- oder entlastet werden müsste. Hinzu kommen Akzeptanzprobleme im Hinblick auf Anlagen und Leitungen, deren Notwendigkeit eigentlich auch schon von Anfang an feststand.

Bei den notwendigen Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele zeigt sich eine ähnliche Tendenz: Es werden Ziele festgelegt und Maßnahmen auf einer Ebene diskutiert, die so abstrakt ist (Verkehrssektor, Industrie etc.), dass die Betroffenheit des Einzelnen im Dunkeln bleibt, jedenfalls sofern er nicht in einem der im Fokus ste-

henden Wirtschaftszweige beschäftigt ist. Zusätzlich wird bei jeder Maßnahme betont, sie müsse selbstverständlich sozialverträglich ausgestaltet werden. Wenn dem Bürger aber nicht erklärt wird, was Klimaneutralität für seinen ganz persönlichen Lebensstil bedeutet und mit welchen Auswirkungen auf Wirtschaftsstruktur, Wohlstand und Beschäftigung zu rechnen ist, ist die nächste Enttäuschung vorprogrammiert. Die Studie *Klimapfade für Deutschland* (BCG/Prognos 2018) zeigt, welche enormen Anstrengungen für die Erreichung von 95 Prozent Emissionsreduzierung bis 2050 erforderlich sind. Neben volkswirtschaftlichen Mehrkosten in Höhe von 15 bis 30 Milliarden Euro im Jahr müssen u. a. synthetische Kraftstoffe in großer Menge importiert werden, Carbon Capture and Storage (CCS) in der Industrie eingesetzt und die Emissionen im Tierbestand reduziert werden; um den Fortbestand der Industrie am Standort zu sichern, sind neue Ausgleichsmechanismen erforderlich. Nur bei optimaler Umsetzung und globalen Klimaschutzanstrengungen können nach dem Ergebnis der Studie gesamtwirtschaftlich neutrale bis leicht positive Auswirkungen erwartet werden.

02.4.4

Technologischen Fortschritt und Nachhaltigkeit gemeinsam vorantreiben

Viele neue Anwendungen erleichtern das Leben der Menschen und stiften großen Nutzen in der Gesellschaft. Gleichzeitig steigt mit neuen Technologien oft auch der Bedarf an bestimmten Ressourcen. Technologie kann auch für die Bewältigung dieser Frage der Schlüssel sein, wenn die entsprechenden Lösungen mitbedacht werden.

Beispiel Industrierobotik und Nachhaltigkeit

Unter Berücksichtigung des deutlich steigenden Absatzes von Industrierobotern in bestehenden Anwendungsbereichen und ihres absehbaren großflächigen Einsatzes in neuen Märkten müssen auch ihr Energieverbrauch und die Nachhaltigkeit berücksichtigt werden. Es wird geschätzt, dass die vorhandenen 1,7 Millionen Industrieroboter im Jahr 2015 rund 271 PJ verbraucht haben. Für 2025 wird erwartet, dass diese Zahl auf mindestens 1.079 PJ ansteigen wird, basierend auf einer sehr konservativen Schätzung von 6,5 Millionen installierten Robotern. Die damit verbundenen Energiekosten betragen insgesamt ca. 3,2 Milliarden Euro bei durchschnittlichen Kosten von ca. 100 €/MWh. Diese Zahlen belegen den zukünftigen Bedarf an nachhaltigeren intelligenten Robotern und autonomen Systemen, selbst bei einer eher konservativen Annahme des Marktwachstums, wobei die derzeit stark wachsenden mobilen Systeme und der Privatsektor noch nicht berücksichtigt sind. Neben hoher Performanz und wirtschaftlicher Effizienz ist also durch die immer weitere Verbreitung intelligenter Roboterassistenten und anderer KI-Systeme die Entwicklung von wirtschaftlichen und energiebewussten KI-Algorithmen mitsamt entsprechender skalierbarer KI-Infrastruktur ein Schlüssel für den Hightech-Wirtschaftsstandort Bayern. Um diesem Bedarf gerecht zu werden, soll die Leuchtturminitiative „Green AI“ unter Federführung der TUM, mit starker Beteiligung der Fraunhofer-Gesellschaft und fortiss, in Kooperation mit der bayerischen Wirtschaft und dem BIDT aufgebaut und ausgerollt werden (vgl. Abschnitt 02.2.1.2).

Auf der Ebene von Energietransport und -verteilung gewinnt die Modernisierung der Infrastruktur in Richtung sog. intelligenter Netze (Smart Grids: differenzierte und in Teilen selbst organisierte Steuerung von verknüpften Energienetzen) in den nächsten Jahren weiter an Bedeutung. Ihnen wird eine wichtige Rolle bei der Stabilisierung und Ausregelung von fluktuierender Einspeisung bei erneuerbaren Energien, steigenden Nachfragespitzen durch neue Verbraucher und damit bei der Aktivierung von Flexibilität zugeschrieben. Der Einsatz von Smart Grids könnte nach einer Abschätzung des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung zudem mittelbar in allen Wirtschaftsbereichen (u. a. Energie, Gesundheit, Verkehr) zu jährlichen Effizienzgewinnen und zusätzlichen Wachstumsimpulsen in Milliardenhöhe führen. Auch aus der zunehmenden Automatisierung des Verkehrs- bzw. Transportwesens ergeben sich große Chancen. Beide Bereiche setzen ebenfalls stark auf Künstliche Intelligenz.

Kapitel

03

Empfehlungen
an die Wissenschaft

Teil

B

Bayern und Deutschland verfügen über eine sehr leistungsstarke Wissenschaftslandschaft. Gleichwohl müssen sich auch hervorragende Hochschulen und Forschungseinrichtungen in ihrer Rolle und Ausrichtung beständig hinterfragen und bei Bedarf in Teilen neu erfinden. Viel hängt insgesamt von einem deutlichen Fokus auf Chancen technologischer Zukunftsfelder, einem noch stärkeren Wissenstransfer und einer optimierten Kommunikation ab.

Empfehlungen an die Wissenschaft

B

Forschung stärker auf
Chancen ausrichten

03.1

03.1.1

Positive externe Effekte

Positive externe Effekte von neuen Technologien müssen in der Forschung eine deutlich größere Rolle spielen, um auch hier Chancen (Nutzen) gleichberechtigt mit Risiken (Kosten) zu betrachten.

Externe Effekte bzw. Externalitäten entstehen dadurch, dass der Verursacher (z. B. das Unternehmen) nicht alle von ihm verursachten Kosten selbst trägt bzw. der Nutzen nicht nur bei ihm entsteht. Es besteht eine Differenz zwischen den sozialen (volkswirtschaftlichen) und den privaten Kosten und Nutzen. Während negative externe Effekte in vielen Feldern Gegenstand intensiver Forschungstätigkeit sind (z. B. Emissionen des Verkehrs oder bei der Energieerzeugung), spielen positive externe Effekte (z. B. der Grundlagenforschung, aber beispielsweise auch der Wissensdiffusion im privatwirtschaftlichen Bereich) eher eine Nebenrolle.

Die Erfassung externer Effekte ist wichtig, weil sie Grundlage für Eingriffe des Staates ist: sowohl bei positiven externen Effekten (insbesondere durch Subventionen, um einen Anreiz zu setzen, mehr von dem entsprechenden Gut bereitzustellen) als auch bei negativen externen Effekten (Ge- und Verbote, Steuern, Zertifikate etc.).

03.1.2

Erfolgsfaktoren für den Einsatz neuer Technologien

Auch Erfolgsfaktoren für die Technologie-diffusion und -implementierung müssen intensiv weiter erforscht werden. Die Studie *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch* zeigt, dass es zwar viele einzelne Ansätze und Beiträge gibt, daraus aber noch kein großes Bild entwickelt werden konnte. Angesichts der Bedeutung neuer Technologien und Innovationen für unsere Gesellschaft muss daran weiter gearbeitet werden. Die Evaluierungsmethoden müssen hinterfragt und verfeinert werden, da die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass das häufig gewählte Instrument der Befragung allein nicht ausreicht, um daraus belastbare Erkenntnisse und insbesondere Leitlinien für künftiges Handeln abzuleiten.

03.1.3

Mehr Raum für Experimente, mehr Mut zum Risiko

Um wahrhaft neue Technologien, Anwendungen und Geschäftsmodelle zu entdecken, muss in der Forschung mehr Raum für Experimente geschaffen werden. Dazu gehört auch, das Risiko in Kauf zu nehmen, dass Ergebnisse nicht direkt verwertbar sind oder nicht in die Richtung gehen, die sich der Staat als Fördermittelgeber erhofft hat. Es kann nicht sein, dass man bei Antragstellung das Ergebnis praktisch schon kennen muss. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) muss verstärkt auch For-

schungsprojekte fördern, bei denen weniger die Anträge als vielmehr die (möglichen) Ergebnisse im Mittelpunkt der Beurteilung stehen. Gleichzeitig bleibt es erforderlich, die Qualität von Anträgen zu beurteilen. Dazu müssen Kriterien für eine Klassifizierung und die Gestaltung des Portfolios entwickelt werden. Während sich das Portfolio an den übergeordneten Missionen, der Technologie- und Industriestrategie des Staates orientieren kann, kommt als ergänzendes Kriterium z. B. eine vorab erfolgte Beurteilung von Leistungsfähigkeit und Seriosität der Antragsteller in Betracht.

Es sollten also auch Forschungsschwerpunkte bzw. übergeordnete Ziele für Programme definiert werden und dafür – ähnlich wie bei der amerikanischen National Science Foundation üblich – Experten zur DFG geholt werden, die diese Programme entwickeln, Ausschreibungen koordinieren und die Umsetzung steuern.

Die DFG sollte eine Initiative zur Stärkung interdisziplinärer Forschung starten. Das gilt insbesondere auch für Projekte im Normalverfahren, die Förderung von Forschergruppen und Sonderforschungsbereichen. Die Interdisziplinarität muss dabei gerade auch durch eine entsprechende Ausgestaltung der Entscheidungsprozesse (Begutachtungsprozesse, Finanzierungsrahmen und Behandlung) gefördert werden.

Generell müssen die Prozesse der DFG beschleunigt werden und schnellere Förderentscheidungen ermöglichen, um gerade auf den sich weltweit besonders dynamisch entwickelnden Feldern Schritt halten zu können.

Empfehlungen an die Wissenschaft

Wissenstransfer und Kooperationen

03.2.1

Zielgruppengerechte Ansprache

Um den Mittelstand besser zu erreichen, müssen Hochschulen stärker berücksichtigen, wo sich gerade kleinere Unternehmen über neue technologische Trends informieren, und versuchen, sie genau dort zu erreichen. Da Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeitern sich – jenseits des Kontakts mit Herstellern und Händlern – vorwiegend in ihrem unternehmerischen Umfeld und in Fachzeitschriften informieren, müssen die Hochschulen dort mit zielgruppengerechten Artikeln, Teilnehmern und Vorträgen präsent sein.

Die Hochschulen müssen neue Formate erproben, um Kooperationspartner auch aus dem Mittelstand zu erreichen. Ein Beispiel könnten Speeddatings an den Universitäten sein.

03.2.2

Bildungsangebote

Hochschulen sollten darin befähigt und gestärkt werden, ihr Know-how noch mehr in die Weiterbildung und in den Wissenstransfer für Unternehmen einzubringen. Hochschulen sind bestens geeignet, qualitativ hochwertige Angebote für lebenslanges Lernen in neuen Technologien zu entwickeln und auszubauen. Sie müssten dieses Angebot auch in Richtung präsenzarmer Online-Programme ausdifferenzieren und diese auch nicht akademischen Zielgruppen besser zugänglich machen. Das Angebot an berufsbegleitenden Studiengängen sowie Weiterbildungen, als Zertifikatskurse oder Modulstudiengänge, muss weiter ausgebaut werden (vgl. Abschnitt 02.1.2.7). Zusätzlich gilt es die Nutzung sowie die Anknüpfung an bestehende Bildungsportale und einschlägige Plattformen zu verstärken. Ein Beispiel für eine Zusammenarbeit innerhalb der Wissenschaft im Rahmen transferorientierter Formate sind die Lernlabore Cybersicherheit. In

Bayern ist die Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Amberg-Weiden Teil des entsprechenden Konsortiums „Embedded Systems, Mobile Security und Internet of Things“, dem ansonsten das Fraunhofer AI-SEC und das Fraunhofer IIS und die HTW Aalen angehören.

An den Hochschulen muss ausreichend spezialisiertes Personal vorgehalten werden, um Informatik-Lehrer für allgemeinbildende Schulen optimal auf ihre Aufgabe vorzubereiten. Notwendig sind eine entsprechende Personalplanung und der zielgerichtete Einsatz entsprechender, von der öffentlichen Hand zur Verfügung gestellter Mittel (vgl. Abschnitt 02.1.2.3).

Beispiel Hochschulrektorenkonferenz

Die Forschungslandkarte der Hochschulrektorenkonferenz wäre ein Anfang, zeigt aber zugleich auf, woran es bislang noch fehlt: Es gibt auf derselben Homepage getrennte Karten für Universitäten und Fachhochschulen. Die Definition eines Forschungsschwerpunkts ist relativ eng gefasst (mindestens 25 kooperierende Professuren, Obergrenze pro Universität/Fachhochschule), da gezielt (nur) profilbildende Schwerpunkte aufgezeigt werden sollen. Das führt allerdings dazu, dass deutschlandweit lediglich sieben Schwerpunkte im Bereich künstliche Intelligenz ausgewiesen werden, davon keiner in Bayern, und bayernweit nur eine Universität überhaupt den Forschungsschwerpunkt Digitalisierung nennt (Erlangen-Nürnberg).

03.2.3

Forschungslandkarte

Woran gerade wo und mit welcher Zielrichtung geforscht wird bzw. wo die entsprechenden Kompetenzen vorhanden sind, erschließt sich für einen Außenstehenden – also auch an Kooperationen und/oder an Informationen über neue Entwicklungen grundsätzlich interessierte Unternehmen – nicht und ist auch für Mitglieder der Forschungsgemeinschaft kaum zu übersehen.

Bislang gibt es für Deutschland und Bayern verschiedene verteilte, teilweise veraltete, sehr abstrakte, auf Einzelaspekte fokussierte und jeweils nicht vollständige Übersichten.

Notwendig ist eine umfassende und tagesaktuelle Karte, die Hochschulforschung und außeruniversitäre Forschung umfasst, aktuelle Projekte (ggf. auch abgeschlossene, die für diesen Zweck nach vergleichbaren Kriterien – z. B. Schlagworte, Vorgaben für die Ergebnisdarstellung – aufbereitet werden) enthält und die Suche nach Kooperationspartnern ermöglicht. Aus Gründen der Aktualität und Praktikabilität müssen die Inhalte von den einzelnen Beteiligten nach dem Wikipedia-Prinzip selbst erstellt werden können.

03.2.4

Verwertung

Zum Wissenstransfer gehört auch die Verwertung des erzeugten Wissens. Grundsätzlich muss es das Ziel der Hochschulen sein, die Nutzung zu erleichtern. Während Wirtschaft und Gesellschaft von der Umsetzung in Produkte, Prozesse oder Geschäftsmodelle profitieren können, nützt jede erfolgreiche Verwertung wiederum direkt oder indirekt der Hochschule (z. B. internationale Reputation, Unternehmensanteile, Spenden). Bereits in früheren Handlungsempfehlungen wurde auf die große Bedeutung der Intra- bzw. Entrepreneurships hingewiesen, die es fortlaufend weiter zu stärken gilt.

Ein wichtiges Element ist der Umgang mit Erfindungen. Jede Wissenschaftseinrichtung ist daher gefordert, sich eine Verwertungs- und Patentstrategie zu geben bzw. die bestehende auf den Prüfstand zu stellen. Die Erfahrungen mit der Bayerischen Patentallianz (BayPAT) zeigen hier große

Unterschiede. Es geht dabei nicht notwendigerweise um eine stärkere eigene Verwertungsaktivität der Hochschulen; dafür sind erhebliche Ressourcen und Kompetenzen notwendig. Entscheidend ist, dass die Spielregeln (z. B. Bewertungsverfahren und -maßstäbe, Gegenleistung für die Hochschule) von vornherein klar sind, Ausgründungen erleichtert werden und die Geschwindigkeit der Verfahren erhöht wird.

Insgesamt sind die bayerischen Hochschulen bei den Umsetzungserfolgen durchaus gut aufgestellt. Im Reuters-Ranking, das die Innovations- und Umsetzungserfolge von Universitäten misst, nehmen bayerische Universitäten seit Jahren Spitzenpositionen ein. Hier fließen wissenschaftliche Publikationen, Patentanmeldungen und gemeinsame Entwicklungen mit der Industrie ein. Im Ranking 2019 belegt die FAU Erlangen-Nürnberg Platz 2 (nach Platz 5 in 2018), die TUM liegt auf Platz 7, die LMU auf Platz 20. Die Platzierungen in den diversen Rankings illustrieren allerdings auch die Bedeutung einer aktiven Gestaltung des Patentportfolios. Ein Beispiel sind die Aktivitäten der bayerischen Hochschulen im Bereich KI, in dem die deutschen Forschungsinstitutionen in den Patentstatistiken eher auf den hinteren Rängen landen, während etwa das Magazin *Times Higher Education* mit einer Zitationsanalyse die TUM auf einem hervorragenden Platz sechs weltweit sieht. Angesichts des weltweit stark ansteigenden Interesses an Software-Patenten im Zusammenhang mit technischen Systemen ist es in jedem Fall angezeigt, die eigene diesbezügliche Strategie zu hinterfragen.

Ausbildung

03.3

Die heutigen Strukturen – etwa die Unterteilung in Fakultäten oder die klare Differenzierung zwischen Hochschulen und Berufsausbildung – passen noch zu wenig zu den aktuellen und vor allem künftigen Anforderungen.

03.3.1

Interdisziplinarität fördern

Im bestehenden System ist es noch zu wenig attraktiv, sich frühzeitig auf interdisziplinäre Ansätze zu konzentrieren. Die nur in der Peergroup akzeptierten Publikationen setzen Fehlanreize. Es sind größere Freiräume erforderlich, auch für die Mitarbeiter an Lehrstühlen. Aus den Disziplinen heraus und über sie hinausgehend sollten zunehmend mehr Chancenfelder identifiziert und besetzt werden. Sinnvoll wäre dabei auch, mehr Gewicht auf den wirtschaftlichen und damit auch gesellschaftlichen Impact zu legen, etwa über die stärkere Berücksichtigung von Kooperationen, Patenten oder eingeworbenen Drittmitteln und die qualitative Messung des damit Erreichten.

03.3.2

Nachwuchsgewinnung

Die Hochschulen müssen sich stärker in die Nachwuchsgewinnung einbringen. Mögliche Elemente sind ein Scouting-System schon an allgemeinbildenden Schulen oder die Anbahnung kleinerer Kooperationsprojekte mit einzelnen Schulen zu naturwissen-

schaftlich-technischen Themen. Zusätzlich bietet sich die Zusammenarbeit bei bestehenden Projektaktivitäten und Schul-Netzwerken auf regionaler und überregionaler Ebene an. Wichtige Gegenstände können das Vermitteln von Zusammenhängen und Wechselwirkungen sein, in Ergänzung und Verlängerung zu den schulischen Inhalten. Generell geht es darum, Interesse an Technologien und Verständnis für eine wissenschaftliche Herangehensweise zu wecken.

Das Studium vor dem Abitur (auch: Juniorstudium, Frühstudium) ist eine gute Option, um besonders begabte und interessierte Schüler frühzeitig für ein Studium zu gewinnen. Ein Beispiel ist das Angebot *Schüler. In.TUM* der Fakultät für Informatik. Es richtet sich an Schüler der Oberstufe; erworbene Credit Points werden in einem späteren Informatik-Studium an der TUM anerkannt, sodass sich die Studienzeit leicht verkürzen kann. Ein ähnliches Angebot hat auch die FAU Erlangen-Nürnberg. Das Modell könnte sich auch für andere Fachrichtungen, jedenfalls aus dem naturwissenschaftlichen Bereich, anbieten. So kann an der LMU im Rahmen des Frühstudiums grundsätzlich jede Fachrichtung gewählt werden, mit Ausnahme der medizinischen Studien-

gänge und von Psychologie. Limitierungen ergeben sich etwa im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Laborplätzen. Vorreiter in Bayern war die Universität Würzburg, wo ebenfalls nahezu alle angebotenen Fächer auch von begabten und leistungsstarken Schülern ab der zehnten Klasse belegt werden können. Eine weitere Alternative sind Schüler-Unis, die in der Regel wochenweise in den Sommerferien angeboten werden, beispielsweise an der RWTH Aachen in zehn Fachrichtungen und mit zwei zusätzlichen Schwerpunkten in den Ingenieurwissenschaften speziell mit Fokus auf Nachhaltigkeit bzw. den weiblichen Nachwuchs.

Am Werner-Heisenberg-Gymnasium in Garching und Otto-von-Taube-Gymnasium in Gauting können Teilnehmer des TUM-Kollegs von der elften Klasse an einem vollen Unterrichtstag in der Woche an der TUM in Garching in verschiedene Fakultäten „hineinschnuppern“ und Vorlesungen, Experimente und Führungen erleben. Es muss geprüft werden, wie mehr als die aktuell rund 30 Schüler erreicht werden können.

03.3.3

Duales Studium stärken

Die Kombination aus einer regulären Berufsausbildung und akademischer Bildung gewinnt an Bedeutung und wird in Programmen wie dem Dualen Studium umgesetzt. Die Nachfrage nach einem Dualen Studium ist groß. So sind in den letzten Jahren die Zahlen der Studierenden sowie der Praxispartner in Bayern deutlich gestiegen. Die größten Zuwächse erzielten die MINT-Fächer. Das duale Studium gilt es weiter zu stärken.

In Bayern bündelt die Dachmarke *hochschule dual* das gesamte duale Studienangebot der bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften mit einheitlichen Qualitätsstandards und agiert als Servicestelle für Studieninteressierte, Hochschulen und Unternehmen. Es gibt zwei verschiedene Studienmodelle: Das ausbildungsintegrierende Verbundstudium kombiniert in 4,5 Jahren einen Bachelorabschluss und eine Berufsausbildung inklusive Kammerabschluss. Die Berufsschule kommt hier ggfs. als dritter Lernort hinzu. Das Studium mit vertiefter Praxis dagegen bietet mehr Praxiszeiten als ein reguläres Studium, mit einer Dauer von 3,5 Jahren bis zum Bachelor.

Das Angebot an berufsintegrierenden wie berufsbegleitenden Masterstudiengängen sollte ausgebaut werden. Bisher beschränkt es sich auf das Modell Studium mit vertiefter Praxis und ist in Teil- oder Vollzeit zu studieren. Notwendig wären eine Flexibilisierung bzw. vertiefte Zusammenarbeit. Für viele Unternehmen wären Formate mit geringem Präsenzanteil interessant, da sie gute Mitarbeiter nicht so lange entbehren können. Dazu sollten Online-Angebote ausgebaut werden, die auch berufsbegleitend absolviert werden können.

Mitwirkung an politischen Entscheidungsprozessen

03.4

Die Wissenschaft ist gefordert, mehr Technologieverständnis in die Verwaltung zu bringen, also Beurteilungs- und Entscheidungsfähigkeit zu stärken. Die Verwaltung ist ihrerseits gefordert, das zuzulassen und zu fördern. Davon würden unter anderem die Definition übergreifender Strategien und die Beurteilung von Forschungsanträgen profitieren. Insbesondere die Ministerien müssen noch stärker und systematischer als bisher auf das Wissen der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zurückgreifen, etwa um eine Art Technologie-Scouting implementieren zu können.

Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist die Stärkung der Rolle der Wissenschaft durch eine Einbeziehung in die Entscheidungsfindung. Ressortzugehörigkeit darf dabei keine Rolle spielen: Viele hochkarätig besetzte Gremien agieren gegenwärtig nebeneinander, ohne einen übergreifenden Impact entfalten zu können. Wichtig sind konkrete Aufträge und damit verbunden die zeitlich und / oder gegenständlich verbundene Übertragung von Verantwortung. Eine direkte Zusammenarbeit von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik im Gremium ist grundsätzlich zu empfehlen, wie sie von Anfang an im Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft praktiziert wird.

Image und Kommunikation

03.5

Vertrauen in die Wissenschaft ist wichtig für die Innovationsfähigkeit des Standorts und die Innovationsoffenheit der Gesellschaft. Um es weiter zu stärken, müssen Wissenschaftseinrichtungen noch besser kommunizieren: Methoden erläutern, den Grad an Gewissheit exakt darstellen und Beiträge zu einer faktenorientierten Diskussion liefern.

In der Öffentlichkeit entsteht vielfach das Bild, es gebe zu jedem Thema mindestens zwei konträre wissenschaftliche Meinungen. Teilweise unterscheiden sich die Auffassungen allerdings nur in Detailfragen bzw. besteht Einvernehmen über die Ausgangslage, nicht aber über die daraus abzuleitenden Folgerungen. Die unstreitigen Fakten müssen stärker herausgearbeitet und kommuniziert werden.

Für den Umgang mit schwarzen Schafen in den eigenen Reihen ist eine klare, institutionsübergreifend vergleichbare Strategie erforderlich. Beispiele wie der Bluttest zur Brustkrebserkennung sollten genutzt werden, um die internen Leitlinien und Frühwarnmechanismen kritisch zu hinterfragen.

Zentrales Ziel ist die Stärkung von Vertrauen und Glaubwürdigkeit der Wissenschaft als Institution, um Fake News wirksam eine objektive Stimme entgegensetzen zu kön-

nen und gesellschaftspolitisch relevante Botschaften (Bsp. Impfschutz) der Öffentlichkeit zu vermitteln. Auch der Beitrag der Wissenschaft zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen (vgl. insbesondere Kapitel 04.4) muss deutlicher kommuniziert werden.

Dafür muss das richtige Umfeld geschaffen werden, und es ist eine klare Gesamtstrategie für die Vermittlung von Inhalten, jedenfalls auf Kernfeldern der technologischen Entwicklung, erforderlich. Inhaltlich muss eine solche Plattform von der Wissenschaft getragen werden, bei der Organisation ist eine Kooperation mit Verbänden sinnvoll, die aufgrund ihrer Aufgaben die öffentliche Diskussion in der Breite fortlaufend intensiv verfolgen. acatech kann eine wichtige Rolle spielen als Mittler zwischen der wissenschaftlichen und der wirtschaftlich-gesellschaftlichen Sicht.

Hinsichtlich der Kommunikationswege kann auf das oben zur Kommunikation der Unternehmen zu neuen Technologien Gesagte (vgl. Kapitel 01.6) verwiesen werden. Die Kommunikation zu Inhalten darf sich nicht auf etablierte Medien beschränken. Gerade jüngere „Botschafter“ und das Bedienen von Kanälen wie YouTube sind wichtige Elemente, aber auch die allgemeinverständliche Formulierung zentraler Aussagen.

04

Empfehlungen
an die Gesellschaft

Neue Technologien und die darauf basierenden Anwendungen haben das Potenzial, einen entscheidenden Beitrag zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen zu leisten. Die Einstellung der Gesellschaft zu technologischen Neuerungen zählt zu den Schlüsselfaktoren für ihren Einsatz, und verschiedene gesellschaftliche Akteure haben einen maßgeblichen Einfluss darauf. Diesen Einfluss gilt es verantwortungsbewusst auszuüben.

B

Technologischen
Fortschritt als Schlüssel zu
Nachhaltigkeit begreifen

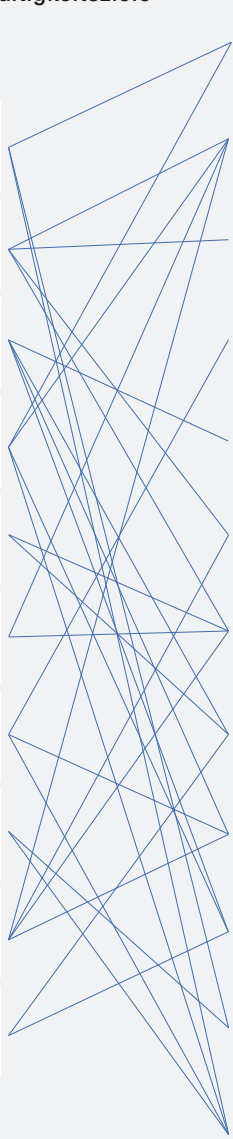
04.1

Wer für Nachhaltigkeit eintritt, muss technologischen Fortschritt als Teil der Lösung begreifen und fördern. Jede der bayerischen Zukunftstechnologien, die 2015 herausgearbeitet wurden und 2019 noch einmal in ihrer Relevanz bestätigt werden, adressiert mehrere der 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen (vgl. Abb. B 04–1). Die Fortschritte der letzten Jahrzehnte im Umweltschutz sind mindestens ebenso sehr Ergebnis freiwilliger Anstrengungen aus Wirtschaft und Wissenschaft wie eines Wandels auf der Nachfrageseite.

Insgesamt kann der technologische Fortschritt zudem maßgeblich zu den hier nicht aufgeführten Zielen wie einer Bekämpfung der Armut, einem Aufholen der Schwellen- und Entwicklungsländer und der Stärkung der (staatlichen) Institutionen beitragen, insbesondere wenn diese Ziele zusammen mit den jeweiligen Stakeholdern erarbeitet und / oder implementiert werden. Gerade die Zukunftsfelder Energie, Mobilität und Ernährung stehen in einem besonderen Verhältnis zur Gefährdung und eben auch zur Erreichung einer nachhaltigen Zukunft.

B 04 – 1
Zukunftstechnologien und Nachhaltigkeitsziele

	Biotechnologien
	IKT und Digitalisierung
	Energie(system)-technologien
	Ernährung und Lebensmitteltechnologien
	Luft- und Raumfahrttechnologien
	Gesundheitswesen und Medizintechnologien
	Nanotechnologien
	Neue Werkstoffe und Materialien
	Industrielle Produktionstechnologien
	IVS und zukünftige Mobilität



	2 KEIN HUNGER	Kein Hunger
	3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN	Gesundheit und Wohlergehen
	4 HOCHWERTIGE BILDUNG	Hochwertige Bildung
	6 SAUBERES WASSER UND SANITÄREINRICHTUNGEN	Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
	7 BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE	Bezahlbare und saubere Energie
	8 MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM	Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
	9 INDUSTRIE, INNOVATION UND INFRASTRUKTUR	Industrie, Innovation und Infrastruktur
	11 NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN	Nachhaltige Städte und Gemeinden
	12 NACHHALTIGER KONSUM UND PRODUKTION	Nachhaltige/r Konsum und Produktion
	13 MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ	Maßnahmen zum Klimaschutz
	14 LEBEN UNTER WASSER	Leben unter Wasser
	15 LEBEN AN LAND	Leben an Land

Quelle: eigene Darstellung

Ein wichtiges Beispiel ist das europäische und insbesondere deutsche, bayerische Engagement auf dem afrikanischen Kontinent. Die Lösungen müssen technologischen Fortschritt transportieren – zum Beispiel im Energiebereich oder in der Ernährungstechnik –, aber auch Antworten auf Fragen wie nach der gerechten und nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen (zum Beispiel Inanspruchnahme bzw. Verteilung von Land und Bewirtschaftungsrechten) liefern.

Nachhaltigkeit beruht auf drei Säulen: einer ökologischen, einer ökonomischen und einer sozialen. Sie müssen gleichberechtigt berücksichtigt werden und wechselseitig ineinandergreifen. Nur mit einer innovativen, leistungsfähigen und stabilen Wirtschaft, die Impulse aus der Wissenschaft aufgreifen und umsetzen kann sowie Gestaltungsräume gesellschaftlicher Partizipation schafft, sind weitere Fortschritte bei den beiden anderen Säulen möglich. Konkretes Beispiel ist die Energiewende in Deutschland: Nur wenn wir nachweisen, dass sie technisch machbar ist und gleichzeitig zum gesamtwirtschaftlichen Erfolg beiträgt, wird sie weltweit Nachahmer finden und damit einen maßgeblichen Beitrag zum globalen Klimaschutz leisten.

Gleichzeitig gilt, dass echte Nachhaltigkeit nur als ein Miteinander von Unternehmen, Staat und Gesellschaft möglich ist. Zentrale Ziele wie der effektive weltweite Klimaschutz sind ausschließlich mit einer gemeinsamen Anstrengung zu bewältigen, bei der ein verändertes Bewusstsein und Nachfrageverhalten der Verbraucher Hand in Hand geht mit neuen Angeboten und Verfahren der Industrie sowie der Gewährleistung stabiler und geeigneter Rahmenbedingungen im Wandel durch den Staat. Alle Seiten müssen dazu jederzeit Gesprächsbereit sein, um zusammen die besten Lösungen zu finden.

Medien: Innovationsthemen transportieren

04.2

Im *Innovationsindikator 2018* (Fraunhofer ISI / ZEW) belegt Deutschland im Teilbereich Gesellschaft lediglich Platz 12. Ein Faktor ist dabei die Häufigkeit von Nachrichten über Themen aus Forschung und Entwicklung, wo Deutschland nur 42 von 100 Punkten erzielt. In diesem niedrigen Indikatorwert spiegelt sich ein eher mittelmäßiges Interesse an wissenschafts- und innovationsrelevanten Themen in der Gesamtbevölkerung wider. Berichtserstattung und Interesse beeinflussen sich allerdings wechselseitig: Worum häufiger berichtet wird, das wird auch als relevanter und interessanter wahrgenommen. Es gilt also, die Rolle, aber auch die Verantwortung von Medien im Hinblick auf die Einbeziehung der Öffentlichkeit und weiterer gesellschaftlicher Teilbereiche für Innovationsprozesse zu reflektieren und gegebenenfalls zu korrigieren.

Die Medien – allen voran die öffentlich-rechtlichen – sind daher gefordert, technologischen Trends und Innovationen einen größeren Raum in der Berichterstattung einzuräumen. Erforderlich sind ausgewogene Sachinformationen über verschiedene Informationskanäle und in unterschiedlichen Formaten.

Das ist umso wichtiger, als das Vertrauen in die Medien in Deutschland vergleichsweise hoch ist, wie die Langzeitstudie Medienvertrauen der Universität Mainz zeigt: 44 Prozent der Deutschen vertrauen den etablierten Medien in wichtigen Fragen – der höchste bisher gemessene Wert. 22 Prozent äußern grundsätzliches Misstrauen, der Rest ist unentschlossen. Dieses Vertrauen sollte für sachorientierte Information genutzt und dadurch zugleich gestützt werden.

Wenn z. B. die neuesten Erkenntnisse der Forschung in einem Artikel mit dem Tenor „X kann krebserregend wirken; der Verzehr von Y ist Ursache für Übergewicht“ verarbeitet werden soll, muss es zur Selbstverständlichkeit werden, die Information ins Verhältnis zu den bisher bekannten Fakten setzen und dem Leser zu ermöglichen, die Belastbarkeit des gefundenen Ergebnisses zu bewerten (Grad an Gewissheit, den die Studie ergeben hat, Art des Experiments, Umfang der Stichprobe etc.). Auch hier darf Risiko nicht ohne Chance gedacht werden. Was sind die Vorteile des Produkts, Stoffs oder Verfahrens für den Einzelnen und für die Gesellschaft? Was wären die Alternativen, und welche Auswirkungen hätte ein Ausweichen darauf? Die Aufgabe des Journalisten ist es nicht, nur eine oder mehrere Meinungen zu zitieren, sondern zu recherchieren, um sie durch Fakten zu widerlegen oder zu bestätigen. Ziel muss es sein, eine medial vermittelte Diskussionsgrundlage zu schaffen, die Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft miteinander ins Gespräch bringt.

NGOs: fairen, faktenbasierten Austausch suchen

04.3

Auch Nichtregierungsorganisationen (NGOs) aus dem ökologischen und sozialen Bereich wird ein großes Vertrauen entgegengebracht. Sie spielen nicht nur gesellschaftlich eine wichtige Rolle, sondern auch als Teil des Innovationssystems, in dem sie die öffentliche Wahrnehmung und Einstellung beeinflussen. In vielen Dialogprozessen sind sie als Vertreter eingebunden, sie werden teilweise mit staatlichen Geldern gefördert bzw. profitieren als gemeinnützige Organisationen von der steuerlichen Absetzbarkeit von Spenden. Sie sind daher im Gegenzug auch gefordert, sich mit Fairness einzubringen. Wichtig ist vor allem die Bereitschaft, eine gemeinsame Faktenbasis zu suchen, von der aus dann – selbstverständlich auch kontrovers, vor allem aber lösungsorientiert – argumentiert wird.

Die Organisationen der Wirtschaft sind ihrerseits gefordert, die positiven Beiträge – in der Vergangenheit und der Zukunft – noch stärker herauszustellen und sich in die Wissenschaftskommunikation im Zusammenwirken mit den dortigen Akteuren einzubringen (vgl. Kapitel 03.5).

Risikowahrnehmung hinterfragen

04.4

Null Risiko gibt es nicht und wird im Alltag auch gar nicht erwartet. Wer Auto fährt, Alkohol trinkt, bei hohem Wellengang ins Meer geht oder mit Brennsprit seinen Grill anzündet, weiß, dass er damit ein Risiko eingeht, und nimmt es um des mit der Aktivität aus seiner Sicht verbundenen Vorteils in Kauf. Gleichzeitig ist ein klarer Trend erkennbar, bei der Festsetzung von Grenzwerten oder der Zulassung von Stoffen, Verfahren und Anwendungen jegliches Risiko ausschließen zu wollen (vgl. Abschnitt 03.1.3). Im Ergebnis führt das beispielsweise dazu, dass bewährte Produkte nicht mehr eingesetzt werden können und auf ein für den spezifischen Zweck weniger gut geeignetes zurückgegriffen werden muss – bis auch dieses an den Zulassungshürden scheitert.

Hier sind wir alle aufgefordert, einen Schritt zurückzugehen und unsere Anforderungen an Sicherheit und Risikobeherrschung in ein ausgewogenes Verhältnis zu bringen. Es kann nicht sein, dass wir es für akzeptabel halten, mit 50 Stundenkilometern in 50 Zentimeter Entfernung an Fußgängern vorbeizufahren (und auch: selbst dieser Fußgänger zu sein), das autonome Fahren aber ausbremsen, weil theoretisch einmal ein Algorithmus den entscheidenden Fehler machen könnte, der ein Menschenleben gefährdet.

Ethische Regeln für Technologien auf zentrale Aspekte fokussieren

Ethische Bewertungen müssen differenziert vorgenommen werden. Es muss dabei stets beachtet werden, dass es im Kern um eine Verbesserung des Status quo durch neue Technologien geht. Bei dem in Kapitel 04.4 genannten Beispiel des autonomen Fahrens ist im Ergebnis mit einer deutlichen Reduktion von Verkehrstoten und schweren Unfällen zu rechnen. An die Neuerungen dürfen daher keine strengeren Maßstäbe angelegt werden als an die bestehenden Anwendungen.

Es ist richtig, neue Technologien und Anwendungen an ethischen Grundsätzen zu messen. Derzeit wirkt es allerdings so, als würden an eine künstliche Intelligenz oder ein autonomes System deutlich höhere Anforderungen gestellt, als es in der physischen Welt der Fall ist. Es ist dabei wichtig, bei ethischen Fragen nicht zu generalisieren, sondern die – in der Regel wenigen – zentralen Aspekte herauszugreifen und zu diskutieren, während man gleichzeitig andere Bereiche von vornherein als ethisch unkritisch definiert.

Im Zusammenhang mit Bots wird beispielsweise diskutiert, ob es einen Anspruch auf Offenlegung des KI-Einsatzes geben soll. Bots sind Computerprogramme, die je nach Zielsetzung etwa eigenständig Daten sammeln, Informationen verbreiten, mit anderen Nutzern kommunizieren und interagieren können. Ein bekanntes Beispiel sind Chatbots, die z. B. im Rahmen eines Kundendialogs auf der Internetseite eines Herstellers/Händlers oder in sozialen Netzwerken eingesetzt werden. Gegenwärtig besteht keine allgemeine Pflicht für den Verwender, den künstlichen Ursprung zu kennzeichnen, während die sozialen Netzwerke jeweils ihre eigenen Strategien zum Umgang mit Bots bzw. deren Verhinderung haben. Im jeweiligen Kontext wird es zunehmend schwieriger, einen Bot in der Kommunikation sicher als solchen zu erkennen, also von einem menschlichen Gegenüber zu unterscheiden. Umgekehrt wünschen sich viele Menschen im Umgang mit ihren digitalen Assistenten wie Alexa und Siri, dass sie tat-

04.5

sächlich nur mit einer Maschine sprechen. Die Frage, ob ein Mensch mithört, gehört zu den meistgestellten an die digitalen Assistenten. Die Art und Weise, wie das Thema diskutiert wird, zeigt, dass es eine Sorge und keine Hoffnung ist. Auch jenseits von Chat-Situationen wird viel darüber diskutiert, ob eine KI-Verwendung „deklariert“ werden muss – schon, um daran weitere Pflichten knüpfen zu können, etwa im Hinblick auf die Transparenz von Algorithmen (vgl. Abschnitt 02.3.3.4).

Die grüne Gentechnik ist so stark von Ethik überlagert, dass es schwerfällt, einen Bereich zu finden, in dem keine Diskussionen stattfinden. Die Bedenken haben letztlich dazu geführt, dass der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen in Europa praktisch keine Rolle spielt. In der roten Gentechnik ruft der Einsatz gentechnisch veränderter Organismen in der Medizin, z. B. der Arzneimittelproduktion, keinen nennenswerten Widerstand hervor. Kontrovers diskutiert werden hier praktisch nur die Eingriffe am Menschen selbst; es wird sich zeigen, ob mit den neuen Möglichkeiten durch CRISPR/Cas9 hier wieder eine intensivere Diskussion aufflammt.

In derartigen Zweifelsfällen, die eine erhebliche Bedeutung für die Gesellschaft haben, muss die faktenbasierte Diskussion gesucht und ein ethischer Konsens gefunden werden. Insbesondere, wenn die Vorbehalte ganze Technologien betreffen, ist es sinnvoll, die Diskussion von vornherein partizipativ auszugestalten und die Gesellschaft

von Anfang an mit in die Verantwortung für den Diskussionsprozess zu nehmen. Ein Beispiel ist das Nanopodium in den Niederlanden, das die Regierung 2008 initiiert hat, um ethische, soziale, rechtliche und wirtschaftliche Aspekte der Nanotechnologien zu diskutieren und zu verstehen, welche Bereiche der Technologie für die Bürger besonders kritisch bzw. wichtig sind. Die konkreten Aktivitäten wurden dabei in einem Bottom-up-Prozess von den Bürgern selbst organisiert. Der Erfolg des Nanopodium, mit dem mehr als eine Million Bürger erreicht wurde, liegt darin, dass es die Bürger dazu gebracht hat, sich direkt mit der Technologie auseinanderzusetzen und Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten, etwa in Debatten und künstlerischen Projekten. Eine begleitende Umfrage zeigt, dass das Wissen der Befragten zur Nanotechnologie deutlich erhöht werden konnte.

Bei anderen Fragen wird Ethik zu kleinteilig ausgelegt: Es geht nicht um eine Spezialregelung für jeden Anwendungsfall, und es kann auch nicht alles verboten sein, was nicht durch eine Kommission abgesegnet ist. Hier muss von vornherein stärker differenziert und herausgearbeitet werden, was wirklich die Gesellschaft bzw. den Menschen in seinem Kern berührt, und wogegen sich die Vorbehalte richten. Die Grenze ist sicher erreicht, wenn es um den Einsatz von Algorithmen zur effizienteren Aussteuerung von Produktionsmaschinen geht: Für die Ölpumpenüberwachung braucht man keine Ethik-Regeln.

Empfehlungen an die Gesellschaft

B

Balance zwischen Gemeinwohl und Einzelinteressen finden

04.6

Die Gesellschaft muss sich klar zu der Frage positionieren, wie der Ausgleich zwischen Allgemeinwohl und Partikularinteressen geschaffen werden soll und in welchen Fällen eines der beiden vorgeht. Darüber muss ein breit angelegter Austausch gesucht werden, der neue Medien nutzt und allen Bevölkerungsgruppen eine Beteiligung ermöglicht. Der Konsens sollte dann konsequent zur Grundlage künftigen Verwaltungshandelns gemacht werden.

Eine gesetzliche Regelung allein führt nicht zur Befriedung, wie die bisherigen Erfahrungen mit „Planungsbeschleunigungsgesetzen“ zeigen. Unabhängig davon, ob noch ein Rechtsweg offensteht oder ein förmliches Verfahren durchgeführt wird, formiert sich vor Ort vielfach Widerstand. Dieser organisiert sich zunehmend außerhalb der Verwaltungsverfahren, flankiert durch eine mediale Mobilisierung (z. B. über Social Media). Auch baureife Vorhaben werden dann oft nicht oder nur mit erheblicher Verzögerung umgesetzt, weil staatliche Stellen und Politik hilflos auf die Proteste außer-

halb – an sich ordnungsgemäß durchgeführter – Verfahren reagieren. Das gilt zudem auch für lokale oder regionale Teilelemente von Vorhaben, die insgesamt von einer breiten Unterstützung profitieren, etwa im Zusammenhang mit der Energiewende.

Es muss daher der Versuch unternommen werden, die Grundsatzfragen (was muss der Einzelne im Interesse des Allgemeinwohls hinnehmen, wo ist dagegen immer eine umfassende Auseinandersetzung mit Partikularinteressen geboten, in welcher Form muss das geschehen etc.) in einem breit angelegten Diskussionsprozess zu erörtern. Für einen konstruktiven Umgang mit kritischer Öffentlichkeit gilt es, neue Kommunikations- und Partizipationsformate zu entwickeln. Die Erfahrung zeigt, dass es nicht unbedingt Konsens braucht, um auch mit kontroversen Technologien umzugehen; es bedarf allerdings der Kommunikation und Teilhabe. Statt Konsens ist daher „informierter Dissens“ eine realistische und konstruktive Zielgröße.

Ansprechpartner

Christine Völzow

Geschäftsführerin und
Leiterin der Abteilung Wirtschaftspolitik

T 089-551 78-251
christine.voelzow@vbw-bayern.de

Dr. Christina Hans

Referentin Zukunftsrat,
Abteilung Wirtschaftspolitik

T 089-551 78-135
christina.hans@vbw-bayern.de

Impressum

Alle Angaben dieser Publikation beziehen sich ohne jede Diskriminierungsabsicht grundsätzlich auf alle Geschlechter.

Herausgeber

vbw
Vereinigung der Bayerischen
Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5
80333 München

www.vbw-bayern.de

© vbw Juli 2019

Konzeption und Realisation

gr_consult gmbh
vbw@gr-consult.net

Druck

Druck & Medien Schreiber
Oberhaching

Klimaneutrales Druckprodukt

CO₂
neutral

Id.-Nr. 1981448
www.bvdm-online.de

Die Treibhausemissionen für dieses Druckprodukt wurde kompensiert.
Mit der Id.-Nr. erfahren Sie auf der Website des Bundesverbands Druck und Medien, welches Projekt damit unterstützt wurde.

vbw

Vereinigung der Bayerischen
Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5
80333 München

T 089-551 78-100
F 089-551 78-111
info@vbw-bayern.de

www.vbw-bayern.de