

The logo for the Bavarian Chamber of Commerce (vbw) is displayed in white lowercase letters on a dark blue rectangular background.

Die bayerische Wirtschaft

Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft

# Bayerns Zukunftstechnologien Analyse und Handlungsempfehlungen

Stand Juli 2015

[www.vbw-zukunftsrat.de](http://www.vbw-zukunftsrat.de)



Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft

# Bayerns Zukunftstechnologien Analyse und Handlungsempfehlungen

# Vorwort

Alfred Gaffal

---



## **Bayerns Zukunftstechnologien Analyse und Handlungsempfehlungen**

Bayern nimmt heute unter den Technologieregionen national und international einen Spitzenplatz ein. Dies ist neben einer hoch leistungsfähigen Forschungsinfrastruktur in großem Maß der Technologieführerschaft vieler bayerischer Unternehmen zu verdanken. Darauf dürfen wir uns nicht ausruhen: Wir müssen in kurzer Zeit tief greifende Veränderungen wie den demografischen Wandel, Herausforderungen durch Energie-, Ressourcen- und Klimafragen und die Auswirkungen der Globalisierung bewältigen.

Auf viele große Fragen können neue Technologien eine Antwort geben, wenn wir gleichzeitig die Weichen richtig stellen und die Rahmenbedingungen für Innovationen optimal ausgestalten. Deshalb haben wir den Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft gegründet, in dem führende Wissenschaftler aller relevanten Bereiche ebenso vertreten sind wie die bayerische Wirtschaftsministerin Ilse Aigner. Das Gremium analysiert die prägenden Trends und erarbeitet Handlungsempfehlungen an Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Damit wollen wir unseren Unternehmen – insbesondere den kleinen und mittelständischen – eine Orientierung geben und Leitlinien für strategische Entscheidungen aufstellen.

Als Ausgangspunkt dient die vbw Studie *Bayerns Zukunftstechnologien*, in der die Grundlagen des bisherigen Erfolgs analysiert und die für Bayern relevanten Schlüsseltechnologien der kommenden Jahre herausgearbeitet werden. Besonders deutlich wird dabei, dass Digitalisierung und Vernetzung im Mittelpunkt unserer Anstrengungen stehen müssen, damit wir unsere heutigen Stärken bewahren und neue entwickeln.

Neue Technologien verändern das wirtschaftliche und gesellschaftliche Leben in rasantem Tempo. An einem rohstoffarmen Standort wie dem unseren müssen wir den bestmöglichen Rahmen für Innovationen bieten. Dazu gehören zum einen strategische Entscheidungen, mit denen wir den Schwerpunkt der Wertschöpfung in Schlüsselbranchen bei uns verankern. Zum anderen müssen wir mit konkreten Maßnahmen die – bisher sehr erfolgreiche – Technologieförderung zukunftsfähig machen und eine neue Gründerkultur in Bayern schaffen. Alles muss zugleich an den Anforderungen der Digitalisierung ausgerichtet sein – nicht zuletzt die Bildung, die vom Kindergarten bis zum Eintritt in den Ruhestand die notwendigen Kompetenzen für die Gesellschaft 4.0 vermitteln muss.

Wenn Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft an einem Strang ziehen, wird Bayern auch in Zukunft der hervorragende Innovationsstandort sein, der er heute ist. Unsere Handlungsempfehlungen sollen hierzu einen Anstoß geben.

Alfred Gaffal

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

# Vorwort

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

---



Als Land der Ingenieure und Naturwissenschaftler hat Deutschland seit Beginn der Industriellen Revolution ständig neue Technologien hervorgebracht und vielfach in Produktionsgüter umgesetzt. Die wirtschaftliche Prosperität unseres Landes ist das Ergebnis einer unternehmens- und forschungsfreundlichen Industrie- und Innovationspolitik. So war Deutschland auf die Globalisierung der Märkte gut vorbereitet. Die Industrie hat globalisierungsbedingte Umbrüche gut gemeistert. Das „German Engineering“ genießt in aller Welt einen ausgezeichneten Ruf.

Bayern hat an dieser Entwicklung einen maßgeblichen Anteil. Die Wirtschafts- und Wissenschaftspolitik zeichnet sich hier seit Jahrzehnten durch Kontinuität und Verlässlichkeit aus. Oft waren es mutige politische Weichenstellungen, die langfristig Arbeit und Wohlstand geschaffen haben – man denke an die transalpine Erdöl-Pipeline mit dem Raffineriezentrum Ingolstadt-Neustadt oder die Verkehrsinfrastruktur (Autobahnen, Großflughafen München, Rhein-Main-Donau-Kanal). Der Automobil- und Fahrzeugbau wurde zum herausragenden Strukturfaktor Bayerns.

Für die Zukunft Bayerns wird die Spitzenstellung bei den neuen Technologien und deren Anwendung unter neuen Rahmenbedingungen entscheidend sein (Internationalisierung, Interdisziplinarität, demografische Entwicklung, Bürgerbeteiligung). Dabei ist es höchst dringlich, den bayerischen Mittelstand in den technischen Fortschritt einzubeziehen. Jedenfalls verlangen diese komplexen Anforderungen gemeinsame Weichenstellungen durch die Akteure von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft. Keiner dieser Bereiche wird im Alleingang erfolgreich sein.

Die vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft hat ihren Zukunftsrat beauftragt, unter Mitwirkung der Prognos AG jene Handlungsfelder zu identifizieren, die für die Entwicklung einer Innovationsgesellschaft mitten in Europa an der Spitze der Agenda stehen müssen. Die Mitglieder des Zukunftsrats sind international ausgewiesene Fachexperten, die mehrheitlich in Bayern wirken und das Land kennen. Die Handlungsempfehlungen sind teils strategischer, teils aber auch sehr konkreter Art. Der Zukunftsrat hatte die Chancen für Bayern als Flächenland im Blick, er beschränkt sich also nicht auf die wirtschaftlichen Ballungszentren, so wichtig diese sind. Die digitale Revolution, als Hauptdeterminante der künftigen Arbeits-, Produktions- und Lebensweisen, ermöglicht erstmals die aktive Integration des Einzelnen in gesamte Prozessabläufe. Andererseits wird das digitale Zeitalter tief greifende Veränderungen in unser aller Lebensgestaltung bewirken, mit neuen Chancen und neuen Risiken, unvermeidlich janusköpfig.

Der Zukunftsrat versteht seine Handlungsempfehlungen als Einladung zur gesamtgesellschaftlichen Debatte über eine technologiegetriebene Zukunft unter gänzlich neuen Rahmenbedingungen. Die Energiewende, eines von vielen Beispielen (wenngleich nicht das geringste), kann sich als Technologiemotor ersten Ranges erweisen – so wie seinerzeit die deutsche Umweltdebatte unsere heutige weltweite Führungsposition bei den Umwelttechnologien begründet hat. Weil aber in diesen 40 Jahren der internationale Wettbewerb unmittelbarer, schärfer und umfassend geworden ist, erfordert die Energiewende ein rasches, arbeitsteiliges, aber koordiniertes Handeln von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. Das gilt auch für alle anderen Handlungsfelder, deren gegenseitige Abgrenzung im Übrigen mehr und mehr verschwindet.

Die wichtigste Botschaft aber lautet: Der unternehmerische Spirit muss die Grundeinstimmung unserer Gesellschaft werden. Dazu sollen die vorliegenden Handlungsempfehlungen des Zukunftsrats der vbw beitragen.

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

# Vorwort

Staatsministerin Ilse Aigner

---



Bayerns anhaltender nationaler und internationaler Erfolg als Wirtschaftsstandort mit hoher Lebensqualität hängt seit jeher eng mit der Fähigkeit zusammen, sich frühzeitig auf neue Herausforderungen und Trends einzustellen. Es ist gute Tradition, das Know-how von Fachleuten mit einzubeziehen. Die Digitalisierung führt zu einem einschneidenden Umbruch, der nicht nur Wirtschafts- und Arbeitswelt, sondern beinahe alle Bereiche unseres Lebens betreffen wird.

Mit dem Zukunftsrat hat die vbw für diese Herausforderung ein exzellentes Beratungsgremium mit den besten Köpfen aus Forschung und Entwicklung in Bayern und Deutschland zusammengestellt. Damit beteiligt sich die vbw über die Verbandsaufgaben hinaus intensiv am gesellschaftlichen Dialog zur bayerischen Zukunft. Diesem Engagement gebührt Dank und Anerkennung. Für mich stand die Mitarbeit in einem solch hochkarätigen Gremium von Anfang an außer Frage.

Der Zukunftsrat zeigt uns mit seiner Expertise und seinen Handlungsempfehlungen auf, wo Politik, Wirtschaft und Gesellschaft in Bayern auf dem richtigen Weg sind und wo wir Korrekturen vornehmen sollten oder uns völlig neu orientieren müssen. Dabei macht der Zukunftsrat eines ganz klar: Forschung, Entwicklung und Innovationsfähigkeit sind das A und O für den zukünftigen Erfolg des Standorts Bayern.

Kern der Arbeit des Zukunftsrats ist deshalb die Frage, wie wir im Zusammenspiel aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft neue technologische Möglichkeiten besser nutzen können, um die großen Zukunftsthemen wie die Digitalisierung, Energie- und Klimafragen, die zunehmende Globalisierung oder den demografischen Wandel erfolgreich bewältigen zu können. In den Bereichen, in denen wir bereits aktiv sind, werden wir am Ball bleiben. Die vorliegenden Handlungsempfehlungen zeigen aber auch, dass noch Bedarf für neue Maßnahmen besteht, und weisen hier den richtigen Weg.

Wir stellen uns der Aufgabe Digitalisierung mit insgesamt 2 Milliarden Euro für Investitionen und Innovationen und machen die digitale Zukunft zu einer Erfolgsgeschichte für Bayern. Hierbei werden die Handlungsempfehlungen des Zukunftsrats ein entscheidender Baustein sein.

Ihre Ilse Aigner

Bayerische Staatsministerin für Wirtschaft und Medien,  
Energie und Technologie

# Der Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft

---



„Gerade die heutige Stärke der Bayerischen Wirtschaft erfordert es, sehr genau ein Augenmerk auf die rasanten Veränderungen in den Technologien zu legen und gezielt zu handeln. Insbesondere die schnellen Fortschritte der digitalen Technologie mit ihren hohen Skalierungseffekten und dem starken Querschnittscharakter erfordern es, Ausbildung, Forschung und Geschäftsmodelle konsequent darauf auszurichten.“

**Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Broy**

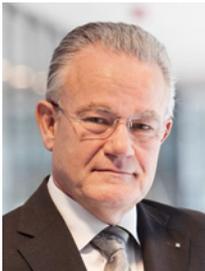
Fachgebiet Informatik  
Position Software & Systems Engineering TU München



„Erfolgreiche Technologieentwicklung verlangt eine beständige Überprüfung und Diskussion, ob die gelehrten und erlernten Fachkompetenzen der handelnden Akteure den Ansprüchen von Ausrichtung und Dynamik dieses Prozesses gerecht werden. Unter anderem dieser wichtigen Frage hat sich der Zukunftsrat gewidmet.“

**Prof. Dr. Ansgar Büschges**

Fachgebiet (Neuro-)Biologie  
Position Lehrstuhl für Neurobiologie/Tierphysiologie  
Universität zu Köln



„Um die Technologieführerschaft der bayerischen Wirtschaft für die Zukunft zu sichern, gilt es, die vorhandenen Stärken kontinuierlich auszubauen und vor den diagnostizierten Schwächen nicht Halt zu machen. So darf die bereits voll im Gang befindliche digitale Revolution nicht als Gefahr, gegen die es zu arbeiten gilt, gesehen werden. Vielmehr sollten die Chancen und Opportunitäten in den Fokus der Diskussion gestellt werden. Mit strukturierten Produkt-, Produktions- und Kundendaten verfügen viele Unternehmen über den Rohstoff der Zukunft! Noch haben wir die Chance, die digitale Revolution mithilfe dieser Datenhoheit maßgeblich mitzugestalten.“

### **Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger**

Fachgebiet	Maschinenbau
Position	Mitglied des Senats der Fraunhofer-Gesellschaft, Aufsichtsratsvorsitzender TÜV-Süd



„Bayern hat die Chance erfolgreich genutzt, sich von einem landwirtschaftsgeprägten Nachkriegsland der BRD in einen Hightech-Hub mit globaler Bedeutung zu transformieren. Das gelungene Zusammenspiel von Industrie, Kapital, Politik und Bürgern hat es ermöglicht, die Spieler des Wissensdreiecks optimal so aufzustellen, dass durch verstärktes Zusammenspiel das Land auch in Zukunft mit innovativen und nützlichen Produkten und Diensten in der Spitzengruppe mitspielen kann.“

### **Prof. Dr. Alexander von Gabain**

Fachgebiet	Nanotechnologie, Life Science
Position	Deputy Vice-Chancellor, Karolinska Institutet, Stockholm, Schweden



„Wer käme schon beim Anblick eines alten Tauchsieders mit Porzellankopf auf die Idee, diese Technik könne eine Rolle bei der Energiewende spielen? Trotzdem zeigen detaillierte Analysen, dass gerade die Kopplung des Strom- mit dem Wärmesektors ganz besondere Chancen für die Integration erneuerbarer Energien eröffnet. Die wahre Bedeutung einer Technik zeigt sich also erst im Systemzusammenhang, und eine vorausschauende Technologiepolitik muss diesen Zusammenhang immer im Blick haben!“

**Prof. Dr. Thomas Hamacher**

Fachgebiet Energie  
Position Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige  
Energiesysteme TU München



„Mechatronische Assistenzsysteme sind dabei, das Leben in der künftigen Gesellschaft nachhaltig zu verändern – von der Fabrikarbeit über die Mobilität am Boden und in der Luft bis zur Unterstützung bei Krankheit und Alter. Robotische Produktionsassistenten werden Industrie 4.0 charakterisieren.“

**Prof. Dr. Gerd Hirzinger**

Fachgebiet Robotik, Luft- und Raumfahrt  
Position Ehem. Direktor (jetzt Berater) des DLR Robotik und  
Mechatronik-Zentrums RMC, Mitglied der nationalen  
Akademien Leopoldina und Acatech



„Zusammenhänge ganzheitlich erkennen und verstehen, unterstützt das unternehmerische Denken, Handeln und Entscheiden für Innovationen vor dem Hintergrund einer Zukunft, die anders sein wird als das Heute.“

**Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann**

Fachgebiet Maschinenbau, Systemkompetenz  
Position Lehrstuhl für Produktentwicklung TU München



„Wirtschaft und Gesellschaft sind zunehmend global vernetzt, wissens- und technologiebasiert. Wie gestalten wir diese Entwicklungen in Bayern – und zwar partnerschaftlich?“

**Prof. Dr. Sabine Maasen**

Fachgebiet      Soziologie  
Position        Friedrich Schiedel-Stiftungslehrstuhl für Wissenschafts-  
soziologie TU München



„Daten sind das Lebenselixier eines jeden Unternehmens. Ein verlässlicher und sicherer Zugang zu Informationen ist zentral für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Zukunft. Der „Industrial Data Space“, wie wir ihn planen, soll zu einer effizienten Wertschöpfung in allen Bereichen beitragen. Ziel ist es, einen offenen Datenraum für die Wirtschaft zu schaffen, eine standardisierte, aber föderale Dateninfrastruktur, in der jeder Eigentümer von Daten entscheidet, wie er sie welchem Partner zugänglich macht.“

**Prof. Dr. Reimund Neugebauer**

Fachgebiet      Energie- und ressourceneffektive Produktion  
Position        Präsident Fraunhofer-Gesellschaft



„Veränderungen fangen immer in den Köpfen der Menschen an. Die hohe Taktzahl bei Innovationen und neuen Technologien, eine Medienlandschaft im globalen Wettbewerb – in der jeder Sender und Empfänger zugleich sein kann – erfordern Neugier, Veränderungsbereitschaft und lebenslanges Lernen. Somit sind Forschung und Bildung die Schlüssel zum unternehmerischen Erfolg.“

**Prof. Dr. Dr. Birgit Spanner-Ulmer**

Fachgebiet      Medienproduktion, Arbeitswissenschaft  
Position        Direktorin Produktion und Technik Bayerischer Rundfunk



„Deutschland darf im Bereich Life Sciences und Biotechnologie den Anschluss nicht verlieren. Gerade jetzt bieten sich im Zusammenhang mit Digitalisierung und IKT neue Möglichkeiten für Personalisierte Medizin und Big Data, die es auszuschöpfen gilt.“

**Prof. Dr. Günther Wess**

Fachgebiet      Biotechnologie, Pharma, Life Science  
Position        President und CEO Helmholtz Zentrum München,  
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft



„Sobald Ärzte die Sprache der Ingenieure sprechen, geht die Post der Medizintechnik ab: Ich sehe 1.000 neue Firmen am Horizont!“

„IT entklumpt jedes Risiko.“

**Prof. Dr. med. Dr.-Ing. habil. Erich Wintermantel**

Fachgebiet      Medizintechnik  
Position        Lehrstuhl für Medizintechnik TU München



„Die besondere Stärke des Zukunftsrates besteht in der Zusammenführung von Expertisen aus zahlreichen wissenschaftlichen Fachbereichen und der damit verbundenen Möglichkeit, aktuelle technologische Entwicklungen in einem interdisziplinären Umfeld zu erörtern und zu bewerten. Davon verspreche ich mir unter anderem, dass die unter dem Schlagwort Industrie 4.0 zusammengefassten Trends, also die zunehmende Vernetzung aller Systemkomponenten in der Produktion sowie die damit einhergehende Steigerung von Produktivität und Variantenvielfalt, auf einer sachlichen Grundlage diskutiert und dann einer breiten Öffentlichkeit vermittelt werden können.“

**Prof. Dr.-Ing. Michael F. Zäh**

Fachgebiet	Fertigungstechnik
Position	Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik im iwB der TU München

## Inhaltsverzeichnis

<b>A.</b>	<b>Der Ausgangspunkt</b>	
	<b>Studie <i>Bayerns Zukunftstechnologien</i></b>	<b>17</b>
<b>01</b>	<b>Analyse des Status quo</b>	<b>18</b>
<b>02</b>	<b>Der Blick nach vorn</b>	<b>22</b>
<b>B.</b>	<b>Handlungsempfehlungen</b>	
	<b>des Zukunftsrats der Bayerischen Wirtschaft</b>	<b>47</b>
<b>01</b>	<b>Empfehlungen zu allgemeinen Rahmen-</b>	
	<b>bedingungen für Innovationen</b>	<b>48</b>
<b>02</b>	<b>Strategische Handlungsempfehlungen</b>	<b>58</b>
02.1	Stärken stärken .....	60
	– Einzeltechnologieübergreifende Zusammenarbeit .....	60
	– Hybride Wertschöpfung .....	61
02.2	Klumpenrisiko durch Diversifikation auflösen .....	62
02.3	Potenziale der Digitalisierung und des Internets heben .....	63
02.4	Risiko wagen – Aktive Beteiligung an disruptiven Innovationen .....	66
02.5	Eigene Entwicklungen, auch auf bestehenden Märkten .....	67
02.6	Überkommene Trennungen aufgeben, Vernetzung abbilden .....	68
02.7	Anwender von Anfang an mitnehmen, Begeisterung entfachen .....	70
<b>03</b>	<b>Empfehlungen Technologietransfer / Kooperation</b>	<b>72</b>
03.1	Schnittstellen für den systematischen Austausch .....	74
	– Branchenübergreifende Cluster .....	74
	– Abgrenzung überwinden .....	75
03.2	Vernetzte Bildung und Forschung .....	76
	– Interdisziplinarität und Transdisziplinarität .....	76
	– Systemkompetenz .....	77
	– Duale Studiengänge .....	77
	– Gründerzentren .....	77
	– Durchlässigkeit zwischen Industrie und Hochschule .....	78
	– Unternehmergeist in der Wissenschaft fördern .....	79
	– Digitalisierung in der Bildung vorantreiben .....	80

03.3	Forcierung der Kooperationsfähigkeit .....	81
	– Öffnung und Internationalisierung .....	81
	– Kooperation zwischen Unternehmen .....	82
	– Verbundprojekte zwischen Groß- und Kleinunternehmen .....	83
	– Kooperationszentren Unternehmen – Wissenschaft .....	83
	– Innovation Labs .....	84
03.4	Bekanntheit bestehender Strukturen erhöhen .....	85
<b>04</b>	<b>Empfehlungen zu Inkubatoren, Demonstratoren, Finanzierung</b> .....	<b>86</b>
04.1	Aus- und Neugründungen .....	88
	– Direkte Hilfe bei der Unternehmensgründung .....	88
	– Gesellschaftliche Rahmenbedingungen .....	89
04.2	Finanzierungsmöglichkeiten verbessern .....	90
	– Zugang zu bestehenden Fördermöglichkeiten erleichtern .....	90
	– Förderung technologieneutraler ausgestalten .....	91
	– Neuer Förderschwerpunkt Digitalisierung .....	91
	– Verfügbarkeit von Risikokapital ausbauen .....	92
04.3	Experimentierfeld für Organisations- und Kooperationsmodelle .....	93
04.4	„Valley of Death“ überwinden .....	94
	– Finanzierung bis zur Markteinführung .....	94
	– Gezielte Auftragsvergabe .....	95
04.5	Mit Leuchtturm-Initiativen komplette Wertschöpfungsnetzwerke fördern .....	96
04.6	Gründer an Bayern binden .....	97
04.7	Förderung von Demonstratoren .....	98
04.8	Bayerische Technologieförderung auf dem Prüfstand .....	99
04.9	Anpassung von rechtlichen Rahmenbedingungen .....	100
04.10	Steuerliche Forschungsförderung .....	101



# A. Der Ausgangspunkt Studie *Bayerns Zukunftstechnologien*

## **Leitstudie zeigt Stärken, Chancen und Herausforderungen auf**

In der Studie *Bayerns Zukunftstechnologien* (vbw, Juli 2015) werden die technologischen Entwicklungen der kommenden Jahre sowie die Potenziale und Herausforderungen in Bayern und Deutschland analysiert. Auf den Ergebnissen bauen die Handlungsempfehlungen des Zukunftsrats auf. Die Kerneergebnisse der Studie sind im Folgenden zusammengefasst.

<b>01 Analyse des Status quo</b>	<b>18</b>
<b>02 Der Blick nach vorn</b>	<b>22</b>

---

# 01

## Analyse des Status quo

---

### Hintergrund und Aufgabenstellung

Die wirtschaftlichen Perspektiven Bayerns und die Wettbewerbsfähigkeit seiner Unternehmen auf den internationalen Märkten hängen in einem immer stärkeren Maße von der Forschung und Entwicklung in zentralen Technologiefeldern sowie der Umsetzung in wertschöpfende Produkte und Prozesse ab.

Technologieführerschaft und die Nutzung von neuen technischen Möglichkeiten spielen darüber hinaus eine wichtige Rolle bei der Lösung zentraler Herausforderungen der Gegenwart, wie beispielsweise der Gesellschaft 4.0, dem demografischen Wandel, Energie- und Klimafragen oder den Mobilitätsbedürfnissen.

Vor diesem Hintergrund hat die vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. die Prognos AG mit der Erstellung einer Leitstudie zu den großen technologischen Trends der nächsten fünf bis zehn Jahre beauftragt. Die Arbeit dient als Arbeits- und Diskussionsgrundlage für den „Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft“. Das Gremium wurde von der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft im Mai 2014 mit dem Ziel eingerichtet, Handlungsvorschläge für Entscheidungsträger in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu zentralen Zukunftsfragen zu erarbeiten.



### **Globalisierung verändert nachhaltig die weltweiten Wirtschaftsbeziehungen**

Das Gefüge der globalen Wirtschaftsbeziehungen hat sich durch die sich intensivierende Globalisierung in den vergangenen beiden Jahrzehnten erheblich verändert. Der Aufholprozess der Schwellenländer gewinnt seit Mitte der 1990er-Jahre zunehmend an Dynamik. Der Eintritt dieser Ländergruppe in den globalen Wettbewerb führt in der Gesamtheit zu einem spürbaren Konkurrenzdruck für die etablierten Volkswirtschaften. Besonders bei der Produktion und auf dem globalen Exportmarkt spielen die Schwellenländer mittlerweile eine sehr wichtige Rolle. Die deutsche und insbesondere auch die bayerische Industrie behaupten sich dennoch bisher gut im globalen Wettbewerb.

### **Volkswirtschaften spezialisieren sich zunehmend**

Im Zuge der Globalisierung hat sich in fast allen Volkswirtschaften die Spezialisierung auf solche Branchen oder Bereiche verstärkt, in denen das jeweilige Land einen komparativen Vorteil aufweist. Deutschland und Bayern bilden hier keine Ausnahme. Für die bayerische Industrie sind der Kraftwagenbau und der Maschinenbau bei Produktion und Ausfuhr sowie Forschung und Entwicklung die mit Abstand wichtigsten Einzelbranchen. Die relative Bedeutung der beiden Bereiche ist in Bayern noch deutlich höher als im Bundesdurchschnitt. Weitere Schlüsselbranchen der bayerischen Industrie sind, gemessen am Exportaufkommen, die Chemische Industrie, die Medizin-, Mess- und Steuerungstechnik sowie der Bereich der Geräte zur Elektrizitätserzeugung.

## **Bayerische Schlüsselbranchen profitieren von positiven Treibern auf der Nachfrage- und Angebotsseite**

Die Entwicklung der beiden wichtigsten bayerischen Branchen Kraftwagenbau und Maschinenbau wurde von positiven Treibern auf der Nachfrage- und Angebotsseite gestützt. Einerseits profitierten sie von der stark gestiegenen internationalen Nachfrage. Zwar gehören die beiden Branchen nicht zu den am schnellsten wachsenden Exportbranchen, sie verzeichnen als global größte Exportbranchen aber in absoluten Zahlen den stärksten Zuwachs beim Ausfuhrvolumen. Andererseits trieb angebotsseitig der technologische Fortschritt – gemessen an den stark gestiegenen Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen in den beiden Bereichen – die Branchenentwicklung voran: Auf Bundesebene wurde in beiden Branchen die Forschungsintensität zwischen 1995 und 2012 deutlich gesteigert. Eine Patentanalyse zeigt, dass der Anteil Bayerns an Forschung und Entwicklung in den beiden Wirtschaftszweigen besonders hoch ist.

## **Bayerns Stärke liegt in den Maschinentechnologien**

Die Analyse auf Branchenebene beleuchtet die Marktseite der Entwicklung in der bayerischen Industrie. Eine Betrachtung auf Ebene von Technologien zeigt darüber hinaus detaillierter auf, welche Technologien – als Träger des technologischen Fortschritts – für die Entwicklung im Verarbeitenden Gewerbe an Bedeutung gewonnen oder eingebüßt haben.

Die für Bayern mit Abstand wichtigste Technologiegruppe stellt dabei der Bereich Maschinentechnologien dar. In diese Gruppe fallen unter anderem jene Technologien, die für den Kraftwagenbau und den Maschinenbau hohe Bedeutung besitzen. Zudem sind Teilbereiche der Chemischen und der Apparate-technologien von Bedeutung. Die chemische Verfahrenstechnik bedarf jedoch in Bayern einer massiven Verstärkung, nicht zuletzt bei der „Weißen Biotechnologie“ (Industrial Biotechnology). In der Luft- und Raumfahrttechnologie droht Bayern trotz einer starken Ausgangsposition und der zuletzt verstärkten Aktivitäten der Staatsregierung an Boden zu verlieren.

## **F+E und Produktion bedingen sich wechselseitig**

Die stärksten Zuwächse bei den Forschungsaufwendungen erzielte der Kraftwagenbau: Die Ausgaben für F+E verdreifachten sich zwischen 1995 und 2012. Mittlerweile entfällt ein Viertel der globalen Forschung und Entwicklung in diesem Bereich auf Deutschland. Die zweithöchste Zuwachsrate erzielte mit knapp 150 % die Medizin-, Mess- und Steuerungstechnik. Der Maschinenbau steigerte die Forschungsausgaben um immerhin 55 %. In der Chemischen Industrie und der Branche Geräte zur Elektrizitätserzeugung waren die absoluten Ausgaben für F+E im Jahr 2012 hingegen niedriger als 1995.

Insgesamt zeigt sich eine hohe Korrelation zwischen Forschung und Produktion in Bayern: Branchen, die ihre Forschungsaufwendungen überproportional steigerten, konnten auch ihre Produktion am stärksten ausweiten. Der stark aufgestellten bayerischen Industrie gelingt es sehr gut, mit hohen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen eine hohe Innovationsdynamik zu entfalten – und in wirtschaftlichen Erfolg umzusetzen.

## **Produktionsstandort Bayern ist mehr denn je auf Erfolge bei F+E angewiesen**

Vor dem Hintergrund des sich auch bei Forschung und Entwicklung abzeichnenden Aufholprozesses der Schwellenländer ist davon auszugehen, dass der globale Wettbewerbsdruck im Bereich der forschungs- und wissensintensiven Produktion künftig stark zunimmt – also auch in Produktbereichen, die für die bayerische Industrie besonders wichtig sind. Mehr denn je ist es daher für die bayerischen Unternehmen von zentraler Bedeutung, auch künftig in großem Umfang in Forschung und Entwicklung zu investieren, um weiter zu den globalen Technologieführern in wichtigen Technologiebereichen zu gehören.

## **Starke Spezialisierung birgt auch Risiken**

Die Analyse zeigt ferner, dass sich das Verarbeitende Gewerbe in Bayern seit 1995 stark spezialisiert hat. Auf Branchenebene verzeichneten vor allem der Kraftwagenbau und, zu einem etwas geringeren Teil, der Maschinenbau überdurchschnittlich hohe Zuwachsraten bei F+E, Produktion und Export. Auf Ebene der Technologien nimmt die Verkehrs- und Automobiltechnik eine herausragende Rolle ein. In der jüngeren Vergangenheit profitierte der Standort Bayern sehr stark von der hohen Wachstumsdynamik in diesen Bereichen. Das darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass mit der starken Spezialisierung ein nicht zu vernachlässigendes Klumpenrisiko einhergeht: So hätte ein Abschwung in diesen Branchen gravierende Auswirkungen auch auf weite Teile der übrigen Volkswirtschaft. Verschärft wird das Risiko durch schnelle, teilweise disruptive Veränderungen unter dem Einfluss digitaler Technologien und deren kürzere Innovationszyklen.

---

## 02

# Der Blick nach vorn

---

### **Rahmenbedingungen der technologischen Entwicklung**

Die fundamentalen Entwicklungsdeterminanten Globalisierung, Klimawandel und Ressourcenfragen, Demografie, Geopolitik und Sicherheitsfragen sowie Einstellungen und Werte stehen alle in starken Wechselbeziehungen mit der technologischen Entwicklung. Dieser Sachverhalt ist charakteristisch für eine technologisch fortgeschrittene Gesellschaft.



## Globalisierung

In einer übergreifenden Betrachtung wird das Wohlstandswachstum durch den weltweiten Handel unterstützt. Die Globalisierung wirkt daher wohlstandsmehrend. Wo allerdings der Schwerpunkt der Wertschöpfung künftig liegt, entscheidet sich auch nach Standortfaktoren wie den Kosten von Arbeit und Energie. Die Wertschöpfungsketten werden zunehmend internationalisiert, unterstützend wirken dabei multilaterale und regionale Handelsabkommen. Mit der Globalisierung gehen erhebliche Veränderungen bei den Mobilitätsbedürfnissen einher. Der Welthandel wächst dynamisch, zukünftig ist aber eine Abschwächung des Wachstums zu erwarten. Generell stützen dabei die Entwicklungen in den Schwellenländern die Dynamik der Weltwirtschaft in hohem Maß.

## Klimawandel und Ressourcenfragen

Auch zukünftig werden die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen ungeachtet des Ziels einer vollständigen Dekarbonisierung in den führenden Industriestaaten bis Ende des Jahrhunderts zunächst weiter ansteigen. Da die Lasten des Klimawandels regional sehr unterschiedlich verteilt sind und die absoluten Emissionen je Einwohner in den einzelnen Volkswirtschaften stark variieren, wird ein gemeinsames Handeln erschwert. Kurz- bis mittelfristig sind entsprechende internationale Abkommen daher unwahrscheinlich, die zu einer deutlichen Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes auch in den Schwellenländern führen.

Die Herausforderungen im Zuge der notwendigen Anpassungen an den Klimawandel werden zunehmen. Beispielsweise muss eine verstärkte Sicherung von Infrastruktur und Industrieanlagen gegenüber Extremwetterereignissen, die Vorbereitung des Energie- und Gesundheitssystems auf Extremsommer sowie Extremwinter sowie eine allmähliche Anpassung des Portfolios landwirtschaftlicher Nutzpflanzen und Wälder an die geänderten Klimabedingungen erfolgen. Die Auswirkungen sind derzeit noch nicht in Gänze absehbar. Deutschland übernahm in der Vergangenheit in verschiedenen Bereichen die Rolle des technologischen Vorreiters, wobei die Anpassung an die Anforderungen des Klimaschutzes den Strukturwandel im Land verstärkt. Eine weitere Folge des Klimawandels wird in anwachsenden Migrationsströmen bestehen.

Die globale Erwärmung ermöglicht zunehmend die Rohstoffgewinnung in bisher unzugänglichen Gegenden. Zugleich gewinnt die Versorgung mit energetischen Rohstoffen an Bedeutung; es ist zu erwarten, dass mineralische und metallische Rohstoffe teurer werden.

### Demografische Entwicklung

In den Entwicklungs- und Schwellenländern erfolgt ein dynamisches Bevölkerungswachstum, das mit einem Rückgang in Industrieländern einhergeht. In diesen verstärkt sich die Alterung der Bevölkerung und zeigt dort die entsprechenden Auswirkungen. Die deutsche Bevölkerung wird langsam, aber deutlich schrumpfen. Bis zum Jahr 2040 wird mit einem Rückgang der Einwohnerzahl um rund 3,9 Millionen gerechnet. Damit einher geht die Verknappung der Erwerbsfähigen, was Rückwirkungen auf Wachstum und Produktivität hat. Außerdem wird der Druck auf die Finanzierung der Sozialsysteme steigen sowie ein Strukturwandel der Produktmärkte einsetzen (Konsumpräferenzen und Bedarf).

Umso wichtiger ist zur Fachkräftesicherung neben der Zuwanderung qualifizierter Arbeitskräfte aus dem Ausland auch eine längere Lebensarbeitszeit. Hierfür bieten digitale Technologien wohnsitzunabhängig neue Möglichkeiten – vorausgesetzt, die erforderliche Infrastruktur ist flächendeckend verfügbar.

### Geopolitik und Sicherheitsfragen

Die Auswirkungen von Regionalkonflikten lassen sich in einer globalisierten Welt nicht mehr regional begrenzen. Das betrifft unter anderem die Lieferketten und den Zugang zu wichtigen Rohstoffen. Zunehmende Vernetzung, insbesondere über den Einsatz von IKT beispielsweise in Steuerungssystemen und Internetanbindungen, kennzeichnen auch den Bereich der sog. kritischen Infrastrukturen, die es vor natürlichen Bedrohungen und gezielten Angriffen umso mehr zu schützen gilt.

## Einstellungen und Werte

Gesellschaftliche Trends stehen in einer dynamischen Wechselwirkung mit der Entwicklung von Technologien und können einen wesentlichen Faktor für den Erfolg ihrer Markteinführung darstellen. Bei der aufkommenden urbanen Mittelschicht in den Entwicklungs- und Schwellenländern sind Änderungen bei den Konsumpräferenzen und -möglichkeiten zu erwarten. Daneben verändert die zunehmende Gleichstellung der Frauen die Sozial- und Wirtschaftsstrukturen, und es ist ein Trend zur individuellen Beteiligung an politischen und gesellschaftlichen Prozessen feststellbar. Dennoch können einzelne Trends in der Regel keine globale Gültigkeit beanspruchen. So ist beispielsweise die Technologieakzeptanz stark von regionalen Faktoren und Einstellungen wie auch vom Bildungsgrad abhängig.

### **Die Entwicklung in den Technologiefeldern**

Informations- und Kommunikations-(IKT) sowie Werkstoff- und Biotechnologien sind Basistechnologien, die alle anderen Technologiefelder, unter anderem Produktionstechnologien, intelligente Verkehrssysteme, Energietechnologien, Medizintechnik sowie Ernährungs- und Lebensmitteltechnologie stark beeinflussen. Insbesondere die IKT wirkt mit ihren kurzen Innovationszyklen als „Taktgeber“. Die Informations- und Kommunikationstechnologien und der mit ihnen verbundene Prozess der Digitalisierung durchdringen alle Technologie-, Arbeits- und Lebensbereiche und bringen drastische, teilweise disruptive Veränderungen mit sich.

Deutschland und Bayern sind hinsichtlich der generellen Entwicklungen in den bedeutenden Technologie- und Anwendungsfeldern in der Regel insgesamt sowohl bei F+E als auch bei der wirtschaftlichen Umsetzung gut bis sehr gut aufgestellt.



Bei dem strategischen Technologiefeld IKT ist das Bild zwiespalten: Deutschland und Bayern sind in praktisch allen strategischen Teilgebieten wie Chipentwicklung, Endgeräte, Software und Geschäftsmodelle für den Massenmarkt nicht an den Standardsetzungen beteiligt und im Wettbewerb schwach positioniert, gerade im Vergleich zu den USA und Ostasien. Beim Internet für Verbraucher haben wir den Anschluss verloren und müssen uns von einer guten Ausgangsposition in anderen Bereichen in der Schlüsseltechnologie IKT wieder an die Spitze hocharbeiten.

In spezialisierten industrienahen IKT-Teilbereichen gibt es in Deutschland und Bayern große Stärken bis hin zur Weltmarktführerschaft. Das gilt in Bayern insbesondere für den spezialisierten Mittelstand in den Bereichen Mess-, Steuer- und Regeltechnologien im Maschinenbau (special purpose, Embedded Systems). Sehr gute Chancen bieten sich dadurch im Bereich Smart Products, also bei in Internettechnologien eingebundenen Produkten.



Verkehrsinfrastrukturen sind die Lebensadern moderner Gesellschaften und ihrer Wirtschaft. An Bedeutung gewinnt das systemische Verständnis von Mobilität, das sowohl Personen- als auch Güterverkehr im Nah- und Fernbereich umfasst und welches durch das Leitbild der „nachhaltigen Mobilität“ geprägt wird. Dabei umfasst dieses Verständnis nicht nur Fahrzeuganbieter, sondern auch Fahrzeugtechnologien (bspw. Elektrifizierung des Antriebsstrangs, informationstechnische Vernetzung von Fahrzeugen untereinander und/oder mit der Infrastruktur), neue Mobilitätsformen und Geschäftsmodelle (bspw. Sharing-Modelle, automatisiertes Fahren, Elektromobilität). In Bayern gibt es eine starke Konzentration auf den Bereich Automotive. Mit der Beherrschung von unterschiedlichen Technologieentwicklungen haben bayerische Unternehmen eine gute Ausgangsposition. Einen entscheidenden Einfluss auf die weitere Entwicklung intelligenter Verkehrssysteme und zukünftiger Mobilität haben rechtliche Rahmenbedingungen und eine leistungsfähige Infrastruktur.



Die Luft- und Raumfahrt bedient sich unterschiedlicher Technologiefelder als Basis für die Verbesserung bestehender und die Herstellung neuer Produkte. Mit ihren langfristig ausgerichteten Produktzyklen sowie den hohen Anforderungen an die verwendeten Technologien (u. a. hinsichtlich Sicherheit, Zuverlässigkeit, Energieeffizienz, Leistungsgewicht) stellt sie einen wesentlichen Treiber der technologischen Entwicklungen für die genutzten Technologien und damit einen Innovationsmotor dar. In der Luftfahrt wird neben den bekannten Beispielen im Bereich des Extremleichtbaus vor allem die elektromotorische Antriebstechnik massiv an Bedeutung gewinnen, aber auch die Technologie für unbemannte Flugsysteme (UAV) – ein Bereich, in dem zahlreiche Gründungen stattfinden.

In der Luft- und Raumfahrttechnologie eingeführte Technologien und Produktionsverfahren werden zudem oftmals als Spill-over in andere Technologie- und Anwendungsfelder übertragen. Die Wissenschaft und Wirtschaft aus Deutschland und Bayern haben international eine starke Position sowohl auf OEM- als auch auf Zuliefererebene.



Das Energiesystem Deutschlands ist derzeit von starken Veränderungen geprägt: Kernenergieausstieg, Ausbau der erneuerbaren Energien, Klimaschutzanforderungen sowie die notwendigen verbrauchsseitigen Energieeffizienzsteigerungen führen zu einem Umbau des Energiesystems in kurzer Zeit. Technologische Herausforderungen sind z.B. die Entwicklung kostengünstiger und langdauernd belastbarer Strom- und Wärmespeicher sowie die Systemeinbindung von Elektromobilität mit sogenannter Smart Grids.

Eine Reihe dieser Herausforderungen sind nur in internationaler Abstimmung und Arbeitsteilung zu lösen. Das gilt insbesondere für Mobilitätsfragen sowie die Steuerung und den sicheren Umbau des Energiesystems bis hin zur langfristig angestrebten vollständigen Abkehr von fossilen Energieträgern. Perspektivisch wird davon ausgegangen, dass auch in anderen Industrieländern ähnliche Systemumbauten erfolgen und den Schwellen- und Entwicklungsländern Möglichkeiten zur Verfügung gestellt werden, den Aufbau und die Weiterentwicklung ihrer Energie- und Industriesysteme entsprechend zu gestalten. Beispielsweise weist der Ausbau der erneuerbaren Energien in zahlreichen Ländern signifikante Erfolge auf.

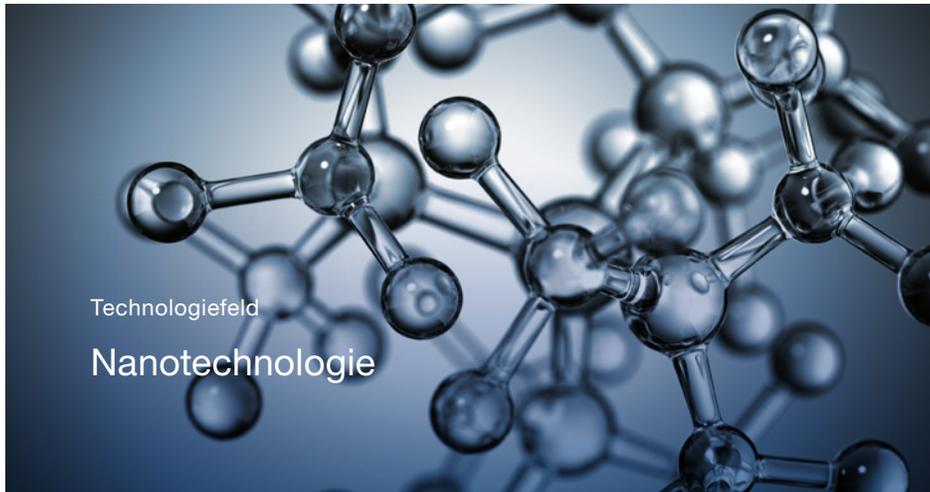


Fortsetzung von Seite 29

Energietechnologien unterliegen einem starken Einfluss anderer Technologiefelder und deren Entwicklungen (beispielsweise Werkstoffe, IKT, Produktionstechnologien). Derzeit kommt in der Entwicklung von Energietechnologien systemischen Aspekten eine hohe Bedeutung zu. Hierzu zählen neben Fragen der Netzinfrastruktur vor allem die Energiespeicherung, insbesondere vor dem Hintergrund der fluktuierenden Eigenschaften erneuerbarer Energieträger, die Entwicklung eines zukunftsfähigen Marktdesigns sowie der Einsatz von Smart-Technologien.

Vor allem aufgrund der Bedeutung von Infrastrukturen und (groß)technischen Anlagen sind hohe Investitionsanforderungen sowie eine lange Lebensdauer prägend für Entwicklungen und Entwicklungsdynamiken in diesem Technologiefeld.

Die deutschen und bayerischen Unternehmen, die für Energiesysteme notwendige Schlüsseltechnologien beherrschen (wie z. B. Leistungselektronik für den differenzierten Netzbetrieb), haben eine gute Ausgangsposition, die durch eine gezielt angewandte Forschung weiter zu stärken ist.



Die Nanotechnologie hat als Querschnittstechnologie und Basistechnologie der Zukunft eine hohe Ausstrahlung auf andere Technologien und Anwendungsfelder. Aus der Nanoskaligkeit sind innovative Produkteigenschaften zu erwarten. Nanotechnologie ermöglicht bspw. innovative Anwendungen in der Elektronik, bei Werkstoffen, in der Medizin, im Bereich der Energietechnologien oder der Biotechnologie. Zukünftige Anwendungsfelder sind breit gestreut und aus heutiger Sicht noch nicht vollständig abzuschätzen. Bestimmte Anwendungen, beispielweise bei innovativen Werkstoffen, besitzen bereits heute eine hohe Relevanz, während andere Anwendungen erst langfristig eine Rolle spielen werden. In der wissenschaftlichen Forschung und Entwicklung hat Deutschland eine gute Ausgangsposition. Die Unternehmen schließen auf: In Deutschland und Bayern sind kleine und mittlere Unternehmen ansässig, die teilweise Weltmarktführer sind. Bayern ist gut positioniert bei Werkstoffen sowie bei Medizinanwendungen. Der Wertschöpfungsanteil ist noch gering, hat aber großes Wachstumspotenzial. Bei der Nutzung und Anwendung der Nanotechnologie sind in einigen Feldern Herausforderungen durch ungeklärte, möglicherweise kritische Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen und die derzeit fehlende gesellschaftliche Akzeptanz zu erwarten (bspw. Nanotechnologie in Lebensmitteln oder in der pharmazeutischen Anwendung).



Technologiefeld

## Neue Werkstoffe und Materialien

Werkstoffe und Materialien stellen die Basis für die Entwicklung und Herstellung von Produkten dar und sind essenziell für deren Design, Nutzungsmöglichkeiten oder auch für die Gestaltung von Produktionsprozessen und Geschäftsmodellen. Werkstoff und Materialinnovationen haben einen hohen Hebelfaktor in nahezu allen Branchen. Eine wachsende Bedeutung haben Hybrid- und Verbundwerkstoffe sowie deren Verarbeitung, die mit spezifischen Eigenschaften neue Funktionalitäten ermöglichen. Wissenschaft und Wirtschaft aus Deutschland und Bayern haben hier eine starke Position.



Industrielle Produktionstechnologien sind ein zentraler Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie. In den nächsten zehn Jahren sind vor allem Entwicklungen im Bereich der Automatisierung und Prozessgestaltung bzw. -steuerung in zunehmend unstrukturierten Umgebungen von Bedeutung, die mit anwachsender Digitalisierung hin zum Leitbild der „Industrie 4.0“ entwickelt werden. Die Entwicklung der Produktionstechnologien ist stark vom Markt getrieben und adaptiert eine Vielzahl unterschiedlicher technologischer Entwicklungen. Einen starken Einfluss haben die eher langfristig orientierten Investitionszyklen (Anlageninvestitionen). Deutsche und bayerische Unternehmen nehmen weltweit führende Positionen ein; dennoch ist ein rascher Ausbau der informationstechnischen Forschung und Entwicklung mit Bezug auf „Industrie 4.0“ erforderlich.



Die Rote Biotechnologie (Diagnostika, Therapeutika) ist heute von großer Bedeutung für die deutsche Wirtschaft. Bayerische Forschungseinrichtungen haben in der Roten Biotechnologie eine Spitzenposition. Dennoch sind die deutschen Unternehmen auf globaler Ebene – insbesondere im Vergleich zu den USA – in einer relativ schwachen Position. Der Abstand hat sich in den letzten zehn Jahren vergrößert. Ein wesentlicher Grund hierfür sind die langen Innovations- und Entwicklungszyklen sowie kritische Finanzierungsstrukturen in Deutschland.

Die Weiße Biotechnologie (industrielle Produktion, sowohl Produktionsmethoden als auch Werkstoffe und neue „Grundstoffe“) hat in Zukunft ein großes Potenzial; es wird mit einer Revolution in der chemischen Produktionstechnik gerechnet (Biokatalysatoren, Hochdurchsatz-Reaktoren, biogene Rohstoffe). Hier besteht dringender Aufholbedarf, um der deutschen Chemieproduktion die Zukunft zu sichern.

Die Grüne Biotechnologie (agrarisches Produkte) spielt in Deutschland nahezu keine Rolle, weil keine gesellschaftliche Akzeptanz besteht. Deshalb ist mittelfristig die Abhängigkeit von geistigem Eigentum vorauszusetzen, das heute praktisch ausschließlich außerhalb Deutschlands geschaffen wird. Dieses gravierende Defizit wird langfristig kaum gutzumachen sein.



Technologiefeld

## Gesundheits- und Medizintechnologien

Der Bereich Gesundheits- und Medizintechnik ist ein wachsender Markt, der alle geeigneten technologischen Entwicklungen aufnimmt und seinen Erfordernissen anpasst. Von hoher Bedeutung sind dabei vor allem Entwicklungen im Bereich der Ingenieurwissenschaften, der IKT und der Digitalisierung, der Werkstofftechnologie sowie der Bio- und Lebensmitteltechnologie und der klinischen Medizin. Gerade IKT und Digitalisierung spielen eine zentrale Rolle. Wichtige Arbeitsfelder sind bspw. die Telemedizin und die Nutzung von fortschrittlichen Datenanalysetechnologien zur effizienteren Erforschung von Krankheitsmechanismen und zur schnelleren Therapieentwicklung.

Starke Einflüsse stellen die demografische Entwicklung, die Globalisierung sowie die Entwicklung von Einkommen und der Gesundheitssysteme dar. Deutsche und bayerische Unternehmen haben auch hier eine sehr gute Ausgangsposition, zumal auf hohem Niveau akademisch geforscht wird. Bei der Umsetzung vor Ort bestehen aber Finanzierungsprobleme.



Technologiefeld

## Ernährungs- und Lebensmitteltechnologien

Im Bereich der Lebensmitteltechnologie ist ein Bedeutungswachstum physikalischer Verfahren und Methoden feststellbar. Das Anwendungsfeld ist stark von der Tendenz zu Nachahmerinnovationen geprägt. Zukünftig wird die Bedeutung des Minimal Processing zunehmen, d. h. der systemischen Betrachtungen aller Ströme in Produktion und Verwertung von Nahrungsmitteln. Einen starken Einfluss auf aktuelle Entwicklungen haben Veränderungen des Konsumentenverhaltens und -interesses, insbesondere die Thematik „Functional Food“ profitiert hiervon. Das Anwendungsfeld unterliegt Entwicklungsrestriktionen durch noch fehlende rechtliche Rahmensetzungen.

Die landwirtschaftliche Primärproduktion (Nutzpflanzen) erfordert einen nährstoff- und klimaoptimierten Qualitätsschub, der u. a. auf gentechnische Optimierungen für den Anbau in klimatisch ungünstigen (ariden) Regionen und den Einsatz computergesteuerter Anbaumethoden abzielt. Die Landwirtschaft von morgen kann eine wichtige Nutznießerin des digitalen Fortschritts werden, was bisher wenig erkannt ist.

## Technologiefelder

Überblick und Handlungsbedarf

Technologiefeld	Dynamik	Ökonomische Bedeutung	Technische Reife	Einfluss	Bayern	Aktiver Handlungsbedarf
IKT und Digitalisierung	+++	+++	1-9	+++		
Intelligenter Verkehr und zuk. Mobilität	+	+	1-6	+		
Energiesysteme	++	+(+)	5-7	++		
Nanotechnologie	++	+	1-6	+		
Werkstoffe und Materialien	++	++	8-9	++		
Industrielle Produktionstechnologien	++	++	8-9	++		
Biotechnologie	++	+	5-7	+		
Gesundheitswesen und Medizintechnik	+++	+	8-9	+++		
Ernährung und Lebensmitteltechnik	+++	++	5-9	+		
Luft- und Raumfahrt	++	+	7-9	++		

### Legende

Ökonomische Bedeutung

+++ sehr hoch  
++ hoch  
+(+) mittelbar hoch  
+ mittel

Technologiereifegrad

8-9 Qualifiziertes System  
5-7 Entwicklung / Demonstrator  
1-4 Grundlagen Labor

Position Bayern

 Gut  
 Gefährdet

Aktiver Handlungsbedarf

 Sehr hoch  
 Hoch  
 Mittel

## **Die Bedeutung der Umfeldfaktoren für die technologischen Entwicklungen**

Technologieentwicklungen sind neben den fundamentalen Entwicklungsdeterminanten unterschiedlich stark von allgemeinen Standortbedingungen, dem Bildungssystem, der Forschungsinfrastruktur, den Finanzierungsmöglichkeiten für Innovationen, der öffentlichen Meinung sowie politisch gestalteten Rahmenbedingungen abhängig. In Deutschland und Bayern werden technologische Entwicklungen insgesamt eher gut unterstützt und ermöglicht. Besonders in Bayern sind die bestehende Forschungsinfrastruktur sowie die Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik (FTI) als positive Einflussfaktoren zu nennen. Dem Bildungs-, Aus- und Weiterbildungssystem kommt bei dem Trend zu noch höher qualifizierten Arbeitskräften eine zunehmende Bedeutung zu.

Derzeit zeigen sich gewisse Schwachstellen vor allem bei den existierenden Finanzierungsmöglichkeiten für risikobehaftete Entwicklungsschritte vom Prototypen bis hin zum marktfähigen Produkt („Valley of Death“ im Anschluss an die F+E Phase) bzw. im bei Unternehmensgründungen. Zwar ist das zur Verfügung stehende Venture-Kapital für neue Unternehmen und deren Entwicklung in Bayern höher als im Bundesdurchschnitt, dennoch besteht hier bereits heute ein noch nicht befriedigter Bedarf, der gegenüber den maßgeblichen Wettbewerbern (v. a. USA) zukünftig weiter anwachsen wird.

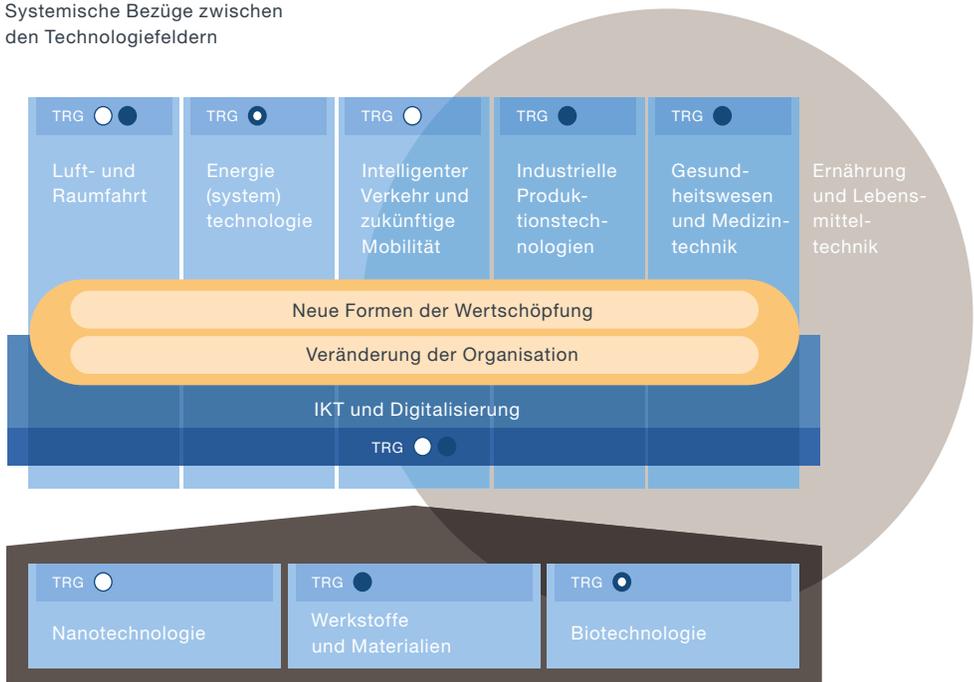
Obwohl häufig eher negativ thematisiert, ist die öffentliche Meinung in Deutschland und Bayern generell innovations- und technologiefreundlich. Dennoch zeigen sich bei einer detaillierten Analyse Themen und Fragestellungen, die gesellschaftlich umstritten sind und bei einer zunehmenden negativen Rezeption auch bremsend auf die technologische Entwicklung rückwirken können. Insbesondere sind hier die Sektoren Biotechnologie (v. a. Grüne Biotechnologie bzw. Gentechnologie) und Nanotechnologie (v. a. Gesundheits-/Umweltrisiken) zu nennen.

## Systemische Aspekte der technologischen Entwicklung / IKT als Treiber

Alle für die kommenden Jahre wichtigen Technologieentwicklungen beeinflussen einander gegenseitig und haben tief greifende Auswirkungen auf die Industriestruktur, die Produktionsprozesse und Wertschöpfungsketten. Prägend für die Entwicklung ist die Digitalisierung. Sie stellt den Kern für die Dynamik und Systembildung dar, induziert mit ihren technologischen Entwicklungen neue Geschäftsmodelle bzw. neue Formen der Wertschöpfung und wird den Strukturwandel massiv verstärken.

### Schlüsseltechnologien

Systemische Bezüge zwischen den Technologiefeldern



### Legende

Technologien

System- und Integrationstechnologien

Basistechnologien

Schnittstellen und zukünftige Auswirkungen

TRG (Technologischer Reifegrad)

1-4 Grundlagen / Labor

5-7 Entwicklung / Demonstration

8-9 Qualifiziertes System

Dabei stellen die Basistechnologien wie Nanotechnologie, Biotechnologie sowie Werkstoffe und Materialien den Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen und Anwendungen dar. Die Basistechnologien sind von den sich stärker vernetzenden systemischen Zusammenhängen (noch) relativ entkoppelt. IKT ist auch hier Treiber, z. B. für das sich abzeichnende Zusammenwachsen zwischen Informations-, Bio- und Nano- /Materialwissenschaften.

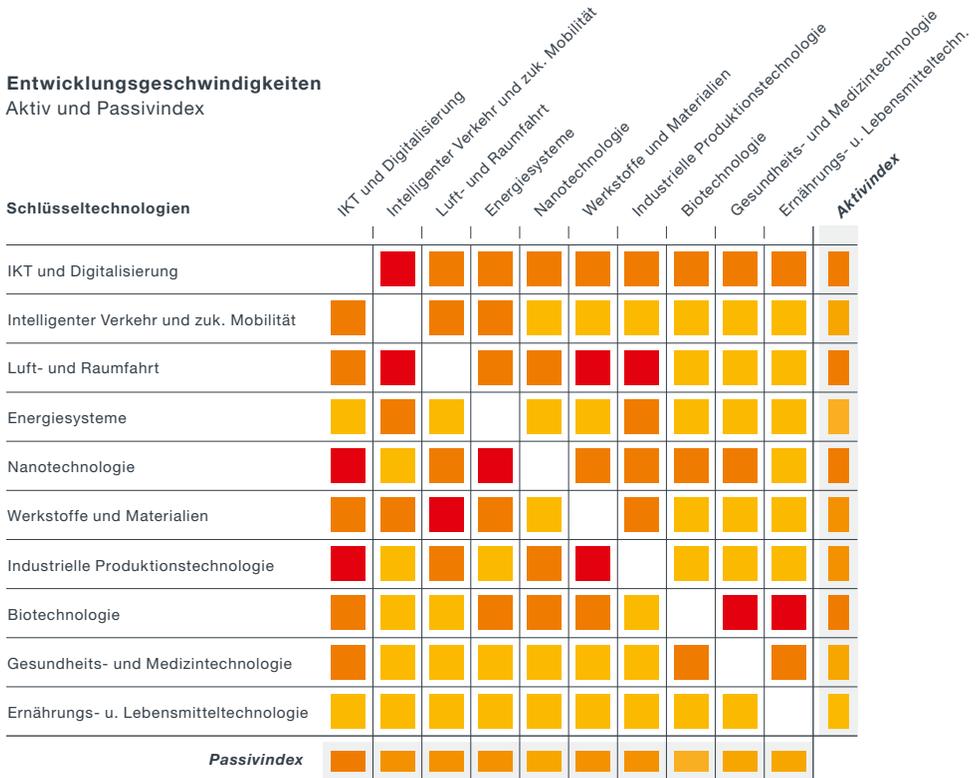
Die Integrations- oder Systemtechnologien wirken als „Meta-Technologien“ oder Anwendungsfelder und nutzen die Entwicklungen aus mehreren, unterschiedlichen Technologiefeldern.

Der Bedeutungszuwachs der Digitalisierung – mithin der ein großer Einfluss des Entwicklungsschubs im Technologiefeld IKT auf alle anderen Technologien, Anwendungsfelder und Branchen – wird die technologische Entwicklung der nächsten Jahre bestimmen. Die Digitalisierung stellt die Verbindung und die Vermittlung zwischen den verschiedenen Technologiefeldern und Anwendungssystemen dar. Damit entstehen neue Formen der Wertschöpfung sowie veränderte Systemorganisation in allen Technologiefeldern. Dies betrifft zum einen den direkten technologischen Einfluss auf andere Technologie- und Anwendungsfelder, zum anderen die Neu- oder Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen. Alle Bereiche werden durch eine höhere und kostengünstigere Verfügbarkeit von Rechenleistung positiv beeinflusst.

Bei der Entwicklung langlebiger Produkte treffen innerhalb desselben Produkts kurze Innovationszyklen bei der IKT, aber lange Innovationszyklen bei anderen Teilen aufeinander, was die Industrie vor große Herausforderungen stellt. So hält z. B. die Karosserie eines Pkw rund 15 Jahre – in dieser Zeit hat die Elektronik mehrere Innovationszyklen durchlaufen. Gleiches gilt bei Werkzeugmaschinen im Verhältnis von Gestell und Antrieb einerseits und Sensorik und Elektronik andererseits. Um spätere Modernisierungen oder Nachrüstungen im IKT-Anteil der Produkte zu ermöglichen bzw. zu erleichtern, muss die Produktarchitektur grundlegend überdacht werden (z. B. modulare Konzepte). Das erfordert innovative Lösungskonzepte, bei denen die deutsche und bayerische Industrie eine Vorreiterrolle spielen kann.

**Entwicklungsgeschwindigkeiten**  
 Aktiv und Passivindex

**Schlüsseltechnologien**



**Legende**

- Keine Beschleunigung oder Verlangsamung
- Beschleunigung der Entwicklung
- Starke Beschleunigung der Entwicklung

Mit der zunehmenden Vernetzung gewinnt die Sicherheit vernetzter Systeme (im Sinne von Security, teilweise auch von Safety) und damit ihre Funktionsfähigkeit und Verlässlichkeit an Bedeutung. Das betrifft Bedrohungen und Verluste beispielsweise durch Sabotage, gezielte Angriffe, Cyberdiebstahl, Industriespionage sowie Kaskadeneffekte beim Ausfall einzelner Systemkomponenten durch Umwelteinflüsse wie Unwetter oder Unfälle. IKT-Sicherheit, IP-Schutz und Daten(missbrauchs)sicherheit sind zentrale Voraussetzungen für alle Bereiche einer zukunftsfähigen Gesellschaft.

Dadurch entstehen auch neue Märkte, z. B. für Datenschutz- und Datensicherheit sowie für sichere digitale Kommunikationswege und -plattformen. Neben dem Anwachsen der systemischen Risiken sind auch gesellschaftliche Auswirkungen zu erwarten. Insbesondere die Frage nach Datenschutz und Nutzung von personenbezogenen Daten wird kontrovers diskutiert und widersprüchlich gelebt. Damit verbunden sind grundsätzliche Akzeptanzfragen und auch Anforderungen an die Transparenz der Systeme bei wirtschaftlichen Akteuren, öffentlichen Organisationen und Privatpersonen.

Zudem können Segregationseffekte auftreten, wenn die Integration nicht vollzogen wird. Die Systembildung und -integration wird stärker von akteurspezifischen und individuellen Bewertungen abhängig und direkt wirksam für die Beschleunigung oder Verlangsamung von Entwicklungen, Anwendungen und Geschäftsfeldern.

### **Wechselwirkungen mit der Gesellschaft:**

#### **„Gesellschaft 4.0“**

Die Vernetzung findet nicht nur zwischen den Technologien und Branchen statt. Ein zeitgemäßes Verständnis von Innovations- und Technologieprozessen schließt die gesamte Gesellschaft mit ein: Sie treibt mit ihren Werten und Erwartungen die Entwicklung neuer technologischer Lösungen an oder hemmt sie, und sie wird ihrerseits tief greifend von ihnen beeinflusst. Das gilt für Organisationen ebenso wie für jeden Einzelnen.

Die Entwicklungen sind mit der Aussicht auf weitere Wohlstandsgewinne verbunden. Die technologischen Entwicklungen erleichtern heute eine individuelle und an die jeweilige Alterssituation angepasste Lebensführung. Auch das Gesundheitswesen und die Vorsorge werden profitieren – beginnend bei der Prävention bspw. durch individualisierte Lebensmittel und Ernährung bis hin zu individuellen Therapieformen. Die deutschlandweit vernachlässigte medizinische Präventionsforschung böte für Bayern besondere Wertschöpfungschancen.

Mit der Weiterentwicklung der IKT und der Digitalisierung in der Industrie ist in den nächsten Jahren ein weiterer Produktivitätsschub verbunden. Eine ähnliche Entwicklung ist auch bei einer konsequenten Umsetzung der Digitalisierung in allen administrativen Bereichen von Staat und Unternehmen zu erwarten. Dadurch steigt der Bedarf an höher qualifizierten Arbeitskräften. Die Gesamtnachfrage nach Arbeitskräften wird sich nicht verringern, aber sie wird sich in Bezug auf die Kompetenzprofile grundlegend verändern. Damit sind erhebliche Anforderungen an Bildungs- und Weiterbildungsinhalte verbunden.

Die Anforderungen an die beruflichen Qualifikationsniveaus werden steigen, sie finden aber zum Teil ihre Entsprechung in der Gesellschaft: Der Alltag wird zunehmend von IKT durchdrungen und digitalisiert, für die Bevölkerung wird die Beherrschung der digitalen Medien noch wichtiger. Entsprechend steigen auch die Anforderungen an das berufliche Qualifizierungsniveau.

Durch die zunehmende Verknüpfung von Technologiefeldern und ihren Entwicklungen wird die Bedeutung von monothematischen Kompetenzen bzw. entsprechendem Wissen abnehmen, dagegen ein breiteres Basiswissen und die Fähigkeit für den „qualifizierten Blick über den Tellerrand“ und die Flexibilität zunehmen. Eine Entwertung einer klassischen fachlichen Ausbildung ist damit nicht verbunden – unabhängig davon, ob diese akademisch oder beruflich ist. Vielmehr wird es notwendig, nicht nur interdisziplinär zu arbeiten und Wissen verknüpfen zu können, sondern einen Basiszugang zu mehreren Disziplinen oder Professionen zu haben bzw. zu ermöglichen. Gerade für die Beschäftigung mit Schnittstellentechnologien ist nicht nur Spezialwissen erforderlich, sondern auch das notwendige Grundwissen aus allen beteiligten Fachdisziplinen. Das bedeutet, dass für den Umgang mit den Technologien eine höher spezialisierte, aber auch aufwendigere Ausbildung notwendig sein wird – bspw. eben nicht nur ein Studium in einer Disziplin, sondern eine breite Grundausbildung sowie erweiternde umfassende Zusatzausbildungen. Damit kann auch verbunden sein, dass die höchstqualifizierenden Ausbildungen wieder länger dauern werden – „Das muss sich eine Gesellschaft leisten, wenn sie sich weiterhin als Hochtechnologieland mit hoher Wertschöpfung positionieren will“, wie ein Interviewpartner treffend bemerkte. Dabei betrifft diese Entwicklung im Einzelfall auch die berufliche Ausbildung. Eine breite Basisqualifikation bietet auch dem Arbeitnehmer die Grundlagen dafür, sein professionelles Wissen angesichts immer kürzerer „Halbwertszeiten“ von technologiebezogenem Spezialwissen aktuell zu halten.

Insgesamt besteht die Gefahr einer Ausgrenzung einzelner Bevölkerungsgruppen (Teilhabeberechtigung/Teilhabefähigkeit). Die Digitalisierung und die Internetnutzung im Besonderen verändern auch die privaten Lebensstile – bestehende Konflikte werden verstärkt, neue entstehen.

Vor dem Hintergrund von Gesellschaft 4.0 – d. h. der Durchdringung sämtlicher Lebensbereiche durch das Internet und die Digitalisierung – werden Diskussionen etwa zu Medizinethik, Verteilungsfragen infolge von Produktivitätsgewinnen und Qualifikationsanforderungen, Zugänge zu Leistungen, Umbau der Energieinfrastruktur sowie Privatsphäre vs. Convenience auch im Bereich E-Government (zum Beispiel automatisierte Verfahren), „Freiheit vs. Sicherheit“ usw. entstehen. Diese Kontroversen sind nicht nur als Regulierungsprobleme, sondern auch als Beteiligungschancen anzusehen: Die Bevölkerung wird sich – ermöglicht v. a. durch Digitalisierung und Internet – einbringen und Veränderungen mitgestalten.

## Auswirkungen für Bayern

Übergreifend wird auch Bayern in den nächsten zehn Jahren geprägt sein durch das rasante Fortschreiten der Digitalisierung sowie den Bedeutungszuwachs neuer Geschäftsmodelle bzw. neuer Formen der Wertschöpfung und dem damit verbundenen Strukturwandel. IKT und Digitalisierung werden tief in bestehende Strukturen und Prozesse eingreifen. IKT führt zu einem hohen Veränderungstempo und einem erheblichen Veränderungsdruck. Betroffen sind neben dem Fahrzeug- und Maschinenbau namentlich die Life Sciences (z. B. Big Data Analytics, personalisierte Medizin, genetische Analysen), die die Gesellschaft vor neue ethische Herausforderungen stellen.

Generell verfügt Bayern über eine gute Ausgangslage. Derzeit versorgen Unternehmen aus Deutschland und Bayern die Werkbänke der Welt mit der notwendigen Technologie. Sie haben eine starke Position in vielen auch künftig bedeutsamen Technologiefeldern. Potenzial gibt es noch im Bereich von Start-ups. Mit ihrem schnelleren Reaktionsvermögen können sie den technologischen Wandel – idealerweise in Kooperation mit etablierten Unternehmen – entscheidend mitgestalten.

Die starke Fahrzeugindustrie in Bayern bedeutet zugleich Chance, Risiko und Herausforderung. Zukünftig sind Entwicklungen zu erwarten, die das heutige Geschäftsmodell des Fahrzeugbaus als wirtschaftliches Zentrum in seinem Kern berühren und stark verändern. So muss der Verkehr zukünftig als intelligentes System begriffen und entsprechend müssen die vorherrschenden Automotive-Konzepte überdacht werden. Die Einbindung in das (intelligente) Mobilitätssystem sowie eine aktive Rolle bei der Transformation der Antriebssysteme werden im Zentrum der Überlegungen stehen. Von staatlicher Seite muss die Infrastruktur entsprechend ausgerüstet werden. Damit kann auch eine Verknüpfung mit dem sich transformierenden Energiesystem erfolgen (z. B. Elektromobilität). Gerade für innovative Zulieferer der Automotive-Branche wird es notwendig, mit starken Innovatoren aus anderen Technologiefeldern zu kooperieren und deren Entwicklungen aufzunehmen bzw. gemeinsam zu entwickeln. Erste Verbindungen sind hier bei Werkstoffen und Materialien, aber auch bei der Entwicklung und dem Einsatz von intelligenten Bereichen der Produktionstechnologie und IKT-Integration (insbesondere für Steuerung, Sensorik/Aktorik, Software, Embedded Systems) oder Spezialgebieten der Energietechnologie (Leistungselektronik, integrierte Speicher- und Lastregelungskonzepte) sowie Biotechnologie (Biofuels der nächsten Generation) zu erkennen. Die Diversifikation der Strukturen in Bayern und die Kombination von bisher schon starken Technologien und Branchen sind für die bayerische Industrie und die anwendungsorientierte Forschung entscheidend.

Ähnlich ist die Situation des Maschinenbaus in Bayern. Die zweitgrößte Branche in Bayern ist abhängig von Veränderungen auf den globalen Märkten (Nachfragereduktion oder -verschiebung, zunehmende Erweiterung der Wertschöpfungsketten in Schwellenländern) und bei Konkurrenztechnologien. Allerdings ist diese Branche in sich deutlich heterogener als die Automotive-Branche, da die Produkte sehr viel diverser und an vielen unterschiedlichen Stellen in die globalen Wertschöpfungsketten sowie in praktisch alle produzierenden Branchen eingebunden sind. Die zu erwartenden Änderungen betreffen hier vor allem die Auswirkungen der IKT-Technologien / Digitalisierung im Sinne neuer Organisationsmodelle für die Produktion („Industrie 4.0“ etc.) wie auch Produkte. Auch im Maschinenbau kann auf bestehenden Stärken aufgebaut werden. Die Stärken bestehen vor allem in der Verknüpfung mit anderen Zukunftstechnologien, entsprechende Diversifizierungsstrategien vorausgesetzt.

Daneben treten die Herausforderungen der Digitalisierung. Ein erhebliches Risiko ist das Fehlen von Akteuren in Deutschland, die an Standardsetzungen und umwälzenden globalen Technologieentwicklungen auf verschiedenen Stufen (Hardware, Software, Big Data, Geschäftsmodelle für den Massenmarkt, Internet für Verbraucher) gestaltend beteiligt sind. In der bayerischen Wirtschaft finden sich Stärken in spezialisierten Bereichen, v. a. der Maschinensteuerung und Mustererkennung, insbesondere als Embedded Systems. Hier besteht eine gute Ausgangslage im Maschinenbau und der Produktionstechnologie. Die Beschäftigung der deutschen Unternehmen mit dem Thema „Industrie 4.0“ und vor allem mit Standardisierungsaktivitäten für Automatisierungs- und Prozesstechnologien ziehen internationales Interesse auf sich. Diese sind weiter ausbaufähig und können als „Keim“ für neue Strategien verwendet werden. Darin liegt für Bayern eine besondere Chance, wenn Wissenschaft und Wirtschaft effizienter miteinander verkoppelt werden.

Von zentraler Bedeutung sind „kreative Schnittstellen“ zwischen Technologiefeldern, um Entwicklungspotenziale sowie Synergien nutzbar zu machen. Zukunftschancen verspricht hier die gezielte Kombination bzw. Übertragung von erfolgreichen Problemlösungen und bestehenden Stärkefeldern in andere Produktfelder (z. B. andere Verkehrsträger, Gebäude, Geräte ...). Deshalb müssen Prozesse technologieoffen gestaltet werden, bis sich erfolgversprechende Felder herauskristallisiert haben.



# **B.** Handlungsempfehlungen des Zukunftsrats der Bayerischen Wirtschaft

<b>01</b>	<b>Empfehlungen zu allgemeinen Rahmen- bedingungen für Innovationen</b>	<b>48</b>
<b>02</b>	<b>Strategische Handlungsempfehlungen</b>	<b>58</b>
<b>03</b>	<b>Empfehlungen Technologietransfer / Kooperation</b>	<b>72</b>
<b>04</b>	<b>Empfehlungen zu Inkubatoren, Demonstratoren, Finanzierung</b>	<b>86</b>

---

# 01

## Empfehlungen zu allgemeinen Rahmenbedingungen für Innovationen

---

### Notwendige Weichenstellungen als Reaktion auf globale Trends

Innovationen sind der Treibstoff für unsere Wettbewerbsfähigkeit. In einer Welt im rasanten Wandel müssen neben vielen spezifischen Einzelmaßnahmen dafür vor allem die Weichenstellungen am Standort stimmen.



## Demografischer Wandel

Die Bevölkerungszahl in Deutschland geht zurück und die in Deutschland lebenden Menschen werden immer älter – der demografische Wandel prägt wie kaum ein anderer Aspekt die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung des Landes in den kommenden Jahrzehnten. Die Zahl der Neugeborenen eines Jahrgangs ist durch die demografische Struktur der Bevölkerung für den Zeitraum einer Lebensspanne – d.h. für rund 80 Jahre – festgeschrieben. Selbst fundamentale Änderungen bei Fertilität, Mortalität und auch Zuwanderung bleiben innerhalb einer Generation ohne wesentliche Auswirkungen auf die Altersstruktur.

Die drastische Alterung der Gesellschaft innerhalb der nächsten Jahrzehnte ist weitgehend unabänderlich. Nur eine substanzielle Zuwanderung bietet in begrenztem Umfang die Chance für kurzfristige Veränderungen der demografischen Struktur. Der gezielte Zuzug von Fachkräften findet derzeit nur in begrenztem Umfang statt. Dies bedeutet für den Arbeitsmarkt, dass der Verlust von Arbeitskräften durch altersbedingtes Ausscheiden nicht vollständig kompensiert werden kann, sondern durch eine gezielte Anwerbung von Fachkräften ergänzt werden muss. Setzt sich der derzeitige Flüchtlingsstrom nach Deutschland und Bayern fort, wird der Integration dieser Gruppe in den Arbeitsmarkt große Bedeutung zukommen.

Dieses Phänomen hat auf die Sozialsysteme und auf den Arbeitsmarkt massive Auswirkungen. Durch die Umlagefinanzierung und Leistungsausweitungen werden die Beitragsätze weiter ansteigen. Die entscheidende Herausforderung für die Politik besteht darin, die Sozialversicherungen so zu reformieren, dass sie finanzierbar bleiben und den Faktor Arbeit nicht noch stärker belasten. Gleichzeitig besteht auch das Interesse, Alterskrankheiten vorzubeugen und effektive Therapien zu entwickeln.

Darüber hinaus wandeln sich die Nachfrage und die Bedürfnisse von großen Teilen der Bevölkerung. Hierauf müssen sich nicht nur die Politik – etwa hinsichtlich der Gewährleistung einer flächendeckenden medizinischen Versorgung – einstellen, sondern auch Wirtschaft und Wissenschaft, wenn es beispielsweise um die Entwicklung von Assistenzsystemen geht, die ein weitgehend selbstständiges Leben im Alter erleichtern, oder um Technologien zur Unterstützung des gesunden Alterns. Gleichzeitig gilt es, bei allen Entscheidungen die Präferenzen einer vielleicht nicht wesentlich kleineren, aber anders zusammengesetzten Bevölkerung angemessen zu berücksichtigen.

### **Fachkräftesicherung**

Auf dem Arbeitsmarkt werden sich die Folgen des demografischen Wandels mit am stärksten zeigen. Wie in der vbw-Studie „Arbeitslandschaften“ dargestellt, besteht bis 2020 in Bayern eine potenzielle Lücke von rund 230.000 Arbeitskräften, bis 2040 sogar von rund 560.000 Arbeitskräften.

Die Unterdeckung ist in den einzelnen Tätigkeitsfeldern unterschiedlich ausgeprägt. Die größten Engpässe treten im Dienstleistungssektor, vor allem bei Gesundheit und Pflege, aber auch im Verarbeitenden Gewerbe auf. Während die Nachfrage nach wenig oder nicht qualifizierten Arbeitskräften sinkt, steigt die Nachfrage nach qualifizierten Beschäftigten. Sowohl in der Produktion als auch bei den Dienstleistungen nehmen die wissensbasierten Tätigkeiten zu.

Um den Bedarf an Fachkräften zu decken, müssen alle Potenziale ausgeschöpft werden. Geeignete Maßnahmen sind die Verbesserung der Beschäftigungschancen durch Qualifizierung, eine höhere Erwerbsbeteiligung von Frauen, längere (Lebens-)Arbeitszeiten sowie die gezielte Zuwanderung von Fachkräften aus dem Ausland. Auch diejenigen, die ohne gezielte Anwerbung zu uns kommen und eine konkrete Bleibeperspektive haben, müssen schnellstmöglich in den Arbeitsmarkt integriert werden.

## Bildung

Gute Bildung ist ein universeller Erfolgsfaktor. Sie ermöglicht dem Einzelnen, sein privates, berufliches und gesellschaftliches Leben selbstgestaltet führen zu können. Bildung ist heute und morgen grundlegend für die Weiterentwicklung unserer Gesellschaft und deren Zusammenhalt, und sie ist entscheidend für den Erhalt unserer volkswirtschaftlichen Leistungsfähigkeit sowie unseres Wohlstands.

Um im globalen Wettbewerb bestehen und um das Arbeitskräftepotenzial voll ausschöpfen zu können, brauchen wir in unserem Bildungssystem noch mehr Bildungsqualität, mehr Bildungsbeteiligung und mehr Partizipationsgerechtigkeit. Denn nur wenn wir alle Bildungspotenziale heben, sind wir für die Zukunft gewappnet.

Zentrale Ansatzpunkte für die Zukunft sind eine ganzheitliche und mehrdimensionale Bildung sowie die optimale Ausschöpfung der Potenziale digitaler Lehr- und Lernprozesse.

Bildung umfasst die drei Dimensionen Wissenserwerb, Kompetenzentwicklung und Persönlichkeitsentwicklung. Aufgabe des Bildungssystems über alle Lebensphasen ist es, Lernende sowohl beim Wissenserwerb als auch beim Kompetenzaufbau und bei der ganzheitlichen Entwicklung ihrer Persönlichkeit zu unterstützen. Nur wenn im Lernprozess alle Bildungsdimensionen berücksichtigt werden, stellt sich Erfolg in Schule, Ausbildung, Studium, Beruf und in der gesellschaftlichen Teilhabe ein.

Die Halbwertszeit von Wissen wird immer kürzer. Gleichzeitig erfordert der vereinfachte Zugang zu Information neue Kompetenzen, die im Bildungssystem vermittelt werden müssen – zwischen Daten, Informationen und Wissen liegen erhebliche Verarbeitungsschritte. Mit einem Smartphone kann heute ein Kind an einem x-beliebigen Punkt der Erde mehr Information und manchmal auch Wissen aufrufen, als es selbst höchste politische Entscheidungsträger mit allen Stäben, Kontakten und Administrationseinheiten noch vor 40 Jahren konnten. Nicht nur Wissen wissen, sondern Lernen lernen und Informationen kritisch bewerten sind entscheidende Kompetenzen in der Gesellschaft 4.0. Unser Bildungssystem muss diese Maßstäbe verinnerlichen.

Verschiedene Studien zeigten in den vergangenen Jahren auf, dass in Deutschland und Bayern der schulische Erfolg im internationalen Vergleich überdurchschnittlich stark von der Herkunft und dem sozialen Status der Eltern abhängt. Zudem fallen Schüler ohne deutschen Pass oder mit Migrationshintergrund deutlich unter den deutschen Durchschnitt zurück. Damit werden die Chancen eines wichtigen Teils der jungen Bevölkerung auf soziale Teilhabe erheblich geschmälert. Eine erhöhte Bildungsbeteiligung in dieser Bevölkerungsgruppe wird das Arbeitskräfte- bzw. Fachkräftepotenzial deutlich erhöhen.

Immer mehr Schulabgänger entscheiden sich für ein Hochschulstudium. Der Anteil der Jugendlichen, die eine duale Ausbildung anstreben, nimmt ab. Zusätzlich bleibt die Zahl der jungen Erwachsenen, die weder über einen Studienabschluss noch über eine abgeschlossene Berufsausbildung verfügen, auf einem zu hohen Niveau. Dies verschärft die Lücke insbesondere bei benötigten Fachkräften mit beruflicher Qualifizierung. Gleichzeitig stehen die Hochschulen vor der Herausforderung einer steigenden Zahl von Studierenden. Universitäten und Fachhochschulen sind gefordert, ihre Effizienz und ihren Output zu verbessern. Wichtige Anhaltspunkte sind die Reduzierung der Studienabbruchquoten, nicht zuletzt durch Optimierung der Eingangsphasen (sog. Eignungsfeststellung vor Studienbeginn).

Darüber hinaus werden Weiterbildung und lebenslanges Lernen noch wichtiger. Das ist von individueller wie und volkswirtschaftlicher Bedeutung. Die Bedeutung der Weiterbildung wird im herkömmlichen Bildungssystem massiv unterschätzt: Nur durch sie lässt sich das Fachkräftepotenzial ausschöpfen.

Es kommt hinzu, dass für eine dauerhafte Fachkräftesicherung die Gestaltung von Bildungsangeboten stärker dem Umfeld angepasst werden muss. Bisher sind viele Angebote in den unterschiedlichen Bildungsinstitutionen stark standardisiert und unflexibel. Eine Flexibilisierung von Bildungsangeboten (etwa in Form von Teilzeitausbildungen und -studiengängen, modularisierten und /oder berufsbegleitenden Angeboten, Summer Schools u. Ä.) kann dazu beitragen, dass die verschiedenen Personengruppen, gerade auch jene in besonderen Lebenslagen (etwa mit Kinderbetreuung oder Pflegeaufgaben), die Möglichkeit erhalten, Bildungsangebote überhaupt erst in Anspruch nehmen zu können.

In der Gesellschaft 4.0 werden alle Lebensbereiche digitalisiert. Bereits heute sind Leben und Arbeiten durch die Vernetzung von Mensch und Maschine geprägt. Entsprechend sind auch die Anforderungen an die Unternehmen und Arbeitnehmer. In der digitalen Arbeitswelt sind Mitarbeiter gefragt, die insbesondere eine hohe Medienkompetenz aufweisen, d. h. die digitale Technik zielspezifisch anwenden können, und die zum lebenslangen digitalen Lernen bereit sind. Denn gerade die Digitalisierung ermöglicht es Menschen jeden Alters und in allen Lebenssituationen, Bildungsangebote in Anspruch zu nehmen.

Moderne Kommunikations- und Informationsmedien spielen im Unterricht noch nicht die Rolle, die ihnen aufgrund des digitalen Wandels und der Bedeutung für Gesellschaft und Wirtschaft in Zukunft zukommt. Alle Bildungseinrichtungen sind gefordert, sich digital besser aufzustellen, was spezifische Lerninhalte und -methoden betrifft. Das stellt auch Herausforderungen an die Infrastruktur. Nicht nur die schnellen Datenautobahnen müssen in der Fläche ausgebaut werden, auch die Ausstattung der Bildungseinrichtungen muss massiv vorangetrieben werden. Digitalisierung beginnt im Klassenzimmer, wenn nicht schon im Kindergarten.

### **Arbeitswelt der Zukunft**

Neue technologische Entwicklungen werden die Arbeitswelt in weiten Teilen grundlegend verändern. Die Arbeitswelt der Zukunft wird vernetzter, digitaler und flexibler. Die Produktion verändert sich grundlegend. Die stärkere Vernetzung und eine engere Zusammenarbeit von Mensch und Maschine ermöglichen neue Produkte und Dienstleistungen. Diese Arbeitswelt bedingt hochqualifizierte Arbeitnehmer, die sich laufend auf sich ändernde Rahmenbedingungen einstellen. Flexibilität und Spezialisierung führen zu einem neuen Verständnis von Arbeitsverhältnissen und Karrierewegen. Daher ist es nötig, dass die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die sozialen Sicherungssysteme diesen Chancen Rechnung tragen.

Flexible Beschäftigungsformen und neue Kommunikationsmittel bieten den Unternehmen und ihren Mitarbeitern zahlreiche Möglichkeiten, Arbeitsabläufe zu optimieren und zu beschleunigen. In der Arbeitswelt 4.0 gestalten sich die Grenzen zwischen beruflichem und privatem Bereich fließend. Dadurch wird es den Arbeitnehmern ermöglicht, beides besser miteinander in Einklang zu bringen. Arbeitszeit und Arbeitsort verlieren an Bedeutung. Die Digitalisierung führt zu einer stärkeren Orientierung an Arbeitsergebnissen und zur Auflösung klassischer funktionaler Organisationseinheiten und zu beschleunigten Entscheidungsprozessen.

Für viele Unternehmen und ihre Mitarbeiter stellt die Entkoppelung von Arbeitszeit und Arbeitsentgelt oder das Arbeiten in der Cloud eine Erleichterung dar, die für alle Seiten Vorteile mit sich bringt. Das Individualarbeitsrecht sowie zahlreiche Arbeitsschutzvorschriften, die diese modernen Varianten des Mitarbeitereinsatzes nicht im Blick haben, erschweren jedoch die Etablierung moderner Beschäftigungsformen. Das Arbeitsrecht muss diesen veränderten Rahmenbedingungen angepasst werden, damit die deutschen Unternehmen im internationalen Wettbewerb Schritt halten können.

## Energie und Infrastruktur

Mit seiner zentralen Lage und aufgrund seiner Exportstärke ist Bayern in besonders hohem Maße in die Weltwirtschaft eingebunden. Eine positive wirtschaftliche Entwicklung ist von einer modernen, funktionierenden Infrastruktur abhängig. Dies gilt umso mehr, je stärker die internationalen Verflechtungen der Wertschöpfungsketten zunehmen.

Bayern verfügt über ein gut ausgebautes Straßen-, Schienen- und Wasserstraßennetz. Dieser Standortvorteil ist gefährdet. Insbesondere im Straßennetz sind Kapazitätsgrenzen erreicht. Es muss verhindert werden, dass rückläufige Investitionsquoten und die zunehmende Belastung zu einem Qualitätsverlust führen.

Bis 2030 müssen deutschlandweit rund 300 Milliarden Euro in den Aus- und Neubau der deutschen Verkehrsinfrastruktur investiert werden, damit akute Engpässe behoben sowie der stetig steigende Güter- und Personenverkehr auch künftig bewältigt werden können. Dazu müssen die Bundesmittel für die Verkehrsinfrastruktur dauerhaft erhöht und verstetigt, öffentlich-private Partnerschaften auf gesicherter Rechtsbasis eingegangen und die Nutzerfinanzierung dauerhaft implementiert werden.

Eine zunehmend wichtige Rolle spielt der Zugang zu schneller Informationsinfrastruktur. Flächendeckend – gerade auch im ländlichen Raum – müssen mindestens 100 Mbit/s bis zum Jahr 2020 zur Verfügung stehen. Ergänzend muss sukzessive der Ausbau von Glasfaserverbindungen bis zu den Häusern vorangetrieben werden, was für das Flächenland Bayern eine immense Herausforderung darstellt. Der Bedarf steigt stetig mit wachsenden Datenmengen und dem Fortschreiten der Digitalisierung in allen Bereichen.

Ein hochleistungsfähiger Internetanschluss wird von der Bevölkerung heute schon als Teil der Daseinsvorsorge angesehen und ist Grundlage jedes wirtschaftlichen Handelns. Auch der Staat benötigt für die Bereitstellung seiner sonstigen Angebote und die Umsetzung seiner Aufgaben ein Kommunikationsnetz, das modernsten Ansprüchen genügt. Er muss den Zugang zum Breitbandnetz, dessen sicheren Betrieb und seine fortlaufende Anpassung und Erweiterung gewährleisten. Gleichzeitig muss die Frage beantwortet werden, wie unter Wahrung der notwendigen Netzneutralität die Finanzierung künftiger Ausbaustufen erfolgt und inwieweit eine Beteiligung derjenigen Unternehmen denkbar ist, deren Geschäftsmodelle darauf basieren.

Von zentraler Bedeutung für den Industriestandort Bayern sind darüber hinaus die Verfügbarkeit und Preisentwicklung von Energie und Ressourcen.

Die sichere und umweltverträgliche Energieversorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen ist eine unverzichtbare Grundlage für wirtschaftlichen Erfolg und Lebensqualität in unserem Land. Das gilt in besonderem Maße für die Bereitstellung von elektrischem Strom. Die Stromversorgung ist vom Umbau der Energiesysteme im Rahmen der Energiewende primär betroffen.

Deutschland und Bayern verfügen nach wie vor über eine hohe Versorgungssicherheit. Für die bayerische Wirtschaft mit ihrem großen Industrieanteil, insbesondere für die Standortentscheidungen ausländischer Investoren in Bayern, hat Versorgungssicherheit oberste Priorität. Abstriche hätten fatale Folgen für den Wirtschaftsstandort Bayern.

Die Stilllegung der Kernkraftwerke in Bayern führt in den nächsten Jahren zu erheblichen Defiziten: Wir verlieren dadurch bis 2023 40 Prozent der gesicherten Leistung. Bis Ende 2017 ist die Versorgung gesichert und kann auch bis Anfang des nächsten Jahrzehnts durch ein neues Strommarktdesign bzw. eine Verordnung zur Kapazitäts- und Netzreserve gewährleistet werden. Die langfristigen Weichenstellungen müssen jetzt unmittelbar getroffen werden und dulden keinerlei Aufschub.

Um bei wachsendem Anteil erneuerbarer Energien die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, ist ein verstärkter Stromaustausch notwendig. Das gilt vor allem von Nord nach Süd und umgekehrt. Das vorhandene Stromnetz muss so ertüchtigt werden, dass es den veränderten Transportbedarf erfüllen kann. Als flankierende Sicherheitsmaßnahme und zur Netzstabilisierung sind Gaskraftwerke notwendig, ebenso wie die Entwicklung kapazitätsstarker Energiespeichertechnologien.

Die Strompreise in Deutschland haben sich dramatisch entwickelt. Industriestrom, der nicht unter die Befreiung von der EEG-Umlage fällt, ist nach Zypern, Malta und Italien in Deutschland am teuersten. Die deutsche Industrie bezahlt für Strom im Mittel 50 Prozent mehr als in Frankreich und weit über das Doppelte der Unternehmen in den USA. Hauptkostentreiber ist unverändert das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Der Strompreis muss gedeckelt und mittelfristig auf das Niveau vergleichbarer Industriestaaten gesenkt werden.

Gegenwärtig sind die Preise für fossile Energieträger, vor allem aufgrund der massiven Ausweitung der Förderung von Erdgas und Erdöl in den Vereinigten Staaten durch Fracking, vergleichsweise niedrig. Mittel- und langfristig wird der wachsende Energiebedarf der heutigen Entwicklungs- und Schwellenländer dazu führen, dass der globale Energieverbrauch ebenso wie das Preisniveau für fossile Energien deutlich steigt.

Nach Einschätzung des World Energy Outlook ist davon auszugehen, dass auch im Jahr 2035 noch rund drei Viertel des weltweiten Energiebedarfs durch fossile Energieträger gedeckt werden. In Deutschland vollzieht sich der Ausbau der erneuerbaren Energien im Zuge der Energiewende wesentlich schneller. Neben dem beschlossenen Ausstieg aus der nuklearen Energieerzeugung bis 2022 ist ein deutliches Zurückfahren der Energieerzeugung aus Kohle absehbar. Die Energiewende muss so gestaltet werden, dass die zuverlässige Energieversorgung für den Industriestandort Bayern gewährleistet ist. Unternehmensbelange, Versorgungssicherheit und Umweltschutz müssen im Einklang bleiben.

Auch die künftige Versorgung mit nicht-energetischen Rohstoffen hat große Bedeutung für den Produktionsstandort Bayern. Die Weiterentwicklung von Zukunftstechnologien, beispielsweise in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnik, im Fahrzeugbau, im Maschinenbau oder der Medizintechnik, sowie der beschleunigte Wandel der Entwicklungs- und Schwellenländer zu Industrieländern lässt den Bedarf an Rohstoffen stark ansteigen. Dazu gehören sowohl Massenmetalle für Infrastruktur, Bauwirtschaft und Industrie als auch Materialien wie Halbmetalle, Halbleiter, Edelmetalle, Seltene Erden und zunehmend biologische (landwirtschaftlich produzierte) Rohstoffe.

Sowohl bei der Infrastruktur als auch bei der Versorgung mit Energie und Rohstoffen sind Sicherheitsfragen, insbesondere im Bereich IT-Security, von zentraler Bedeutung.

### **Basis für eine erfolgreiche Zukunft**

Voraussetzungen sind in ganz Bayern wohnortnahe qualifizierte Infrastrukturen zur Grundversorgung im Gesundheitswesen, ausreichende Infrastrukturen zur Betreuung von Kindern wie auch pflegebedürftiger Familienangehöriger vor Ort, erreichbare Bildungs- und Weiterbildungsangebote sowie neben den Einrichtungen der Spitzenforschung auch auf die regionale Unternehmensstruktur zugeschnittene, gut vernetzte öffentliche Forschungsinfrastrukturen in allen Landesteilen.

---

## 02

# Strategische Handlungsempfehlungen

---

### **Technologieführerschaft für die Zukunft sichern**

Um Bayern für die Zukunft zu rüsten, müssen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft die Weichen richtig stellen und zusammenwirken. Nur gemeinsam ist der Erfolg in einer technologiegetriebenen Wirtschaft möglich. Das betrifft grundsätzliche Strategien ebenso wie konkrete Einzelmaßnahmen.



**Strategische  
Handlungsempfehlungen**

Empfehlungen	Politik	Wirtschaft	Wissenschaft
Stärken stärken – Kombination von Stärkefeldern und neuen Geschäftsmodellen	✓	✓	✓
Klumpenrisiko durch Diversifikation auflösen	✓	✓	
Potenziale der Digitalisierung und des Internets heben	✓	✓	✓
Risiko wagen – Aktive Beteiligung an disruptiven Technologien	✓	✓	✓
Eigene Entwicklungen, auch auf bestehenden Märkten fördern	✓		
Überkommene Trennungen aufgeben, Vernetzung abbilden	✓	✓	✓
Anwender von Anfang an mitnehmen, Begeisterung entfachen	✓	✓	✓

# Stärken stärken

## 02.1

---

Wie in fast allen Volkswirtschaften hat sich auch in Bayern in den vergangenen 20 Jahren die Spezialisierung auf solche Bereiche verstärkt, in denen bereits ein komparativer Vorteil besteht. Für die bayerische Industrie sind der Kraftwagenbau und der Maschinenbau bei der Produktion und Ausfuhr sowie Forschung und Entwicklung die mit Abstand wichtigsten Einzelbranchen. Global sind diese die größten Exportbranchen und sichern derzeit Bayerns wirtschaftlichen Erfolg. Deshalb müssen Kraftwagen- und Maschinenbau in jedem Zukunftskonzept der bayerischen Wirtschaft eine tragende Rolle spielen. Vorhandenen Stärken sind systematisch auszubauen und vor allem die Chancen der Digitalisierung voll auszuschöpfen.

### **Einzeltechnologieübergreifende Zusammenarbeit**

Ein zentraler Anknüpfungspunkt ist die Kombination von Stärkefeldern. Ein Schlüssel zum weiteren Erfolg liegt neben den Innovationen in den einzelnen Technologiefeldern in der Vernetzung von Technologien und ganzen Branchen. Die zunehmende Systemintegration und Vernetzung muss durch Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung konsequent aufgegriffen und unterstützt werden, vor allem zwischen den für Bayern besonders aussichtsreichen Schlüsseltechnologien und -branchen.

Neben der Informations- und Telekommunikationstechnologie prägen auch in Zukunft neue Werkstoffe und Materialien den Kfz- und Maschinenbau. Derzeit steht die Verwendung von Carbon in Mittelpunkt, in Zukunft werden weitere Materialinnovationen Einzug halten. Innovationen entstehen nicht nur in den Bereichen Belastbarkeit oder Gewicht: Neue Entwicklungen der Messtechnik machen „smarte“ Bauteile möglich. Auch die Energieversorgung durch Solarzellen wird zunehmend in die Bauteile integriert.

Es gilt, weitere Ansätze für die Kombination vorhandener Stärkefelder mit kreativen Schnittstellen zu finden, um Innovationen durch Technologietransfer und Kooperation zu fördern. Ein Beispiel sind die kohlenstoffbasierten Hochleistungswerkstoffe; hier hat die Wissenschaft in Bayern ihren Innovationsauftrag für die Wirtschaft verstanden.

Ein weiterer solcher Bereich kann die Assistenzrobotik werden. Sie wird sich zu einer Schlüsseltechnologie der Gesellschaft entwickeln. Auch jenseits des Einsatzes von Robotern in der Produktion oder für Transport und Mobilität entstehen zahlreiche neue Einsatzgebiete. Dazu gehören z. B. die neuen minimalinvasiven Chirurgiesysteme, mechatronisch-robotische Implantate, intelligente Prothesen (z. B. Baukastenprinzip) oder

„Personal Assistance“-Roboter, die durch den demografischen Wandel eine besondere Bedeutung erhalten. Damit bringt der Bereich der Mensch-Maschine-Interaktion bzw. -Kooperation umfassenden Forschungsbedarf mit sich, der konzentrierter als bisher abzudecken ist.

Auch die Luft- und Raumfahrttechnologie gehört zu den hochinnovativen Bereichen, in denen der Freistaat auf vorhandene Stärken aufbauen kann.

In Gesundheitswirtschaft und Medizintechnik muss auf der vorhandenen guten Basis vor allem im Bereich Forschung und Entwicklung aufgebaut werden, da deren Bedeutung angesichts des demografischen Wandels konjunkturunabhängig weiter steigt.

### **Hybride Wertschöpfung**

Über Erweiterungen des Angebots im eigenen Unternehmen oder Kooperationen mit Dienstleistern können Wertschöpfungsketten deutlich verlängert und neue Geschäftsmodelle umgesetzt werden. Heute setzt schon rund ein Viertel der Unternehmen auf hybride Geschäftsmodelle, mit stark steigender Tendenz und messbaren wirtschaftlichen Vorteilen. Ziel muss es sein, ein wettbewerbsfähiges und auf die Kundenbedürfnisse zugeschnittenes Produkt anzubieten, und auch auf Änderungen im Konsumverhalten flexibel reagieren zu können.

So verliert z. B. der persönliche Besitz eines Autos an Bedeutung. Die Erwartungshaltung der Kunden verschiebt sich vom Statussymbol zur bedarfsorientierten und flexiblen Verfügbarkeit. Automobilhersteller wandeln sich zu „Mobilitätsdienstleistern“ und steigen z. B. in den Car-Sharing-Markt ein. Seitens der Unternehmen besteht eine entscheidende Herausforderung darin, Kunden früher und stärker in die neuen Bedarfsprofile einzubinden.

# Klumpenrisiko durch Diversifikation auflösen

---

## 02.2

Die relative Bedeutung des Automobil- und Maschinenbaus ist in Bayern noch höher als im Bundesdurchschnitt. Durch ihren Erfolg sind sie auch für andere Branchen von großer Wichtigkeit. Mit einer derart starken Schwerpunktsetzung ist ein Klumpenrisiko verbunden: Es besteht das Risiko, dass ein Abschwung in dieser für Bayern zentralen Branche die Gesamtkonjunktur in Mitleidenschaft zieht. So ist der Fahrzeugbau stark konjunkturabhängig, und das Branchenwachstum findet derzeit in nur wenigen Wachstumsregionen statt. Gleichzeitig treten neue Konkurrenten, v. a. aus der IKT-Branche auf, wie bspw. Google und Apple, die mit autonomen Fahrzeugen und eigenen Diensten den Markt revolutionieren wollen.

Die Wirtschaftsförderung muss sich also auch auf die Kompensation von Schwächen und auf Diversifikation fokussieren. Der Bedeutungszuwachs von Technologieschnittstellen bietet daher auch die Chance, bisher unterrepräsentierte Branchen und Technologien auszubauen. Besonderer Handlungsbedarf besteht in den Bereichen IKT und Digitalisierung, intelligenter Verkehr und Mobilität sowie bei der Luft- und Raumfahrt. Ähnlich stellt sich die Situation in den Bereichen Medizintechnik und Gesundheitswirtschaft dar, die stark von der Digitalisierung profitieren können. Zudem muss das Zusammenwachsen der Schlüsseltechnologien etwa bei Nano- /Neue Materialien, Biotechnik und Bioökonomie und IKT gestärkt werden.

# Potenziale der Digitalisierung und des Internets heben

## 02.3

---

Die Informations- und Telekommunikationstechnologie nimmt eine Schlüsselstellung für die Entwicklung und die Vernetzung der anderen Technologiebereiche ein. Allerdings ist in wesentlichen Bereichen der IKT die deutsche und bayerische Wirtschaft ohne Bedeutung. Die Hardware und Chip-Produktion, die Produktion von IKT-Geräten für den Massenmarkt und die Softwareentwicklung (mit Ausnahme spezieller Bereiche) sind kaum existent. Dies führt zu einem geringen Einfluss auf die Setzung von Standards und die Definition von Schnittstellen. Trotz der guten Ausgangslage im Bereich des Maschinenbaus und der Produktionstechnologien ist die Abwesenheit relevanter IKT-Akteure ein Risiko für die weitere Entwicklung der bayerischen Schlüsselbranchen. Daher ist die Behebung des Mangels an systemführenden IT-Unternehmen ebenso eine wesentliche Herausforderung wie die Sensibilisierung aller Unternehmen für die Herausforderungen der Digitalisierung. Die bestehende staatliche Unterstützung muss sich auf allen Ebenen daran neu ausrichten.

Der Freistaat richtet aktuell ein *Zentrum Digitalisierung.Bayern* ein, in dem die Kompetenzen von Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und Gründern gebündelt werden. Dieses Zentrum besteht aus einer Steuerungseinheit in Garching, der Schaffung von 20 Professuren und Forscherteams, die über ganz Bayern verteilt sind, sowie der Bildung von bis auf Weiteres fünf Plattformen, auf denen zu den wichtigsten Feldern der Digitalisierung geforscht werden soll und Netzwerke gebildet werden:

- Plattform Industrie 4.0
- Plattform Vernetzte Mobilität
- Plattform Digitale Gesundheitswirtschaft
- Plattform Energie
- Plattform IT-Sicherheit

Es sind zusätzliche Plattformen zu den Themen Digitale Arbeitswelt, Digitales Planen und Bauen sowie ggf. auch E-Government bzw. Verwaltung 4.0 erforderlich; bei Bedarf sind weitere Ergänzungen vorzunehmen. Um der wachsenden Bedeutung von Daten (Sicherheit, Sicherung, Verarbeitung und Verwertung) Rechnung zu tragen, müssen wir auf deutscher und europäischer Ebene Standards setzen und eigene Lösungen entwickeln. Das ist in sämtlichen Plattformen zu berücksichtigen.

Die Arbeit der Plattformen muss so organisiert werden, dass insbesondere der Mittelstand profitiert, Informationen über Chancen und Risiken der Digitalisierung erhält und diese in Produktion und Unternehmensalltag nutzen kann. Gleichzeitig muss die Arbeit des Zentrums und der Plattformen so gesteuert werden, dass sie zur Erhöhung der gesellschaftlichen Akzeptanz von Chancen und Potenzialen der Digitalisierung beiträgt.

Die Digitalisierung muss in der öffentlichen Verwaltung konsequent umgesetzt werden. Allen Bürgern und Unternehmen in Bayern muss unabhängig von ihrem Wohn- und Standort ein digitales Serviceangebot der Verwaltungen zur Verfügung stehen, mit dem sie einfach, schnell, sicher und rund um die Uhr ihre „Behördengänge“ online erledigen können. Es muss ein zentraler Zugang zu Verwaltungsleistungen geschaffen werden, unabhängig davon, ob es sich um eine staatliche oder kommunale Behörde handelt. Anzupassen ist auch der Rechtsrahmen für die digitale Kommunikation mit der Verwaltung; die Sicherheitsmaßnahmen (Datensicherheit, IT-Security) müssen laufend höchsten Anforderungen entsprechen. Die öffentliche Verwaltung darf mit den von ihr erhobenen (nicht personenbezogenen) Daten keine Wissensmonopole schaffen, sondern muss sie zur Nutzung freigeben (Open Data).

Wirtschaftsorganisationen müssen die Unternehmen beim digitalen Enabling unterstützen. Das beginnt beim Aufbau von Plattformen, geht über das Aufzeigen von Best-Practice-Beispielen, die Messung des Digitalisierungsgrades, eine Analyse von Potenzialen und Geschäftsmodellen bis hin zur Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern. Entsprechende Angebote werden derzeit durch die Metall- und Elektroarbeitgeber bayme vbm vorbereitet.

Solche Services für die Unternehmen – gerade kleinere und mittelständische Betriebe – sind in allen Wirtschaftsbereichen erforderlich. Hier sind einerseits andere Branchenverbände gefordert, vergleichbare Angebote zu schaffen, andererseits muss der Staat ergänzend dabei unterstützen, die Beispiele in die Fläche zu tragen.

Start-ups sind besonders geeignet, um kurze Innovationszyklen und teilweise disruptive Veränderungen durch digitale Technologien aufzugreifen. Damit können sie zugleich Schwächen (z. B. Reaktionszeiten, interne Verwaltungsabläufe) großer Unternehmen ausgleichen. Die staatliche Innovationspolitik muss daher in besonderem Maße Start-ups im IKT-Bereich erfassen.

IT-Sicherheit ist ein Zukunftsmarkt – und notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche digital-basierte Wertschöpfung –, auf dem wir mit unserem Know-how bei Technik einerseits und bei der Setzung rechtlicher Rahmenbedingungen und Zertifizierungsstandards andererseits von einer Spitzenposition aus starten. Flankiert werden muss dies durch branchenspezifische Weiterbildungen und Zertifizierungsangebote, um das Know-how in die Fläche zu tragen, beispielsweise mit Workshops zu Cyber-Security für Management und IT-Experten.

Ein weiteres Beispiel für eine eigene bayerische Entwicklung im Bereich Digitalisierung ist die Nutzung der 3D-Modellierung und -Visualisierung für den virtuellen „barrierefreien“ Besuch bayerischer Landschaften, Städte und Baudenkmäler über das schnelle Internet. Sie stärkt den Tourismus, spricht die breite Bevölkerung an und zeigt das technisch Machbare (u. a. Bewältigung von Big Data), hat aber auch für viele andere Bereiche Bedeutung, etwa den Denkmalschutz, städtebaulichen Maßnahmen, Outdoor-Navigation, die Bergrettung und den Polizeieinsatz. Zahlreiche weitere Einsatzmöglichkeiten für 3D-Anwendungen bestehen beispielsweise auch im Produktionsbereich.

## Risiko wagen – Aktive Beteiligung an disruptiven Innovationen

---

## 02.4

Disruptive Innovationen zerstören herkömmliche Märkte und ersetzen sie durch neue Märkte. Ein Beispiel ist der Übergang von der CD zur Online-Verfügbarkeit von Musik (z. B. Streaming-Dienste), die keine physischen Produktions- und Verkaufsstätten benötigen und dadurch die traditionellen Marktstrukturen der Musikbranche bedeutungslos machen.

Die aktive Beteiligung an disruptiven Innovationen ist wichtig, weil die Veränderungen vor allem die derzeitigen industriellen Stärkefelder und traditionell starke Dienstleistungsbranchen betreffen. So wird beispielsweise im Automobilbau das Element der Telekommunikations- und Informationstechnologien immer wichtiger. Disruptive Innovationen stellen aber auch etwa das Bankenwesen vor große Herausforderungen, wie das Beispiel PayPal zeigt.

Neue Technologien und Geschäftsmodelle sind zunächst eine Chance, selbst wenn sie einen bestehenden Markt tief greifend verändern oder auflösen. Das Risiko ist bei solchen Innovationen, die das Potenzial hätten, den Markt umzukrempeln, naturgemäß besonders hoch, die Chancen aber auch. Diese Erkenntnis muss sich in der Förderpolitik abbilden, also bei Risikoübernahme bzw. Förderquoten von mindestens 40 Prozent.

Um das Potenzial von disruptiven Innovationen zu heben, ist das treffsichere und frühzeitige Erkennen der neuen Technologie und ihrer kommenden Bedeutung entscheidend. Ideen zu neuen technologischen Trends kommen häufig aus jungen und kleinen Unternehmen, für den Erfolg auf dem Massenmarkt (Massendurchdringung, Vertrieb etc.) sind in der Regel Kooperationen mit großen Unternehmen notwendig. Entsprechende Kooperationsformen, zum Beispiel mit Start-ups aus der Wissenschaft, können wiederum durch den Staat unterstützt werden.

## Eigene Entwicklungen, auch auf bestehenden Märkten

---

## 02.5

Die bestehende Marktführerschaft anderer darf das eigene Engagement nicht ausschließen, wenn das Wachstumspotenzial der Technologie groß ist. Ein Beispiel sind unbemannte Luftfahrzeuge (Drohnen): Die Produkte der Konkurrenz sind am Markt verfügbar, die Marktführerschaft (Israel, USA und Kanada mit deutlichem Abstand) ist geklärt und Deutschland ist heute abgeschlagen. Es handelt sich aber um einen Zukunftsmarkt, gerade auch für die zivile Nutzung. In vielen Einzelbereichen erarbeiten heimische Unternehmen heute schon Lösungen, die die Wettbewerber einsetzen. Die Wertschöpfung findet derzeit aber hauptsächlich im Ausland statt.

Die Entwicklung, auch der Drohnen, insgesamt im Inland muss gefördert und mit Rahmenbedingungen flankiert werden, die einen Einsatz – beispielsweise für Transportzwecke oder zur Erhebung von Daten aus der Luft in der Landwirtschaft – ermöglichen, ohne unsere hohen Sicherheitsstandards aufweichen zu müssen.

Ein anderes Beispiel ist das Vorantreiben von Projekten wie Galileo, mit denen ein unabhängiger weiterer Zugang zu Daten gesichert werden kann, die beispielsweise für die Entwicklung intelligenter Verkehrssysteme wichtig werden.

# Überkommene Trennungen aufgeben, Vernetzung abbilden

---

## 02.6

Nicht nur die Zusammenarbeit von Großunternehmen mit kleinen, innovativen Unternehmen sichert die Zukunftsfähigkeit, auch die Kooperation über die klassischen Technologie- und Branchengrenzen hinweg ist notwendig.

Die traditionelle statistische Klassifikation von Branchen und Sektoren bildet die tatsächlichen Wertschöpfungsstrukturen unserer Wirtschaft nicht mehr ab. Die einzelnen Wirtschaftsbereiche sind mittlerweile so stark miteinander vernetzt, dass die bestehenden Sektoren- und Branchendefinitionen ihre Zweckmäßigkeit mehr und mehr verlieren.

Der – bisher sehr erfolgreichen – bayerischen Technologieförderung liegt ein Technologiebild der 90er-Jahre zugrunde. Die Strukturen und technologischen Entwicklungspfade haben sich fundamental geändert. Die Technologieförderprogramme müssen deshalb neu an den aktuellen technologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen, vor denen Bayern steht, ausgerichtet werden (vgl. näher Teil B. 04, v. a. 04.8).

Innovationsförderung im weitesten Sinne muss daher grundsätzlich branchen-, sektoren- und technologieübergreifend organisiert werden.

Der gesteigerten Bedeutung von hybrider Wertschöpfung und neuen Geschäftsmodellen muss durch die Bereitstellung von Finanzierungsmodellen, Demonstratoren und Inkubatoren Rechnung getragen werden.

Schlüsseltechnologien müssen zu Handlungsfeldern gebündelt werden:

- Digitalisierung (einschl. Elektronik, Mechatronik, Automation)
- Energietechnik (einschl. Umwelttechnologie)
- Gesundheit (Biotechnologie, Medizintechnik, Ernährung)
- Materialien (einschl. Chemie, Nanotechnologie)
- Mobilität, Automotive (Luft- und Raumfahrt, Bahntechnik)

Diese Handlungsfelder müssen in einem Systemansatz mit den technologiepolitischen Instrumenten vernetzt werden:

- Forschungsinfrastruktur
- Innovationsförderprogramme
- Cluster
- Gründerförderung

# Anwender von Anfang an mitnehmen, Begeisterung entfachen

---

02.7

Die öffentliche Meinung bzw. ein innovationsfreundliches gesellschaftliches Klima sind wichtig bei der Verbreitung und dem wirtschaftlichen Erfolg neuer Technologien. Nicht nur die Abwägung von technischen und ökonomischen, sondern auch die der gesellschaftlichen Chancen und Risiken sind für erfolgreiche Innovationsprozesse von Bedeutung.

Zwar lässt sich eine grundlegende Technologieskepsis in der Bevölkerung statistisch nicht belegen, die Nutzung einiger neuer Technologien wird jedoch durch die öffentliche Meinung erheblich behindert. Ein Beispiel hierfür ist die Gentechnik; ähnliche Bedenken bestehen beim Fracking.

Gleichzeitig zeigen andere Beispiele, wie die Nutzung des Internets in seinen verschiedenen Erscheinungsformen oder die Verbreitung von Mobiltelefonen, dass neue Technologien auch in der Breite positiv aufgenommen und dass auch kurze Innovationszyklen nachvollzogen werden, wenn der Anwender für sich einen fassbaren Nutzen in der Technologie erlebt und die Einbettung in den gesellschaftlichen Kontext stimmt.

Deshalb besteht der dringende Bedarf einer umfassenden und abgestimmten Strategie zwischen allen relevanten Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Der Bevölkerung muss Gelegenheit gegeben werden, sich in Diskussionsprozesse einzubringen und sich an neuen Entwicklungen möglichst frühzeitig zu beteiligen.

Dazu sind Voraussetzungen erforderlich, die es den relevanten Akteuren ermöglichen, sich frühzeitig an diesen Prozessen zu beteiligen. Von großem Nutzen wäre dafür die Förderung von Forschungsprojekten über eine zielgenau wirkende Partizipation und Nutzerintegration bei gesellschaftlich und wirtschaftlich besonders relevanten Fragen. Das gilt vor allem auch für die Umsetzung von Zukunftstechnologien und -projekten. So können die Grundlagen dafür geschaffen werden, dass die bayerische Wirtschaft und Gesellschaft die Herausforderungen der technologischen Entwicklungen als Chance für Wohlstandsentwicklung und Stabilität nutzen.

Gleichzeitig sind Wissenschaft und Wirtschaft gefordert, einerseits Inhalte und möglichen Nutzen von Forschung und Entwicklung zu verdeutlichen und andererseits die Interessen der späteren Anwender möglichst frühzeitig zu berücksichtigen. Für Letzteres ist Open Innovation ein wichtiger Ansatz.

---

## 03

# Empfehlungen Technologietransfer / Kooperation

---

### **Austausch und Vernetzung als Erfolgsfaktoren der Zukunft**

Die traditionellen Grenzen zwischen einzelnen Branchen und Technologiefeldern lösen sich zunehmend auf. Dem Technologietransfer und der Kooperation zwischen ursprünglich fremden Bereichen kommt eine maßgebliche Bedeutung für den Erhalt der Technologieführerschaft zu.



Empfehlungen Technologietransfer / Kooperation	Politik	Wirtschaft	Wissenschaft
<b>Schnittstellen für systematischen Austausch</b>			
– Branchenübergreifende Cluster	✓	✓	✓
– Abgrenzungen zwischen Fakultäten, Branchen und Technologien überwinden		✓	✓
<b>Vernetzte Bildung und Forschung</b>			
– Interdisziplinarität und Transdisziplinarität		✓	✓
– Systemkompetenz	✓		✓
– Mehr duale Studiengänge, auch an Universitäten		✓	✓
– Gründerzentren ausbauen	✓		✓
– Durchlässigkeit zwischen Industrie und Hochschulen		✓	✓
– Unternehmergeist in der Wissenschaft fördern	✓		✓
– Digitalisierung in der Bildung vorantreiben	✓	✓	✓
<b>Forcierung der Kooperationsfähigkeit</b>			
– Öffnung und Internationalisierung der Förderpolitik	✓		
– Kooperation zwischen Unternehmen	✓	✓	
– Verbundprojekte zwischen Groß- und Kleinunternehmen	✓	✓	
– Kooperation zwischen Unternehmen und Wissenschaft		✓	✓
– Innovation Labs		✓	✓
<b>Bekanntheit bestehender Strukturen erhöhen</b>	✓	✓	✓

# Schnittstellen für den systematischen Austausch

## 03.1

Neue Akteure müssen in künftige Innovationsprozesse integriert werden. An Schnittstellen kommt es auf den systematischen Wissens- und Erfahrungsaustausch an, um die Entwicklung von Querschnitts- und Integrationstechnologien voranzutreiben. Leitbild für einen solchen Austausch muss eine technologieoffene Zielorientierung sein.

### **Branchenübergreifende Cluster**

Die heutigen Förderstrukturen sind stark sektoral organisiert; sie nehmen eine Trennung entlang der klassischen Einteilung in Branchen und Technologien vor. Die Aufgabe von Politik und Wirtschaft ist es, die Infrastruktur für einen anwendungs- und problemorientierten Austausch bereitzustellen. Die in der Vergangenheit erfolgreiche Cluster-Offensive des Freistaats muss jetzt weiterentwickelt werden.

Das Ziel muss in einer echten Vernetzung liegen, d. h. dem Zusammenbringen der Wissensträger und Entscheider aus verschiedenen Branchen und Technologiefeldern. Entsprechend sind Cross-Cluster-Aktivitäten häufiger und effizienter zu initiieren, da Innovationen oft an den Schnittstellen zwischen Branchen und Technologiefeldern entstehen. Dachorganisationen oder Geschäftsstellen sind dafür nicht erforderlich.

Organisatorisch müssen die Cluster

- entsprechend der Förderrichtlinien (Bund bzw. EU) aufgestellt sein;
- ihr Marketing mit den beteiligten Unternehmen sowie den Wirtschafts- und Wissenschaftsorganisationen koordinieren;
- nachweislich effizient arbeiten.

Es empfiehlt sich die stärkere Bindung der Akteure an die Cluster durch Institutionalisierung derjenigen Cluster, die heute noch informell organisiert sind, etwa über Vereinsstrukturen. Die neuen Cluster müssen auf dem Erfolg bisheriger Instrumente, wie der Exzellenzcluster zur Profilierung von Universitäten und der Spitzencluster zur regionalen Vernetzung von Universitäten und außeruniversitären Einrichtungen, aufsetzen und sie leistungs- und verwertungsorientiert weiterentwickeln.

Es gilt die gesamte Wertschöpfungskette von Beschaffung über Produktion bis hin zum Marketing, Vertrieb und Service abzudecken. Als Vorbild kann das erfolgreiche Chemie-Cluster dienen: Es erschließt versteckte Märkte sowohl auf vertikaler Ebene (chemische Vorprodukte oder Dienstleistungen, die auch an Abnehmer aus anderen Branchen verkauft werden können) als auch auf horizontaler Ebene (chemische Aufwertung industrieller Endprodukte, etwa durch neue Beschichtungen).

### **Abgrenzung überwinden**

Der Wissenschaft kommt dabei eine entscheidende Bedeutung zu. Auf der Entwicklungsebene soll die wissenschaftliche (universitäre und außeruniversitäre) Forschung eine Vordenkerrolle übernehmen, welche Auswirkungen beispielsweise die Digitalisierung auf einzelne Technologiefelder hat.

Dabei muss das Denken in traditionellen Fakultäts-, Branchen- und Technologiegrenzen aufgebrochen werden. Hürden sind abzubauen, die durch die Kulturunterschiede gerade zwischen Unternehmen und Universitäten bestehen und einem Austausch im Wege stehen. Hier sind Staat und Wissenschaft gleichermaßen gefordert, um administrative Hemmnisse zu beseitigen.

# Vernetzte Bildung und Forschung

## 03.2

---

Der Bedeutungszuwachs von technologischen und systemischen Schnittstellen erfordert mehr Inter- und Transdisziplinarität sowie Mehrfach-Qualifikationen. Die Berufsmärkte sind volatiler geworden und erfordern deshalb vom Einzelnen größere Themen- und Standortflexibilität als in der Vergangenheit.

### **Interdisziplinarität und Transdisziplinarität**

Um vernetzte und komplexe Probleme zu bewältigen, muss das Bildungssystem auf Kooperation ausgelegt sein und die Fähigkeit zur Kooperation mit anderen wissenschaftlichen Disziplinen und mit Experten außerhalb des Wissenschaftsbetriebs vermitteln.

Das gelingt nur, wenn eine sektorale Durchlässigkeit erreicht wird. Hierfür muss die Kompatibilität von Bachelor- und Masterstudiengängen aus unterschiedlichen Fachrichtungen ausgebaut werden. So könnte man beispielsweise einen Biotechnologie-Bachelor für ein Masterstudium in Informatik motivieren. Ebenso sind Medizin- und die Ingenieursfächer bereits auf dem Niveau der jeweiligen Studiengänge zur inhaltlichen Vernetzung empfohlen. In die Mediziner-Ausbildung müssen technische Fächer aufgenommen werden; die Ausbildungsordnung der Mediziner (Lernzielkatalog) und die Approbationsordnung für Ärzte sind dringend anpassungsbedürftig. Die Mechatronik mit ihrem Kernziel, intelligente Mechanismen durch bestmögliche Integration von Maschinenbau, Elektrotechnik/Elektronik und Informatik zu schaffen, ist hervorragend geeignet, um Abgrenzungen zwischen klassischen Fakultäten abzubauen.

Interdisziplinarität setzt einerseits die verstärkte Zusammenarbeit über Fakultätsgrenzen hinweg voraus, andererseits ist eine gemeinsame Hochschulstrategie erforderlich. Ausbildungsangebote können vielfach nicht mehr auf einzelne Fakultäten beschränkt werden (z. B. Big Data, Games Engineering). Ein Anreiz für mehr Interdisziplinarität an Hochschulen könnte die Bildung themenbezogener Kooperationsplattformen – auch zwischen Universitäten und Fachhochschulen – für gemeinsame Abschluss- und Promotionsarbeiten sein (System „Verbundpromotion“). Die Grundausbildung (Bachelorphase) muss generalistisch ausgerichtet sein, während die fortgeschrittene Ausbildung (Masterphase bzw. strukturierte Promotion) der Spezialisierung dient. Diesen Ansatz verfolgt der BSc-Studiengang „Ingenieurwissenschaften“ an der TU München, der für zahlreiche vertiefte Ausbildungsoptionen (Masterstudium) anschlussfähig ist.

## **Systemkompetenz**

Die Entwicklungen hin zur Industrie 4.0 und zu Smart Products verstärken die firmenübergreifende Vernetzung von Wertschöpfungsketten. Die frühzeitige, auf die Erfordernisse des Endprodukts zugeschnittene Abstimmung in der Wertschöpfungskette ist oft ein Problem. Dies führt z. B. zu Aufschlägen bei den Qualitätsanforderungen von Einzelkomponenten, die von Zulieferer zu Zulieferer weitergereicht werden und so zu einer Übererfüllung der Erfordernisse und zur Kostensteigerung beitragen. Systemkompetenz wird zum entscheidenden Faktor.

Um derartige Abstimmungsprozesse systematisch zu verbessern und die Grundlagen sowie erforderlichen Kompetenzen wissenschaftlich fundiert zu erarbeiten, ist ein Institut oder Zentrum für „Systems Engineering“ erforderlich; es sollte durch mehrere Fachkompetenzen breit und interdisziplinär aufgestellt sein. Ein ganzheitlicher Ansatz unter Einbeziehung von Arbeitswissenschaften, Betriebswirtschaftslehre, Informatik, Ingenieurwissenschaften, Psychologie, Sozialwissenschaften u. a. fehlt in der bundesdeutschen Hochschullandschaft. Hier sollte Bayern die Vorreiterrolle übernehmen.

## **Duale Studiengänge**

Dringlich sind die Förderung von dualen Studiengängen und deren Einführung an Universitäten. Dadurch wird vor allem der lernende Austausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gestärkt. Empfohlen wird deshalb die Initiative *Bayern.Dual*, mit Pilotprogrammen, die von Staat und Wirtschaft gemeinsam anschubgefördert werden.

## **Gründerzentren**

Gründerzentren sind wirksame Bindeglieder zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Sie verstärken das Engagement und Interesse von Studierenden, über die Grenzen ihres akademischen Studiums hinauszuwachsen. Gerade für mittelständische Unternehmen können sich hieraus wertvolle Innovationsanstöße ergeben.

Wir benötigen untereinander vernetzte (digitale) Gründerzentren in allen Regierungsbezirken, die in der Nähe einer oder mehrerer Hochschulen angesiedelt werden, die von Anfang an eng eingebunden werden müssen. Auch die Einbindung der etablierten regionalen Unternehmen und Unternehmensnetzwerke ist sicherzustellen.

Um den Internet- und Medienstandort Bayern international zu stärken, muss ein sichtbarer Kristallisationspunkt geschaffen werden. Dieser benötigt Räumlichkeiten und Infrastruktur zur Professionalisierung und Internationalisierung von Gründern und zur Vernetzung von Teilbranchen, wie z. B. der Medien- und Gamesbranche, und weiteren davon profitierenden Unternehmen.

Entscheidend ist neben der reinen Infrastruktur auch das „Klima“, das den Kontakt zwischen Gründern, mit etablierten Unternehmen, Wissenschaft, Verwaltung, Venture-Capital-Gebern und Wirtschaftsorganisationen fördern muss. Ein wichtiger Mehrwert sind für viele Gründer ein niederschwelliger Zugang und kurze Wege. Vorbild sollten die digitalen Leitregionen und Gründer-Hotspots der Welt sein.

Die Aktivitäten und Unterstützungsangebote für Gründer werden über eine zentrale bayerische Kommunikationsplattform bekannt gemacht.

## **Durchlässigkeit zwischen Industrie und Hochschule**

Um ihre Mitarbeiter gezielt interdisziplinär zu qualifizieren, müssen die Unternehmen auf die Universitäten zugehen. Besonders geeignet sind Forschungssemester für Unternehmensmitarbeiter in der universitären Forschung. Damit es bei den Mitarbeitern nicht zu finanziellen Einbußen kommt, sollte vonseiten der Wirtschaft die Finanzierungslücke zwischen dem regulären Gehalt und der universitären Bezahlung überbrückt werden.

Umgekehrt müssen Hochschullehrer zeitweise (z. B. bis zu 5 Jahre) in die Industrie wechseln können, ohne Nachteile beim Karriereaufstieg und bei der Altersversorgung zu erleiden. Führende Hochschulen Europas, z. B. die ETH Zürich, bieten diese Möglichkeit seit Langem. Das bayerische Hochschullehrergesetz muss entsprechend angepasst werden.

## **Unternehmergeist in der Wissenschaft fördern**

Zu einer echten Innovationskultur gehören förderliche Rahmenbedingungen für Firmenausgründungen aus der Forschung. Im Bereich der Hochschulen sind gründungsaktiven Professoren, wissenschaftlichen Mitarbeitern und Studenten Freisemester zu gewähren. Entrepreneurship-Kurse an Hochschulen dürfen keine Ausnahmeerscheinung bleiben. Ausgründungen gehören in die akademische Leistungsbilanz. Bei Neuberufungen sind unternehmerische Erfahrungen zu berücksichtigen.

Der Wert des geistigen Eigentums ist in der universitären Forschung erheblich unterbewertet. Hier liegt eine der Ursachen für den vielfach mangelhaft ausgeprägten „entrepreneurial spirit“. Diesem Mangel kann durch ein systematisch wirksames Scouting-System entgegengewirkt werden, indem die Wissenschaftler für die unternehmerische Relevanz ihrer Erfindungen sensibilisiert werden, verbunden mit professioneller Hilfestellung bei Patent- und Gebrauchsmuster-Anmeldungen.

Generell sind Maßnahmen zur Etablierung einer Intra- und Entrepreneurship-Kultur bei Mitarbeitern im Forschungssektor sowie bei Hochschulabsolventen umzusetzen. Die Unternehmensgründung als alternativer Karriereweg für wissenschaftliche Mitarbeiter muss gleichwertig positioniert werden neben dem Verbleib am Forschungsinstitut bzw. an der Hochschule oder dem Wechsel in die Industrie. Hier wird Handlungsbedarf im Bayerischen Hochschulgesetz und im Bayerischen Hochschulpersonalgesetz gesehen.

All diese Maßnahmen haben nichts mit dem gelegentlich beschworenen Schreckgespenst „Ökonomisierung der Wissenschaft“ zu tun. Sie haben vielmehr das Ziel, die Innovationskraft der wissenschaftlichen Forschung im wohlverstandenen Interesse der Gesellschaft zu stärken.

## **Digitalisierung in der Bildung vorantreiben**

### **Digitales Lernen**

Im gesamten Bildungsbereich müssen digitale Technologien als Werkzeuge zur Verfügung stehen. Bildungsinhalte müssen die Digitalisierung aufgreifen und umsetzen.

Dazu müssen Schulen flächendeckend mit der erforderlichen Infrastruktur ausgestattet und auf die Nutzung neuer Technologien eingestellt sein. Lehrmaterialien müssen die Potenziale des heute verfügbaren Wissens voll ausschöpfen, damit den Schülern lebens- und praxisnah die richtigen Kompetenzen vermittelt werden. Die 1:1-Umsetzung heutiger Schulbücher als E-Book genügt nicht. Entscheidend sind die Vernetzung und der jederzeitige Zugriff auf weiterführende Informationen. So ist bei Verlinkungen nicht maßgebend, ob die dahinter liegenden Informationen jederzeit von der Schulbehörde umfassend kontrolliert werden können – dem Schüler muss vielmehr die Fähigkeit zur kritischen Einordnung und richtigen Nutzung von Daten und Fakten vermittelt werden.

### **Digitalisierung in Aus- und Weiterbildung**

Digitale Kompetenzen müssen zum selbstverständlichen Gegenstand jeder Ausbildung werden – von der Beherrschung gängiger Anwendungen über den sicheren Umgang mit verfügbaren Informations- und Kommunikationskanälen bis zu einem grundlegenden Verständnis von Struktur und Aufbau von IT-Systemen einschließlich der damit verbundenen Sicherheitsfragen. Hinzu kommen spezielle Kenntnisse für die jeweiligen Bereiche, wie etwa Wissen über E-Commerce für den Handel und Vertrieb.

# Forcierung der Kooperationsfähigkeit

## 03.3

---

Bei der Entwicklung an den Schnittstellen von etablierten Technologiefeldern müssen neue Akteure systematisch in Innovationsprozesse einbezogen werden.

### Öffnung und Internationalisierung

Bayern ist als exportstarkes Land bereits heute stark globalisiert. Jedes zweite bayerische Unternehmen ist direkt oder indirekt in internationale Wertschöpfungsketten eingebunden. Viele arbeiten auch im Bereich F+E mit internationalen Partnern zusammen. Deshalb dürfen Förderprojekte nicht an der Landesgrenze enden, vielmehr ist auch bei der Förderpolitik eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit erforderlich. Weiterhin ist die Internationalisierung regionaler Innovationscluster anzustreben.

Bundesmittel und EU-Gelder (z. B. KICs, Horizon 2020) müssen gezielt nach Bayern geholt und mit bayerischen Mitteln kombiniert werden. Die Hebelwirkung ist beachtlich und dadurch können zusätzliche bayerische Projekte angeschoben werden. Gerade staatliches Handeln muss sich stärker an diesem Ziel ausrichten. Über die erfolgreichen Aktivitäten der *Bayerischen Forschungsallianz* hinaus erscheint es dringend geboten, die Akquisition von Großforschungsprojekten (z. B. Knowledge and Innovation Communities (KICs) der Europäischen Union) systematisch zu unterstützen, um im verschärften europäischen Wettbewerb bayerische Erfolgsgeschichten zu begründen. Hierzu bedarf es in der oft mehrjährigen Vorbereitungsphase managementererfahrener Koordinatoren, die diese großen Verbundprojekte im Wissensdreieck „Research – Teaching – Entrepreneurship“ und zwischen Wissenschaft und Wirtschaft auf den Weg bringen.

Insbesondere Gründer und junge Unternehmen müssen bei der Internationalisierung unterstützt werden, zum Beispiel mit Start-up-Unternehmerreisen und Ausbildungsprogrammen.

### **Kooperation zwischen Unternehmen**

Zur Förderung der Entwicklung über Branchen- und Technologiesgrenzen hinweg ist es erforderlich, die Kooperation zwischen Unternehmen zu stärken und zu vereinfachen. Hilfreich ist hier die Bereitstellung von Services, Informationen und Best-Practice-Beispielen. Gerade bei hoher Technologiereife wird auf Kooperationen oftmals verzichtet, weil die einzelnen Fertigungsschritte nicht im Rahmen gewerblicher Schutzrechte abgesichert werden können. Eine institutionalisierte und längerfristige Zusammenarbeit im Rahmen von Forschungsverbänden kann hier Abhilfe schaffen, auch im Verhältnis zwischen Unternehmen und Hochschulen.

Entscheidend ist, dass Start-ups in die Kooperationsprozesse einbezogen werden. Ein gutes Beispiel ist die Plattform Bits & Pretzels mit rund 2.000 Teilnehmern. Sie trägt einerseits dazu bei, die Sichtbarkeit der bayerischen Gründerszene zu erhöhen, andererseits bietet sie vor allem Start-ups eine Möglichkeit zur Vernetzung mit etablierten Unternehmen. Die Plattform muss daher verstetigt werden. Weitere Netzwerktreffen, auf denen junge Unternehmen ihre Entwicklungen und Ideen vorstellen, Kontakte knüpfen und Kooperationen anbahnen können, müssen folgen.

Kooperationen bieten sich – auch mit Unterstützung des Staates – im Bereich des Handels an. Beispiele sind die Erhöhung der Online-Sichtbarkeit von Kleinunternehmen durch Beteiligung an Werbegemeinschaften und Heranführung an E-Commerce-Marktplätze oder die Heranführung von Händlerzusammenschlüssen mittelständischer Unternehmen auf lokaler Ebene an den E-Commerce.

## **Verbundprojekte zwischen Groß- und Kleinunternehmen**

Innovationsprozesse bei großen Organisationen stoßen nicht selten auf organisationsimmanente Trägheit und Routinen. Um auf immer schneller getaktete Herausforderungen wirksam reagieren zu können, müssen die Innovationsprozesse schneller und flexibler werden.

Entsprechend muss die Vernetzung der Forschungs- und Innovationsaktivitäten von Groß- und Kleinunternehmen intensiviert werden. Dabei werden Organisationseigenschaften kombiniert: Kleinunternehmen können ihre Vorteile als schnelle und flexible Akteure einbringen, Großunternehmen hingegen ihre Beständigkeit und (finanzielles) Durchhaltevermögen. Dadurch entsteht eine dynamische Entwicklungs- und Erprobungslandschaft für innovative Ideen.

Entscheidend ist die gezielte staatliche Förderung von Verbundprojekten zwischen Groß- und Kleinunternehmen. Erforderlich ist hier nicht nur die Förderung von Neuprojekten, sondern auch die von Innovationen im Rahmen bestehender regionalen Wertschöpfungsketten. Hier kann auf eine bewährte, vertrauensvolle Zusammenarbeit aufgebaut werden.

## **Kooperationszentren Unternehmen – Wissenschaft**

Für mittelständische Unternehmen ist ein stärkerer Input aus universitärer und außeruniversitärer Forschung von großem Wert. Als Best-Practice-Beispiel ist das Kompetenzzentrum Mittelstand (KME) der Technischen Universität München und des vbm zu werten. Bundesweit würde Bayern eine Vorreiterrolle einnehmen, wenn an geeigneten Universitätsstandorten staatlicherseits Forschungsgebäude errichtet würden, in denen die Kooperationsforschung mittelständischer Unternehmen mit Universitäten und Fachhochschulen sowie außeruniversitären Forschungseinrichtungen erfolgt. Solche Zentren wären ideal für Verbundpromotionen geeignet, wie sie in Bayern derzeit zwischen den beiden Hochschularten entwickelt werden. Ferner ist die Kooperationsfähigkeit, z. B. mit Musterverträgen für die Zusammenarbeit von Universität und Unternehmen, zu erleichtern.

Die Weiterentwicklung der Wissenschaftslandschaft in Deutschland wird über einen Wettbewerb der Standorte um Exzellenz und Innovationskraft erfolgen. Zukünftig werden die Wissenschaftsregionen gewinnen, denen es gelingt, integrierte Standortkonzepte neuer Qualität zu entwickeln und gemeinsam mit Wissenschaft, Wirtschaft und Politik nachhaltig umzusetzen.

Integrierte Standortkonzepte neuer Qualität zeichnen sich durch folgende Merkmale und Ziele aus:

- Sie überzeugen durch ein thematisches Profil mit Alleinstellung auf nationaler und europäischer Ebene.
- Sie verbinden exzellente Forschung und Lehre, Aus- und Weiterbildung, Transfer und wirtschaftliche Aktivitäten zu einem leistungsfähigen Innovationssystem mit regionaler, nationaler und europäischer Wirkung und internationaler Ausstrahlung.
- Sie beziehen die relevanten Akteure aus Wissenschaft (Universitäten, Fachhochschulen, außeruniversitäre Forschungsinstitute), Wirtschaft (KMU, Großunternehmen und Verbände) und Politik ein.
- Sie haben als regionale Anker und Kern eine leistungsfähige Wissenschaftseinrichtung, lassen themenspezifische, aber auch transregionale Abstrahleffekte mit vernetzten Standorten zu.
- Sie fördern die interdisziplinäre, transdisziplinäre und branchenübergreifende Zusammenarbeit.
- Sie stärken die Innovationskraft insbesondere kleiner und mittlerer Unternehmen.

### **Innovation Labs**

Eine moderner Ansatz für die Kooperation zwischen Unternehmen und Universitäten sind Innovation Labs. Sie beschäftigen sich interdisziplinär mit innovativen Fragestellungen, um diese in der Vorproduktentwicklung oder in Demonstratoren umzusetzen. Die Ergebnisse aus Innovation Labs fließen in die beteiligten Unternehmen, können aber auch als Grundlage für Firmengründungen genutzt werden.

Im Gegensatz zu bestehenden Gründerzentren, die primär Start-ups unterstützen, zielen Innovation Labs auf die Erarbeitung von Ideen für bestehende Unternehmen oder kommende Gründungen ab. Beispiel sind das Innovation Lab der Metropolregion Rhein-Neckar in Heidelberg und der neue MakerSpace von UnternehmerTUM. Es müssen weitere Innovation Labs in Bayern entstehen.

## Bekanntheit bestehender Strukturen erhöhen

---

## 03.4

Für Forschungs- und Entwicklungsprozesse und Erprobungen existieren bereits umfangreiche Angebote, wie z.B. Living Labs. Allerdings werden diese zum Teil ungenügend genutzt. Es besteht Handlungsbedarf beim Abbau von Nutzungshürden und bei der Steigerung der Bekanntheit bestehender Angebote.

Für Unternehmen im ländlichen Raum sind die Ideen und die Expertisen aus der Universität nicht so schnell und einfach zugänglich. Mit Unterstützung der Wirtschaftsorganisationen könnten Thementage und Partnering Events der Hochschulen gezielt außerhalb von Zentren durchgeführt werden. So werden bestehende Angebote bekannt gemacht und verbessert.

---

## 04

# Empfehlungen zu Inkubatoren, Demonstratoren, Finanzierung

---

### **Gezielte Förderung sichert die Technologieführerschaft bayerischer Unternehmen**

Für eine erfolgreiche Innovations- und Gründungspolitik ist entscheidend, dass innovative Unternehmen von ihrer Gründung über die Produktentwicklung bis hin zur Marktreife bis zur nächsten Wachstumsphase die passenden Rahmenbedingungen vorfinden. Entscheidend sind Geschwindigkeit, Kapital, strategische Mechanismen und Datenbanken sowie Netzwerke zu den regionalen Aktivitäten.



Empfehlung zu Inkubatoren, Demonstratoren, Finanzierung	Politik	Wirtschaft	Wissenschaft
Aus- und Neugründungen fördern			
– Direkte Hilfe bei der Unternehmensgründung	✓		✓
– Gesellschaftliche Rahmenbedingungen verbessern	✓	✓	✓
Finanzierungsmöglichkeiten verbessern			
– Zugang zu bestehenden Fördermöglichkeiten erleichtern	✓		
– Förderung technologieneutraler ausgestalten	✓		
– Neuer Förderschwerpunkt Digitalisierung	✓		
– Verfügbarkeit von Risikokapital ausbauen	✓		
Experimentierfeld für Organisations- und Kooperationsmodelle	✓		
„Valley of Death“ überwinden			
– Finanzierung bis zur Markteinführung	✓		
– Gezielte Auftragsvergabe	✓	✓	✓
Leuchtturm-Initiativen für ganze Wertschöpfungsnetzwerke	✓	✓	✓
Gründer an Bayern binden	✓	✓	
Förderung von Demonstratoren	✓		
Bayerische Technologieförderung auf dem Prüfstand	✓		
Anpassung von rechtlichen Rahmenbedingungen	✓	✓	✓
Steuerliche Forschungsförderung	✓		

# Aus- und Neugründungen

## 04.1

---

Revolutionär neue Technologien haben ihren Ursprung häufig in neu gegründeten Unternehmen. Daher muss der seit Jahren rückläufige Trend im deutschen Gründungsgeschehen gedreht werden. Um im Wettbewerb um die führenden Technologien der Zukunft bestehen zu können, bedarf es einer Anpassung der Rahmenbedingungen und einer möglichst unbürokratischen Unterstützung von Unternehmensgründungen. Gesetzliche Auflagen und Verwaltungsanforderungen sind auf ein Minimum zu begrenzen. Eine hohe Gründungsintensität beschleunigt den effizienten Transfer von Ideen aus der Wissenschaft in marktfähige Produkte. Unternehmerisches Denken und Handeln muss in die Hochschulen einziehen und deren akademischen Auftrag ergänzen.

### **Direkte Hilfe bei der Unternehmensgründung**

Unternehmensgründungen werden durch direkte Unterstützung wesentlich vereinfacht. Diese umfasst Mentoren, Business Angels, engagierte Professoren und Studenten sowie Unternehmen. Wichtig sind vor allem einfache und transparente Strukturen, Entbürokratisierung sowie die Etablierung von einheitlichen Ansprechpartnern (One Stop Agency) und Förderlotsen. Über die Erweiterung bestehender Angebote, wie z. B. Unternehmer-TUM, können mehr mittelständische Unternehmen erreicht und aktiviert werden.

Die Business-Angel- und Finanzierungs-Netzwerke müssen durch Gewinnung neuer Investoren zusammengeführt und verstärkt werden. Jungen Unternehmen müssen in Netzwerke und Verbundprojekte eingebunden werden, um einen intensiven fachlichen Erfahrungsaustausch zu gewährleisten.

## **Gesellschaftliche Rahmenbedingungen**

Eine Herausforderung sind das in Deutschland allgemein schwach ausgeprägte Gründungsklima und die Angst vor dem Stigma des unternehmerischen Scheiterns. Der unternehmerische Spirit, zum Beispiel an Universitäten, bedarf einer massiven, gezielten Förderung. Die wirtschaftliche Zielsetzung darf im Umfeld der universitären Forschung kein Tabu sein.

Nur eine breite Unternehmer- und Gründungskampagne kann zu einer Bewusstseinsänderung führen. In diese müssen Informations- und Karrieremessen an Hochschulen, zu denen speziell Start-up-Unternehmen eingeladen werden, ebenso integriert werden wie Thementage des Mittelstands an den Hochschulen oder beispielhafte Projekte und Wettbewerbe für Gründungen, wie z. B. 5-Euro-Business.

Regionale Initiativen, wie die Auslobung von Gründerpreisen durch etablierte Unternehmen, sind ein weiterer Baustein und können Vorbildcharakter haben.

# Finanzierungsmöglichkeiten verbessern

---

## 04.2

Zu viele Innovationen scheitern noch an der Finanzierung. Deshalb wandern sie noch zu häufig aus Bayern aus.

### **Zugang zu bestehenden Fördermöglichkeiten erleichtern**

Die bayerischen Förderquoten und -volumina sind ausbaufähig. Gerade bei besonders innovativen, möglicherweise disruptiven Entwicklungen sind hohe Förderquoten von regelmäßig mindestens 40 Prozent erforderlich, aber auch die Übernahme oder Absicherung bestimmter Teilrisiken.

Aufgabe der Politik ist es auch, sich in noch größerem Maße für die Vergabe von Bundes- und EU-Mitteln nach Bayern einzusetzen, auch durch Unterstützung bei der Antragstellung, und eine entsprechende Ko-Finanzierung gezielt sicherzustellen.

Die Abwicklung der Verfahren muss vereinfacht, transparent gestaltet und beschleunigt werden: Von der Antragstellung mit vollständigen Unterlagen bis zur Entscheidung über den Förderantrag dürfen in der Regel nicht mehr als drei Monate vergehen.

Besonders für in kaufmännischen Dingen oft unerfahrene Unternehmensgründer sind kompetente Ansprechpartner und transparente Finanzierungssysteme entscheidend für den Gründungserfolg. Hierzu gehört eine aktive Kommunikation von Förderprogrammen und Förderinhalten.

### **Förderung technologieneutraler ausgestalten**

Um der Vernetzung Rechnung zu tragen, muss Technologieförderung gerade auch die Schnittstellen zwischen Technologien erfassen. Starre Begrenzungen durch Programme sind daher aufzugeben.

Dafür empfiehlt sich ein einheitlicher Programmtypus im Sinne einer missionsorientierten, problemzentrierten Förderung. Zumindest muss ein technologieübergreifendes Basisprogramm alle Vernetzungen zwischen den Technologien abbilden.

Gleichzeitig verbietet sich auch eine strikte Trennung nach Branchen, damit neuen Geschäftsmodellen Rechnung getragen wird und Wertschöpfungsketten vollständig abgebildet werden können.

### **Neuer Förderschwerpunkt Digitalisierung**

Damit KMU die Potenziale der Digitalisierung nutzen können, brauchen sie Beratung und Information zu IKT, Produktionsprozessen und Geschäftsmodellen. Jedes Unternehmen in Bayern benötigt eine digitale Strategie, die sich auch auf die IT-Sicherheit auf neuestem Stand erstreckt. Hierfür braucht es ein unkompliziertes Förderformat unterhalb der „klassischen“ F+E Förderung, die für alle Branchen sowie für alle Anwendungsbereiche der Digitalisierung entlang der jeweiligen Wertschöpfungskette einschließlich Software offen ist (z. B. Erneuerung von Produktionsprozessen, IT-Sicherheit, Erprobung neuer Software, Entwicklung neuer Produkte etc.). Gefördert werden sollen die Anwendungen in kleinen und mittleren Unternehmen und Start-ups. Mitnahmeeffekte sind auszuschließen.

## Verfügbarkeit von Risikokapital ausbauen

Der internationale Vergleich zeigt, dass in Deutschland die Finanzierung von technologieorientierten Unternehmen in der Gründungs- und Wachstumsphase durch Beteiligungskapitalgesellschaften unzureichend entwickelt ist. Da in den USA 50-mal so viel Wagniskapital zur Verfügung steht wie in Deutschland, können dort potenziell disruptive Technologien in viel größerem Umfang und erheblich rascher entwickelt werden. Der Ausbau der Verfügbarkeit von Risikokapital ist daher eine elementare Notwendigkeit bei der Umsetzung von innovativer Technologie in unternehmerisches Handeln.

In Bayern gibt es mit Bayern Kapital und LfA bewährte Institutionen, bei denen Gründer sowohl Hilfe bei der Finanzierung als auch Unterstützung mit betriebswirtschaftlichem Know-how erhalten. Dort gibt es auch Beteiligungsprogramme für den IT-Bereich sowie Finanzierungen, die speziell auf Vorhaben mit erheblichen technischen und wirtschaftlichen Risiken zugeschnitten sind. Trotzdem erscheint vielen Start-ups der „Szeneplatz“ Berlin attraktiver. Daraus lässt sich ableiten, dass neben Umfeldfaktoren auch die Sichtbarkeit des vorhandenen Angebots sowie einer einheitlichen Anlaufstelle entscheidend sind.

Nachdem im Bereich Digitalisierung/IT ein Nachholbedarf in Bayern besteht, der sich über Branchen und Technologien erstreckt, ist speziell für Gründer aus dem Bereich IT ein einheitlicher Ansprechpartner („Digitalisierungslotse“) für Bayern Kapital und LfA einzusetzen. Dieser muss zu den bestehenden Förderprogrammen und Finanzierungsoptionen beraten sowie Kontakte in das entsprechende wirtschaftliche und wissenschaftliche Umfeld vermitteln.

Darüber hinaus sind die steuerlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen für Wagniskapital in Deutschland zu verbessern, zum Beispiel bei der Mobilisierung von Venture Capital für Wachstums- bzw. Anschlussfinanzierungen. Das Later-Stage-Funding liegt in den USA mit ca. 12 Mrd. Euro rund 30-mal so hoch wie in Deutschland. Das hohe Risiko bei Investitionen von Venture-Capital-Fonds in Unternehmensgründungen kann durch Gewährung steuerlicher Anreize ausgeglichen werden.

## Experimentierfeld für Organisations- und Kooperationsmodelle 04.3

---

Innovationen entstehen durch Offenheit, Kreativität, unkonventionelle Denkansätze und aus mutigen Experimenten. Eine Voraussetzung für diese geistige Freiheit ist allerdings auch die Abwesenheit von finanziellem Druck. Deshalb müssen die Förderstrukturen und -bedingungen so geöffnet werden, dass sie die „Improvisationsfreude“ in Wissenschaft, Forschung und Entwicklung beflügeln. Stark ausbaubedürftig sind Sonderförderprogramme für besonders innovative, aber auch riskante Forschungs- und Entwicklungsvorhaben („high risk, high reward“), vorzugsweise interdisziplinär und an den Schnittstellen der Technologiefelder. Die Möglichkeit eines Fehlschlages soll dabei bewusst in Kauf genommen werden, was sich auch in den Förderrichtlinien niederschlagen muss.

Derartige Sonderförderprogramme können in bestehende Systeme der Forschungsfinanzierung, wie z. B. die Deutsche Forschungsgemeinschaft, integriert werden. Auch Innovation Labs bieten sich zur Umsetzung von „riskanten“ Experimenten an.

## „Valley of Death“ überwinden

## 04.4

---

Die Grundlagenforschung ist oft sehr gut durch öffentliche Mittel abgedeckt, während die Fördermöglichkeiten mit zunehmender Marktreife abnehmen. An dieser Stelle wird vom „Valley of Death“ gesprochen, wenn vor allem kleine und mittlere Unternehmen oder Ausgründungen die Eigenfinanzierung nicht aufbringen können.

Das trifft auch auf die Hochschulen zu, nachdem sie sich – vor allem kraft des Inputs aus der öffentlich finanzierten Forschung – an Ausgründungen beteiligt haben: Mangels Kapital können sie Finanzierungsrunden nicht stemmen, was eine stufenweise reduzierte Unternehmensbeteiligung nach sich zieht. Um den Ausgründungserfolg auszuschöpfen, müssen also auch die Hochschulen bedarfsgerecht mit Kapital ausgestattet werden.

### **Finanzierung bis zur Markteinführung**

Besonders problematisch ist die Finanzierung der letzten Entwicklungsschritte bis zur Marktreife. Nicht zuletzt scheitern neue Technologien an der Massenfertigung. Die Aufnahme von Fremdkapital, beispielsweise in Form von Bankkrediten, gestaltet sich schwierig, da Banken oftmals nicht die Erfolgsaussichten beurteilen können.

Es müssen gezielt die Fördermöglichkeiten für die letzten Entwicklungsschritte und die Markteinführung mit staatlicher Hilfe erweitert werden. Zudem sollte die Förderung von Basistechnologien stärker mit Anwendungen verknüpft werden. Auch anwendungsnahe Demonstratoren und Schaufensterprojekte sind – ggf. in Abstimmung mit weiteren Akteuren – zu fördern. Diese Maßnahmen stellen sicher, dass nicht nur die Entwicklung, sondern auch die sich an die erfolgreiche Markteinführung anschließende Wertschöpfung in Bayern stattfindet.

## **Gezielte Auftragsvergabe**

Insbesondere staatliche Organisationen können über ihre Auftragsvergabe gezielt Innovationsprozesse fördern. Während die USA von diesem Instrument („public procurement for innovation“) in erheblichem Umfang Gebrauch machen, wird es in Europa bislang in kaum einem Land genutzt.

Um die Einbindung junger Unternehmen (Ausgründungen, Start-ups) zu ermöglichen, müssen die Vergaberichtlinien angepasst werden, z. B. Anforderungen an Liquidität und das Vorliegen von Jahresabschlüssen.

Auch Großunternehmen können innovierende kleine und mittelständische Unternehmen durch gezielte Auftragsvergabe unter dem Aspekt „vom Prototyping zum Produkt“ unterstützen.

## Mit Leuchtturm-Initiativen komplette Wertschöpfungsnetzwerke fördern

### 04.5

---

Mit gezielten Leuchtturm-Projekten, die sich auf eine bestimmte Anwendung, vor allem aber auf ein zu lösendes Problem fokussieren, müssen komplette Wertschöpfungsnetzwerke gefördert werden. Ein konkretes Beispiel ist der Bereich der Assistenzrobotik. Vorgeschlagen wird beispielsweise eine Leuchtturm-Initiative Assistenzrobotik, in die unter Koordination des international führenden DLR-Robotik-Zentrums neben seinen Spin-off-Start-ups die einschlägigen TUM-Institute bzw. An-Institute wie FORTISS und die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft eingebunden sind, bayerische Unternehmen (Raumfahrt-Spezialisten, Industrieroboterhersteller, Elektronik-Ausrüster) und bayerische Kliniken sowie Pflege-Einrichtungen. Der Finanzbedarf einer auf 5 Jahre angelegten wirksamen Initiative liegt bei jährlich ca. 10 Mio. Euro, d. h. insgesamt bei 50 Mio. Euro.

## Gründer an Bayern binden

## 04.6

---

Junge Unternehmen müssen auch nach der Markteinführung in Bayern wachsen können, um die Wertschöpfung langfristig im Freistaat zu realisieren. Heute ist vielfach zu beobachten, dass strategische Einkäufer aus dem Ausland gezielt Start-ups einkaufen, vor allem aus dem leicht skalierbaren IKT-Bereich. Dadurch verlagern sich abrupt Wertschöpfung und Wachstum.

Die Übernahme von und die Beteiligung an Start-ups durch einheimische Unternehmen muss unterstützt werden, um die strategischen und wirtschaftlichen Potenziale auszuschöpfen. Dazu müssen potenzielle Erwerber (Unternehmen, Fonds, institutionelle Anleger) und junge Unternehmen zusammengebracht werden. Empfehlenswert sind die beiden folgenden Maßnahmen:

- Aufbau einer Plattform, auf der sich junge Unternehmen präsentieren können. Diese Plattform ist z. B. bei Bayern Innovativ oder der LfA anzusiedeln und über Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsorganisationen zu bewerben. Hierzu kann für den Bereich Digitalisierung auf die bestehende Plattform Bits & Pretzels aufgebaut werden.
- Unterstützung etablierter Unternehmen bei der Suche nach geeigneten Kooperationspartnern oder Übernahmekandidaten unter den jungen Unternehmen. Gerade im Mittelstand fehlt es an „Scouts“, die gezielt und rechtzeitig Start-ups aufspüren. Beratung und Best-Practice-Beispiele sind erforderlich. Größere, vor allem internationale Unternehmen verfügen teilweise bereits über Scouts, deren Arbeit einen Teil der eigenen Entwicklung ersetzt. Für den breiteren Einsatz des sog. strategischen Scoutings ist eine bedarfsgerechte Förderung vorzusehen.

## Förderung von Demonstratoren

## 04.7

---

Förderfähig müssen künftig auch Demonstratoren mit außerhalb von Bayern entwickelten Technologien sein, wenn diese mit der Entwicklung neuer Anwendungspotenziale in Bayern korrespondieren. Solche Demonstrationsvorhaben sind sinnvoll, um den Nutzen in der Praxis zu zeigen und Ansätze für die Weiterentwicklung und Optimierung zu finden. Hinzu kommt die Verfügbarkeit von Basis-Patenten.

## Bayerische Technologieförderung auf dem Prüfstand

### 04.8

---

Die Bayerische Staatsregierung will ihre Technologieförderung im Lichte der Erkenntnisse des Zukunftsrats auf den Prüfstand stellen und extern evaluieren lassen. Diese Überprüfung erfolgt unter Berücksichtigung der bisherigen Empfehlungen des Zukunftsrats.

Der Zukunftsrat empfiehlt, die Evaluierung sofort in Gang zu setzen. Er wird die Ergebnisse der Evaluierung erörtern und weitere Empfehlungen machen. Die Bayerische Staatsregierung beabsichtigt, darauf aufbauend die Technologieförderung neu aufzustellen.

# Anpassung von rechtlichen Rahmenbedingungen

---

## 04.9

Die rechtlichen Rahmenbedingungen drohen zunehmend von den technologischen Entwicklungen überholt zu werden. Ziel muss es sein, gesetzliche Rahmenbedingungen zu schaffen, die den Weg für die praktische Umsetzung neuer Technologien freimachen und damit die Anwendung in Deutschland und Bayern fördern.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen sind besonders im Bereich der Informations- und Telekommunikationstechnologien bereits heute nicht ausreichend an bestehende und auch tatsächlich genutzte technische Möglichkeiten angepasst. Deutlich wird dies z. B. beim mobilen Arbeiten und bei der Datensicherheit. Hier sind auch im Sinne der Arbeitnehmer die Flexibilitätspotenziale voll auszuschöpfen.

Dringend geboten ist eine kritische Analyse von rechtlichen Hürden für technologische Entwicklungen. Dies betrifft Haftungsthemen, Zulassungsvoraussetzungen und -genehmigungen. Neue Anwendungen (z. B. autonomes Fahren, Drohnen) benötigen dringend einen rechtlichen Rahmen, um die weitere Entwicklung und Verbreitung der Technologien zu ermöglichen. Durch eine rasche und vorausschauende Gesetzgebung kann Deutschland eine Vorreiterrolle bei der marktwirtschaftlichen Umsetzung solcher Aufbruchstechnologien einnehmen.

Die Entwicklungen in den Life Sciences stellen die Gesellschaft vor neue ethische Herausforderungen, auf die vom Gesetzgeber angemessene Antworten erwartet werden. Dabei müssen die Forschungs- und Anwendungsfreiheit mit dem Verbraucherschutz und ethischen Erwägungen ins Gleichgewicht gebracht werden.

Die notwendigen Anpassungen der Rahmenbedingungen können nur begrenzt von regionalen Akteuren oder auf Landesebene umgesetzt werden. Um Bayern für die bestehenden und kommenden Herausforderungen zu rüsten, sind entsprechende Maßnahmen zum Agenda-Setting auf Ebene des Bundes und der EU anzuregen. Zur Vorbereitung einer bayerischen Position sind zu besonders relevanten Schlüsseltechnologien Expertengruppen mit Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik einzusetzen.

# Steuerliche Forschungsförderung 04.10

---

In Deutschland ist – ergänzend zu den bestehenden Fördermöglichkeiten für Einzel- und Verbundvorhaben – eine steuerliche Forschungsförderung vorzusehen, wie sie in den meisten EU-Staaten und in mehr als zwei Dritteln der OECD-Staaten längst existiert: Unternehmen müssen größenunabhängig zehn Prozent ihrer F+E Investitionen von der Steuerschuld abziehen können („tax credit“).

Besonders für den Mittelstand ist diese Maßnahme innovationsfördernd. Für die wirkungsvolle Umsetzung einer steuerlichen F+E Förderung ist entscheidend, dass Unternehmen auch nach außen vergebene Forschungsaufträge steuerlich in vollem Umfang geltend machen können.



## **Ansprechpartner**

Christine Völzow  
Büroleiterin des Präsidenten  
und des Hauptgeschäftsführers

Telefon 089-551 78-104  
Telefax 089-551 78-106  
christine.voelzow@vbw-bayern.de

Dr. Manfred Heublein  
Referent Zukunftsrat

Telefon 089-551 78-276  
Telefax 089-551 78-91276  
manfred.heublein@vbw-bayern.de

Alle Angaben dieser Publikation beziehen sich grundsätzlich sowohl auf die weibliche als auch auf die männliche Form. Zur besseren Lesbarkeit wurde meist auf die zusätzliche Bezeichnung in weiblicher Form verzichtet.

## **Impressum**

Herausgeber

---

**vbw**  
Vereinigung der Bayerischen  
Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5  
80333 München

[www.vbw-bayern.de](http://www.vbw-bayern.de)

© vbw 07/2015

Realisation

---

gr\_consult GmbH  
[vbw@gr-consult.net](mailto:vbw@gr-consult.net)

Druck

---

Druck & Medien Schreiber  
Oberhaching



**Weitere Informationen**  
[www.vbw-zukunftsrat.de](http://www.vbw-zukunftsrat.de)