

# Vorfahrt für Innovation – Wie Baden-Württemberg seine Spitzenposition behaupten kann

**INNOVATIONSPOLITISCHE IMPULSE DES BEAUFTRAGTEN FÜR TECHNOLOGIE  
DER LANDESREGIERUNG VON BADEN-WÜRTTEMBERG**



Prof. Dr. -Ing. Wilhelm Bauer  
Beauftragter für Technologie der Landesregierung von Baden-Württemberg



Baden-Württemberg

# Vorfahrt für Innovation – Wie Baden-Württemberg seine Spitzenposition behaupten kann

**INNOVATIONSPOLITISCHE IMPULSE DES BEAUFTRAGTEN FÜR TECHNOLOGIE DER**

**LANDESREGIERUNG VON BADEN-WÜRTTEMBERG**



**Baden-Württemberg**

Prof. Dr. Wilhelm Bauer | | Prof. Dr. Marion Weissenberger-Eibl | | Dr. Antonino Ardilio|  
Dr. Bernd Beckert | | Dr. Tanja Bratan | | Dr. Claus Doll | | Dr. Rainer Frietsch | | Dr. Florian Herrmann  
Dr. Michael Krail | | Prof. Dr. Knut Koschatzky | | Dr. Christian Lerch | | Dr. Ralf Lindner|  
Dr. Robert Miehe | | Dr. Rainer Nägele | | Prof. Dr. Peter Ohlhausen | | Prof. Dr. Marc Rüger|  
Dr. Thomas Stahlecker | | Prof. Dr. Martin Wietschel

# Inhaltsverzeichnis

<b>ZIELE DIESES IMPULS-PAPIERS</b> .....	<b>4</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY</b> .....	<b>5</b>
<b>STATUS QUO: VERTEIDIGER EINES SPITZENPLATZES</b> .....	<b>7</b>
<b>LEITPLANKEN EINER INNOVATIONSSTRATEGIE</b> .....	<b>9</b>
<b>STÄRKEN AUSBAUEN UND CHANCEN ERGREIFEN</b>	
<b>Digitalisierung und Wirtschaft 4.0</b> .....	<b>12</b>
Industrieller Kern als Rückgrat der Wirtschaft .....	12
Zukunftsfähiger Industrie-Dienstleistungs-Verbund .....	13
Daten als Rohstoff der Zukunft .....	14
Hotspot für künstliche Intelligenz .....	15
Quantencomputing aus Baden-Württemberg .....	16
Gigabit-Labor Baden-Württemberg .....	17
Smart Services als Innovationsmotoren .....	18
Materialien und Werkstoffe mit Innovationspotenzial .....	18
<b>Innovationen für die Mobilität der Zukunft</b> .....	<b>21</b>
Alternative Antriebe und Kraftstoffe .....	21
Digitalisierung der Mobilität .....	23
<b>Gestaltung der Arbeitswelt 4.0</b> .....	<b>25</b>
<b>Innovationen für ein Leben in Gesundheit</b> .....	<b>26</b>
Co-Creation-Labs für bedarfsorientierte Innovationen .....	27
Biointelligente Systeme .....	28
<b>INNOVATIONSÖKOSYSTEM ZUKUNFTSFÄHIG AUSGESTALTEN</b> .....	<b>30</b>
<b>Innovationsstrukturen</b> .....	<b>30</b>
<b>Globale Wissensnetze und globale Märkte</b> .....	<b>33</b>
<b>Die öffentliche Forschungslandschaft als Standortfaktor</b> .....	<b>34</b>
<b>Verantwortliche Forschung und Innovation</b> .....	<b>36</b>
<b>ÜBERGEORDNETE HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN</b> .....	<b>38</b>



## Ziele dieses Impuls-Papiers

Dieses Impulspapier legt aus der politisch und fachlich unabhängigen Perspektive des Beauftragten für Technologie der Landesregierung eine Vision für das Innovationsland Baden-Württemberg vor. Es will damit eine fundierte Diskussionsbasis für die innovationspolitische Diskussion und Strategieentwicklung der Landesregierung bereitstellen.

Primär skizziert diese Vision einen „Möglichkeitsraum“ dafür, wie die technologische und wirtschaftliche Spitzenposition Baden-Württembergs gesichert und die Wettbewerbsfähigkeit seiner Unternehmen erhalten und ausgebaut werden kann.

Dabei werden vor allem fünf zentrale Fragen angesprochen und diskutiert:

- Wie kann Baden-Württemberg weiterhin eine führende Rolle bei der Gestaltung des Fortschritts in ausgewählten technologischen und nicht-technologischen Feldern einnehmen?
- Wie kann sich unser Bundesland als Produktions- und Dienstleistungsstandort behaupten und weiterentwickeln?
- Wie sollte sich das baden-württembergische Forschungs- und Innovationssystem inhaltlich und strukturell weiterentwickeln?
- Wie lässt sich der Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in anwendbare Technologien und deren wirtschaftliche Nutzung verbessern?
- Wie sollte die vorhandene Infrastruktur ausgebaut werden?

Zu diesem Zweck wird in den Kapiteln 3 und 4 aus einer kritischen Betrachtung des Status quo des Innovationslands Baden-Württemberg ein mögliches Zielsystem abgeleitet, das dann unter Berücksichtigung wissenschaftlicher und technologischer Trends in Form von Bestandsaufnahmen, Visionen und Maßnahmen einer ersten Operationalisierung zugeführt wird. Dazu werden in Kapitel 5 primär ausbaufähige Stärken des Landes betrachtet, während in Kapitel 6 generelle Herausforderungen des Innovationsökosystems skizziert werden.

Die aus der Diskussion dieser Fragen entwickelte Vision und die daraus abgeleiteten Handlungsempfehlungen sollen der Landesregierung die Möglichkeit eröffnen, im Rahmen ihrer strategischen Entscheidungen gezielte innovationspolitische Maßnahmen zu ergreifen.



## Executive Summary

Baden-Württemberg ist eine der innovativsten Regionen der Welt. Daraus resultiert ein hohes Wohlstandsniveau, das in den vergangenen Jahrzehnten immer weiter ausgebaut wurde. In jüngster Zeit sind jedoch eine stagnierende Innovationsdynamik und ein nachlassendes Engagement in bestimmten Technologiefeldern zu beobachten. Der im Land traditionell besonders bedeutsame industrielle Mittelstand investiert im Vergleich zu großen Unternehmen immer weniger in Forschung und Entwicklung. Angesichts der gegenwärtigen strukturellen Veränderungen der Weltwirtschaft (z. B. durch technologische Durchbrüche der Digitalisierung oder neuer Geschäftsmodelle der Plattformökonomie) und großer globaler Herausforderungen (z. B. Klimawandel, zunehmender Protektionismus) laufen besonders mittelständische Unternehmen aus Baden-Württemberg deshalb Gefahr, neu aufkommende Chancen nicht zu nutzen. Umgekehrt ergeben sich für das Innovationsland Baden-Württemberg dort besondere Chancen, wo es seine industriellen Stärken mit den neuen Möglichkeiten der Digitalisierung verbinden kann. Diese Chancen analysiert dieses Impulspapier für die vier Kernbereiche Wirtschaft 4.0, Mobilität, Arbeitswelt 4.0 und Gesundheit.

Damit es die Chancen der vierten industriellen Revolution der Wirtschaft (Wirtschaft 4.0) ergreifen kann, sollte Baden-Württemberg vor allem schnell und ambitioniert eine durchgehende digitale Bildung etablieren. Dies ist die Voraussetzung, um im internationalen Innovationswettbewerb bestehen zu können. Darauf basierend, muss der industrielle Kern als Rückgrat der baden-württembergischen Wirtschaft dadurch gefestigt werden, dass er kontinuierlich transformiert wird, um mit den Anforderungen von Digitalisierung, voranschreitender globaler Arbeitsteilung und neuen Dienstleistungen und Geschäftsmodellen Schritt zu halten. Dazu gehört es, einen noch engeren Industrie-Dienstleistungsverbund zu formen. Dazu gehört es auch, sich beim Ausbau der Breitband- und Mobilfunknetz-Infrastruktur konsequent an zukünftigen Bedarfen zu orientieren und sie umgehend flächendeckend auszubauen.

Zentrale Ziele der baden-württembergischen Wirtschaft 4.0-Politik sollten weiterhin darin liegen:

- das Land zum Standort führender digitaler Business-to-Business-Plattformanbieter zu machen,
- in der Region Zentren der Erforschung und Anwendung von künstlicher Intelligenz mit weltweiter Ausstrahlung zu etablieren,
- entscheidende Durchbrüche bei der Realisie-

rung eines Quantencomputings in Forschungseinrichtungen des Landes zu ermöglichen,

- bei intelligenten Dienstleistungen in den Bereichen Gesundheit, Mobilität, Logistik und Bau deutschlandweit führend zu werden und
- weitgehende Unabhängigkeit in Bezug auf strategische Rohstoffe zu erlangen und eine Führungsrolle bei der Ausgestaltung einer Kreislaufwirtschaft zu übernehmen.

Im grundlegenden Technologiewandel, der sich in der Automobilindustrie vom Verbrennungs- hin zum Elektroantrieb vollzieht, kommt es für baden-württembergische Unternehmen darauf an, ihre derzeitige Wettbewerbsposition in der Elektromobilität auszubauen und dabei auch einen nennenswerten Anteil der Wertschöpfung bei der Herstellung von Batterien ins Land zu holen. Beim automatisierten und vernetzten Fahren sollten Wissenschaft und Wirtschaft so unterstützt werden, dass sie die technologische Entwicklung anführen und so bald wie möglich Fahrzeuge der Automatisierungsstufe 4 auf den Straßen des Landes unterwegs sein können. Dieses Themenfeld verlangt auch den verstärkten Aufbau von Reallaboren sowie virtuellen Testlaboren der Mobilität.



Vor dem Hintergrund des digitalen wie des demographischen Wandels wird die zukunftsgerechte Gestaltung der Arbeitswelt 4.0 zu einem Schlüsselement, um die Transformation der Wirtschaft erfolgreich zu verwirklichen. Baden-Württemberg muss hier nicht nur für ein avanciertes Aus- und Weiterbildungssystem sorgen, sondern die Unternehmen auch gezielt beim Aufbau einer humanen Arbeitswelt in einer zunehmend virtuellen Arbeitsorganisation unterstützen.

Mit den schnellen Fortschritten der Medizin, insbesondere der Konvergenz von Arzneimitteltherapien, molekularer Diagnostik, Medizintechnik und Datenverarbeitung (Drugs, Diagnostics, Devices and Data) sowie einer stärkeren Orientierung an gesellschaftlichen Bedarfen, kommt der integrierten Entwicklung von Gesundheitsinnovationen für die Wettbewerbsfähigkeit des Landes eine immer größere Bedeutung zu. Durch eine partnerschaftliche Zusammenarbeit aller Akteure in geeigneten Organisationsformen, wie z. B. Co-Creation Laboren an räumlich benachbarten Schnittstellen von Forschungs- und Versorgungseinrichtungen mit Unternehmen, kann in diesem Bereich zusätzliches Innovationspotential erschlossen werden.

Um das Innovationsökosystem Baden-Württembergs zukunftsfähig zu gestalten, gilt es in erster Linie, die Kooperationsbereitschaft und -fähigkeit aller daran beteiligten Akteure auszubauen und neue Akteure auf der Nachfrager- und Anwenderseite auf unterschiedlichen Ebenen zu integrieren. Das trägt der Tatsache Rechnung, dass Innovationsprozesse mit dem wachsenden Reifegrad von Innovationssystemen immer vielfältiger und heterogener werden. Verantwortungsvolle Forschungs- und Innovationspolitik verbreitert ihre Erkenntnis- und Entscheidungsgrundlagen, indem sie frühzeitig den Dialog mit der Gesellschaft sucht.

Neben neuen Formaten der Wissensgenerierung (z. B. Open Innovation, soziale Innovationen) kommt es auf die schnelle Übertragung von Forschungsergebnissen in die wirtschaftliche Wertschöpfung an. Darüber hinaus gilt es, weltweit erzeugtes Wissen zu akquirieren und in die eigene Wertschöpfung einzubinden. Hierzu sollten die bestehenden Innovationsstrukturen überprüft, die Verknüpfung mit globalen Wissensnetzen intensiviert und „Frühwarnsysteme“ für aufkommende Marktdisruptionen etabliert werden. Beim Ausbau der Attraktivität des Innovationsstandorts Baden-Württembergs sollte sich die Landesregierung nicht zu stark auf das Florieren der Wirtschaft verlassen, die derzeit rund 80 % der gesamten Forschungs- und Entwicklungsausgaben im Land trägt.

Das Motto „Vorfahrt für Innovation“ orientiert sich an zwei strategischen Leitmotiven, nämlich der Mitgestaltung des technologischen Wandels und der Steigerung der Adaptionsgeschwindigkeit. Aus dieser Motivation und der hier vorliegenden Analyse ergeben sich aus Sicht der Autorinnen und Autoren folgende Handlungsmaximen:

- Öffentliche Investitionen in Forschung und Entwicklung steigern
- Fortschrittszentren aufbauen
- Wissenstransfer beschleunigen
- Standortfaktoren jeweils schlüssig bündeln und zu einer unverwechselbaren Marke profilieren
- Individuelle Innovationsförderung für KMU harmonisieren
- Innovationsprozesse öffnen und Startup-Potenzial erschließen
- Für den digitalen Wandel aus- und weiterbilden
- Stakeholderbeteiligung etablieren und erweitern
- Lern- und Erlebniszentren für Technik und Innovation einrichten
- Funktion eines Chief Innovation Officers installieren



## Status quo: Verteidiger eines Spitzenplatzes

Baden-Württemberg gehört zu den innovativsten Regionen der Welt. Bezüglich seiner Innovationskraft rangiert es auf dem Niveau des weltweit führenden Landes, der Schweiz.<sup>1</sup> Im Jahr 2017 meldeten baden-württembergische Unternehmen 14.511 Patente an. Damit verbunden ist ein elaboriertes und leistungsfähiges Innovationssystem. Die Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Landes übersteigen schon heute bei Weitem die Marke von drei Prozent des Bruttoinlandsprodukts, das die Europäische Union ihren Mitgliedsstaaten bis 2020 aufgegeben hat: Mit seinen FuE-Ausgaben in Höhe von 4,9% des Bruttoinlandsprodukts (2015) ist Baden-Württemberg die innovativste Region Europas.

An diesem Erfolg haben die Unternehmen in Baden-Württemberg den größten und damit entscheidenden Anteil. Sie wenden etwa 80 % der Forschungs- und Entwicklungsausgaben im Land auf. Daraus resultiert ein hohes Wohlstandsniveau: Baden-Württemberg verzeichnete im Jahr 2016 ein Bruttoinlandsprodukt von knapp 44.000 Euro pro Kopf, womit es deutlich über dem europäischen und auch dem deutschen Durchschnitt liegt.<sup>2</sup>

Die baden-württembergische Wirtschaft ist traditionell durch einen starken industriellen Mittelstand geprägt. Im verarbeitenden Gewerbe haben 98,3% der Betriebe weniger als 1.000 Mitarbeiter. Sie stellen 68,8% der Beschäftigten und erwirtschaften 55,1% des Umsatzes.<sup>3</sup> Viele baden-württembergische Unternehmen sind weltweite Technologieführer, deren Markenname für höchste Qualität bürgt. Bemerkenswert ist die Vielzahl sogenannter Hidden Champions<sup>4</sup>, die global in spezialisierten Märkten und Nischen tätig sind – im Jahr 2011 wurden 337 Hidden Champions in Baden-Württemberg gelistet, was einem bundesweiten Anteil von gut 30% entspricht<sup>5</sup> –, oder auch international agierende Global Champions, die breite Märkte bedienen.<sup>6</sup> Das macht Baden-Württemberg zu einer der exportstärksten Regionen der Welt. Gut 30% der Bruttowertschöpfung Baden-Württembergs werden von der Industrie erbracht – einer der höchsten Anteile in Deutschland bzw. Europa. Betrachtet man

den sogenannten Industrie-Dienstleistungs-Verbund insgesamt liegt der Anteil sogar zwischen 40 und 45%.<sup>7</sup> Dank der sehr starken Wirtschaft hat sich Baden-Württemberg zu einer der Regionen mit dem größten Wohlstand in Europa entwickelt.

Dieser Wohlstand speist sich aus Innovationskraft, Technologieführerschaft, Flexibilität und hoher Produktqualität. Um ihn zu erhalten, ist Baden-Württemberg vor allem auf seine Innovationsfähigkeit angewiesen. Denn das Land verfügt nicht über nennenswerte natürliche Ressourcen. Zwar ist es Baden-Württemberg in den vergangenen Jahrzehnten sehr gut gelungen, sich diese Innovationsfähigkeit zu bewahren und damit seinen Wohlstand auszubauen. Die Innovationsdynamik des Landes stagniert jedoch neuerdings oder ist sogar leicht rückläufig.<sup>8</sup> Auch mehrten sich die Anzeichen dafür, dass der Mittelstand in Baden-Württemberg gegenüber den großen Unternehmen bei Innovationen an Boden verliert, was sich in dessen FuE Ausgaben widerspiegelt.<sup>9</sup>

1 Eurostat - Interne FuE-Ausgaben nach Leistungssektor und NUTS-2-Regionen; Regional Innovation Scoreboard; DPMA Jahresbericht 2016; Innovationsindikator 2014: Baden-Württemberg und Schweiz auf ähnlichem Niveau an der Spitze.  
2 Eurostat - Bruttoinlandsprodukt (BIP) zu laufenden Marktpreisen nach NUTS-2-Regionen.  
3 Eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg.  
4 Simon, H. (2012): Hidden Champions – Aufbruch nach Globalia. Die Erfolgsstrategien unbekannter Weltmarktführer.  
5 Ermann, U.; Lang, T.; Megerle, M. (2011): Weltmarktführer: ein räumlicher und zeitlicher Überblick, NAD aktuell 5 (5.2011).  
6 Rammer, C.; Spielkamp, A. (2015): Hidden Champions - Driven by Innovation, in: ZEW-Dokumentation Nr. 15-03.  
7 Koch et al. (2017): Die Bedeutung der industrienahen Dienstleistungen in Baden-Württemberg unter besonderer Berücksichtigung der Digitalisierung.  
8 European Commission (2017): Regional Innovation Scoreboard 2017.



Zudem gibt es nur wenige technologische Bereiche<sup>10</sup> – und deren Anzahl ist in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen – in denen Baden-Württemberg ein im weltweiten Vergleich überdurchschnittliches Wachstum aufweist. Hierzu gehört die Mikrosystemtechnik, bei der die transnationalen Patentanmeldungen aus Baden-Württemberg zwischen 2009 und 2014 jahresdurchschnittlich um 11,8% gewachsen sind, während sie weltweit um 1,3% sanken.<sup>11</sup> Ganz anders sieht es z. B. im globalen Wachstumsmarkt für Batteriezellen aus. Dort gingen die Patentanmeldungen aus Baden-Württemberg bis 2014 um jahresdurchschnittlich 10,7% von 208 auf 118 Anmeldungen zurück, während sie in der Vorperiode (2000-2009) noch deutlich angestiegen waren. Gleiches gilt für den Bereich der erneuerbaren Energien, wo bei Photovoltaik, Solar- und Windkraft im Vergleich zu anderen Weltregionen ebenfalls jeweils ein Rückgang von ca. 20% der Patentanmeldungen zu verzeichnen ist.<sup>12</sup>

Baden-Württemberg hinkt in einigen technologischen Bereichen aber nicht nur der weltweiten, sondern auch der innerdeutschen Dynamik hinterher. Das gilt etwa auf den Gebieten der nachwachsenden Rohstoffe, der neuen Mobilitätskonzepte oder der Brennstoffzellen, wo die Patentanmeldungen in Deutschland vergleichsweise überdurchschnittlich wachsen, in Baden-Württemberg jedoch nicht. Bei Brennstoffzellen beispielsweise lag der jahresdurchschnittliche Zuwachs der Patentanmeldungen zwischen 2009 und 2014 bundesweit bei gut acht Prozent – in Baden-Württemberg bei lediglich etwa einem Prozent.<sup>13</sup>

Dass es sich solchen Herausforderungen an seine Innovationsfähigkeit erfolgreich stellen kann, hat Baden-Württemberg immer wieder bewiesen. Allerdings deuten sich in der Weltwirtschaft seit einigen Jahren strukturelle Veränderungen an, die einen Wandel des vorherrschenden Wertschöpfungsparadigmas einläuten könnten. Dazu zählen beispielsweise technologische Durchbrüche der Digitalisierung, Robotik und künstlichen Intelligenz, die die industrielle Produktion dezentralisieren und automatisieren, oder die Einführung von Internetplattformen als völlig neue Geschäftsmodelle. Weitreichende Veränderungen der wirtschaftlichen Situation sind auch von globalen Entwicklungen wie beispielsweise einem neu aufkommenden Handelsprotektionismus oder den Folgen des Klimawandels zu erwarten. Der richtige Umgang mit solchen Veränderungen ist für Baden-Württemberg von besonderer Relevanz, wenn es seinen Wohlstand erhalten will.

Wenn Baden-Württemberg auch in Zukunft zu den führenden Innovationsstandorten der Welt zählen will, muss es seine Wirtschaftsstruktur, seine wissenschaftliche Ausrichtung und seine Wissenschafts-, Forschungs- und Innovationspolitik im Einklang mit der Dynamik globaler Veränderungen halten. Das Land darf nicht zum Spielball dieser Entwicklungen werden, sondern sollte sie selbstbestimmt mitgestalten. Dafür ist das Setzen von eigenen Zielen und das Formulieren anzustrebender Entwicklungen in einer innovationspolitischen Vision notwendig. Hilfreiche Hinweise dafür bietet die im folgenden Abschnitt vorgenommene innovationsbezogene SWOT-Analyse<sup>14</sup>.

9 Baden-Württembergischer Industrie und Handelskammertag (2016): Technologiepolitik in Baden-Württemberg.

10 Basierend auf nationalen und transnationalen (Frietsch & Schmoch 2010) Patentanmeldungen; Frietsch, R.; Schmoch, U. (2010): Transnational Patents and International Markets. In: Scientometrics 82, S. 185-200.

11 Eigene Berechnungen auf Basis der PATSTAT-Datenbank des Europäischen Patentamts

12 ebd.

13 ebd.

14 SWOT steht für Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken).





## Leitplanken einer Innovationsstrategie

Im globalen Wettbewerb der Standorte und Unternehmen sind Innovationen wichtige Triebkräfte für Wachstum, Beschäftigung, sozialen Zusammenhalt, eine hohe Lebensqualität und den Schutz der Lebensgrundlagen. Dabei hängt die Innovationskraft eines regionalen Wirtschaftssystems einerseits davon ab, wie viel neues Wissen es selbst generiert und in Innovationen umsetzt. Andererseits muss es auch weltweit neuestes Know-how aufnehmen und kreativ nutzen, um daraus Produkte, Verfahren und Dienstleistungen zu entwickeln, die im globalen Wettbewerb erfolgreich sind. Die optimale Balance in diesem Zusammenspiel zu finden, wird angesichts des sich beschleunigenden technologischen Fortschritts und daraus resultierender immer kürzerer Innovationszyklen zur zentralen strukturellen Herausforderung für bestehende Innovationssysteme und die darin jeweils agierende Innovationspolitik.

Inhaltlich stellen sich für Baden-Württemberg in Sachen Innovation aus Sicht der Autorinnen und Autoren die größten Herausforderungen auf folgenden Handlungsfeldern:

- Digitalisierung und Wirtschaft 4.0
- Mobilität – Alternative Antriebe und Autonomes Fahren
- Globaler Wandel – Energiewende, Klimawandel und Ressourcenknappheit
- Verkürzung der Produktentwicklungszeiten (Time-to-Market)
- Demografie, Gesundheit und qualitatives Wachstum

Dabei ist zu betonen, dass Innovationsaktivitäten auf allen Gebieten positive Effekte auf Profitabilität, Marktanteile, Kundenzufriedenheit und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen haben.<sup>15</sup> Die drei wichtigsten Erfolgsfaktoren dieser Innovationsaktivitäten sind dabei die Erschließung und Besetzung neuer Forschungs- und Entwicklungsfelder, die Gestaltung optimaler Rahmenbedingungen für das Innovationsgeschehen und die aktive Einbeziehung aller potenziell Beteiligten in den Innovationsprozess.

Um vor dem Hintergrund der genannten Herausforderungen eine fundierte innovationspolitische

Vision entwerfen zu können, haben die Autorinnen und Autoren die derzeitigen Stärken und Schwächen des Innovationslandes Baden-Württemberg genauer betrachtet und gleichzeitig die Chancen und Risiken benannt, die den Weg in die Zukunft voraussichtlich kennzeichnen werden. Dabei kommen sie zu nachfolgend beschriebenem Ergebnis.

Zu den Stärken des Landes gehören seine wirtschaftlichen Kernbereiche Mobilität, Informations- und Kommunikations-Technologien (IKT), Gesundheit, Umwelttechnologie sowie die industrielle Prozesstechnologie. Baden-Württemberg ist „Ausrüster der Welt“ und verfügt über eine ausgewogene Mischung aus innovativen Großunternehmen und mittelständischen Betrieben (KMU). Charakteristisch für das Bundesland sind ein stark ausgeprägtes Familienunternehmertum und eine tief verankerte „Schafferkultur“. Seine Unternehmen aller Größenordnungen zeichnen sich durch eine hohe Investitionsbereitschaft in Forschung und Entwicklung aus. Eine hervorragende universitäre und außeruniversitäre Forschungsinfrastruktur bildet die Basis für flächendeckende Transferstrukturen.

Relative Schwächen des Landes lassen sich, auf

<sup>15</sup> Ertürk, M. (2014): Determinants and Effects of Innovation on the Firm Level: An Empirical Investigation, in: International Journal of Research in Business and Social Science, Vol.3 No.1.



einem zum Teil hohen Vergleichsniveau, folgendermaßen beschreiben: Die Effektivität und Reichweite des Technologietransfers ist zu gering. Start-up-Unternehmerinnen und Unternehmer, die im ersten Anlauf scheitern, werden zu selten ermutigt, ein weiteres Mal zu gründen. Es bestehen Defizite im Bereich der Entwicklung von Software und Betriebssystemen für Konsumentinnen und Konsumenten. Breitband- und Mobilfunknetze sind ausbaubedürftig. Im Dienstleistungssektor ist die Produktivität nicht hoch genug. In Kombination mit einer stagnierenden Innovationsdynamik, einer zurückhaltenden Kooperationsbereitschaft und wenig agilen Innovationsprozessen führen diese Schwächen dazu, dass Innovationen meist nur in kleinen Schritten erfolgen, indem sie bestehende Produkte verbessern. Große disruptive Sprünge, die gänzlich neue Produkte und Dienstleistungen ermöglichen, entstehen dagegen in Baden-Württemberg eher selten.

Chancen ergeben sich für das Innovationsland Baden-Württemberg insbesondere dort, wo es seine Stärken mit den neuen Möglichkeiten der Digitalisierung verbinden kann: In der Digitalisierung der Mobilität, in der Entwicklung digitaler Mehrwertdienste und digitaler Geschäftsmodelle, in der Realisierung intelligenter Dienstleistungen (Smart Services) und in der Verknüpfung von Daten, Diagnostik und therapeutischen Optionen für eine individualisierte Medizin. Ferner bieten gezielte Kooperationen mit Nachbarländern und -regionen sowie eine bessere Vernetzung der baden-württembergischen Innovationsakteure untereinander die Chance, die Effektivität des Technologietransfers deutlich zu steigern. Fortschrittszentren, in denen Innovationsprozesse von der Grundlagenforschung bis in die Anwendung an einer gemeinsamen Mission ausgerichtet sind

und Forschungseinrichtungen mit Wirtschaftsunternehmen spezifische Zukunftsthemen gemeinsam bearbeiten, wären z. B. ein Mittel der Wahl. Auch sollte über Open-Innovation-Plattformen das spezifische Know-how einzelner Expertinnen und Experten einbezogen werden. Die dadurch gewonnene Transparenz würde die Wahrscheinlichkeit von branchen- und disziplinenübergreifenden Innovationen stark erhöhen.

Risiken liegen in erster Linie darin, dass kleine und mittelständische Unternehmen neu aufkommende Chancen verpassen könnten. Denn vor dem Hintergrund der aktuell hervorragenden Wirtschaftslage neigen sowohl Wirtschaft als auch Politik dazu, die Dynamik zu unterschätzen, mit der sich bestehende Wertschöpfungsketten derzeit schon verändern und transformieren und neue Technologien die Märkte aufmischen. Angesichts der Verschärfung des weltweiten Innovationswettbewerbs und des Tempos, das andere Regionen beim Ausbau ihrer Forschungsinfrastrukturen in technologischen Zukunftsfeldern und -technologien vorgeben, sind diese Risiken sehr ernst zu nehmen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass Baden-Württemberg den Anschluss an die Gruppe der weltweit innovativsten Regionen verliert. Eine weiter nachlassende Innovationsdynamik wäre dann eine der Folgen.



## INNOVATIONSBEZOGENE STÄRKEN UND SCHWÄCHEN SOWIE CHANCEN UND RISIKEN FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
<p>Wirtschaftliche Kernbereiche: Mobilität, IKT, Gesundheit, Umwelttechnologie, industrielle Prozesstechnologie</p> <p>Hohe Investitionsbereitschaft von großen und mittelständischen Unternehmen in Forschung und Entwicklung</p> <p>Hervorragende universitäre und außeruniversitäre Forschungsinfrastruktur</p> <p>Ausgewogene Unternehmensstruktur</p> <p>Flächendeckende Transferstrukturen</p>	<p>Technologietransfer (Reichweite)</p> <p>Umgang mit Scheitern</p> <p>Softwareentwicklung im B2C-Bereich</p> <p>Breitband und Mobilfunknetz</p> <p>Produktivität bei Dienstleistungen</p> <p>Zurückhaltendes Innovationsverhalten und stagnierende Innovationsdynamik</p> <p>Zurückhaltende Kooperationsbereitschaft</p> <p>Innovationen eher inkrementell und weniger disruptiv</p> <p>Umsetzung der Spitzenforschung</p> <p>Kaum innovative Dienstleistungen</p> <p>Softwarelösungen im Endkundenbereich</p>
CHANCEN	RISIKEN
<p>Kombination der Digitalisierung mit der Stärken der produktorientierten Kernbereiche</p> <p>Eingebettete Systeme</p> <p>(B2B-)Softwarelösungen</p> <p>Autonomes und vernetztes Fahren</p> <p>Dienstleistungen im Internet of Things</p> <p>Digitalisierung der Mobilität</p> <p>Datenbasierte Mehrwertdienste</p> <p>Individualisierte Gesundheitslösungen</p> <p>Kritische Masse an Plattformpartnern</p> <p>Biologisierung der Technik</p> <p>Ressourceneffiziente und resiliente Wertschöpfungsprozesse/-systeme</p> <p>Spezifisches Know-how effizient durch Kooperationen einbinden</p> <p>Zusammenarbeit mit Nachbarländern und -regionen</p> <p>Ausbau der europäischen Mehrebenen-Kooperationen</p> <p>Kooperationen/Vernetzungen der Innovationsintermediäre</p> <p>Transparenz im Technologietransfer</p>	<p>Elektrifizierung des Antriebsstrangs</p> <p>Autonomes und vernetztes Fahren</p> <p>Neue Mobilitätsdienstleistungen</p> <p>Rückläufige Innovationsdynamik</p> <p>Mangel an Fachkräften</p> <p>Verschärfung des weltweiten Innovationswettbewerbs</p> <p>Forschungsinfrastrukturen in technologischen Zukunftsfeldern und Zukunftstechnologien in anderen Ländern</p> <p>Nicht hinreichende Optimierung von Geschäftsprozessen</p> <p>Protektionismus: globale Entwicklungen des Handels/Freihandels</p>



# Stärken ausbauen und Chancen ergreifen

## DIGITALISIERUNG UND WIRTSCHAFT 4.0

### HERAUSFORDERUNG

Die Digitalisierung der Wirtschaft wirkt sich auf deren gesamte Wertschöpfung aus. Sie verändert die Produktions- und Arbeitsprozesse in allen Branchen grundlegend. Wertschöpfung und Innovation werden zunehmend von datenbasierten Prozessen bestimmt. Erste Anzeichen dafür sind einerseits der vermehrte Einsatz von künstlicher Intelligenz, generativen Fertigungsverfahren wie dem 3D-Druck und Blockchain-Technologien; andererseits die außerordentlich erfolgreichen Geschäftsmodelle digitaler Plattformen, deren Grundlage die Sammlung, Auswertung und Nutzung von Betriebs- und Kundendaten ist. Wenn Baden-Württemberg seine Spitzenposition und

die Weltmarktführerschaft seiner Kernindustrien nicht verlieren will, muss es den Fortschritt in diesen Bereichen aktiv mitgestalten. Ein entscheidender Schritt dazu ist eine durchgehende digitale Bildung. Sie muss von der Grundschule über die weiterführenden Schulen, die Hochschulen und dualen Ausbildungswege bis hin zur beruflichen Weiterbildung reichen und in dieser Spannweite schnell und ambitioniert umgesetzt werden. Nur dann wird Baden-Württemberg die Chancen der Wirtschaft 4.0 nutzen und im Innovationswettbewerb insbesondere mit den USA und Asien bestehen können.

## INDUSTRIELLER KERN ALS RÜCKGRAT DER WIRTSCHAFT

### BESTANDSAUFNAHME

Auch wenn der Anteil der Industrie an der Bruttowertschöpfung tendenziell rückläufig ist, hat sie wirtschaftsstrategisch weiterhin große Bedeutung. Zum einen weist die Industrie Baden-Württembergs hohe Produktivitätszuwächse und eine starke Exportfähigkeit auf und ist ein maßgeblicher Treiber von Innovation, Technologie und Beschäftigung.<sup>16</sup> Zum anderen sind sowohl Unternehmensdienstleistungen als auch die Digitalwirtschaft, welche ein erhebliches Wirtschaftswachstum generieren, in Form von Vor- und Nachleistungen häufig an die klassische Industrieproduktion gekoppelt.

Insofern muss ein starker industrieller Kern auch in Zukunft das Rückgrat der baden-württembergischen Wirtschaft bilden. Dieser industrielle Kern darf allerdings nicht im jetzigen Zustand konser-

viert, sondern muss kontinuierlich vor dem Hintergrund von Digitalisierung, voranschreitender globaler Arbeitsteilung und neuen Dienstleistungen und Geschäftsmodellen transformiert werden. Zu dieser Transformation gehört die Gestaltung des Strukturwandels in bestimmten Branchen (z. B. Elektromobilität, Leichtbau) genauso wie die Erschließung von Schlüsseltechnologien und globalen Wachstumsfeldern (z.B. Mikrostruktur- und Nanotechnologie, digitale Kommunikationstechnik, Materialien, Metallurgie, audiovisuelle Technik, Datenverarbeitung und Optik)<sup>17</sup>. Auch die Einbindung der Digitalwirtschaft in industrielle Wertschöpfungsketten (Industrie 4.0) sowie eine stärkere Diversifizierung der Wirtschaftsstruktur sind hier zu nennen.

<sup>16</sup> Bockmann et al. (2017): Strukturanalyse und Perspektiven des Wirtschaftsstandorts Baden-Württemberg im nationalen und internationalen Vergleich.  
<sup>17</sup> ebd.



#### VISION

Die baden-württembergische Industrie ist weltweit führend bei intelligenten Ausrüsterprodukten. Das führende digitale Betriebssystem für die Produktion kommt aus Baden-Württemberg. Das Bundesland entwickelt, produziert und exportiert ein breites Portfolio an neuen Technologien für globale Wachstumsfelder (s.o.) und ist in diesen Feldern Innovationsführer.

#### MASSNAHMEN

- Entwicklungs- und Produktionskapazitäten für Schlüsseltechnologien in Wachstumsfeldern (z. B. Elektromobilität, Leichtbau) in Baden-Württemberg forciert ausbauen, beispielsweise in Fortschrittszentren oder Innovationslaboren
- Neue Technologien (z. B. kognitive Robotik, generative Fertigungsverfahren, künstliche

Intelligenz) frühzeitig in die Produktion einbinden

- Lücke zwischen angewandter Forschung und Industrie verkleinern, sowohl durch große Leuchtturmprojekte wie auch durch kleinere Innovationswerkstätten, die insbesondere KMU einbinden
- Diversifizierung der Wirtschaftsstrukturen fördern, um Abhängigkeiten abzubauen und potenzielle Krisen abzumildern, z. B. durch die Etablierung von Fortschrittszentren für globale Wachstumsfelder
- Multilaterale Freihandelsabkommen und internationale Organisationen unterstützen, um an schnell wachsenden Märkten, vor allem in Schwellenländern, teilzuhaben (z. B. über internationale Kooperationen in der angewandten Forschung und durch transnationale Pilotprojekte)

## ZUKUNFTSFÄHIGER INDUSTRIE-DIENSTLEISTUNGS-VERBUND

#### BESTANDSAUFNAHME

Die klassische Produktion macht einen immer geringeren Anteil der Wertschöpfung aus.<sup>18</sup> Zunehmend wird Wertschöpfung über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts hinweg generiert – von seiner Entwicklung bis hin zu seiner Entsorgung oder Wiederverwertung. Die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie hängt daher immer stärker von den Dienstleistungen ab, die der Produktion vor- oder nachgelagert sind.<sup>19</sup> Somit stoßen Unternehmen, die ihre Produktion im Verbund mit Dienstleistungen organisieren, in neue Dimensionen der Wertschöpfung vor. Dementsprechend lösen sich traditionelle Sektorengrenzen auf und ins-

besondere Großunternehmen werden in allen Wertschöpfungsbereichen aktiv sein. Sie suchen Kooperationen mit der Dienstleistungs- und Digitalwirtschaft. Das fördert Systemanbieterschaften, die Alleinstellungsmerkmale und Wettbewerbsvorteile für die Region schaffen. Die Wertschöpfungssysteme der Zukunft setzen sich also aus produzierenden Industrieunternehmen, wissensintensiven Dienstleistern sowie IT-Unternehmen zusammen, deren Kooperation völlig neue Angebote ermöglicht.

<sup>18</sup> Edler, D.; Eickelpasch, A. (2013): Die Industrie – ein wichtiger Treiber der Nachfrage nach Dienstleistungen.

<sup>19</sup> Koch et al. (2017): Die Bedeutung der industrienahen Dienstleistungen in Baden-Württemberg unter besonderer Berücksichtigung der Digitalisierung



#### VISION

Der baden-württembergische Industrie-Dienstleistungs-Verbund vereint die Zukunftskompetenzen aus Produktions-Know-how, wissensintensiven Dienstleistungsangeboten und IT-Kompetenzen in vollständigen regionalen Wertschöpfungsketten am Standort Baden-Württemberg.

#### MASSNAHMEN

- Vernetzung zwischen Industrie, Dienstleistungs- und Digitalwirtschaft stärken, um die gesamte Wertschöpfung im Land zu etablieren und eine

Sogwirkung für weitere Unternehmen zu fördern

- Systemanbieterschaften im Verbund aus Produktionstechnik, Software und Geschäftsmodellen auch durch die Integration der Grundlagen- und angewandten Forschung unterstützen, z. B. in Fortschrittszentren
- Vernetzung zwischen Unternehmen und Zulieferern und Kunden fördern, damit eine digitale Vernetzung über die gesamte (horizontale) Wertschöpfungskette gelingt

## DATEN ALS ROHSTOFF DER ZUKUNFT

#### BESTANDSAUFNAHME

Daten werden in Zukunft einen immer höheren ökonomischen Wert haben. Ihre Verfügbarkeit wird über Information und Wissen entscheiden. Ihre Aggregation zu „Big Data“ und ihre Aufbereitung mithilfe ausgeklügelter Algorithmen (Data Analytics) sowie der Umgang mit Small Data werden das Wissen der Zukunft produzieren. Das macht Daten zu einem kostbaren Rohstoff, der sich direkt in wirtschaftlichen Nutzen umsetzen lässt. Wie dies funktioniert, zeigen seit etlichen Jahren verschiedene Unternehmen mit Sitz im Silicon Valley, die im Business-to-Consumer-Bereich als Pioniere gelten. Für Baden-Württemberg wird es darauf ankommen die führenden digitalen Plattformen im Business-to-Business-Bereich derjenigen Wirtschaftsbranchen zu beheimaten, die seine derzeitige Stärke ausmachen.<sup>20</sup> Denn diese Plattformen werden nicht nur das Wissen über diese Branchen vereinen, sondern auch eine hohe Marktmacht besitzen. Die Datenökonomie der Geschäftsmodelle und Plattformen wird Transaktionskosten senken und die Produktivität der Wirtschaft insgesamt erhöhen. Für Baden-Württemberg ist es von vorrangigem

Interesse den Übergang in diese Datenökonomie aktiv mitzugestalten und daran zu partizipieren.

#### VISION

Baden-Württemberg ist weltweiter Innovationsführer bei digitalen Geschäftsmodellen im Business-to-Business-Bereich und beheimatet die führenden digitalen Business-Plattformanbieter.

#### MASSNAHMEN

- Entwicklung und Anwendung von digitalen Geschäftsmodellen und Plattformen im Business-to-Business-Bereich im industriellen Kontext Baden-Württembergs unterstützen, z. B. durch die gezielte Förderung von Kooperationen zwischen jungen Technologie- / Softwareunternehmen und etablierten Mittelständlern
- Standortmarketing für digitale Geschäftsmodelle im Business-to-Business-Bereich konzipieren und aktiv betreiben, um Relevanz der Datenökonomie stärker zu verdeutlichen, z.B. in Leuchtturmprojekten oder Schaufenstern für bestimmte Anwendungsfälle

<sup>20</sup> Spindler, H.; Martinez, S.; Friz, D. (2015): Strukturstudie „BWShare“. Gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen – Chancen und Herausforderungen der Sharing Economy für die etablierte Wirtschaft in Baden-Württemberg; Lerch et al. (2017): Digitale Geschäftsmodelle – sind kleine und mittlere Unternehmen der Metropolregion Stuttgart bereit für die Digitalisierung?



## HOTSPOT FÜR KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

### BESTANDSAUFNAHME

Das Thema künstliche Intelligenz (KI) beherrscht derzeit den Diskurs über die Digitalisierung. Ob es sich um autonomes Fahren, smarte Einkaufsvorschläge, digital gestützte Produktionssysteme, Fernwartung von Maschinen, intelligente Logistik oder die wissenschaftliche Auswertung großer Datenmengen handelt: Die Anwendung künstlicher Intelligenz gilt als eine wesentliche Voraussetzung für wirtschaftlichen Erfolg im digitalen Zeitalter. Große Internetunternehmen wie Google, Amazon und Facebook nutzen bereits heute Anwendungen, die auf künstlicher Intelligenz basieren. Jedoch gibt es bislang kein generelles Prinzip der künstlichen Intelligenz, das in allen Anwendungen zum Einsatz kommt. Vielmehr wird weltweit an vielen spezifischen Lösungen gearbeitet. Deshalb entwickelt sich die Forschung rasant und erschließt immer neue Anwendungsgebiete. Dazu bedarf sie großer Datenmengen, spezialisierter Algorithmen und jeweils spezifischer Lernverfahren, die von Experten programmiert werden. Neu entwickelte Verfahren können so in den heute relevanten Anwendungskontexten getestet und eingeführt und im Idealfall in angrenzende Branchen übertragen werden. Das eröffnet große Chancen. Viele Unternehmen stehen den Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz derzeit dennoch distanziert gegenüber. Sie anhand von Beispielen, wie künstliche Intelligenz für neue Dienstleistungen und Geschäftsmodelle genutzt werden kann, für das Potenzial dieser Technologie zu sensibilisieren, ist deshalb notwendig. Im nächsten Schritt ist es dann erforderlich, dass die Unternehmen ihre Datenbestände mit Bordmitteln oder über vertrauenswürdige IT-Dienstleister so organisieren, dass sie künstliche Intelligenz wertschöpfend einsetzen können. Die Einführung von KI-Verfahren wird das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine verändern, was Anlass für Spekulationen über die Transformation der Arbeitswelt, den wachsenden

Automatisierungsgrad in vielen Berufen und letztlich die Übertragung von Entscheidungen an Maschinen bietet. Dieser notwendige Diskurs sollte sachlich und mit Blick auf konkrete Anwendungsbezüge erfolgen. Hier gilt es, die Kommunikation zwischen Öffentlichkeit und Expertinnen und Experten auszubauen.

### VISION

Baden-Württemberg wird zum Hotspot der künstlichen Intelligenz. „Hotspot“ heißt in diesem Zusammenhang, dass sich in der Region Zentren der Forschung und Anwendung künstlicher Intelligenz etabliert haben, von denen Impulse für die globale Entwicklung in diesem Bereich ausgehen. Teile des deutsch-französischen Zentrums für künstliche Intelligenz haben sich in Baden-Württemberg angesiedelt. Die Europäische Union stellt erhebliche Fördermittel für KI-Projekte und -institutionen in Baden-Württemberg zur Verfügung.

Baden-württembergischen Standorten ist es gelungen, sich an die internationale Spitze bei Grundlagenforschung, angewandter Forschung und Anwendungen von künstlicher Intelligenz zu setzen. Die entsprechenden Forschungseinrichtungen im Land ziehen aufgrund ihrer guten Ausstattung und Infrastruktur internationale Spitzenforscher an. Durch deren Präsenz und intensive Kooperation mit einschlägig engagierten Unternehmen werden Nachwuchsforscher angezogen, die dazu beitragen, den lange Zeit bestehenden Expertenmangel zu beheben.

Das „Betriebssystem für die Industrie 4.0“ ist in Baden-Württemberg entwickelt worden und bei heimischen Firmen bereits vielfach erfolgreich implementiert. Dieses Betriebssystem verknüpft unterschiedliche Bereiche der industriellen Produktion und integriert Anwendungskontexte



der künstlichen Intelligenz, die früher getrennt voneinander operierten. Es wurde in enger Zusammenarbeit von Herstellern und Forschung entwickelt und stellt weltweit den De facto-Standard für Industrie 4.0 in vielen Anwendungskontexten der produzierenden Industrie dar.

#### MASSNAHMEN

- Gezielt Grundlagenforschung fördern, insbesondere das Konzept eines „Neckar-Cyber-Valley“ Stuttgart/Tübingen unter Einbeziehung der KI-Standorte Karlsruhe und Heidelberg weiter verfolgen und zu einem Fortschrittszentrum ausbauen
- Anwendungsnahe Forschung und Technologietransfer in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft stärken
- Unternehmen für künstliche Intelligenz sensibilisieren, auch um Datenbestände für spezifische Anwendungen zur Verfügung zu stellen (z.B. im Rahmen der Digital Hubs-Initiative)
- Für starke Beteiligung baden-württembergischer Forschungseinrichtungen bei der Ansiedelung des im Koalitionsvertrag festgelegten deutsch-französischen Zentrums für künstliche Intelligenz sorgen
- Sozialwissenschaftliche Forschung zur Untersuchung der faktischen Veränderungen von Mensch-Maschine-Beziehungen fördern und Kommunikation zwischen Expertinnen und Experten und Öffentlichkeit ausbauen

## QUANTENCOMPUTING AUS BADEN-WÜRTTEMBERG

#### BESTANDSAUFNAHME

Quantencomputer werden eines Tages voraussichtlich um ein Vielfaches schneller sein als heutige Supercomputer, weil sie Rechenoperationen prinzipiell nicht nacheinander, sondern gleichzeitig durchführen.<sup>21</sup> Ihre enormen Rechenkapazitäten könnten zu einer Revolution in der künstlichen Intelligenz und anderen Innovationsfeldern führen. Ihr Einsatz kann überall dort neue Möglichkeiten eröffnen, wo Software-Anwendungen heute an begrenzten Rechen- und Speicherkapazitäten scheitern. Weltweit wird derzeit deshalb intensiv daran gearbeitet, die Prinzipien der Quantenmechanik für den Bau von Quantencomputern nutzbar zu machen.

Erste Erfolgsmeldungen der Firma D-Wave im Jahr 2017 erwiesen sich als verfrüht. Auch der jüngst

von IBM vorgestellte Prototyp kommt noch nicht über heutige Supercomputer-Kapazitäten hinaus. Viele Probleme der praktischen Anwendung des Quantenprinzips sind offenbar nur durch weitere bahnbrechende Erkenntnisse der Grundlagenforschung lösbar. Einige Experten gehen deshalb davon aus, dass noch 20 Jahre geforscht werden muss, bis ein universeller Quantencomputer verfügbar sein wird. Mittelfristig könnten aber Quantensensoren und Quantenuhren gebaut werden und Quantenschaltkreise neue Materialien und Moleküle simulieren.<sup>22</sup>

Da sich ein Durchbruch im Bereich der Quantencomputer nicht planen lässt, bedarf es einer Grundlagenforschung, die längerfristig angelegt ist und den Anforderungen der internationalen

<sup>21</sup> Aaronson, S. (2008): The Limits of Quantum. In: Scientific American, March; Defnir, S. (2018): Quantum speed limit may put brakes on quantum computers. In: The Conversation, January 12.

<sup>22</sup> Wolfgang Wernsdorfer vom KIT am 28. März 2017 auf Helmholtz.de





Quantenphysikforschung gerecht wird (internationale Ausrichtung, Interdisziplinarität, Technologienähe, sogenannte use-inspired basic research).

Aufgrund ihrer internationalen Ausrichtung orientiert sich die Quantencomputer-Forschung meist an der europäischen Projektförderung. Sie hat damit den Charakter von Big Science, für die große, auch infrastrukturelle Investitionen wesentlich sind. Jedoch bleibt auch die gezielte Förderung der Grundlagenforschung in Teilfragen relevant. Insbesondere Aktivitäten, die Forschungsakteure an unterschiedlichen Standorten mit möglichen industriellen Anwendern in Kontakt bringen, könnten bereits frühzeitig die Umsetzung beschleunigen und Wettbewerbsvorteile herbeiführen.

Baden-Württemberg ist in der Quantencomputer-Forschung hervorragend aufgestellt:

Die Universität Ulm ist federführend in dem internationalen Konsortium „Future Emerging Technologies Flagship on Quantum Technologies“, das die EU seit 2017 über eine Laufzeit von zehn Jahren mit insgesamt einer Milliarde Euro fördert. Dieses Konsortium entwickelt praktische Anwendungen auf Basis der Quantenmechanik. Auch am Karlsruher Institut für Technologie gibt es renommierte Quantenphysiker, die europäische Forschungsgelder für ihre Projekte gewonnen haben. Weitere Forschergruppen mit Weltruf im Bereich der Quantenphysik befinden sich an den

Universitäten Stuttgart, Tübingen und Heidelberg. Hinzu kommt der IBM-Standort in Ehningen, an dem das Unternehmen gemeinsam mit der einheimischen Industrie die Quantencomputer-Forschung vorantreibt und die weltweiten Aktivitäten des IT Konzerns in diesem Bereich koordiniert.

#### VISION

Entscheidende Durchbrüche bei der Realisierung eines Quantencomputers werden in baden-württembergischen Forschungseinrichtungen erzielt. Daraus resultieren enorme Fortschritte mit weltweiter Ausstrahlung, die außerordentlich positive ökonomische Folgen für das Land mit sich bringen.

#### MASSNAHMEN

- Ergänzend zur Forschungsförderung aus EU- und Bundesprogrammen Landesmittel bereitstellen
- Vernetzung zwischen einzelnen Forschungszentren stärken
- Quantenforschung frühzeitig mit potenziellen Anwendungsfeldern zusammenbringen („Fortschrittszentrum Quantencomputer“), sowohl durch Einbeziehung industrieller Akteure in spezifische Forschungsprojekte als auch durch Kooperationen öffentlicher mit industrieller FuE im Bereich Quantencomputer

## GIGABIT-LABOR BADEN-WÜRTTEMBERG

### BESTANDSAUFNAHME

Leistungsfähige Breitband-Internetanschlüsse und Mobilfunknetze sind die Grundlage der Digitalisierung in allen Anwendungsbereichen (B2B und B2C). Deren Verfügbarkeit hat sich in Baden-Württemberg in den vergangenen Jahren

zwar deutlich verbessert, insbesondere in dicht besiedelten Gebieten bei mittleren Datenübertragungsraten bis zu 50 Mbit/s. Allerdings gibt es für hohe Bandbreiten über zukunftssichere Glasfasernetze und bei mobilen Internetverbindungen



einen enormen Nachholbedarf:

Nur 1,7% der Haushalte in Baden-Württemberg können derzeit Gigabit-Internet (also 1.000 Mbit/s) über direkte Glasfaserleitungen nutzen.<sup>23</sup> Entsprechend wird der Breitbandausbau in der Landesinitiative „digital@BW“ von 2017 als zentrales Thema adressiert.<sup>24</sup> Es werden Millionenbeträge für die Förderung von Ausbauprojekten zur Verfügung gestellt. Vielen Betroffenen und insbesondere den KMU in ländlichen Gebieten geht die Entwicklung aber nicht schnell genug.

Ein Standort, der den Anspruch hat, digitaler Spitzenreiter zu sein, sollte seine Maßnahmen tatsächlich umfassender anlegen und schneller ausführen. Denn glasfaserbasierte Gigabitnetze haben eine große Hebelwirkung auf Innovationen, sowohl für neue digitale Dienstleistungen und digitale Start-ups als auch für traditionelle Industrien und Dienstleistungen. Eindrucksvolle Beispiele hierfür finden sich in etwa in Schweden, in Irland und in Estland und im Mittleren Westen der USA.

Erst mit einem großflächigen Gigabitnetz und dem 5G-Standard für Mobilfunknetze kann die Digitalisierung zu einem landesweiten Innovationsmotor werden. Beide Infrastrukturen sind die Voraussetzung, um Innovationen in den für Baden-Württemberg besonders wichtigen Feldern der Industrie 4.0, des Internets der Dinge und des automatisierten und vernetzten Fahrens zu ermöglichen.

#### VISION

Beim Ausbau der Breitband-Infrastruktur orientiert sich Baden-Württemberg konsequent an zukünftigen Bedarfen und voraussehbaren Effekten der Gigabit-Vernetzung: Das Land entwickelt sich zu einem Gigabit-Labor. Flächendeckend sind

stabile, industriefähige, direkte Glasfaseranschlüsse zu erschwinglichen Preisen sowie ein 5G-Netz vorhanden. KMU, Start-ups oder Home-Offices haben keine Konnektivitätsprobleme mehr. In diesem Umfeld können sie neuartige Dienstleistungen entwickeln, digitale Geschäftsmodelle ausprobieren, umfassende Digitalisierungsprojekte umsetzen und neue Austauschprozesse mit Marktpartnern und Kunden initiieren.

#### MASSNAHMEN

- Den flächendeckenden Glasfaser-Ausbau in Baden-Württemberg bis 2025 realisieren
- Unter Führung der Landesregierung eine konzentrierte Aktion starten, die Netzbetreiber, kommunale Unternehmen, Stadtwerke, Versorger, Wohnungswirtschaft und Politik zusammenführt, auch um europäische und Bundesmittel zu kombinieren und durch Landesmittel zu ergänzen
- Kommunale Unternehmen durch Best-Practice-Beispiele und finanzielle Unterstützung motivieren, eigene Netze aufzubauen und den offenen Zugang dazu an Diensteanbieter zu vermieten
- Rahmenbedingungen für den Aufbau einer 5G-Infrastruktur verbessern, die einen zügigen Rollout und eine weitere Verdichtung der Mobilfunknetze ermöglichen (Berechnungsmethodik bei der Ermittlung der Sicherheitsabstände beim Standortbescheinigungsverfahren weiterentwickeln, 5G-Ausbau durch die Möglichkeit der Mitnutzung von Liegenschaften und zugehöriger Infrastruktur unterstützen, die sich im Eigentum oder Betrieb der öffentlichen Hand befinden)

<sup>23</sup> Breitbandatlas des BMVI; TÜV Rheinland 2017, Stand: Mitte 2017. Bei internationalen Vergleichen findet sich Deutschland im unteren Drittel bei der Verfügbarkeit von Glasfaseranschlüssen wieder, siehe z.B. European Commission (2017): Broadband Coverage In Europe (June 2016). In dieser Studie belegt Deutschland Platz 24 von 28.

<sup>24</sup> Landesregierung Baden-Württemberg (2017): Digital@BW, Digitalisierungsstrategie der Landesregierung.



## SMART SERVICES ALS INNOVATIONSMOTOREN

### BESTANDSAUFNAHME

Digitalisierung und künstliche Intelligenz verändern auch die Dienstleistungswirtschaft in hohem Maße. Bislang wurden konsumnahe und öffentliche Dienstleistungen mit stetig steigenden Kosten und einer geringen Innovationsfähigkeit in Verbindung gebracht. Ihre Produktivität stieg langsamer an als die Produktivität anderer Wirtschaftssektoren.<sup>25</sup> Inzwischen schaffen Smart Services aber völlig neue Innovationspotenziale, die nicht nur die Produktivität von Dienstleistungen steigern, sondern auch die Lebensqualität der Bevölkerung.<sup>26</sup> Das zeigt beispielsweise der Innovationsbericht 2017 des Förderprogramms Smart Service Welt des Bundeswirtschaftsministeriums. So wird im Bereich der Mobilität bis ins Jahr 2022 mit einer jährlichen Wachstumsrate von etwa 24% gerechnet. Im Bereich Smart Home liegt das geschätzte Umsatzpotenzial im Jahr 2025 bei 19 Mrd. Euro. Mit einem Branchenwachstum von 5,3% im Jahr 2014 schreitet der Bereich Smart Health noch vergleichsweise langsam voran.<sup>27</sup> Durch Entwicklung und Implementierung neuer Algorithmen (künstliche Intelligenz und Data Analytics) sind auf dem Gebiet digitaler Dienstleistungen weiterhin umfangreiche Produktivitäts- und Qualitätssteigerungen zu erwarten.<sup>28</sup>

### VISION

Die weltweit mit führenden Smart Services in den Bereichen Gesundheit, Mobilität, Logistik und Bau kommen aus Baden-Württemberg und finden dort Anwendung.

### MASSNAHMEN

- Smart Services fördern, die in Zusammenhang mit großen gesellschaftlichen Herausforderungen stehen, insbesondere in ausgewählten Zukunftsfeldern wie Gesundheit, Mobilität, Bau und Logistik, z. B. in Demonstrations- und Fortschrittszentren, wobei Entwicklung und Anwendung gleichermaßen beachtet werden sollten
- Innovationsplattformen schaffen, um die Vernetzung verschiedener Akteure zu erleichtern und Entwicklungsprozesse zu fördern
- Für produktions- wie konsumnahe Anwendungen als auch für öffentliche Dienstleistungen Umsetzungsprojekte initiieren und dabei auch neuartige Anwendungsfälle erproben
- Dienstleistungslabore aufbauen, um Tests und Anwendungsmöglichkeiten auch für kleine und mittlere Unternehmen, Behörden oder Bürgerinnen und Bürger zu ermöglichen und Hemmnisse abzubauen

## MATERIALIEN UND WERKSTOFFE MIT INNOVATIONSPOTENZIAL

### BESTANDSAUFNAHME

Bisher war davon auszugehen, dass der globale Freihandel stetig zunehmen wird. In Zukunft muss mit wachsendem Protektionismus auf einzelnen Märkten und eventuell sogar in ganzen Wirtschaftsräumen gerechnet werden.<sup>30</sup> Unter diesen

Umständen ist es für ein stark produktionsorientiertes und gleichzeitig rohstoffarmes Land wie Baden-Württemberg von vorrangigem Interesse, den Zugang zu strategisch wichtigen Rohstoffen zu sichern.

<sup>25</sup> Corsten, H. (1994): Produktivitätsmanagement bilateraler personenbezogener Dienstleistungen, in: Corsten H., Hilke W. (Hrsg.) Dienstleistungsproduktion. Schriften zur Unternehmensführung.

<sup>26</sup> BMWi (2017): Smart Service Welt - Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft.

<sup>27</sup> BMWi (2017): Smart Service Welt, Innovationsbericht 2017.

<sup>28</sup> BMWi (2017): Smart Service Welt - Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft.

<sup>29</sup> Boockmann et al. (2017): Strukturanalyse und Perspektiven des Wirtschaftsstandorts Baden-Württemberg im nationalen und internationalen Vergleich.

<sup>30</sup> ebd.



Aktuell beträgt der Materialkostenanteil im verarbeitenden Gewerbe zwischen 35 bis 55%,<sup>31</sup> und stellt mit bis zu 7% an Einsparpotenzial<sup>32</sup> nicht nur einen strategischen Input-Faktor, sondern auch einen wichtigen Stellhebel für Einsparungen dar. In Zukunft werden Materialien und Werkstoffe eine noch weitreichendere strategische Bedeutung erlangen. Bereits heute sind 70% aller technischen Innovationen in Deutschland mit Werkstoffinnovationen verbunden.<sup>33</sup> So wird z. B. geschätzt, dass die Ausgaben für 3D-Druck bis ins Jahr 2021 auf rund 20 Milliarden US-Dollar ansteigen werden, was einer jährlichen Wachstumsrate von 20,5% entspricht.<sup>34</sup>

Für ein industriegeprägtes Land wie Baden-Württemberg wird es unerlässlich sein, eigenes Know-how bei der Herstellung hochwertiger und neuartiger Materialien zu besitzen, z. B. für generative Fertigungsverfahren wie den 3D-Druck, für den Leichtbau<sup>35</sup> und für das aufkommende Feld der Smart Materials.<sup>36</sup> Für Baden-Württemberg wird es in den kommenden Jahren darauf ankommen, die Entwicklungs- und Produktionskapazitäten solcher Materialien am eigenen Standort auszubauen und gezielt Anwendungsfelder in den verschiedenen Bereichen zu schaffen.

Wegen der zunehmenden Ressourcenknappheit und des Klimawandels steigt zudem die Bedeutung von Sekundärmaterialien. Die aktive Partizipation an einer „Circular Economy“, also einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft, ist für Baden-Württemberg deshalb empfehlenswert. Denn

geschlossene Kreisläufe reduzieren nicht nur Rohstoffabhängigkeiten, sondern erschließen auch neue Wertschöpfungspotenziale.<sup>37</sup>

Europäische Unternehmen könnten dadurch bis 2030 Kostensenkungen im Umfang von schätzungsweise etwa 8% ihres Umsatzes erzielen.<sup>38</sup> Industrieorientierte Regionen wie Baden-Württemberg sollten daher neue technische Verfahren für das Recycling sowie innovative Geschäftsmodelle für eine Kreislaufwirtschaft entwickeln.

Mit der „Landesstrategie Ressourceneffizienz“ sind bereits erste Schritte in diese Richtung eingeleitet. Mit der „Umwelttechnik Baden-Württemberg“ und dem Thinktank „Industrielle Ressourcenstrategien“ wurden zugleich wichtige Akteure etabliert.

#### VISION

Baden-Württemberg ist in Bezug auf strategische Rohstoffe weitgehend unabhängig. Es besitzt die Entwicklungskompetenz und die Produktionskapazität, um neuartige Materialien und intelligente Werkstoffe für verschiedene Anwendungsbereiche herzustellen. Das Land übernimmt eine Führungsrolle bei der Ausgestaltung der Kreislaufwirtschaft. Es beheimatet Unternehmen, die vorbildliche Rohstoffkreisläufe aufgebaut haben.

#### MASSNAHMEN

- Entwicklung von Smart Materials am Standort unterstützen und Anwendungsfälle für die Produktion und industrielle Produkte schaffen
- Ein Fortschrittszentrum für Smart Materials, Materialinnovationen und Sekundärmaterialien aufbauen

31 Fraunhofer Materials Positionspaper (2017): Ideen Materialisieren! Zukunft der Werkstoffforschung.

32 Schröter et al. (2012): Goldgrube Materialeffizienz – Materialeinsparpotenziale und Ansätze zur Verbreitung von Effizienzmaßnahmen, Mitteilungen aus der Erhebung Modernisierung der Produktion, Nr. 59.

33 Fraunhofer Materials Positionspaper (2017): Ideen Materialisieren! Zukunft der Werkstoffforschung.

34 International Data Corporation (2018): Worldwide Semiannual 3D Printing Spending Guide Taxonomy.

35 Thielmann et al. (2014): Leichtbau – Trends und Zukunftsmärkte; Lerch et al. (2014): Wertschöpfungspotenziale im Leichtbau.

36 Fraunhofer Materials Positionspaper (2017): Ideen Materialisieren! Zukunft der Werkstoffforschung.

37 Wils, H.; Berg, H. (2017): Digitale Kreislaufwirtschaft – Die digitale Transformation als Wegbereiter ressourcenschonender Kreisläufe.

38 Europäische Kommission (2015): Ein ambitioniertes EU Kreislaufwirtschafts-Paket. Factsheets zur Kreislaufwirtschaft.



## INNOVATIONEN FÜR DIE MOBILITÄT DER ZUKUNFT

### HERAUSFORDERUNG

In der Automobilindustrie vollzieht sich derzeit ein grundlegender Technologiewandel vom Verbrennungsmotor hin zum Elektromotor. Darauf müssen sich die großen Automobilhersteller und ihre Zulieferer in ihrer Produktion doppelt einstellen, indem sie einerseits Fertigungslinien für Fahrzeuge mit elektrischen Antrieben aufbauen, die völlig andere Wertschöpfungscharakteristika haben als Verbrennungsfahrzeuge. Weil letztere aber in den kommenden Jahrzehnten noch dominieren werden, müssen sie andererseits deren Motoren weiter optimieren, indem sie deren Schadstoffmissionen minimieren und deren Energieeffizienz erhöhen. In Zusammenarbeit mit anderen Wirtschaftsbranchen und mit der Politik müssen sie gleichzeitig für den Aufbau einer belastbaren Ladeinfrastruktur sorgen – von der Stromerzeugung über den Netzausbau bis hin zum intelligenten Last- und Lademanagement.

Zusätzlich rücken bei den anderen Verkehrsträgern wie Lastkraftwagen, Schiffen und Flugzeugen alternative Kraftstoffe und Antriebe auf Basis von

Verbrennungsprozessen ebenso in den Blickpunkt wie neue Mobilitäts- und Distributionskonzepte, um den Klimazielen der Vereinten Nationen gerecht zu werden.

Die Digitalisierung schreitet auch in der Mobilität voran. Autonome und vernetzte Mobilität eröffnen im Personen- wie im Güterverkehr wegweisende Perspektiven. Die Digitalisierung ermöglicht auch die Entwicklung neuer Konzepte einer nahtlosen, multimodalen Mobilität. Daraus entstehen Geschäftsmodelle von Mobilität als Dienstleistung (Mobility-as-a-Service), für deren Kundenakzeptanz Bequemlichkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit entscheidend sind. In Zukunft wird es dementsprechend voraussichtlich für immer mehr Menschen selbstverständlich werden, statt eines Fahrzeuges Mobilität zu kaufen. Die Entwicklung solcher Mobilitätsformen vollzieht sich derzeit jedoch vorwiegend in urbanen Ballungsräumen, während in den ländlichen Regionen nach neuen Wegen der Sicherstellung von Mobilität noch gesucht wird.

## ALTERNATIVE ANTRIEBE UND KRAFTSTOFFE

### BESTANDSAUFNAHME

Die deutsche Automobilindustrie ist vom internationalen Markt abhängig. Die drei großen deutschen Pkw-Hersteller erzielen mehr als 80% ihres Umsatzes im Ausland. Nur 50% ihrer Arbeitsplätze befinden sich im Inland. Beim derzeitigen Megatrend zu Elektromobilität ist die deutsche Industrie in Teilen gut aufgestellt. So halten deutsche Automobilhersteller aktuell beim Verkauf von Elektrofahrzeugen einen Marktanteil von weltweit 20%.<sup>39</sup> Insbesondere hinsichtlich der Herstellung von Batteriesystemen, Elektromotoren und der

Leistungselektronik ist die deutsche Automobilindustrie gut positioniert. Plug-in-Hybride gewinnen derzeit weltweit an Bedeutung. Bei diesem Fahrzeugtyp ist die deutsche Industrie aufgrund von dessen technischer Komplexität ebenfalls gut etabliert. Allerdings gibt es in Deutschland wie in Europa noch keine nennenswerte Batteriezellproduktion, was viele Expertinnen und Experten als kritisch einstufen, weil die Batteriezelle den höchsten Wertschöpfungsanteil an einem Elektrofahrzeug hat.

<sup>39</sup> Wietschel, M. et al. (2017): Perspektiven des Wirtschaftsstandorts Deutschland in Zeiten zunehmender Elektromobilität, Working Paper Sustainability and Innovation No.S 09/2017.



Die großen deutschen Automobilhersteller, aber auch kleinere Hersteller und Zulieferer, spielen auch bei der Entwicklung von elektrisch angetriebenen Brennstoffzellen-Fahrzeugen vorne mit. Allerdings sehen sie sich einem wachsenden Konkurrenzdruck aus asiatischen Ländern ausgesetzt, vor allem durch Toyota.

Synthetische, strombasierte Kraftstoffe für den schweren Straßengüterverkehr, die internationale Schifffahrt und den internationalen Flugverkehr sind derzeit ein wichtiges Forschungsthema, bei dem verschiedene wissenschaftliche Institute und Industrieunternehmen in Baden-Württemberg aktiv sind. Aufgrund ihrer zu geringen Energiedichte ist die Leistungskapazität von Batterie- und Brennstoffzellenlösungen für diese Verkehrssektoren noch viel zu klein und kommt derzeit nicht in Betracht.

Wenn es gelingt, die derzeit gute Wettbewerbssituation der deutschen Industrie bei Elektrofahrzeugen zu erhalten oder sogar noch auszubauen, stehen die Chancen nicht schlecht, dass der Wandel hin zur Elektromobilität in der Summe positive Auswirkungen auf Beschäftigung und Wertschöpfung in Deutschland haben wird und Verluste bei Verbrennungsmotoren kompensiert werden können.

Auf deutscher und europäischer Ebene werden derzeit Wege gesucht, um eine Batteriezellproduktion eines deutschen oder europäischen Herstellers bzw. Herstellerkonsortiums in Europa aufzubauen.

Die Elektromobilität bringt einen Strukturwandel mit sich, der bestehende Wertschöpfungsketten und Berufsprofile grundlegend verändern wird. Es ist deshalb notwendig, Umschulungsangebote sowie generell neue Ausbildungsangebote zu schaffen,

um künftige Fachkräfte auf diesen Wandel vorzubereiten.

Sowohl der Trend zu Elektromobilität wie auch der sich abzeichnende Trend zu alternativen strombasierten Kraftstoffen stellen für die klassischen Raffineriestandorte eine Bedrohung dar. Hier sind Strategien für einen Strukturwandel zu entwickeln.

Entlang der Erzeugungskette von alternativen Kraftstoffen, insbesondere bei der Elektrolyse sowie den nachgelagerten Prozessen zur Herstellung von Drop-in oder Near-Drop-in Kraftstoffen (alternative synthetische Kraftstoffe, die konventionelle Kraftstoffe direkt oder anteilig ersetzen können) ergeben sich Chancen für die badenwürttembergische Industrie, sowohl im Anlagenbau als auch bei der Herstellung. Hier muss die entsprechende Technologieentwicklung vorangetrieben und über die Einführung von Pilot- und Demonstrationsprojekten nachgedacht werden.

#### VISION

Baden-württembergische Unternehmen bauen ihre derzeitige Wettbewerbsposition in der Elektromobilität aus, was auch Brennstoffzellen-Fahrzeuge einschließt. Dabei gelingt es einen nennenswerten Anteil der Wertschöpfung bei der Herstellung von Batterien (eigener Produktionsstandort, Zulieferindustrie und Anlagenbau sowie Recycling) zu gewinnen. Arbeitsplatzverluste bei Verbrennungsmotoren und dem entsprechenden Antriebsstrang werden kompensiert durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze in der Elektromobilität. Die sinkenden Preise von Batterien und deren Zweitverwendung eröffnen neue Einsatzfelder für stationäre Anwendungen (z.B. als Hausenergiespeicher) und führen zu mehr Wertschöpfung.



#### MASSNAHMEN

- Wettbewerbssituation entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Elektromobilität verbessern, um Abhängigkeiten zu vermeiden; im Rahmen deutscher und europäischer Initiativen eine Batteriezellproduktion in Baden-Württemberg ansiedeln
- Unternehmenskooperationen fördern, Teilnahme an FuE-Projekten unterstützen, Zugang zu Testlabors erleichtern, um Wettbewerbsfähigkeit von KMU zu stärken
- Eine bedarfsorientierte, intelligente Ladeinfrastruktur aufbauen, die dazu beiträgt die Elektromobilität effektiv in die Energieversorgung zu integrieren
- Strategien für den sparsamen Umgang mit kritischen Materialien für Elektrofahrzeuge entwickeln und umsetzen (Reduzierung oder Substitution von kritischen Rohstoffen durch Technologieentwicklung, Recycling oder Zweitverwendung)
- Umschulungsangebote sowie generell neue Ausbildungsangebote zur Elektromobilität schaffen, um künftige Fachkräfte auf diesen Wandel vorzubereiten
- Konzept für die Dekarbonisierung des Lkw-Verkehrs entwickeln und umsetzen
- Technologieentwicklung von synthetischen strombasierten Drop-in oder Near-Drop-in Kraftstoffen vorantreiben und Pilot- und Demoprojekte entwickeln
- Reallabore zur Mobilität der Zukunft in Baden-Württemberg aufbauen

## DIGITALISIERUNG DER MOBILITÄT

#### BESTANDSAUFNAHME

Das automatisierte und vernetzte Fahren ist derzeit einer der wichtigsten technologischen Treiber in der Automobilindustrie. Etwa jedes zweite der seit 2010 zum Thema automatisiertes Fahren angemeldeten Patente wurde einer deutschen Firma erteilt.<sup>40</sup> Unter den zehn weltweit aktivsten Firmen stammen derzeit sechs aus Deutschland, darunter mit Daimler und Bosch zwei aus Baden-Württemberg.<sup>41</sup> Darüber hinaus arbeiten neben zahlreichen KMU und Startups auch etablierte IT Unternehmen aus Baden-Württemberg an Systemen zur Verarbeitung von Daten und Informationen für das automatisierte und vernetzte Fahren.

Das automatisierte und vernetzte Fahren beginnt nicht mit dem komplett fahrerlosen Fahren. Dieses stellt die letzte von insgesamt fünf Stufen, die

die Automobilindustrie evolutionär entwickelt, dar. Derzeit befindet sie sich auf dem Sprung zum hochautomatisierten Fahren (Stufe 3), bei dem der Fahrer das Fahrgeschehen zwar noch verfolgen muss, das System die Fahraufgaben bei Autobahn- oder Überlandfahrten aber schon größtenteils selbstständig übernimmt. Im Stadtverkehr kann man derzeit noch nicht automatisiert fahren. Dazu bedarf es noch ausgiebiger Tests. Der Grundstein für den rechtlichen Rahmen der Automatisierung wurde Mitte 2017 durch eine Änderung des Straßenverkehrsgesetzes gelegt. Automatisiertes Fahren der Stufen 4 und 5 bedürfen jedoch weiterer gesetzlicher Regeln. Darf doch z. B. die Haftung dann nicht mehr uneingeschränkt beim Fahrer liegen.

<sup>40</sup> Bardt, H. (2016): Deutschland hält Führungsrolle bei Patenten für autonome Autos, in: IW Kurzberichte 61.2017.

<sup>41</sup> ebd.





Zahlreichen wissenschaftlichen Studien zufolge hat automatisiertes Fahren das Potenzial die Verkehrssicherheit deutlich zu verbessern, die Nutzung der Verkehrsinfrastruktur zu optimieren und den Energieverbrauch wie auch die Treibhausgasmissionen zu reduzieren.<sup>42</sup> Das gilt umso mehr, wenn solche Fahrzeuge miteinander vernetzt sind. Diese Vernetzung wird derzeit jedoch noch nicht herstellerübergreifend geplant.

Mit dem 2017 eingeführten Testfeld autonomes Fahren in Baden-Württemberg hat das Land die Basis für eine verbesserte Zusammenarbeit zwischen Fahrzeugherstellern, Zulieferern, Unternehmen der IKT und relevanten Forschungsinstitutionen geschaffen.

Um mit den großen nationalen und internationalen Wettbewerbern mithalten zu können, bedarf es noch mehr solcher innovationsfördernden Testfelder. Tests im realen Betrieb reichen jedoch nicht aus, um in absehbarer Zeit die nächsten Stufen der Automatisierung zu erreichen. Reale Tests müssen von virtuellen Tests begleitet werden, aus deren Ergebnissen die jeweiligen Systeme mit Hilfe künstlicher Intelligenz schneller als in der Realität verbessert werden können. Baden-württembergische Unternehmen liegen in der Entwicklung solcher virtuellen Tests derzeit auch gegenüber der Konkurrenz aus dem Silicon Valley gut im Rennen. Um sie zu unterstützen und damit die Wettbewerbsposition Baden-Württembergs zu stärken, empfiehlt es sich, sie enger mit Wissenschaft, Automobilherstellern und deren Zulieferern zu verzahnen, um Fachkompetenz zu konzentrieren und positive Synergien zu verwirklichen. Durch die Verknüpfung von Tests im virtuellen Raum mit den deutschen Qualitäts-

standards bei der realen Entwicklung und Erprobung von Innovationen könnte ein entscheidender Vorteil gegenüber Wettbewerbern wie z.B. Google, Tesla und Apple erzielt werden.

Automatisiertes und vernetztes Fahren muss über den motorisierten Individualverkehr hinausgehen. Denn um die positiven Effekte der Automatisierung und Vernetzung für das Verkehrssystem, die Umwelt und die Gesellschaft voll auszuschöpfen, bedarf es eines automatisierten und vernetzten öffentlichen Verkehrs auf Straße und Schiene.

Die Technologie lässt sich darauf ohne Weiteres übertragen, wodurch sich auch bessere Möglichkeiten bieten, zukünftig den öffentlichen Verkehr in ländlichen Gebieten aufrecht zu erhalten. Darüber hinaus bietet eine engere Vernetzung des automatisierten motorisierten Individualverkehrs (MIV) und des öffentlichen Verkehrs (ÖV) große Optimierungspotenziale im multimodalen Verkehr.

#### VISION

Die enge Zusammenarbeit der klassischen Fahrzeughersteller mit ihren Zulieferern, IT Unternehmen, KMU und Startups im IKT-Bereich sowie den Universitäten und Technischen Hochschulen des Landes Baden-Württemberg ermöglicht das Erreichen der Technologieführerschaft beim automatisierten und vernetzten Fahren bis zum Jahr 2025. Erste Fahrzeuge der Automatisierungsstufe 4 werden bis dahin auf den Straßen des Landes unterwegs sein und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit, zur Optimierung des Verkehrsflusses und Vermeidung von Treibhausgasemissionen beitragen. Erste Pilot- und Demonstrationsprojekte erhöhen die Akzeptanz und das Vertrauen der Bevölkerung in die Technologie und zeigen auch Wege zur optimalen Verknüpfung von motorisiertem Individualverkehr und öffentlichem Personennah- und -fernverkehr.

<sup>42</sup> E-Mobil BW (2017): Automatisiertes Fahren im Personen und Güterverkehr. Auswirkungen auf den Modal-Split, das Verkehrssystem und die Siedlungsstrukturen.





#### MASSNAHMEN

- Testfelder des autonomen Fahrens in Baden-Württemberg ausweiten
- Mittelfristig ein urbanes Testfeld in einem ganzen Stadtviertel für die Nutzung automatisierter Fahrzeuge der Stufe 4 und 5 aufbauen, um Praxiserfahrungen im städtischen Fahrbetrieb zu sammeln
- Zusammenarbeit von Automobilherstellern, Zulieferern, KMU im Bereich IT sowie Forschungsinstitutionen fördern, um virtuelle Tests des automatisierten Verkehrs zu verbessern, auch durch die gemeinsame Nutzung von Entwicklungs- und Rechenzentren
- Wissenschaft, KMU im Bereich IT, Fahrzeughersteller und Zulieferer durch das Bilden eines Forschungs- und Entwicklungsclusters enger verzahnen, um Studierende und Forschende auf die Anforderungen der Industrie auszurichten und zukünftige Arbeitskräfte gezielt auf die Praxis vorzubereiten
- Automatisierung und Vernetzung im öffentlichen Verkehr in Demonstrations- und Pilotvorhaben fördern
- Den Auf- und Ausbau des Mobilfunknetzes zur Optimierung der Abdeckung im öffentlichen Straßenraum dort unterstützen, wo ein marktgetriebener Ausbau nicht zu erwarten ist, um das automatisierte Fahren auch in weniger dicht besiedelten Gebieten zu ermöglichen

## GESTALTUNG DER ARBEITSWELT 4.0

### BESTANDSAUFNAHME

Der digitale Wandel wird immer stärkeren Einzug in die Betriebe halten und den Alltag der Beschäftigten beeinflussen. Die Arbeitswelt wird immer weniger physisch und immer mehr virtuell geprägt sein. Herkömmliche Tätigkeiten in Produktion und Dienstleistung werden teilweise wegfallen, etliche neue Tätigkeiten werden hinzukommen. Dadurch werden sich die Anforderungen an die Beschäftigten stark verändern und neue Qualifikationsprofile entstehen.<sup>43</sup> Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und einer damit einhergehenden alternden Gesellschaft wird die zukunftsgerichtete Gestaltung der Arbeitswelt 4.0 zu einem Schlüsselement, um die Transformation der Wirtschaft erfolgreich zu verwirklichen.

Um die Fachkräftebasis und die Beschäftigung in Baden-Württemberg zu sichern, ist es notwendig die Entwicklung neuer Qualifikationen und Kom-

petenzen der Beschäftigten forciert zu unterstützen.<sup>44</sup> Das darf nicht nur die Ausbildung, sondern muss auch die berufliche Weiterbildung betreffen. Zu diesen Kompetenzen zählt nicht nur die Anwendung digitaler Instrumente, sondern auch der Umgang mit Datenschutzaspekten und die tägliche Zusammenarbeit im Rahmen einer virtuellen Arbeitsorganisation.

### VISION

Baden-Württemberg besitzt ein avanciertes Aus- und Weiterbildungssystem für digitale Kompetenzen und sichert so die Beschäftigung im Land und eine erstklassige Fachkräftebasis mit zukunftsorientierten Berufsprofilen. Die im Land ansässigen Unternehmen gestalten eine menschengerechte und durchdachte Arbeitswelt 4.0 und sind Vorreiter bei der Ausgestaltung der virtuellen Arbeitsorganisation.

<sup>43</sup> Beckert et al. (2016): Automatisierung und Robotik-Systeme – Studien zum deutschen Innovationssystem Nr.11-2016.

<sup>44</sup> Bockmann et al. (2017): Strukturanalyse und Perspektiven des Wirtschaftsstandorts Baden-Württemberg im nationalen und internationalen Vergleich.



#### MASSNAHMEN

- Fachkräftebasis mit Blick auf digitalen Wandel besonders im MINT-Bereich sichern, sowohl Aus- als auch Weiterbildungsprogramme stärken, z.B. gemeinsam mit IHK und Fachverbänden spezifische Inhalte erarbeiten und Schulungsprogramme aufsetzen
- Unternehmen unterstützen und dazu befähigen eine menschengerechte Arbeitswelt 4.0 und virtuelle Arbeitsorganisation bewusst zu gestalten, z.B. über Wissenstransferformate und Demonstrationszentren
- Eine baden-württembergische Universitätsakademie als neues Format zur beruflichen Weiterbildung von Fach- und Führungskräften aufbauen
- Qualifizierungsoffensive für Lehrkräfte und Ausbilder starten, um Exzellenz im System der Aus- und Weiterbildung sowie Auf- und Umqualifizierung zu sichern

## INNOVATIONEN FÜR EIN LEBEN IN GESUNDHEIT

#### HERAUSFORDERUNGEN

Der Bedarf an Innovationen zum Erhalt und zur Wiederherstellung der Gesundheit sowie zur Behandlung von Krankheiten ist so alt wie die Menschheit. Aufgrund steigender Ansprüche an die eigene Gesundheit und Lebensqualität, des immer besseren Verständnisses von Krankheiten und zunehmender Möglichkeiten zu deren Prävention und Therapie ist er heute so hoch wie nie zuvor und wird mit Sicherheit weiterhin zunehmen.

In Baden-Württemberg stellt die Gesundheitswirtschaft wie auch anderswo in Deutschland bezüglich ihrer Bruttowertschöpfung und Beschäftigung einen wichtigen Wirtschaftszweig dar. So sind 15,5 % der Beschäftigten in Baden-Württemberg in der Gesundheitswirtschaft tätig. Im industriellen Bereich (hierzu gehört z.B. die Pharmaforschung und -entwicklung) ist in Baden-Württemberg im Vergleich zum deutschen Durchschnitt ein überproportional großer Anteil der insgesamt in der

Gesundheitswirtschaft Beschäftigten tätig (17,8%).<sup>45</sup> Eine qualitativ hochwertige Gesundheitsversorgung der Bevölkerung stellt überdies einen wichtigen Standortfaktor dar.

Grundsätzlich ist Baden-Württemberg für die Entwicklung und Anwendung von Gesundheitsinnovationen gut aufgestellt: Es gibt mehrere international anerkannte Universitätskliniken, verschiedene Cluster von Medizintechnikunternehmen (z. B. das Medizintechnikcluster in Tuttlingen<sup>46</sup> mit über 400 ansässigen Unternehmen, die im Bereich der chirurgischen Instrumente und Implantate tätig sind; das Kompetenznetzwerk Medical Valley Hechingen<sup>47</sup> mit 35 Unternehmen; oder das Mannheim Cluster Medizintechnologie<sup>48</sup> mit 65 Unternehmen und dem geplanten Mannheim Medical Technology Campus<sup>49</sup>). Auch einige weltweit tätige Pharmaunternehmen haben wichtige Niederlassungen in Baden-Württemberg.

<sup>45</sup> ebd.

<sup>46</sup> Medizintechnikcluster Tuttlingen <http://www.weltzentrum-der-medizintechnik.de/start/>

<sup>47</sup> Kompetenznetzwerk Medical Valley Hechingen <http://www.hechingen.de/de/Wirtschaft%2BBauen/Medical-Valley-Hechingen>

<sup>48</sup> Mannheim Cluster Medizintechnologie <http://www.medtech-mannheim.de/de>

<sup>49</sup> Mannheim Medical Technology Campus <http://www.medtech-mannheim.de/de/clustermedizintechnologie/mmt-campus>



Diese Unternehmen und Versorgungseinrichtungen sind teilweise bereits in ein gutes Netzwerk miteinander sowie mit Zulieferern, Bildungs- und Forschungseinrichtungen und kommunalen Akteuren eingebettet. Dennoch wird insbesondere bei den KMU eine fehlende Innovationskraft bemängelt. Während die auf dem Markt verfügbaren Produkte hochwertig und für ihre Qualität weltweit anerkannt sind, werden in der Produktentwicklung zum Teil lediglich inkrementelle Fortschritte erzielt, die hinter dem Innovationsbedarf des Gesundheitswesens zurückbleiben. Auch besteht ein Mangel an Dienstleistungs- und Geschäftsmodellinnovationen, welche tendenziell

eher als Produktinnovationen das Potenzial haben, die Effizienz und Effektivität im Gesundheitswesen zu steigern und die Kosten zu senken.<sup>50</sup>

Mit den schnellen Fortschritten der Medizin, insbesondere der Konvergenz von Arzneimitteltherapien, molekularer Diagnostik, Medizintechnik und Datenverarbeitung (Drugs, Diagnostics, Devices and Data), dem Einsatz biologischer Verfahren bei der Herstellung von Medikamenten sowie einer stärkeren Orientierung an gesellschaftlichen Bedarfen, kommt der integrierten Entwicklung von Gesundheitsinnovationen für die Wettbewerbsfähigkeit des Landes eine immer größere Bedeutung zu.

## CO-CREATION-LABS FÜR BEDARFSORIENTIERTE INNOVATIONEN

### BESTANDSAUFNAHME

Für Gesundheits- und medizintechnische Innovationen könnten z. B. sogenannte Co-Creation-Labs von KMU und großen Unternehmen in räumlicher Nähe zu Versorgungs- und Forschungseinrichtungen ein erfolgreicher Weg zu bedarfsorientierten und verantwortungsvollen Innovationen sein. Die Beteiligten wenden sich entweder mit Bedarfen, für die sie den Input anderer Mitglieder benötigen, oder mit Produkt- oder Dienstleistungsideen, die sie konkretisieren oder validieren wollen, mit Bitte um Feedback an ihr jeweiliges Co-Creation-Labor. So werden die verschiedenen Bereiche, die an der Gesundheitsversorgung beteiligt sind, eng miteinander verzahnt. Das Bewusstsein für die Bedarfe, Kompetenzen und Handlungsspielräume aller Partner des Labs wird geschärft. Gesteigert werden dabei sowohl die Chancen der Translation von Ergebnissen der Grundlagenforschung in die klinische Versorgung der Patientinnen und Patienten als auch die Chancen der Translation von Erkennt-

nissen am Krankenbett zurück in die Labors der Produkt- und Dienstleistungsentwickler.

Co-Creation-Labs haben das Potenzial bislang kaum beteiligte Akteure in die Entwicklung von Gesundheitsinnovationen einzubeziehen und dabei von deren Wissen und Erfahrungen zu profitieren. Dazu gehören niedergelassene Ärztinnen und Ärzte, Vertreterinnen und Vertreter nicht-ärztlicher Gesundheitsberufe, Patientinnen und Patienten sowie allgemein alle Bürgerinnen und Bürger. Neben Produktinnovationen würden aufgrund der förderlichen Rahmenbedingungen auch zunehmend Dienstleistungs- und Geschäftsmodellinnovationen entwickelt. Innovationsgrad und Disruptionspotenzial der Innovationen wären aufgrund der Kreativität und Heterogenität der beteiligten Akteure viel höher. Baden-Württemberg würde so zum Vorreiter im Bereich der Co-Creation für Gesundheitsinnovationen.

<sup>50</sup> Bratan, T.; Wydra, S. (2013): Technischer Fortschritt im Gesundheitswesen: Quelle für Kostensteigerungen oder Chance für Kostensenkungen?



#### VISION

Baden-Württemberg gelingt es seine Innovationskraft in Bezug auf Gesundheitsinnovationen erheblich zu steigern, weil alle relevanten Akteure aus Industrie, Versorgung, Selbsthilfe, Kostenträgern, Forschung, Gesellschaft und Politik partnerschaftlich zusammenarbeiten.

#### MASSNAHMEN

- Medizintechnik-, Medizin- und Biotechnologie-Forschung im Land auf hohem Niveau halten
- Auf KMU ausgerichtete Förderprogramme in Medizin, Biotechnologie und Biologie etablieren, die die Schnittmengen zwischen den Disziplinen vergrößern und damit die Innovationswahrscheinlichkeit in ihren Grenzgebieten erhöhen

### BIOINTELLIGENTE SYSTEME

#### BESTANDSAUFNAHME

Ein vielversprechendes Innovationsfeld für Baden-Württemberg ist, neben der digitalen, die biologische Transformation der Industrie. Durch die systematische Anwendung des Wissens über natürliche Prozesse und Organismen in Kombination mit intelligenter Informationstechnik entstehen im Zuge dieser Entwicklung bahnbrechende Innovationen, sogenannte biointelligente Systeme. Von einem wesentlichen Beitrag zur Optimierung der Wertschöpfung in allen Branchen hinsichtlich einer nachhaltigen Wirtschaftsweise und Stärkung des Wirtschaftsstandorts Deutschlands bzw. Baden-Württemberg durch die biologische Transformation ist auszugehen.<sup>51</sup>

Die Gesundheitsindustrie ist bereits heute eine Branche, die sich durch diesen Trend stark verändert hat. Biologische Verfahren verdrängen

- Bestehende exzellente Cluster im Land bei der Translation ihrer Ergebnisse unterstützen, z.B. durch Co-Creation-Labs oder Industry-on-Campus-Modelle
- Co-Creation-Labs von Unternehmen, Versorgungs- und Forschungseinrichtungen schaffen, mit der Aufgabe, Produkt- oder Dienstleistungsideen zu konkretisieren, zu validieren oder zu evaluieren
- Landesweite Geschäftsstelle für Co-Creation-Labs einrichten, welche die Bedarfe und Kompetenzen bündelt, Akteure vernetzt sowie Weiterbildungsveranstaltungen und Ideenworkshops anbietet

seit Jahren chemische Prozesse in der Pharmaindustrie. Obgleich derzeit eine Vielzahl der Medikamente biologisch hergestellt wird, sind die Herstellungsprozesse jedoch meist unflexibel und auf Massenproduktion ausgelegt. Produziert wird nur, wenn es auch wirtschaftlich sinnvoll, d.h. die Behandlung einer hohen Anzahl gleichartiger Fälle möglich ist. Pharmazeutika sind daher nicht auf einen individualisierten Einsatz ausgelegt, es erfolgt in den meisten Fällen eine einheitliche Dosierung und Anwendung, die sich für möglichst viele der Patienten eignet.

Disruptive Gesundheitsinnovationen lassen sich in diesem Kontext durch eine dezentrale Erzeugung von personalisierten medizintechnischen Produkten erreichen. Beispielsweise wird großes Potenzial in einer additiven Fertigung von organischen,

<sup>51</sup> Bioökonomierat (2018): Thesen zur Gestaltung der Bioökonomie-Politik



biobasierten Materialien oder 3D-Bioprinting von Zellgewebe für Implantate gesehen. Auch die Individualisierung von Pharmazeutika und intelligente Diagnostik-Verfahren bergen große Innovationspotenziale, die von baden-württembergischen Unternehmen vorangetrieben werden könnten. Wichtige Grundlage ist hierfür der Zugriff und die verbesserte Erhebung von menschlichen Bio- und Gesundheitsdaten. Mit einer guten Datenbasis kann personalisierte Medizin und intelligente Diagnostik unter Anwendung von lernenden Algorithmen (Machine Learning-Verfahren) revolutioniert werden. Die Flexibilität und Vielfalt der Arzneimittel kann nur durch eine günstige und individualisierte Entwicklung und Produktion erreicht werden, wozu Genome Editing-Technologien beitragen können. Hier ist zu erwarten, dass die Akzeptanz gegenüber diesen umstrittenen Technologien im Gesundheitsbereich früher erreicht werden kann als bei Konsumprodukten.

Auch werden die beiden Bedarfsfelder Gesundheit und Ernährung im Zuge der biologischen Transformation stärker zusammenwachsen. Sowohl medizinische Produkte als auch Nahrungsmittel können beispielsweise mittels agilen und adaptiven Bioreaktoren dezentral und biotechnologisch aus regionalen Ressourcen hergestellt werden. Individuell angepasste Dosierungen bzw. Produktionsmengen und Zusammensetzungen sind Vorteile solcher sogenannter Smart Biomanufacturing Devices, die hohes disruptives Innovationspotenzial besitzen. Neben der Krankheitsvorbeugung durch individuell optimierte Ernährung kann hierdurch auch die integrierte Aufnahme von Medikamenten ermöglicht werden.

#### VISION

Baden-Württemberg wird zum Vorreiter einer biointelligenten Wertschöpfung. Die Biologie findet umfassenden Einzug in die Wertschöpfung. Mit Hilfe von sog. Smart Biomanufacturing Devices (intelligenten, dezentralen Bioproduktionszellen) vollzieht sich der Wandel hin zu einer personalisierten Gesundheitsversorgung und einer dezentralen Herstellung von Arznei- und Nahrungsmitteln.

#### MASSNAHMEN

- Entwicklung einer Strategie und einer Roadmap „Biointelligenz Baden-Württemberg“
- Ausweitung der Forschungsmittel und Bereitstellung von Risikokapital für die Entwicklung und Verarbeitung biointelligenter Materialien, Biologie-Technik-Schnittstellen, biohybrider und/oder bioinspirierter Produktionstechnik und -organisation, bioinspirierter und/oder biobasierter Datenverarbeitung sowie innovativer Geschäftsmodelle und Technikfolgenabschätzung
- Aufbau eines Fortschrittszentrums „Biointelligenz in der Medizin“
- Anregung eines gesellschaftlichen Dialogs zur Erörterung des Für und Widers biointelligenter Systeme und ihrer Befähigertechnologien (u.a. künstliche Intelligenz und Genome Editing)



## Innovationsökosystem zukunftsfähig ausgestalten

Im Zuge der Globalisierung von Wirtschaft und Wissenschaft wird der Innovationswettbewerb immer härter. In diesem Wettbewerb kann Baden-Württemberg nur bestehen, wenn es die Rahmenbedingungen für Innovation und Technologietransfer permanent weiterentwickelt. Neben neuen Formen und Formaten der Wissensgenerierung kommt es dabei auf die schnelle Übertragung von Forschungsergebnissen in die wirtschaftliche Wertschöpfung an. Darüber hinaus gilt es, weltweit erzeugtes Wissen zu akquirieren und in die eigene Wertschöpfung einzubinden. Forschungs- und Innovationsprozesse lassen sich nur durch eine intensive Zusammenarbeit aller daran beteiligten Partner beschleunigen. Vor allem kleine und mittelständische Unternehmen neigen jedoch dazu, in ihren eingespielten Wertschöpfungs- und Innovationsnetzwerken zu verharren.<sup>52</sup> Die Kooperationsbereitschaft und -fähigkeit aller Akteure des Innovationssystems auszubauen, ist deshalb ein Gebot der Stunde.

### INNOVATIONSSTRUKTUREN

#### BESTANDSAUFNAHME

Je „reifer“ Innovationssysteme sind, desto vielfältiger, heterogener und pluraler werden ihre Innovationsprozesse.<sup>53</sup> Auch nimmt derzeit die Immaterialität von Innovationen schnell zu. Beides führt zu einer beträchtlichen Ausdifferenzierung der Akteure und damit zu einer immer stärkeren Arbeitsteilung im Innovationsprozess. Das lässt sich auch in Baden-Württemberg beobachten.<sup>54</sup> Hierzu gehört beispielsweise eine wachsende Bedeutung der Nachfrager und Anwender von Innovationen und damit eine Aufwertung von Stakeholdern (einschließlich gesellschaftlicher Akteure) als Gestalter von Innovationen. Die Innovationspolitik adressiert dementsprechend sektorale Schwerpunkte und bezieht gesellschaftliche Herausforderungen in die Entwicklung ihrer Entscheidungen und Maßnahmen ein. Das Hinzukommen „neuer“ Akteure auf unterschiedlichen Ebenen führt zu heterogenen Partnerschaften im Innovationsprozess („Pluralität“) und beflügelt die Entstehung

neuer Innovationsformen (z. B. Open Innovation, Geschäftsfelds-Innovationen, User Innovations, soziale Innovationen).

Baden-Württemberg zeichnete sich bereits in der Vergangenheit durch ein vergleichsweise dichtes Netzwerk von Akteuren und Institutionen auf der Angebotsseite des Innovationssystems aus. Dazu gehörten im Wesentlichen die Kernbranchen der baden-württembergischen Wirtschaft (Maschinenbau, Automobilbau, Elektrotechnik) mit ihren fokalen Akteuren (z.B. Intermediäre wie Kammern, Verbände, Gewerkschaften, Berufsschulen, Sparkassen und Volksbanken sowie weiterhin spezialisierte Forschungsinstitute der Universitäten/Hochschulen bzw. außeruniversitären Forschung). Überdies spielt die Forschungs-, Innovations- und Standortpolitik des Landes eine zentrale Rolle bei der Finanzierung öffentlicher Forschungs- und Innovationsaktivitäten.

52 Frietsch, R. et al. (2016): Elektroindustrie als Leitbranche der Digitalisierung – Innovationschancen und Innovationshemmnisse für die Elektroindustrie; Wischmann, S.; Wängler, L.; Bothof, A. (2015): Industrie 4.0. Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0; Rammer, C. et al. (2018): Innovationen in der deutschen Wirtschaft - Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2017.

53 Kroll, H. et al. (2016): A conceptual analysis of foundations, trends and relevant potentials in the field of frugal innovation (for Europe). Interim report to the European Commission, in: European Commission, DG Research and Innovation; Müller, E. et al. (2017): Smart specialisation strategies and cross-border integration of regional innovation systems: Policy dynamics and challenges for the Upper Rhine, in: Environment and Planning C: Politics and Space, Vol. 35 Issue 4, S. 684-702.

54 Stuhlecker, T.; Zenker, A. (2017): Das baden-württembergische Innovationssystem im Wandel: Akteure vor neuen Herausforderungen, in: Standort Vol. 41, Issue 3, S. 180-185.



Neuere Entwicklungen sind in den vergangenen Jahren sowohl auf der Ebene einzelner Akteure als auch übergreifend auf der Ebene der Integration in Netzwerke, Cluster und Kompetenznetze zu beobachten. Darüber hinaus sind die Rahmenbedingungen der Innovation vielfältig verändert. So wurden neuartige Fördermaßnahmen ergriffen (z. B. „Industry-on-Campus“, „Forschungscampus - öffentlich-private Partnerschaft für Innovation“) und Politikprozesse verstärkt im Rahmen von Dialogformaten mit Bürgerinnen- und Bürgern und partizipativen Prozessen organisiert (z. B. Regio-WIN in Baden-Württemberg).

Das Engagement der Wirtschaft – des wesentlichen Innovationstreibers in Baden-Württemberg – an der Schnittstelle zur öffentlichen Forschung hat sich in den vergangenen Jahren nochmals intensiviert, sowohl was den Umfang der von ihr finanzierten Forschung an Universitäten als auch die Pilotierung neuer strategischer Forschungs-kooperationsmodelle angeht (z. B. „Industry-on-Campus“, Forschungscampus „Arena2036“, zahlreiche Cluster mit Beteiligung der Industrie). Der technologische Wandel findet eher innerhalb bzw. im Kontext der einzelnen Branchen statt, ein Aufblühen neuer Wirtschaftszweige außerhalb der Kernbranchen – etwa durch schnell wachsende Neugründungen – ist nicht zu beobachten.

In keinem Bundesland ist das Durchschnittsalter der Fraunhofer-Institute so hoch wie in Baden-Württemberg. Die letzte Institutsneugründung liegt über 25 Jahre zurück. Bei der Innovationsallianz Baden-Württemberg ist die Situation ähnlich. Die jüngsten Institute IMS, ILM, FZI und NMI wurden zwischen 1983 und 1986 gegründet. Das FAW als erstes eigenständiges Institut für künstliche Intelligenz wurde 2004 geschlossen,

nachdem sich das Land im Jahr 2000 aus der Stiftung zurückgezogen hatte. Hier gehen andere Bundesländer mit Neugründungen von Fraunhofer- oder Helmholtz-Instituten mutiger voran. Die Schaffung leistungsfähiger Forschungs- und Entwicklungsstrukturen zu Themen wie autonomes Fahren, künstliche Intelligenz/maschinelles Lernen/kognitive Systeme, Dienstleistungstechnologien, Gentechnologie und personalisierte Medizin sowie synthetische Biologie sind erfolgskritisch, um als attraktiver Standort für industrielle Forschungs- und Entwicklung wahrgenommen zu werden.

Die bisherigen Innovationsstrukturen und Transfermechanismen reichen nicht aus, um die Innovationskraft Baden-Württembergs zu erhalten und seiner nachlassenden Innovationsdynamik zu begegnen. Der Zugang zu weltweit verfügbarem Wissen und internetbasierte Distributionskanäle erschaffen neue Innovationsformen und ermöglichen es einem breiten Kreis von Akteuren und Akteursgruppen neue innovative Angebote auf dem Markt zu platzieren. Damit sind z.T. deutliche (radikale) Marktveränderungen verbunden, die die Wettbewerbspositionen etablierter Anbieter in Handwerk, Industrie und Dienstleistung innerhalb kurzer Zeit positiv wie negativ verändern können.

Daraus ergibt sich ein neues Verständnis des Innovationssystems, wonach sowohl Innovationen von oben durch etablierte Marktteilnehmer (oftmals große Unternehmen) als auch von unten durch neue Akteure und Akteursgruppen das Innovationsgeschehen bestimmen.<sup>55</sup> Spezialisierte Communities, Nutzergruppen und Crowds entwickeln gemeinsam neue Ideen und Angebote über kollaborative und offene Innovationsformen, die zunächst in Nischen getestet, angepasst und

55 Wänke, P et al (2016): Opening up the innovation system framework towards new actors and institutions, in: Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis Nr. 49.



weiterentwickelt werden und bei Erfolg oftmals in kurzer Zeit auf eine große Nachfrage treffen.

Für Baden-Württemberg wird es darauf ankommen, einen möglichst großen Kreis solcher Innovationsakteure zu mobilisieren. Partizipationsbarrieren für potenzielle Gründerinnen und Gründer sowie kreative Gemeinschaften und Nutzergruppen müssen abgebaut und neue Innovationsformen neben den FuE-basierten Innovationsaktivitäten erschlossen und gefördert werden. Dem Handwerk und dem unternehmerischen Mittelstand muss vermittelt werden, dass Innovation eine Aufgabe ist, der sie sich nicht verschließen dürfen, wenn sie wettbewerbsfähig bleiben wollen. Neben der klassischen Organisationsstruktur von industrieller Forschung, Hochschulforschung und der Forschung in außeruniversitären Einrichtungen bedarf es zusätzlich flexibler Organisationsformen, die aktuelle marktrelevante Themen kurzfristig aufgreifen, bearbeiten und einer Verwertung zuführen. Dies kann in Form von gemischten globalen Forschungsteams aus verschiedenen Organisationen unter baden-württembergischer Federführung, in Forschungs- und Innovationscampi oder auch in Clustern mit speziellen zukunftsorientierten Schwerpunkten erfolgen.

#### VISION

Baden-Württemberg verfügt über ein flexibles und ganzheitliches System des organisierten Technologie- und Wissenstransfers, welches traditionelle wie neue Innovationsakteure mobilisiert. Es ist lösungs- und anwendungsorientiert ausgestaltet. Es hat keine hohen strukturellen und finanziellen Partizipationsbarrieren. Dieses System wird mittels angebots- und nachfrageseitiger Anreize in verschiedenen stationären Organisationsformen und auf digitalen Plattformen realisiert.

#### MASSNAHMEN

- Öffentliche Investitionen in Forschung und Entwicklung erhöhen
- Transferprozesse auf gemeinsames kreatives Forschen ausrichten und durch die Adaption extern erzeugten Wissens ergänzen
- Partizipationsbarrieren durch aktive Ansprache bislang inaktiver Unternehmen abbauen
- Einzelbetriebliche Innovationsförderung für KMU stärken
- Fortschrittszentren zur Mitgestaltung des technologischen Fortschritts aufbauen
- Lern- und Experimentierräume schaffen
- Eine Open Innovation-Kultur im Technologietransfer durch Kreativlabore und Maker Spaces stärken
- Digitalisierung und Virtualisierung von Transferformaten und Aufbau einer Online-Academie für den Technologietransfer.





## GLOBALE WISSENSNETZE UND GLOBALE MÄRKTE

### BESTANDSAUFNAHME

Innovationen entstehen immer noch, aber zunehmend weniger, durch vorlaufende Forschung und Entwicklung. Manche Unternehmen, vor allem KMU, innovieren auch ohne formale FuE. Dies trifft ebenfalls auf Nutzergruppen, spezielle Communities und Crowds zu. Beispiele sind Dienstleistungen wie Uber oder Airbnb, die zunächst eine Anwendungssoftware darstellen, hinter der aber ein umfangreiches Dienstleistungsangebot steht. Begriffe wie „open innovation“, „user-based innovation“, „peer-based innovation“ oder auch die etwas umfassendere Bezeichnung „soziale Innovation“ charakterisieren diesen Trend.

Obwohl mit diesen Innovationsformen z.T. deutliche (radikale) Marktveränderungen verbunden sind, sind die frühen Anzeichen für disruptive Veränderungen außerhalb bestimmter Communities nicht sichtbar und oftmals weder in der Wirtschaft, noch in der Politik bekannt.

Für Unternehmen wird es deshalb immer wichtiger „Entstehungsinseln“ neuen Wissens zu erkennen und sich mit diesen zu vernetzen, um das dort entstehende Wissen für die eigenen Innovationsprozesse nutzbar zu machen.

Viele auf Innovationen gerichtete Prozesse sind lokal basiert (prägnantestes Beispiel ist das Silicon Valley), haben jedoch globale Auswirkungen. Dieses Spannungsfeld zwischen Lokalität und Globalität gilt es für Unternehmen zu beachten und zu nutzen. In Baden-Württemberg gibt es flexible Kooperationsformen zwischen wissensgenerierenden Einrichtungen und Unternehmen, die schon seit einigen Jahren erfolgreich erprobt werden. Zu nennen sind Industry-on-Campus oder Forschungscampus-Modelle. Auch Cluster

stellen eine solche Kooperationsform dar, die die Innovationkraft von Unternehmen (insbesondere KMU) stärken kann.<sup>56</sup> Neue Entwicklungen gehen in Richtung der flexiblen Zusammenstellung von organisational gemischten globalen Forschungsteams, die für eine begrenzte Zeit zusammenarbeiten. Dabei werden diese Teams durch eine führende Person im Themenfeld geleitet, wodurch eine starke Anbindung entweder an die Grundlagenforschung oder an die Begründer neuer Themen bzw. wissenschaftlicher Entwicklungen gewährleistet wird.

„Globale Innovationen“ müssen aber auch aus einer zweiten Perspektive betrachtet werden. Während in der wissenschaftlich-empirischen Literatur meist die Seite des Wissensinputs und einer internationalen Zusammenarbeit in Wissensnetzen betont wird, bezieht er sich in der unternehmerischen Praxis auch explizit auf das „Ausrollen“ von Innovationen auf globalen Märkten.

Denn immer kürzere Technologie- und Produktlebenszyklen verringern den Zeitraum für das Einspielen von Gewinnen mit neuen Produkten, was den Kostendruck auf Forschungs- und Innovationsprozesse erhöht. Immer mehr Unternehmen versuchen deshalb, ihre Produkte und Dienstleistungen gleich von Anfang an global zu erforschen und zu entwickeln. Immer häufiger kommt es deshalb zu globalen Vermarktungen ohne ausgeprägte Anpassungen an die jeweiligen Märkte.

Auffällig ist auch die Konzentration von Forschung und Entwicklung auf immer weniger, meist global oder doch stark international agierende Unternehmen.<sup>57</sup> Denn nur diesen ist es meist möglich, durch die Vermarktung in mehreren und

<sup>56</sup> Koch, T. et al. (2018): Regionale Innovationssysteme in Baden-Württemberg – Bestandsaufnahme und Schlussfolgerungen.  
<sup>57</sup> Rammer, C. et al. (2018): Innovationen in der deutschen Wirtschaft - Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2017.



größeren Ländern einen angemessenen „Return on Investment“ zu realisieren, der einerseits die getätigten FuE-Investitionen rechtfertigt und andererseits Mittel für zukünftige FuE-Investitionen bereitstellt.

#### VISION

Baden-Württemberg ist in der Lage, frühe Zeichen relevanter Marktdisruptionen weltweit rechtzeitig zu erkennen und aufbauend auf lokalen Stärken in eigene Innovation zu übersetzen. Baden-württembergische Akteure nutzen die Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern in Wissens- und Wertschöpfungsnetzwerken, um global wettbewerbsfähig zu bleiben. So partizipieren auch solche Unternehmen im Land an Innovationsprozessen, die formal keine FuE betreiben und nicht direkt auf globalen Märkten aktiv sind. Baden-württembergische Unternehmen bedienen globale Märkte. Sie sind dort Technologie- und Kompetenzführer und teilweise auch Leitanbieter. In ihrer Innovationsgeschwindigkeit sind sie weltweit führend. Sie setzen Maßstäbe in Sachen Qualität, Flexibilität und Kundenorientierung.

#### Maßnahmen

- Eine ggf. länderspezifische Internationalisierungsstrategie für Wissenschaft und Wirtschaft entwickeln; die Unterstützung bei der Markterschließung und Exportunterstützung weiterführen und ggf. ausbauen
- Standorte baden-württembergischer Hochschulen und Forschungseinrichtungen im Ausland themenspezifisch und zielgerichtet aufbauen (z.B. so genannte „International University Research Ventures“)
- In Baden-Württemberg ansässige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verstärkt an renommierte ausländische Forschungseinrichtungen anbinden (z.B. Programme für die Betreuung von Doktorandinnen und Doktoranden an beiden Standorten, Gemeinschaftspublikationen beider Standorte)
- Repräsentanzen und Demo-Zentren im Ausland nutzen
- Internationale FuE-Kooperationen von z.B. „2+2“, „Travelling Conferences“, „Matchmaking“, Networking bis hin zur Ansiedlung ausländischer Eliteuniversitäten unterstützen



## DIE ÖFFENTLICHE FORSCHUNGSLANDSCHAFT ALS STANDORTFAKTOR

### BESTANDSAUFNAHME

Wissen hat sich in den vergangenen Jahrzehnten explosionsartig vermehrt und immer stärker spezialisiert. Auch hat es eine immer kürzere Halbwertszeit, bevor es durch neue Erkenntnisse korrigiert, vertieft oder erweitert wird. Gleichzeitig ist es – vor allem dank der digitalen Vernetzung – prinzipiell von fast jedem Ort der Welt aus zugänglich. Das hat zwei wesentliche Implikationen: Einerseits muss man zur Ergänzung und Erweiterung des eigenen Wissens und der Nutzung von Wissen in Innovationsprozessen ein mittlerweile globales Netzwerk pflegen<sup>59</sup> und wissen, wo man am besten das Wissen finden kann, das man sucht und braucht. Andererseits hat Wissen viel von seiner früheren Exklusivität verloren. So kann prinzipiell jedes Land der Erde heute qualifiziertes Wissen abrufen und für eigene Innovationsprozesse nutzen.

Eine gute Wissensbasis alleine ist für eine Standortsicherung somit nicht mehr hinreichend. Vielmehr braucht es – wie in den vorstehenden Abschnitten dieses Kapitels 6 beschrieben – eine solide Wissensinfrastruktur, die eingebettet ist in ein gut funktionierendes Innovationssystem inklusive Transfermechanismen und Umsetzungsstrukturen. Die Etablierung eines Innovations-Ökosystems, bei dem Wissen eine wichtige, aber nicht die einzige Komponente ist, wird zukünftig über die Standortattraktivität und die Wertschöpfung in Baden-Württemberg entscheiden.

Nationale wie internationale Zusammenarbeit und der Austausch von Wissen über Institutionen-, Länder- und bisweilen auch Systemgrenzen hinweg sind essentiell, um Wissenschaft auf hohem Niveau betreiben zu können. Drei Punkte sind dabei besonders wichtig:

- Systemgrenzen lösen sich auf: Themenbereiche verschmelzen miteinander. Diese Entwicklung wird sich voraussichtlich weiter intensivieren. Beispiele sind die Verschmelzung von IKT und Produktion zu Industrie 4.0/Smart Manufacturing und die Verschmelzung von Mobilitätssystemen und Energieversorgung mit der Stadtentwicklung.
- Höhere Geschwindigkeit: Entwicklungszyklen werden kürzer, Forschungsthemen erlangen schneller als bisher weltweite Aufmerksamkeit und gelangen durch die steigende Nachfrage nach Technologien u.a. in China oder auch durch die Ausgliederung in Startups schneller als in der klassischen Forschungskette in den Markt.
- Neue Themen: Diese entstehen an den Schnittstellen von Disziplinen mit einer erhöhten Frequenz und bedingen eine erhöhte Planungs- und Reaktionsgeschwindigkeit der Forschungslandschaft.

Das deutsche Innovationssystem ist sehr effizient und effektiv. Baden-Württemberg steht hier innerhalb der Bundesrepublik an der Spitze. Es ist für viele Länder und andere Regionen in dieser Hinsicht ein Vorbild, an dem sie sich orientieren. Allerdings besteht auch für ein bereits gut funktionierendes Innovationssystem wie das in Baden-Württemberg die Chance, Effizienz und Geschwindigkeit in der Umsetzung weiter zu erhöhen, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten.

Insbesondere die finanzielle Ausstattung der Hochschulen und Forschungseinrichtungen stehen derzeit in einem schlecht proportionierten Verhältnis zur gesamten Innovationsleistung Baden-Württembergs, an der industrielle FuE-

<sup>59</sup> ebd.



Investitionen einen Anteil von rund 80% haben. Die Landesregierung wäre daher gut beraten, die öffentliche Forschung auszubauen, um auch in Zukunft eine der innovativsten Regionen der Welt zu repräsentieren. Die Erweiterung der institutionellen Förderung der Hochschulen ist ein wesentlicher Aspekt hierbei.<sup>59</sup>

Insbesondere solche Maßnahmen, die KMU in ihren Forschungs- und Innovationsaktivitäten fördern, versprechen deutliche Effekte. Intermediäre, die die Prozesse initiieren, begleiten und flexibel umsetzen, werden hierbei von besonderer Bedeutung sein.

#### VISION

Die international besten Köpfe kommen nach Baden-Württemberg und bleiben dort, um weltweite Spitzenforschung zu betreiben. Die Teilbereiche des Innovationssystems in Baden-Württemberg sind gut aufeinander abgestimmt. Die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft funktioniert reibungslos. Die Herausforderungen und Fragestellungen der Wirtschaft werden gemeinsam mit der öffentlichen Forschung frühzeitig adressiert. Umgekehrt ist die Wirtschaft in der Lage, die Erkenntnisse aus der Wissenschaft zeitnah und ergebnisorientiert umzusetzen. Die Wissenschafts- und Forschungsinfrastruktur im Land ist ein entscheidender Standortfaktor für die Ansiedlung und den Verbleib von wissens- und forschungsintensiven Unternehmen in Baden-Württemberg.

#### MASSNAHMEN

- Zusammenarbeit von öffentlicher Forschung mit Industrie / KMU intensivieren: Bestehende Instrumente (bspw. Innovationsgutscheine) weiterentwickeln und neue Instrumente des Transfers von Forschungsergebnissen in KMU schaffen
- Neue Geschäftsmodelle für die Zusammenarbeit und für die Verwertung etablieren; Modelle der gemeinsamen Forschung wie z.B. Forschungscampus oder entsprechende Aspekte des bundesweiten Spitzencluster-Wettbewerbs ausbauen
- Virtuelle Transferformate und Aufbau einer Online-Akademie für den Technologietransfer schaffen
- Mehr Transparenz im Transfersystem herstellen, z.B. durch die Etablierung von Open Innovation im Technologietransfer (Einsatz von Brokerinnen und Brokern/Beraterinnen und Beratern, Open Access und Open Data in öffentlichen Projekten, Stärkung der Rolle der Verwertungsagenturen [TTOs] im Land)
- Einzelbetriebliche Förderung von KMU zur weiteren Verbesserung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen ausbauen
- Die Forschungskette durch organisationsübergreifende Programme z.B. zwischen Max-Planck- und Fraunhofer-Instituten oder zwischen Hochschulen und Helmholtz-Zentren, die die Spezialisierung und regionale Stärken nutzen und koordinieren, so integrieren, dass ein zügiger Durchgang von der Grundlagenforschung zur angewandten Forschung erreicht werden kann

<sup>60</sup> Wissenschaft im Dialog (2016): Wissenschaftsbarometer 2016.

<sup>61</sup> European Commission (2013): Options for Strengthening Responsible Research and Innovation, Report of the Expert Group on the State of Art in Europe on Responsible Research and Innovation.



## VERANTWORTLICHE FORSCHUNG UND INNOVATION

### BESTANDSAUFNAHME

Innovationen tragen in erheblichem Maße dazu bei, die Zukunft auszugestalten und weisen damit häufig eine hohe gesellschaftliche Relevanz auf. Folglich ist Forschung und Entwicklung auf Vertrauen angewiesen. In einzelnen kontroversen wissenschaftlich-technologischen Feldern wie der grünen Gentechnologie ist das Vertrauen der Öffentlichkeit in die Wissenschaft jedoch wenig ausgeprägt.<sup>60</sup> Aufgrund einer Vielzahl von Forschungsbereichen mit gravierenden aber häufig ungewissen gesellschaftlichen Implikationen ist eine Neujustierung der Beziehungen von Wissenschaft und Gesellschaft geboten. Es wird anerkannt, dass Inhalte und Ziele von Forschung und Innovation von öffentlichem Interesse sind.

Das internationale Konzept einer verantwortungsvollen Forschung und Innovation („Responsible Research and Innovation“) ist ein vielversprechender Ansatz, diesem Anspruch gerecht zu werden. Durch Verfahren, die die frühzeitige Einbindung aller Stakeholdergruppen sowie die Erschließung zusätzlicher Wissensquellen jenseits traditioneller Expertise umfassen, soll die Ausgestaltung und Steuerung von Forschung und Innovation insgesamt auf eine breitere Entscheidungsgrundlage gestellt werden.<sup>61</sup> Das ist mit Blick auf komplexe Transformationsprozesse von besonderer Bedeutung.

### VISION

Baden-Württemberg bietet ein europaweit anerkanntes Vorbild einer gesellschaftlich tief verankerten Innovationskultur. Der Wesenskern seiner Innovationspolitik in gesellschaftlicher Verantwortung ist die möglichst demokratische, inklusive Verständigung darüber, welche Zukunft durch Innovation befördert werden soll. Sein Innovationssystem ist in der Lage, Bedürfnisse und Bedarfe der Bürgerinnen und Bürger bei der Auswahl und

Entwicklung von Themen und Programmen von vorneherein zu berücksichtigen. Die Freiheit der Forschung als Grundlage jeglicher Innovation wird dadurch nicht eingeschränkt. Die Dialogprozesse sind so angelegt, dass die sich anschließenden politischen Entscheidungen und Umsetzungen nicht beeinträchtigt, sondern tendenziell beschleunigt werden.

### MASSNAHMEN

- Verantwortungsvolle Forschung und Innovation vorantreiben durch frühzeitige Einbindung von Stakeholdergruppen, Nutzerinnen und Nutzern sowie Bürgerinnen und Bürgern; nicht zuletzt um zusätzliche Wissensquellen jenseits traditioneller Expertise zu erschließen
- Aufbau und Weiterentwicklung von Strukturen zur Bereitstellung einer breiten Entscheidungsgrundlage, die politische Entscheidungs- und Umsetzungsprozesse qualitativ unterstützt ohne die Freiheit der Forschung zu beeinträchtigen
- An vorbildliche Dialogangebote und Reallabore im Land anknüpfen, um Studierenden und dem wissenschaftlichen Nachwuchs näher zu bringen, dass die gesellschaftlichen Bedarfe und Wertorientierungen in Forschungsprozessen stärker berücksichtigt werden können; dazu sollten entsprechende Qualifizierungsangebote bereitgestellt werden



# Übergeordnete Handlungsempfehlungen

„Vorfahrt für Innovation“ – so haben wir unsere innovationspolitischen Impulse für Baden-Württemberg überschrieben. Aufbauend auf seinen Stärken entwickelt sich unserer Vision gemäß das Bundesland zu einem weltweit führenden Treiber zukünftiger Industrien und Dienstleistungen und zum Impulsgeber neuer innovativer Geschäftsmodelle. Das einzigartige Innovationssystem Baden-Württembergs mit einer starken Wirtschaft und einer starken Wissenschaft ist weltweit Vorbild und „Attraktor“ für kreative Menschen mit innovativen Ideen. Wissen ist die Grundlage des Wirtschaftens. Baden-Württemberg unterhält ein offenes und dynamisches Innovationssystem, das ebenso externes Wissen integriert wie auch internes Wissen externalisiert.

Dieser Vision liegen zwei strategische Leitmotive zu Grunde:

- Mitgestaltung des technologischen Wandels
- Steigerung der Adaptionsgeschwindigkeit

Die Mitgestaltung des technischen Fortschritts kann nur erreicht werden, wenn neben der Adaption von bestehenden Technologien auch ein substanzieller Beitrag zu technologischen Neuentwicklungen und zur Generierung neuen grundlegenden Wissens erfolgt. Dies erfordert eine Steigerung der Lerngeschwindigkeit, die explizit auch den Einsatz kognitiver Systeme umfasst. Zudem ist eine Steigerung der Adaptionsgeschwindigkeit erforderlich. Dazu gilt es bestehende Strukturen des Innovationssystems, Vorgehensweisen des Innovationsmanagements und der Innovationspolitik zu optimieren, neu auszurichten und teilweise neu zu erfinden.

Aus diesen Leitmotiven und den Ausführungen dieses Impuls-Papiers lassen sich die folgenden übergeordneten Handlungsempfehlungen ableiten:

## ÖFFENTLICHE INVESTITIONEN IN FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG STEIGERN

Die Spitzenposition Baden-Württembergs in der FuE-Intensität in Europa und im Bund ist den überdurchschnittlichen Ausgaben des Wirtschaftssektors zu verdanken, der einen Anteil von rund 80% der FuE-Ausgaben in Baden-Württemberg trägt. Bei den öffentlichen Ausgaben für FuE pro Einwohner (staatliche Forschungseinrichtungen und Hochschulen) liegt das Bundesland dagegen hinter anderen Bundesländern, wie z.B. Sachsen, zurück. Baden-Württemberg verlässt sich zu stark auf eine

flourierende und investitionsfreudige Wirtschaft und agiert für ein Bundesland, das „Spitze“ bleiben will, eher zurückhaltend.

## FORTSCHRITTSZENTREN AUFBAUEN

Fortschrittszentren entstehen aus dem strategischen Zusammenschluss bestehender Forschungseinrichtungen mit der Wirtschaft zur gemeinsamen Bearbeitung wichtiger Zukunftsthemen. Fortschrittszentren gilt es so zu konzipieren, dass Innovationsprozesse von der Grundlagenforschung bis in die Anwendung an einer gemeinsamen Mission ausgerichtet sind. Über ihren beschleunigten und exzellenten Output hinaus entwickeln Fortschrittszentren eine weitreichende internationale Strahlkraft und ziehen darüber exzellentes Fachpersonal an. Mit Initiativen wie bspw. dem „Cyber-Valley“, der „ARENA 2036“ oder den Fraunhofer-Leistungszentren existieren im Land bereits Ansätze solcher Fortschrittszentren.

## WISSENSTRANSFER BESCHLEUNIGEN

Vor dem Hintergrund einer steigenden Dynamik im Innovationsgeschehen wird der Faktor Zeit zu einer erfolgskritischen Größe. Es gilt daher bestehende Transferprozesse und -formate im Hinblick auf die Transfergeschwindigkeit zu optimieren sowie neue Transferformate explizit daraufhin auszurichten. Insbesondere solche Maßnahmen, die die Innovationskraft von KMU und kleineren Großunternehmen fördern, versprechen besonders deutliche Effekte.



#### STANDORTFAKTOREN JEWEILS SCHLÜSSIG BÜNDELN UND ZU EINER UNVERWECHSELBAREN MARKE VERDICHTEN

Die vorhandenen attraktiven Standortfaktoren des Landes müssen zu einem unverwechselbaren Leistungsbündel profiliert und entsprechend vermarktet werden, um die Stärke des baden-württembergischen Innovationssystems in Zeiten eines zunehmend härter werdenden globalen Standortwettbewerbs zu erhalten und auszubauen. Insbesondere kann der Zugang zu interdisziplinärem Fachwissen und die Vernetzung der relevanten Akteure durch digitale Formate erheblich verbessert werden.

#### INDIVIDUELLE INNOVATIONSFÖRDERUNG FÜR KMU HARMONISIEREN

Für die Förderung von Innovationsmaßnahmen bei kleinen und mittelständischen Unternehmen gibt es derzeit drei einschlägige Programme, deren Übergänge in Bezug auf die jeweiligen Unter- und Obergrenzen der Förderung harmonisiert werden sollten. Durch weitere einzelbetriebliche Fördermaßnahmen sollten bestehende Förderlücken geschlossen und ein Beitrag zur Steigerung der Innovationsdynamik bei KMU geleistet werden.

#### INNOVATIONSPROZESSE ÖFFNEN UND STARTUP-POTENZIAL ERSCHLIESSEN

Um die Wahrscheinlichkeit disruptiver Innovationen und Geschäftsmodelle zu erhöhen, sollten etablierte Unternehmen ihre Innovationsprozesse öffnen. Zugleich muss die immense Innovationskraft von Startups erschlossen werden. Weil diese ihre Ideen meist in iterativen Prozessen und nicht linear entwickeln sowie auch flexiblere Strukturen haben, verfügen sie über größere Innovationsspielräume. Von zentraler Bedeutung für eine optimistische Startup-Kultur, ist es, jungen Unternehmerinnen und Unternehmern Mut zu machen und ein mögliches „Scheitern“ nicht vorschnell negativ zu bewerten.

#### FÜR DEN DIGITALEN WANDEL AUS- UND WEITERBILDEN

Wer den technologischen Fortschritt gestalten will, braucht Menschen, die gut ausgebildet sind. Die für

den digitalen Wandel erforderlichen Qualifikationen und Kompetenzen dürfen in keiner Altersgruppe fehlen. Deshalb müssen in allen Schulformen, in der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowie auch an den Universitäten Lerninhalte und -formate der digitalen Bildung so schnell wie möglich konzipiert und durchgängig vermittelt werden. Eine ausreichende Anzahl hoch qualifizierter Lehrkräfte ist dafür notwendig.

#### STAKEHOLDERBETEILIGUNG ETABLIEREN UND ERWEITERN

Forschung und Innovation stehen in einer gesellschaftlichen Verantwortung. Ein zunehmend komplexes Innovationsgeschehen mit immer kürzeren Innovationszyklen bedarf der öffentlichen Akzeptanz, um erfolgreich zu sein. Partizipative Formate gewinnen deshalb zunehmend an Bedeutung. Sie erlauben es auch, das Wissen und die Erfahrungen von Bürgerinnen und Bürgern für den Innovationsprozess zu erschließen. Geeignete Dialogformate vernetzen die Akteure, generieren neue Ideen und stellen Innovation auf eine breite Basis.

#### LERN- UND ERLEBNISZENTREN FÜR TECHNIK UND INNOVATION EINRICHTEN

Um das Interesse an Naturwissenschaften und Technik stärker zu wecken und zu fördern sowie das Verständnis für die Relevanz von Technik und Innovation zu erhöhen, sollten Lern- und Erlebniszentren eingerichtet werden. Sie unterstützen die Entwicklung einer neuen Innovationskultur im Land.

#### FUNKTION EINES CHIEF INNOVATION OFFICER INSTALLIEREN

Mit der Einrichtung des Amtes eines Chief Innovation Officers, der landesweit und ressortübergreifend die Arbeit an und Umsetzung von Innovationsmaßnahmen koordiniert, würde ein starkes und sichtbares Zeichen gesetzt, dass Innovation in Baden-Württemberg auch institutionell eine zentrale Rolle spielt und „Vorfahrt genießt“.



Baden-Württemberg