



STRUKTUR UND DYNAMIK DES FORSCHUNGS- UND WISSENSCHAFTSSTANDORTS BADEN-WÜRTTEMBERG



SCHRIFTENREIHE DER BADEN-WÜRTTEMBERG STIFTUNG • FORSCHUNG NR. 93

STRUKTUR UND DYNAMIK DES FORSCHUNGS- UND WISSENSCHAFTS- STANDORTS BADEN-WÜRTTEMBERG

INHALT

1	EINLEITUNG	7
2	ERGEBNISSE VON FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG IM INTERNATIONALEN VERGLEICH.....	9
2.1	WISSENSCHAFTLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT	9
2.2	TECHNOLOGISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT	16
2.3	EIGENTUMSSTRUKTUREN VON ERFINDUNGEN	22
2.4	INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT	26
2.4.1	WISSENSCHAFTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN.....	27
2.4.2	PATENTE	29
2.5	WACHSTUMSFELDER IN BADEN-WÜRTTEMBERG	32
2.6	ZUSAMMENFASSUNG.....	36
3	NEUE FELDER UND NEUE THEMEN: WO STEHT BADEN-WÜRTTEMBERG?	39
3.1	WISSENSCHAFT.....	40
3.2	TECHNOLOGIE	41
3.3	KÜNSTLICHE INTELLIGENZ.....	44
3.4	ZUSAMMENFASSUNG.....	48
4	TRANSFER UND KOOPERATION	49
4.1	DRITTMITTELORIENTIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERGISCHER HOCHSCHULEN	49
4.1.1	HINTERGRÜNDE UND FRAGESTELLUNG	49
4.1.2	RELEVANZ VON DRITTMITTELN.....	50
4.1.3	ANTEILE UNTERSCHIEDLICHER DRITTMITTELGEBER IN DEUTSCHLAND	51
4.1.4	ANTEILE UNTERSCHIEDLICHER DRITTMITTELGEBER IN BADEN-WÜRTTEMBERG	52
4.1.5	UMFANG DER DRITTMITTEL IN BADEN-WÜRTTEMBERG	54
4.1.6	DRITTMITTEL AUS DER GEWERBLICHEN WIRTSCHAFT IN BADEN-WÜRTTEMBERG.....	55
4.1.7	MOTIVE UND WIRKUNGEN DER ZUSAMMENARBEIT MIT DER WIRTSCHAFT.....	57
4.2	PATENTANMELDUNGEN DER WISSENSCHAFTLICHEN EINRICHTUNGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG.....	60
4.3	ZUSAMMENFASSUNG.....	65

5	INNOVATIONEN UND STRUKTURWANDEL IN KMU	68
5.1	EINLEITUNG	68
5.2	INNOVATIONSORIENTIERUNG VON KMU.....	69
5.3	TECHNOLOGIESTRATEGIEN VON KMU	71
5.4	TYPEN VON KMU NACH INNOVATIONS- UND TECHNOLOGIESTRATEGIEN	73
5.5	INNOVATIONSFÖRDERUNG IN KMU	75
5.6	STRUKTURWANDEL DURCH GRÜNDUNGEN	77
5.7	ZUSAMMENFASSUNG.....	82
6	DIGITALISIERUNG	83
6.1	EIN GIGABITNETZ FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG – AKTUELLER STAND UND PERSPEKTIVEN DES GLASFASERAUSBAUS.....	83
6.1.1	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	83
6.1.2	WARUM GLASFASER?.....	84
6.1.3	BREITBANDVERSORGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG	84
6.1.4	ANALYSE AUSGEWÄHLTER GLASFASERPROJEKTE.....	86
6.1.5	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	87
6.2	DIGITALISIERUNG UND MODERNISIERUNG DER INDUSTRIEUNTERNEHMEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG.....	88
6.2.1	HINTERGRUND ZUM UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND UND METHODISCHE HERANGEHENSWEISE.....	88
6.2.2	DIGITALISIERUNGSSTRATEGIEN VON INDUSTRIEBETRIEBEN	89
6.2.3	MODERNISIERUNG DER PRODUKTION DURCH ORGANISATIONSKONZEPTE.....	96
6.2.4	DIGITALISIERUNG IN KMU	100
6.2.5	ZUSAMMENFASSUNG.....	103
7	KURZZUSAMMENFASSUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	104
7.1	KURZZUSAMMENFASSUNGEN.....	104
7.2	EMPFEHLUNGEN.....	108
8	ZITIERTER LITERATUR	112
9	SCHRIFTENREIHE DER BADEN-WÜRTTEMBERG STIFTUNG	117

ABBILDUNGEN

ABBILDUNG 1: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER BERICHTSSTRUKTUR	8
ABBILDUNG 2: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN DEN WISSENSCHAFTLICHEN PUBLIKATIONEN 2016-2018 IM INTERNATIONALEN VERGLEICH (LINKS) UND IM ZEITVERLAUF 2005-2018 (RECHTS)	10
ABBILDUNG 3: DURCHSCHNITTLICHE FELDSPEZIFISCHE ZITATRATE DER VERÖFFENTLICHUNGEN DES JAHRES 2016 IM INTERNATIONALEN VERGLEICH (LINKS) UND ENTWICKLUNG DER EXZELLENZRATE 2005-2016 (RECHTS)	12
ABBILDUNG 4: SPEZIALISIERUNGSINDEX DER WISSENSCHAFTLICHEN PUBLIKATIONEN BADEN-WÜRTTEMBERGS UND DEUTSCHLANDS, 2015-2017	14
ABBILDUNG 5: EXZELLENZRATE* NACH FELDERN FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG UND DEUTSCHLAND IM VERGLEICH, 2016	15
ABBILDUNG 6: ANTEILE DER TRANSNATIONALEN* PATENTANMELDUNGEN (ANMELDERPRINZIP, GANZZAHLIG) FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG AN DEUTSCHLAND UND DEUTSCHLAND AN DER WELT (LINKS) SOWIE BADEN-WÜRTTEMBERG AN DER WELT (RECHTS)	17
ABBILDUNG 7: ANTEILE COMPUTER-IMPLEMENTIERTER ERFINDUNGEN* AN ALLEN PATENTANMELDUNGEN, 2000-2016	18
ABBILDUNG 8: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN DEN WELTWEITEN, TRANSNATIONALEN* PATENTANMELDUNGEN IM ZEITRAUM 2015-2017	20
ABBILDUNG 9: SPEZIALISIERUNGSINDEX FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG UND DEUTSCHLAND FÜR TRANSNATIONALE* PATENTANMELDUNGEN IM ZEITRAUM 2015-2017	21
ABBILDUNG 10: SHIA UND SHAI BADEN-WÜRTTEMBERGS UND DEUTSCHLANDS.....	24
ABBILDUNG 11: ANTEIL DER BADEN-WÜRTTEMBERGISCHEN FIRMEN MIT GUO* (GLOBALER EIGENTÜMER) IM AUSLAND.....	25
ABBILDUNG 12: ANTEILE DER AUSLÄNDISCHEN GUOS NACH LAND DES MUTTERKONZERNS, BADEN-WÜRTTEMBERG (LINKS) UND DEUTSCHLAND (RECHTS).....	26
ABBILDUNG 13: ANTEILE INTERNATIONALER KO-PUBLIKATIONEN AN ALLEN PUBLIKATIONEN FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG, DEUTSCHLAND UND DIE WELT (LINKS) UND WICHTIGSTE PARTNERLÄNDER FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG NACH DEM ANTEIL DER KO-PUBLIKATIONEN, 2016-2018 (RECHTS)	28
ABBILDUNG 14: ANTEILE INTERNATIONALER KO-PUBLIKATIONEN AN ALLEN PUBLIKATIONEN BADEN-WÜRTTEMBERGS NACH DISZIPLINEN, 2016-2018	29
ABBILDUNG 15: ANTEILE INTERNATIONALER KO-PATENTE AN ALLEN PATENTANMELDUNGEN BADEN-WÜRTTEMBERGS UND DEUTSCHLANDS, 2000-2017 (LINKS) UND WICHTIGSTE PARTNERLÄNDER FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG NACH DEM ANTEIL DER KO-PATENTE (RECHTS), 2015-2017	30
ABBILDUNG 16: ANTEILE INTERNATIONALER KO-PATENTE AN ALLEN PATENTANMELDUNGEN NACH TECHNOLOGIEFELDERN, 2015-2017 (PRIORITÄTSJAHR).....	31
ABBILDUNG 17: DYNAMISCHE TECHNOLOGIEFELDER IN BADEN-WÜRTTEMBERG, ANALYSE AUF GRUNDLAGE VON PATENTANMELDUNGEN ...	34
ABBILDUNG 18: DYNAMISCHE WISSENSCHAFTSBEREICHE IN BADEN-WÜRTTEMBERG, ANALYSE AUF GRUNDLAGE WISSENSCHAFTLICHER PUBLIKATIONEN	35

ABBILDUNG 19: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN DEN WELTWEITEN VERÖFFENTLICHUNGEN UND SPEZIALISIERUNGSINDEX BEI AUSGEWÄHLTEN WISSENSCHAFTSFELDERN, 2015-2017.....	40
ABBILDUNG 20: DURCHSCHNITTLICHE ZITARATE (LINKS) UND EXZELLENZRATE (10%) (RECHTS) FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG UND DEUTSCHLAND IM VERGLEICH, PUBLIKATIONSJAHRE 2013-2015	41
ABBILDUNG 21: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN ALLEN TRANSNATIONALEN PATENTANMELDUNGEN UND SPEZIALISIERUNGSINDEX BEI AUSGEWÄHLTEN TECHNOLOGIEFELDERN, PRIORITÄTSJAHRE 2013-2015.....	42
ABBILDUNG 22: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN ALLEN DEUTSCHEN PATENTANMELDUNGEN AM DPMA (LINKS) UND ANTEILE TRANSNATIONALER PATENTE AN DEN DPMA-ANMELDUNGEN (INTERNATIONALISIERUNG) FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG (RECHTS), PRIORITÄTSJAHRE 2013-2015	43
ABBILDUNG 23: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN DEN WELTWEITEN KONFERENZBEITRÄGEN UND SPEZIALISIERUNGSINDEX BEI AUSGEWÄHLTEN WISSENSCHAFTSFELDERN, 2016-2018	46
ABBILDUNG 24: DRITTMITTELQUELLEN DER DEUTSCHEN UNIVERSITÄTEN 2014-2017 (IN %)	51
ABBILDUNG 25: DRITTMITTELQUELLEN DER DEUTSCHEN FACHHOCHSCHULEN/HAW 2014-2017	52
ABBILDUNG 26: DRITTMITTELQUELLEN DER UNIVERSITÄTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2014-2017 (IN %)	53
ABBILDUNG 27: DRITTMITTELQUELLEN DER HOCHSCHULEN FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2014-2017 (IN %)	54
ABBILDUNG 28: TECHNOLOGIEPROFIL DER ANMELDUNGEN DER BADEN-WÜRTTEMBERGISCHEN UNIVERSITÄTEN IM VERGLEICH ZU DEUTSCHLAND INSGESAMT	62
ABBILDUNG 29: ANTEILE DER AKADEMISCHEN PATENTE AUS BADEN-WÜRTTEMBERG AN ALLEN DEUTSCHEN AKADEMISCHEN PATENTEN (LINKS) UND ANTEILE DER UNIVERSITÄTEN UND AUFS AN DEN AKADEMISCHEN PATENTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG.....	63
ABBILDUNG 30: ANTEILE DER PATENTANMELDER BEI AKADEMISCHEN PATENTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG, 2013-2015	64
ABBILDUNG 31: ANTEIL KMU MIT PRODUKT- ODER PROZESSINNOVATIONEN 2006-2017	70
ABBILDUNG 32: PRODUKTINNOVATIONEN, PROZESSINNOVATIONEN UND WETTBEWERBSSTRATEGIEN IN KMU 2016.....	71
ABBILDUNG 33: FUE-TÄTIGKEIT SOWIE NEUERUNG IN ORGANISATION UND MARKETING IN KMU 2016	72
ABBILDUNG 34: INNOVATIONSBEZOGENE AKTIVITÄTEN VON KMU OHNE INTERNE FUE UND OHNE PRODUKT-/PROZESSINNOVATIONEN 2016/74	
ABBILDUNG 35: KMU MIT FINANZIELLER ÖFFENTLICHER INNOVATIONSFÖRDERUNG 2014-2016 NACH INNOVATIONSSTRATEGIE UND TECHNOLOGIESTRATEGIE	76
ABBILDUNG 36: GRÜNDUNGSRATEN 2002-2017 IN INDUSTRIE UND UNTERNEHMENSORIENTIERTEN DIENSTLEISTUNGEN	78
ABBILDUNG 37: ANTEIL FORSCHUNGS- UND WISSENSINTENSIVER SEKTOREN AN GRÜNDUNGEN UND UNTERNEHMENSBESTAND 2002-2017*	79
ABBILDUNG 38: ANTEIL JUNGER UNTERNEHMEN (BIS 5 JAHRE) AN DEN BESCHÄFTIGTEN IN KMU 2007-2017	80
ABBILDUNG 39: GANZHEITLICHES VERSTÄNDNIS DER DIGITAL-VERNETZTEN PRODUKTION	89
ABBILDUNG 40: TECHNOLOGIEEINSATZ IM BEREICH DER SMART FACTORY IM REGIONALEN VERGLEICH.	92
ABBILDUNG 41: SMART FACTORY UND SMART OPERATIONS NACH AUSGEWÄHLTEN BRANCHEN.	93

ABBILDUNG 42: SMART PRODUCTS UND DATA-DRIVEN SERVICES IN AUSGEWÄHLTEN BRANCHEN	95
ABBILDUNG 43: NUTZUNG VON DIGITALEN INFORMATIONEN FÜR NEUE PRODUKTE, DIENSTLEISTUNGEN UND GESCHÄFTSPROZESSE.	96
ABBILDUNG 44: ANTEIL DER BETRIEBE MIT MINDESTENS ZWEI ORGANISATIONSKONZEPTEN NACH BETRIEBSGRÖÙE	98
ABBILDUNG 45: BETRIEBE MIT MINDESTENS ZWEI KONZEPTEN BEIM PRODUKTIONSCONTROLLING BZW. BEI DER PRODUKTIONSORGANISATION NACH PRODUKTKOMPLEXITÄT.....	99
ABBILDUNG 46: BETRIEBE MIT MINDESTENS ZWEI KONZEPTEN BEIM PRODUKTIONSCONTROLLING BZW. BEI DER PRODUKTIONSORGANISATION NACH SERIENGRÖÙE	99
ABBILDUNG 47: DIGITALISIERUNGSANWENDUNGEN IN KMU 2016 UND GEPLANTE INTENSIVIERUNG.....	100
ABBILDUNG 48: SCHWIERIGKEITEN VON KMU BEI DER DIGITALISIERUNGSNUTZUNG 2016	101

TABELLEN

TABELLE 1: DURCHSCHNITTLICHE DRITTMITTEL PRO PROFESSOR/-IN 2017	55
TABELLE 2: DURCHSCHNITTLICHE DRITTMITTEL AUS DER GEWERBLICHEN WIRTSCHAFT PRO PROFESSOR/-IN 2017	56
TABELLE 3: GEFÜHRTE INTERVIEWS	57
TABELLE 4: AKADEMISCHE* PATENTE DER BADEN-WÜRTTEMBERGISCHEN UNIVERSITÄTEN, 2013-2015.....	65
TABELLE 5: TECHNOLOGIE- UND INNOVATIONSSTRATEGIEN VON KMU 2016 IN BADEN-WÜRTTEMBERG IN PROZENT	73
TABELLE 6: KMU MIT WELTMARKTFÜHRERSCHAFT 2016	75
TABELLE 7: FTTH/B-VERFÜGBARKEIT IN DEN BUNDESLÄNDERN.....	85
TABELLE 8: ZWANZIG GIGABIT-HOTSPOTS IN BADEN-WÜRTTEMBERG	86
TABELLE 9: AUSGEWÄHLTE PROJEKTE ZUR GENAUEREN ANALYSE.....	87
TABELLE 10: DIGITALE TECHNOLOGIEN AUS ANWENDERSICHT.....	91
TABELLE 11: DIGITALE TECHNOLOGIEN AUS ANBIETERSICHT	91
TABELLE 12: DIGITALISIERUNGSSTRATEGIEN IN KMU 2015.....	102

1 EINLEITUNG

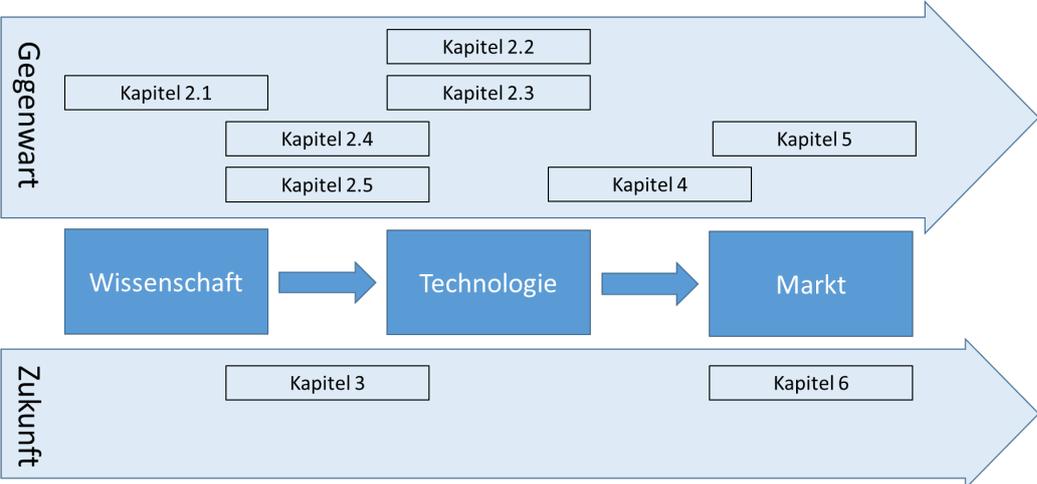
Die Baden-Württemberg-Stiftung gehört mit Ihren drei operativen Schwerpunkten Forschung, Bildung sowie Gesellschaft und Kultur zu den größten Stiftungen in Deutschland. Für ihre Programme und Projekte können jährlich ca. 30-40 Mio. Euro in Baden-Württemberg investiert werden. Davon geht etwa ein Drittel in Programme der Forschungsförderung. Damit stehen der Baden-Württemberg- Stiftung Mittel zur Verfügung, mit denen sie ein breites Spektrum an Themen abzudecken vermag.

Das Ziel der Stiftung im Bereich Wissenschaft und Forschung ist es insbesondere, die Stärken im Land zu stärken und dabei gezielt Akzente zu setzen. Vor diesem Hintergrund hat die Stiftung bereits in der Vergangenheit Studien in Auftrag gegeben, die die Stärken des Forschungsstandorts Baden-Württemberg analysieren und die Entwicklungen bei neuen und gerade für die Stiftung inhaltlich besonders relevanten Themen betrachten. Durch eine Analyse bibliometrischer Daten wie auch von Patentdaten, wie sie auch in der vorliegenden Studie vorgenommen wird, können für die Zukunft bedeutsame Themen und Schwerpunkte identifiziert werden.

Für eine weitreichende Analyse ist es nicht hinreichend, einzelne Aspekte und die Entwicklungen in Baden-Württemberg alleine zu betrachten. Vielmehr ist es hierzu notwendig einen nationalen und internationalen Vergleich zu unternehmen, um die Position des baden-württembergischen Forschungs- und Innovationssystems bewerten zu können. Es geht zwar auch um die absolute Position, aber eben nicht alleine darum, sondern gerade um die relative Einschätzung im Vergleich zu wesentlichen Mitbewerbern oder auch Partnern.

Der vorliegende Bericht gibt im folgenden Kapitel 2 einen Überblick über die wissenschaftliche und technologische Leistungsfähigkeit Baden-Württembergs im nationalen und internationalen Vergleich. Es werden die Entwicklungen der zurückliegenden Jahre in Relation zu ausgewählten Wettbewerbsländern und zur Entwicklung in Deutschland insgesamt analysiert. Kapitel 3 bietet auf Basis von aktuellen Patent- und Publikationsdaten eine Darstellung der Wettbewerbsfähigkeit und der Ausgangsposition bei wissenschaftlich-technologischen Themen, die aus heutiger Sicht in der Zukunft besonders relevanten für das Land Baden-Württemberg sein könnten. Kapitel 4 enthält eine strukturelle Bestandsaufnahme der Hochschullandschaft in Deutschland und Baden-Württemberg anhand der Drittmittel- und der Patentstatistik und adressiert dabei Fragen von Forschungsk Kooperationen und Transfer aus der Wissenschaft in die Wirtschaft. Im 5. Kapitel wiederum wird mit einem besonderen Blick auf KMU die Innovationsfähigkeit der baden-württembergischen Wirtschaft analysiert. Das 6. Kapitel hat den Megatrend Digitalisierung zum Gegenstand. Zunächst wird der Breitbandausbau im Land und die hierzu aufgesetzten Strategien und politischen Maßnahmen zusammenfassend beschrieben und bewertet. Ein weiterer Abschnitt widmet sich der Digitalisierung des produzierenden Gewerbes und der Entwicklung hin zu einer Industrie 4.0. Das 7. Kapitel fasst die Ergebnisse zusammen und gibt Handlungsempfehlungen. Eine schematische Darstellung der einzelnen Kapitel und Abschnitte ist in folgender Abbildung dargestellt.

ABBILDUNG 1: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER BERICHTSSTRUKTUR



2 ERGEBNISSE VON FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die wissenschaftlichen und technologischen Profile Baden-Württembergs im nationalen und internationalen Vergleich. Es wird dabei zurück geschaut auf die vergangene und die aktuelle Dekade (2005-2018). Für die Bewertung der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit und der thematischen Ausrichtung werden Veröffentlichungen in international sichtbaren wissenschaftlichen Zeitschriften herangezogen (Bibliometrie). Die technologische Leistungsfähigkeit sowie das Technologieportfolio Baden-Württembergs als Ganzes werden auf Basis von Patenten analysiert. Neben den Gesamtzahlen und einer Diskussion der Schwerpunkte im Land in den beiden Bereichen Wissenschaft und Technologie wird jeweils auch eine Analyse der weltweit dynamischen Disziplinen und Technologiefelder der letzten Jahre durchgeführt, um eine Einschätzung darüber zu erhalten, inwiefern Baden-Württemberg in der Lage war/ist, sich auch bei neuen Themenfeldern zu entwickeln und zu behaupten. Eine Analyse der aus derzeitiger Sicht für Baden-Württemberg zukünftig besonders relevanten Felder schließt sich im nächsten Kapitel an.

2.1 WISSENSCHAFTLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT

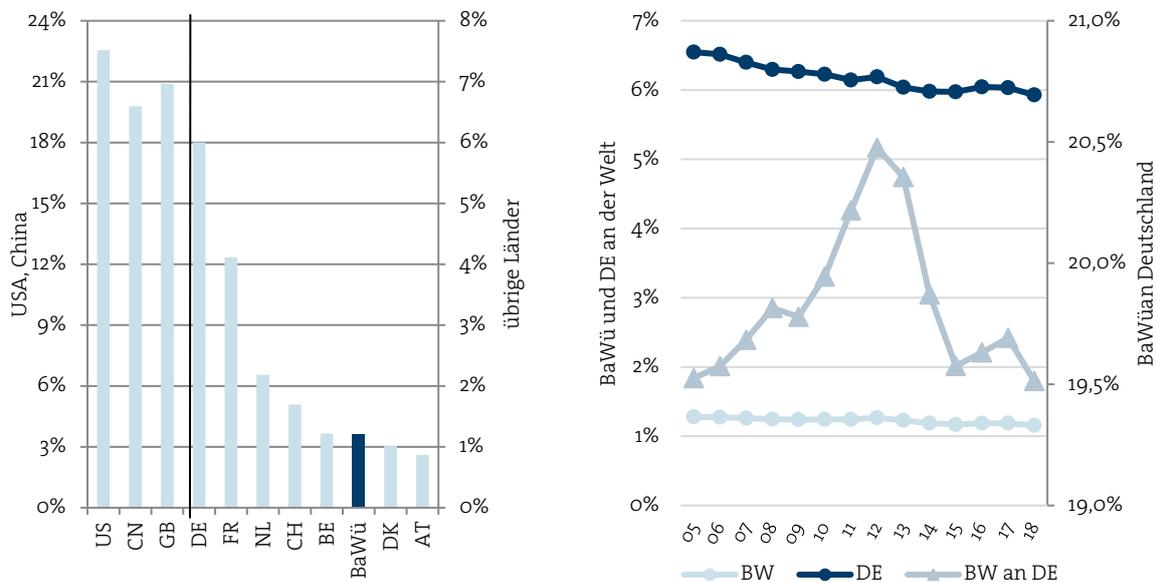
Das Wissenschaftssystem schafft erkenntnisgetrieben sowie orientiert an wirtschaftlicher Anwendung und gesellschaftlichem Bedarf neues Wissen. Dieses Wissen wird im Allgemeinen in Veröffentlichungen dokumentiert, sodass es für Andere zugänglich und damit nachvollziehbar und überprüfbar wird. In den meisten Disziplinen sind wissenschaftliche Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge oder Buchbeiträge und Monographien wichtige Formen der Dokumentation des Wissens. Darüber hinaus gewinnen heutzutage Veröffentlichungen in der sogenannten grauen Literatur – d. h. eigenverantwortliche, meist online verfügbare Veröffentlichungen wie beispielsweise Diskussionspapiere oder Forschungsberichte enorm an Bedeutung. Diese werden im Allgemeinen vor der Veröffentlichung nicht direkt von externen Dritten wie Herausgebern oder Peers begutachtet. Es gibt also eine Vielzahl an Veröffentlichungsformen. In den meisten Disziplinen sind wissenschaftliche Zeitschriftenartikel und teilweise auch Konferenzbeiträge jedoch die wissenschaftlich anerkannteste Form der Veröffentlichung, da sie meist von Fachkolleginnen und -kollegen, sogenannten Peers, im Vorfeld begutachtet werden.

Die Bibliometrie, als Methode zur wissenschaftlichen Analyse und Messung von wissenschaftlichen Publikationen, nutzt Daten zu diesen Veröffentlichungen zur Bewertung der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit von Gruppen, Organisationen oder – wie im Falle der hier vorliegenden Studie – von Regionen und ganzen Volkswirtschaften. Die Bibliometrie unterscheidet sich von der Bibliografie darin, dass die in den Veröffentlichungen enthaltenen Verweise auf andere Veröffentlichungen, also die Zitierungen, für wissenschaftliche Analysen nutzbar gemacht werden und so die Sichtbarkeit oder Nutzung der Veröffentlichung durch andere bewertet werden kann, was auch als Qualitätsmaß angesehen wird. Anders formuliert, je häufiger eine Veröffentlichung von anderen zitiert wird, umso sichtbarer ist sie oder umso wissenschaftlich "wertvoller" ist sie.

Für die im Folgenden dargestellten Analysen des baden-württembergischen Wissenschaftssystems im nationalen und internationalen Vergleich wird die bibliometrische Datenbank Scopus des Anbieters Elsevier herangezogen, die neben dem Science Citation Index (SCI) die international am häufigsten verwendete Quelle für derartige

Analysen darstellt. Der Vorteil von Scopus gegenüber dem SCI ist eine breitere Gesamtabdeckung und insbesondere eine höhere Abdeckung bei Ingenieurwissenschaften sowie bei europäischen und asiatischen Veröffentlichungen in Relation zu den nordamerikanischen Beiträgen (Michels und Schmoch 2012). Die Datenbank umfasst Veröffentlichungen in mehr als 22.000 internationalen Zeitschriften sowie eine Vielzahl an Konferenzbeiträgen und mittlerweile auch einige Buchbeiträge, die jedoch für systematische Strukturanalysen derzeit noch nicht hinreichend geeignet erscheinen. Die Analysen zur Bewertung des baden-württembergischen Wissenschaftssystems beschränken sich auf die Zeitschriftenbeiträge und decken den Zeitraum von 2005-2018 ab.

ABBILDUNG 2: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN DEN WISSENSCHAFTLICHEN PUBLIKATIONEN 2016-2018 IM INTERNATIONALEN VERGLEICH (LINKS) UND IM ZEITVERLAUF 2005-2018 (RECHTS)



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Im Jahr 2018 war bei knapp 27.000 Zeitschriftenveröffentlichungen in der Datenbank Scopus mindestens eine Autorin oder ein Autor aus Baden-Württemberg beteiligt. Die Anzahl ist zwischen 2005 und 2018 von knapp 18.000 auf etwas unter 27.000 Veröffentlichungen angestiegen. Im Jahr 2018 bedeutet dies einen Anteil von 1,2% aller weltweiten Zeitschriftenbeiträge (Abbildung 2, rechte Seite). Belgien hat in etwa genauso hohe Anteile, während die Schweiz und die Niederlande mit etwa 1,7 bzw. 2,2% etwas höher liegen und Dänemark und Österreich mit knapp unter einem Prozent etwas niedriger. Die USA sind nach wie vor für den größten Anteil von etwas weniger als einem Viertel der weltweiten Zeitschriftenbeiträge verantwortlich, mittlerweile aber dicht gefolgt von China mit über 21%. Aufgrund des Sprachvorteils¹ liegt Großbritannien mit 7% vor Deutschland mit 5,9%, während Frankreich vier Prozentpunkte erreicht.

Die Entwicklung der Anteile Baden-Württembergs und Deutschlands ist trotz steigender absoluter Publikationszahlen im Zeitverlauf leicht rückläufig, da insbesondere China – China hat seine Anteile von 2005 bis 2018 mehr als verdoppelt – aber auch Länder wie Indien, Südkorea sowie kleinere Schwellenländer wie Singapur, Taiwan oder Malaysia ihre wissenschaftlichen Aktivitäten und damit auch ihre wissenschaftlichen Veröffentlichungen

¹ In den bibliometrischen Datenbanken sind englischsprachige Zeitschriften meist überrepräsentiert. Viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler versuchen außerdem in den renommierten amerikanischen Zeitschriften zu publizieren, was englischsprachigen Wissenschaftlern und in unserem Vergleich somit englischsprachigen Ländern einen Sprachvorteil verschafft.

deutlich erhöht haben. Während jedoch beispielsweise die USA oder Japan die weltweite Dynamik nicht mitgehen konnten und insofern stark sinkende Anteile im Zeitverlauf hinnehmen mussten, sind die Anteile für Deutschland und auch für Baden-Württemberg trotz der starken Ausweitung der absoluten Publikationszahlen insbesondere chinesischer Autoren nur leicht gesunken. Deutschland hatte im Jahr 2005 einen Anteil von 6,5%, der bis 2018 auf 5,9% gesunken ist. Für Baden-Württemberg ging der Anteil von 1,3% auf 1,2% zurück (Abbildung 2, rechte Seite). Baden-Württemberg und auch Deutschland erreichen durchschnittlich jeweils ca. 3,3% Zuwachs² pro Jahr in der Beobachtungsperiode, während die weltweiten Zuwachsraten pro Jahr bei 4,1% lagen. Die Relationen zwischen Baden-Württemberg und Deutschland haben sich im Zeitverlauf leicht verändert. Im Jahr 2005 lag der Anteil Baden-Württembergs an allen deutschen Publikationen bei 19,5%. Der Anteil ist bis zum Jahr 2011 auf knapp 21% angestiegen, um dann wieder zu sinken und zuletzt erneut ein Niveau von 19,5% zu erreichen. Der zwischenzeitliche Anstieg um einen Prozentpunkt erklärt sich über ein früher einsetzendes Wachstum in Baden-Württemberg zwischen 2009 und 2013.

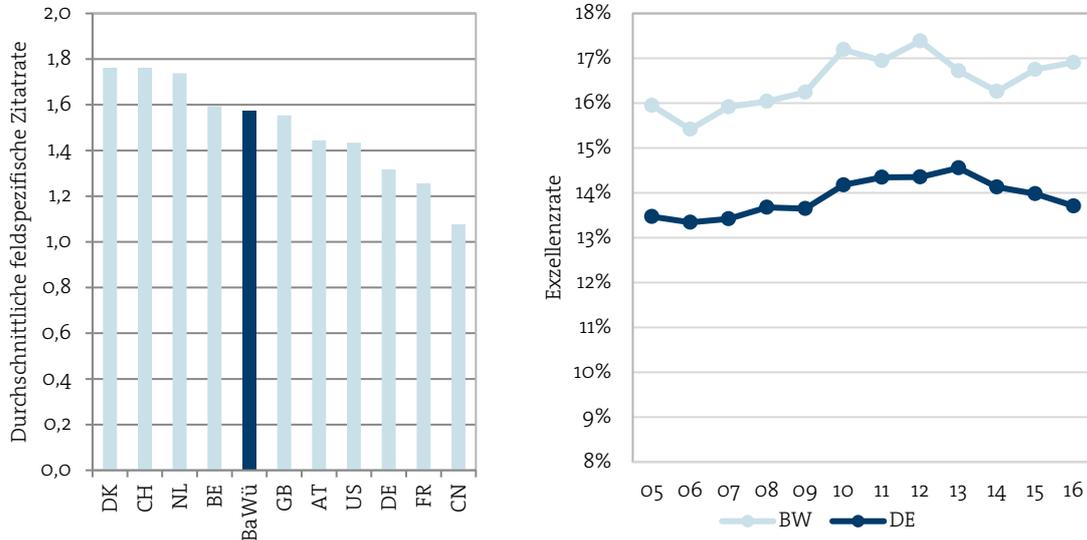
Fazit: Jede fünfte deutsche Publikation hat mindestens einen Autor oder eine Autorin aus Baden-Württemberg und dies hat sich im Zeitverlauf auch kaum geändert. Im Verhältnis zur Bevölkerungszahl, die nur gut 13% der deutschen Bevölkerung ausmacht, ist dies ein beachtlicher Wert. Ebenso in Relation zum Anteil Baden-Württembergs an den Professorinnen und Professoren in Deutschland gemessen – dies sind 11,5% (siehe Kapitel zu Drittmiteinnahmen der Hochschulen) – oder in Relation zum wissenschaftlichen Personal an Hochschulen (14,3%) ist der Publikationsoutput Baden-Württembergs als besonders hoch einzuschätzen.

Zum Teil liegt das an der hohen Bedeutung medizinischer Forschung im Land, die an mehreren Hochschulen und Unikliniken durchgeführt wird und die insgesamt einen hohen Publikationsoutput generiert. Der überdurchschnittliche Erfolg beim Einwerben von Drittmitteln trägt sicherlich auch zu einer hohen Publikationsintensität bei (siehe Kapitel 4). Allerdings ist hierbei auch von einer gegenseitigen Beeinflussung auszugehen, denn die Erfolge der Drittmittelwerbung sind vermutlich auch der hohen wissenschaftlichen Qualität und dem hohen Output geschuldet.

Dass die Forschung in Baden-Württemberg im Durchschnitt von hoher Qualität ist, lässt sich auch an weiteren Maßzahlen belegen. In Abbildung 3 sind auf der linken Seite die durchschnittlichen feldspezifischen Zitaten aus ausgewählten Ländern abgetragen. Baden-Württemberg reiht sich hier hinter der Spitzengruppe um die Niederlande, Schweiz und Dänemark auf einem ähnlichen Niveau wie Belgien, jedoch noch vor Großbritannien oder auch Österreich ein. Auch die USA, Frankreich und sehr deutlich auch China sowie Deutschland insgesamt liegen – auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen wissenschaftlichen Profile der Länder – deutlich hinter Baden-Württemberg.

2 Gemessen in der durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrate (Compound Annual Growth Rate, CAGR).

ABBILDUNG 3: DURCHSCHNITTLICHE FELDSPEZIFISCHE ZITATRATE³ DER VERÖFFENTLICHUNGEN DES JAHRES 2016 IM INTERNATIONALEN VERGLEICH (LINKS) UND ENTWICKLUNG DER EXZELLENZRATE⁴ 2005-2016 (RECHTS)



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Auf der rechten Seite von Abbildung 3 ist die Entwicklung der Exzellenzrate für Baden-Württemberg und Deutschland abgetragen. Während die beiden Kurven zwar einen ähnlichen Verlauf nehmen, wird der Abstand zwischen Baden-Württemberg und dem bundesweiten Durchschnitt auf Basis dieser Maßzahl sehr deutlich. Seit dem Jahr 2010 reihen sich etwa 16-17% der baden-württembergischen Zeitschriftenveröffentlichungen in die Gruppe der weltweit am häufigsten zitierten Veröffentlichungen ein. Auch dies ist ein Niveau, das die besten Wissenschaftsnationen der Welt wie beispielsweise Singapur, die Schweiz, oder Dänemark nur knapp überbieten können. Die Zahlen für Deutschland folgen ebenfalls einem Aufwärtstrend, erreichen zuletzt aber lediglich ein Niveau von 13,9% nach einem Maximum von 14,5% im Jahr 2013. Die Analysen belegen damit, dass Veröffentlichungen aus Baden-Württemberg im Durchschnitt über alle Felder eine hohe Sichtbarkeit erreichen und von anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in ihren eigenen Arbeiten referenziert werden. Die Exzellenzrate unterstreicht dabei die hohe Qualität der Arbeiten.

3 Die feldspezifische Zitatzrate berücksichtigt die Unterschiede der einzelnen Disziplinen hinsichtlich ihrer Publikationshäufigkeit und insbesondere hinsichtlich der Zitiergewohnheiten. Während beispielsweise in der Medizin viel publiziert und auch in längeren Referenzlisten zitiert wird, ist sowohl die Publikations- wie auch die Zitationshäufigkeit beispielsweise in der Mathematik eher niedrig. Damit die Länder in ihrer Leistungsfähigkeit trotz unterschiedlicher Publikationsprofile dennoch verglichen werden können, werden die wissenschaftlichen Profile berücksichtigt, in dem die tatsächliche Zitatzrate eines Landes in einem Feld an der weltweiten Zitatzrate dieses Feldes ausgerichtet wird.

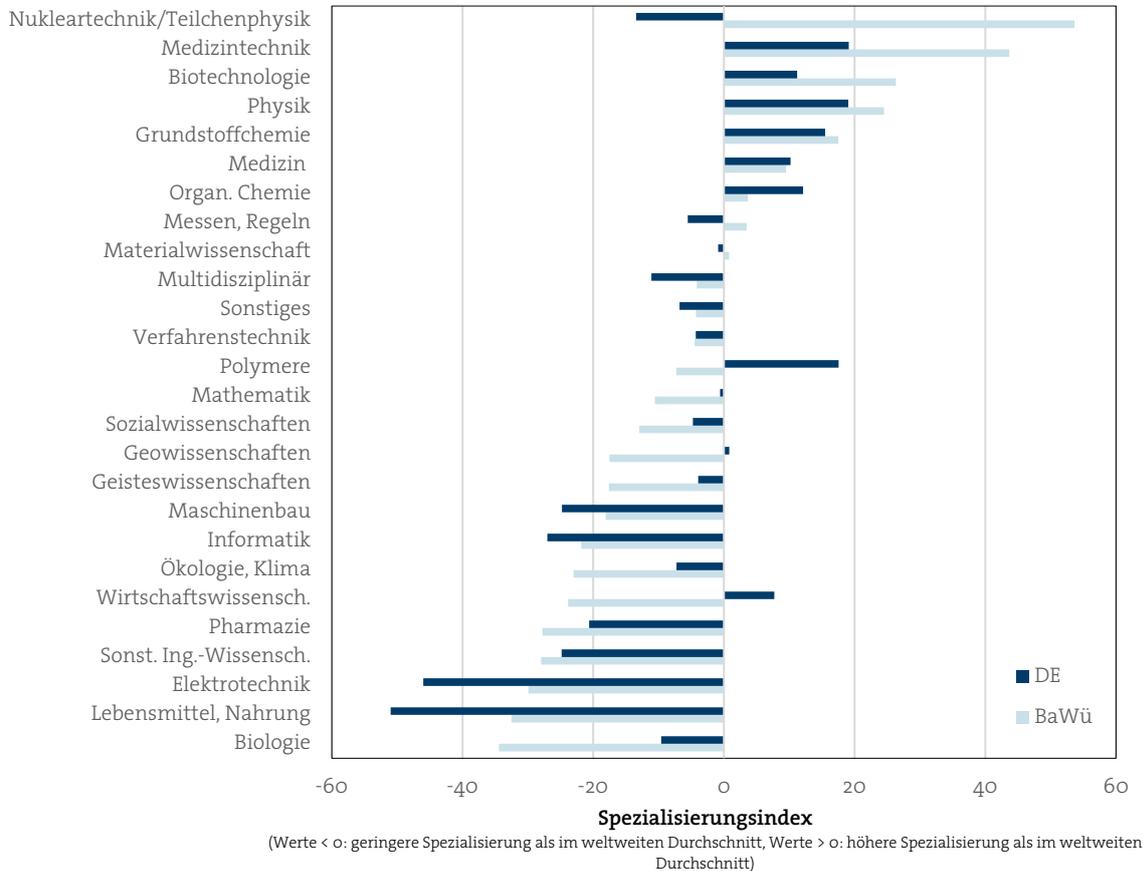
4 Die Exzellenzrate bezeichnet den Anteil der Publikation eines Landes an den weltweit 10% am häufigsten zitierten Veröffentlichungen innerhalb eines Feldes.

Die baden-württembergischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen decken ein breites Spektrum an Disziplinen, Themen und Technologien ab. Gleichzeitig gibt es Schwerpunkte, die sich einerseits aufgrund kritischer Masse und andererseits aufgrund sich entwickelnder Kompetenzen und Pfadabhängigkeiten ergeben haben. Eine Fokussierung, oder besser eine Spezialisierung, macht im Wissenschaftssystem Sinn, weil auf diese Weise Skalierungsvorteile zu Buche schlagen. Diese entstehen durch neue Erfahrungen und die Entwicklung neuer Themen, durch Befriedigung von Bedarfen und durch Austausch mit anderen Forschenden im jeweiligen Bereich. Kurzum, durch Spezialisierung entstehen Vorteile, die unter anderem bei der Bildung regionaler Cluster eine wichtige Rolle spielen.

Die wissenschaftliche Spezialisierung eines Wissenschaftssystems lässt sich recht eingängig mit einem Index darstellen, der Größenunterschiede zwischen Ländern und auch zwischen Feldern ausklammert (Abbildung 4). Hierzu werden die Anteile der Publikationen einer Disziplin an den gesamten Publikationen eines Landes in Relation gesetzt zum Anteil der Publikationen dieser Disziplin an den Publikationen weltweit. Sind die Anteile höher als in der Welt dann deutet dies auf eine Spezialisierung, d. h. eine Schwerpunktbildung hin. Der hier genutzte Indikator wird durch eine Transformation so ausgerichtet, dass positive Werte eine Spezialisierung und negative Werte entsprechend eine geringe Bedeutung im Wissenschaftsprofil eines Landes abbilden. Wie Abbildung 4 zeigt, hat Baden-Württemberg wissenschaftliche Stärken in Naturwissenschaften, wie der Physik und Chemie, ebenso wie der Biotechnologie.⁵ Darüber hinaus finden sich Stärken innerhalb der Gesundheitsforschung in den Bereichen Medizin wie auch Medizintechnik, nicht jedoch in der Biologie oder der Pharmazie.

5 Die hier dargestellte Klassifizierung zielt in erster Line auf die differenzierte Darstellung der technikenahen Felder ab (siehe Schmoch et al. 2000) und wird beispielsweise auch in der Berichterstattung der Expertenkommission Forschung und Innovation oder in früheren Monitoring-Berichten zum Pakt für Forschung und Innovation verwendet.

ABBILDUNG 4: SPEZIALISIERUNGSINDEX⁶ DER WISSENSCHAFTLICHEN PUBLIKATIONEN BADEN-WÜRTTEMBERGS UND DEUTSCHLANDS, 2015-2017



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Messen/Regeln, Verfahrenstechnik oder auch Materialwissenschaften inklusive Polymere gehören nicht zu den ausgeprägten Schwerpunkten im wissenschaftlichen Profil Baden-Württembergs. Der Spezialisierungsindex zeigt hier für Baden-Württemberg einen Wert knapp über dem weltweiten Durchschnitt an. Keine Spezialisierung und sogar eine vergleichsweise unterdurchschnittliche Rolle nehmen der Maschinenbau, Elektrotechnik und auch die Informatik ein. Das mag überraschen, angesichts der technologischen und industriellen Schwerpunkte der baden-württembergischen Wirtschaft, lässt sich aber im Wesentlichen über zwei Ursachen begründen. Erstens ist die anwendungsorientierte Forschung in diesen Feldern, die eine Nähe zur industriellen Forschung und Produktion aufweist, deutlich weniger publikationsintensiv als die Grundlagenforschung. Wie die

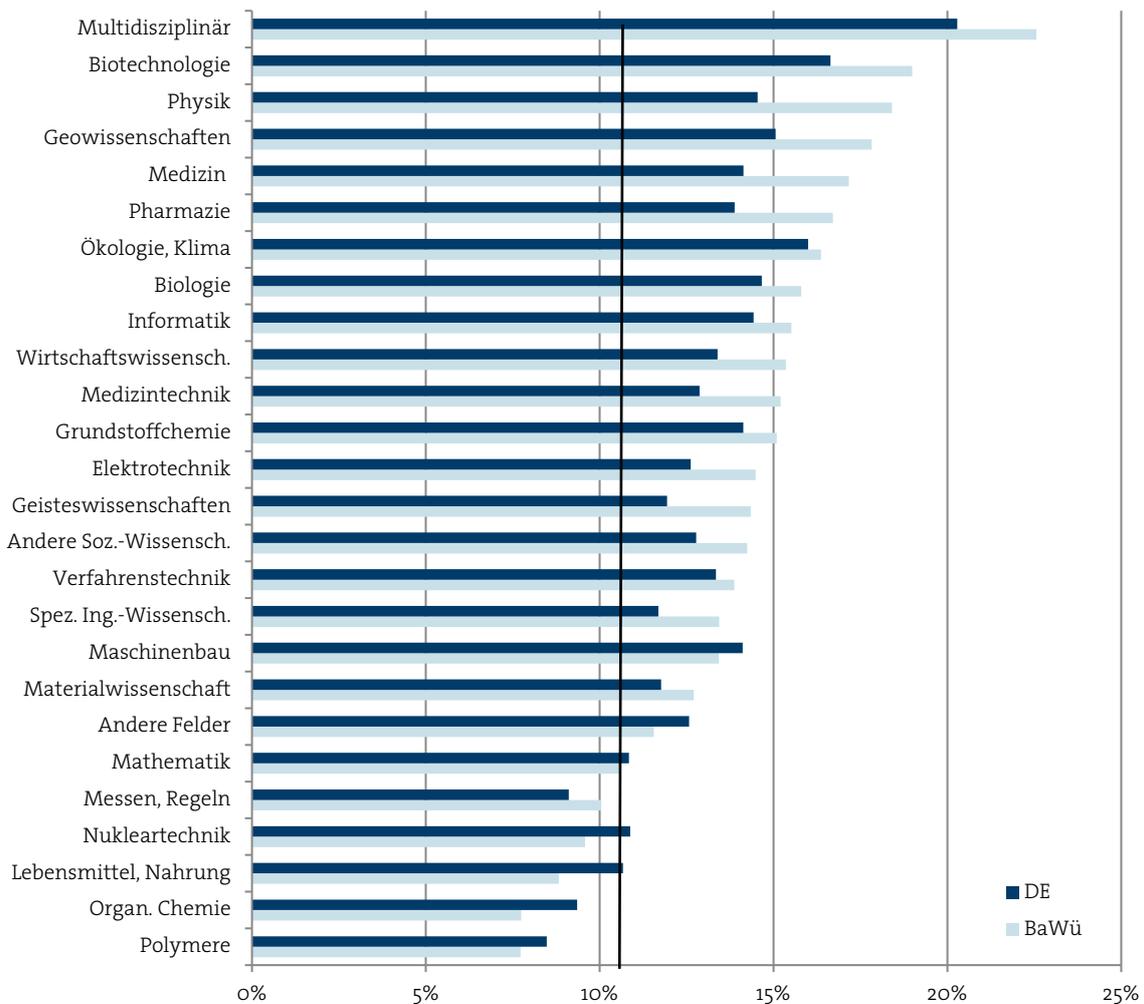
6 Der Spezialisierungsindex für Publikationen (RLA oder Revealed Literature Advantage) bzw. für Patente (RPA oder auch Revealed Patent Advantage genannt), dient dazu, das technologische/wissenschaftliche Profil darzustellen. Der Spezialisierungsindex zeigt an, in welchen Bereichen ein Land im Vergleich zum gesamten weltweiten Patent-/Publikationsaufkommen stark oder schwach vertreten ist. Er errechnet sich folgendermaßen:

$$RPA_{ij} = 100 \cdot \tanh\left(\log \frac{P_{ij} / \sum_{k=1}^J P_{ik}}{\sum_{h=1}^I P_{hj} / \sum_{h=1}^I \sum_{k=1}^J P_{hk}} \right)$$

wobei P_{ij} für die Anzahl der Patentanmeldungen im Land k im Technologiefeld j steht. Positive Vorzeichen bedeuten, dass ein Technologiebereich ein höheres Gewicht innerhalb eines Landes als in der Welt einnimmt. Dementsprechend stellt ein negatives Vorzeichen eine unterdurchschnittliche Spezialisierung dar.

Analysen in Bezug auf die Drittmiteinnahmen der Hochschulen (siehe Kapitel 4) belegen, sind die baden-württembergischen Einrichtungen offensichtlich anwendungsnäher als viele andere deutsche Einrichtungen und auf jeden Fall als viele Einrichtungen in anderen Ländern, die nicht selten eine starke Ausrichtung auf Grundlagenforschung aufweisen. Private Auftragsforschung und Kooperationen mit der Wirtschaft führen deutlich seltener zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen, weil die Partnerunternehmen kein Interesse an einer Veröffentlichung haben, nicht zuletzt, weil man bei zahlreichen Projekten den vorwettbewerblichen Bereich verlassen hat und in sehr marktnahen Themen forscht. Für die Informatik kommt noch hinzu, dass Zeitschriften nicht das primäre wissenschaftliche Medium zur Veröffentlichung der Erkenntnisse darstellen, sondern Konferenzbeiträge eine deutlich höhere Bedeutung einnehmen. Allerdings findet sich auch bei der Analyse der Konferenzbeiträge für die Informatik in Baden-Württemberg eine leichte Unterspezialisierung im internationalen Vergleich (nicht abgebildet). Dies liegt ähnlich wie im Maschinenbau und der Elektrotechnik an der thematischen Breite der Disziplin. Andere Länder haben hier unterschiedliche Ausprägungen und Schwerpunkte, die gegebenenfalls auch eine höhere Publikationsintensität aufweisen. Zudem bedeutet ein industrieller Schwerpunkt eine Nachfrage nach Absolventinnen und Absolventen in den einschlägigen Disziplinen, nicht jedoch notwendigerweise eine Nachfrage nach wissenschaftlichen Publikationen.

ABBILDUNG 5: EXZELLENZRATE* NACH FELDERN FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG UND DEUTSCHLAND IM VERGLEICH, 2016



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

*Exzellenzrate ist der Anteil der Veröffentlichungen eines Landes, die zu den 10% am häufigsten zitierten Veröffentlichungen weltweit in der jeweiligen Disziplin gehören. Die fett markierte Linie in der Grafik markiert zur besseren Sichtbarkeit die 10%-Grenze.

Die Qualität innerhalb der 26 Felder (siehe Schmoch et al. 2000) lässt sich mit Hilfe der Exzellenzrate (Definition siehe Fußnote 4) belegen (Abbildung 5). Insgesamt liegen nahezu alle Disziplinen/Felder im baden-württembergischen Wissenschaftsportfolio oberhalb des weltweiten Durchschnittswertes von 10%. Der Maschinenbau, die Elektrotechnik oder auch die Informatik erreichen jeweils Werte deutlich oberhalb des weltweiten Durchschnitts von 10%. In fast allen Disziplinen, so auch in den ingenieurwissenschaftlichen Themen, erreicht Baden-Württemberg sogar teilweise deutlich höhere Quoten an exzellenten Veröffentlichungen als Deutschland insgesamt. Neben den kleineren Feldern, in denen Baden-Württemberg keine hohen Publikationszahlen aufweist wie beispielsweise Biologie, Ökologie oder auch Verfahrenstechnik, gehören auch einige der Schwerpunktbereiche des baden-württembergischen Wissenschaftssystems zu den exzellenten Feldern. In Biotechnologie, Physik oder auch Medizin gehören 17% oder mehr aller Veröffentlichungen aus Baden-Württemberg zu den weltweit 10% am häufigsten zitierten.

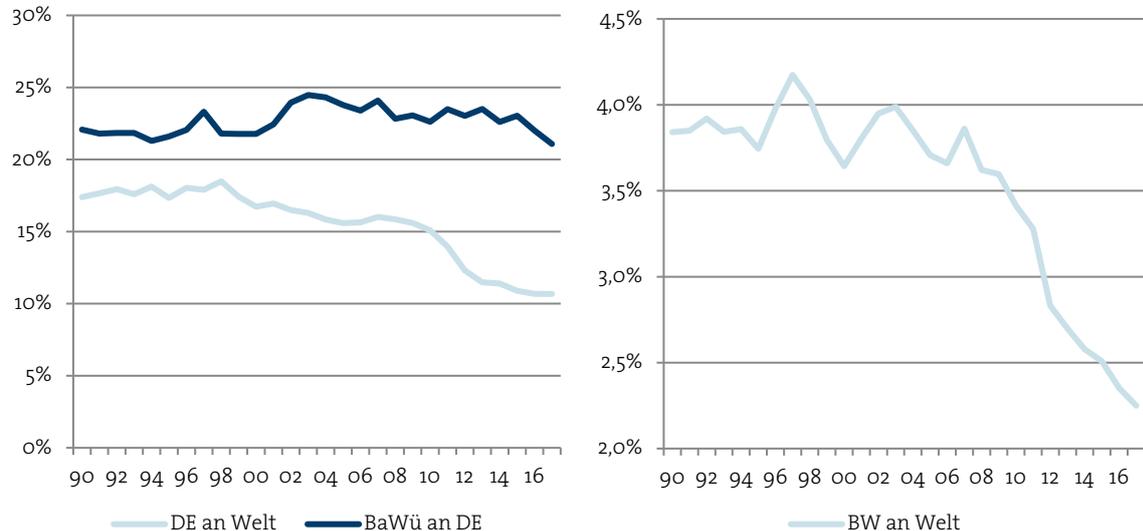
2.2 TECHNOLOGISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Patentanmeldungen erlauben eine Einschätzung über die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft, insbesondere im Vergleich mit anderen Ländern. Um eine solche Vergleichbarkeit zu erreichen wird an dieser Stelle zunächst das Konzept der transnationalen Patente angewendet. Transnationale Patente sind Patentfamilien mit mindestens einer Anmeldung am Europäischen Patentamt (EPA) oder über das "Patent Cooperation Treaty" (PCT) Verfahren bei der World Intellectual Property Organization (WIPO).

Die weltweiten Anmeldungen sind seit Mitte der 1990er Jahre mit Ausnahme der New Economy Krise Anfang des neuen Jahrtausends und der Finanzkrise in den Jahren 2007 und 2008 deutlich und kontinuierlich angestiegen. Im Jahr 1995 waren es etwa 86.000 Patente und im Jahr 2017 – dies ist das letzte verfügbare Jahr, da die Patente nach ihrem Prioritätsjahr, also dem Jahr der Erstanmeldung erfasst werden, und erst nach einer Zeit von 18 Monaten veröffentlicht werden – wurden über 290.000 Patente am EPA oder bei der WIPO angemeldet. Der stetige Aufwärtstrend, insbesondere der letzten Jahre, erklärt sich im Wesentlichen über einen Aufwuchs der Patente von Schwellen- und Entwicklungsländern, während die meisten industrialisierten Länder eine Stagnation oder einen leichten Rückgang der Patentanmeldungen zu verzeichnen hatten. Dies gilt auch für Baden-Württemberg, wo die jährlichen Anmeldezahlen von gut 3.200 im Jahr 1995 auf ein Maximum von gut 8.200 im Jahr 2007 gestiegen waren und seitdem mit Ausnahme von leichten Nachholeffekten in den Jahren zwischen 2009 und 2011 einem leicht sinkenden Trend folgen. Ähnliches, wenngleich noch ausgeprägter, gilt für Deutschland insgesamt. Hier stiegen die Zahlen von knapp 15.000 im Jahr 1995 auf gut 34.000 im Jahr 2007 und erreichten im Jahr 2017 ein Niveau von etwa 31.200 Patentanmeldungen auf der transnationalen Ebene - für die Jahre 2016 und 2017 konnten jeweils leicht Steigerungen realisiert werden.

Entsprechend haben die Anteile sowohl Deutschlands als auch Baden-Württembergs an den weltweiten Patenten im Zeitverlauf abgenommen (siehe Abbildung 6). Dieser rückläufige Trend hat sich bereits zu Beginn des neuen Jahrtausends eingestellt und hat sich seit dem Ende der Finanzkrise ab dem Jahr 2009 sogar noch beschleunigt. Deutschland ist aber nach wie vor verantwortlich für knapp 11% der weltweiten Patentanmeldungen und Baden-Württemberg für etwa 2,2%. Dies sind nach wie vor beachtliche Werte, sie liegen aber deutlich niedriger als zu Spitzenzeiten in den 1990er Jahren als etwa 18% aller Patente aus Deutschland kamen bzw. gut 4% der weltweiten Patente aus Baden-Württemberg. Der Anteil Baden-Württembergs an allen deutschen Anmeldungen auf der transnationalen Ebene ist mit 21% weiterhin hoch, zuletzt jedoch leicht zurückgegangen.

ABBILDUNG 6: ANTEILE DER TRANSNATIONALEN* PATENTANMELDUNGEN (ANMELDERPRINZIP, GANZZAHLIG) FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG AN DEUTSCHLAND UND DEUTSCHLAND AN DER WELT (LINKS) SOWIE BADEN-WÜRTTEMBERG AN DER WELT (RECHTS)



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

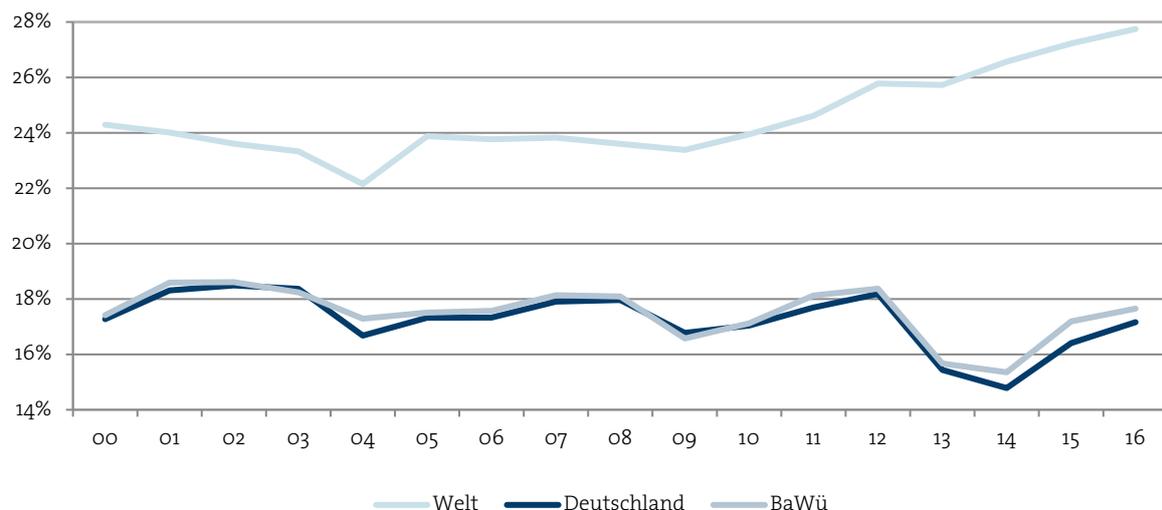
* transnationale Patentanmeldungen sind Patentfamilien mit mindestens einer Anmeldung am Europäischen Patentamt (EPA) oder über das PCT-Verfahren bei der World Intellectual Property Organization (WIPO)

Man kann also sagen, dass sowohl Deutschland als auch in noch stärkerem Maße Baden-Württemberg eine deutliche technologische Ausrichtung haben und eine wichtige Rolle bei technologiebasierten Innovationen weltweit spielen. Dennoch ist auch festzuhalten, dass sich die relative Position für Deutschland und Baden-Württemberg verschlechtert hat. Die Stagnation bzw. der Rückgang sind im Wesentlichen auf zwei Ursachen zurückzuführen, die einerseits zwar eine vorübergehende Positionsverschlechterung zur Folge haben, aber andererseits sogar positive Auswirkungen haben können. Erstens finden weltweit strukturelle Verschiebungen hin zu patentintensiveren Technologiefeldern statt, insbesondere solchen, die auf breite Konsumentenmärkte ausgerichtet sind (beispielsweise Konsumelektronik oder Informationstechnologien), bzw. im Bereich von Kommunikationstechnologien, die sowohl auf Konsumelektronik (Handys und Tablets) als auch Netzinfrastruktur abstellen. Aus dem Bereich Konsumelektronik hat sich Deutschland jedoch schon lange verabschiedet, da hier neben einem inkrementellen Technologiewettbewerb vor allem ein Preiswettbewerb vorherrscht, den deutsche Hersteller so gut wie nicht gewinnen können, was die geringe Patentierungsaktivität in diesem Bereich erklärt. Zweitens, und dies ist positiv zu sehen, hat über lange Jahre ein Patentrennen stattgefunden, das mit der Finanzkrise unterbrochen wurde – da die Unternehmen in erster Linie Kosten eingespart haben, um wettbewerbsfähig zu bleiben – und das dann von den Unternehmen in den industrialisierten Ländern nicht mehr oder nicht in gleichem Maße wieder aufgegriffen wurde. Anders formuliert, Unternehmen melden heutzutage wesentlich selektiver an, um Kosten zu sparen und wettbewerbsfähig zu bleiben. Sie fokussieren sich dabei stärker auf die für die eigene Geschäftstätigkeit relevanten Technologien (Daimler et al. 2017). Dennoch gilt weiterhin zu beobachten, wie sich der weltweite Trend entwickelt, um nicht im Technologiewettbewerb hinter Konkurrenten oder Akteure aus anderen Branchen, die durch die Digitalisierung klassischer Industrie-, Produktions- oder Ausrüstertechnologien ihr Geschäftsfeld ausweiten, zurückzufallen. Denn was sich parallel zu der Ausweitung der Informations- und Kommunikationstechnologien sowie dem Aufholen der Unternehmen aus Schwellenländern zeigt, ist eine Vergrößerung der Schnittmenge zwischen klassischen Ingenieurskompetenzen und digitalen Technologien, nicht nur im Kontext von Industrie 4.0, sondern in weiteren Bereichen, wo Daten- und Informationsbasierte Geschäftsmodelle sowie eine deutliche Ausweitung der Funktionen "klassischer Mechanik" beispielsweise durch Softwaregetriebene Steuerungen zum Standard geworden sind (Frietsch et al. 2015). Beim eigenen Auto ist das für die

meisten Menschen am anschaulichsten, aber auch in der Industrie, beispielsweise im Maschinen- und Anlagenbau, gehören solche Funktionen und die dafür notwendigen Kompetenzen zum Alltag. Dies betrifft zunächst so gut wie alle Produkte aus diesen Branchen, aber auch die Prozesse der Anwender- und Kundenbranchen, wo diese Erweiterungen zunächst eine vertikale Integration der Produktionstechnologien erlauben (Industrie 3.0). Dabei ist noch nicht die horizontale Integration angesprochen, wie sie in der Vision von Industrie 4.0 über eine Vernetzung mit Zulieferern, Kunden oder anderen Produktionsstätten angedacht ist und in Zukunft von großer Bedeutung sein wird.

Sogenannte computer-implementierte Erfindungen – diese beinhalten solche Patente, die auch eine Software-Komponente enthalten und daher auch in Europa und Deutschland zum Patent angemeldet werden können, obwohl reine Software hier nicht patentierbar ist – spielen dabei eine große Rolle. Dies sind also jene Patente, die sich in der Digitalisierung auch klassischer Technologiefelder wie der Medizintechnik oder dem Maschinenbau niederschlagen. Für Baden-Württemberg zeigt sich, dass die Anteile solcher Patente in nahezu allen Technologiefeldern höher ist als in Deutschland insgesamt. Baden-Württemberg ist mit zuletzt 17,9% etwas deutlicher vor Deutschland einzuordnen (16,5%), lag aber über die meiste Zeit auf ähnlichem Niveau und schwankte wie Deutschland insgesamt zwischen 16 und 18%. Allerdings ist der weltweite Durchschnitt mit 27,3% deutlich höher. Noch bedenklicher ist allerdings, dass weltweit ein steigender Trend festzustellen ist, während Baden-Württemberg und Deutschland zumindest in längerer Perspektive keinem solchen Trend folgen (Abbildung 7). Die deutlichen Unterschiede in Anteilen lassen sich mit den unterschiedlichen Schwerpunkten erklären – allerdings beinhalten Patentanmeldungen aus Baden-Württemberg zu Werkzeugmaschinen, Spezialmaschinen und Maschinenelementen sowie Textil- und Papiermaschinen im internationalen Vergleich seltener Software-Komponenten. Bei Transport-Technologien sind die Anteile Computer-implementierter Erfindungen jedoch höher als in der Welt und in Deutschland insgesamt. Bei Biotechnologie, Pharmazie und beispielsweise auch der organischen Feinchemie sind die Anteile computer-implementierter Erfindungen deutlich höher als in Deutschland und der Welt. Hier verbinden sich die Stärken der wissenschaftlichen Forschung im Land offensichtlich zu neuen Stärken beispielsweise in der Bioinformatik. Die Gründe für den insgesamt fehlenden Aufwärtstrend sind jedoch nicht nachvollziehbar.

ABBILDUNG 7: ANTEILE COMPUTER-IMPLEMENTIERTER ERFINDUNGEN* AN ALLEN PATENTANMELDUNGEN, 2000-2016



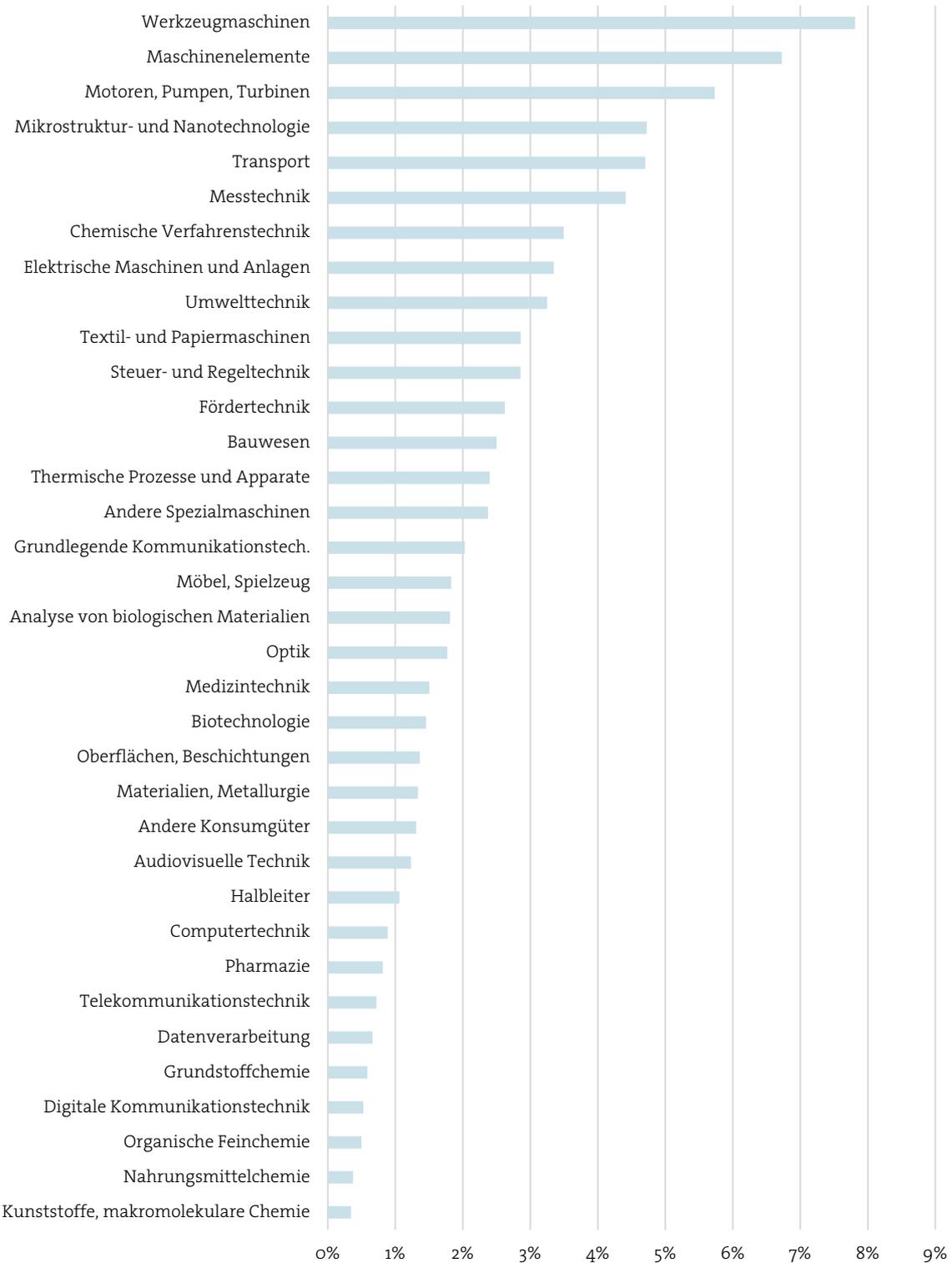
Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

* computer-implementierte Erfindungen beziehen sich auf solche Patentanmeldungen, die eine Software-Komponenten bei der Erfindung beinhalten.

Entsprechend der bedeutenderen Rolle der Digitalisierung verschieben sich auch die benötigten Qualifikationen hin zu Big-Data- und Netzwerkkompetenzen. Einer der größten Hemmnisfaktoren bei der Digitalisierung der Industrie ist der Mangel an hinreichend qualifiziertem und erfahrenem Personal, das insbesondere die Kompetenzen sowohl aus den klassischen Ingenieurwissenschaften wie auch den neuen Anwendungen in Elektronik, Informatik oder Netzwerktechnik miteinander verbindet. Dies wurde in verschiedenen Studien belegt (Frietsch et al. 2016a; Licht et al. 2002; van Baal et al. 2016). Darüber hinaus verschieben sich die Wertschöpfungsketten hin zu Plattformanbietern und Systembetreibern, so die Befürchtung (Frietsch et al. 2017). Eine entsprechende Anpassung und Weiterentwicklung der eigenen Kompetenzen und der Geschäftsmodelle auch und gerade in klassischen Industriesektoren ist dabei unumgänglich.

Eine verstärkte Digitalisierung (siehe auch Kapitel 6.2 zur Digitalisierung der Industrie) zeigt sich unter anderem für das in Baden-Württemberg sehr wichtige und gewichtige Feld des Maschinenbaus, inklusive Maschinenelemente, Werkzeugmaschinen, Motoren/Pumpen/Turbinen sowie Spezialmaschinen, wo knapp 30% aller baden-württembergischen Patentanmeldungen getätigt werden. Die Anteile Baden-Württembergs an den weltweiten Patentanmeldungen erreichen in diesen Feldern 6% bis 8% und liegen damit deutlich oberhalb der gesamten Patentanteile Baden-Württembergs an den weltweiten Patentanmeldungen (Abbildung 8). Darin enthalten sind klassische Technologien, aber auch digitale oder digital anschlussfähige Technologien dieser Branchen. Im Bereich Transport sind die Anteile Baden-Württembergs von 7,4% zu Beginn des neuen Jahrtausends auf 5% der weltweiten Patentanmeldungen zurückgegangen. Darin enthalten sind auch Patente zu neuen Antriebstechnologien (siehe auch das Kapitel 3 zu neuen Feldern). Ein Rückgang der Patentanmeldungen im Kontext von Verbrennungsmotoren zeigt sich in anderen Studien, während die neuen Antriebe und auch die Patente zu Fahrerassistenz bis hin zum autonomen Fahren zugenommen haben (Daimler et al. 2017). Baden-Württemberg erreicht daneben auch bei Mikrostruktur- und Nanotechnologie hohe Anteile (siehe Abbildung 8). Weltweit stammen 4,7% der Patentanmeldungen auf der transnationalen Ebene aus Baden-Württemberg. Gleichzeitig bedeutet dies, dass mehr als die Hälfte aller deutschen Patentanmeldungen in diesem Bereich aus Baden-Württemberg stammen.

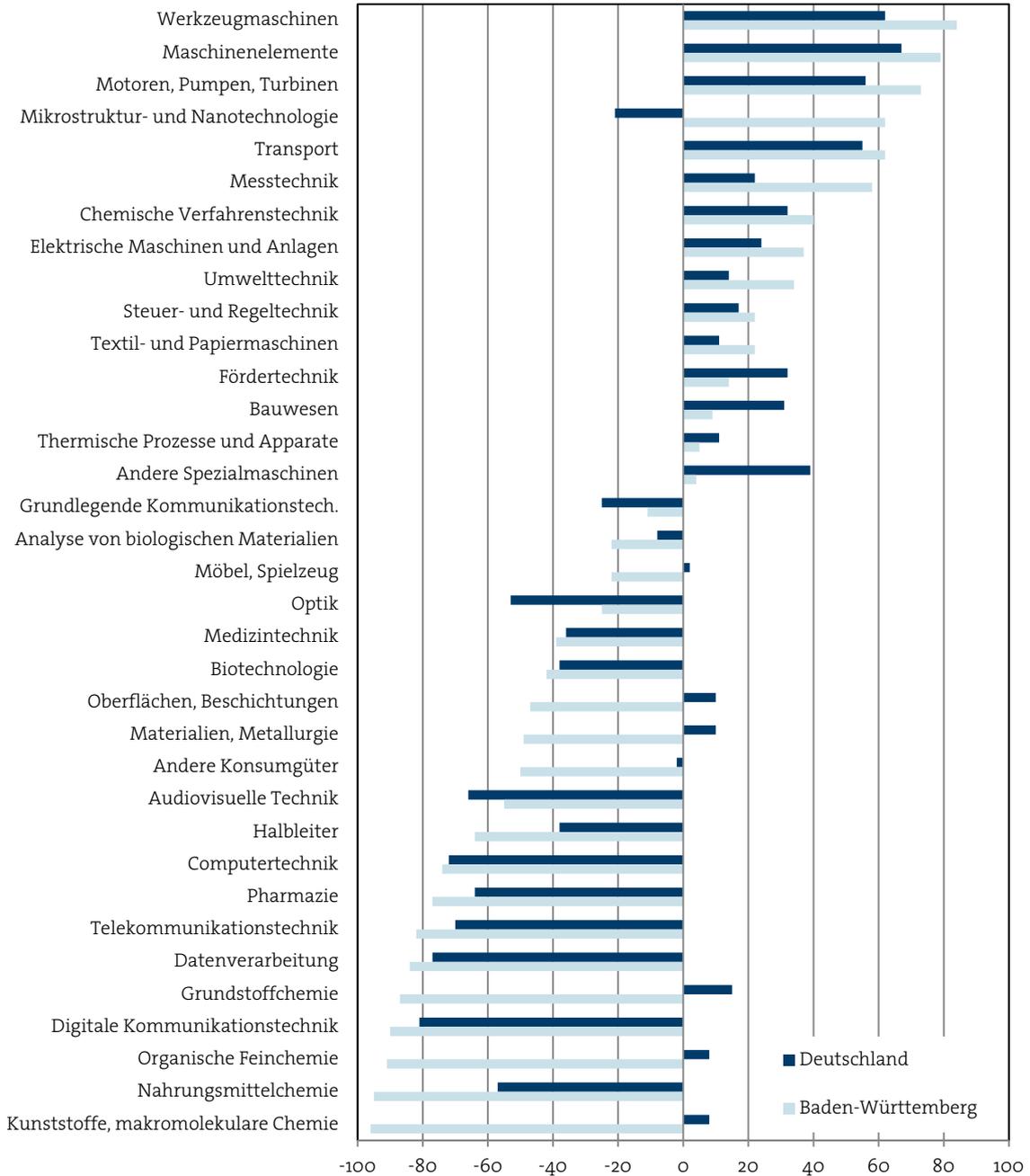
ABBILDUNG 8: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN DEN WELTWEITEN, TRANSNATIONALEN* PATENTANMELDUNGEN IM ZEITRAUM 2015-2017



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

* transnationale Patentanmeldungen sind Patentfamilien mit mindestens einer Anmeldung am Europäischen Patentamt (EPA) oder über das PCT-Verfahren bei der World Intellectual Property Organization (WIPO)

ABBILDUNG 9: SPEZIALISIERUNGSINDEX FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG UND DEUTSCHLAND FÜR TRANSNATIONALE* PATENTANMELDUNGEN IM ZEITRAUM 2015-2017



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

* transnationale Patentanmeldungen sind Patentfamilien mit mindestens einer Anmeldung am Europäischen Patentamt (EPA) oder über das PCT-Verfahren bei der World Intellectual Property Organization (WIPO)

Für das Spezialisierungsprofil – der hierfür berechnete Spezialisierungsindex zeigt analog zur wissenschaftlichen Spezialisierung an, ob ein Feld im Profil Baden-Württembergs ein höheres (positive Werte) oder niedrigeres (negative Werte) Gewicht hat als es im weltweiten Profil einnimmt – Baden-Württembergs (Abbildung 9) resultieren diese Schwerpunktsetzungen in deutlichen komparativen Vorteilen im Maschinenbau sowie bei Motoren, Pumpen, Turbinen und Transport (Fahrzeugbau und Logistik, inkl. Fördertechnik).

Im Maschinenbau gehören hierzu Werkzeugmaschinen, Maschinenelemente, aber auch Textil- und Papiermaschinen sowie elektrische Maschinen und Anlagen. Ein zweites, deutlich ausgeprägtes Feld ist die Messtechnik sowie die Steuer- und Regelungstechnik. In all diesen Feldern hat Baden-Württemberg einen deutlicheren Schwerpunkt als Deutschland insgesamt. Dies gilt auch für die Mikrostruktur- und Nanotechnologien, wo Deutschland sogar unter spezialisiert ist. Positive Spezialisierungsindices und damit komparative Vorteile hat Baden-Württemberg auch im Bereich der Verfahrenstechnik (chemische Verfahrenstechnik, thermische Prozesse, Umwelttechnik), was damit den vierten Schwerpunkt bildet, der sich in den Patenten abbilden lässt. Allerdings sind die vier Schwerpunkte unterschiedlich groß, sowohl bezogen auf die Patente als auch die dahinterstehende Wertschöpfung. Während im Bereich Transport und Fördertechnik knapp 4.000 Patente in drei Jahren angemeldet wurden und im Maschinenbau und elektrischen Maschinen sogar über 5.000 Patente, waren es bei der Verfahrenstechnik 1.300 und bei Mikrostruktur- und Nanotechnologien sogar nur 60.

Leicht unterdurchschnittliche Spezialisierungswerte finden sich für Baden-Württemberg unter anderem in den Bereichen Optik und Medizintechnik. Beide Ergebnisse mögen für manche überraschend sein, lassen sich aber insofern erklären, als im Feld Optik die klassische Optik inklusive Laser abgebildet ist, während entsprechende Teile der Messtechnik oder auch Sensoren – in diesen Bereichen weist Baden-Württemberg durchaus komparative Vorteile auf – in anderen Gruppen enthalten sind. Im Bereich Medizintechnik findet sich eine Vielzahl an kleineren Unternehmen, die teilweise nicht oder nur wenig patentieren, sowie einige wenige größere Unternehmen in Baden-Württemberg. Allerdings muss sowohl für die Optik wie auch die Medizintechnik hervorgehoben werden, dass zahlreiche andere Länder – im Bereich Optik unter anderem China, im Bereich Medizintechnik vor allem die USA, Japan und Südkorea, aber auch kleinere Länder wie die Niederlande oder Neuseeland – massive Aufwendungen für Forschung und Entwicklung und entsprechend auch Marktanteile vorweisen können. Der technologische Wettbewerb ist in den vergangenen Jahren in diesen Bereichen sicher nicht einfacher geworden.

Deutlich unterdurchschnittliche Patentanteile und damit keine komparativen Vorteile zeigen sich im Technologieprofil Baden-Württembergs bei Informations- und Kommunikationstechnologien, in der Chemie und bei Materialien und Kunststoffen. Auch im Bereich der Pharmazie findet sich ein deutlich negativer Spezialisierungsindex, d. h. der Anteil, den entsprechende Patente im Portfolio Baden-Württembergs ausmachen, ist deutlich niedriger als der Anteil weltweit und auch als der Anteil in Deutschland insgesamt. Auch hier gilt, dass in Baden-Württemberg zwar eine nennenswerte Zahl an vergleichsweise kleineren Pharmaherstellern sowie Forschungseinrichtungen und auch einige größere Hersteller vorhanden sind. Im Vergleich zu den massiven FuE-Investitionen und Patentierungsaktivitäten der großen Pharmakonzerne, die unter anderem in der Schweiz oder in den USA angesiedelt sind, fallen die Aktivitäten in Baden-Württemberg jedoch deutlich weniger ins Gewicht.

2.3 EIGENTUMSSTRUKTUREN VON ERFINDUNGEN

Im Kontext der Patentanalysen lässt sich die Frage nach den Eigentumsstrukturen baden-württembergischer Patentanmeldungen anschließen. Patente geben ihrem Eigentümer (in der Regel dem Patentanmelder) das Recht, die geschützte Technologie für eine bestimmte Zeit exklusiv nutzen und vermarkten zu können. Als Gegenleistung muss der Patentanmelder alle Informationen zu seiner Erfindung in der Patentanmeldung veröffentlichen (Adams 2006).

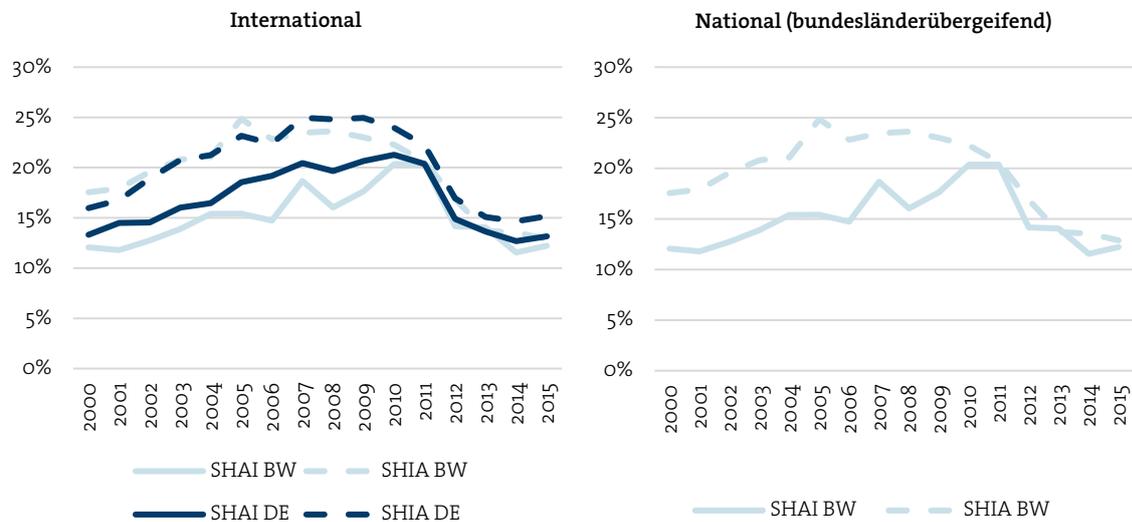
Das Patentsystem wird somit als innovationsförderndes Instrument angesehen, durch das Unternehmen ihre Investitionen aus Forschungs- und Entwicklungsprozessen mindestens wieder erwirtschaften können. Der erfolgreiche Abschluss des Innovationsprozesses ist jedoch noch keine hinreichende Voraussetzung, um die erwarteten Vorteile durch Innovation zu erzielen. Unternehmen müssen sich mögliche Innovationsrenten auch aneignen, wozu eine Patentanmeldung einen ersten Schritt darstellt (Hanel 2008). Vor diesem Hintergrund dient die Analyse der Eigentumsstrukturen der Patentanmeldungen dazu aufzuzeigen, welcher Anteil baden-württembergischer Patente auch tatsächlich baden-württembergischen Unternehmen (Patentanmeldern) gehört oder inwieweit ausländische Unternehmen die Patenteigentümer sind. Es lässt sich ableiten, ob das Vermarktungspotential der Patente im Land bleibt oder bei internationalen Unternehmen liegt. Außerdem kann mit dieser Analyse gezeigt werden, wie stark baden-württembergische Unternehmen im Ausland aktiv sind und dort Patentrechte besitzen.

Zur Beantwortung dieser Fragestellungen wurden, in Anlehnung an die Analysen von Guellec und van Pottelsberghe de la Potterie (2001), zwei Indikatoren berechnet:

- ▶ Der Anteil der Patente mit einem ausländischen Erfinder und einem baden-württembergischen Anmelder an allen Anmeldungen baden-württembergischer Anmelder (SHAI).
- ▶ Der Anteil der Patente mit einem baden-württembergischen Erfinder und einem ausländischen Patentanmelder an allen Anmeldungen baden-württembergischer Erfinder (SHIA).

Der SHAI gibt Aufschluss darüber, inwiefern baden-württembergische Firmen auf Wissen aus dem Ausland zugreifen und dies für eigene Erfindungen nutzen (linke Seite von Abbildung 10, im Zeitverlauf). Am aktuellen Rand beträgt der Anteil der ausländischen Erfinder an allen Anmeldungen Baden-Württembergs etwa 12%. Dieser Wert liegt knapp unter dem deutschen Gesamtdurchschnitt von 13%. Interessant ist hierbei, dass der Anteil bis 2012 über die Jahre hinweg angestiegen ist. Danach ist – wie auch im gesamtdeutschen Vergleich – ein deutlicher Rückgang zu erkennen. Dies gilt jedoch nicht nur für den SHAI, sondern auch für den Anteil der Patente mit einem baden-württembergischen Erfinder und einem ausländischen Patentanmelder (SHIA). Dieser liegt in Baden-Württemberg am aktuellen Rand bei 13% und zeigt an, inwiefern ausländische Anmelder in Baden-Württemberg FuE-Leistungen abrufen oder in Niederlassungen selbst erbringen. Auch hier ist Baden-Württemberg leicht unter dem gesamtdeutschen Durchschnitt von 15% verortet und es kommt zu einem Rückgang seit 2012. Insgesamt halten sich SHIA und SHAI damit allerdings die Waage. Es wird jedoch deutlich, dass sich nicht nur baden-württembergische Unternehmen weniger stark internationalisieren, sondern dies seit 2012 auch für ausländische Unternehmen in Baden-Württemberg zutrifft.

ABBILDUNG 10: SHIA UND SHAI BADEN-WÜRTTEMBERGS UND DEUTSCHLANDS



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Anmerkungen: SHAI: Anteil der Patente mit einem ausländischen Erfinder und einem baden-württembergischen/deutschen Anmelder an allen Anmeldungen baden-württembergischer/deutscher Anmelder. SHIA: Anteil der Patente mit einem baden-württembergischen/deutschen Erfinder und einem ausländischen Patentanmelder an allen Anmeldungen baden-württembergischer/deutscher Erfinder.

Um diese Trends einordnen zu können ist es wichtig, sich mit den grundsätzlichen Motiven der Internationalisierung zu befassen. Internationalisierung erleichtert einerseits den Zugang zu internationalen Märkten und Ressourcen, dient zum anderen aber auch dem Austausch von Wissen über die Landesgrenzen hinweg (Belitz et al. 2006; Cantwell und Janne 1999; Dalton und Serapio 1999; Patel und Vega 1999; UNCTAD 2005). Bei der Internationalisierung der Forschungs- und Entwicklung gilt es hier jedoch zu bedenken, dass im Zuge der Internationalisierung auch Wissen abfließt, weshalb sich Unternehmen häufig auch weniger stark bei ihren individuellen Stärken internationalisieren, sondern eher dort, wo der Wissens- und Ressourcenzugang im Vordergrund steht.

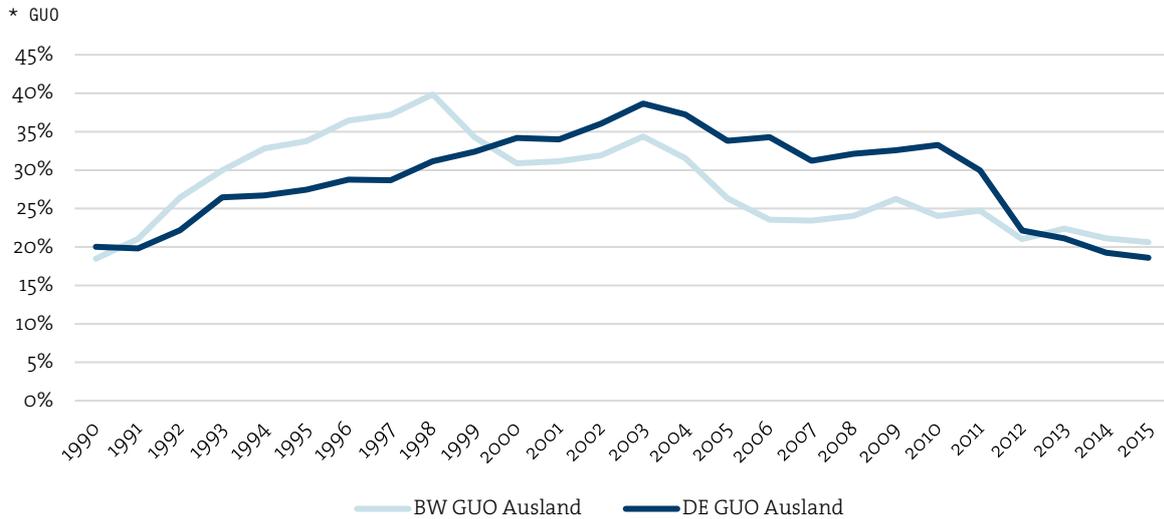
Die rückläufigen Trends bei SHAI und SHIA sind allerdings nicht nur international, sondern auch national zu erkennen (Abbildung 10, rechte Seite). Auch hier werden Anteile von 13% (SHAI) und 12% (SHIA) erreicht, wobei diese Werte Anfang der 2000er noch etwas höher lagen. Hier wird ein Abschwung besonders nach der Finanzkrise des Jahres 2009 deutlich, was auch als Erklärung für die international rückläufigen Trends dienen kann. Im internationalen Vergleich, also bei Anmeldern bzw. Erfindern aus dem Ausland, liegt Baden-Württemberg nahe am bundesdeutschen Mittel.

Neben der aggregierten Sichtweise des SHIA und des SHAI lassen sich weitere Analysen des globalen Eigentümers⁷ (Global Ultimate Owner, GUO) anschließen. Hierdurch können Patente ihrem eigentlichen Eigentümer

7 Diese Information ist in der Patentdatenbank PATSTAT nicht enthalten, sondern ist nur durch eine Verbindung von PATSTAT mit der Unternehmensdatenbank ORBIS verfügbar. Die beiden Datenbanken wurden auf Ebene des Unternehmensnamens bzw. des Patentanmelders mit Hilfe eines String-Matching Algorithmus miteinander verknüpft. Ein GUO ist die Organisation bzw. das Unternehmen, das weltweit gesehen an der Spitze der Unternehmensbesitzstruktur steht.

bzw. dem Mutterkonzern⁸ zugeordnet werden, was vor dem Hintergrund weit verzweigter Unternehmensstrukturen mit diversen Unternehmenstöchtern von Interesse ist. Auf diese Weise können die Top-Anmelder Baden-Württembergs aus der Sicht des Eigentümers betrachtet werden.

ABBILDUNG 11: ANTEIL DER BADEN-WÜRTTEMBERGISCHEN FIRMTEN MIT GUO* (GLOBALER EIGENTÜMER) IM AUSLAND



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Analysen des GUO (Abbildung 11) weisen auf einen ähnlichen Trend hin, der auch schon beim Anteil der ausländischen Patentanmelder erkennbar war, nämlich einem Rückgang von Eigentümern aus dem Ausland. Dies ist für Baden-Württemberg sowie Deutschland insgesamt der Fall, wobei der Trend in Baden-Württemberg bereits deutlich früher, nämlich Anfang der 2000er bzw. verstärkt nach der Krise des so genannten "Neuen Marktes" am Anfang des Jahrtausends, einsetzte. In Deutschland startet dieser Trend erst ab 2004, vorher war noch ein Wachstum ausländischer Mutterkonzerne erkennbar. Nach 2007 kam es in Deutschland und eingeschränkt auch in Baden-Württemberg noch einmal zu einem leichten Aufschwung, wobei allerdings spätestens nach der Finanzkrise des Jahres 2009 ein erneuter Abschwung deutlich wird.

Bei den Herkunftsländern des Global Ultimate Owners (Abbildung 12) zeigen sich noch einmal leichte Unterschiede zwischen Deutschland und Baden-Württemberg, auch wenn die USA mit ca. 30% den größten Anteil der Mutterkonzerne in Deutschland und Baden-Württemberg stellt. In Baden-Württemberg kommt jedoch ein deutlich größerer Anteil der Mutterkonzerne aus der Schweiz (ca. 20%), was vor allem durch die geografische Nähe begründet werden kann, während die Niederlande in Deutschland insgesamt höhere Anteile verzeichnet (11% in Deutschland gegenüber 6% in Baden-Württemberg). Frankreich hat mit ca. 10% etwa gleich große Anteile in Deutschland sowie in Baden-Württemberg. Der Anteil der Mutterkonzerne aus asiatischen Ländern ist in Baden-Württemberg geringer als im gesamtdeutschen Durchschnitt. Während in Deutschland insgesamt ca. 9% der GUOs ihren Firmensitz in Japan und etwa 4% in China haben, belaufen sich diese Anteile in Baden-Württemberg nur auf 6% für Japan und ca. 1% für China.

⁸ Hier wurden nur die Unternehmen analysiert, die auch einen globalen Eigentümer haben (und nicht eigenständig sind). Dies dient zum einen der besseren Vergleichbarkeit. Zum anderen ist in Orbis nicht erfasst, ob eine fehlende Information zum globalen Eigentümer bedeutet, dass ein Unternehmen eigenständig ist oder ob diese Information nicht verfügbar ist.

ABBILDUNG 12: ANTEILE DER AUSLÄNDISCHEN GUOS NACH LAND DES MUTTERKONZERNS, BADEN-WÜRTTEMBERG (LINKS) UND DEUTSCHLAND (RECHTS)



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die größten GUO in Baden-Württemberg aus Sicht der Anzahl der Patentanmeldungen sind der Pharma-Konzern Hoffmann-La Roche AG mit Hauptsitz in Basel, gefolgt vom französischen Automobilzulieferer Valeo mit Sitz in Paris, dem Sensorenhersteller SICK Inc. mit Hauptsitz in Minneapolis⁹ (USA) und der Endress+Hauser AG, einem Anbieter von Messgeräten und Lösungen für die industrielle Verfahrenstechnik mit Sitz in Reinach bei Basel. Weitere große ausländische GUOs in Baden-Württemberg sind Rolls Royce, Liebherr mit Hauptsitz in der Schweiz, NEC, Harman International und Asea Brown Boveri (ABB).

2.4 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Man schätzt, dass sich das Wissen der Menschheit alle 10-15 Jahre verdoppelt (de Solla Price 1986; Sweeney 2001; Major et al. 2010). Die Menge an gespeicherter Information, die nicht notwendigerweise dem Wissen entspricht, verdoppelt sich sogar alle zwei Jahre. Hinzu kommt, dass Technologien komplexer werden und häufig Disziplinen-übergreifendes Wissen verlangen. Schließlich gibt es auch empirische Evidenz dafür, dass Innovationen immer mehr Aufwand und mehr Investitionen benötigen, um hervorgebracht zu werden (Rammer et al. 2017; Daimler et al. 2017).

Das alles führt dazu, dass die Bedeutung von Zusammenarbeit und Wissensaustausch in den letzten Jahren nochmals deutlich zugenommen hat. Kaum ein Unternehmen oder eine Forschungsorganisation ist in der Lage alle Aspekte eines Themas oder einer Technologie vollständig abzudecken. Hinzu kommt, dass durch die Komplexität des Wissens gleichzeitig auch eine Spezialisierung in einzelnen Teilbereichen stattfindet. Mit Hilfe von Kooperationen, ebenso wie auf Basis von Technologietransfer, kann unterschiedlich spezialisiertes Wissen zusammengeführt werden. Ein weiterer Aspekt ist, dass das Vorhalten oder Erarbeiten speziellen Wissens meist sehr aufwendig und bisweilen auch gar nicht möglich ist. Das Konzept der offenen Innovation, wie es zunächst im Innovationsmanagement von Unternehmen angedacht wurde, wird mittlerweile auch auf ganze Wissenschafts- oder Innovationssysteme übertragen. Unternehmen und Forschungseinrichtungen können nach diesem Konzept Wissen von außen nutzen, ohne es selbst aufwendig erarbeiten zu müssen, was zu einer Kosteneffizienz führt.

⁹ Die Sick Inc. als Mutterkonzern ist hierbei in den USA aktiv, obwohl das Unternehmen ursprünglich in Deutschland gegründet wurde und die Sick AG noch immer ihren Hauptsitz in Waldkirch im Breisgau hat.

Gleichzeitig geben sie auch selbst erzeugtes Wissen nach außen ab und können so eine Verwertung oder auch nur eine zusätzliche Verwertung erzielen.

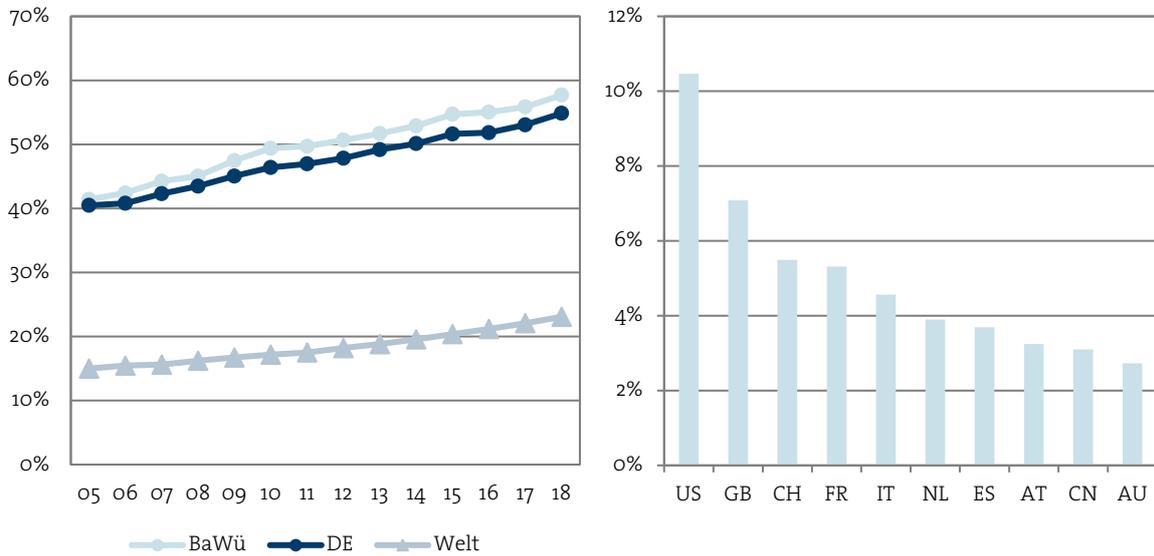
Häufig ist der Wissens- und insbesondere der Technologietransfer nicht formalisiert und damit auch nicht dokumentiert oder findet auf der Basis von bilateralen Verträgen statt, die nicht öffentlich werden. Insofern ist es schwierig, die Zusammenarbeit über Institutionengrenzen hinweg vollständig zu erfassen. Möglichkeiten bestehen jedoch dort, wo sich die Zusammenarbeit in dokumentierten und veröffentlichten Outputs niederschlägt. Hierzu gehören im wissenschaftlichen Kontext die Zeitschriftenveröffentlichungen und bezogen auf Technologien die Patente.

Die internationale Zusammenarbeit ist in diesem Zusammenhang von besonderem Interesse, weshalb an dieser Stelle die internationalen Ko-Publikationen und die internationalen Ko-Patente analysiert werden (Abbildung 13 ff.). Dies sind Publikationen bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei Ländern beteiligt sind bzw. Patente, bei denen Erfinderrinnen und Erfinder aus mindestens zwei Ländern genannt werden. Bei internationalen Ko-Publikationen stehen meist Kooperationen zwischen zwei wissenschaftlichen Partnern dahinter, in manchen Fällen auch eine Zugehörigkeit einer Person zu zwei oder mehr Institutionen. Im Fall von internationalen Ko-Patenten handelt es sich in einigen Fällen um Kooperationen von Unternehmen mit Partnern im Ausland, in den weitaus meisten Fällen jedoch um unternehmensinterne Projektkooperationen über Standorte hinweg. Größere Unternehmen und Konzerne mit Laboren oder Forschungseinrichtungen im Ausland haben entsprechend eine größere Wahrscheinlichkeit, internationale Ko-Patente anzumelden.

2.4.1 WISSENSCHAFTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN

Der Anteil der internationalen Ko-Publikationen unter den weltweiten Veröffentlichungen in der Scopus-Datenbank ist in den letzten gut zehn Jahren von ca. 15% auf 23% deutlich angestiegen. Baden-Württemberg, wie auch Deutschland insgesamt, erreicht deutlich höhere Anteile von zuletzt 58% bzw. 55%. Auch hier sind die Werte im Zeitverlauf deutlich angestiegen von ehemals ca. 40% in der Mitte der letzten Dekade (Abbildung 13, links). Kleinere Länder wie beispielsweise die Schweiz oder Österreich erreichen tendenziell höhere Anteile internationaler Ko-Publikationen, da die Forschungseinrichtungen in diesen Ländern weniger wahrscheinlich nationale Partner finden und insofern häufiger mit dem Ausland kooperieren. Größere Länder wie beispielsweise die USA oder China haben hingegen kleinere Anteile, da Partner leicht auch national gefunden werden können. Im Vergleich zu Ländern ähnlicher Größenordnung kann die wissenschaftliche Kooperationsintensität für Deutschland und auch für Baden-Württemberg als durchaus hoch eingeschätzt werden.

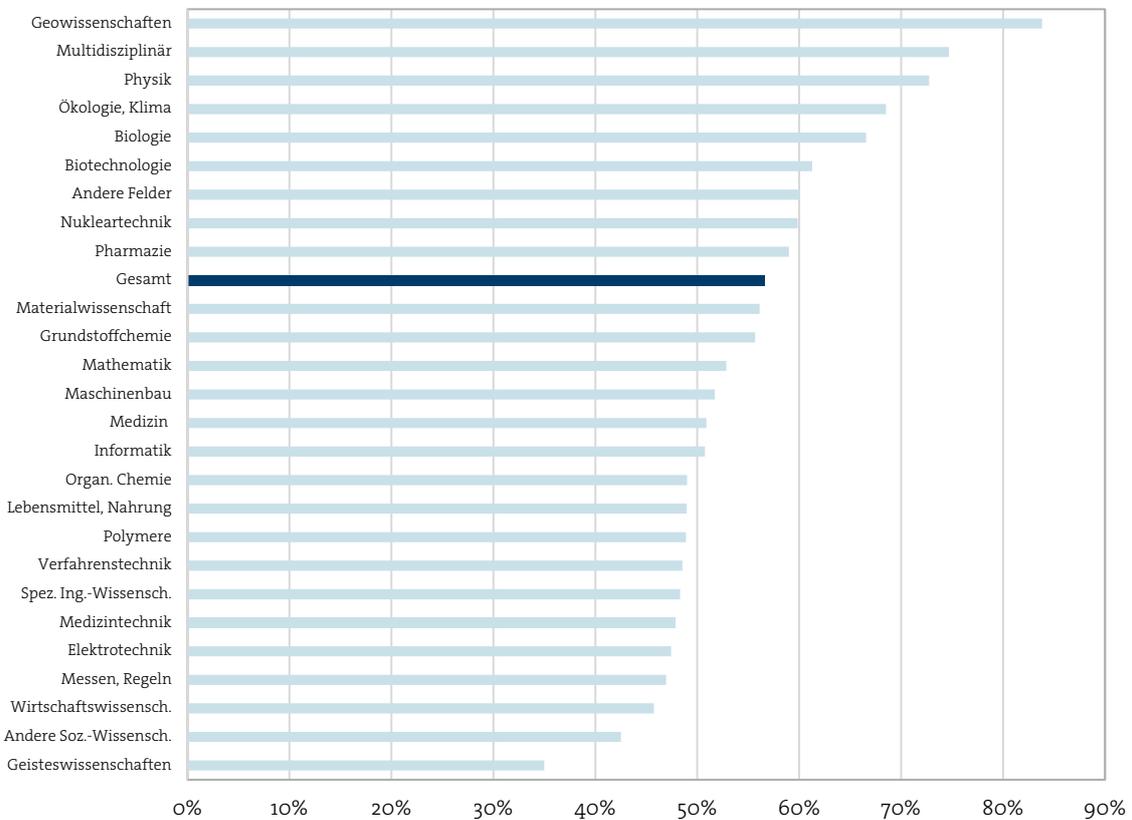
ABBILDUNG 13: ANTEILE INTERNATIONALER KO-PUBLIKATIONEN AN ALLEN PUBLIKATIONEN FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG, DEUTSCHLAND UND DIE WELT (LINKS) UND WICHTIGSTE PARTNERLÄNDER FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG NACH DEM ANTEIL DER KO-PUBLIKATIONEN, 2016-2018 (RECHTS)



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Als wichtigstes Partnerland für Baden-Württemberg erweisen sich die USA mit einem Anteil von 10,5% an allen Publikationen, gefolgt von Großbritannien mit 7,1% in den Jahren 2016-2018 (Abbildung 13, rechts). Neben der Bevölkerungszahl der beiden Länder sind die englische Sprache und das wissenschaftliche Renommee für diese Rangplätze ausschlaggebend. Die übrigen Partnerländer zeichnen sich durch eine geographische Nähe – sie liegen allesamt in Europa – und im Falle der Schweiz und Österreichs auch durch sprachliche Nähe aus. Autorinnen und Autoren aus der Schweiz und aus Frankreich werden bei 5,5% bzw. 5,3% aller Publikationen Baden-Württembergs auf der Veröffentlichung genannt. Im Falle Italiens sind es 4,6% und im Fall der Niederlande 3,9%. Spanien erreicht einen Anteil von 3,7% und Österreich von 3,2%. Es gibt jedoch auch Überschneidungen, bei denen Partner aus unterschiedlichen Ländern für eine Publikation zusammenarbeiten, so dass sich die Anteile zu mehr als den 58% der internationalen Ko-Publikationen Baden-Württembergs (Abbildung 13, links) summieren.

ABBILDUNG 14: ANTEILE INTERNATIONALER KO-PUBLIKATIONEN AN ALLEN PUBLIKATIONEN BADEN-WÜRTTEMBERGS NACH DISZIPLINEN, 2016-2018



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

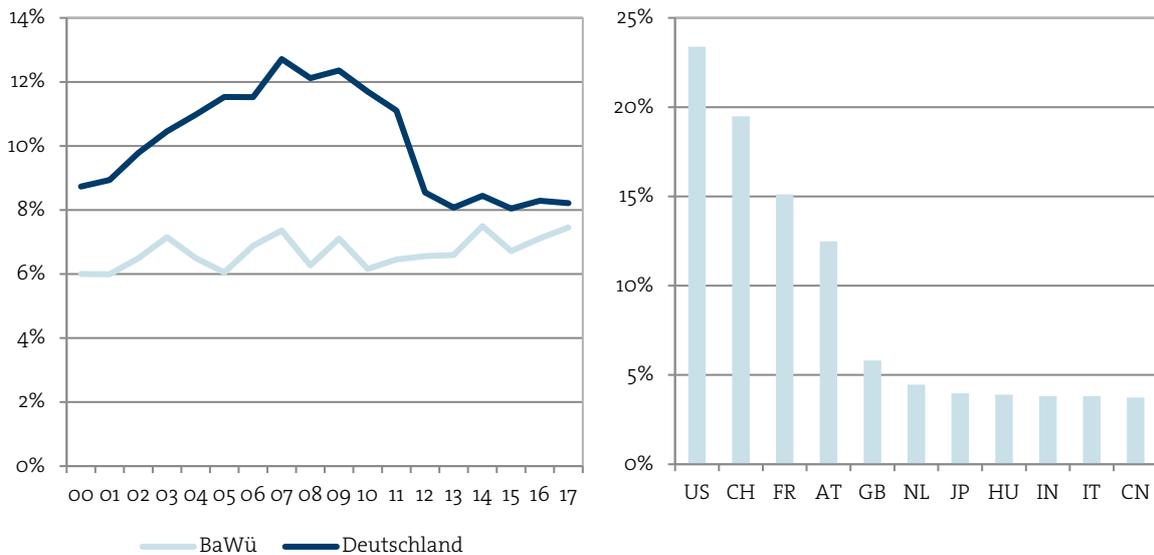
Bezogen auf die Wissenschaftsfelder (Abbildung 14) stehen Geowissenschaften und Physik bei internationalen Ko-Publikationen in Baden-Württemberg an der Spitze, gefolgt von Ökologie und Biologie sowie Biotechnologie, die jeweils Anteile von mehr als 60% erreichen. Zu den weiteren überdurchschnittlichen Feldern gehören neben der Pharmazie auch die kleineren Felder "Multidisziplinär" und Nukleartechnik. Die meisten Felder erreichen Werte um die 50%, darunter auch die Medizin, die Informatik oder der Maschinenbau. Die Geistes- und Sozialwissenschaften haben auch in Baden-Württemberg, wie in Deutschland insgesamt, die niedrigsten Anteile internationaler Ko-Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften.

2.4.2 PATENTE

Die Anteile internationaler Ko-Patente aus Baden-Württemberg schwanken über die gesamte Beobachtungsperiode um die 6-7,5%, während sie für Deutschland insgesamt in den Spitzenzeiten in der Mitte der vergangenen Dekade mit über 12% und zuletzt mit gut 8,2% erkennbar höher liegen (Abbildung 15, links). Wichtigstes Partnerland Baden-Württembergs mit 23,4% aller Ko-Patente sind auch hier die USA (Abbildung 15, rechts), jedoch mit deutlich geringerem Abstand zur Schweiz mit 19,5% und Frankreich mit 15,4%. Etwa 12,5% aller baden-württembergischen Patentanmeldungen werden gemeinsam mit Erfinderinnen und Erfindern aus Österreich getätigt. Die übrigen sechs Länder in der Top-10-Liste Baden-Württembergs sind mit deutlichem Abstand Großbritannien, die Niederlande, Japan, Ungarn, und auf Rang neun auch Indien, gleichauf mit Italien und China. Neben den Größeneffekten der Länder sind bei Patenten deutlich stärker als bei Publikationen die Marktinteressen bzw. die

Marktaktivitäten der Unternehmen handlungsleitend. Unternehmen gehen mit (Teilen) ihrer FuE ins Ausland entweder um die dortigen Märkte zu erschließen oder um zusätzlich auch noch dort vorhandenes Wissen zu erschließen (UNCTAD 2005; Thursby und Thursby 2006; Kafouros et al. 2008; Belitz et al. 2006; Belitz 2017). Insofern tauchen unter den Top 10 neben der größten Volkswirtschaft der Welt, den USA, und den europäischen Nachbarländern auch die größeren asiatischen Volkswirtschaften auf.

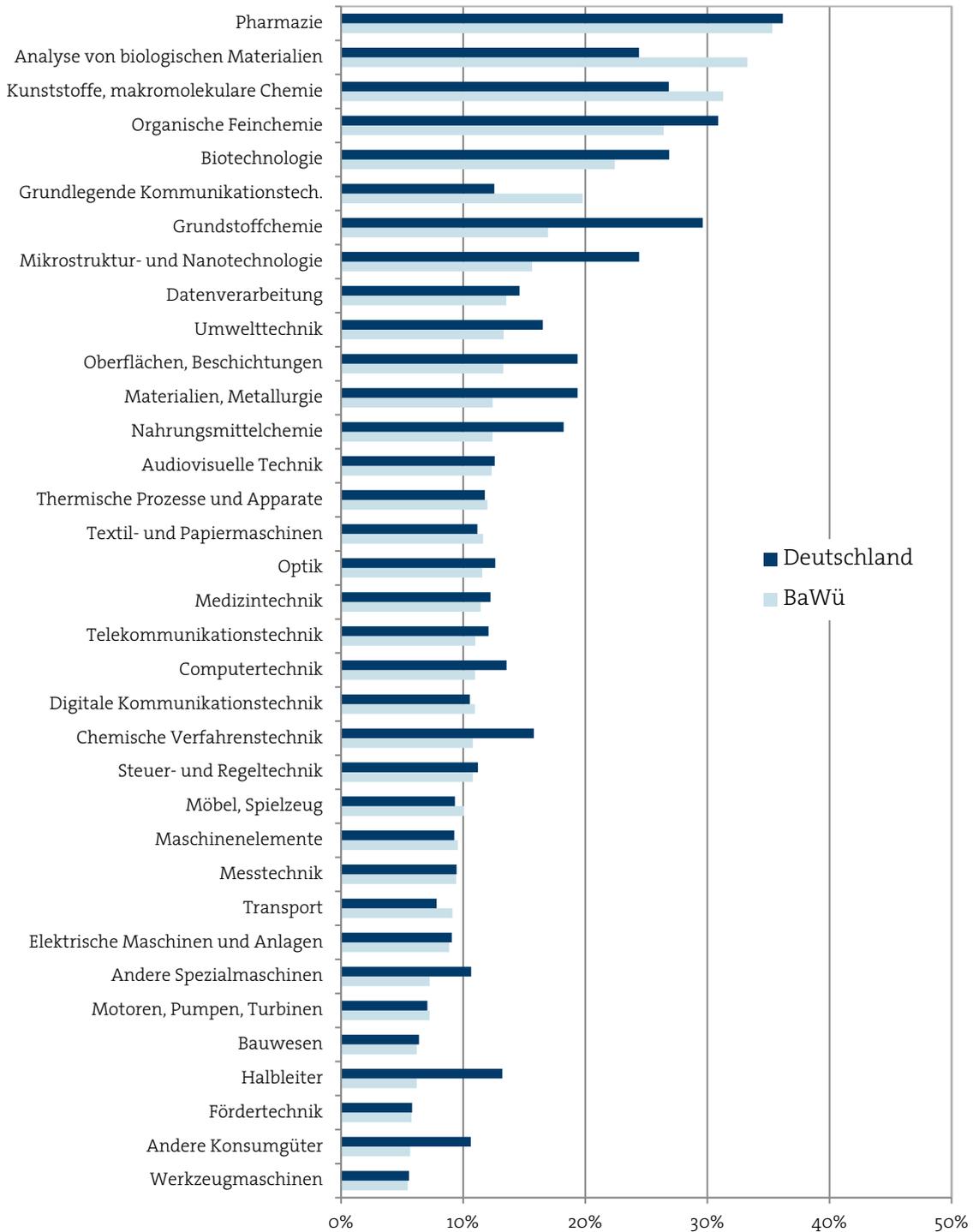
ABBILDUNG 15: ANTEILE INTERNATIONALER KO-PATENTE AN ALLEN PATENTANMELDUNGEN BADEN-WÜRTTEMBERGS UND DEUTSCHLANDS, 2000-2017 (LINKS) UND WICHTIGSTE PARTNERLÄNDER FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG NACH DEM ANTEIL DER KO-PATENTE (RECHTS), 2015-2017



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Chemie, Pharmazie und auch Biologie sowie verwandte Technologiefelder wie Kunststoffe gehören in Baden-Württemberg, ähnlich wie in Deutschland insgesamt, zu den Ko-Patent-intensivsten Bereichen (Abbildung 16). Deutliche Unterschiede zu Deutschland insgesamt ergeben sich bei Mikrostruktur- und Nanotechnologien sowie bei der Grundstoffchemie, wo Deutschland insgesamt deutlich intensiver länderübergreifend kooperiert. Die Medizintechnik, die Optik oder auch die Informations- und Kommunikationstechnologien liegen bei der Verteilung der internationalen Ko-Patente Baden-Württembergs im Mittelfeld. Am unteren Ende stehen die weiteren Maschinen, die Fördertechnik, aber auch Maschinenelemente sowie Motoren, Pumpen und Turbinen. Begründet werden kann dies aus zwei Perspektiven. Einerseits ist der Maschinenbau deutlich stärker als viele andere Technologiefelder von kleinen und mittelständischen Unternehmen geprägt, die sehr selten Forschungseinrichtungen im Ausland unterhalten oder mit ausländischen Forschungseinrichtungen kooperieren. Andererseits sind die Kompetenzen im Bereich Maschinenbau innerhalb Deutschlands so hoch – und dies wird durch die Größe des Landes unterstützt – so dass national leichter Partner gefunden werden können als beispielsweise in der Feinchemie oder bei Nanotechnologien. Ein weiterer Grund ist sicherlich, dass mittelständisch geprägte Unternehmen von Forschungsk Kooperationen eher Abstand nehmen, um ungewollte Wissens- und Technologieabflüsse zu verhindern. Allerdings, dies belegt die jüngere sowohl theoretische wie auch empirische wissenschaftliche Literatur, steigen die Chancen auf Innovation und kosteneffiziente Entwicklung mit der Offenheit und im Austausch deutlich an (Chesbrough 2003; von Hippel und von Krogh 1998; Frietsch et al. 2018). Insofern tun auch die mittelständischen Unternehmen gut daran, ihre Kooperationsintensität zu erhöhen und einen intensiveren Austausch sowohl mit anderen Unternehmen wie auch mit Forschungseinrichtungen zu prüfen.

ABBILDUNG 16: ANTEILE INTERNATIONALER KO-PATENTE AN ALLEN PATENTANMELDUNGEN NACH TECHNOLOGIEFELDERN, 2015-2017 (PRIORITÄTSJAHR)



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

2.5 WACHSTUMSFELDER IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Der Schwerpunkt dieses Abschnitts ist die Analyse von Wachstumsefeldern innerhalb des baden-württembergischen Technologie- und Wissenschaftsportfolios. Hierbei liegt das Erkenntnisinteresse in der Identifikation dynamischer und schnell wachsender Felder, um Trends in der Technologieentwicklung frühzeitig erkennen zu können. Auf diese Art können beispielsweise Schlüsseltechnologien bzw. -disziplinen identifiziert werden, die künftig die erfolgreiche Weiterentwicklung des baden-württembergischen Branchenmixes vorantreiben können. Auf der anderen Seite kann bereits in diesem Stadium abgeleitet werden, wo Baden-Württemberg komparative Vorteile aufweist, die sich in zukünftigen Marktpotenzialen niederschlagen können.

Zur Identifikation der Wachstumsefelder wird auch an dieser Stelle auf Patentindikatoren sowie bibliometrische Indikatoren zurückgegriffen. Patente gelten als zentrale Outputindikatoren für Forschungs- und Entwicklungsprozesse, gerade wenn technologische Innovationen im Mittelpunkt stehen (Freeman 1982; Grupp 1997), während die Bibliometrie auf die Bewertung des wissenschaftlichen Potenzials eines Landes abzielt.

Zur Identifikation der Wachstumsefelder bei Patenten wurde die Internationale Patentklassifikation (IPC) verwendet, mit der Patentanmeldungen nach ihren technologischen Implikationen eingeordnet werden. Auf Basis der IPC-Klassen¹⁰ wurde ein mehrstufiges Verfahren zur Identifikation der Wachstumsefelder angewandt. Ein analoges Verfahren wurde für die wissenschaftlichen Publikationen gewählt, wobei hier auf die Klassifikation wissenschaftlicher Disziplinen der Scopus-Datenbank zurückgegriffen wurde.

Im ersten Schritt wurden diejenigen Patentklassen von der Analyse ausgeschlossen, in denen Baden-Württemberg im Jahr 2015 weniger als 20 Patente angemeldet hatte. Es wurde also auf Felder mit einer gewissen Mindestgröße innerhalb des baden-württembergischen Technologieportfolios fokussiert. Für die Publikationen wurde analog ein Wert von mindestens 100 Publikationen pro Jahr angesetzt. In einem zweiten Schritt wurden Wachstumsraten¹¹ der Patente bzw. Publikationen innerhalb der Felder berechnet. Diese zeigen an, welche Felder bzw. Disziplinen sich – bezogen auf die Patentanmeldungen und Publikationen – in den letzten Jahren besonders dynamisch entwickelt haben, wobei hier das Wachstum in einer eher kurzfristigen Sicht zwischen 2010 und 2015 (Patente) bzw. 2012 bis 2017 (Publikationen) untersucht wird.¹² Die Wachstumsraten der Patentanmeldungen und Publikationen Baden-Württembergs wurden anschließend in Beziehung zu den weltweiten Wachstumsraten in den jeweiligen Feldern gesetzt. Die 20 Felder, die auf diesem Indikator - d.h. dem Wachstum Baden-Württembergs im Vergleich zum weltweiten Wachstum - den höchsten Wert im Vergleich zu den anderen Feldern aufwiesen wurden dann zur weiteren Analyse ausgewählt, da diese im weltweiten Vergleich als besonders dynamische Felder angesehen werden können.¹³ Im dritten Schritt wurden für die ausgewählten Technologiefelder und Disziplinen die Anteile Baden-Württembergs an den weltweiten Patentanmeldungen bzw. Publikationen berechnet. Hierdurch wird deutlich, ob es sich um vergleichsweise große oder kleine Felder im baden-württembergischen Technologie- und Wissenschaftsportfolio handelt. In einem finalen Schritt wurden die Anteile der Technologiefelder und Disziplinen in Beziehung zu den Wachstumsraten gesetzt und in einem Koordinatensystem abgetragen. Auf diese Art kann gezeigt werden, welche Bedeutung den einzelnen Feldern im baden-württembergischen Technologie- bzw. Wissenschaftsportfolio zukommt.

10 Die Analyseeinheiten sind hierbei Unterklassen (4-Steller) der Internationalen Patentklassifikation (IPC).

11 Hierzu wurde die Compound Annual Growth Rate (CAGR) berechnet.

12 Um den jeweils abbildbaren aktuellen Rand darzustellen, wurden hier zwei unterschiedliche Zeiträume für Patente und Publikationen verwendet.

13 Um hierbei eine konsistente Auswahl zu treffen und Artefakte durch Ausreißer zu vermeiden, wurden nicht nur die CAGR (Compound Annual Growth Rate/diskrete Wachstumsrate) für 2005 und 2010 bis 2015, sondern auch die CAGR für 2004 und 2010 bis 2014 berechnet. Nur wenn ein Feld in den jeweiligen Vergleichszeiträumen auch überdurchschnittliche Wachstumsraten aufwies, wurde es für die weitere Analyse ausgewählt.

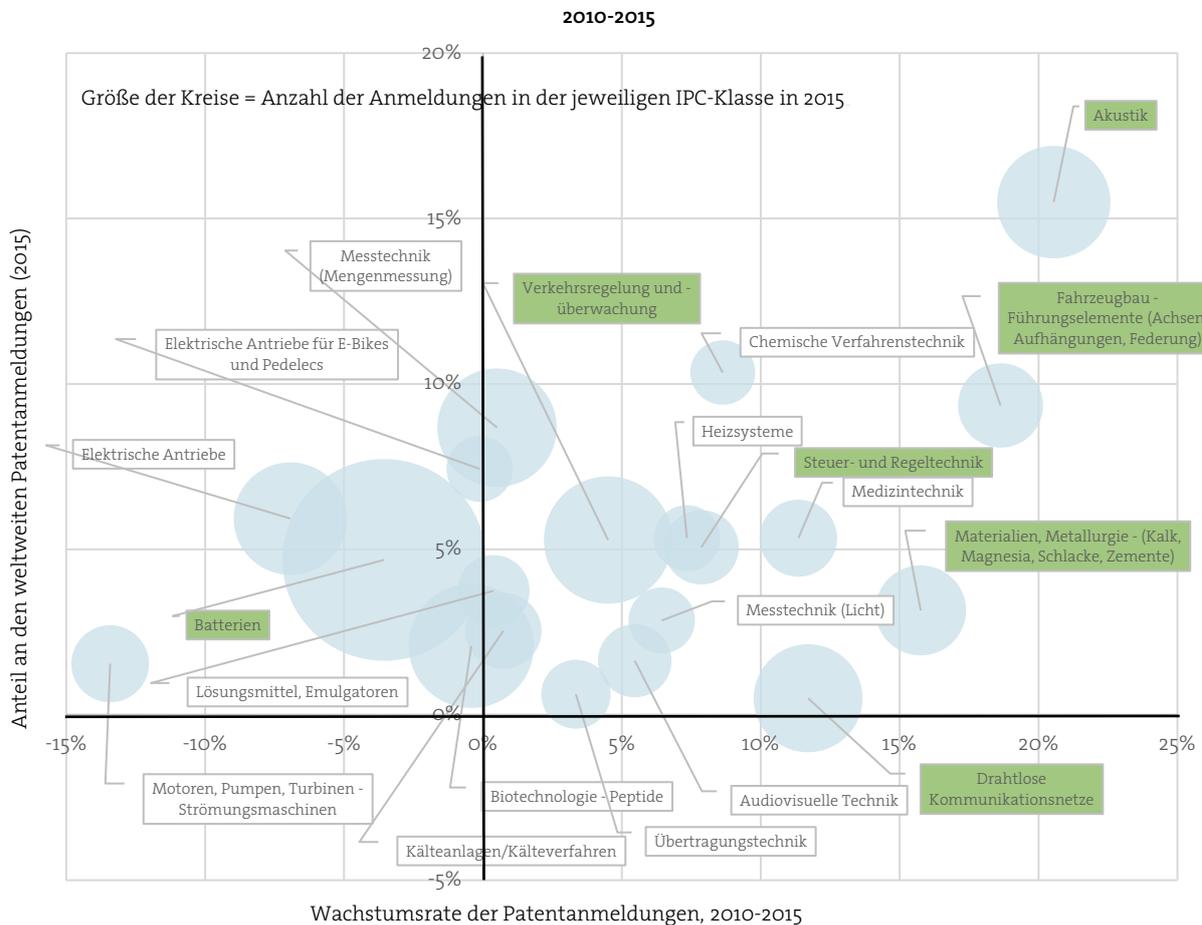
Die Wachstumsfelder in Baden-Württemberg auf Basis von Patenten zwischen 2010 und 2015 sind in Abbildung 17 dargestellt. Die Anteile an den weltweiten Patentanmeldungen sind auf der y-Achse zu finden. Die Wachstumsraten im Vergleich zur Welt deuten auf Dynamiken innerhalb der Felder hin und sind auf der x-Achse abgetragen. Alle Felder, die zwischen 2010 und 2015 gewachsen sind, sind somit rechts der y-Achse zu finden. (Anteilig) große Felder nehmen einen hohen Wert auf der y-Achse ein. Große, stark wachsende Felder befinden sich somit im oberen rechten Quadranten der Abbildung. Die Größe der Kreise zeigt die absolute Anzahl der Anmeldungen in der jeweiligen IPC-Klasse in 2015 und gibt somit Auskunft über die absolute Größe des Feldes in Baden-Württemberg. Die Kreise sind mit einer Namensangabe des aus der IPC-Klasse abgeleiteten Technologiefeldes beschriftet.

Insgesamt ist es wichtig zu beachten, dass ein Feld auch negative Werte aufweisen kann; insofern es in Baden-Württemberg in den letzten fünf Jahren unterdurchschnittlich (im Vergleich zur Welt) gewachsen ist.

Dies gilt hier beispielsweise für Batterien, ein absolut gesehen großes Feld in Baden-Württemberg, das aber auch signifikante weltweite Anteile aufweisen kann. In einer längeren Perspektive seit 2005 war noch ein deutliches Wachstum auch in Baden-Württemberg zu verzeichnen, das in den fünf Jahren zwischen 2010 und 2015 nicht erreicht wurde. Dies liegt weitestgehend am Rückgang der Anteile bei den beiden Technologiegruppen der Lithium-Akkumulatoren und der Herstellung sowie Instandhaltung von Sekundärelementen und Gehäusen für Batterien, die jeweils relativ große Subfelder der Batterien darstellen (diese sind nicht einzeln in der Abbildung dargestellt, hier ist nur das Feld "Batterien" insgesamt gezeigt). Kleinere Felder innerhalb der Batterien, wie Hybridzellen und die Herstellung und Anordnung von Primärzellen sind auch in der Zeit seit 2010 überdurchschnittlich gewachsen.

Insgesamt lassen sich einige sehr dynamische Felder erkennen. Dazu gehören neben der Akustik auch drahtlose Kommunikationsnetze. Hier hat Baden-Württemberg zwar absolut gesehen vergleichsweise viele Patentanmeldungen und das Wachstum ist weltweit überdurchschnittlich. Trotz allem sind in diesem Feld weltweit gesehen bisher nur kleinere Anteile Baden-Württembergs erkennbar, es besteht also noch Nachholbedarf um international größere Marktanteile erreichen zu können. Etwas anders stellt es sich bei der Verkehrsregelung und -überwachung dar. In diesem Feld kann ein weltweiter Anteil von 5% erreicht werden (zum Vergleich: die Anteile Baden-Württembergs an allen Patentanmeldungen variierte in den Jahren 2010 bis 2015 zwischen 3,4% und 2,5%). Zu den absolut gesehen etwas kleineren, aber trotzdem sehr dynamischen und im weltweiten Vergleich anteilig starken Feldern, zählen der Fahrzeugbau (hier speziell Führungselemente (Achsen, Aufhängungen, Federung) sowie die Steuer- und Regelungstechnik. Ebenfalls wachstumsstark zeigen sich Materialien mit Fokus auf Mörtel und Zemente, beispielsweise Polycarboxylat-Zemente, und Keramikwerkstoffe. Bei diesen Feldern kann Baden-Württemberg in den letzten Jahren weltweit hohe Anteile aufweisen.

ABBILDUNG 17: DYNAMISCHE TECHNOLOGIEFELDER IN BADEN-WÜRTTEMBERG, ANALYSE AUF GRUNDLAGE VON PATENTANMELDUNGEN

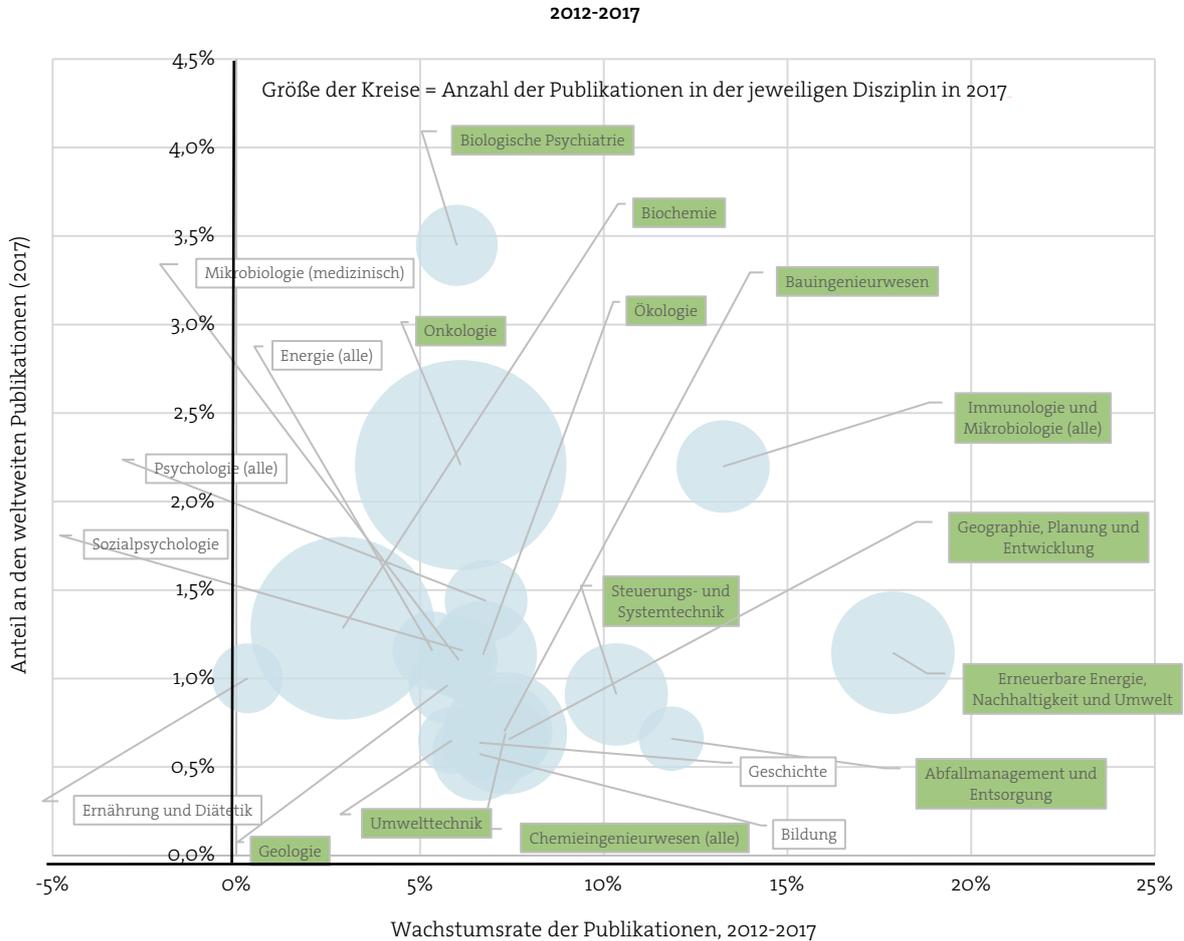


Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Anmerkungen: Größe der Kreise: Anzahl der baden-württembergischen Anmeldungen in der jeweiligen IPC-Klasse in 2015. Der Kreis für Batterien beispielsweise umfasst 206 Patentanmeldungen zwischen 2010 und 2015, während der Kreis für chemische Verfahrenstechnik 21 Patentanmeldungen im gleichen Zeitraum umfasst. Im Fall der Akustik oben rechts finden sich 64 Patente. Die Wachstumsrate im Beobachtungszeitraum lag bei ca. 21% und der Anteil Baden-Württembergs an den weltweiten Patentanmeldungen liegt mit 15% auf einem bemerkenswerten Niveau. Alle Felder, die in Baden-Württemberg zwischen 2010 und 2015 gewachsen sind, sind rechts der y-Achse zu finden. (Anteilig) große Felder nehmen einen hohen Wert auf der y-Achse ein. Große, stark wachsende Felder befinden sich somit im oberen rechten Quadranten der Abbildung. Grüne Markierung: Im Text genannte Felder.

Die schnell wachsenden Wissenschaftsdisziplinen bzw. Wissenschaftsbereiche in Baden-Württemberg, die mit Hilfe der Publikationszahlen identifiziert wurden, sind in Abbildung 18 dargestellt. Analog zu den Patentanalysen sind auch hier auf der y-Achse die Publikationsanteile (an der Welt in 2017) abgetragen. Die Wachstumsraten im Vergleich zur Welt belegen die Dynamik und sind auf der x-Achse abgetragen. (Anteilig) große Disziplinen nehmen einen hohen Wert auf der y-Achse ein. Große, stark wachsende Disziplinen befinden sich somit im oberen rechten Quadranten der Abbildung. Die Größe der Kreise zeigt die absolute Anzahl der Publikationen in der jeweiligen Disziplin in 2017 in Baden-Württemberg. Die Kreise sind mit einer Angabe der wissenschaftlichen Disziplin beschriftet.

ABBILDUNG 18: DYNAMISCHE WISSENSCHAFTSBEREICHE IN BADEN-WÜRTTEMBERG, ANALYSE AUF GRUNDLAGE WISSENSCHAFTLICHER PUBLIKATIONEN



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Anmerkungen: Größe der Kreise: Anzahl der Publikationen aus Baden-Württemberg in der jeweiligen Disziplin in 2017. Alle Disziplinen, die zwischen 2012 und 2017 in Baden-Württemberg gewachsen sind, sind rechts der y-Achse zu finden. (Anteilig) große Disziplinen nehmen einen hohen Wert auf der y-Achse ein. Große, stark wachsende Disziplinen befinden sich somit im oberen rechten Quadranten der Abbildung. Grüne Markierung: Im Text genannte Disziplinen.

Die Wachstumsraten der Wissenschaftsdisziplinen sind etwas niedriger als die in der Abbildung 17 dargestellten Technologiefelder. Die Disziplinen entwickeln sich als Ganzes gesehen somit zwar weniger dynamisch als die Technologiefelder, was für die weltweiten Anteile als auch für die Wachstumsraten gilt, wengleich dies auch auf die absolut deutlich höheren Zahlen zurückzuführen ist. Zu den zwischen 2012 und 2017 deutlich angewachsenen Disziplinen lassen sich innerhalb der Lebenswissenschaften Onkologie, Immunologie und Mikrobiologie (alle), biologische Psychiatrie, Biochemie sowie Chemieingenieurwesen (alle) rechnen. Im Bereich der energie- und umweltnahen Disziplinen gehören hierzu die Umwelttechnik, Energie (alle), Erneuerbare Energie, Nachhaltigkeit und Umwelt, Abfallmanagement und Entsorgung, Ökologie, Geologie, Geographie und einige Ingenieursdisziplinen wie das Bauingenieurwesen, die Steuerungs- und Systemtechnik und die Planung und Entwicklung.

2.6 ZUSAMMENFASSUNG

WISSENSCHAFTLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Die weltweiten Publikationszahlen in wissenschaftlichen Zeitschriften haben sich in den vergangenen ca. 10 Jahren sehr dynamisch entwickelt, was zuallererst auf den Aufwuchs des wissenschaftlichen Outputs in Asien zurückzuführen ist. Auch Baden-Württemberg konnte, wie Deutschland insgesamt auch, in diesem Zeitraum die Anzahl der Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften deutlich steigern.

Baden-Württemberg erreichte im zuletzt verfügbaren Beobachtungsjahr 2018 mit knapp 27.000 Veröffentlichungen einen weltweiten Anteil von 1,2% an allen weltweiten Zeitschriftenbeiträgen, wobei die Zahl der Beiträge aus Baden-Württemberg und auch aus Deutschland zwischen 2005 und 2018 durchschnittlich jeweils um 3,3% pro Jahr angewachsen ist, während das weltweite jährliche Wachstum zwischen 2005 und 2018 bei ca. 4,1% lag. Die Relationen zwischen Baden-Württemberg und Deutschland haben sich im Zeitverlauf nur leicht verändert und erreichten zuletzt ein Niveau von 20%. Im Verhältnis zur Bevölkerungszahl, zum Anteil an den Professorinnen und Professoren (11,5%) oder in Relation zum wissenschaftlichen Personal an Hochschulen (14,3%) ist dies ein beachtlicher Wert.

Baden-Württemberg generiert jedoch nicht nur viel, sondern auch wissenschaftlich hochwertigen Output, wie sich an den durchschnittlichen Zitatraten und der Exzellenzrate belegen lässt. Das Bundesland gehört weiterhin einer Spitzengruppe mit der Schweiz und Dänemark an. Auch der Anteil der besonders häufig zitierten Veröffentlichungen - ein Indiz für wissenschaftliche Exzellenz - ist in diesem Zeitraum angestiegen. Er war zuletzt zwar leicht zurückgegangen, erreicht mit mehr als 16% aber weiterhin Spitzenwerte.

Die baden-württembergischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen decken ein breites Spektrum an Disziplinen, Themen und Technologien ab. Es zeigen sich wissenschaftliche Schwerpunkte in Naturwissenschaften wie Physik und Chemie ebenso wie bei Biotechnologie. Darüber hinaus finden sich Stärken innerhalb der Gesundheitsforschung in den Bereichen Medizin wie auch Medizintechnik. Messen/Regeln, Verfahrenstechnik oder auch Materialwissenschaften gehören hingegen nicht zu den ausgeprägten Schwerpunkten im wissenschaftlichen Profil Baden-Württembergs.

Die industriellen Schwerpunkte liegen in den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik oder auch Softwareentwicklung. Diese zeigen sich beim wissenschaftlichen Profil nicht, gemessen an der Zahl der Zeitschriftenveröffentlichungen. Allerdings wird deutlich, dass gerade diese Disziplinen in Bezug auf die Sichtbarkeit und die Qualität - gemessen durch Zitierungen - in Baden-Württemberg deutlich hervorstechen. Weitere Felder wie Biotechnologie, Physik oder auch Medizin gehören mit 17% oder mehr aller Veröffentlichungen aus Baden-Württemberg ebenfalls zu den vielbeachteten Bereichen.

TECHNOLOGISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Die Entwicklung der Patentanmeldungen mit transnationaler Reichweite hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Auch im Bereich von patentierbaren Technologien sind es in erster Linie die Entwicklungen und Aufholprozesse in asiatischen Ländern wie China, Indien und auch Korea sowie in Teilen auch eine Ausweitung des Engagements japanischer Unternehmen, die den gesamten Aufwärtstrend bestimmen. Die Unternehmen in zahlreichen westlichen Industrieländern - darunter auch in Deutschland und in Baden-Württemberg - haben in der Zeit nach der Finanzkrise das Patentierverhalten angepasst und sind deutlich selektiver als zuvor.

Hinsichtlich der Patente zeigt sich für Baden-Württemberg die hohe technologische Ausrichtung und eine deutliche Dynamik über die Zeit. Die jährlichen Anmeldezahlen waren zwischen 1995 und 2007 durchschnittlich um 8,2% gewachsen und erreichten im Jahr der Finanzkrise einen Höchststand von 8.200. Seitdem folgen sie allerdings einem leicht sinkenden Trend - ein Phänomen, das sich auch für ganz Deutschland zeigt. Entsprechend

haben die Anteile sowohl Deutschlands als auch Baden-Württembergs an den weltweiten Patenten im Zeitverlauf abgenommen. Der Anteil Baden-Württembergs lag zuletzt bei 2,2%, während es zu Spitzenzeiten Mitte der 1990er Jahre weit über 4% waren. Der Anteil an allen deutschen Patentanmeldungen ging in der jüngeren Vergangenheit ebenfalls leicht zurück, liegt aber mit 21% weiterhin auf einem hohen Niveau.

Strukturelle Verschiebungen innerhalb von Branchen lassen sich beispielweise im Kontext von Verbrennungsmotoren empirisch belegen, während die Anmeldezahlen bei neuen Antrieben oder bei Fahrerassistenzsystemen bis hin zum autonomen Fahren nach oben zeigen. Weltweit stammen 4,8% der Patentanmeldungen auf der transnationalen Ebene aus Baden-Württemberg. Gleichzeitig bedeutet dies, dass mehr als die Hälfte aller deutschen Patentanmeldungen in diesem Bereich aus Baden-Württemberg stammen. Im Spezialisierungsprofil Baden-Württembergs bestehen Schwerpunkte mit deutlichen komparativen Vorteilen in den Technologiefeldern Maschinenbau (Werkzeugmaschinen, Maschinenelemente, Textil- und Papiermaschinen, elektrische Maschinen und Anlagen), Motoren, Pumpen, Turbinen sowie Transport.

Es zeigt sich in fast allen Bereichen eine hohe Bedeutung von digitalen Technologien, die sich im Anteil von so genannten computer-implementierten Erfindungen - also Patentanmeldungen, die eine Software-Komponente enthalten - niederschlagen und somit die Fusion von klassischer Ingenieurskunst mit digitalen Lösungen dokumentieren. Baden-Württembergs Unternehmen erreichen bei solchen Patentanmeldungen nahezu in allen Technologiebereichen höhere Anteile (ca. 16-18%) als die Unternehmen in Deutschland insgesamt. Demgegenüber liegen die weltweiten Anteile solcher Patente allerdings mit gut 27% deutlich höher. In einigen Bereichen finden sich jedoch im weltweiten Vergleich überdurchschnittliche Anteile, so zum Beispiel im Bereich Transport oder auch bei Biotechnologie und Pharmazie.

EIGENTUMSSTRUKTUREN

Insgesamt gesehen lässt sich auf Basis der Analysen der Eigentumsstrukturen ein leicht rückläufiger Trend der Internationalisierung der Märkte in Baden-Württemberg wie auch in ganz Deutschland erkennen. Grund dafür scheinen besonders die Auswirkungen der weltweiten Finanzkrise bis ins Jahr 2009 zu sein, im Zuge derer die Unternehmen sich auch stärker mit ihren Investitionen aus ausländischen Märkten zurückgezogen haben. Dahinter steckt jedoch auch die Befürchtung des Abflusses proprietären Wissens. Zum anderen ist aus der Internationalisierungsliteratur auch bekannt, dass sich Unternehmen stärker internationalisieren und auf ausländische Ressourcen zurückgreifen (müssen), um eigene Schwächen auszugleichen. Dies scheint in Deutschland insgesamt, aber vor allem auch in Baden-Württemberg, immer weniger der Fall zu sein.

INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Baden-Württemberg, ähnlich wie auch Deutschland insgesamt (56%), erreicht einen Anteil von 58% (2017) bei internationalen Ko-Publikationen. Zieht man die Landesgröße mit in Betracht - kleinere Länder kooperieren intensiver international als größere Länder - so kann die wissenschaftliche Kooperationsintensität in Baden-Württemberg - auch hier ähnlich wie in Deutschland insgesamt - als hoch eingeschätzt werden. Wichtigste Partnerländer für Baden-Württemberg sind die USA (10,7%) Großbritannien (7,3%), Italien (4,7%), die Niederlande (4%), Spanien (3,7%) oder auch Österreich (3,3%). Die Anteile internationaler Ko-Patente aus Baden-Württemberg liegen bei 6-7%, während sie für Deutschland mit 8-12% erkennbar höher liegen.

WACHSTUMSFELDER

Die Analysen der Wachstumsfelder innerhalb des baden-württembergischen Technologie- und Wissenschaftsportfolios zeigen, dass sich die Patentanmeldungen insgesamt dynamischer entwickeln als die wissenschaftlichen Publikationen. Bei den Publikationen sticht das Chemieingenieurwesen hervor, das in den letzten fünf Jahren ein deutlich stärkeres Wachstum erreicht als in der Vorperiode. In längerer Frist ebenfalls dynamisch in Baden-Württemberg zeigen sich die Disziplinen Biochemie, "Ernährung und Diätetik" sowie Bildung.

Bei den Patentanmeldungen und somit bei Technologiefeldern sind ausgeprägt dynamische Effekte für Batterien und elektrischen Antriebe festzustellen. Drahtlose Kommunikationsnetze sowie Werkstoffe wie beispielsweise Polycarboxylat-Zemente sind in den letzten fünf Jahren ebenfalls stark in den Vordergrund gerückt und weisen starke Wachstumsraten auf. Hier wird die technologische Entwicklung in und von Baden-Württemberg stark vorangetrieben.

Das Wachstum bei den drahtlosen Kommunikationsnetzen spiegelt zum einen Anpassungsprozess der Unternehmen an die jeweiligen Technologie- und Marktentwicklungen sowie Technologiezyklen wider. Im Falle der Batterien scheinen sich die Unternehmen aktuell eher in einer Umsetzungs- als in einer Entwicklungsphase zu befinden (Wachstum ist nur in Subfeldern erkennbar). Anders stellt es sich beim Thema Industrie 4.0 dar. Hier wird nicht nur die Umsetzung, sondern auch die technologische Entwicklung vorangetrieben. Es besteht für Baden-Württemberg also die Chance die Technologieentwicklung voranzutreiben und auch selbst zu gestalten. Die Digitalisierungs-Strategie der Landesregierung trifft somit auf dynamische Teilbereiche in Wissenschaft und Forschung in Baden-Württemberg. Durch weitere finanzielle Anreize für Unternehmen können solche Prozesse zur Steigerung der technologischen Leistungsfähigkeit des Landes weiter vorangetrieben werden.

3 NEUE FELDER UND NEUE THEMEN: WO STEHT BADEN-WÜRTTEMBERG?

Die wissenschaftliche und die technologische Leistungsfähigkeit Baden-Württembergs wurden im vorangegangenen Kapitel als Ganzes und entlang etablierter Kategorien für das gesamte Wissenschafts- und Forschungssystem analysiert. Allerdings finden innerhalb der verwendeten Abgrenzungen von Technologiefeldern und Wissenschaftsdisziplinen im Zeitverlauf Veränderungen statt, die zu neuen Schwerpunkten oder zu gänzlich neuen Themen führen. Will man einige dieser neuen Themen und Disziplinen analysieren, so sind die allgemeinen Aggregationen weniger zielführend, denn die neuen Themen und Disziplinen beginnen meist erst klein und bilden entweder eine eigene Nische oder werden zu einem späteren Zeitpunkt zu einer eigenen Kategorie. Sie sind also innerhalb der größeren Kategorien nicht oder kaum sichtbar. Daher wird im Folgenden eine separate Analyse ausgewählter Themen und Disziplinen durchgeführt, die aus heutiger Perspektive für die nähere Zukunft entweder wissenschaftlich oder technologisch eine wichtige Rolle spielen können, oder die aus politischen/strategischen Gründen relevant sind. Die Liste der analysierten Themen hätte noch länger sein können, allerdings sind bei neu aufkommenden Feldern häufig die absoluten Zahlen anfangs noch so niedrig, dass eine zuverlässige statistische Analyse nicht möglich ist. Es wurde eine Mindestzahl an 150 Publikationen oder 150 Patenten für Baden-Württemberg in den letzten drei Jahren des jeweiligen Analysezeitraums veranschlagt. Themen, die weniger Patente oder Publikationen aufweisen, wurden nicht ausgewiesen.

In der Wissenschaft entstehen neue Themen oder gar Paradigmen im Allgemeinen innerhalb bestehender Disziplinen oder Ansätze. Das neue Paradigma bildet zunächst eine Nische mit nur wenigen Vertretern und Vertreterinnen. Mit der Zeit wächst sowohl die Anzahl der Veröffentlichungen als auch die Anzahl der Personen, die sich mit dem neuen Thema auseinandersetzen. Nach einiger Zeit kann es sogar so weit kommen, dass ein neues Paradigma dominant wird und das bisher Dominierende verdrängt (Kuhn 1970), dann nämlich, wenn sie in einem theoretischen oder konzeptionellen Widerspruch stehen. Jedenfalls werden neue Themen oder Paradigmen erst im Zeitverlauf als eigenständiges Thema sichtbar, erreichen dann kritische Masse und können auch dann erst identifiziert und analysiert werden. Insofern sind die hier präsentierten Themen durchaus bekannt und für einige nicht neu, aber sie befinden sich dennoch in einer frühen Entwicklungsphase in der sowohl entscheidende Weichen in der Förderpolitik gestellt werden als auch unter Umständen Entscheidungen über Fortsetzung oder Abbruch getroffen werden können.

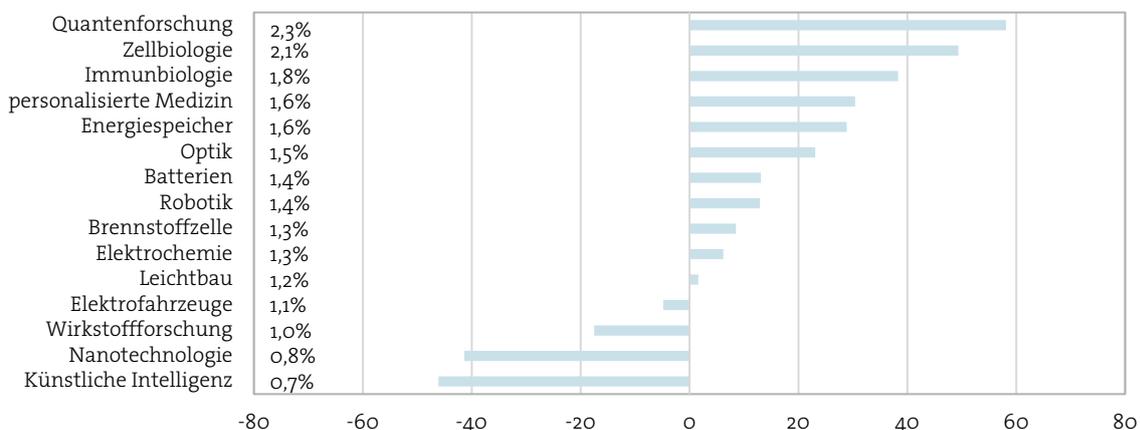
Technologien, so hat die Innovationsforschung anhand zahlreicher Beispiele bereits belegen können, entwickeln sich ebenfalls über die Zeit und finden nicht nur mehr und mehr Anhänger bzw. Vertreter und Vertreterinnen, sondern durchlaufen häufig einen Selektionsprozess alternativer technischer Lösungen, die ein sogenanntes dominantes Design (Abernathy und Utterback 1978; Meyer-Krahmer und Dreher 2004; Schmoch 2007; Utterback 1994; Utterback und Abernathy 1975) – dies entspricht der hauptsächlichen und wesentlichen technologischen Lösung, die dann auch tatsächlich in ein Produkt oder mehrere Produkte überführt wird – hervorbringen. Wenn sich eine technologische Lösung als die Beste und Gangbarste durchgesetzt hat, dann nimmt die Zahl der Unternehmen, die diese Technologie nutzen bzw. anbieten, immer weiter zu. Parallel dazu nimmt auch die Zahl derer zu, die inkrementelle Verbesserungen auf Basis des technologischen Paradigmas einbringen. Auch eine Technologie entwickelt sich über die Zeit und folgt im Allgemeinen einer Pfadabhängigkeit (Dosi 1982) und verdrängt dabei alternative, weniger geeignete technologische Lösungen.

Daneben gibt es auch Unterschiede in den Ursprüngen der Themen und Technologien, die mit den Konzepten von "Technology Push" und "Market Pull" charakterisiert werden können (Schmoch 2007). Manche Disziplinen und Technologien sind also eher von der wissenschaftlichen Seite getrieben, während andere auf der Nachfrage- oder Marktseite entstehen. Entsprechend finden sich in frühen Phasen auch entweder mehr theoretisch-konzeptionelle Ausarbeitungen und wissenschaftliche Publikationen oder Anwendungen und Umsetzungen von technologischen Lösungen, die häufig erst später dann auch wissenschaftlich dokumentiert werden. Ein Beispiel für eine nachfrageseitige Dynamik ist die Entwicklung erneuerbarer Energien, insbesondere Solar und Fotovoltaik, in den späten 1990er und den 2000er Jahren (Frietsch et al. 2016). Ein anderes Beispiel ist die Elektromobilität, wo beispielsweise Curricula und Lehrstühle zur Elektrochemie erst vor kurzem wiederaufgebaut wurden, während in den Unternehmen bereits intensiv an technologischen Lösungen geforscht wurde (Frietsch et al. 2014). Aktuelle Beispiele für wissenschaftlich ausgerichtete Themen sind beispielsweise die Quantenforschung oder auch die Nanotechnologien.

3.1 WISSENSCHAFT

In den 15 ausgewählten Wissenschaftsfeldern, die an dieser Stelle näher betrachtet werden, nimmt Baden-Württemberg im weltweiten Vergleich eine hervorgehobene Position ein. Baden-Württembergs Anteil an den weltweiten Veröffentlichungen liegt insgesamt bei 1,2%. In den meisten in Abbildung 19 dargestellten Wissenschaftsfeldern liegt dieser Anteil deutlich höher und erreicht beispielsweise bei Quantenforschung mit 2,3% nahezu das doppelte Niveau, aber auch bei Zellbiologie und Biologie sowie personalisierter Medizin, also im Bereich der Gesundheitsforschung, liegen die Anteile deutlich höher. Demgegenüber sind die Anteile im Bereich der Wirkstoffforschung leicht unterdurchschnittlich. Entsprechend finden sich auch im Spezialisierungsindex Werte, die einen deutlichen Schwerpunkt Baden-Württembergs in den Feldern bekräftigen, allen voran in der Quantenforschung, aber auch in der Zellbiologie und der Immunbiologie. Bei den Wissenschaftsfeldern rund um das Thema "neue Fahrzeuge" hat Baden-Württemberg nur geringe bzw. keine ausgeprägten Schwerpunkte. Zwar lässt sich ein hoher Anteil und eine positive Spezialisierung im Bereich Energiespeicher ebenso wie Batterien feststellen, die jedoch nicht ausschließlich auf Fahrzeuge ausgerichtet sind. Die Themen Brennstoffzelle, Elektrochemie und Leichtbau erreichen nur leicht positive Werte, was bedeutet, dass im weltweiten Durchschnitt in den Wissenschaftssystemen anderer Länder ähnliche Schwerpunkte zu finden sind. Hier fallen insbesondere Japan, Südkorea, und China auf. Im Zusammenhang mit Elektrofahrzeugen erzielt Baden-Württemberg leicht unterdurchschnittliche Anteile. Auch die Nanotechnologie gehört wissenschaftlich nicht zu den im internationalen Vergleich hervortretenden Schwerpunkten im baden-württembergischen Wissenschaftssystem. Mit lediglich 0,8% der weltweiten Veröffentlichungen erreicht Baden-Württemberg hier ein unterdurchschnittliches Gewicht.

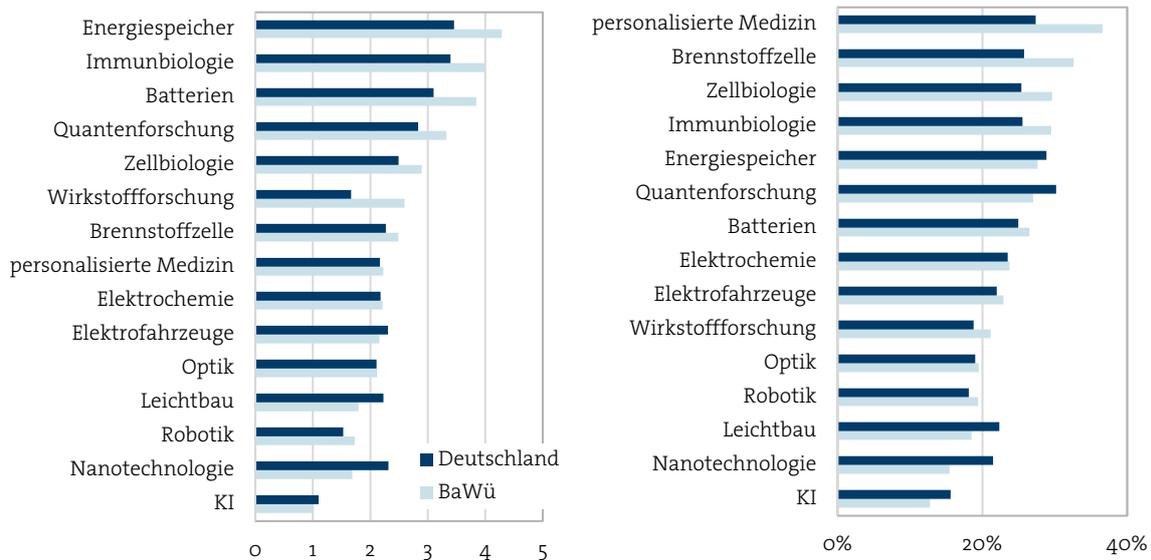
ABBILDUNG 19: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN DEN WELTWEITEN VERÖFFENTLICHUNGEN UND SPEZIALISIERUNGSINDEX BEI AUSGEWÄHLTEN WISSENSCHAFTSFELDERN, 2015-2017



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Betrachtet man die zitatabasierten Indikatoren (Abbildung 20), nämlich die feldspezifische Zitatrate und die Exzellenzrate – letzteres sind die Anteile der Publikationen eines Landes an den weltweit 10% am häufigsten zitierten Veröffentlichungen – so zeigt sich ein recht eindeutiges Muster. Baden-Württemberg erreicht gegenüber Deutschland meist höhere Werte. Insgesamt ergeben sich sowohl für Baden-Württemberg wie auch für Deutschland insgesamt eine hohe Sichtbarkeit und eine überdurchschnittliche – oberhalb der 10%-Marke – Exzellenz in den hier untersuchten Wissenschaftsfeldern. Eine hohe Sichtbarkeit, die durch die durchschnittliche Zitatrate abgebildet wird (Abbildung 20, links), erreicht Baden-Württemberg unter anderem bei Immunbiologie, Zellbiologie und auch der Wirkstoffforschung, d. h. innerhalb des bestehenden Schwerpunkts der Gesundheitsforschung. In diesem Bereich wird in Baden-Württemberg weltweite Spitzenforschung durchgeführt, was auch durch die hohen Anteile von exzellenten Veröffentlichungen belegt wird (siehe Abbildung 20, rechts) und sich auch bei personalisierter Medizin zeigen. Die Quantenforschung ist ebenfalls zu nennen, aber auch die Veröffentlichungen aus Baden-Württemberg, sowie aus Deutschland insgesamt, im Kontext der "neuen Fahrzeuge" (Energiespeicher, Brennstoffzelle, Batterien und Elektrofahrzeuge insgesamt) erweisen sich als exzellent und hoch zitiert.

ABBILDUNG 20: DURCHSCHNITTLICHE ZITATRATE (LINKS) UND EXZELLENZRATE (10%) (RECHTS) FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG UND DEUTSCHLAND IM VERGLEICH, PUBLIKATIONSJAHRE 2013-2015

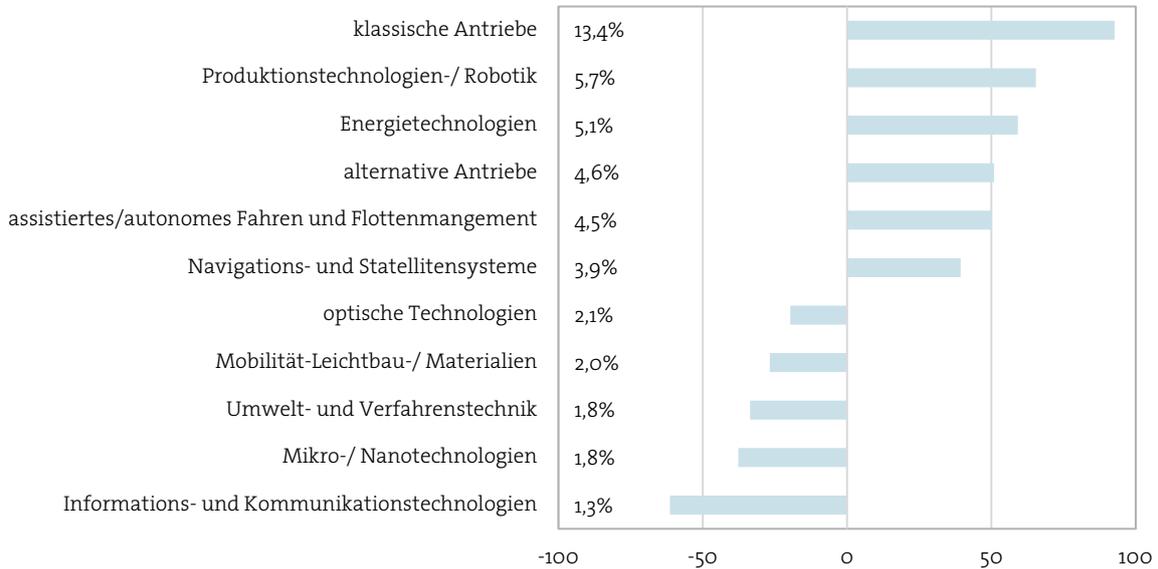


Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

3.2 TECHNOLOGIE

Wie sich bei der Analyse der wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit Baden-Württembergs gezeigt hat, müssen die technologischen und wissenschaftlichen Profile nicht notwendigerweise identische Schwerpunkte aufweisen. Das anschaulichste Beispiel an dieser Stelle ist, dass die technologischen und industriellen Schwerpunkte im Bereich Maschinen- und Fahrzeugbau sich nicht in einem entsprechenden Schwerpunkt im Wissenschaftsprofil widerspiegeln. Dies lässt sich einerseits mit der Anwendungsnähe der Forschungsthemen und andererseits der hohen Nachfrage nach Qualifikationen bei relativ geringerer Nachfrage nach öffentlicher Forschung erklären. Bei neu aufkommenden Themen und Technologien kommt hinzu, dass es, wie oben dargestellt, einerseits eher wissenschafts- und andererseits eher marktgetriebene Technologien gibt, d.h. Technologien eine unterschiedliche Anwendungsnähe aufweisen. Die hier vorgestellten Ergebnisse auf Basis der Patentanalysen beziehen sich daher teilweise auf andere Themen als die Publikationsanalyse im vorangegangenen Abschnitt.

ABBILDUNG 21: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN ALLEN TRANSNATIONALEN PATENTANMELDUNGEN UND SPEZIALISIERUNGSINDEX BEI AUSGEWÄHLTEN TECHNOLOGIEFELDERN, PRIORITÄTSJAHRE 2013-2015



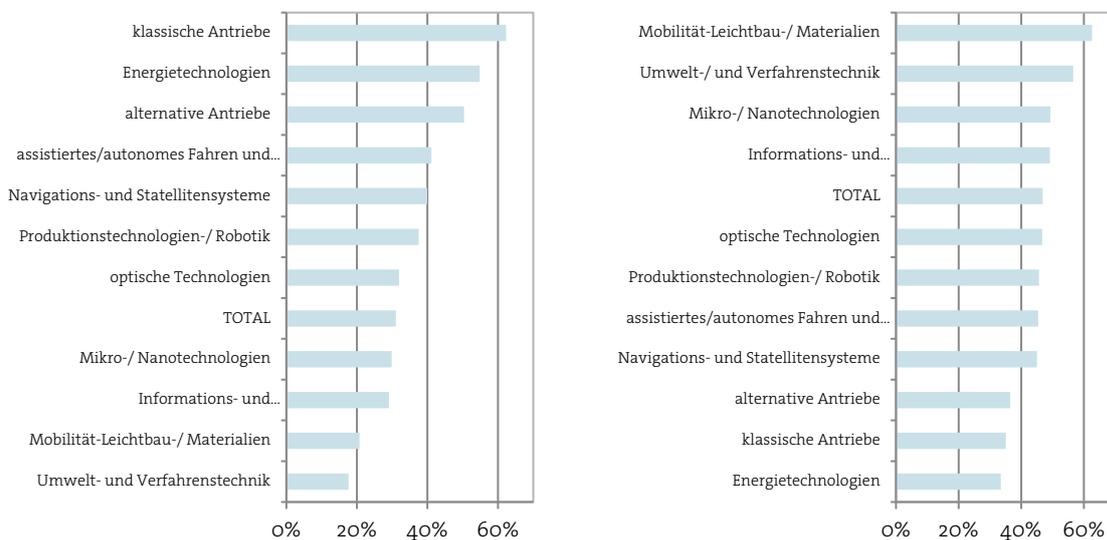
Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In Baden-Württemberg tritt der Schwerpunkt im Bereich der klassischen Antriebe deutlich hervor und das Land hat damit ausgeprägte Spezialisierungsvorteile aufzuweisen (Abbildung 21). Insgesamt stammen 13,4% der weltweiten Patentanmeldungen auf der transnationalen Ebene aus Baden-Württemberg. Aber auch bei alternativen Antrieben, assistiertem/autonomen Fahren (siehe auch nächsten Abschnitt zu KI) und bei Navigations- und Satellitensystemen, die sich rund um das Thema Mobilität einordnen, hat Baden-Württemberg deutliche Vorteile. Einzig bei Leichtbau und Materialien für Mobilität ist das Gewicht im baden-württembergischen Technologieprofil geringer, als dieses Thema weltweit einnimmt. Auch im Bereich der Energietechnologien, hierunter fallen nicht nur mobile, sondern auch stationäre Anwendungen auf Basis von Batteriezellen, Brennstoffzellen oder anderen Energiespeichertechnologien, stammt mit 5,1% aller transnationalen Patente eine überdurchschnittliche Anzahl aus dem Land – der Durchschnitt über alle Technologien liegt bei ca. 2,5%. Ein weiterer Schwerpunkt lässt sich auch bei Produktionstechnologien und Robotik ausmachen, während die optischen Technologien leicht unterdurchschnittliche Anteile im Technologieprofil Baden-Württembergs einnehmen. Auch die Umwelt und Verfahrenstechnik sowie Mikro- und Nanotechnologien werden durch Erfinder in anderen Ländern relativ häufiger zum Patent angemeldet. Informations- und Kommunikationstechnologien, die eine große Anzahl an Patentanmeldungen weltweit auf sich vereinen und dabei meist auf Konsumentenmärkte abzielen, gehören traditionell nicht zu den ausgewiesenen Stärken und Schwerpunkten in Baden-Württemberg und auch nicht in Deutschland insgesamt.

Gerade neue technologische Lösungen, die unter Umständen noch keine Marktreife erreicht haben oder wo noch kein hinreichend großer Markt entwickelt wurde, werden häufig nur national angemeldet. Auf diese Weise lässt sich ein erster Patentschutz erreichen und die Nutzung der Technologie wird gesichert, sodass kein anderer Anmelder die Technologie für sich beanspruchen kann und somit die eigenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten behindern könnte. Insofern werden gerade in neu aufkommenden Feldern deutlich mehr Patente national als international angemeldet. Für internationale Vergleiche und eine Bewertung der technologischen Leistungsfähigkeit sind diese Daten, das heißt die Anmeldungen am Deutschen Patent- und Markenamt, weniger geeignet. Für einen Vergleich innerhalb Deutschlands und vor allem für die Bewertung der technologischen Reife und der Markterwartungen können diese Daten jedoch herangezogen werden. Abbildung 22 zeigt auf der linken Seite

zunächst den innerdeutschen Vergleich. Im Bereich der klassischen Antriebe werden 60% aller deutschen Anmeldungen von Anmeldern aus Baden-Württemberg getätigt. Bei Energietechnologien sind es etwa 50% und bei alternativen Antrieben knapp 50%. Die Bedeutung des Fahrzeugbaus in Baden-Württemberg schlägt sich auch in den Themen assistiertes/autonomes Fahren sowie Navigations- und Satellitensysteme nieder, wo ca. 40% aller deutschen Patentanmeldungen ihren Ursprung im Land haben. Produktionstechnologien und auch optische Technologien liegen oberhalb des durchschnittlichen baden-württembergischen Anteils von etwa 31% an allen deutschen Anmeldungen am Deutschen Patent und Markenamt. Innerhalb Deutschlands nehmen hingegen die Mikro- und Nanotechnologien, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie auch der Leichtbau und die Umwelt- und Verfahrenstechnik höhere Anteile als im baden-württembergischen Durchschnitt ein.

ABBILDUNG 22: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN ALLEN DEUTSCHEN PATENTANMELDUNGEN AM DPMA (LINKS) UND ANTEILE TRANSNATIONALER PATENTE AN DEN DPMA-ANMELDUNGEN (INTERNATIONALISIERUNG) FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG (RECHTS), PRIORITÄTSJAHRE 2013-2015



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Auf der rechten Seite von Abbildung 22 wird jedoch deutlich, dass gerade diese Technologiefelder von baden-württembergischen Anmeldern überdurchschnittlich häufig auch auf der transnationalen Ebene angemeldet werden, während beispielsweise Energietechnologien oder auch alternative und klassische Antriebe lediglich etwa zu einem Drittel auch im Ausland breiter patentiert werden. Im Bereich der alternativen Antriebe und Energietechnologien kann dies zum Teil auf die oben genannte Erklärung zurückgeführt werden, dass die internationalen Märkte noch nicht hinreichend entwickelt sind und sich insofern die deutlich teureren internationalen Anmeldungen betriebswirtschaftlich noch nicht rechnen. Im Bereich der klassischen Antriebe trifft diese Erklärung eher nicht zu. In diesem Technologiefeld ist Deutschland innerhalb Europas weiterhin ein Leitmarkt, sodass ein Patentschutz in Deutschland im Wesentlichen ausreicht. Häufig kommen auch Direktanmeldungen in den USA und gegebenenfalls noch in Japan oder China hinzu, wodurch faktisch der Weltmarkt abgedeckt wird. Bei dieser sehr "erwachsenen" Technologie sind keine nachhaltigen Wachstumsimpulse mehr zu erwarten und die technologischen Sprünge sind im Allgemeinen auch eher inkrementeller Art.

3.3 KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Dem Thema künstliche Intelligenz wird derzeit weltweit eine hohe Aufmerksamkeit geschenkt, nicht zuletzt, weil in zahlreichen Ländern davon ausgegangen wird, dass entsprechende Verfahren und Technologien deutliche Veränderungen in vielen Wirtschaftsbereichen herbeiführen werden und neue Wertschöpfungspotenziale und Geschäftsmodelle realisierbar sein werden. Künstliche Intelligenz (KI) wird also als Querschnitts- und Schlüsseltechnologie angesehen. Auch in Baden-Württemberg werden wissenschaftliche und wirtschaftliche Erwartungen an die Entwicklung und Umsetzung künstlich intelligenter Systeme geknüpft.

Die Expertenkommission Forschung und Entwicklung (EFI, 2018) sieht für Deutschland insgesamt in der Entwicklung autonomer Systeme große Potenziale, bemängelt aber gleichzeitig das Fehlen einer nationalen Strategie für KI sowie eine bisherige Engführung der Forschungsförderung auf wenige deutsche Stärken, insbesondere das autonome Fahren. Sie fordert jedoch vielmehr eine breite Förderung aller Anwendungsbereiche, um die Chancen von KI ergreifen zu können. Eine Studie von VDI/VDE-IIT (Seifert et al. 2018) belegt für Deutschland insgesamt eine starke Position in Teilen der Anwendungsfelder von KI, was nicht zuletzt auf Schwerpunkte gerade auch in Baden-Württemberg zurückzuführen ist. Die Studie unterscheidet dabei zwischen drei Teilbereichen von KI, die eine differenzierte Analyse und eine gezielte Förderung sowohl der bestehenden Stärken als auch der im internationalen Vergleich bestehenden Schwächen erlaubt.

Die drei Analysebereiche der Studie beziehen sich erstens auf die Wertschöpfungsstufen des produzierenden Gewerbes, womit die Kern- und die Querschnittsaktivitäten in der Produktion gemeint sind. Hier bestehen in zahlreichen Branchen und Geschäftsbereichen des produzierenden Gewerbes Optionen zur Autonomisierung und damit zur Produktivitätssteigerung einzelner Arbeitsschritte. Zweitens werden die KI-Anwendungen wie beispielsweise das autonome Fahren, Robotik, Predictive Analytics oder auch intelligente Sensorik zusammengefasst. Drittens schließlich werden die KI-Technologien abgegrenzt, die sich auf die grundlegenden Methoden und Verfahren wie beispielsweise kognitive Modellierung, semantische Systeme, Machine Learning oder Computer Vision beziehen. Insgesamt attestiert auch diese Studie Deutschland als Ganzes eine gute Position in der Grundlagenforschung, sieht jedoch ähnlich wie das Gutachten der EFI eine Gefahr im Zurückfallen im internationalen Wettbewerb, da auch andere Länder bereits zahlreiche Kompetenzen aufgebaut haben und weiter intensiv investieren, allen voran die USA und China. Während die Breite der Forschung in Deutschland in der Studie positiv eingeschätzt wird und auch bestehende Stärken in einzelnen Anwendungsbereichen der künstlichen Intelligenz Anerkennung finden, werden Defizite gerade bei KI-Technologien wie Computer Vision¹⁴ oder dem Maschinellen Lernen benannt, sowie bspw. bei autonomen Systemen in der industriellen Produktion.

Die Bundesregierung hat im November 2018 eine Strategie für die Künstliche Intelligenz beschlossen und will bis zum Jahr 2025 3 Mrd. Euro in Forschung und Entwicklung investieren, beginnend mit 500 Mio. Euro im Jahr 2019. Den Kern der Strategie bildet die Etablierung eines Netzwerks von zwölf Forschungs- und Anwendungszentren. Qualifikation, Gründungen und Wagniskapital sind weitere Aspekte der Strategie. Auch die Landesregierung in Baden-Württemberg hat mit digital@bw eine eigene Digitalisierungsstrategie¹⁵ vorgestellt, wo einerseits eigene Projekte mit zunächst 10 Millionen Euro gefördert werden sowie eine Ko-Finanzierung für Projekte aus der Bundesförderung in Aussicht gestellt wird.

Der Technologiebeauftragte¹⁶ des Landes fordert jedoch, Baden-Württemberg gezielt zu einem Hotspot für künstliche Intelligenz zu entwickeln und sowohl die Grundlagenforschung zu stärken als auch die anwendungsorientierte Forschung und den Transfer zu intensivieren. Mit dem CyberValley in der Region Stuttgart-Tübingen und

14 Dies bezieht sich auf das virtuelle Sehen der Maschinen und Geräte, wobei die Sensoren lediglich die Impulse und Informationen liefern, während Computer Vision in erster Linie das Verstehen und Umsetzen der Informationen betrifft.

15 <https://www.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/vorreiter-fuer-kuenstliche-intelligenz/>

16 https://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Publikationen/Innovation/Vorfahrt_fuer_Innovationen.pdf

den bestehenden Kompetenzen in verschiedenen Anwendungsbereichen auch an anderen Standorten im Land ist Baden-Württemberg in der Grundlagen- und der anwendungsorientierten Forschung bereits aktiv. Allerdings stellen sich die Forschungsmittel von Land und Bund aus heutiger Sicht gegenüber den Investitionen in anderen Ländern sowie der bestehenden Lücke in der Wettbewerbsfähigkeit zu den USA und in absehbarer Zeit auch zu China als noch nicht ausreichend dar.

Unbestritten finden sich jedoch erste wissenschaftliche Erfolge und Sichtbarkeiten des Cyber Valley, das auf einer Kooperation dreier wissenschaftlicher Partner beruht, nämlich den Universitäten in Stuttgart und Tübingen sowie dem Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme (MPI-IS). Hinzu kommt eine Reihe baden-württembergischer bzw. in Baden-Württemberg ansässiger und multinational agierender Unternehmen.

Auch in der Technologieregion Karlsruhe wird intensiv an KI-Themen geforscht, nicht nur am Karlsruher Institute für Technologie (KIT), sondern auch in einer Reihe weiterer Forschungseinrichtungen beispielsweise der Fraunhofer Gesellschaft. Im Verbund mit regionalen und überregionalen Unternehmen sollen so neue Technologien in die Anwendung gebracht werden.

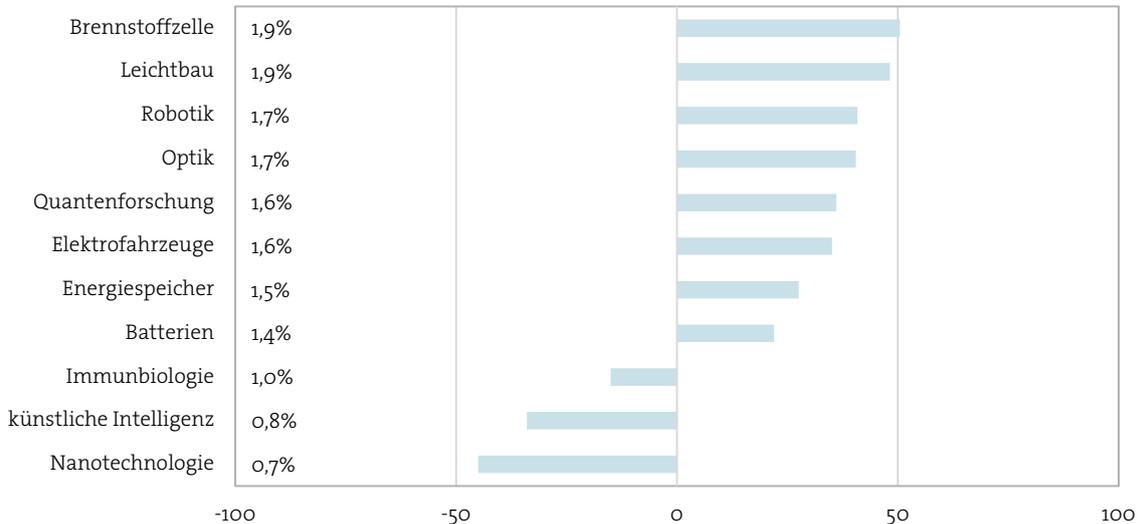
Weitere Maßnahmen sind von der Landes- und auch der Bundespolitik auf den Weg gebracht, aber in weiten Teilen bisher noch nicht umgesetzt und können sich entsprechend auch nicht in den hier verwendeten Statistiken niederschlagen.

Dennoch ist dies alles Grund genug, die Ergebnisse von Forschung und Entwicklung zu künstlicher Intelligenz im Land separat auszuweisen und zu diskutieren. Die im Folgenden dargestellten Analysen beruhen dabei auf den bereits in den vorigen Abschnitten verwendeten Abbildungen.

ERGEBNISSE DER ANALYSEN DER WISSENSCHAFTLICHEN VERÖFFENTLICHUNGEN UND DER PATENTANMELDUNGEN

Die Abgrenzung der künstlichen Intelligenz und ihrer Teilbereiche für die quantitativ-empirische Analyse ist auf Grund der Dynamik und der teilweise noch kleinen Fallzahlen schwierig. Wir bauen an dieser Stelle auf bestehenden Abgrenzungen und Definitionen auf, die in den Kontext von KI eingeordnet werden können. Konkret betrachten wir verschiedene Anwendungen, nämlich autonomes Fahren sowie Robotik gemeinsam mit (teil)autonomen Produktionssystemen. Hinsichtlich der wissenschaftlichen Forschung schließen wir an den Fachbereich Informatik an, wo Grundlagen für eine Vielzahl der KI-Technologien und -Anwendungen gelegt werden. Wir betrachten an dieser Stelle ebenfalls die Robotik als Anwendungsfall, die Quantenforschung als Enabler, sowie unter der Bezeichnung künstliche Intelligenz (KI) die Methoden und Verfahren, die andernorts auch als KI-Technologien bezeichnet wurden.

ABBILDUNG 23: ANTEILE BADEN-WÜRTTEMBERGS AN DEN WELTWEITEN KONFERENZBEITRÄGEN UND SPEZIALISIERUNGSINDEX BEI AUSGEWÄHLTEN WISSENSCHAFTSFELDERN, 2016-2018



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Robotik stellt - gemessen in Zeitschriftenpublikationen im Wissenschaftssystem Baden-Württembergs im weltweiten Vergleich einen Schwerpunkt dar, während die Rolle der Künstlichen Intelligenz im Baden-Württembergischen Wissenschaftsprofil derzeit deutlich unterdurchschnittlich ist (siehe Abbildung 19). Hier wurde in der Vergangenheit also andernorts anteilig deutlich mehr geforscht und publiziert. Im Feld Robotik sind die Manipulatoren selbst, also die Roboterarme oder die mechanischen Komponenten heutzutage weniger die Herausforderung als vielmehr die Programmierung und Steuerung, sodass autonome Systeme entstehen können. Neben den erweiterten Funktionen wird hier insbesondere in Fragen der Sicherheit, d. h. der Interaktion zwischen Mensch und Maschine geforscht. Auch im Bereich der Robotik sind weltweit zahlreiche Forscherteams mit unterschiedlichen Fragestellungen und Themen befasst, sodass die leicht überdurchschnittliche Spezialisierung Baden-Württembergs durchaus positiv zu erwähnen ist. Dies gilt umso mehr, als Deutschland insgesamt in diesem Feld keinen überdurchschnittlichen Wert erreicht. Im Kontext der künstlichen Intelligenz mag das unterdurchschnittliche Abschneiden ernüchternd sein, erklärt sich aber auch hier im Wesentlichen durch die thematische Breite des Feldes und die hohen Erwartungen die vielerorts mit der künstlichen Intelligenz verbunden werden. Entsprechend sind auch hier zahlreiche Forscherteams weltweit aktiv. Innerhalb Baden-Württembergs sind ebenfalls verschiedene Themen vertreten, darunter auch das autonome Fahren, das ebenfalls dem Bereich der künstlichen Intelligenz zugeordnet werden kann. Hier bestehen im Land durchaus wissenschaftliche Schwerpunkte, die allerdings in dem gesamten Feld der künstlichen Intelligenz nur einen Teilbereich ausmachen. Dieses Feld ist auch ein gutes Beispiel dafür, dass eine Spezialisierung auch innerhalb größerer Felder sinnvoll ist, um Stärken auszubauen und eigene Schwerpunkte zu entwickeln. Die politischen Unterstützungsmaßnahmen im Land gehen genau diesen Weg und setzen neben dem autonomen Fahren und der Robotik auf Anwendungen in angestammten Bereichen der Lebenswissenschaften und der Mikroelektronik, wo beispielsweise für Projekte laut dem Maßnahmenkatalog KI 4,7 Mio. Euro Fördermittel zur Verfügung stehen.¹⁷ Hier können institutionelle Mittel wesentliche Fortschritte in der Grundlagenforschung unterstützen, aber gerade die projektbasierte Forschungsförderung kann durch zielgerichtete Programme einen Kompetenzaufbau und eine Kompetenzerweiterung herbeiführen.

Gerade im Bereich von Informatik, Elektrotechnik und auch im erweiterten Kontext der künstlichen Intelligenz spielen Zeitschriftenbeiträge im Vergleich zu Konferenzbeiträgen eine untergeordnete Rolle. Abbildung 23 zeigt

¹⁷ siehe <https://mwk.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/landesregierung-beschliesst-massnahmenpaket-zur-staerkung-ki-standort-baden-wuerttemberg-und-investiert-1/>.

daher - analog zu Abbildung 19¹⁸ - die Werte des Spezialisierungsindex und die weltweiten Anteile in ausgewählten Themen auf Basis der Konferenzbeiträge anstelle der Zeitschriftenbeiträge. Das bereits gewonnene Bild setzt sich auch hier fort, wenngleich die Anteile Baden-Württembergs in den dargestellten Wissenschaftsbereichen höher liegen als bei den Zeitschriften. Auch ist die Intensität etwas ausgeprägter und die Reihenfolge der Schwerpunkte unterschiedlich. So ist festzustellen, dass die Schwerpunktsetzungen in den Bereichen Fahrzeuge (Brennstoffzelle, Elektrofahrzeuge, Batterien, weniger ausgeprägt auch Leichtbau) noch deutlicher zutage treten und auch im Bereich Robotik sowohl die weltweiten Anteile wie auch die Schwerpunktsetzung deutlicher ausfällt. Im Bereich der künstlichen Intelligenz hingegen liegen auch auf Basis dieser statistischen Perspektive die Schwerpunkte nicht in Baden-Württemberg. Allerdings gilt auch hier, was bereits oben betont wurde, dass nämlich KI ein breites Feld ist mit unterschiedlichen Teilthemen und in einzelnen solcher Teilthemen durchaus relative Stärken möglich sind. Im Gesamtbild überwiegen allerdings die Schwächen, die auch bereits in anderen Studien - im Wesentlichen für Gesamtdeutschland - benannt wurden.

Bei der Analyse der zitatbasierten Indikatoren fällt die künstliche Intelligenz ebenfalls ein wenig aus dem Rahmen (siehe Abbildung 20). Die hier getätigten Veröffentlichungen erreichen nur eine durchschnittliche Zitatrate – der Durchschnitt liegt bei 1,0 – sowohl Baden-Württemberg wie auch Deutschland insgesamt kommen auf einen Wert von 1,1. Bei der Exzellenzrate - also bei den besonders hoch zitierten Zeitschriftenveröffentlichungen im jeweiligen Feld - bleibt der Wert deutlich hinter den anderen hier betrachteten Wissenschaftsfeldern zurück, wenngleich dennoch überdurchschnittliche Werte – der weltweite Durchschnitt liegt bei 10% – erreicht werden. Die Zahlen sind jedoch ein Beleg für die in der Breite der Forschung zur künstlichen Intelligenz bestehende Dominanz der USA. In der Robotikforschung liegen die zitabasierten Indikatoren etwas höher und Baden-Württemberg hat gegenüber Deutschland insgesamt leichte Vorteile.

Bei transnationalen Patentanmeldungen mit Zielrichtung auf internationale Märkte baut Baden-Württemberg bei den KI-Anwendungen auf den klassischen Stärken im Maschinenbau/Produktionstechnik und Fahrzeugbau auf. Es finden sich Schwerpunkte sowohl bei Produktionstechnologien/Robotik wie auch beim assistierten/autonomen Fahren. Sowohl die VDI/VDE-IIT-Studie wie auch die EFI-Studie mahnen jedoch an, dass in Deutschland über die bestehenden Stärken hinaus neue Kompetenzen in anderen Bereichen aufgebaut und in die Anwendung gebracht werden müssen, um mittel- bis langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Das gilt sicher so auch für Baden-Württemberg und führt dann folgerichtig in der Innovationspolitik zu einer Verbreiterung und Intensivierung der Forschungsförderung, einer Ausrichtung auch auf die Umsetzung der dort erarbeiteten Kompetenzen, sowie zu einem Ausbau der Qualifikationen und Bildungsangebote als Basis für die Verbreiterung der Aktivitäten. Letzteres haben bereits andere Untersuchungen für das verarbeitende Gewerbe mit Blick auf die Digitalisierung insgesamt ebenfalls hervorgehoben (Frietsch et al. 2016a). Der Maßnahmenkatalog der Landesregierung, wie er im März 2019 vorgestellt wurde, erlaubt zumindest auf dem Papier eine solche Breite. Wie diese sich - auch angesichts des selbst unter Zurechnung der in Baden-Württemberg investierten Bundesmittel nach wie vor überschaubaren Budgets von 20 Millionen Euro - in der Realität darstellt, wird die nahe Zukunft zeigen. Der Ministerpräsident¹⁹ hatte weitere Investitionen in Aussicht gestellt, so dass der politische Wille eventuell auch einlösbar sein könnte.

18 In dieser Abbildung sind nicht alle in Kapitel 3 dargestellten neuen Themen abgebildet, da Konferenzbeiträge in den verschiedenen Disziplinen eine höchst unterschiedliche Bedeutung einnehmen. Während in den Naturwissenschaften und der Medizin Kommunikation der wissenschaftlichen Ergebnisse in erster Linie über Zeitschriftenbeiträge erfolgt und Konferenzbeiträge entsprechend niedrige absolute Zahlen aufweisen, ist die Bedeutung von Konferenzen in der Informatik und angrenzender Felder überragend. Teilweise findet die Kommunikation der Ergebnisse ausschließlich über dieses Medium statt und Zeitschriftenbeiträge sind entsprechend deutlich seltener. Aus diesem Grund sind dieser Abbildung die naturwissenschaftlich-medizinischen Bereiche (personalisierte Medizin, Wirkstoffforschung, Zellbiologie und Elektrochemie) nicht dargestellt.

19 <https://mwk.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/landesregierung-beschliesst-massnahmenpaket-zur-staerkung-ki-standort-baden-wuerttemberg-und-investiert-1/>

3.4 ZUSAMMENFASSUNG

Hinsichtlich der wissenschaftlichen Zeitschriftenveröffentlichungen lässt sich zusammenfassend sagen, dass Baden-Württemberg bei den ausgewählten neuen Themenfeldern, die auf bestehenden wissenschaftlichen Stärken aufbauen, nicht nur Schwerpunkte setzt, sondern auch Forschung auf hohem Niveau betreibt. Letzteres gilt auch für alle anderen Felder, so beispielsweise auch im Bereich der künstlichen Intelligenz, wenngleich hier die Schwerpunkte weniger deutlich zutage treten, nicht zuletzt aufgrund massiver Aktivitäten in anderen Ländern. Hier besteht also durchaus ein Ansatzpunkt zur Ausweitung der wissenschaftlichen und technologischen Aktivitäten, wie sie in den politischen Maßnahmen formuliert und beispielsweise auch dem Cyber Valley oder der Technologieregion Karlsruhe ins Aufgabenheft geschrieben wurden. Erste finanzielle Mittel zur Zielerreichung wurden mit dem Maßnahmenkatalog bereits bereitgestellt.

Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit neuen Fahrzeugen²⁰ findet in Baden-Württemberg sowohl quantitativ als auch qualitativ auf hohem Niveau statt. Auch bei diesem Thema wird andernorts jedoch massiv nicht mehr nur in Forschung und Entwicklung, sondern auch in Wissenschaft investiert, sodass sich die Aktivitäten im Land relativieren.

Auf Basis der Patentanalyse lässt sich festhalten, dass sich Baden-Württemberg in den klassischen Stärken der Mobilität und auch der Produktionstechnologie über neue Technologiepfade und neue Anwendungen modernisiert. Technologische Stärken in diesen Bereichen sind unübersehbar. Allerdings zeigen sich auch relative Schwächen, die durch einen massiven internationalen Wettbewerb und massive Investitionen in Forschung und Entwicklung andernorts entstanden sind. Dies betrifft im Wesentlichen die Mikro- und Nanotechnologien sowie den Bereich Leichtbau und neue Materialien. Im Kontext der künstlichen Intelligenz sind auf Grund der geringen Patentzahlen bzw. der geringen Relevanz von Patenten nur wenige gesicherte Aussagen möglich. Die bestehenden Stärken im Fahrzeugbau wurden um technologische Kompetenzen hinsichtlich künstlicher Intelligenz erweitert. Allerdings ist auch hier ein massiver internationaler Wettbewerb im Gange. In anderen Anwendungen hat Baden-Württemberg aktuell Wettbewerbsnachteile, die jedoch durch einen Transfer der wissenschaftlichen Kompetenzen gerade in einigen KI-Technologien (Big Data, Computer Vision, Maschinelles Lernen) in die wirtschaftliche Anwendung aufgelöst werden könnten.

²⁰ Hierunter werden zusammenfassend die hier untersuchten Technologiefelder Brennstoffzelle, Batterien, Elektrofahrzeuge und Leichtbau verstanden.

4 TRANSFER UND KOOPERATION

In diesem Kapitel wird der Blick auf die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft als wesentliches Element des Transfergeschehens gerichtet. Um ein umfassendes Bild zu gewinnen, erfolgt die Betrachtung aus unterschiedlichen Perspektiven. Zunächst werden in Abschnitt 4.1 die Drittmittelinnahmen der Hochschulen in Baden-Württemberg und hier insbesondere die Drittmittel aus der Wirtschaft in den Blick genommen. In Abschnitt 4.2 wird der Output der öffentlichen Forschung in Form von Patentanmeldungen analysiert. Betrachtet werden vor allem die "akademischen Patente". Dies sind Patente, die unter Beteiligung mindestens eines/einer Mitarbeiter/-in einer Universität (oder einer Forschungseinrichtung) erfunden wurden. Neben regionalen und nationalen Kooperationen spielt in einer arbeitsteiligen Weltwirtschaft die internationale Zusammenarbeit eine besondere Rolle, um Zugang zu Wissen zu erhalten und Wissen zu teilen. Deshalb wurden in Abschnitt 2.4 internationale Ko-Publikationen und internationale Ko-Patente analysiert. Dies sind Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei Ländern beteiligt sind, bzw. Patente, bei denen Erfinderinnen und Erfinder aus mindestens zwei Ländern genannt werden.

4.1 DRITTMITTELORIENTIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERGISCHER HOCHSCHULEN

4.1.1 HINTERGRÜNDE UND FRAGESTELLUNG

Universitäten und Fachhochschulen/Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) als wesentliche Organisationen des Hochschulbereichs (vgl. den Hochschulkompass der Hochschulrektorenkonferenz) sind wichtige Organisationen für Forschung, Bildung und Transfer in nationalen und regionalen Innovationssystemen. Sie leisten einen maßgeblichen Beitrag für die Wissenschafts- und Technikentwicklung, die Qualifizierung des Humankapitals und die Inventions- und Innovationstätigkeit. Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sind ein wesentliches Transferelement, steigern die Innovationsfähigkeit von Unternehmen und tragen zu deren Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit bei (vgl. Koschatzky 2012; Stahlecker und Zenker 2017). Neben den Hochschulen sind außeruniversitäre Forschungseinrichtungen wie die Fraunhofer-Institute oder in Baden-Württemberg die Institute der Innovationsallianz (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg 2018) ebenfalls auf die enge Zusammenarbeit mit Unternehmen ausgerichtet. Zu nennen ist auch die Steinbeis-Stiftung als Dienstleister im Wissens- und Technologietransfer.

Nachfolgend wird der Blick auf die Hochschulen gerichtet, weil sie derzeit im politischen Interesse stehen und es erwartet wird, dass sowohl Universitäten als auch Fachhochschulen/HAW ihre Transferaktivitäten und ihre Wirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft steigern (vgl. Koschatzky 2014; beispielhaft auch die Förderinitiative "Innovative Hochschule" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung²¹). Daher ist von besonderem Interesse, wie die Hochschulen mit der Gesellschaft, insbesondere aber mit der Wirtschaft, verbunden sind. Ein wesentlicher Indikator in diesem Zusammenhang sind die von den Hochschulen eingeworbenen Drittmittel und

21 Siehe <https://www.bmbf.de/de/innovative-hochschule-2866.html> (abgerufen am 06.08.2018).

speziell die Drittmittel aus der gewerblichen Wirtschaft. Das Statistische Bundesamt definiert Drittmittel wie folgt: "Drittmittel sind Mittel, die zur Förderung von Forschung und Entwicklung sowie des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Lehre zusätzlich zum regulären Hochschulhaushalt (Grundausstattung) von öffentlichen oder privaten Stellen eingeworben werden" (Statistisches Bundesamt 2019, Anhang 3).

Die Drittmittel stehen als Maßzahl (neben Patentanmeldungen zusammen mit Unternehmen, Lizenzeinnahmen aus Patenten und Unternehmensgründungen von Hochschulangehörigen) für den Wissens- und Technologietransfer. Auch wenn kein linearer Zusammenhang zwischen Drittmittelhöhe und Ausmaß der Zusammenarbeit besteht, lässt die Höhe der Drittmittel aus der Wirtschaft auf die Breite der zwischen Hochschulen und Unternehmen transferierten Technologie und des transferierten Wissens schließen.

In diesem Abschnitt soll die Frage beantwortet werden, ob die Hochschulen in Baden-Württemberg mehr oder weniger stark mit der gewerblichen Wirtschaft kooperieren als die Hochschulen im deutschen Durchschnitt. Über Transferaktivitäten der Hochschulen auf Basis von Finanzströmen hinaus sind aus der Drittmittelstatistik keine weiteren Erkenntnisse über Motivationen und Wirkungen der Zusammenarbeit mit Unternehmen ableitbar. Deshalb wurde die Analyse der Drittmittelstatistik durch die Befragung von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen (befragt wurden in der Mehrzahl Professorinnen und Professoren an Universitäten), Vertretern/-innen von Hochschultransferstellen und von Ministerien ergänzt. Durch diese nicht repräsentative Befragung wurden einzelne Einschätzungen zur Entwicklung von Wissenschafts- und Technologiefeldern gesammelt, aber auch zur Ausgestaltung der Beziehungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.²² Abschnitt 4.1.7 zeigt, dass die Zusammenarbeit mit Unternehmen aktiv gestaltet wird, um die wissenschaftlich-technische Exzellenz der Institute zu festigen, die internationale Reputation auszubauen und die Attraktivität der universitären Forschung für Nachwuchswissenschaftler zu sichern.

4.1.2 RELEVANZ VON DRITTMITTELN

Bezogen auf die Grundmittel der Hochschulen, die von der öffentlichen Hand zur Verfügung gestellt werden, erreichen die Drittmiteleinnahmen bei den deutschen Universitäten (ohne medizinische Einrichtungen/Gesundheitswissenschaften der Universitäten) einen Anteil von 43,1% (5,29 Mrd. Euro bezogen auf 12,29 Mrd. Euro an Grundmitteln; Zahlen für 2017) (Statistisches Bundesamt 2019, Tabelle 2.1.1). Bei den deutschen Fachhochschulen (ohne Verwaltungsfachhochschulen) sieht das Verhältnis deutlich anders aus. Hier machen die Drittmittel als Ergebnis ihrer grundsätzlich geringen Forschungsorientierung nur 14,6% der Grundmittel aus (ebenda).²³

²² Die Erhebung umfasste insgesamt 16 halbstrukturierte Experteninterviews, in denen auch die Zusammenarbeit der Hochschullehrer/-innen mit Unternehmen diskutiert wurde. Die Experten forschen in den Technologiefeldern Elektromobilität und neue Antriebskonzepte, Medizintechnik, Optik und Photonik, Nano- und Mikroelektronik, Advanced Manufacturing sowie Biotechnologie. In jedem Technologiefeld konnte mindestens ein Experte einbezogen werden. Die Gespräche wurden telefonisch im Zeitraum Mai bis August 2018 mit Wissenschaftlerinnen/Wissenschaftlern aus baden-württembergischen Universitäten und einer außeruniversitären Forschungseinrichtung geführt (siehe Tabelle 3). Die zentralen Aussagen wurden aus Anonymisierungsgründen parallel zum Telefonat paraphrasiert und für dieses Kapitel hinsichtlich der Motive und Wirkungen von Kooperationen mit der Wirtschaft ausgewertet. Parallel wurden Gespräche mit Vertretern von sechs baden-württembergischen Transferstellen und zwei baden-württembergischen Ministerien geführt und ergänzend zu diesem Kapitel ausgewertet.

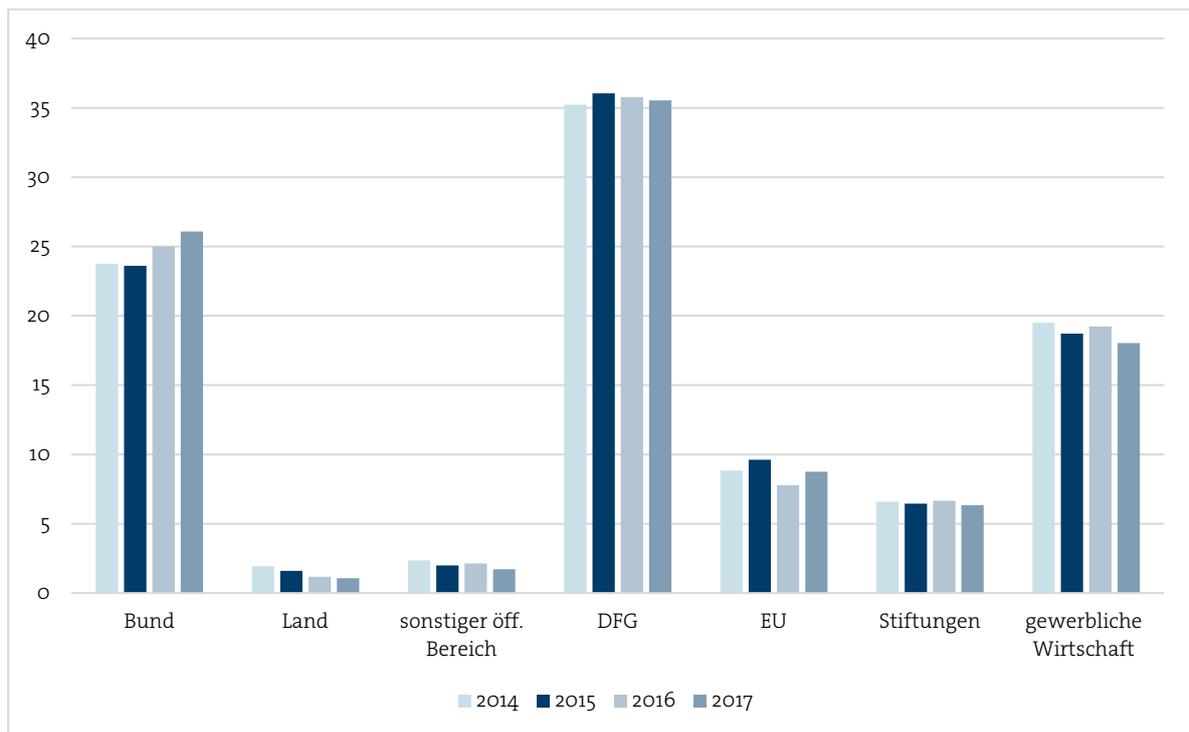
²³ Die nachfolgenden Analysen basieren auf den vom Statistischen Bundesamt erhobenen monetären hochschulstatistischen Kennzahlen. Zum Zeitpunkt der Berichterstellung lagen Zahlen bis einschließlich 2017 vor. Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg informiert ebenfalls über die Drittmiteleinnahmen der Hochschulen in Baden-Württemberg. Da in den folgenden Auswertungen die Situation in Deutschland mit der in Baden-Württemberg verglichen wird, muss auf eine einheitliche Zahlengrundlage Bezug genommen werden. Daher wird die Drittmittelstatistik des Statistischen Bundesamtes verwendet.

Baden-Württemberg zeigt leichte Abweichungen von diesem Muster. Der Drittmittelanteil der Universitäten bezogen auf die Grundmittel liegt bei 49,4% (2017). Dies ist auf die Drittmittelstärke der Universitäten im Land zurückzuführen. Anders bei den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)²⁴: bei ihnen machen die Drittmittel nur 13,9% der Grundmittel aus. Sie haben damit einen leicht geringeren Drittmittelanteil als alle Fachhochschulen im deutschen Vergleich.

4.1.3 ANTEILE UNTERSCHIEDLICHER DRITTMITTELGEBER IN DEUTSCHLAND

Die größte Drittmittelquelle der deutschen Universitäten ist die Deutsche Forschungsgemeinschaft (Anteil an den Drittmitteln der Universitäten knapp 35,8% im Jahr 2017), über die im wissenschaftlichen Wettbewerb Gelder für die Grundlagenforschung eingeworben werden. Zweit wichtigste Drittmittelquelle ist der Bund mit seinen unterschiedlichen Maßnahmen und Programmen der Forschungsförderung (26%). An dritter Stelle folgt die gewerbliche Wirtschaft mit gut 17,9%. Hier steht oftmals die Bearbeitung anwendungsorientierter Forschungsaufträge im Mittelpunkt. Weiterhin spielen noch die EU (etwa 8,8%) und Stiftungen (knapp 6,37%) eine Rolle. Abbildung 23 zeigt die Anteile der wichtigsten Drittmittelquellen im Zeitverlauf zwischen 2014 und 2017.

ABBILDUNG 24: DRITTMITTELQUELLEN DER DEUTSCHEN UNIVERSITÄTEN 2014-2017 (IN %)



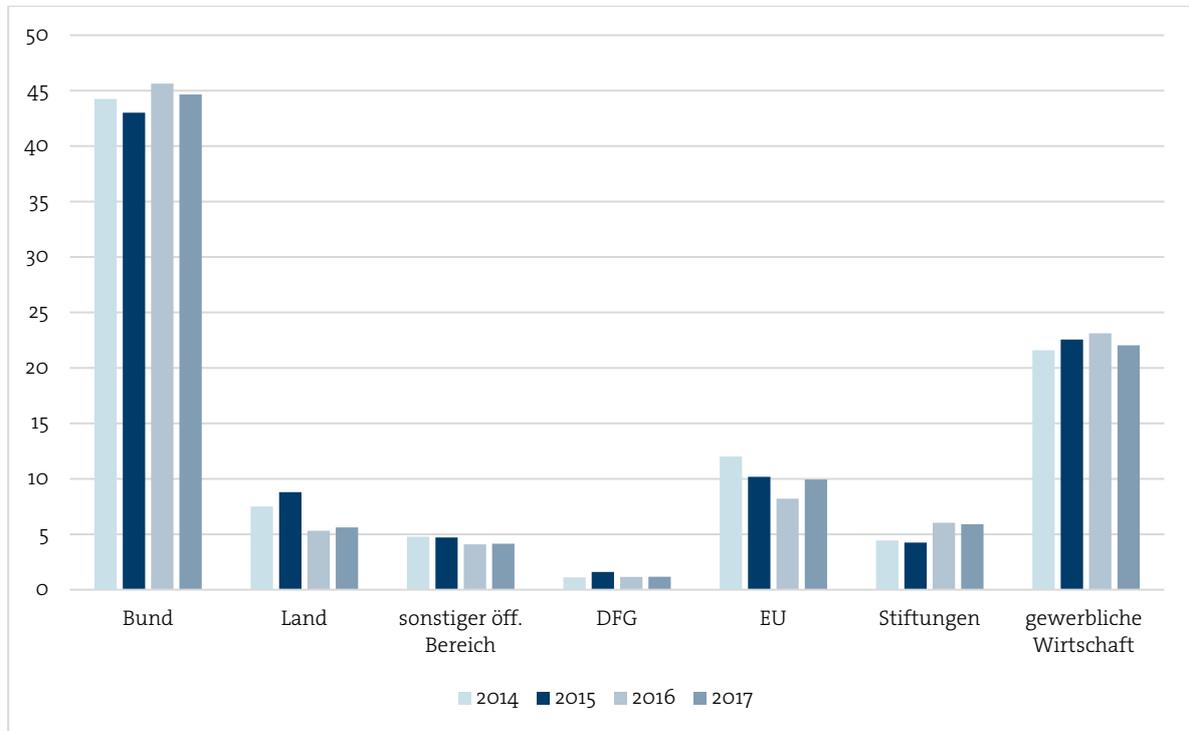
Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt 2019, Tabelle 3.7.

Aufgrund des immer noch weitgehend fehlenden Mittelbaus und der Fokussierung der Fachhochschulprofessorinnen und -professoren auf die Lehre trägt bei den deutschen Fachhochschulen die DFG nur zu 1% zu den Drittmitteln bei. Der größte Anteil der Drittmittel stammt vom Bund (knapp 47%). Zweitwichtigster Drittmittelgeber

²⁴ Während in Baden-Württemberg die Bezeichnung "Hochschulen für Angewandte Wissenschaften" (HAW) für die ehemaligen Fachhochschulen verwendet wird, ist in anderen Bundesländern wie auch in den Statistiken des Statistischen Bundesamtes weiterhin der Name "Fachhochschule" gebräuchlich.

ist die gewerbliche Wirtschaft mit 22,7%. Dies spiegelt die Unternehmensnähe der Fachhochschulen in der Ausbildung und der Beratung wider. Fördermittel von der EU stehen an dritter Stelle (9,6%, seit 2014 allerdings rückläufig), gefolgt vom sonstigen öffentlichen Bereich und Stiftungen (vgl. Abbildung 24).

ABBILDUNG 25: DRITTMITTELQUELLEN DER DEUTSCHEN FACHHOCHSCHULEN/HAW 2014-2017

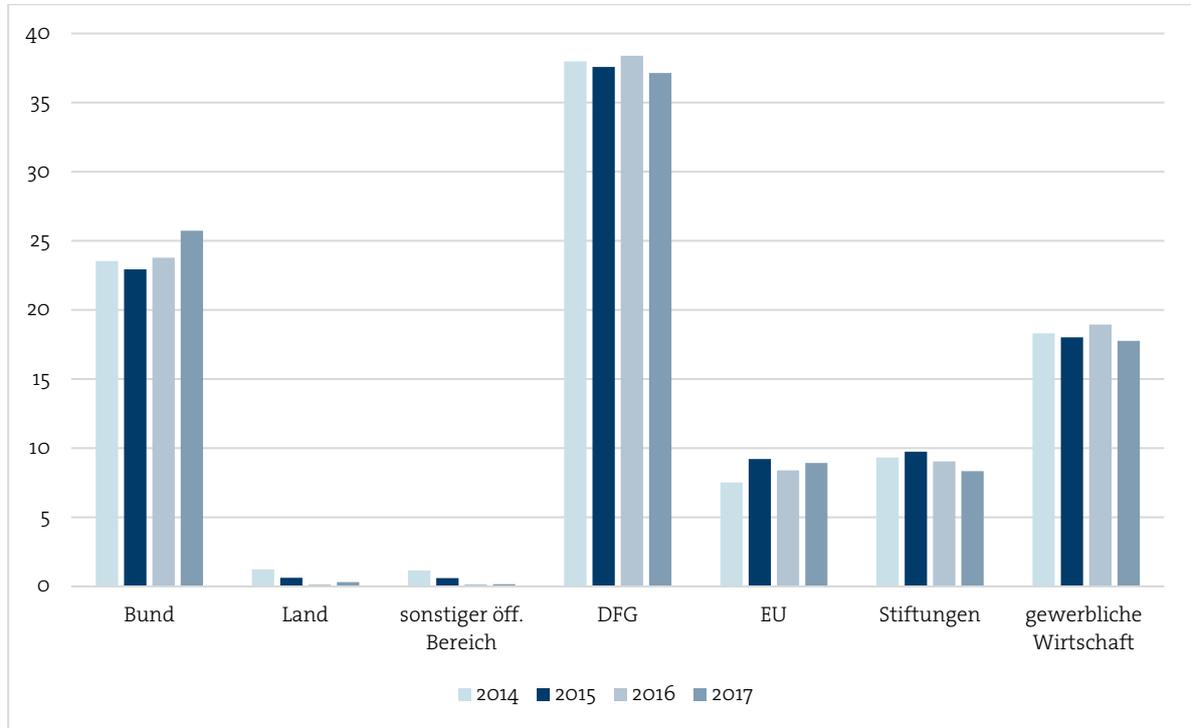


Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt 2019, Tabelle 3.7.

4.1.4 ANTEILE UNTERSCHIEDLICHER DRITTMITTELGEBER IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Nachfolgend werden die Drittmittelquellen der baden-württembergischen Universitäten und Hochschulen für Angewandte Wissenschaften dargestellt. Unter Nutzung vergleichbarer Zahlen ergibt sich für die Universitäten im Vergleich zwischen Deutschland und Baden-Württemberg, dass die Universitäten im Land etwas mehr Drittmittel von der DFG akquirieren (37,3% zu 35,8 %) und auch bei den Stiftungen leicht vorn liegen (knapp 9 zu knapp 7%). Dies kann als Hinweis auf die Bedeutung der Baden-Württemberg Stiftung gewertet werden. Die Drittmittelanteile aus der gewerblichen Wirtschaft fallen in etwa gleich aus (17,7 % in Baden-Württemberg zu 17,9 % im Bundesdurchschnitt). Die baden-württembergischen Universitäten unterscheiden sich nicht maßgeblich in der Verteilung der Drittmittel auf unterschiedliche Drittmittelquellen vom deutschen Durchschnitt (vgl. Abbildung 25).

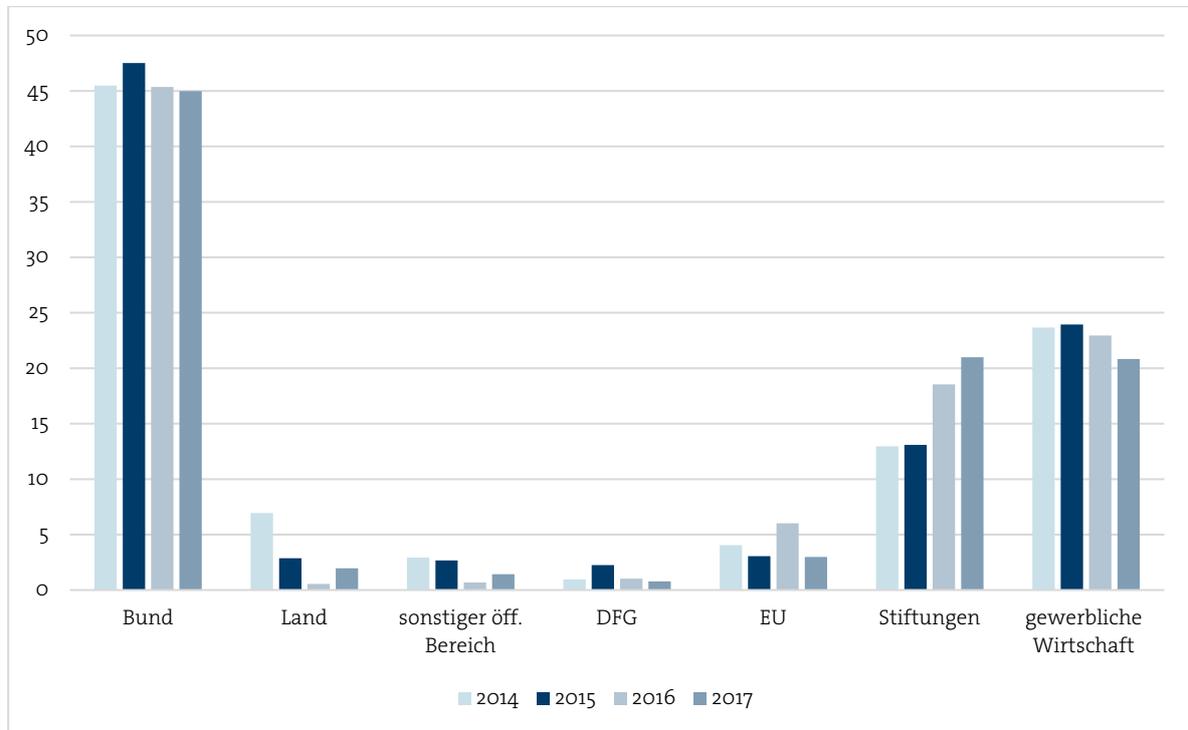
ABBILDUNG 26: DRITTMITTELQUELLEN DER UNIVERSITÄTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2014-2017 (IN %)



Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt 2019, Tabelle 3.7.

Hinsichtlich der Anteile der gewerblichen Wirtschaft unterscheiden sich die baden-württembergischen HAW leicht vom Bundesschnitt. Während der entsprechende Drittmittelanteil im Jahr 2014 noch bei knapp 24,8% lag, erreichte er 2017 20,7% (damit niedriger alle deutschen Fachhochschulen/HAW mit 22,7%). Einen erheblichen bedeutungsgewinn haben die Drittmittel von Stiftungen in den letzten Jahren erfahren. Ihr Anteil an allen Drittmitteln stieg von 13,5 im Jahr 2014 auf 21,7% im Jahr 2017 an. Damit überflügelten Mittel aus Stiftungen die Einnahmen aus der Wirtschaft als nunmehr zweitgrößte Drittmittelquelle. Damit unterscheiden sich die HAWs in Baden-Württemberg deutlich vom deutschen Durchschnitt aller Fachhochschulen (vgl. Abbildung 26).

ABBILDUNG 27: DRITTMITTELQUELLEN DER HOCHSCHULEN FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG 2014-2017 (IN %)



Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt 2019, Tabelle 3.7.

4.1.5 UMFANG DER DRITTMITTEL IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Neben der Bedeutung einzelner Drittmittelquellen (Anteile) ist der Umfang der eingeworbenen Drittmittel (in Euro) eine relevante Größe. Anscheinend gibt es Unschärfen in der Erfassung der Drittmittel beim Statistischen Bundesamt, sodass nicht immer deckungsgleiche Werte entstehen.²⁵ Bereits im Jahr 2003 stellte eine Studie von Fraunhofer ISI, ifo Institut und Stifterverband fest, dass sich die von den Hochschulen ausgewiesenen Drittmitteln aus der Wirtschaft deutlich von der Höhe der Mittel unterschieden, den die Wirtschaft als Mittelfluss an die Hochschulen deklarierte (Koschatzky et al. 2003).

Den Drittmiteleinahmen der baden-württembergischen Universitäten im Jahr 2017 in Höhe von 819,347 Mio. Euro (gemäß Tabelle 2.1.1 der Basisdaten für die Berechnung finanzstatistischer Kennzahlen für den Hochschulbereich des Statistischen Bundesamtes) stehen entsprechende Einnahmen der HAW von 111,913 Mio. Euro gegenüber. Damit erreichen die Universitäten im Land einen Anteil von 15,4% an allen universitären Drittmitteln in Deutschland, die HAW 18,6% an allen Drittmitteln der Fachhochschulen. Diese Anteile werden noch aussagekräftiger, wenn sie mit dem jeweils zur Verfügung stehenden Personal gewichtet werden. Üblicher Vergleichswert ist die Zahl der Professoren. In Tabelle 1 sind für Universitäten und Fachhochschulen/HAW die entsprechenden Durchschnittswerte angegeben.

²⁵ Bei einem Vergleich unterschiedlicher Tabellen in der Fachserie 11, Reihe 4.3.2: Monetäre hochschulstatistische Kennzahlen des Statistischen Bundesamtes fällt auf, dass es Unterschiede in der Höhe der ausgewiesenen Drittmiteleinahmen gibt. Beispielsweise nennt die dortige Tabelle 3.1.1 für die Universitäten in Baden-Württemberg Drittmiteleinahmen in Höhe von 777,436 Mio. Euro (für das Jahr 2016), während die Tabelle 2.1.1 einen Wert für das gleiche Jahr in Höhe von 782,339 Mio. Euro ausweist (Statistisches Bundesamt 2018).

An den baden-württembergischen Universitäten waren 2017 12,87% aller deutschen Professoren/-innen beschäftigt. Diese akquirierten im Schnitt 320.182 Euro an Drittmitteln. Der vergleichbare deutsche Durchschnitt liegt bei 266.213 Euro. Damit erzielten die Universitäten in Baden-Württemberg pro Kopf etwa 20,3% mehr an Drittmitteln im deutschen Vergleich, als dies durch ihre Größe gemessen an der Zahl der Professoren/-innen erwartbar wäre.

TABELLE 1: DURCHSCHNITTLICHE DRITTMITTEL PRO PROFESSOR/-IN 2017

	Baden-Württemberg	Deutschland	Anteil BaWü an DEU (in%)
Universitäten			
Drittmittel insgesamt (Mio. Euro)	819,347	5.294,978	15,47
Professoren/-innen	2.559	19.890	12,87
Drittmittel insgesamt pro Prof./-in (Euro)	320.182	266.213	120,30
Fachhochschulen/HAW			
Drittmittel insgesamt (Mio. Euro)	111,913	606,096	18,46
Professoren/-innen	3.512	18.089	19,42
Drittmittel insgesamt Prof./-in (Euro)	31.86626	33.506	95,11

Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt 2019.

Bei den Fachhochschulen/HAW ergibt sich gemäß den Zahlen des Statistischen Bundesamtes ein anderes Bild. 19,4% aller deutschen Fachhochschulprofessoren/-innen arbeiten in Baden-Württemberg. Sie werben im Durchschnitt 31.866 Euro an Drittmitteln ein. Strukturbedingt ist dies knapp zehnmal weniger als bei den Universitätsprofessoren/-innen. Der entsprechende Durchschnittswert für alle deutschen Fachhochschulen liegt bei 33.506 Euro und damit um gut 5% höher.

Die Gegenüberstellungen zeigen, dass die Drittmittelorientierung der Universitäten in Baden-Württemberg deutlich stärker ausgeprägt ist als im Durchschnitt aller deutschen Universitäten. Die Hochschulen für Angewandte Wissenschaften im Land sind bezogen auf ihre an der Zahl der Professoren/-innen demgegenüber leicht drittmittelschwächer als die Fachhochschulen im deutschen Durchschnitt.²⁷

4.1.6 DRITTMITTEL AUS DER GEWERBLICHEN WIRTSCHAFT IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Leider werden in der genannten Statistik der monetären hochschulstatistischen Kennzahlen des Statistischen Bundesamtes nur die gesamten Drittmittel dargestellt, nicht aber die Einnahmen in Euro nach unterschiedlichen Drittmittelquellen. Hier hilft ein Blick auf die in den Abbildung 25 und Abbildung 26 genannten Anteile. Die gewerbliche Wirtschaft trug im Jahr 2016 zu 18,9% der Drittmiteleinnahmen der baden-württembergischen Universitäten bei. Bei einem Gesamtbetrag von 782,3 Mio. Euro entspricht dies 147,85 Mio. Euro an Drittmitteln aus der Wirtschaft. Der entsprechende Wert für die HAW erreicht bei einem Anteil von 23,0% 24,27 Mio. Euro Drittmittel aus der gewerblichen Wirtschaft (Gesamtdrittmiteleinnahmen 105,5 Mio. Euro). Wie bereits ausgeführt,

²⁶ In der Drittmittelstatistik des Statistischen Bundesamtes sind die Dualen Hochschulen, ein baden-württembergischer Sonderfall, enthalten. Werden diese aus der Summe der Drittmiteleinnahmen und der Zahl der Professoren/-innen herausgerechnet (nach Zahlenangaben aus dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg), dann ergeben sich nur kleine Abweichungen von dem in der Tabelle 1 ausgewiesenen Wert. Am Abstand zum bundesdeutschen Durchschnitt ändert sich nichts.

²⁷ Wie sich dieser Abstand zwischen 2016 und 2019 verändert hat, kann aufgrund fehlender Angaben auf Bundesebene für das Jahr 2017 nicht beantwortet werden. Die vom Statistischen Landesamt publizierten Drittmiteleinnahmen der HAW und der Dualen Hochschule weisen einen leichten Rückgang zwischen 2016 und 2017 aus.

sind diese Zahlen Orientierungswerte, da es Unterschiede in der Höhe der vom Statistischen Bundesamt in einem Jahr erfassten Drittmittelleinnahmen gibt.²⁸

Wird dieses Drittmittelaufkommen aus der gewerblichen Wirtschaft in den Kontext der von allen deutschen Universitäten und Fachhochschulen/HAW eingeworbenen Wirtschaftsdrittmittel gestellt, dann entsprechen die 147,85 Mio. Euro der Universitäten einem Anteil von 15,2% an allen Drittmitteln aus der Wirtschaft, die deutsche Universitäten eingeworben haben (Gesamtvolumen 970,32 Mio. Euro). Die HAW im Land erreichen einen entsprechenden Anteil von 17,96%.

TABELLE 2: DURCHSCHNITTLICHE DRITTMITTEL AUS DER GEWERBLICHEN WIRTSCHAFT PRO PROFESSOR/-IN 2017

	Baden-Württemberg	Deutschland	Anteil BaWü an DEU (in%)
Universitäten			
Drittmittel Wirtschaft (Mio. Euro)	145,843	953,096	15,3
Professoren/-innen	2.559	19.890	12,9
Drittmittel Wirtschaft pro Prof./-in (Euro)	56.992	47.918	118,9
Fachhochschulen/HAW			
Drittmittel Wirtschaft (Mio. Euro)	23,28	133,34	17,5
Professoren/-innen	3.512	18.089	19,4
Drittmittel Wirtschaft pro Prof./-in (Euro)	6.628	7.371	89,9

Quelle: Eigene Berechnungen nach Statistisches Bundesamt 2019

In der Tabelle 2 sind analog zur Tabelle 1 die Drittmittel aus der Wirtschaft und die Pro-Kopf-Werte pro Professor/-in eingetragen. Auch hier zeigt sich, dass die baden-württembergischen Universitäten mehr Drittmittel aus der gewerblichen Wirtschaft einwerben, als es ihrer Größe entspricht. 56.992 Euro pro Professor/-in Baden-Württemberg stehen 47.918 Euro im deutschen Durchschnitt gegenüber.

Bei den HAW ergibt sich bei den Drittmitteln aus der Wirtschaft das gleiche Bild wie bei den gesamten Drittmitteln: das Drittmittelaufkommen aus der Wirtschaft pro Professor/-in liegt hinter dem bundesdeutschen Durchschnittswert. Da wiederum in den Angaben des Statistischen Bundesamtes in der Gruppe der Fachhochschulen/HAW die Dualen Hochschulen enthalten sind, relativieren sich die errechneten Durchschnittswerte für die HAW, wenn die Anteile der Dualen Hochschulen herausgerechnet werden. Nach Auskunft des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg entfallen auf die Dualen Hochschulen 2,5% der Wirtschaftsdrittmittel aller HAW, sie stellen aber 20,1% der Fachhochschulprofessoren/-innen in Baden-Württemberg. Somit werden pro Professor/-in von den baden-württembergischen HAW (ohne Duale Hochschulen) 8.088 Euro an Drittmitteln aus der gewerblichen Wirtschaft eingeworben. Dieser Wert liegt knapp 10% über dem deutschen Durchschnitt von 7.371Euro. Damit sind sowohl die Universitäten als auch die HAW in Baden-Württemberg aktiver und erfolgreicher bei der Akquisition von Drittmitteln aus der Wirtschaft als die Universitäten und Fachhochschulen im bundesdeutschen Durchschnitt.

²⁸ Ebenfalls weichen die auf der Basis der Zahlenangaben des Statistischen Bundesamtes errechneten Drittmittelvolumina aus der gewerblichen Wirtschaft von den Angaben des Statistischen Landesamtes (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2019: Einnahmen und Ausgaben der Hochschulen nach Hochschularten) ab. Danach erreichten die Drittmittelleinnahmen aus der gewerblichen Wirtschaft im Jahr 2016 bei den Universitäten 108,66 Mio. Euro (2017: 101,71 Mio. Euro) und bei den HAW (einschließlich Duale Hochschule) 23,64 Mio. Euro (2017: 22,52 Mio. Euro). Während bei den HAW der Unterschied gering ist, fällt er bei den Universitäten erheblich deutlicher aus.

Nicht sichtbar in den genannten Zahlen sind die Kooperationen, die Hochschulprofessoren/-innen als Mitarbeiter/-in eines Steinbeis Transferzentrums mit Unternehmen eingehen. Mit diesem Transferinstrument, das allerdings nicht nur auf Baden-Württemberg beschränkt ist, ergibt sich eine noch intensivere Zusammenarbeit mit der gewerblichen Wirtschaft, als es die Einnahmen der HAW widerspiegeln (vgl. auch www.steinbeis.de/de/steinbeis/ueber-steinbeis/zahlen-und-fakten.html; abgerufen am 10.02.2020).

4.1.7 MOTIVE UND WIRKUNGEN DER ZUSAMMENARBEIT MIT DER WIRTSCHAFT

Um ein besseres Bild von den Motiven und Wirkungen der Zusammenarbeit von Hochschulen mit der Wirtschaft zu gewinnen, werden nachfolgend Eindrücke aus den Experteninterviews mit Professoren/-innen sowie Vertretern/-innen von Transferstellen baden-württembergischer Hochschulen dargestellt. Die qualitativen Daten unterstreichen die zentrale Bedeutung dieser Kooperationen für die Weiterentwicklung von Forschung und Lehre und die Profilierung von Instituten in Baden-Württemberg. Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die geführten Experteninterviews

TABELLE 3: GEFÜHRTE INTERVIEWS

Technologieexperten

Technologiefeld	Einrichtung	Experten (16)
Elektromobil/neue Antriebskonzepte	Universitäten Stuttgart, Ulm, Karlsruhe	3 Professor/-innen
Medizintechnik	Universitäten Mannheim, Tübingen; Dt. Krebsforschungszentrum	2 Professor/-innen 1 Privatdozent/-in
Nano/Mikroelektronik	Universitäten Ulm, Karlsruhe	2 Professor/-innen
Optik/Photonik	Universität Stuttgart	1 Professor/-in
Biotechnologie	Universitäten Hohenheim, Ulm, Karlsruhe	3 Professor/-innen
Advanced Manufacturing	Universität Stuttgart, Hochschule Tuttlingen	1 Professor/-in 1 wiss. Mitarbeiter/-in

Transferstellen

Einrichtung	Standort	Experten (6)
Universitäten	Karlsruhe, Stuttgart	2 Doktor/-in
HAW	Heilbronn, Aalen, Furtwangen, Offenburg	3 Professor/-in 1 wiss. Mitarbeiter/-in

Ministerien

Einrichtung	Standort	Experten (2)
Wissenschaftsministerium, Wirtschaftsministerium	Stuttgart	1 Referatsleiter/-in 1 Referatsleiter/-in

Aufgrund der begrenzten Interviewzahl kann allerdings nur ein Stimmungsbild von der täglichen Netzwerkarbeit der Professoren/-innen widergespiegelt werden. Aus Anonymisierungsgründen wurden die Gespräche paraphrasiert. Es werden auch keine vollständigen wörtlichen Zitate verwendet und die Gesprächspartner bleiben ungenannt.

4.1.7.1 PROFESSOREN/-INNEN ALS GESTALTER VON TRANSFERKANÄLEN ZWISCHEN UNIVERSITÄTEN UND UNTERNEHMEN

Die diesem Abschnitt zugrundeliegenden Interviews liefern punktuelle Eindrücke von der universitären Forschungsarbeit, wobei insbesondere die Rolle der Professoren/-innen in der Gestaltung der Transferkanäle zu Partnern in der Wirtschaft betont werden soll. Durch diese Netzwerkarbeit tragen sie aktiv dazu bei, die Grundlagenforschung mit der technisch-industriellen Anwendung zu verzahnen. So betonten einige Gesprächspartner, dass das an baden-württembergischen Universitäten etablierte Institutssystem es ihnen ermögliche, "wie ein Mittelständler" zu arbeiten und annähernd "unternehmerische Entscheidungen" zu treffen. Im Vergleich zu anderen Bundesländern verfügten die Institutsleiter über höhere Entscheidungs- und Gestaltungsfreiheiten, selbst gegenüber der eigenen Universitätsverwaltung. Tatsächlich sehen sich einige der Professoren/-innen "mehr als Unternehmer, denn als Hochschullehrer". In dieser unternehmerischen Eigenständigkeit sehen sie einen Grund für die hohe Innovationskraft Baden-Württembergs und die Überlegenheit der Universitäten gegenüber dem Ausland.

Über diese strategischen Aufgaben hinaus betonen einige Befragten ihre Rolle als Netzwerker. Sie pflegen Kontakte zu regionalen wie internationalen Industriepartnern. Hierzu zählen mittelständische wie große Unternehmen aus Baden-Württemberg (z.B. Daimler-Benz, Audi, Porsche, Bosch, Zeiss), aber auch andere internationale Unternehmen mit Sitz außerhalb der Landesgrenzen, wie z.B. Siemens, Philips oder Sony. Die Anbahnung von Kooperationen mit Unternehmen wird durch persönliche, langjährig erprobte Netzwerke erleichtert. Die Professoren/-innen greifen dabei auf Kontakte zurück, die sie in früheren Forschungsprojekten geknüpft haben, auf Tagungen oder Messen pflegen oder in früheren Karrieren, wie z.B. im Fahrzeugbau, aufgebaut haben. Auch ehemalige Doktoranden/-innen, die mittlerweile bei Unternehmen arbeiten, sind Teil dieser Netzwerke. Aufgrund dieser persönlichen Netzwerke nehmen einige Experten die Kooperationen mit Unternehmen als "auf Augenhöhe" oder als "ein Geben und Nehmen" wahr.

Zudem konnten einige Institute ihre Expertise und Reputation derart festigen, dass Unternehmen den Kontakt selbst suchen, wie es ein Experte auf den Punkt bringt: "Mittlerweile werden wir gefragt." Auch ein Institutsleiter im Bereich Optik bzw. Photonik erzählt, dass die wissenschaftliche Exzellenz seines Instituts mittlerweile derart etabliert ist, dass Unternehmen wie Sony Kooperationen selbst einleiten, um auf das Know-how des Instituts zurückzugreifen. Trotz ihrer internationalen Reputation unterstreichen die Experten die in Baden-Württemberg etablierte wissenschaftliche Exzellenz "in der Breite" als zentralen Standortvorteil. Durch ihre Netzwerkarbeit und den regelmäßigen Austausch mit HAWs und KMU tragen die befragten Professoren/-innen dazu bei, diese Breite der wissenschaftlich-technischen Forschung zu erhalten.

Vertreter von Transferstellen bestätigen die hohe "Intensität" dieser Kooperationen sowie die hohe Bedeutung bestehender Kontakte und persönlicher Netzwerke, um zusätzliche Einnahmen insbesondere aus der Auftragsforschung zu generieren und die Sichtbarkeit von Hochschulen zu steigern. Dabei deckten die Kooperationen ein breites Themenspektrum in den Feldern Energie, Mobilität und Life Sciences ab. Allerdings müsse die Vernetzung von Hochschulen mit kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) gestärkt werden, denn offenbar fehle es hier oft auf beiden Seiten an einem besseren wechselseitigen Verständnis.

Insgesamt deuten die Gespräche an, dass einige Universitätsprofessoren und -professorinnen im Wissenschafts- und Ausbildungssystem Baden-Württembergs eine aktive Rolle in der Gestaltung von Transferkanälen zwischen Hochschulen und Unternehmen einnehmen. Sie nutzen Kooperationen mit der gewerblichen Wirtschaft strategisch, um die Reputation der Institute zu festigen, die eigene wissenschaftlich-technische Expertise auszubauen, langfristige Forschungsziele unabhängig von kurzfristigen "Hypes" voranzutreiben und die Attraktivität der universitären Ausbildung langfristig zu sichern.

4.1.7.2 KRITISCHE ANMERKUNGEN DER GESPRÄCHSPARTNER

Neben ihrer Rolle als Unternehmer und Netzwerker sehen die Experten einige Entwicklungen in der universitären Forschung und Ausbildung von Nachwuchswissenschaftlern kritisch. Grundsätzlich betonen alle Experten die zentrale Rolle der Doktoranden/-innen beim Wissenstransfer zwischen Universitäten und Unternehmen. So beschreibt ein Professor der Antriebstechnik die Industrie als "extrem verwissenschaftlicht". Sie beziehe neues Wissen von Ingenieuren, die an Universtäten ausgebildet wurden und in Unternehmen an spezifischen Themen weiterarbeiten. Alle Experten unterstreichen, dass die universitären Forschungen maßgeblich von Doktoranden/-innen getragen würden. Zum Beispiel forschten die Nachwuchswissenschaftler/-innen, in den Feldern der Optik und Photonik "an vorderster Front" und bearbeiteten Themen, die in Zukunft eine wichtige Rolle spielten.

Insgesamt herrsche jedoch ein zunehmender Wettbewerb zwischen Universitäten und Unternehmen um den wissenschaftlichen Nachwuchs, in dem die Universitäten offenbar den Kürzeren ziehen. In diesem Zusammenhang kritisieren einige der Befragten die strukturellen Änderungen in der wissenschaftlichen Ausbildung (z.B. Bologna-Prozess, Umstellung der Assistenzpromotion auf "strukturierte PhD-Programme"). Zudem beklagte ein Experte der Antriebstechnik, dass die Universitäten stärker als früher an den Veröffentlichungsleistungen ihrer Mitarbeiter gemessen würden. Dadurch würden Universitäten eher den "drittklassigen Absolventen" einstellen, als den "Abteilungsleiter aus der Industrie". Der Gesprächspartner sieht daher das "Erfolgsrezept" der institutionell engen Verzahnung zwischen universitärer Ausbildung und betrieblicher Anwendung, getragen durch persönliche Netzwerke und verschränkter Karrierewege mit der Industrie, sogar als gefährdet.

Andere Experten aus dem Feld der Biotechnologie verweisen auf den schwach ausgebauten Mittelbau als Grund für den Attraktivitätsverlust wissenschaftlicher Laufbahnen. Zudem würden hierdurch auch die Gestaltungsfreiheiten der Institutsleiter weiter eingeschränkt, weil vorhandene Personalkapazitäten für Routineaufgaben, wie z.B. das Pflegen von Datenbanken mit mehrjährigen Testreihen, gebunden würden. In diesem Zusammenhang verwiesen Experten der Medizintechnik auf die in diesem Wissenschaftsfeld nicht vorhandenen Lehrstuhlstrukturen. Dies berge das Risiko, dass die langfristigen Forschungsinteressen vor dem Hintergrund der eher kurzfristigen Verwertungsinteressen medizinischer Fakultäten zurückgestellt werden. Insgesamt könnten auch langfristig angelegte Forschungen und Raum für Experimente, Kreativität und die Umsetzung eigener Ideen in enger Zusammenarbeit insbesondere mit KMU nicht nur die Transferaktivitäten bereichern, sondern auch die Attraktivität der universitären Ausbildung steigern.

Auch zukünftig erfordern technologische Entwicklungen eine enge Verzahnung von universitärer Forschung und technischer Anwendung, wenn z.B. die Einführung von Bildgebungssystemen oder computerunterstützten Diagnostikverfahren in der Medizin oder die Anwendung von 3-D-Druckern in der betrieblichen Produktion auf das Know-how von Universitäten angewiesen sind. In diesem Zusammenhang betonen die Vertreter der Transferstellen, dass die Vernetzung zwischen Hochschulen und KMU noch unbefriedigend sei und sich eher das Bild eines "Jeder wurschtelt vor sich hin" zeige. Einige Transferstellen forderten daher eine höhere Offenheit, um technisch-wissenschaftliche Fragestellungen schneller mit den geeigneten Problemlösern zusammenzubringen. Es wurde auch angemerkt, dass seitens der Politik zu hohe Erwartungen hinsichtlich der Erzielung von Lizenzeinnahmen aus Patentverwertungen bestehen und insbesondere die gesteigerten Aufgaben, die an die Hochschulen im Bereich des Wissens- und Technologietransfers gerichtet werden, nur eingeschränkt mit der derzeitigen personellen und finanziellen Ausstattung der Transferstellen erfüllt werden können.

4.2 PATENTANMELDUNGEN DER WISSENSCHAFTLICHEN EINRICHTUNGEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Die öffentliche als auch die private Forschung tragen wesentlich zur Sicherung von Wohlstand und Beschäftigung bei, wobei wir uns in diesem Abschnitt gezielt dem Output der öffentlichen Forschung in Form der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen (AUF) widmen. Die Beiträge von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Form wissenschaftlicher Publikationen erreichen Baden-Württemberg ein hohes Niveau. Obwohl wissenschaftliche Errungenschaften zumeist in Zeitschriften veröffentlicht werden, so dass andere Wissenschaftler auf das enthaltene Wissen zugreifen können (Michels et al. 2013), sind neben wissenschaftlichen Publikationen aber auch Patentanmeldungen ein wesentlicher Bestandteil der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten wissenschaftlicher Einrichtungen. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn anstatt wissenschaftlicher Grundlagenforschung stärker die Technologieentwicklung bzw. die angewandte Forschung im Allgemeinen im Zentrum stehen.

In diesem Kapitel werden daher die Patentanmeldungen baden-württembergischer und deutscher Universitäten und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen im Detail untersucht. Hierbei wird zum einen die Anmeldenseite betrachtet, das heißt es wird analysiert, bei wie vielen Patentanmeldungen Universitäten und AUF als Anmelder benannt wurden - diese werden als Uni-Patente bezeichnet.²⁹ Dabei stehen die Frage nach den Eigentums- und im Anschluss auch den Verwertungsrechten der Universitäten im Vordergrund. Neben der reinen Anmeldenseite werden Patente im zweiten Schritt zusätzlich auf Basis der institutionellen Zugehörigkeit der Erfinder den Universitäten und Forschungseinrichtungen zugerechnet - diese werden als "akademische Patente"³⁰ bezeichnet. Akademische Patente sind Patente, die unter Beteiligung mindestens eines/einer Mitarbeiter/-in einer Universität bzw. einer außeruniversitären Forschungseinrichtung erfunden wurden und entweder von der Universität/Forschungseinrichtung selbst angemeldet wurden (Uni-Patente) oder von einem externen Anmelder wie beispielsweise einem Unternehmen, einer anderen Forschungsinstitution oder einer Person.³¹ Dies kann beispielsweise in Folge von Kooperationsprojekten mit Unternehmen oder Forschungseinrichtungen auftreten. Ebenso kann dies eine Folge von FuE-Projekte im Auftrag von Unternehmen sein. Dabei entstehen häufig Erfindungen, die von den Unternehmen zum Patent angemeldet werden, wobei die Universität selbst dabei häufig nicht als Patentanmelder benannt wird (Dornbusch und Neuhäusler 2015). Eine weitere Möglichkeit ist, dass die Universität selbst auf eine Anmeldung verzichtet und der Erfinder oder die Erfinderin somit das Verwertungsrecht erhält. Zieht man lediglich die Uni-Patente und nicht die akademischen Patente in Betracht, dann unterschätzt man den patentierten Forschungsoutput der Universitäten, auch wenn die Universität bei Patenten keine direkten Verwertungsrechte besitzt, bei denen sie nicht als Anmelder benannt ist.

²⁹ Universitätsanmelder werden innerhalb der PATSTAT Datenbank auf Basis einer Stichwortsuche der Patentanmelder identifiziert. Da unterschiedliche Namensvarianten des gleichen Patentanmelders existieren können (bspw. durch Sonderzeichen, Sprachvariationen, Abkürzungen und etwaige orthographische Fehler), wurde statt des Original-Anmeldernamens auf den harmonisierten Anmeldernamen aus der EEE-PPAT Tabelle der KU Leuven zurückgegriffen (Du Plessis et al. (2009); Magerman et al. (2009); Peeters et al. (2009)).

³⁰ Zu den akademischen Patenten zählen alle Patente, bei denen die Universität als Anmelder benannt wurde oder bei dem ein(e) Mitarbeiter(in) der Universität als Erfinder identifiziert werden konnte. Das gleiche gilt für die außeruniversitären Forschungseinrichtungen (AUF). Universitätsmitarbeiter/-innen werden hierbei mit Hilfe der Publikationsdatenbank Scopus identifiziert und mit der PATSTAT-Datenbank verknüpft (für methodische Details siehe Dornbusch et al. (2013)).

³¹ Hochschulen für angewandte Wissenschaften sowie die Duale Hochschule Baden-Württemberg werden hierbei nicht berücksichtigt.

Hier hat sich in den letzten Jahren bei den (rechtlichen) Rahmenbedingungen allerdings einiges getan. Seit Ende der 1990er Jahre haben sich die meisten europäischen Länder von der individuellen Eigentümerschaft von Patenten aus Universitäten zu Systemen institutioneller Eigentümerschaft an den Universitäten hinbewegt (Geuna und Ross 2011). Das Bayh-Dole-Gesetz, das 1980 in den USA eingeführt wurde und als Hauptantrieb für die wachsenden Patentportfolios amerikanischer Universitäten angesehen wird, diente dabei als Vorbild für viele Länder innerhalb Europas. Auch Deutschland war eines der Länder, die ähnliche Regeln wie Bayh-Dole einführten und das traditionelle Hochschullehrerprivileg im Jahr 2002 abschafften. Seither sind Arbeitnehmererfindungen im Besitz der Universität und liegen nicht mehr bei den Erfindern selbst. Wird die Forschung jedoch vollständig oder teilweise von externen Auftragnehmern wie privaten Unternehmen finanziert, ist es den Parteien weiterhin möglich, über die Vergabe von Patentrechten zwischen der Universität, dem Unternehmen und dem einzelnen Erfinder zu verhandeln (Geuna und Rossi, 2011), weshalb es also noch immer einen "versteckten" Anteil von Patenten gibt, der nur mit Hilfe der akademischen statt der Uni-Patente analysiert werden kann.

Jedoch haben sich die wissenschaftlichen Einrichtungen, allen voran die Universitäten, auch immer stärker bei der Verwertung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und daraus generierten Erfindungen professionalisiert, dezidierte Verwertungsstrategien aufgelegt und eigene Patentverwertungsbüros gegründet. Daneben wurde und wird unter anderem auch auf Patentverwertungsagenturen (PVA) zurückgegriffen, die die Universität bei der Verwertung ihrer Forschungsleistungen unterstützen.

Insgesamt haben die wissenschaftlichen Einrichtungen in Baden-Württemberg im Jahr 2015 knapp über 250 transnationale Patente³² angemeldet. Dabei ist insgesamt ein deutliches Wachstum über die Jahre hinweg zu erkennen – im Jahr 2000 waren es noch 204 Anmeldungen – wobei es nach 2012 zu einem leichten Abschwung, nach 2015 aber erneut zu einem Aufwuchs kam. Insgesamt macht dies einen Anteil von knapp 18% aller Patentanmeldungen der wissenschaftlichen Einrichtungen Deutschlands aus (nicht abgebildet). Somit stammt fast jedes fünfte Patent aus einer Forschungseinrichtung in Baden-Württemberg.³³ Über die Jahre hinweg ist hierbei zudem ein deutlicher Aufwuchs der Universitätsanmelder erkennbar, wodurch sich die Anteile der Universitäten und AUF an allen Anmeldungen wissenschaftlicher Einrichtungen in Baden-Württemberg im Zeitraum von 2013 bis 2015 auf respektive 59% und 41% belaufen. In Deutschland insgesamt erkennbar ist das Verhältnis mit einem Anteil von 48% für die Universitäten und 52% für die AUF etwas ausgeglichener. Hier bleibt jedoch zu bedenken, dass Einrichtungen wie die Fraunhofer-Gesellschaft und die Max-Planck-Gesellschaft ihre Patente über ihre Zentralverwaltung in München anmelden und diese in der Patentanmelderstatistik in Baden-Württemberg dann nicht erscheinen.

Die aus Anmeldersicht patentstärkste Universität im Land ist das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) mit 146 Patentanmeldungen im Zeitraum von 2013 bis 2015, gefolgt von der Universität Heidelberg mit 120 Anmeldungen im gleichen Zeitraum und der Universität Freiburg mit 92 Anmeldungen. Die stärkste Patentintensität – also die Anzahl der Patente pro Mitarbeiter – bei den Patenten bei denen die Universität als Anmelder benannt ist im Zeitraum 2013 bis 2015 findet sich jedoch bei der Universität Ulm, knapp gefolgt vom KIT, der Universität Tübingen und der Universität Stuttgart.

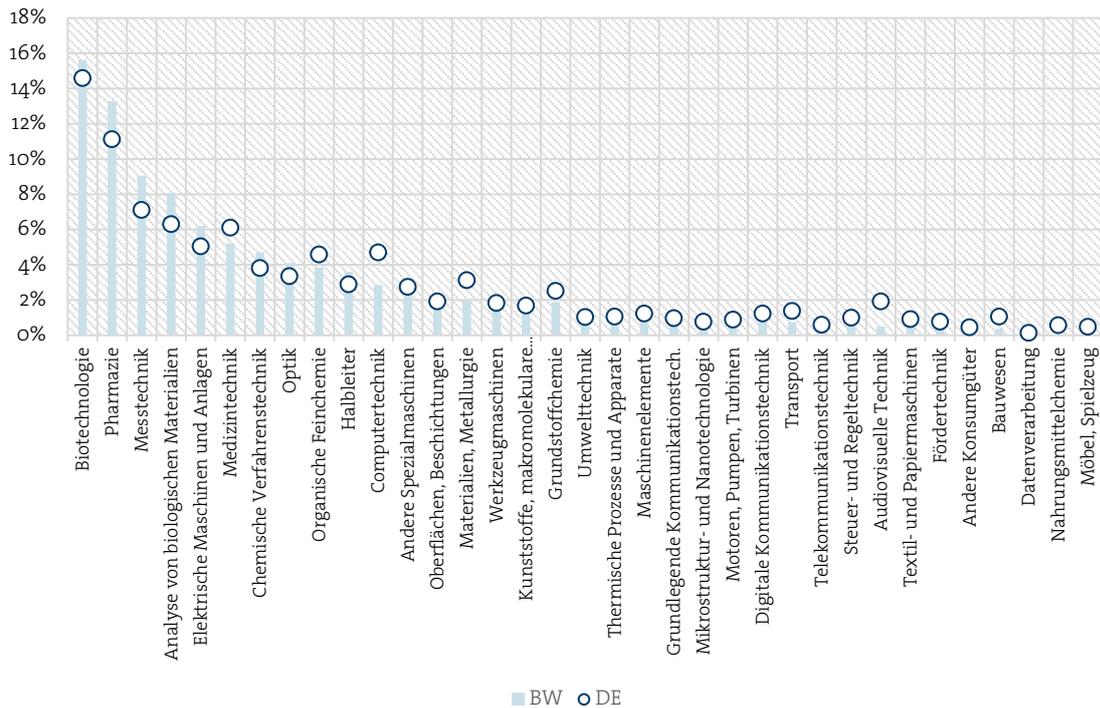
Um die Universitäten in Baden-Württemberg noch einmal im Detail zu beleuchten, wurde ein Technologieprofil berechnet (Abbildung 27). Es zeigt einen deutlichen Fokus auf die Biotechnologie, gefolgt von der Pharmazie, der Messtechnik und der Analyse biologischer Materialien. Diese Felder weisen auch in Deutschland insgesamt hohe Anteile auf, sind jedoch in Baden-Württemberg noch stärker im Technologieprofil der Universitäten vertreten –

32 Transnationale Patentanmeldungen sind Anmeldungen die über das Europäische Patentamt (EPA) oder die World Intellectual Property Organization (WIPO) angemeldet wurden. Doppelzählungen wurden hierbei ausgeschlossen. Das Konzept der transnationalen Anmeldungen lenkt den Fokus auf Patentanmeldungen die eine Relevanz über die Landesgrenzen hinaus haben und erleichtert internationale Vergleiche (Frietsch und Schmoch (2010)).

33 Da die Fraunhofer-Gesellschaft und die Max-Planck-Gesellschaft ihre Patente über ihre Zentrale anmelden, die jeweils in München lokalisiert ist, ist der Anteil vor allem bei den AUF in Baden-Württemberg daher noch leicht unterschätzt.

zumindest bei Anmeldungen, bei denen das Verwertungsrecht bei den Universitäten selbst liegt. Leicht niedrigere Anteile als in Deutschland insgesamt finden sich in der Medizintechnik, der organischen Feinchemie und der Grundstoffchemie. Stärkere Abweichungen vom deutschen Gesamtprofil werden in der Computertechnik, der audiovisuellen Technik und bei Materialien deutlich.

ABBILDUNG 28: TECHNOLOGIEPROFIL³⁴ DER ANMELDUNGEN DER BADEN-WÜRTTEMBERGISCHEN UNIVERSITÄTEN IM VERGLEICH ZU DEUTSCHLAND INSGESAMT



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

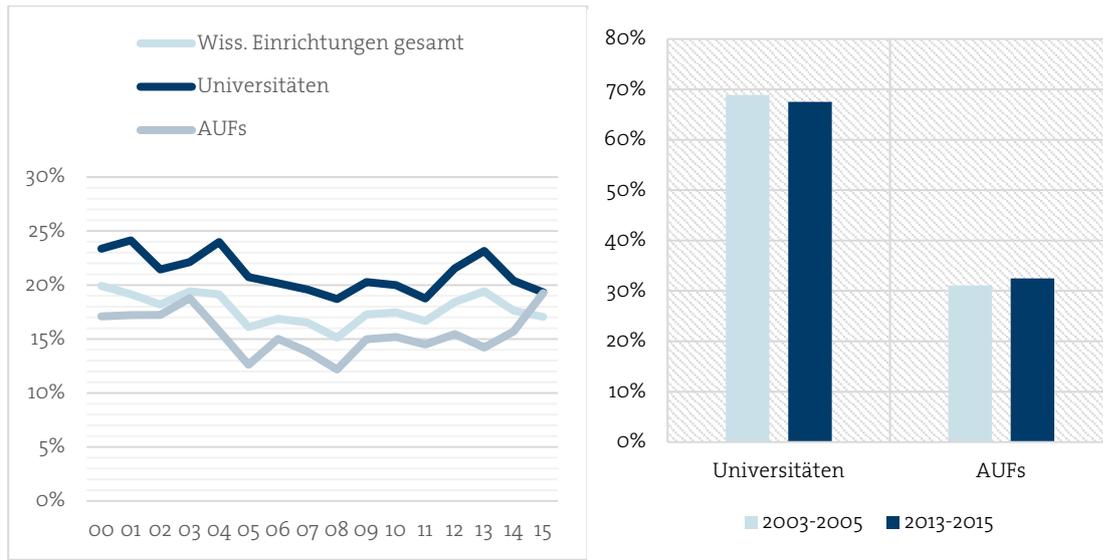
Anmerkung: Durch die Mehrfachzuordnung von Patenten zu Technologiefeldern können Anteile über 100% entstehen.

Bisher haben wir jedoch ausschließlich die Patente betrachtet, bei denen die Universitäten und AUF als Patentanmelder benannt sind. Durch diese Betrachtung, die ausschließlich auf die Eigentumsverhältnisse fokussiert, beschränken wir jedoch den Blick auf einen gewissen Teil der (patentierten) Forschung der Hochschulen und AUF. Bei den akademischen Patenten - diese umfassen neben den von Hochschulen und Forschungsorganisationen selbst angemeldeten zusätzlich auch diejenigen Patente, die von Mitarbeitenden erfunden, nicht jedoch von der Hochschule oder der Forschungsorganisation angemeldet wurden - kommt Baden-Württemberg auf einen Wert von knapp 300 im Jahr 2015 für alle wissenschaftlichen Einrichtungen zusammen. Insgesamt macht dies einen Anteil von etwas über 17% aller Patentanmeldungen der wissenschaftlichen Einrichtungen Deutschlands aus, was die obige Aussage (siehe S.61), dass fast jedes fünfte Patent aus der Forschung in Deutschland stammt noch einmal belegt (Abbildung 28). Vor allem zwischen 2011 und 2013 kam es dabei zu einem starken Anwachsen der Universitätsanteile. Seit 2013 zeigt sich jedoch ein leichter Rückgang, was sich natürlich auch auf die Trends der Forschungseinrichtungen insgesamt auswirkt. Dies kann auch nicht davon aufgefangen werden, dass der Anteil der AUF im gleichen Zeitraum angestiegen ist. Insgesamt gesehen hat sich jedoch der Anteil der Universitäten und AUF im baden-württembergischen Vergleich der akademischen Patente nur sehr leicht in Richtung einer

³⁴ Zur Erstellung des Technologieprofils wurde die Liste der 35 Technologiefelder der WIPO auf Basis von Schmoch (2008) verwendet.

verstärkten Anmeldung von AUF verschoben (rechte Seite von Abbildung 28). Der Universitätsanteil beträgt hier bei den akademischen Patenten am aktuellen Rand noch immer 68% im Vergleich zu 69% im Zeitraum 2003 bis 2005. Der Anteil der AUF im baden-württembergischen Portfolio der akademischen Patente beläuft sich somit auf 32% im Zeitraum 2013 bis 2015.

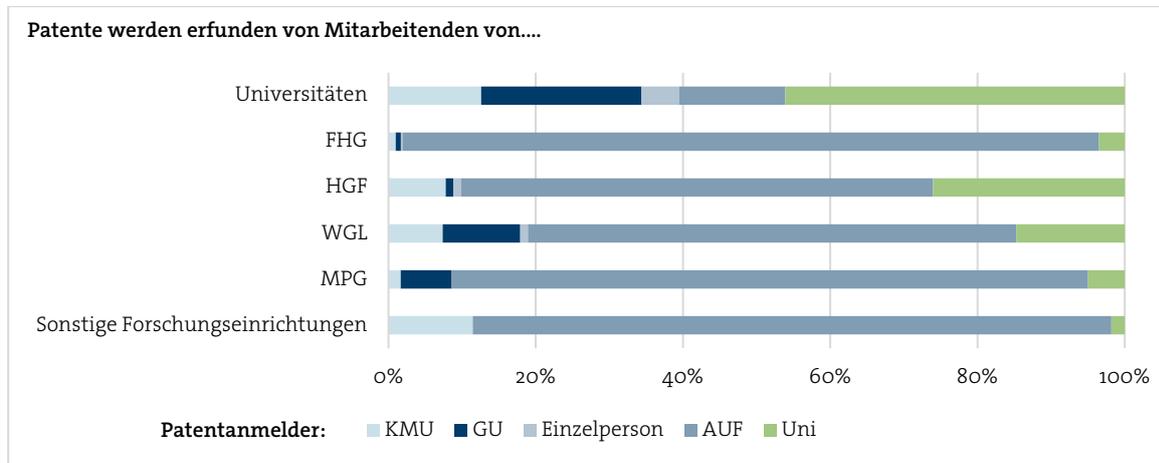
ABBILDUNG 29: ANTEILE DER AKADEMISCHEN PATENTE AUS BADEN-WÜRTTEMBERG AN ALLEN DEUTSCHEN AKADEMISCHEN PATENTEN (LINKS) UND ANTEILE DER UNIVERSITÄTEN UND AUFS AN DEN AKADEMISCHEN PATENTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Trennt man die akademischen Patente nach ihren Anmeldern auf, so wird deutlich, dass die AUF in Baden-Württemberg ihre Patente deutlich stärker selbst anmelden als Universitäten (Abbildung 29). Dies gilt besonders für die Fraunhofer-Gesellschaft und die Max-Planck-Gesellschaft sowie die sonstigen Forschungseinrichtungen. Die Erfindungen der Helmholtz-Gemeinschaft werden vergleichsweise häufig durch Universitäten angemeldet, was die enge Anbindung einzelner Helmholtz-Zentren an die Hochschulen erkennen lässt. Die stärkste Aufteilung der akademischen Patente nach Art des Patentanmelders zeigt sich wie erwartet bei den Universitäten. Nur 53% werden von den Universitäten selbst angemeldet, 21% von Großunternehmen, 11% von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), 9% von außeruniversitären Forschungseinrichtungen und 5% von Einzelerfindern, das heißt in diesem Fall Professoren, die ihre Erfindungen selbst kommerzialisieren, da die Universität kein Interesse an der Verwertung angemeldet hat. Für Deutschland insgesamt zeigt sich ein sehr ähnliches Bild. Leichte Verschiebungen gibt es nur bei der Helmholtz-Gemeinschaft, wo eine deutlich stärkere Tendenz hin zur Anmeldung der HGF selbst erkennbar wird.

ABBILDUNG 30: ANTEILE DER PATENTANMELDER BEI AKADEMISCHEN PATENTEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG, 2013-2015³⁵



Quelle: EPA - PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Analysiert man die einzelnen Universitäten innerhalb Baden-Württembergs noch einmal im Detail, wird ersichtlich, dass in absoluten Zahlen die meisten akademischen Patente aus der Universität Heidelberg, dicht gefolgt vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) stammen (Tabelle 4). Im Gegensatz zu den oben (siehe Seite 61) dargestellten von den Universitäten als anmeldende Organisation hinterlegten Patenten steht bei den akademischen Patenten also nicht das KIT an erster Stelle. Dies zeigt unter anderem, dass anteilig das KIT mehr seiner Erfindungen selbst zum Patent anmeldet, während es im Fall der Universität Heidelberg offensichtlich einen höheren Anteil von extern angemeldeten Patenten gibt. Das KIT verzeichnet im baden-württembergischen Vergleich die höchste Intensität (relative Zahlen) bei akademischen Patenten, das heißt die höchste Anzahl der akademischen Patentanmeldungen pro Mitarbeiter, was sich bei den von den Universitäten angemeldeten Patenten noch anders dargestellt hatte, wo die Universität Ulm (gefolgt vom KIT) die höchste Patentintensität aufwies.³⁶ Mit mehr als 100 akademischen Patenten im Zeitraum zwischen 2013 und 2015 reihen sich mit der Universität Stuttgart und der Universität Freiburg drei weitere baden-württembergische Universitäten in die Top10 der deutschen Universitäten im Ranking der akademischen Patente ein. Neben den vier baden-württembergischen Universitäten zählen dazu die TU München, die Universität Erlangen-Nürnberg, die Universität Jena, die Universität Dresden, die LMU München und die RWTH Aachen. Zusätzlich nimmt die Charité einen der führenden Plätze bei akademischen Patenten ein.

³⁵ Die WGL hat in Baden-Württemberg keine Patentanmeldungen zu verzeichnen und ist daher in dieser Analyse nicht enthalten.

³⁶ Für die Auswertung der Patentintensität wurde das gesamte wissenschaftliche und künstlerische Personal der Universitäten in absoluten Zahlen in die Berechnung mit einbezogen.

TABELLE 4: AKADEMISCHE* PATENTE DER BADEN-WÜRTTEMBERGISCHEN UNIVERSITÄTEN, 2013-2015

2013-2015	# Anmeldungen	Patentintensität+	E-Technik	Instrumente	Chemie	M.-Bau	Andere
Karlsruher Institut für Technologie	207	5,17	28%	20%	31%	20%	1%
Universität Freiburg (i.Br.)	142	1,80	8%	42%	46%	3%	1%
Universität Heidelberg	209	2,24	8%	26%	63%	2%	0%
Universität Hohenheim	5	0,42	0%	25%	63%	13%	0%
Universität Konstanz	23	1,05	31%	25%	44%	0%	0%
Universität Mannheim	14	0,71	38%	13%	38%	13%	0%
Universität Stuttgart	181	3,89	20%	20%	21%	33%	6%
Universität Tübingen	80	1,27	6%	33%	59%	1%	1%
Universität Ulm	36	1,27	25%	38%	33%	4%	0%

Quelle: EPA - PATSTAT; Elsevier Scopus; Statistisches Bundesamt, Fachserie 11, Reihe 4.4; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

* Akademische Patente umfassen alle Erfindungen unter Beteiligung der Hochschulen, im Gegensatz zu Uni-Patenten, die sich lediglich auf die von den Universitäten angemeldete Patente beziehen. Uni-Patente sind also eine Untermenge der akademischen Patente. In dieser Untersuchung beziehen wir hierbei auch die außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit ein.

+ Die Patentintensität entspricht der Anzahl der Patente je 1.000 Lehrende/Forschende.

Betrachtet man das technologische Profil der akademischen Patente der Universitäten so wird deutlich, dass die meisten Anmeldungen im Bereich Chemie gemacht wurden (Tabelle 4). Alle baden-württembergischen Universitäten außer der Universität Stuttgart haben einen Schwerpunkt in diesem Bereich. Dieser Schwerpunkt bei akademischen Patenten zeigt sich im Durchschnitt für Deutschland. Bei akademischen Patenten in Deutschland insgesamt belaufen sich die Anteile auf 41% in der Chemie, 20% in der Elektrotechnik, 24% bei Instrumenten, 12% im Maschinenbau und 2% in den restlichen Feldern. Einen Schwerpunkt bei der Elektrotechnik, auch mit im Vergleich zu Deutschland überdurchschnittlichen Anteilen, finden sich beim KIT, der Universität Konstanz sowie der Universität Mannheim, auch wenn von den beiden letztgenannten vergleichsweise wenige akademische Patente angemeldet wurden. Schwerpunkte bei Instrumenten können bei der Universität Heidelberg, der Universität Freiburg, der Universität Tübingen und der Universität Ulm beobachtet werden, wobei dies zumeist auf Instrumente der Medizintechnik zurückzuführen ist und insofern mit den medizinischen Schwerpunkten dieser Universitäten zu begründen ist. Einen Schwerpunkt im Bereich Maschinenbau weist in Baden-Württemberg nur die Universität Stuttgart aus, die mit 33% einen deutlich überdurchschnittlichen Wert aufweist. Auch das KIT kann hier noch 20% erreichen, was im bundesdeutschen Durchschnitt liegt.

4.3 ZUSAMMENFASSUNG

Die baden-württembergischen Universitäten sind deutlich drittmittelstärker als ihre Pendanten im deutschen Durchschnitt. Da sich der größte Anteil der Drittmittel (über 80%) auf Forschungsprojekte bezieht, die im Wettbewerb eingeworben werden (DFG, Bundesministerien, EU, Stiftungen), sind die Universitäten im Land offenbar wettbewerbsstärker und erfolgreicher als viele andere deutsche Universitäten. Auch bei den Drittmitteln aus der gewerblichen Wirtschaft schneiden nach den Zahlen des Statistischen Bundesamtes die baden-württembergischen Universitäten deutlich besser ab als der deutsche Durchschnitt aller Universitäten. Die entsprechende Drittmittelquote eines/einer baden-württembergischen Professor/-in liegt um 19% über dem bundesdeutschen Wert (für die Drittmittel insgesamt um 20%). In diesen Zahlen spiegeln sich intensive und vielfältige Kontakte zur Wirtschaft im Land, aber auch darüber hinaus, wider. Dieser Eindruck bestätigt sich auch aus den Gesprächen mit Hochschullehrern und -lehrerinnen sowie den Transferstellen, die im Rahmen der Studie geführt wurden. Die Universitäten in Baden-Württemberg tragen aktiv und umfangreich zum Wissens- und Technologietransfer in die Wirtschaft und mit der Wirtschaft bei.

Die pro baden-württembergische/r HAW-Professor/-in eingeworbenen Drittmittel erreichen etwa ein Zehntel des Umfangs der Drittmittel eines/r Universitätsprofessors/-in. Bei den Drittmitteln aus der Wirtschaft liegt das Verhältnis bei einem Achtel. Diese Größenordnungen sind strukturbedingt und beschreiben die bisherige Rolle von Universitäten und HAW. Hochschulen für Angewandte Wissenschaften sind de facto stärker auf die Lehre ausgerichtet und ihre Beschäftigten betreiben in geringem Maße Forschung. Dies ändert sich seit einigen Jahren (Bundesmaßnahmen zur Forschung an Fachhochschulen, Einstellung von Beschäftigten des Mittelbaus), allerdings sind die Möglichkeiten, kontinuierlich Forschung an Fachhochschulen zu betreiben, noch weit entfernt von denen an Universitäten. Daher nehmen die HAW nicht nur weniger Drittmittel ein, sondern ihre Drittmittelquellen unterscheiden sich auch. Die wesentliche Drittmittelquelle der Universitäten, die DFG, fällt bei den HAW nahezu aus. Größte Bedeutung haben der Bund (oftmals Projekte im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand ZIM des Bundeswirtschaftsministeriums), Stiftungen sowie die gewerbliche Wirtschaft (vorwiegend in Form kleiner und mittlerer Unternehmen), mit der traditionsgemäß in Lehre und Ausbildung zusammengearbeitet wird. Der hohe Anteil von Stiftungen als eine Quelle für Drittmittel ist eine Besonderheit der baden-württembergischen HAWs im Vergleich zu den Fachhochschulen in Deutschland.

Zwar sind die baden-württembergischen HAW im deutschen Vergleich etwas drittmittelschwächer als der Durchschnitt aller Fachhochschulen, bei den Drittmitteln aus der Wirtschaft liegen sie aber pro Professor/-in um 10% über dem deutschen Durchschnitt (ohne die Dualen Hochschulen). Damit bestätigt sich auch für die HAW im Land ihre Transferleistung mit und für die Wirtschaft und die enge Zusammenarbeit mit Unternehmen, die nicht nur, aber auch insbesondere im regionalen Umfeld der Hochschule verortet ist.

Über die statistischen Analysen hinaus wurden Befragungen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an Universitäten, HAW und einer außeruniversitären Forschungseinrichtung durchgeführt. Die qualitativen Untersuchungsergebnisse geben punktuelle Einblicke, wie die in Baden-Württemberg traditionell fest etablierte Verzahnung zwischen Universitäten und gewerblicher Wirtschaft in der täglichen Arbeit gelebt wird.

Aufgrund der geringen Fallzahl sollten die Ergebnisse der qualitativen Befragung vorsichtig interpretiert werden. Dennoch scheinen sie Schlussfolgerungen aus früheren Studien zum baden-württembergischen Innovationssystem zu bestätigen, wonach die im Land etablierten Transferkanäle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft einen besonderen Standortvorteil darstellen.³⁷ Im Vergleich zu anderen Bundesländern verfügen einige Universitätsprofessoren/-innen offenbar auch über einen höheren Handlungsspielraum, um persönliche Netzwerke mit Unternehmensvertretern im In- und Ausland zu pflegen, die internationale Reputation ihrer Institute zu festigen und Nachwuchswissenschaftlern attraktive Karrierewege aufzuzeigen. Diese Rolle der Universitätsprofessoren/-innen als *strategische Netzwerker* erleichtert die Anbahnung von Forschungsk Kooperationen zwischen Wissenschaft und Industrie erheblich.

Demgegenüber erscheinen die Handlungsspielräume der Hochschulen für Angewandte Wissenschaften stärker eingeschränkt, wie Wissenschaftler/-innen und Vertreter/-innen von Transferstellen von HAW betonten. Neben der geringeren Attraktivität von HAW für Nachwuchswissenschaftler bindet der schwach ausgebaute Mittelbau vorhandene Personalkapazitäten für Routineaufgaben, wodurch der Aufbau langfristiger Forschungsprogramme oder internationaler Netzwerke zu kurz kommen.

Gleichwohl betonen alle befragten Experten/Expertinnen das enge, traditionell fest institutionalisierte Zusammenspiel von universitärer Ausbildung, Grundlagenforschung, technischer Herstellung ("Manufacturing") und praktischer Anwendung, das ein sehr "innovatives Umfeld" bietet und als zentraler Standortvorteil Baden-Würt-

³⁷ Siehe Stahlecker, T. und Zenker, A. (2017): Das baden-württembergische Innovationssystem im Wandel. In: Standort, 41, S. 180-185.

tembergs hervorgehoben wird. Zudem zeigen die Gespräche das hohe Innovationspotenzial, das in der technologieübergreifenden Verzahnung von Wissenschaft und industrieller Anwendung liegt. Fachhochschulen könnten hier eine noch stärkere Rolle spielen.

Die in Baden-Württemberg bislang institutionell enge Verzahnung von Wissenschaft und industrieller Anwendung könnte durch den intensiven Wettbewerb, dem Universitäten gegenüber der Industrie oder ausländischen Forschungseinrichtungen ausgesetzt sind, gefährdet sein. Zudem kritisieren einige Experten/Expertinnen die fortschreitende Verengung der wissenschaftlichen Forschungen auf messbare Publikationsleistungen, anstatt die industrielle Anwendbarkeit im Blick zu behalten, was bisher durch verschränkte Karrierewege und frühzeitig etablierte persönliche Netzwerke gelebt wurde.

In Bezug auf die Patentanmeldungen aus wissenschaftlichen Einrichtungen – Universitäten sowie außeruniversitäre Forschungseinrichtungen – wird deutlich, dass aus Baden-Württemberg im Jahr 2015 knapp über 250 transnationale Patente angemeldet wurden. Dabei ist insgesamt ein deutliches Wachstum über die Jahre hinweg zu erkennen. Insgesamt machen baden-württembergische Einrichtungen einen Anteil von knapp 18% aller Patentanmeldungen der wissenschaftlichen Einrichtungen Deutschlands aus.

In Bezug auf die Anteile der akademischen Patentanmeldungen (dies sind Patente mit mindestens einem Erfinder aus einer wissenschaftlichen Einrichtung) wird deutlich, dass die Anteile über die Zeit weitestgehend konstant geblieben sind und am Rand des Beobachtungszeitraums sogar leicht zurückgehen. Auch in absoluten Zahlen ist in den letzten Jahren eine relativ konstante Entwicklung bei akademischen Patentanmeldungen zu beobachten, was gleichermaßen für Baden-Württemberg wie auch Deutschland insgesamt gilt. Zwar sind die Anteile der Patente, auf denen die Universität als Anmelder benannt wurde, nach Abschaffung des Hochschullehrerprivilegs im Jahr 2002 gestiegen. Der Anteil der verwertbaren Forschungsergebnisse der patentierten Erfindungen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, also die akademischen Patente, haben sich jedoch nur sehr geringfügig verändert. Dies gilt für Baden-Württemberg und Deutschland gleichermaßen. Somit kam es mit der Abschaffung des Hochschullehrerprivilegs zwar zu einer Professionalisierung der Verwertungsstrukturen an den Hochschulen, was zu einem Ansteigen der Patente von Universitätsanmeldern führte, jedoch nicht zu einer Ausweitung der von Universitäten generierten, patentierbaren Forschungsergebnisse. Somit generieren die Universitäten nicht mehr Lizenznahmen als dies früher der Fall war, sondern es fällt Ihnen sogar schwerer kostendeckend zu arbeiten, da der Aufwuchs der Universitätsverwaltung sowie die bei der Patentierung entstehenden Kosten für die Patentanmeldung, Übersetzung, Aufrechterhaltung usw. entsprechend finanziert werden müssen.

5 INNOVATIONEN UND STRUKTURWANDEL IN KMU

5.1 EINLEITUNG

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind ein wichtiger Leistungsträger der baden-württembergischen Wirtschaft. Frühere Studien zur Rolle der KMU für Innovation, Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der baden-württembergischen Wirtschaft haben gezeigt, dass die KMU in Baden-Württemberg besonders innovationsorientiert und international orientiert sind (vgl. Rammer et al. 2008). Zu ihren Stärken zählt eine sehr gute technologische Basis (FuE-Kompetenz), eine Facharbeiterkultur, der Fokus auf Nischenmärkte und eine hohe Kundenorientierung. Damit können starke Positionen in bestehenden Märkten (d.h. hohe Marktanteile) erreicht werden. Als Ergebnis sind KMU in Baden-Württemberg stärker innovationsorientiert als in anderen Bundesländern und auch im europäischen Vergleich (vgl. Boockmann et al. 2017).

Dieses traditionelle Geschäftsmodell hat allerdings auch Grenzen. Zwar hat es für die meisten KMU gute finanzielle Ergebnisse und eine stabile Geschäftsentwicklung gebracht. Die Wachstumsperspektiven können aufgrund der Nischenausrichtung aber begrenzt sein. Hinzu kommt, dass mit der Digitalisierung und der Entstehung einer Plattform-Ökonomie zentrale Pfeiler des bisherigen Erfolgsmodells in Frage gestellt werden können. In einer Plattform-Ökonomie wird das Verhältnis zwischen Technologielieferanten – worauf sich viele KMU in Baden-Württemberg spezialisiert haben – und Kunden/Nutzern neu definiert. Anstelle des derzeit oft sehr engen, langfristig orientierten und auf einer vertrauensvollen Zusammenarbeit beruhenden Verhältnisses zu den Kunden tritt häufig ein Wettbewerb auf digitalen Plattformen. KMU in der Funktion von Technologielieferanten können dabei rasch in die Position eines leicht austauschbaren Zulieferers geraten, der einem starken Preiswettbewerb ausgesetzt ist. Damit würde die Geschäftsgrundlage für viele KMU in Frage gestellt werden. Hinzu kommt, dass einige der wichtigen Kundenbranchen der baden-württembergischen KMU – Automobilbau, Maschinenbau – sich derzeit in einer Umbruchsituation befinden, durch die die Beziehungen zwischen Abnehmern und KMU und deren Rolle in den Wertschöpfungsketten ebenfalls grundlegend neugestaltet werden könnten.

All diese Entwicklungen erfordern die Fähigkeit von KMU, sich rasch zu modernisieren und an den von seiner Richtung und seinem Tempo her unsicheren Strukturwandel anzupassen. Ziel dieses Abschnitts ist es, diese Fähigkeiten für den KMU-Sektor in Baden-Württemberg empirisch zu untersuchen.

Dabei werden folgende Fragen analysiert:

- ▶ In welchem Ausmaß und in welcher Form investieren KMU in Baden-Württemberg in die Neuausrichtung von Geschäftsaktivitäten und die Aufnahme neuer Geschäftsideen?
- ▶ Welche Innovations- und Technologiestrategien verfolgen KMU?
- ▶ Welchen Beitrag leisten Unternehmensgründungen und junge, rasch wachsende Unternehmen zum Strukturwandel im KMU-Sektor Baden-Württembergs?

5.2 INNOVATIONSORIENTIERUNG VON KMU

Die Innovationsstrategien von KMU in Baden-Württemberg werden anhand von Daten des Mannheimer Innovationspanel (MIP) des ZEW analysiert. Das MIP ist eine Stichprobenerhebung und ist der deutsche Beitrag zu den Community Innovation Surveys (CIS) der Europäischen Kommission (vgl. Peters und Rammer 2013, Behrens et al. 2017). Um repräsentative Ergebnisse für Baden-Württemberg zu erhalten, wird die MIP-Stichprobe seit der Erhebung zum Referenzjahr 2013 im Auftrag des Landes für Unternehmen aus Baden-Württemberg ausgeweitet. Dadurch sind differenzierte Aussagen zum Innovationsverhalten der Unternehmen in Baden-Württemberg nach Größenklassen und Branchen möglich. Die folgende Analyse bezieht sich auf KMU (Unternehmen mit 5 bis 249 Beschäftigten) in den vom MIP erfassten Branchen, das sind die produzierende Industrie (Bergbau, verarbeitendes Gewerbe, Energie- und Wasserversorgung, Entsorgung: WZ 2008 Abteilungen 5-39) und die überwiegend unternehmensorientierten Dienstleistungen (Großhandel, Transport, Information und Kommunikation, Finanzdienstleistungen, freiberufliche, technische und wissenschaftliche Dienstleistungen, sonstige Unternehmensdienste: WZ 2008 Abteilungen 46, 49-53, 58-66, 69-74, 78-82)³⁸.

Ein hervorstechendes Merkmal der Innovationstätigkeit der KMU in Baden-Württemberg ist die generell höhere Innovationsbereitschaft. Im Zeitraum 2006-2017 lag der Anteil der KMU, die Produkt- oder Prozessinnovationen eingeführt hatten ("Innovatorenquote"), in jedem Jahr um zumindest 4%-Punkte über dem deutschen Referenzwert. Jüngst stieg der Abstand an, im Jahr 2017 betrug die Innovatorenquote der baden-württembergischen KMU 41%, gegenüber 35% in Deutschland (Abbildung 30). Bemerkenswert ist, dass die Innovatorenquote der KMU aus Baden-Württemberg in fast jeder Branche höher als in Deutschland ist (einzige Ausnahme sind die Mediendienstleistungen, d.h. Verlage, Film, Rundfunk und Telekommunikation). Die höhere Innovationsbeteiligung von KMU ist somit kein Strukturphänomen (was der Fall wäre, wenn in Baden-Württemberg innovative Branchen überdurchschnittlich repräsentiert wären), sondern ein über alle Branchen hinweg geltender Strategieunterschied.

Die Innovationsneigung der KMU in Baden-Württemberg ist nicht nur im innerdeutschen Vergleich hoch, sondern auch im Vergleich mit anderen mittleren oder größeren, hochindustrialisierten Ländern. Im Jahr 2014 wiesen einzig die KMU in der Schweiz eine höhere Innovatorenquote auf. Auch bei anderen Maßen der Innovationsfähigkeit wie der Höhe der Innovationsausgaben in Relation zum Umsatz, dem Umsatzanteil neuer Produkte oder dem Anteil der Unternehmen mit Weltmarktneuheiten liegt der baden-württembergische KMU-Sektor stets an der Spitze im internationalen Vergleich (siehe Boockmann et al. 2017).

Gleichwohl zeigt die Innovatorenquote der KMU Baden-Württembergs ebenso wie die aller KMU in Deutschland nach unten. Von 2006 bis 2017 nahm sie in Baden-Württemberg von 49,3 auf 41,0% um 8,3%-Punkte ab. In Deutschland war der Rückgang mit 8,9%-Punkten etwas kräftiger. In den Jahren 2015 und 2016 war in Baden-Württemberg wieder ein Anstieg der Innovationsbeteiligung der KMU zu beobachten, dem 2017 allerdings ein merklicher Rückgang folgte.

Die hohe Innovationsorientierung der KMU zeigt sich zudem quer über alle Regionen Baden-Württembergs (vgl. Koch et al. 2018). Trennt man zwischen ländlichem Raum und Verdichtungsräumen³⁹, so zeigen sich weder vom Niveau her noch von der Dynamik signifikante Unterschiede in der Innovatorenquote. Dies gilt auch, wenn man nach den 12 Regionen Baden-Württembergs differenziert. Im Zeitraum 2013-2016 lag in keiner Region des Landes die Innovatorenquote der KMU unter dem deutschen Mittelwert. Der Abstand zwischen den Regionen ist zudem

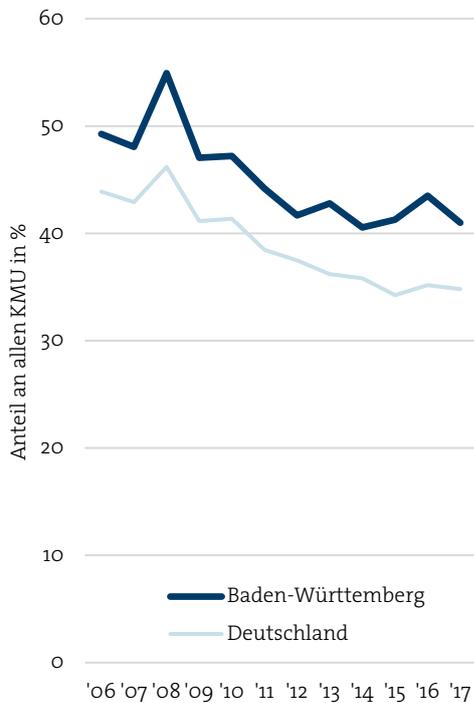
³⁸ Die Industrie ist über die Wirtschaftszweige (WZ 2008) 5 bis 39 definiert. Die forschungsintensive Industrie umfasst die WZ 19-22 und 26-30. Unternehmensorientierte Dienstleistungen umfassen die WZ 46, 49-53, 58-66, 69-74, 78-82, wobei die WZ 58-63 und 69-74 als wissensintensiv klassifiziert werden. Die sonstigen Sektoren schließen die WZ 41-43, 45, 47, 55-56, 68, 75, 77, 85-88, 90-96 ein. Die Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei (WZ 1-3) bleibt unberücksichtigt.

³⁹ Entsprechend der räumlichen Gliederung laut Landesentwicklungsplan 2002.

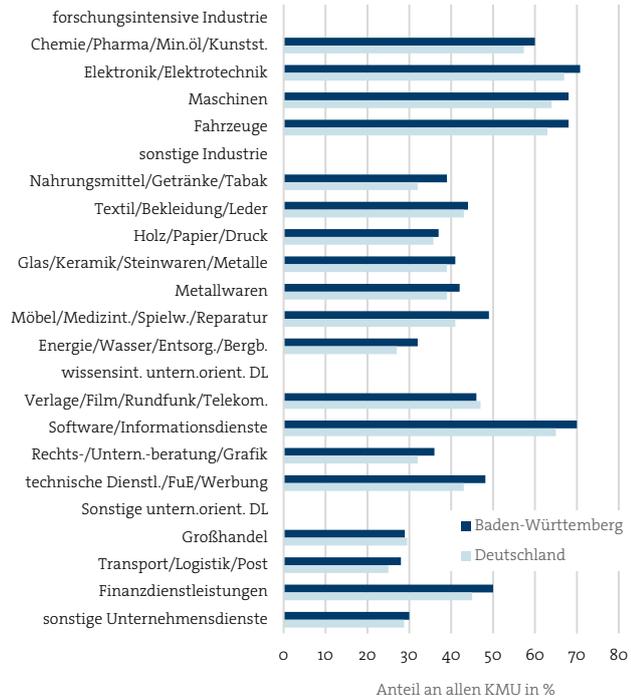
sehr gering. Donau-Iller weist den niedrigsten Wert auf (36,9% im Mittel der Jahre 2013-2016), Bodensee-Oberschwaben den höchsten (44,6%).

ABBILDUNG 31: ANTEIL KMU MIT PRODUKT- ODER PROZESSINNOVATIONEN 2006-2017

Entwicklung 2006-2017



nach Branchen (Durchschnitt 2013-2017)



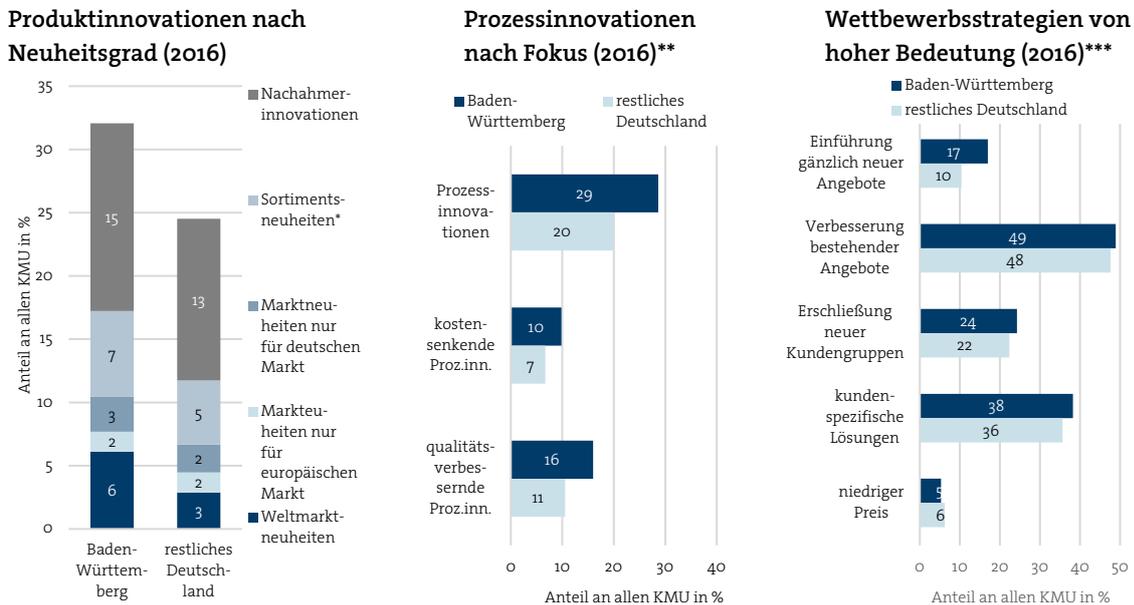
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

Werte für Baden-Württemberg für die Jahre 2006 bis 2012 mit größerer statistischer Ungenauigkeit behaftet.

Die höhere Innovationsneigung der baden-württembergischen KMU findet sich sowohl bei Produkt- als auch bei Prozessinnovationen und spiegelt sich auch in den dominanten Wettbewerbsstrategien der KMU wider. Im Jahr 2016 wiesen 32% der KMU in Baden-Württemberg Produktinnovationen auf, im Vergleich zu 25% der KMU im restlichen Deutschland. Die höheren Anteilswerte für baden-württembergische KMU zeigen sich sowohl für Produktinnovationen mit besonders hohem Neuheitsgrad ("Weltmarktneuheiten": 6% gegenüber 3% im restlichen Deutschland), als auch für Produktinnovationen, die das Produktportfolio des Unternehmens erweitern ("Sortimentsneuheiten: 7% gegenüber 5%), und für Produktinnovationen, die andere, bereits im Markt befindliche Angebote imitieren ("Nachahmerinnovationen": 15% gegenüber 13%). Bei Prozessinnovationen liegt die Quote für baden-württembergischen KMU mit 29% deutlich über dem Wert der KMU im restlichen Deutschland (20%). Hier sind es vor allem qualitätsverbessernde Prozessinnovationen, die unter den KMU in Baden-Württemberg häufiger anzutreffen sind (16% gegenüber 11%).

Im Hinblick auf die dominanten Wettbewerbsstrategien der KMU sind die Unterschiede geringer. Die auffälligste Differenz betrifft die Einführung gänzlicher neuer Angebote. Diese Strategie wird typischerweise über die Einführung von Markt- oder Sortimentsneuheiten umgesetzt. Für diese Strategie zeigt sich ein ähnlich großer Unterschied zwischen baden-württembergischen KMU und KMU aus anderen Teilen Deutschlands (17% gegenüber 10%) wie für den Anteil der KMU mit Markt- oder Sortimentsneuheiten (17% gegenüber 12%). Für andere strategische Ausrichtungen sind die Unterschiede dagegen sehr gering.

ABBILDUNG 32: PRODUKTINNOVATIONEN, PROZESSINNOVATIONEN UND WETTBEWERBSSTRATEGIEN IN KMU 2016



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

* ohne KMU, die gleichzeitig Marktneuheiten eingeführt haben.

** Fokus auf Prozessinnovationen kann Kostensenkung, Qualitätsverbesserung oder Sonstiges sein, Mehrfachnennungen möglich.

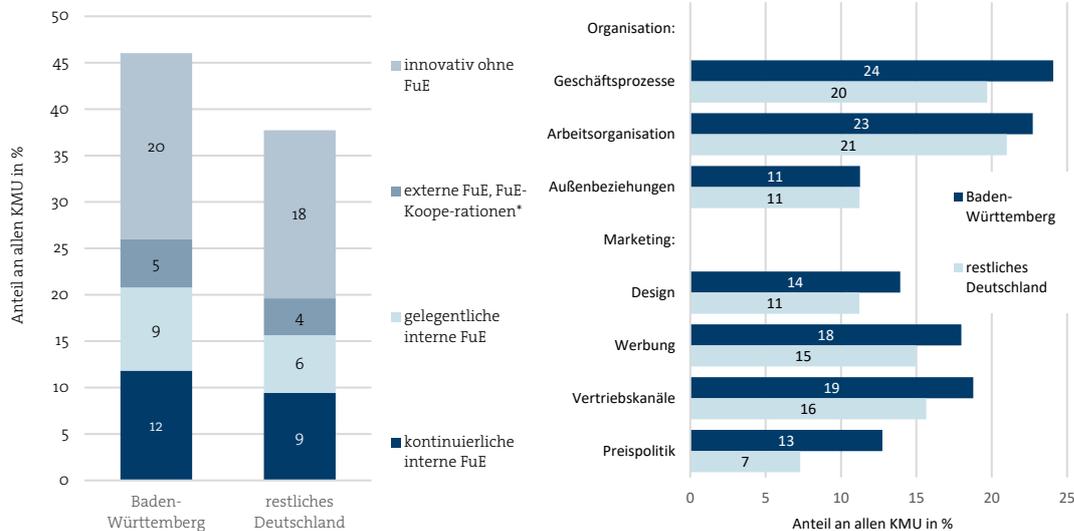
*** Strategien, die von hoher Bedeutung sind, Mehrfachnennungen möglich.

5.3 TECHNOLOGIESTRATEGIEN VON KMU

Eine weitere zentrale Dimension der Innovationsstrategie von KMU betrifft die Art der Produktion von technischem Wissen, das für die Umsetzung von Innovationsaktivitäten benötigt wird. Hier können KMU zunächst grundsätzlich zwischen einer internen oder einer externen Wissensproduktion wählen (vgl. Cassiman und Veugelers 2002; 2006). Eine systematische interne Produktion neuen technischen Wissens kann i.d.R. mit eigenen FuE-Aktivitäten gleichgesetzt werden. Dabei kann zwischen kontinuierlicher FuE-Tätigkeit (d.h. FuE ist ein eigenständiger Funktionsbereich mit Personal, das vorwiegend oder ausschließlich FuE-Projekte betreibt) und gelegentlicher FuE (d.h. FuE-Aktivitäten werden nur im Anlassfall, d.h. zur Lösung konkret auftretender technischer Probleme in Angriff genommen) unterschieden werden. Der externe Bezug von technischem Wissen kann über die Vergabe von FuE-Aufträgen an Dritte oder über FuE-Kooperationen erfolgen.

KMU aus Baden-Württemberg zeichnen sich insbesondere durch einen höheren Anteil von Unternehmen aus, die intern FuE betreiben. Im Jahr 2016 betrieben 12% der baden-württembergischen KMU kontinuierlich FuE im eigenen Unternehmen und 9% gelegentlich. Die Anteilswerte für KMU aus dem restlichen Deutschland lauten 9 bzw. 6%. 5% der KMU aus Baden-Württemberg betreiben keine interne FuE, vergeben aber FuE-Aufträge an Dritte oder kooperieren mit externen Partnern in FuE- oder Innovationsprojekten. 20% aller KMU in Baden-Württemberg verfolgen schließlich Innovationsvorhaben, ohne intern neues technisches Wissen zu produzieren oder sich solches extern über FuE-Aufträge oder Kooperationen anzueignen. Dieser Anteil ist ebenfalls höher als im restlichen Deutschland. Diese KMU mit "Innovationen ohne FuE" wurden u.a. von Rammer et al. (2012) und Som (2012) sowie Som und Kirner (2015) hinsichtlich ihrer Innovationsstrategien und den Wegen, wie diese zu erfolgreichen Innovationen gelangen, untersucht.

ABBILDUNG 33: FUE-TÄTIGKEIT SOWIE NEUERUNG IN ORGANISATION UND MARKETING IN KMU 2016



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

* nur Unternehmen, die keine interne FuE-Tätigkeit aufweisen.

Schließlich können auch Neuerungen im Bereich der Organisation und des Marketings auf unterschiedliche Innovationsstrategien hinweisen. Hier zeigen sich KMU aus Baden-Württemberg ebenfalls als aktiver im Vergleich zu KMU aus anderen Regionen in Deutschland. So wiesen im Jahr 2016 24% der baden-württembergischen KMU Organisationsneuerungen im Bereich von Geschäftsprozessen auf (z.B. Qualitätsmanagement, *Supply Chain* Management, *Lean Production*, Wissensmanagement), gegenüber 20% im restlichen Deutschland (Abbildung 32) Noch stärker sind die Unterschiede bei Marketingneuerungen. Sowohl bei Produktdesign und Werbung als auch bei Vertriebskanälen und der Preispolitik führte in Baden-Württemberg ein höherer Anteil von KMU Neuerungen ein.

Für die KMU, die keine Produkt- oder Prozessinnovationsaktivitäten aufweisen, zeigen sich im Vergleich zwischen Baden-Württemberg und dem restlichen Deutschland keine signifikanten Unterschiede in den Verzichtsgründen. Knapp die Hälfte dieser KMU geben an, dass die Eigenschaften ihrer Produkte oder Dienstleistungen keine Innovationsmöglichkeiten eröffneten. Für ein Drittel der KMU ist die fehlende Nachfrage nach Innovationen ein wesentlicher Grund, auf Innovationsaktivitäten zu verzichten. Ein gutes Viertel sieht aufgrund früherer Innovationen aktuell keinen Bedarf, während ein Fünftel aufgrund des geringen Wettbewerbs keinen Anlass sieht, eigene Innovationen voranzutreiben.

Einem knappen Viertel der KMU mangelt es an Innovationsideen. Dieser Anteil ist in Baden-Württemberg (24%) geringfügig höher als im restlichen Deutschland (22%). Dieses Ergebnis zeigt, dass es in Baden-Württemberg ein von der Anzahl der Unternehmen her relevantes Teilsegment der KMU gibt, die über begrenzte oder keine Innovationskapazitäten verfügen. Denn das Fehlen von Innovationsideen zeigt in erster Linie unzureichende unternehmensinterne Fähigkeiten an, Impulse für Innovationen von außen zu identifizieren und aufzugreifen sowie sich systematisch mit den eigenen Angeboten, den Marktanforderungen, den Strategien der Wettbewerber und den sich daraus ergebenden Chancen für eigene Innovationen zu befassen. KMU, die fehlende eigene Innovationsideen anführen, finden sich in fast allen Branchen. Besonders hoch sind ihre Anteile in den Mediendiensteleistungen (Verlage, Film, Rundfunk, Telekommunikation) mit 13%, gefolgt vom Maschinenbau (12%), der sonstigen Konsumgüterindustrie (Möbel, Spiel-/Sportwaren, Medizintechnik u.a.) mit 11%, der Holz-, Papier- und Druckindustrie (11%), dem Großhandel (10%) und den sonstigen Unternehmensdiensten (10%). Dies belegt, dass sich KMU mit gewissen Defiziten beim Thema Innovation auch in einigen innovationsorientierten Branchen in größerer Zahl finden.

5.4 TYPEN VON KMU NACH INNOVATIONS- UND TECHNOLOGIESTRATEGIEN

Kombiniert man die Innovationsstrategie und die Technologiestrategie von KMU, so kann eine Matrix unterschiedlicher Typen von KMU aufgespannt werden. Auf der einen Seite wird die Strategie der Produktion (technischen) Wissens betrachtet (d.h. interner oder externe FuE-Tätigkeit), auf der anderen Seite der Neuheitsgrad von Produktinnovationen sowie die Einführung von Prozessinnovationen. Dabei wird die Gruppe der kontinuierlich FuE-betreibenden KMU nach ihrer FuE-Intensität in zwei Untergruppen geteilt (überdurchschnittliche FuE-Intensität im Vergleich zum Branchendurchschnitt und unterdurchschnittliche FuE-Intensität). Bei den Produktinnovatoren mit Marktneuheiten erfolgt, um die Matrix überschaubar zu halten, keine Differenzierung nach Weltmarktneuheiten, Neuheiten für den europäischen Markt und Neuheiten für den deutschen Markt. Da jede der beiden Strategiedimensionen fünf Ausprägungen umfasst, ergibt sich eine 5x5 Matrix.

TABELLE 5: TECHNOLOGIE- UND INNOVATIONSSTRATEGIEN VON KMU 2016 IN BADEN-WÜRTTEMBERG IN PROZENT

	keine Innovationen	nur Prozessinnovationen	Nachahmerinnovationen	Sortimentsneuheiten	Marktneuheiten	Gesamt
kontinuierliche FuE, überdurchschnittliche FuE-Intensität	0,6	0,2	1,5	1,0	1,8	5,2
kontinuierliche FuE, unterdurchschnittliche FuE-Intensität	0,4	0,7	2,3	0,6	2,5	6,6
gelegentliche FuE	1,9	1,2	2,4	1,1	2,4	9,0
externe FuE, FuE-Kooperationen	1,5	1,0	1,5	0,3	0,9	5,2
keine interne oder externe FuE	52,0	8,2	8,1	2,9	2,7	74,0
Gesamt	56,5	11,4	15,8	5,9	10,3	100,0

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

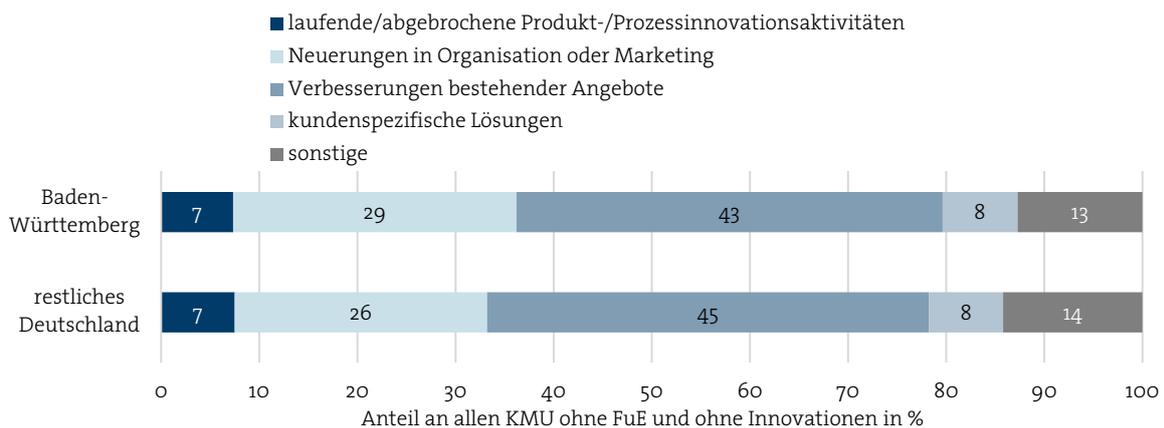
grau markierte Felder: überdurchschnittlicher Anteilswert Baden-Württembergs.

Die Analyse zeigt, dass KMU aus Baden-Württemberg in 18 der 25 Felder überdurchschnittlich vertreten sind. Der Anteil der KMU, die Marktneuheiten eingeführt haben, ist für jede Technologiestrategie-Kombination überdurchschnittlich hoch, d.h. auch für Unternehmen, die ohne interne oder externe FuE Marktneuheiten hervorbringen. Hierbei handelt es sich um nicht-technische Innovationen mit einem hohen Neuheitsgrad, der sich z.B. aus einer kreativen Dienstleistungslösung ergeben kann. Aus Sicht der Technologiestrategie ergibt sich für KMU, die gelegentlich forschen, für jede Innovationsstrategie ein überdurchschnittlich hoher Anteilswert, d.h. auch für Unternehmen, die keine Innovationen eingeführt haben. KMU aus Baden-Württemberg, die keine interne FuE-Tätigkeit aufweisen, aber externes technisches Wissen über FuE-Aufträge oder Kooperationen erwerben, sind zum einen häufiger mit Marktneuheiten erfolgreich, weisen zum anderen aber auch häufiger gar keine Innovationen auf. Ähnliches gilt auch für KMU mit kontinuierlicher FuE-Tätigkeit und überdurchschnittlicher FuE-Intensität. Für sie finden sich zum einen in Kombination mit Produktinnovationen (unabhängig vom Neuheitsgrad) höhere Anteilswerte, aber auch dann, wenn keine Innovationen eingeführt wurden. Diese Gruppe der FuE-aktiven KMU ohne Innovationen ist in Baden-Württemberg überproportional vertreten.

Der größte Unterschied zwischen baden-württembergischen und anderen KMU in Deutschland in Bezug auf die Technologie- und Innovationsstrategie besteht bei der Gruppe der KMU, die weder eine FuE-Tätigkeit aufweisen noch Innovationen eingeführt haben. In Baden-Württemberg fallen 52% der KMU in diese Gruppe, im restlichen Deutschland sind es über 63%. Betrachtet man diese Gruppe näher und untersucht, welche anderen Strategien diese KMU verfolgen, so zeigen sich zwischen den baden-württembergischen KMU und den KMU aus anderen Regionen Deutschlands kaum Unterschiede. Ein kleiner Teil – 7% aller KMU in dieser Gruppe – hat laufende (oder aktuell nicht weiterverfolgte) Produkt- oder Prozessinnovationsaktivitäten aufzuweisen und befasst sich somit

mit der Einführung von Innovationen. 29% der baden-württembergischen KMU in dieser Gruppe haben Neuerungen im Bereich Organisation oder Marketing gesetzt (aber keine laufenden/abgebrochenen Produkt-/Prozessinnovationsaktivitäten) und können somit als "nicht-technologische Innovatoren" bezeichnet werden. Im restlichen Deutschland ist dieser Anteilswert mit 26% etwas niedriger. Der größte Teil der KMU ohne FuE und ohne Innovationen verfolgt eine auf die Verbesserung des bestehenden Angebots ausgerichtete Strategie (ohne Unternehmen, die laufende/abgebrochene Produkt-/Prozessinnovationsaktivitäten oder Neuerungen im Bereich Organisation oder Marketing aufweisen). In Baden-Württemberg sind dies 43%, im restlichen Deutschland 45%. Auch hier sind also gewisse innovationsorientierte Ansätze zu sehen, da für laufende Angebotsverbesserungen inkrementelle Änderungen oder Weiterentwicklung notwendig sind, die oft an der Schwelle zu einer inkrementellen Innovation stehen. 8% der KMU ohne FuE und ohne Innovationen verfolgen eine Strategie kundenspezifischer Lösungen (aber keine der drei zuvor angeführten Strategien). Da kundenspezifische Lösungen häufig ebenfalls Anpassungen und Änderungen an den Produkten und Leistungen eines Unternehmens erfordern, ist auch für diese Gruppe eine gewisse Nähe zum Innovationsthema wahrscheinlich. Somit bleiben lediglich 13% (Baden-Württemberg) bzw. 14% (restliches Deutschland) der KMU ohne FuE und ohne Innovationen, für die keine zumindest indirekt mit Innovationen in Verbindung stehende Strategie festgestellt werden kann. Dies sind knapp 7% aller KMU in Baden-Württemberg und 9% aller KMU im restlichen Deutschland.

ABBILDUNG 34: INNOVATIONSBEZOGENE AKTIVITÄTEN VON KMU OHNE INTERNE FUE UND OHNE PRODUKT-/PROZESSINNOVATIONEN 2016



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

KMU, die über hohe technologische Kompetenzen verfügen und Innovationen mit hohem Neuheitsgrad hervorbringen, zählen quasi zur "Spitzengruppe" der innovativen KMU. Diese kleine Gruppe von Unternehmen stand schon bisher im Fokus von Analysen zu Unternehmensstrategien. Ein Ansatz, diese Unternehmen zu charakterisieren, wurde unter dem Titel "*Hidden Champions*" bzw. "kleine Weltmarktführer" populär gemacht (vgl. Simon 1990, 1996, 2012, Langenscheidt und Venohr 2015). Auf Basis des MIP ist es möglich, solche Unternehmen zumindest näherungsweise zu identifizieren (vgl. Rammer und Spielkamp 2015, 2018 zum methodischen Vorgehen). Diese Berechnungen zeigen, dass im Jahr 2016 in Deutschland rund 1.200 KMU existiert haben, die als *Hidden Champions* bezeichnet werden können, d.h. sie sind auf internationalen Märkten tätig (Exportquote über 50%), weisen einen hohen Marktanteil in ihrem Absatzmarkt auf und wachsen rascher als der Markt. In Baden-Württemberg gibt es unter den KMU rund 200 *Hidden Champions*. Dies sind 0,5% aller KMU im Land (Tabelle 6). Sie beschäftigen 1,3% aller in KMU tätigen Personen und erzielen 2,9% des gesamten Umsatzes von KMU in Baden-Württemberg. Diese Anteilswerte sind jeweils etwas höher als für die "Hidden Champions" im restlichen Deutschland.

Ein verwandtes Konzept sind die "Technologieführer". Dies sind ebenfalls stark internationalisierte KMU mit einem hohen (Welt-)Marktanteil. Anstelle des überdurchschnittlichen Marktwachstums ist eine kontinuierliche

interne FuE-Tätigkeit ein weiteres zentrales Merkmal dieser KMU-Gruppe. In Baden-Württemberg gab es 2016 rund 450 solcher Technologieführer im Bereich der KMU, was zeigt, dass das Kriterium des überdurchschnittlichen Marktwachstums ein stärker eingrenzendes ist als das der kontinuierlichen FuE-Tätigkeit. Dies bedeutet, dass viele stark internationalisierte KMU mit hohen technologischen Kompetenzen und einer starken Stellung in ihren Märkten sich nicht sehr dynamisch entwickeln, denn sonst wären sie auch in die Gruppe der *Hidden Champions* aufgenommen worden. Durch die Fokussierung auf relativ kleine Marktsegmente und Nischen sind die Wachstumsmöglichkeiten der Technologieführer oft stark eingeschränkt. Der Anteil der Technologieführer unter den KMU in Baden-Württemberg ist deutlich höher als im restlichen Deutschland, der Abstand ist auch höher als bei den *Hidden Champions*.

TABELLE 6: KMU MIT WELTMARKTFÜHRERSCHAFT 2016

	Anzahl	Anteil an allen KMU* in Bezug auf		
	KMU	Unternehmen	Beschäftigte	Umsatz
Hidden Champions¹⁾				
Baden-Württemberg	~ 200	0,5%	1,3%	2,9%
restliches Deutschland	~ 1.000	0,4%	1,1%	2,6%
Technologieführer²⁾				
Baden-Württemberg	~ 450	1,1%	2,6%	3,4%
restliches Deutschland	~ 1.600	0,7%	1,9%	3,3%

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

* KMU mit 5-249 Beschäftigten in den WZ 5-39, 46, 49-53, 58-66, 69-74, 78-82.

1) Exportquote >50% und Absatz auch außerhalb Europas, Marktanteil >3 bis >10% (abhängig vom gesamten Marktvolumen im Absatzmarkt), überdurchschnittliches Wachstum gegenüber dem Marktwachstum

2) Exportquote >50% und Absatz auch außerhalb Europas, Marktanteil >3 bis >10% (abhängig vom gesamten Marktvolumen im Absatzmarkt), kontinuierliche FuE-Tätigkeit

5.5 INNOVATIONSFÖRDERUNG IN KMU

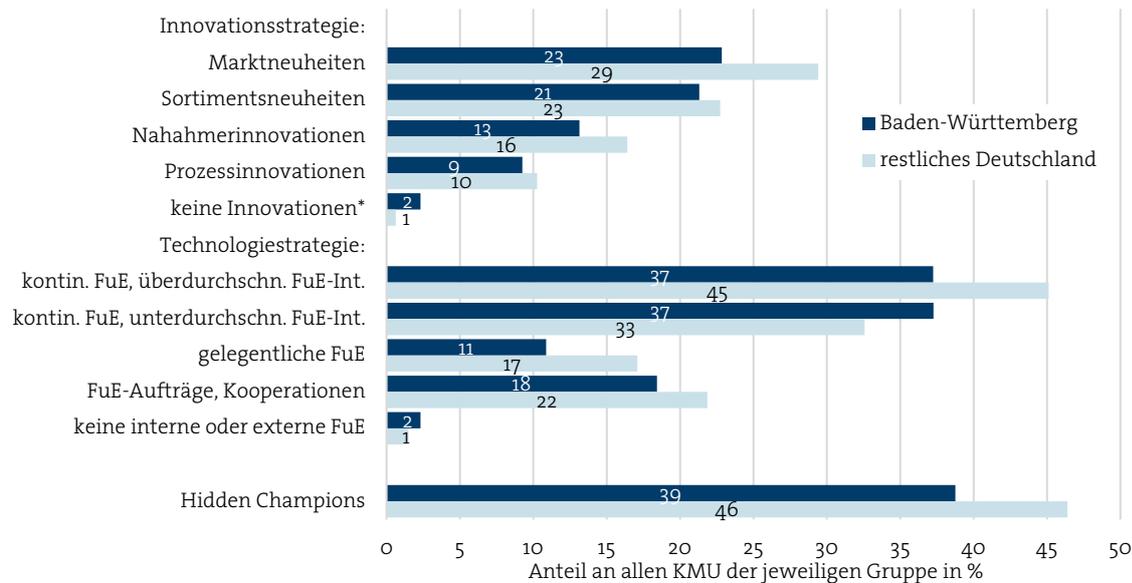
Die öffentliche Hand unterstützt Innovationsaktivitäten von KMU in Deutschland im Wesentlichen über finanzielle Beihilfen für konkrete FuE- bzw. Innovationsvorhaben.⁴⁰ Sowohl die Länder als auch der Bund und die EU unterhalten entsprechende Förderprogramme. Auf Bundeseite zählen dazu insbesondere das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) und die Fachprogramme, die FuE-Projekte in bestimmten Technologiefeldern bzw. zu bestimmten Themenbereichen fördern. Auf EU-Ebene ist das Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung (aktuell: Horizont 2020) das wichtigste Förderinstrument (vgl. Rammer et al. 2016). Auf Landesebene gibt es in Baden-Württemberg nur relativ wenige solcher Fördermaßnahmen. Das von der Anzahl der geförderten KMU her wichtigste Programm des Landes sind die Innovationsgutscheine.

Innovationsaktive KMU in Baden-Württemberg nehmen direkte finanzielle Förderungen durch öffentliche Stellen etwas weniger häufig in Anspruch als innovationsaktive KMU im restlichen Deutschland. Im Zeitraum 2014-2016 wiesen 14% der innovationsaktiven KMU in Baden-Württemberg eine finanzielle öffentliche Innovationsförderung auf, gegenüber 16% im restlichen Deutschland. Differenziert nach Fördermittelgebern zeigt sich der

⁴⁰ Neben dieser direkten Projektförderung bildet die Schaffung günstiger Rahmenbedingungen für Innovationen eine zweite zentrale Säule der Innovationspolitik in Deutschland. Hierzu zählt u.a. ein effektives Schutzrechtssystem, Informationsangebote und Diffusionsinitiativen zu neuen Technologien und Innovationsmöglichkeiten (z.B. Kompetenz- und Demonstrationszentren), Anreize an Wissenschaftseinrichtungen für einen aktiven Wissens- und Technologieaustausch mit der Wirtschaft, ein innovationsfreundliches öffentliches Beschaffungswesen, eine innovationsstimulierende Unternehmensbesteuerung, innovationsfreundliche Gesetze und Verwaltungsverfahren sowie die Sicherung des für Innovationsaktivitäten benötigten Fachkräfteangebots (inkl. innovationsrelevante Aus- und Weiterbildung). Die allermeisten dieser Maßnahmen sind allerdings nicht KMU-spezifisch.

größte Unterschied bei der Landesförderung. Diese erreicht in Baden-Württemberg lediglich 2% der innovationsaktiven KMU. Im restlichen Deutschland sind es 5%. Bei Förderungen durch Bund und EU sind die Unterschiede sehr gering.

ABBILDUNG 35: KMU MIT FINANZIELLER ÖFFENTLICHER INNOVATIONSFÖRDERUNG 2014-2016 NACH INNOVATIONSSTRATEGIE UND TECHNOLOGIESTRATEGIE



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

* KMU mit laufenden oder abgebrochenen Produkt- oder Prozessinnovationsaktivitäten.

Betrachtet man die Verbreitung von öffentlicher finanzieller Innovationsförderung in den einzelnen KMU-Gruppen entsprechend den Innovations- und Technologiestrategien der KMU (Abbildung 33), so zeigt sich für alle Innovationsstrategiegruppen ein unterdurchschnittlicher Wert für die baden-württembergischen KMU. Insbesondere KMU, deren Innovationsstrategie auf Marktneuheiten abzielt, nahmen im Zeitraum 2014-2016 seltener Innovationsförderung in Anspruch als die KMU im restlichen Deutschland (23% gegenüber 29%). Sowohl für Baden-Württemberg als auch für die anderen Regionen Deutschlands besteht ein klarer Zusammenhang zwischen Innovationsstrategie und Inanspruchnahme öffentlicher Förderung: Je anspruchsvoller die Innovationsstrategie, desto höher ist der Anteil geförderter KMU.

In der Gruppe der baden-württembergischen KMU mit kontinuierlicher FuE-Tätigkeit weisen 37% eine Förderung auf. Dies gilt sowohl bei einer überdurchschnittlichen als auch bei einer unterdurchschnittlichen FuE-Intensität. Im restlichen Deutschland erhalten KMU mit einer überdurchschnittlichen FuE-Intensität häufiger eine finanzielle öffentliche Förderung. Ein solches Muster ist insofern plausibel, als die Risikoexposition und die finanzielle Belastung von KMU bei einem besonders hohen Mitteleinsatz für FuE-Aktivitäten steigt, sodass höherer Bedarf für eine öffentliche Ko-Finanzierung besteht. KMU, die nur anlassbezogenen FuE betreiben, erhielten in Baden-Württemberg deutlich seltener eine öffentliche Förderung (11%) als im restlichen Deutschland (17%). Dies ist insofern erstaunlich, als diese KMU-Gruppe in Baden-Württemberg – wie oben gezeigt – relativ anspruchsvolle Innovationsstrategien verfolgt, d.h. einen höheren Neuheitsgrad der Innovationen erreicht. Interessanterweise erhalten KMU, die keine internen FuE-Aktivitäten aufweisen, aber FuE-Aufträge an Dritte vergeben bzw. FuE-Kooperationen unterhalten, häufiger eine öffentliche finanzielle Innovationsförderung. Dies dürfte mit der starken Kooperationsorientierung der öffentlichen Förderprogramme zusammenhängen, die immer wieder auch Projektpartner einbeziehen, die selbst keine FuE-Aktivitäten durchführen. Dies kann z.B. KMU betreffen, die die von Projektpartnern entwickelten neuen Technologien anwenden.

Von den KMU, die als *Hidden Champions* klassifiziert wurden, erhielten in Baden-Württemberg 39% eine finanzielle öffentliche Innovationsförderung, im Vergleich zu 46% im restlichen Deutschland. Der häufigste Fördermittelgeber für diese sehr spezifische KMU-Gruppe ist das BMWi (23% aller *Hidden Champions* in Baden-Württemberg, 26% im restlichen Deutschland). Von Landesseite wurden in Baden-Württemberg 7% der *Hidden Champions* im Zeitraum 2014-2016 gefördert.

5.6 STRUKTURWANDEL DURCH GRÜNDUNGEN

Unternehmensgründungen können einen relevanten Beitrag zur Modernisierung des KMU-Sektors leisten, wenn neu gegründete Unternehmen überproportional stark in neue Geschäftsmodelle und Märkte einsteigen, sodass sich die Struktur der wirtschaftlichen Aktivitäten des KMU-Sektors in Richtung dieser zukunftssträchtigen Bereiche verschiebt. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die Gründungstätigkeit einen relevanten Umfang hat und dass die neu gegründeten Unternehmen auch über längere Zeit im Markt bleiben und wachsen, sodass ihre Erneuerungsimpulse auch quantitativ von Bedeutung sind. Die Gründungstätigkeit in Baden-Württemberg hat in den vergangenen eineinhalb Jahrzehnten gemessen an der Gesamtzahl neu gegründeter wirtschaftsaktiver Unternehmen⁴¹ nachgelassen. Während im Jahr 2004 rund 31.000 Unternehmen neu gegründet wurden, ging die Zahl der jährlichen Unternehmensgründungen auf rund 23.000 in den Jahren 2013 bis 2017 zurück. Die Gründungsdynamik war in Baden-Württemberg günstiger als im restlichen Deutschland. Dadurch stieg der Anteil Baden-Württembergs an allen Gründungen in Deutschland von 11,2% (2002) auf 12,6% (2017) an.

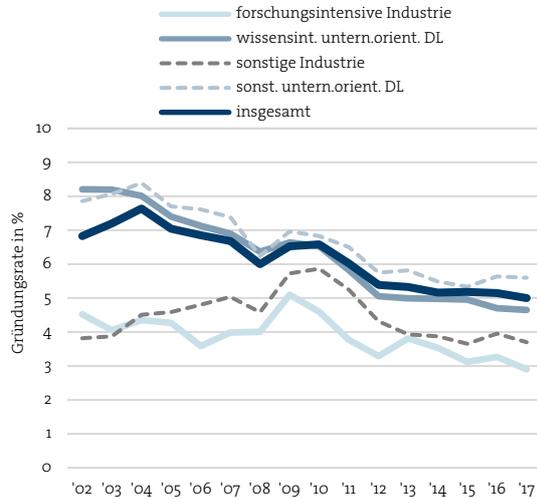
Bezogen auf den Unternehmensbestand ist die Gründungstätigkeit in Baden-Württemberg geringfügig niedriger als im restlichen Deutschland. Die Gründungsrate über alle Sektoren hinweg lag im Jahr 2017 in Baden-Württemberg bei 5,0%, gegenüber 5,1% im Mittel aller anderen Regionen Deutschlands (Abbildung 34). Anfang der 2000er Jahre war die Differenz noch erheblich größer. Die Gründungsrate ging somit in Baden-Württemberg weniger stark zurück als in anderen Bundesländern. Im Bereich der forschungsintensiven Industrie war die Gründungsrate 2017 mit 2,9% deutlich niedriger als im Durchschnitt aller Branchen und lag auch unter dem Wert für das restliche Deutschland (3,8%). In den wissensintensiven unternehmerorientierten Dienstleistungen betrug die Gründungsrate 2017 in Baden-Württemberg 4,7% und im restlichen Deutschland 4,6%.

Der überwiegende Teil der Gründungen findet in Branchen statt, die als nicht forschungs- und wissensintensiv gekennzeichnet werden können. Über die Hälfte (53%) aller Gründungen sind in Branchen, die stark konsum- und binnenmarktorientiert sind (Einzelhandel, Gastgewerbe, Bau, Bildung, Soziales, sonstige konsumnahe Dienstleistungen). In der Industrie (inkl. Bergbau, Ver- und Entsorgung) erfolgen rund 7% aller Gründungen, wobei auf die forschungsintensiven Industriezweige im Jahr 2017 nur 1,3% der Gründungen in Baden-Württemberg entfielen. In den unternehmerorientierten Dienstleistungen finden 40% der Gründungen statt, darunter 17% in wissensintensiven Bereichen. Im Vergleich zum restlichen Deutschland ist in Baden-Württemberg allerdings der Anteil der forschungsintensiven Industrie und der wissensintensiven unternehmerorientierten Dienstleistungen an der gesamten Gründungstätigkeit höher. Somit trägt das Gründungsgeschehen in Baden-Württemberg stärker als im restlichen Deutschland zu einem Strukturwandel in Richtung forschungs- und wissensintensive Branchen bei. Der Anteil der Gründungen in der forschungsintensiven Industrie stieg sowohl in Baden-Württemberg wie im restlichen Deutschland in den vergangenen zehn Jahren tendenziell an, während der Anteil der Gründungen in den wissensintensiven unternehmerorientierten Dienstleistungen seit der Wirtschaftskrise 2009 tendenziell rückläufig ist.

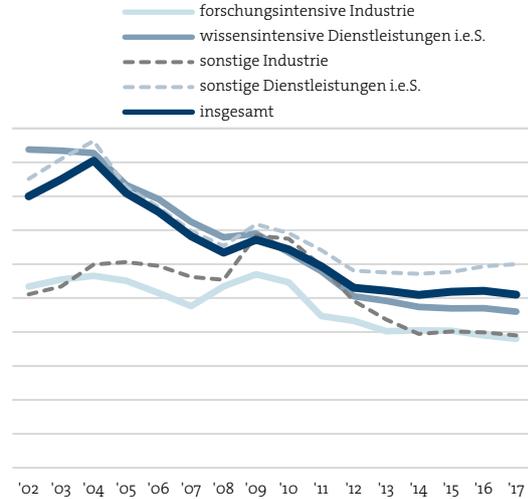
41 Die Analysen zu Unternehmensgründungen basieren auf dem Mannheimer Unternehmenspanel (MUP) des ZEW (vgl. Bersch et al. 2014). Das MUP beruht auf Daten der Kreditauskunftei Creditreform und enthält Unternehmen, die einen gewissen Mindestumfang an wirtschaftlichen Aktivitäten aufweisen.

ABBILDUNG 36: GRÜNDUNGSRATEN 2002-2017 IN INDUSTRIE UND UNTERNEHMENSORIENTIERTEN DIENSTLEISTUNGEN

Baden-Württemberg



restliches Deutschland



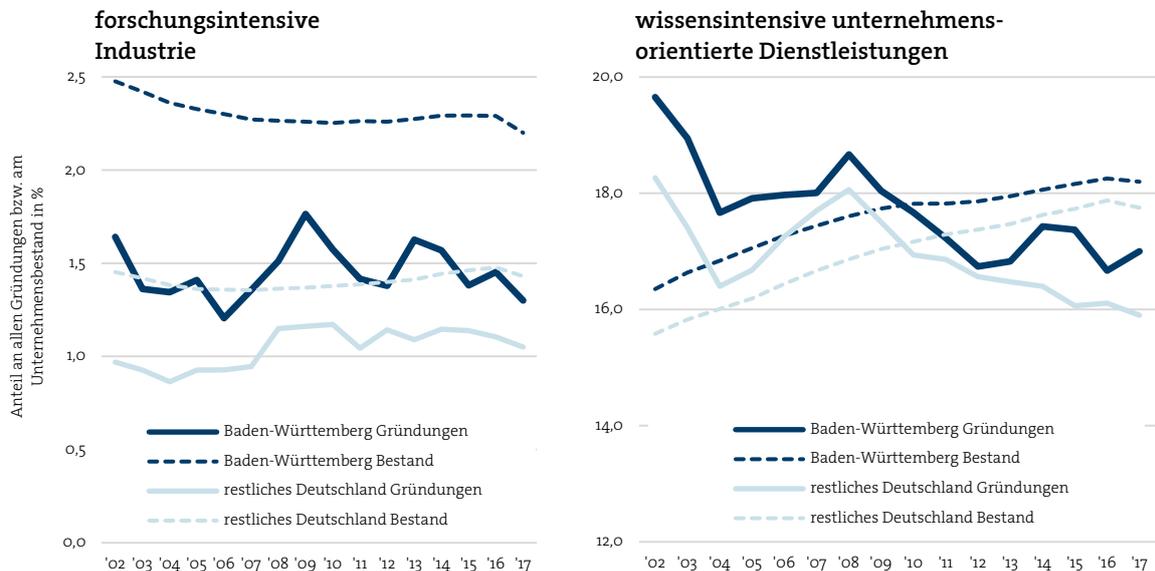
Quelle: ZEW, Mannheimer Unternehmenspanel. Berechnungen des ZEW.

Gründungsrate: Anzahl Unternehmensgründungen in Relation zum Unternehmensbestand zu Jahresbeginn.

Der Anteil von Gründungen in den forschungs- und wissensintensiven Sektoren an allen Gründungen ist jedoch niedriger als der Anteilswert dieser Sektoren am Unternehmensbestand (vgl. Abbildung 35). In Baden-Württemberg waren im Jahr 2017 2,2% aller Unternehmen im Bereich der forschungsintensiven Industrie tätig (im Vergleich zu 1,3% für Gründungen), im restlichen Deutschland lag dieser Anteil bei 1,4% (Gründungen: 1,1%). Dies bedeutet aber nicht, dass die Gründungstätigkeit zu einer Verschiebung des Unternehmensbestands in Richtung anderer Branchen beiträgt. Denn für den Strukturbeitrag von Unternehmensgründungen ist die Überlebenswahrscheinlichkeit von Gründungen in unterschiedlichen Sektoren eine wesentliche Determinante. Dabei gilt, dass Gründungen in der forschungsintensiven Industrie mit einer deutlich höheren Wahrscheinlichkeit lange im Markt bleiben.

Für die wissensintensiven unternehmensorientierten Dienstleistungen lag bis etwa 2009 der Strukturanteil der Gründungen über dem Strukturanteil des Unternehmensbestands. Durch den rückläufigen Anteil der wissensintensiven unternehmensorientierten Dienstleistungen am gesamten Gründungsgeschehen in Baden-Württemberg wie in Deutschland insgesamt in den letzten Jahren hat sich diese Relation umgekehrt, zumal der Anteil der wissensintensiven unternehmensorientierten Dienstleistungen am Unternehmensbestand weiter ansteigt.

ABBILDUNG 37: ANTEIL FORSCHUNGS- UND WISSENSINTENSIVER SEKTOREN AN GRÜNDUNGEN UND UNTERNEHMENSBESTAND 2002-2017*



Quelle: ZEW, Mannheimer Unternehmenspanel. Berechnungen des ZEW.

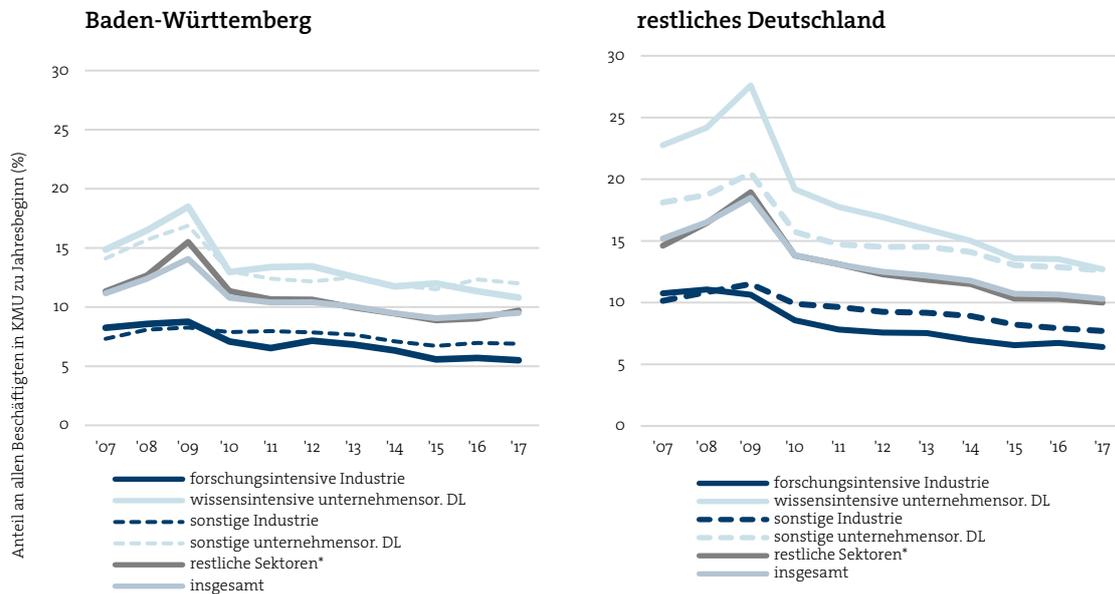
* Unternehmensbestand auf Basis MUP.

Um den quantitativen Beitrag der Gründungstätigkeit zum Strukturwandel des KMU-Sektors in Baden-Württemberg besser bestimmen zu können, wird analysiert, welcher Beschäftigungsanteil im Bestand der KMU auf junge Unternehmen (d.h. Unternehmen, die nicht älter als 5 Jahre sind) zurückgeht. Diese Betrachtung berücksichtigt zum einen das Überleben von Gründungen, da in die Beschäftigungszahlen nur die Gründungen der vergangenen fünf Jahre eingehen, die zumindest bis zum 5. Geschäftsjahr im Markt verblieben sind. Durch die Betrachtung von Beschäftigung anstelle der Unternehmenszahl wird außerdem das Wachstum der überlebenden Gründungen berücksichtigt.

Eine solche Gegenüberstellung von Beschäftigung in jungen Unternehmen und im Bestand der KMU⁴² zeigt, dass der Beschäftigungsbeitrag von jungen Unternehmen in Baden-Württemberg niedriger als im restlichen Deutschland ist. Dies gilt für alle Sektorgruppen. Insgesamt machten die Beschäftigten in jungen Unternehmen im Jahr 2017 9,4% aller Beschäftigten der baden-württembergischen KMU zu Jahresbeginn aus. Im restlichen Deutschland lag dieser Wert bei 10,2%. Der Beschäftigungsbeitrag junger Unternehmen nahm im Zeitraum 2007-2015 in allen Sektoren sowohl in Baden-Württemberg als auch im restlichen Deutschland tendenziell ab (vgl. Abbildung 36). Eine Ausnahme stellen die Jahre 2008 und 2009 dar, als der Beschäftigungsbeitrag anstieg. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass in dieser Phase der Wirtschaftskrise die Beschäftigung in älteren KMU abnahm, auch weil eine größere Zahl älterer KMU aus dem Markt ausschied, während die Anzahl der Unternehmensgründungen in diesen Jahren zunahm. In Baden-Württemberg zeigt sich 2016 und 2017 in der Summe aller Branchen ein leichter Anstieg des Beschäftigungsbeitrags von Gründungen.

42 Junge Unternehmen, die die Schwelle von 250 Beschäftigten überschritten haben, bleiben unberücksichtigt. Dies betrifft nur sehr wenige junge Unternehmen, wobei das sehr hohe Beschäftigungswachstum dieser Unternehmen oft nicht originär, sondern durch Übernahmen zustande gekommen ist.

ABBILDUNG 38: ANTEIL JUNGER UNTERNEHMEN (BIS 5 JAHRE) AN DEN BESCHÄFTIGTEN IN KMU 2007-2017



Quelle: Destatis, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Unternehmensregister; ZEW, Mannheimer Unternehmenspanel. Berechnungen des ZEW.

*Baugewerbe, Einzelhandel, Kfz-Reparatur, Gastgewerbe, Bildung/Erziehung, Gesundheit/Soziales, Kultur, Sport, sonstige konsumorientierte Dienstleistungen.

Im Bereich der forschungsintensiven Industrie liegt der Beitrag junger Unternehmen zur Beschäftigung in KMU in Baden-Württemberg mit 5,5% (2017) niedriger als in allen anderen Sektoren und auch niedriger als im selben Sektor im restlichen Deutschland (6,5%) (Abbildung 36). Auch in den wissensintensiven unternehmensorientierten Dienstleistungen ist der Beschäftigungsbeitrag in Baden-Württemberg mit 10,8% (2017) niedriger als im restlichen Deutschland (12,7%). Allerdings nahm der Beschäftigungsbeitrag junger Unternehmen in Baden-Württemberg von 2007 bis 2017 bei weitem nicht so stark ab wie im restlichen Deutschland. Insgesamt scheint die KMU-Landschaft in Baden-Württemberg stabiler zu sein.

Zur Interpretation der niedrigeren Beschäftigungsbeiträge von Gründungen in Baden-Württemberg gerade auch in den forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen ist es wichtig, die Strukturunterschiede im KMU-Sektor im Vergleich zum restlichen Deutschland zu berücksichtigen. Denn der Anteil der Beschäftigten in KMU, die in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen tätig sind, ist in Baden-Württemberg deutlich höher als im restlichen Deutschland. Dies gilt vor allem für die forschungsintensive Industrie. Im Jahr 2016 waren 10,4% aller in baden-württembergischen KMU Beschäftigten in der forschungsintensiven Industrie tätig, im Vergleich zu nur 6,3% im restlichen Deutschland. In den wissensintensiven unternehmensorientierten Dienstleistungen ist der Strukturunterschied geringer (12,3% gegenüber 11,6%) und hat in den vergangenen zehn Jahren tendenziell abgenommen. Noch größer ist der Strukturunterschied allerdings bei den Großunternehmen. Von allen Beschäftigten in baden-württembergischen Großunternehmen waren 2016 35,3% in der forschungsintensiven Industrie tätig, gegenüber nur 17,6% im restlichen Deutschland. Diese Differenz von etwa 20%-Punkten hat sich in den vergangenen zehn Jahren nicht verändert. Im Bereich der wissensintensiven unternehmensorientierten Dienstleistungen sind die Strukturanteile der Großunternehmen sehr ähnlich, wenngleich der Wert im restlichen Deutschland etwas stärker angestiegen ist als in Baden-Württemberg.

Aufgrund der hohen Beschäftigung in KMU im Bereich der forschungsintensiven Industrie bleibt der Beschäftigungsbeitrag junger Unternehmen trotz höherem Strukturanteil an allen Gründungen und relativ günstiger

Gründungsdynamik niedriger als in anderen Regionen Deutschlands. Gleichwohl sind Gründungen in der forschungsintensiven Industrie in Baden-Württemberg stärker wachstumsorientiert als Gründungen in diesem Sektor im restlichen Deutschland. Dies zeigen Ergebnisse des IAB/ZEW-Gründungspanels, einer repräsentativen Befragung von Unternehmensgründungen und jungen Unternehmen in Deutschland (vgl. Egel et al. 2018). Von den Unternehmensgründungen der Jahre 2013-2016 gaben 45% der baden-württembergischen Gründungen in der forschungsintensiven Industrie an, Wachstumsziele zu verfolgen.⁴³ Im restlichen Deutschland liegt diese Quote nur bei 29%. Auch in den anderen Sektorgruppen (mit Ausnahme der sonstigen Dienstleistungen) ist der Anteil der baden-württembergischen Gründungen, die Wachstumsziele verfolgen, merklich höher. In den wissensintensiven unternehmensorientierten Dienstleistungen sind 29% der baden-württembergischen Gründungen wachstumsorientiert, im restlichen Deutschland sind es 26%. Die Gründungstätigkeit in Baden-Württemberg in den forschungs- und wissensintensiven Branchen ist somit – trotz geringeren quantitativen Beitrags zur Beschäftigung in diesen Branchen – stärker auf Wachstum ausgerichtet und trägt somit zum Erhalt des hohen Strukturanteils dieser Branchen in der baden-württembergischen Wirtschaft bei.

⁴³ Andere Ziele können u.a. die Sicherung des Einkommens, die Verwirklichung interessanter Geschäftsideen oder selbstbestimmtes Arbeiten sein.

5.7 ZUSAMMENFASSUNG

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Baden-Württemberg verfolgen überdurchschnittlich häufig innovationsbasierte Geschäftsstrategien. Der Anteil der KMU, die Produkt- oder Prozessinnovationen eingeführt haben, ist signifikant höher als für KMU aus anderen Bundesländern. Dies gilt für fast alle Branchen und für KMU aus urbanen Räumen ebenso wie für KMU aus dem ländlichen Raum. Besonders hervorstechend ist, dass ein deutlich größerer Anteil der KMU besonders anspruchsvolle Innovationsstrategien verfolgt. Der Anteil der Hidden Champions, der Technologieführer und der KMU mit Weltmarktneuheiten ist in Baden-Württemberg merklich höher als im restlichen Deutschland.

Viele KMU in Baden-Württemberg betreiben intern FuE oder erwerben neues technologisches Wissen über die Vergabe von FuE-Aufträgen oder die Beteiligung an FuE-Kooperationen. Aber auch die KMU ohne FuE-Aktivität sind größtenteils grundsätzlich innovationsorientiert, d.h. sie zielen z.B. auf Verbesserungen bestehender Angebote oder auf die Entwicklung kundenspezifischer Lösungen ab oder sie führen nicht-technologische Neuerungen im Bereich Organisation oder Marketing ein. Dies bedeutet, dass ein großes Potenzial an KMU existiert, die für einen Umstieg auf anspruchsvollere Innovationsstrategien in Frage kommen.

Die öffentliche Förderung von KMU mit besonders anspruchsvollen Innovationsstrategien ist in Baden-Württemberg geringer als in anderen Bundesländern, was primär auf geringe Förderaktivitäten des Landes zurückzuführen ist. Dies sollte aber nicht als ein Defizit interpretiert werden, denn die KMU mit anspruchsvollen Innovationen sind offenbar auch ohne (Landes-)Förderungen in der Lage, ihre Innovationsstrategie erfolgreich umzusetzen. Eine Herausforderung für die Innovationspolitik ist dagegen, wie das Potenzial an innovationsorientierten KMU stärker zum Umschwenken auf solche anspruchsvollen Innovationsstrategien motiviert werden kann. Hierzu müssten neue Förderformate, die z.B. auf Verbundprojekte mit Wissenschaftseinrichtungen oder im Rahmen von Clustern abzielen oder die eine strategische Neuausrichtung der FuE- und Innovationsaktivitäten von KMU unterstützen, entwickelt werden.

Die Gründungstätigkeit in Baden-Württemberg ist stärker als in anderen Bundesländern auf forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige ausgerichtet. Gleichwohl ist der Beitrag zum Strukturwandel des KMU-Sektors in Richtung dieser Branchen geringer, da der Bestand an KMU in diesen Branchengruppen im Vergleich zu anderen Bundesländern erheblich höher ist. Gemessen an dieser bereits starken Spezialisierung der KMU auf forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige ist die Gründungstätigkeit zu schwach, um den Strukturanteil dieser Branchen zu halten.

6 DIGITALISIERUNG

6.1 EIN GIGABITNETZ FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG – AKTUELLER STAND UND PERSPEKTIVEN DES GLASFASERAUSBAUS

6.1.1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Baden-Württemberg soll nach den Vorstellungen der Landesregierung die digitale Leitregion Deutschlands werden. Mit vielfältigen Initiativen und Aktivitäten werden deshalb thematisch fokussierte digitale Cluster, z.B. zu Industrie 4.0, Künstlicher Intelligenz oder E-Health unterstützt, der Transfer von den Universitäten in die Unternehmen verstärkt und die Bildungsagenda entsprechend angepasst.

Wie aber steht es um die netzseitigen Voraussetzungen der Digitalisierung, um die Verfügbarkeit von Breitband-Internet im Land? In der Digitalisierungsstrategie der Landesregierung digital@bw wird das schnelle Internet – und insbesondere Glasfaser-Internet – als „Lebensader der Digitalisierung“ bezeichnet (Landesregierung Baden-Württemberg 2017) und es werden Fördermittel in Millionenhöhe für den Breitband-Ausbau angekündigt. Inzwischen haben diese Mittel in eine Vielzahl von Projekten im Land ermöglicht.

Im Mittelpunkt dieses Kapitels steht die Frage, wie weit der Ausbau von Glasfaser in Baden-Württemberg tatsächlich ist und welche Perspektiven sich im Hinblick auf die Entwicklung eines künftigen landesweiten Gigabitnetzes ergeben. Dieses Kapitel ist die Zusammenfassung einer längeren Studie, die zwischen Januar und Juli 2018 mit Unterstützung der Baden-Württemberg Stiftung vom Fraunhofer ISI durchgeführt wurde.⁴⁴

Für die Studie wurden zunächst 20 baden-württembergische Gigabit-Hotspots identifiziert und anschließend sechs Ausbauprojekte in diesen Regionen ausgewählt, um Barrieren und Erfolgsstrategien zu identifizieren. Die Analyse umfasst auch eine Reihe von Interviews mit Akteuren der Ausbauprojekte. Auf der Basis dieser Erkenntnisse wurden schließlich Einschätzungen vorgenommen, wie der Glasfaserausbau in Baden-Württemberg beschleunigt und verstetigt werden kann.

⁴⁴ Beckert, Bernd (2019): Ein Gigabitnetz für Baden-Württemberg. Aktueller Stand und Perspektiven des Glasfaserausbaus. Studie des Fraunhofer ISI mit Unterstützung der Baden-Württemberg Stiftung, Karlsruhe, März. <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-538024.html>.

6.1.2 WARUM GLASFASER?

Während die meisten Breitband-Internet-Verbindungen heute über das Telefonfestnetz, das Kabel-TV-Netz oder über mobile Netze realisiert werden, liegt der Fokus in der vorliegenden Analyse bei den Glasfaser-basierten Internetverbindungen. Glasfaser-Internet-Leitungen direkt in die Wohnungen oder Gebäude (Fibre-To-The-Home, Fibre-To-The-Building, FTTH/B⁴⁵) sind sowohl in technischer als auch in ökonomischer Hinsicht den heutigen Technologien überlegen, weil sie schnellere und stabilere Datenübertragungen ermöglichen (vgl. z.B. Van Baal et al. 2016, WIK-Consult 2018 oder Briglauer; Gugler 2019)

Aber auch aus Innovationssicht sollte Glasfaser priorisiert werden. Denn die Innovationsforschung hat in den letzten Jahren gezeigt, dass dort, wo hohe Bandbreiten und mit entsprechenden Qualitätsmerkmalen zur Verfügung stehen (Stabilität, geringe Latenz, Symmetrie usw.), eine Dynamik entsteht und kreative Kräfte freisetzt, die sich in digitalen und sozialen Innovationen verschiedenster Art niederschlagen. Hinzu kommt, dass Glasfasernetze die Voraussetzung für den neuen Mobilfunkstandard 5G sind (Berner 2017, Bündler 2018).

Der Begeisterung für Glasfaser, bzw. der Fokus auf FTTB/H wird allerdings nicht von allen geteilt. So verweist z.B. die Deutsche Telekom auf eine mangelnde Nachfrage nach hochbitratigen Anschlüssen bei den Nutzern und auf die hohen Kosten beim Endkundenausbau. Für die aktuellen Bedarfe reichten 50-100 Mbit/s meist aus, so dass sich Investitionen in ein flächendeckendes Glasfasernetz heute nicht rechtfertigen ließen. Und der Kabelnetzbetreiber Unitymedia argumentiert, dass über seine Netze heute schon 400 Mbit/s im Download möglich sind und nach einem Wechsel zum DOCSIS 3.1-Standard mehr als 1 Gbit/s erreicht werden können (vgl. Beckert 2018, S. 9f).

Langfristig und insbesondere aus Innovationssicht bleibt die FTTB/H-Lösung allerdings die Ideallösung, weil sie beinahe unerschöpfliche Bandbreiten zur Verfügung stellt und in Kombination mit 5G neue Anwendungen, wie z.B. Echtzeitanwendungen, Inhalte und Geschäftsmodelle ermöglicht.

6.1.3 BREITBANDVERSORGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Bei der Analyse der Versorgung des Landes mit Breitbandanschlüssen ist zu unterscheiden zwischen der Grundversorgung (größer gleich 16 Mbit/s), einer höherbitratigen Versorgung (zwischen 30-100 Mbit/s) und der zukunftssicheren Gigabitvernetzung ab 1 Gbit/s.

Im Bereich der Grundversorgung (größer gleich 16 Mbit/s) weist Baden-Württemberg mit einer Verfügbarkeit von 91,7 Prozent aller Haushalte sehr gute Werte aus. Bei den höherbitratigen Anschlüssen (30-100 Mbit/s) fällt die Versorgungslage dagegen ab. Lediglich 86,9 Prozent aller Haushalte in Baden-Württemberg können Breitbandanschlüsse über 30 Mbit/s abonnieren (vgl. TÜV Rheinland; BMVI 2018, S. 10) und nur 81,3 Prozent Anschlüsse über 50 Mbit/s.

Bei 100 Mbit/s-Anschlüssen beträgt die Verfügbarkeit in Baden-Württemberg schließlich nur noch 67,4 Prozent. Fast alle Gebiete, in denen mehr als 100 Mbit/s verfügbar sind, werden derzeit von Unitymedia versorgt.

⁴⁵ Bei beiden Varianten handelt es sich um direkte Glasfaseranschlüsse. Bei den aktuell gängigen Breitbandanschlüssen wird das Signal dagegen lediglich im Backbone-Bereich auf Glasfaser übertragen. Für die letzten Meter in die Gebäude oder Wohnungen wird es dann auf die bestehende Telefon-Kupferleitung oder Kabel-TV-Kupferleitung umgesetzt. Die Verwendung existierender Kupferstrecken auf den letzten Metern ist zwar eine kostengünstige Variante, sie reduziert die Übertragungsgeschwindigkeit aber erheblich. Erläuterungen der verschiedenen Ausbauprodukten finden sich z.B. in Beckert 2019, S. 3-8.

Blickt man auf die zukunftssicheren, gigabitfähigen FTTH/B- Anschlüsse, zeigt sich ein großes Defizit. Der Breitbandatlas des BMVI weist für Baden-Württemberg Ende 2017 hier lediglich eine Verfügbarkeit von 1,9 Prozent in der Gesamtbevölkerung aus (Tabelle 1). Allerdings weisen alle Bundesländer sehr schlechte Versorgungswerte aus. Ausnahmen sind lediglich der Stadtstaat Hamburg, Schleswig-Holstein, Bayern und mit Einschränkungen Nordrhein-Westfalen. In den besser versorgten Bundesländern sind es jedoch meist die Stadtnetzbetreiber oder alternative TK-Anbieter (z.B. wilhelm-tel in Hamburg, M-Net in München, Netcologne und Deutsche Glasfaser), die für die vergleichsweise hohen Werte verantwortlich sind.

TABELLE 7: FTTH/B-VERFÜGBARKEIT IN DEN BUNDESLÄNDERN

Versorgung mit direkten Glasfaseranschlüssen (FTTH/B) in den Bundesländern (Stand: Ende 2017)	
Bundesland	FTTB/H-Verfügbarkeit in Prozent der Haushalte
Hamburg	70,9
Schleswig-Holstein	20,1
Bayern	10,6
Nordrhein-Westfalen	8,2
Sachsen	7,9
Hessen	7,1
Sachsen-Anhalt	5,4
Niedersachsen	4,9
Brandenburg	4,5
Mecklenburg-Vorpommern	3,5
Saarland	2,5
Rheinland-Pfalz	2,4
Baden-Württemberg	1,9
Thüringen	0,9
Berlin	0,9
Bremen	0

Quelle: Breitbandatlas TÜV Rheinland/ BMVI 2018, S. 18.

Zwar weist die Statistik erst wenige direkte Glasfaseranschlüsse aus. Tatsächlich gibt es in Baden-Württemberg aber viele Ausbauprojekte, die sich die langfristige Versorgung mit FTTH/B zum Ziel gesetzt haben. In den letzten Jahren hat sich in Baden-Württemberg beim Thema Glasfaser eine enorme Dynamik entwickelt, die nicht zuletzt auf die von der Landesregierung angestoßenen Projekte zurückgeht. Dabei ist die Entwicklung nicht auf Städte beschränkt, sondern im Gegenteil, sie geht oftmals sogar von den ländlichen Gebieten aus. Diese Aktivitäten sind nicht ohne Resonanz bei den kommerziellen TK-Anbietern wie der Deutschen Telekom, Unitymedia und anderen geblieben, die inzwischen ihrerseits Glasfaserprojekte vorantreiben.

Es ist also zu erwarten, dass die Zahlen zur Versorgung mit Gigabitanschlüssen in Baden-Württemberg in absehbarer Zukunft steigen werden.

Um die aktuellen Fortschritte, Barrieren und Perspektiven des Glasfaserausbaus in Baden-Württemberg einschätzen zu können, wurden zunächst auf der Basis verschiedener Quellen⁴⁶ 20 Regionen identifiziert, in denen heute Glasfaser-Projekte bereits weiter fortgeschritten sind (Tabelle 8).

⁴⁶ zum Recherche- und Auswahlprozess siehe Beckert 2018, S. 18-23.

TABELLE 8: ZWANZIG GIGABIT-HOTSPOTS IN BADEN-WÜRTTEMBERG

1 Ludwigsburg
2 Karlsruhe
3 Heidelberg und Rhein-Neckar-Kreis
4 Göppingen
5 Rastatt
6 Offenburg und Ortenaukreis
7 Freiburg
8 Pforzheim und Enzkreis
9 Tuttlingen
10 Ulm und Alb-Donau-Kreis
11 Lörrach
12 Waldshut-Tiengen
13 Schwäbisch Hall
14 Biberach
15 Aalen und Ostalb-Kreis
16 Zollernalb
17 Sigmaringen
18 Calw
19 Schwarzwald-Baar-Kreis
20 Konstanz

6.1.4 ANALYSE AUSGEWÄHLTER GLASFASERPROJEKTE

Aus der Liste der 20 Gigabit-Hotspots in Baden-Württemberg wurden sechs Ausbauprojekte ausgewählt und näher untersucht. Im Juni und Juli 2018 wurden dazu 13 persönliche und telefonische Interviews mit Projektleitern, Breitbandbeauftragten und Unternehmensvertretern zu den Ausbaustrategien und aktuellen Barrieren durchgeführt (vgl. Becket 2018, S. 45-70)

Die ausgewählten Projekte stehen dabei beispielhaft für eine ganze Reihe von Projekten, die ähnliche Ansätze verfolgen und ähnliche Herausforderungen bewältigen müssen.

Prinzipiell unterscheidet man zwischen kommerziellen und kommunalen Ausbauprojekten: Die kommerziellen Ausbauprojekte werden von Deutscher Telekom, Unitymedia oder NetCom BW vorangetrieben. Die Investitionen tätigen meist die Unternehmen selbst, entsprechend werden vorrangig Gebiete verkabelt, in denen die Refinanzierungsaussichten gut sind. Bei den kommunalen Projekten wird unterschieden zwischen Ausbauprojekten der jeweiligen Stadtwerke und Ausbauprojekten, die von den Kommunen selbst koordiniert werden. Kommunale Ausbauprojekte verfolgen das Ziel, Glasfaser auch in ländliche Gebiete zu bringen. Diese erscheinen kommerziellen Akteuren vielfach als unrentabel, weil nur wenige Einheiten gleichzeitig versorgt werden können und die Verlegearbeiten aufwändiger sind.

Bei den kommunalen Ausbauprojekten gibt es die Varianten „Betreibermodell“ und „Wirtschaftlichkeitslückenmodell“. Geschieht der Ausbau nach dem Betreibermodell, plant, finanziert und baut die Kommune das Netz in Eigenregie und verpachtet dann den Betrieb des Netzes an einen kommerziellen Dienstleister. Hintergrund hierfür ist die Vorgabe, dass Kommunen selbst keine Telekommunikationsdienste anbieten dürfen, dies ist kommerziellen Anbietern vorbehalten. Das Land Baden-Württemberg hat im Unterschied zu anderen Bundesländern bereits früh auf das Betreibermodell gesetzt.

Beim Wirtschaftlichkeitslückenmodell erhalten kommerzielle Netzbetreiber staatliche Zuschüsse, wenn sie in Gebieten ausbauen, in denen die mittelfristigen Refinanzierungsaussichten schlecht sind. Die Subventionen sollen dabei die Lücke zum wirtschaftlichem Betrieb eines Glasfasernetzes in ländlichen Regionen schließen. In Baden-Württemberg gibt es derzeit nur wenige kommunalen Ausbauprojekte nach dem Wirtschaftlichkeitslückenmodell.

Tabelle 3 zeigt die unterschiedlichen Ausbautypen im Vergleich und führt die Projekte auf, die stellvertretend für den jeweiligen Typ analysiert wurden.

TABELLE 9: AUSGEWÄHLTE PROJEKTE ZUR GENAUEREN ANALYSE

Akteur	Ort	Ausbautyp
Deutsche Telekom	Bruchsal	Kommerzieller Ausbau
Unitymedia	Großbottwar	Kommerzieller Ausbau
NetCom BW	Lonsee	Kommerzieller Ausbau
Stadtwerke Konstanz	Konstanz	Kommunaler Ausbau
fibernet.rn	Sinsheim und Rhein-Neckar-Kreis	Kommunaler Ausbau Betreibermodell
breitband@NOK	Mosbach und Kreis Neckar-Odenwald	Kommunaler Ausbau Wirtschaftlichkeitslückenmodell

Die sechs Fallstudien zeigen, dass es sich beim Breitbandausbau um eine komplexe Angelegenheit handelt, in der es keine einfachen und insbesondere keine schnellen Lösungen zu geben scheint. So lehnen die kommerziellen Anbieter bereits die Idee eines einheitlichen, landesweiten Gigabit-Netzes ab und bestehen auf wettbewerblichem und bedarfsorientiertem Ausbau, während die Akteure in den geförderten Ausbauprojekten durchaus ambitionierte Versorgungspläne haben, jedoch aufgrund der Förderbestimmungen nur in unterversorgten ländlichen Gebieten tätig werden dürfen, in denen selbst die langfristigen Refinanzierungsaussichten schlecht sind.

6.1.5 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die Analyse der Fallstudien, die in der erwähnten Studie dokumentiert ist (Beckert 2019 S. 45 ff) und hier nur knapp zusammengefasst wurde, gibt Anlass zu vorsichtigem Optimismus. Allerdings könnte der Ausbau der Gigabitnetze in Baden-Württemberg deutlich schneller gehen. Was hierfür notwendig ist, lässt sich in drei Empfehlungen zusammenfassen:

1. PRIVATWIRTSCHAFTLICHE UND KOMMUNALE AUSBAUPROJEKTE BESSER KOORDINIEREN

Der Infrastrukturwettbewerb zwischen Telekommunikationsbetreibern, Kabel-TV-Netzbetreibern und kommunalen Akteuren ist grundsätzlich ein wichtiger Treiber für den Breitbandausbau. Allerdings gibt es Bereiche, in denen eine Kooperation effektiver ist und zu einem schnelleren und nachhaltigeren Breitbandausbau führt. Dies beinhaltet die bessere Zusammenarbeit bei der Frage der Trassenführung, beim Zugang zu den Leitungen der jeweils konkurrierenden Unternehmen und vor allem die Vermeidung von Doppelverlegungen von Glasfaserleitungen.

2. LANDESFÖRDERUNG KONSEQUENT WEITERFÜHREN UND GLASFASER WEITER INS ZENTRUM DER FÖRDERAKTIVITÄTEN RÜCKEN

Das Betreibermodell, auf das das Land Baden-Württemberg im Unterschied zu anderen Bundesländern konsequent gesetzt hat, hat sich als klares Erfolgsmodell erwiesen. Es hat eine Vielzahl von kommunalen Glasfaserprojekten im Land initiiert und dafür gesorgt, dass sich Kreise, Städte und Gemeinden intensiv mit der Breitbandthematik befassen und Pläne für die Versorgung ihrer weißen Flecken gemacht und den Ausbau vielfach bereits angegangen haben.

Wichtig ist es deshalb, den Fokus auf die Glasfaser zu erhalten und auch in kommenden Förderprogrammen konsequent umzusetzen. Kommunale Glasfaserkabel sind Vermögenswerte für Städte und Gemeinden in Baden-Württemberg und sie werden sich langfristig auszahlen. Möglicherweise werden die ländlichen Gemeinden sogar schneller mit FTTH versorgt als die dichter besiedelten Gebiete.

Neben der grundsätzlichen Priorität für das Betreibermodell sollte es in Baden-Württemberg auch weiterhin möglich sein, Ausbauprojekte nach dem Wirtschaftlichkeitslückenmodell zu realisieren. Meist werden damit Ausbauprojekte der Deutschen Telekom in Gebieten subventioniert. Dabei sollten diese Kommunen den zweiten Schritt, nämlich den Ausbau direkter Glasfaserleitungen bereits im Auge haben und frühzeitig planen.

3. FÜR MEHR BREITBAND-EXPERTISE IN DEN KREISEN, DEN KOMMUNEN UND BEIM LAND SORGEN

Für Kreise und Kommunen stellt das Thema Breitband eine große Herausforderung dar, weil die Ansprüche in der Bevölkerung groß sind, aber oftmals die Expertise in den Verwaltungen für Ausbauplanungen in Eigenregie fehlt. Die Themen Breitbandausbau und –förderung sind äußerst komplex und nicht alle Kommunen haben die personellen und finanziellen Ressourcen, diese für die Verwaltung neuen Themen sachgerecht aufzuarbeiten und entsprechende Projekte zu planen. Es fehlt an Breitband-Experten, die das für die Kommunen neue Thema vorantreiben können.

Die Clearingstelle des Landes Baden-Württemberg und das Kompetenzzentrum Breitbandausbau beim Landesamt für Geoinformation und Landesentwicklung in Stuttgart unterstützen die Kommunen mit Informations- und Beratungsangeboten. Diese Angebote sollten ausgebaut werden und um Erfahrungsberichte, Best Practices und Leitfäden ergänzt werden, die den Kommunalverwaltungen helfen, ihre eigenen Projekte zu definieren und anzugehen.

6.2 DIGITALISIERUNG UND MODERNISIERUNG DER INDUSTRIEUNTERNEHMEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

6.2.1 HINTERGRUND ZUM UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND UND METHODISCHE HERANGEHENSWEISE

Der vorliegende Abschnitt dient der Analyse des Stands der Digitalisierung und der Modernisierung der Betriebe Baden-Württembergs insbesondere im Vergleich zum restlichen Verarbeitende Gewerbe in Deutschland. Bei der Digitalisierung der Produktion wird ein ganzheitliches Verständnis herangezogen, welches die Bereiche Smart Products, Data-driven Services, Smart Factory und Smart Operations beleuchtet. Bei der Modernisierung wird hingegen auf den Einsatz von Organisationskonzepten fokussiert, da diese als Enabler dienen können bzw. dabei unterstützen können, Bedarfe innerhalb der Produktion frühzeitig zu erkennen und sich so besser auf einen möglichen Wandel vorbereiten zu können. Um diese Fragestellungen beantworten zu können wird die ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion* eingesetzt.

Die Erhebung *Modernisierung der Produktion* wird seit 1993 regelmäßig alle drei Jahre vom Fraunhofer ISI durchgeführt und adressiert Themen zur Wertschöpfung und Innovation in der Produktion. Dabei werden deutschlandweit Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes zum Stand ihrer Produktion sowie zu verschiedenen Themen befragt. Die Erhebung deckt dabei seit 2006 alle Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ab. Ausgehend von einer repräsentativen Stichprobe wird regelmäßig ein Rücklauf von 1.300 bis 1.600 Betrieben erreicht.

Die aktuellste Erhebungswelle fand im Jahr 2015 statt und umfasst die Angaben von insgesamt 1.282 zufällig ausgewählten Betrieben. Sie bietet dabei ein repräsentatives Abbild des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland

hinsichtlich Größenklassen, Branchenstruktur und regionaler Verteilung. Als Grundgesamtheit dienen alle Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes (Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008, Klassen 10 bis 33 mit mindestens 20 Beschäftigten, vgl. dazu Jäger und Maloca 2016).

6.2.2 DIGITALISIERUNGSSTRATEGIEN VON INDUSTRIEBETRIEBEN

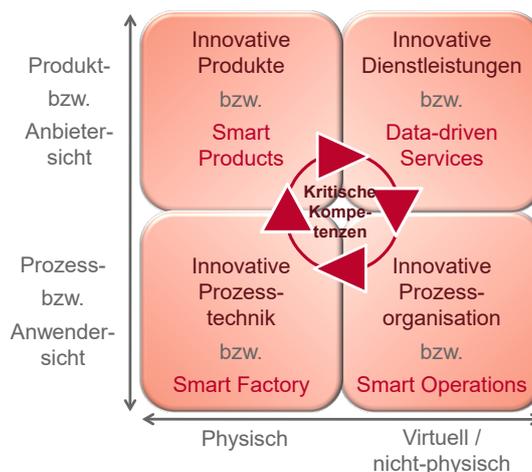
6.2.2.1 PERSPEKTIVEN DER BETRIEBLICHEN DIGITALISIERUNG

Besondere Chancen, aber auch Herausforderungen, bietet die digitale Vernetzung für die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes. Bei der sogenannten Digitalisierung der Produktion ist jedoch stets zwischen der Anbieter- und der Anwendersicht zu unterscheiden. Diese weisen unterschiedliche Potenziale für Industriebetriebe auf:

- ▶ Aus Anbietersicht ergeben sich große Chancen und Differenzierungsmöglichkeiten durch innovative, digitalisierte Produkte und Dienstleistungen sowie neue, datenbasierte Geschäftsmodelle.
- ▶ Aus Anwendersicht können Industriebetriebe von optimierten, hochflexiblen und gleichzeitig ressourceneffizienten Produktionsprozessen und Wertschöpfungsnetzwerken und den sich daraus ergebenden Effizienzgewinnen profitieren.

Eine weitere Dimension ergibt sich aus der Tatsache, dass erfolgversprechende Industrie 4.0-Lösungen nicht nur physische Produkte, sondern auch die Interaktion und Verbindung mit den Menschen und der Organisation einbeziehen. Hieraus ergibt sich eine Vier-Felder-Matrix, die in einer Dimension zwischen Produkt-/Anbietersicht und Prozess-/Anwendersicht sowie in der anderen Dimension zwischen physischen und nicht-physischen Elementen im Innovationssystem eines Unternehmens differenziert (Abbildung 37). Diese Matrix verbindet die vier Felder eines ganzheitlichen Innovationsverständnisses (Kinkel et al. 2005) symbiotisch mit der digitalen Vernetzung innerhalb und außerhalb von Unternehmen. Auf dieses Konzept wurde auch schon in vorangegangenen Studien zurückgegriffen (Lichtblau et al., 2015, Kinkel et al. 2016) und stellt den konzeptionellen Rahmen für diese Analysen dar:

ABBILDUNG 39: GANZHEITLICHES VERSTÄNDNIS DER DIGITAL-VERNETZTEN PRODUKTION



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Kinkel et al., 2005; Lichtblau et al., 2015.

- ▶ Smart Products verfügen über die Fähigkeit, Daten zum eigenen Herstellungs- und Betriebsprozess zu sammeln und zu kommunizieren. Dies ermöglicht das digitale Abbild der Herstellungsprozesse und das Angebot von datenbasierten Dienstleistungen für den Kunden in der Nutzungsphase.
- ▶ Data-driven Services zielen auf die Steigerung des Kundennutzens durch neue, digitale Dienstleistungen oder datenbasierte Dienstleistungen ab, die auf der Auswertung und Analyse aufgenommener und gesendeter Daten aus der Betriebs- und Nutzungsphase der "Smart Products" basieren.
- ▶ Smart Factory beschreibt eine dezentrale und automatisierte Produktionsumgebung, in der sich intelligente Werkstücke, Fertigungsanlagen sowie Logistiksysteme weitgehend selbst organisieren. Die Grundlage hierfür sind digital-vernetzte Systeme, die Maschinen und Ressourcen digital abbilden und eine Kommunikation in Echtzeit ermöglichen.
- ▶ Smart Operations umfassen die digitalen Voraussetzungen für grundlegend neue Formen der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) sowie des Supply-Chain-Managements (SCM) zur Realisierung der Vision des sich selbst steuernden Werkstückes.

Um den aktuellen Verbreitungsgrad von digitalen Technologien im Verarbeitenden Gewerbe abbilden zu können, wurden wichtige Techniken erfasst, die als Voraussetzung für die Anwendung und das Angebot einer digital-vernetzten Produktion dienen und die bereits heute in Betrieben Anwendung finden können. Sie sind teilweise schon länger bekannt und im Einsatz, bilden aber eine wichtige Grundlage, um im Kontext von Industrie 4.0 mit anderen Systemen vernetzt zu werden (z.B. Enterprise Resource Planning-Systeme) und ermöglichen so eine durchgängige Integration. Oder sie stellen Einzeltechnologien dar (z.B. Tablets zur Anlagenbedienung, Web-Portale), die eine Basis bilden können, auf denen neue, vernetzte Anwendungen oder Geschäftsmodelle aufgebaut werden. Diese werden im Folgenden auf die vier spezifischen Anwendungsgebiete der Industrie 4.0 "vorbereitende Technologien" genannt.

- ▶ Die Anwenderperspektive berücksichtigt digitale Technologien, die im Rahmen der betriebseigenen Produktionsprozesse eingesetzt werden und entsprechend auf IT-nahe Prozesse und die digital-vernetzte Produktion fokussieren. Die Anwenderperspektive deckt folglich die Dimension der auf "Smart Factory", und auf "Smart Operations" vorbereitenden Technologien ab (vgl. Abbildung 37).
- ▶ Die Anbieterperspektive analysiert hingegen, in wie weit Betriebe ihre Angebote an Kunden mittels digitaler Komponenten und Systeme ergänzen und zum Einsatz bringen. Die Anbieterperspektive fokussiert entsprechend die Dimension der auf "Smart Products", und auf "Data-driven Services" vorbereitenden Technologien (vgl. Abbildung 37).

Für jede dieser Dimensionen wurden konkrete Technologien in der Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015 berücksichtigt. Für die Anwenderperspektive wurden folgende acht Kerntechnologien (vgl. Tabelle 10) ausgewählt:

TABELLE 10: DIGITALE TECHNOLOGIEN AUS ANWENDERSICHT

Digitale Technologien aus Anwenderperspektive (im Sinne von vorbereitenden Technologien für die Smart Factory bzw. Smart Operations)		
Smart Operations	1	IT gestützte Produktionsplanung: Einsatz von Softwaresystemen zur Produktionsplanung und -steuerung (z. B. ERP-System)
	2	System für Product Lifecycle Management: Product Lifecycle Management-Systeme (PLM) oder auch Produkt-Prozessdaten-Management
	3	Mobiler/Drahtloser Zugang zu Arbeitsanweisungen: Einsatz von digitalen Lösungen zum Bereitstellen und Nutzen von Zeichnungen, Arbeitsplänen oder Arbeitsanweisungen direkt am Arbeitsplatz des Werkers (z.B. Tablets, Smartphones)
	4	Mobile/Drahtlose Programmierung von Maschinen: Einsatz von mobilen/drahtlosen Geräten zur Programmierung und Bedienung von Anlagen und Maschinen (z. B. Tablets)
Smart Factory	5	Echtzeit nahes Produktionsleitsystem: Einsatz von Echtzeit nahen Produktionsleitsystemen (z. B. Systeme mit zentraler Maschinen-/Prozessdatenerfassung, MES)
	6	IT-System für Supply-Chain-Management: Digitaler Datenaustausch mit Zulieferern bzw. Kunden (Supply-Chain-Management-Systeme)
	7	IT gestützte Steuerung der internen Logistik: Einsatz von Techniken zur Automatisierung und Steuerung der internen Logistik (z.B. Lagerverwaltungssysteme, RFID)
	8	Sichere Mensch-Maschine-Kooperation: Anwendung von Technologien für eine sichere Mensch-Maschine-Kooperation (z. B. kooperative Roboter, "zaunfreie" Stationen etc.)

Konkret wurden die teilnehmenden Betriebe befragt, ob sie entsprechende Technologien bereits einsetzen. In Kombination mit den Indikatoren zur Betriebs- und Produktionsstruktur sowie sektoralen Klassifikation können mit diesen Daten zudem strukturelle Rahmenbedingungen für die Verbreitung der acht Technologien identifiziert werden.

Die acht digitalen Technologien der Anwenderperspektive können jeweils einem der beiden Felder *Smart Factory* bzw. *Smart Operations* zugeordnet werden. Zu den Technologien, die auf Smart Factory vorbereiten, zählen diejenigen, die auf den technischen Produktionsprozess abzielen (vgl. Technologien 5 bis 8 aus Tabelle 10). Zu den auf Smart Operations vorbereitenden Technologien zählen dagegen diejenigen, die eine Schnittstelle zum Management oder zu einem organisatorischen Prozess, also einen Bezug zum technischen Umfeld eines Betriebs aufweisen (vgl. Technologien 1 bis 4 aus Tabelle 10).

Für die Anbieterperspektive wurden sechs Kerntechnologien (vgl. Tabelle 11) identifiziert und die Betriebe konkret befragt, ob diese digitalen Technologien im Rahmen ihrer Angebote an Kunden genutzt werden.

TABELLE 11: DIGITALE TECHNOLOGIEN AUS ANBIETERSICHT

Digitale Technologien aus Anbieterperspektive (im Sinne von vorbereitenden Technologien für Smart Products bzw. Data-driven Services)		
Data-driven Services	1	Einsatz des Internets zur Unterstützung von Dienstleistungen (z. B. für Online-Schulungen, Dokumentationen, Fehlerbeschreibungen)
	2	Mobile Endgeräte für Servicetechniker beim Kundeneinsatz (z. B. Smartphone, Tablet, Digitalkamera)
	3	Fernunterstützung für Kunden (z. B. Web-Plattform, Service-Hotline)
Smart Products	4	Sensortechniken o. Steuerungselemente an Maschinen u. Komponenten für Teleservice-Anwendungen
	5	Virtual-Reality oder Augmented Reality-Anwendungen für Dienstleistungen (z. B. Serviceeinsätze am Produkt, Fern-Schulungen, Produktauslegungen, Produktpräsentationen)
	6	Entwicklung von Software für Kunden

Auch die sechs digitalen Technologien der Anbieterperspektive sind den beiden Feldern Smart Products und Data-driven Services zugeordnet. Um diese Aufteilung vorzunehmen, wurde danach unterschieden, ob eine digitale Technologie eine Anbindung, entweder in physischer oder digitaler Form, zum Kernprodukt aufweist. Technologien, die in Zusammenhang zum technischen Produkt stehen, wurden zu den auf Smart Products vorbereitenden Technologien gezählt (vgl. Technologien 4 bis 6 aus Tabelle 11). In Abgrenzung dazu sind Technologien, die

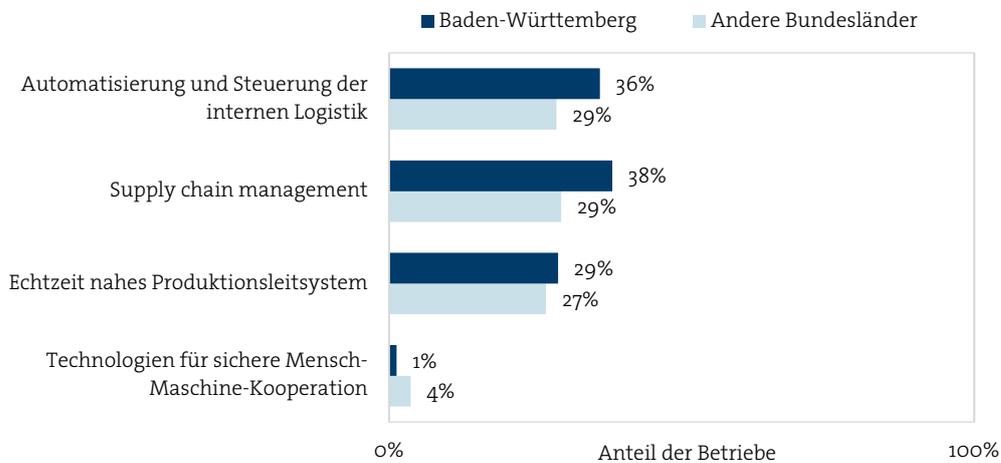
jenseits des physischen Kernprodukts zum Einsatz kommen und auf die reine Dienstleistungserbringung ausgerichtet sind, den auf Data-driven Services vorbereitenden Technologien zuzuordnen (vgl. Technologien 1 bis 3 aus Tabelle 11).

Zusätzlich erlauben die Daten eine Analyse, wofür die digital anfallenden Informationen verwendet werden. Die teilnehmenden Betriebe wurden dazu befragt, ob sie im Rahmen der Angebotserbringung anfallende digitale Informationen nutzen und weiterverarbeiten. Bei einer positiven Aussage war dann darüber hinaus von Interesse, ob diese digitalen Informationen zur Verbesserung von Produkten, Dienstleistungen oder der eigenen Geschäftsprozesse verwendet werden.

6.2.2.2 ANWENDERPERSPEKTIVE: SMART FACTORY UND SMART OPERATIONS

Zunächst wird die Anwenderperspektive mit den beiden Bereichen Smart Factory und Smart Operations im regionalen Vergleich betrachtet. In Abbildung 38 sind die vier Technologien aus dem Bereich der Smart Factory dargestellt. Hier wird deutlich, dass die Betriebe aus Baden-Württemberg Techniken zur Automatisierung und Steuerung der internen Logistik sowie das Supply Chain Management häufiger einsetzen, als Betriebe aus anderen Bundesländern. Die beiden anderen Technologien, das echtzeitnahe Produktionsleitsystem sowie die sichere Mensch-Maschine-Kooperation kommen hingegen etwa ähnlich häufig zum Einsatz, wie in den restlichen Bundesländern Deutschlands. Im Bereich der Smart Factory sind die Unternehmen aus Baden-Württemberg insgesamt also durchschnittlich bis überdurchschnittlich aufgestellt.

ABBILDUNG 40: TECHNOLOGIEEINSATZ IM BEREICH DER SMART FACTORY IM REGIONALEN VERGLEICH.

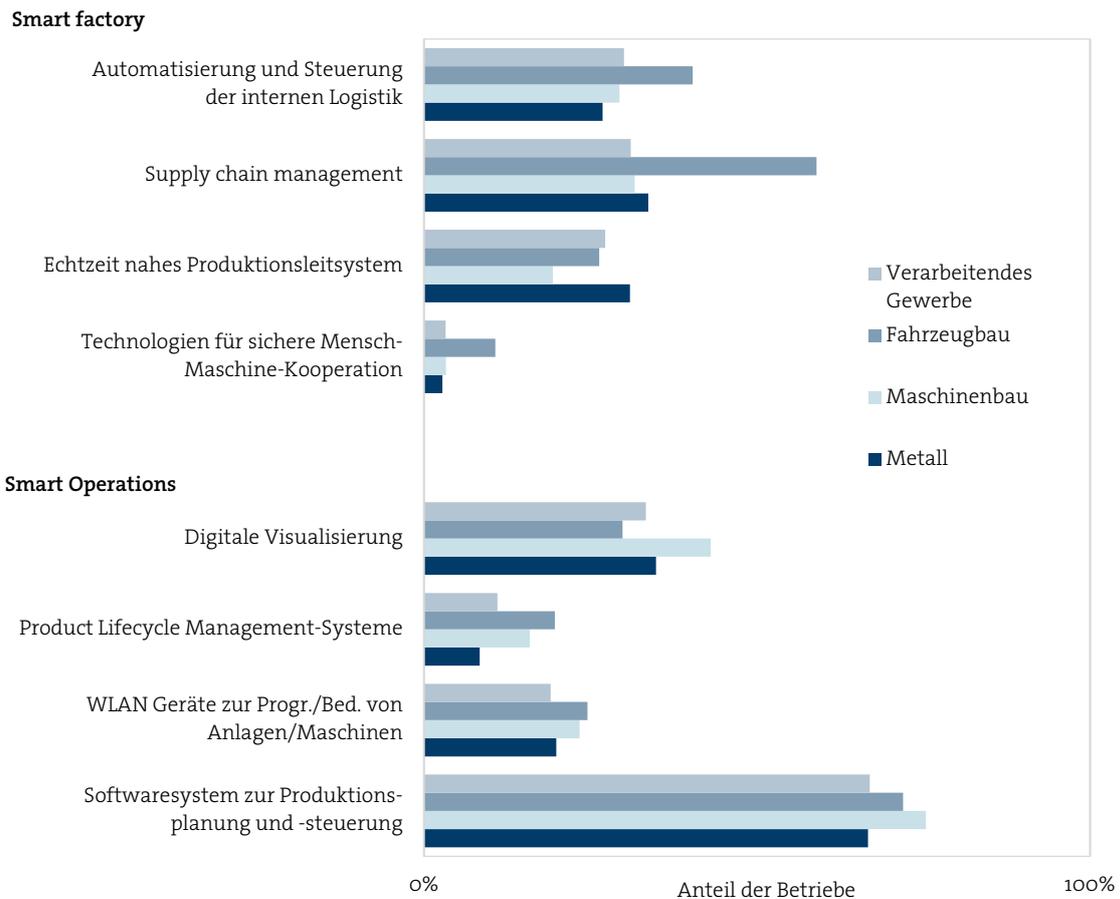


Bei den Smart Operations ist der Unterschied jedoch nicht so deutlich. Tatsächlich häufiger zum Einsatz kommen in Baden-Württemberg Softwaresysteme zur Produktionsplanung und -steuerung (77% gegenüber 64%). Bei der digitalen Visualisierung existiert mit fünf Prozentpunkten hingegen kaum ein Vorsprung (37% und 32%). Product-Lifecycle Management Systeme (12 und 11%) sowie mobile Endgeräte zur Programmierung und Steuerung von Maschinen und Anlagen (jeweils 19%) werden genauso häufig verwendet wie in anderen Teilen Deutschlands. Bei den Smart Operations liegt Baden-Württemberg folglich eher im Durchschnitt, lediglich Softwaresysteme zur Produktionsplanung und -steuerung kommen in der Region häufiger in Betrieben zum Einsatz.

Insgesamt zeigt sich somit bei der Anwenderperspektive, dass Baden-Württemberg kein spezialisiertes bzw. individuelles Digitalisierungsprofil aufweist, sondern dieses dem Profil Gesamtdeutschlands ähnelt. Baden-Württemberg ist jedoch bei einzelnen Technologien und Anwendungen etwas besser aufgestellt, als der Gesamtdurchschnitt Deutschlands.

Für ein tieferes Verständnis lässt sich die Anwenderperspektive auch auf eine Branchenperspektive übertragen. In Abbildung 39 sind die drei für Baden-Württemberg sehr bedeutsamen Branchen Maschinenbau, Fahrzeugbau und die Metallbranche dargestellt. Dabei zeigt sich, dass im Bereich der Smart Factory insbesondere der Fahrzeugbau führend ist. In drei der vier Technologien nimmt dieser eine deutliche Führungsrolle ein, lediglich beim echtzeitnahen Produktionsleitsystem liegt dieser im Durchschnitt. Der Maschinenbau hingegen liegt jeweils im Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes, während die Metallbranche in zwei der vier Technologien etwas darüber liegt.

ABBILDUNG 41: SMART FACTORY UND SMART OPERATIONS NACH AUSGEWÄHLTEN BRANCHEN.



Bei den Smart Operations ist der Fahrzeugbau jedoch nicht so dominant, sondern ist leicht überdurchschnittlich aufgestellt. Der Maschinenbau liegt bei den Smart Operations in allen vier Techniken etwas über dem Durchschnitt, in der Metallbranche gibt es hingegen keine nennenswerten Unterschiede zum restlichen Verarbeitenden Gewerbe. Die drei für Baden-Württemberg bedeutenden Branchen weisen also auch bei den Smart Operations kein nennenswertes eigenes Profil auf, die Nutzerquoten liegen in den drei analysierten Branchen meist im Durchschnitt.

6.2.2.3 ANBIETERPERSPEKTIVE: SMART PRODUCTS UND DATA-DRIVEN SERVICES

Die Anbieterperspektive definiert sich wie oben beschreiben aus den Bereichen Smart Products und Data-driven Services. Bei einem regionalen Vergleich zeigt sich, dass außer bei Virtual bzw. Augmented Reality Anwendungen die Betriebe Baden-Württembergs jeweils höhere Nutzerquoten aufweisen als die aus den anderen Bundesländern. Tatsächlich nennenswerte Unterschiede sind jedoch nur bei der Softwareentwicklung für den Kunden (28% gegenüber 20%) und bei der Online-Fernunterstützung erkennbar (37% versus 29%). Hier liegt der Unterschied bei jeweils acht Prozentpunkten. Bei Sensortechniken für Fernzugriffe (21 und 18%), dem Internetereinsatz zur Dienstleistungserbringung (41 und 38%) sowie die Nutzung von mobilen Endgeräten bei der Serviceerbringung (42 und 40%) liegt der Unterschied nur bei wenigen Prozentpunkten. Die Nutzung von Virtual/Augmented Reality-Anwendungen liegt bei jeweils 10%. Baden-Württemberg ist damit zwar auf der Anbieterseite stärker aufgestellt, als auf der Anwenderseite. Dennoch zeichnet sich auch hier kein BW-spezifisches Digitalisierungsprofil für die Industrie ab.

Beim Blick auf die Branchenübersicht (vgl. Abbildung 40) wird jedoch bei der Anbieterperspektive ein deutliches Bild erkennbar. Sowohl bei den Smart Products, als auch bei den Data-driven Services dominiert der Maschinenbau das restliche Verarbeitende Gewerbe. In einigen Technologien und Anwendungen liegt die Nutzerquote mehr als doppelt so hoch wie im Gesamtdurchschnitt, was die Spezialisierung des Maschinenbaus als Ausrüsterbranche betont. Der Maschinenbau nimmt folglich aus Anbieterperspektive eine klare Führungsrolle ein. Der Fahrzeugbau liegt bei den Smart Products insgesamt im Durchschnitt, bei den Data-driven Services fällt er hingegen gegenüber dem Gesamtdurchschnitt deutlich ab. Die Metallbranche liegt zudem über beide Bereiche hinweg, teilweise sogar sehr deutlich, unter dem Durchschnitt. Der Vorsprung, den Baden-Württemberg bei der Anbieterperspektive innehat, rührt daher maßgeblich vom Maschinenbau, während die beiden anderen Branchen, der Fahrzeugbau und die Metallbranche, eher schwach bis durchschnittlich aufgestellt sind.

Ebenfalls von Interesse ist die Fragestellung, inwieweit Betriebe in der Lage sind, digitale Informationen zu sammeln und so zu verwerten, dass neue Produkte, Dienstleistungen oder Geschäftsprozesse daraus entstehen.

ABBILDUNG 42: SMART PRODUCTS UND DATA-DRIVEN SERVICES IN AUSGEWÄHLTEN BRANCHEN.

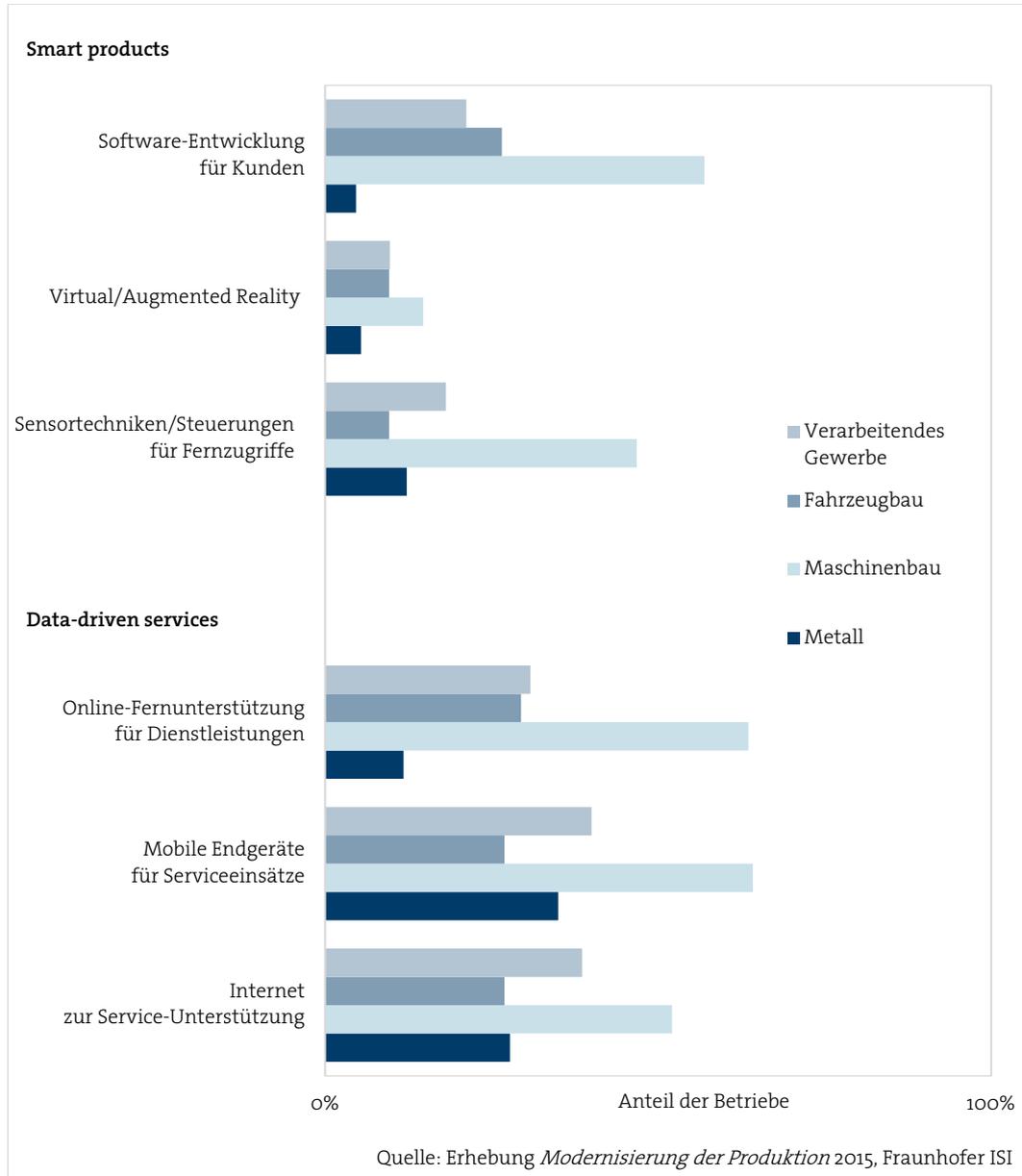
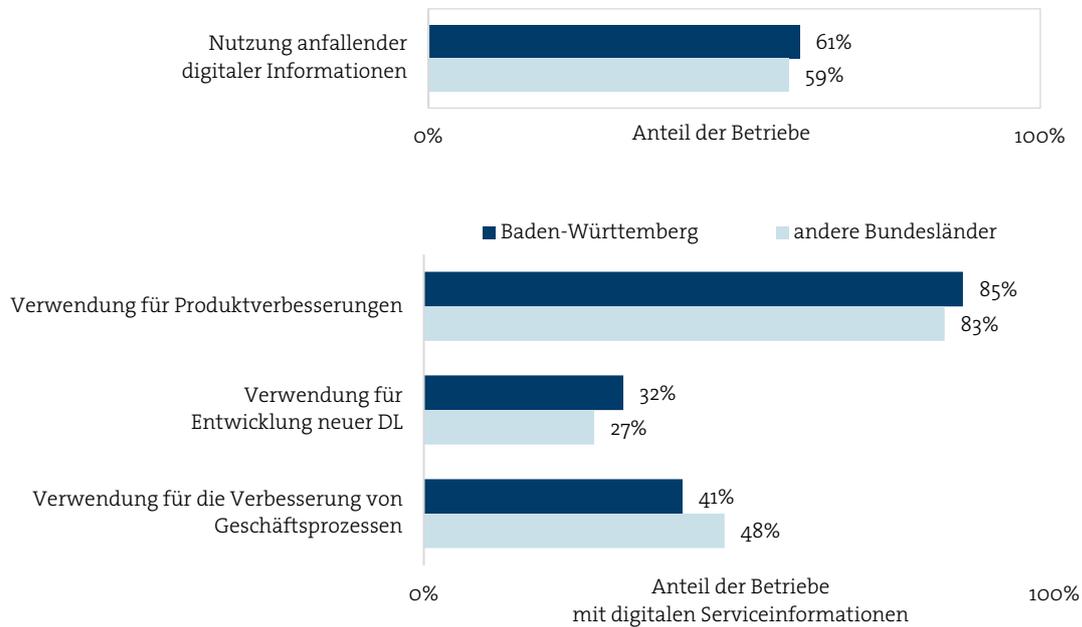


ABBILDUNG 43: NUTZUNG VON DIGITALEN INFORMATIONEN FÜR NEUE PRODUKTE, DIENSTLEISTUNGEN UND GESCHÄFTSPROZESSE.



Aus Abbildung 41 wird zunächst ersichtlich, dass die Betriebe Baden-Württembergs nicht häufiger digitale Informationen für inkrementelle Weiterentwicklungen und Verbesserungen nutzen als Betriebe aus anderen Teilen Deutschlands (61 gegenüber 59%). Betriebe aus Baden-Württemberg verwenden ihre digitalen Informationen genauso häufig für die Weiterentwicklung von Produkten wie Betriebe aus der restlichen Bundesrepublik. Bei Produkten ist demnach kein tatsächlicher Unterschied festzustellen. Jedoch verwenden die Unternehmen aus dem Südwesten ihre digitalen Informationen etwas häufiger für die Verbesserungen von Dienstleistungen als der deutsche Durchschnitt. Im Gegensatz dazu wird aber auch deutlich, dass digitale Informationen seltener für die Verbesserung der eigenen Geschäftsprozesse verwendet werden, als dies bei Betrieben aus anderen Bundesländern der Fall ist. Insgesamt lässt sich daraus schlussfolgern, dass Baden-Württemberg auch bei der Verwertung von digitalen Information keine Vorteile gegenüber anderen Regionen bzw. Deutschland insgesamt erzielen kann. So gilt es eher einen Rückstand bei der Nutzung von digitalen Informationen für die Verbesserung interner Geschäftsprozesse aufzuholen und die noch brachliegenden Potenziale zu heben.

6.2.3 MODERNISIERUNG DER PRODUKTION DURCH ORGANISATIONSKONZEPTE

Um den Modernisierungsgrad von Betrieben jenseits technischer Lösungen zu untersuchen, eignet sich die Analyse von Organisationskonzepten im Rahmen der Produktion. Diese Konzepte sind insofern relevant, als sie sich als Enabler für neue Technologien bzw. zur Erkennung von Bedarfen für Modernisierungsmaßnahmen innerhalb der Produktion eignen. Um diese Organisationskonzepte auf betrieblicher Ebene messen zu können, wurden in der ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion* folgende Konzepte abgefragt, die sich in zwei Bereiche aufgliedern lassen.

Für den Bereich des Produktionsmanagements bzw. des -controllings:

- ▶ Schautafeln in der Produktion zur bildlichen Darstellung von Arbeitsabläufen (z.B. Visual Management),
- ▶ Instrumente und Methoden zur Qualitätssicherung,
- ▶ Verfahren zur kontinuierlichen Verbesserung der Produktionsprozesse.

Für den Bereich der Produktionsorganisation:

- ▶ Maßnahmen zur Verbesserung der innerbetrieblichen Logistik (z.B. Wertstromanalyse),
- ▶ Produktionsaufgliederung in produkt- oder kundenbezogene Prozesse (statt Werkstätten),
- ▶ Produktionssteuerung nach dem Zugprinzip (z.B. KANBAN, Null-Puffer-Prinzip).

Die statistische Analyse der Verbreitung der verschiedenen Organisationskonzepte in den Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland ergibt, dass die sechs verschiedenen Konzepte sehr unterschiedlich häufig angewendet werden (die folgende Textbeschreibung hierzu ist nicht grafisch dargestellt). Bei der Produktionsorganisation kommen mit 64% am häufigsten die Maßnahmen zur Verbesserung der innerbetrieblichen Logistik zum Einsatz, gefolgt von der Aufgliederung der Produktion in produkt- bzw. kundenbezogene Arbeitsprozesse (45%) und der Produktionssteuerung nach dem Zugprinzip (31%). Insgesamt etwas häufiger verbreitet sind die Konzepte aus dem Bereich des Produktionscontrollings. Methoden zur Qualitätssicherung werden von 69% der Betriebe angewendet, Verfahren zur kontinuierlichen Verbesserung der Produktion von 59% und Schautafeln bzw. Visual Management von 31%.

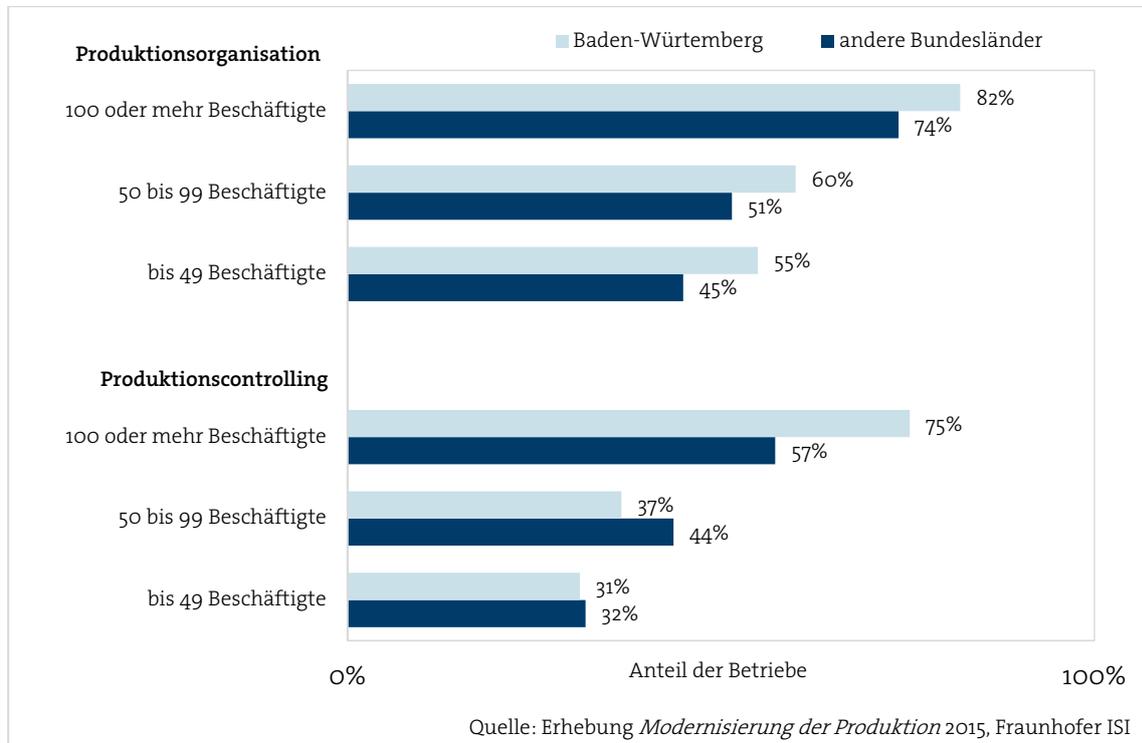
Um die Fähigkeit und Bereitschaft von Betrieben für einen potenziellen Wandel erkennen zu können, ist insbesondere auch die Anzahl der eingesetzten Organisationskonzepte von Interesse. Hierzu wird im Folgenden die Gruppe der Betriebe genauer untersucht, die mindestens zwei dieser Konzepte aus einem der beiden Bereiche einsetzt. Bei diesen Betrieben ist davon auszugehen, dass sie eine höhere Bereitschaft und Fähigkeit zur Modernisierung aufweisen.

Bei der Produktionsorganisation setzen fast die Hälfte der Betriebe Baden-Württembergs (49%) zwei Konzepte ein, während es in den anderen Teilen Deutschlands lediglich 43% sind. Beim Produktionscontrolling nutzen in Baden-Württemberg sogar zwei Drittel aller Betriebe (66%) mindestens zwei Konzepte des Produktionscontrollings, im übrigen Deutschland sind es hingegen 56%. Die Industriebetriebe Baden-Württembergs sind somit hinsichtlich der Nutzung von Organisationskonzepten überdurchschnittlich gut aufgestellt.

Durch Abbildung 42 wird deutlich, dass sich der Vorteil Baden-Württembergs, zumindest bei Konzepten der Produktionsorganisation, über die untersuchten Größenklassen fortsetzt. Es sind zwischen zehn und acht Prozentpunkten Unterschied zwischen den Betrieben Baden-Württembergs und denen aus den restlichen Teilen Deutschlands festzustellen. Der Unterschied wird insbesondere auch bei den kleinen und mittleren Unternehmen unter 100 Beschäftigten deutlich.

Beim Produktionscontrolling ergibt sich hingegen ein anderes Bild. Die größeren Betriebe mit 100 oder mehr Beschäftigten, setzen in Baden-Württemberg zu 75% mindestens zwei dieser Konzepte ein, während es im restlichen Deutschland gerade einmal 57% sind. Die etwas größeren Betriebe (über 100 Beschäftigte) im Südwesten haben beim Produktionscontrolling also einen entsprechenden Vorteil zu verzeichnen. Bei den Betrieben mit weniger als 100 Beschäftigten sind es in Baden-Württemberg hingegen nur 37%, die mindestens zwei Konzepte einsetzen (gegenüber 44% im restlichen Deutschland). Bei den Betrieben mit weniger als 50 Beschäftigten liegt Baden-Württemberg im deutschlandweiten Durchschnitt (31 zu 32%).

ABBILDUNG 44: ANTEIL DER BETRIEBE MIT MINDESTENS ZWEI ORGANISATIONSKONZEPTEN NACH BETRIEBSGRÖÖE



Mit Blick auf die Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten in Baden-Württemberg zeigt sich also, dass diese beim Thema Produktionsorganisation insgesamt stärker aufgestellt sind als vergleichbare Betriebe in anderen Teilen Deutschlands. Im Bereich des Produktionscontrollings hingegen, zeichnet sich ein eher durchwachsendes Bild ab, mit durchschnittlichen bis unterdurchschnittlichen Nutzerquoten im Südwesten. Allerdings sind hier die etwas größeren Betriebe mit mehr als 100 Beschäftigten sehr viel stärker aufgestellt, als ihre Referenzgruppe in den anderen Bundesländern.

Bei einer Aufgliederung nach Branchen ergeben sich noch einmal weitere Erkenntnisse zur Anwendung von Organisationskonzepten (keine Abbildung zum nachfolgenden Text vorhanden). Beim Anteil der Betriebe, der mindestens zwei Konzepte im Bereich der Produktionsorganisation nutzt, findet sich eine Spitzengruppe um den Fahrzeugbau, die Elektroindustrie und den Maschinenbau, die alle deutlich über 50% Nutzerquote liegen (53, 52 und 52%). Die ansonsten für Baden-Württemberg bedeutsame Metallbranche liegt mit 42% im Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes.

Beim Produktionscontrolling zeigt sich bei der Branchenübersicht ein etwas anderes Bild. Hier ist der Fahrzeugbau mit 81 Prozentpunkten mit deutlichem Abstand an der Spitze. Die beiden für Baden-Württemberg sehr wichtigen Branchen liegen mit 55% (Maschinenbau) bzw. 60% (Metall) unter bzw. im Durchschnitt des restlichen Verarbeitenden Gewerbes insgesamt. Allerdings ist der Maschinenbau nur noch vor dem Ernährungsgewerbe auf dem zweitletzten Rang, weshalb sich in dieser Branche beim Produktionscontrolling noch deutliches Verbesserungspotenzial ergibt.

Ein sehr wichtiger Treiber für den Einsatz von Organisationskonzepten sind die Produktkomplexität und die Seriengröße, die der jeweiligen Hauptproduktgruppe der Betriebe zugrunde liegen. Die Zusammenhänge sind in Abbildung 43 und in Abbildung 44 dargestellt.

ABBILDUNG 45: BETRIEBE MIT MINDESTENS ZWEI KONZEPTEN BEIM PRODUKTIONSCONTROLLING BZW. BEI DER PRODUKTIONSORGANISATION NACH PRODUKTKOMPLEXITÄT.

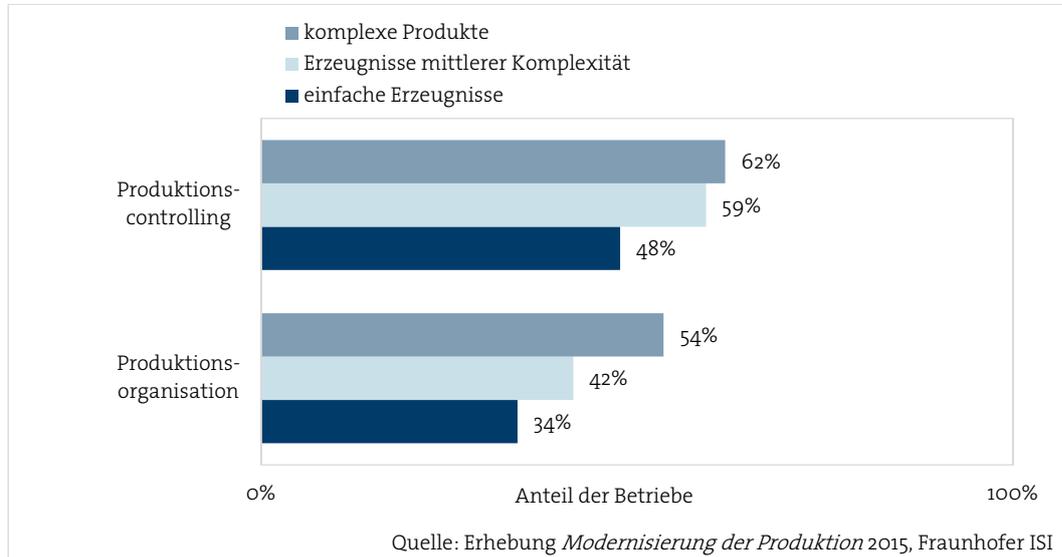
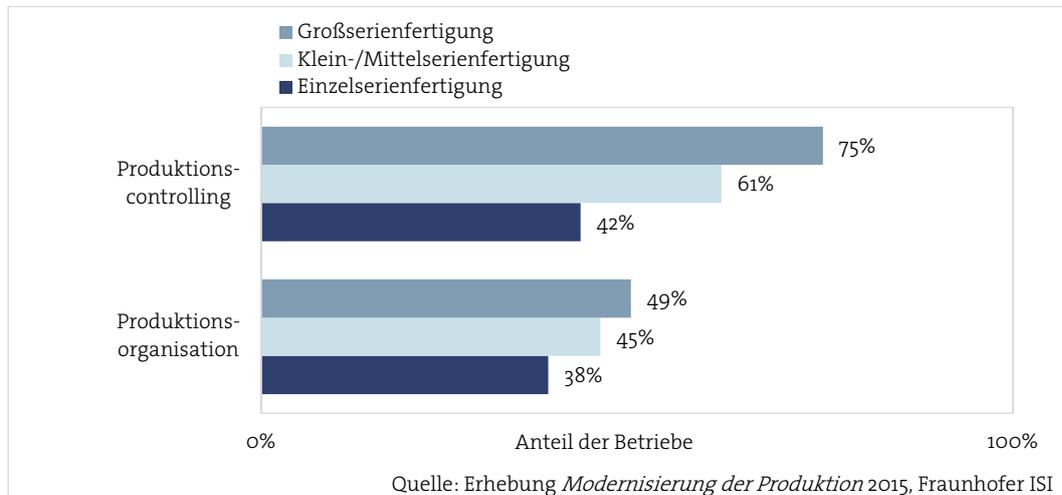


ABBILDUNG 46: BETRIEBE MIT MINDESTENS ZWEI KONZEPTEN BEIM PRODUKTIONSCONTROLLING BZW. BEI DER PRODUKTIONSORGANISATION NACH SERIENGRÖßE.

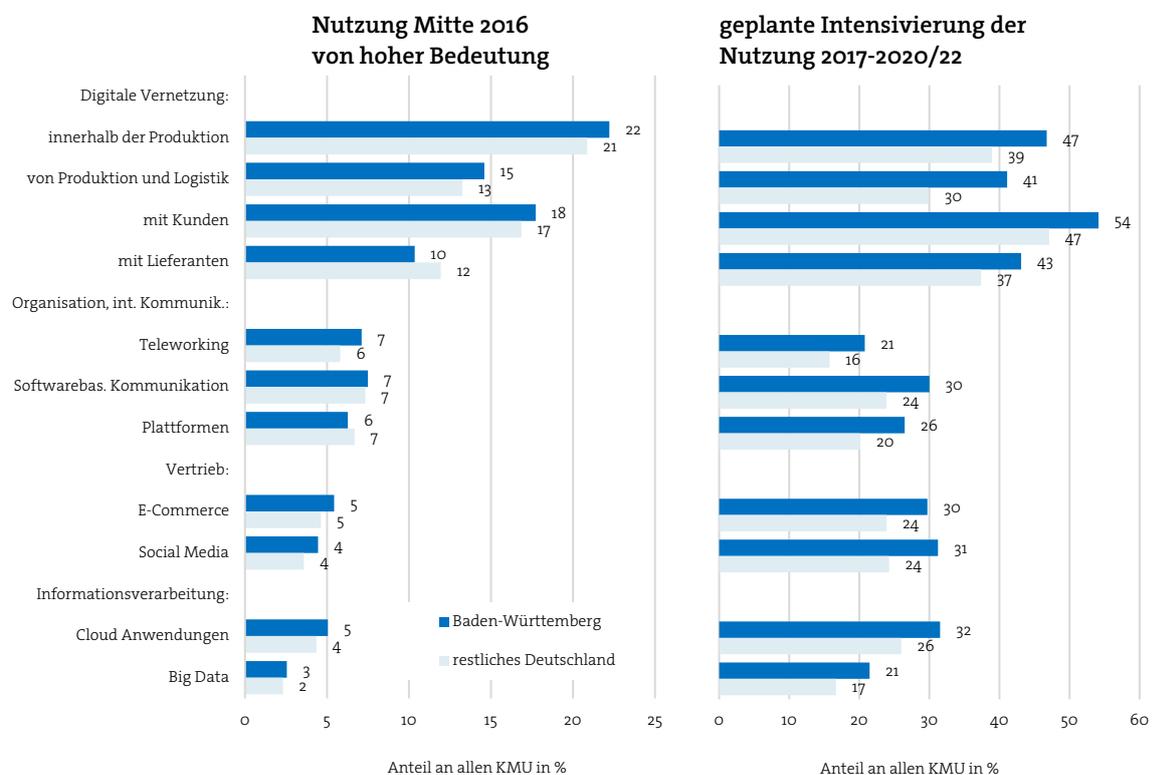


Insgesamt zeigt sich, dass eine zunehmende Produktkomplexität mit einem verstärkten Einsatz an Organisationskonzepten sowohl beim Produktionscontrolling als auch bei der Produktionsorganisation einhergeht. Betriebe mit einfachen oder mittelkomplexen Erzeugnissen nutzen diese Formen von Organisationskonzepten deutlich seltener. Ein sehr ähnliches Bild zeigt sich bei der Seriengröße. Je größer die Serie, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass Betriebe Organisationskonzepte aus den beiden Bereichen einsetzen. Denn Betriebe mit Großserienfertigung nutzen sehr viel häufiger zwei oder mehr Konzepte als dies Betriebe mit mittleren oder Kleinserien tun. Insgesamt lässt sich also festhalten, dass große Serienproduktionen sowie komplexe Produkte in engem Zusammenhang mit dem Einsatz von Organisationskonzepten stehen und diese begünstigen.

6.2.4 DIGITALISIERUNG IN KMU

In Kapitel 5 wurde gezeigt, dass die KMU in Baden-Württemberg stärker auf Innovation und die Generierung neuer Technologien ausgerichtete Strategie verfolgen. Diese höhere Orientierung auf innovative Geschäftsmodelle spiegelt sich auch bei dem zurzeit wichtigsten branchenübergreifenden Innovationsthema wider, der Digitalisierung. Digitale Anwendungen erlauben in vielen Bereichen Produkt- und Prozessinnovationen, von *Smart Products* über *Smart Services* bis zur digitalen Fabrik. Eine Erhebung zu Digitalisierungsanwendungen im Jahr 2016 im Rahmen der Innovationserhebung des ZEW zeigt, dass Baden-Württemberg bei den meisten der elf unterschiedenen Anwendungsgebieten einen höheren Anteil von KMU aufweist, für die die jeweilige Digitalisierungsanwendung von hoher Bedeutung ist (Abbildung 45). Besonders deutlich wird die intensivere Befassung mit der Digitalisierung, wenn die Planungen der KMU für die nähere Zukunft (das waren zum Befragungszeitpunkt die kommenden 3-5 Jahre) in den Blick genommen werden. Bei allen elf Anwendungsgebieten ist in Baden-Württemberg der Anteil der KMU, die die Nutzung intensivieren wollen, deutlich höher als im restlichen Deutschland.

ABBILDUNG 47: DIGITALISIERUNGSANWENDUNGEN IN KMU 2016 UND GEPLANTE INTENSIVIERUNG



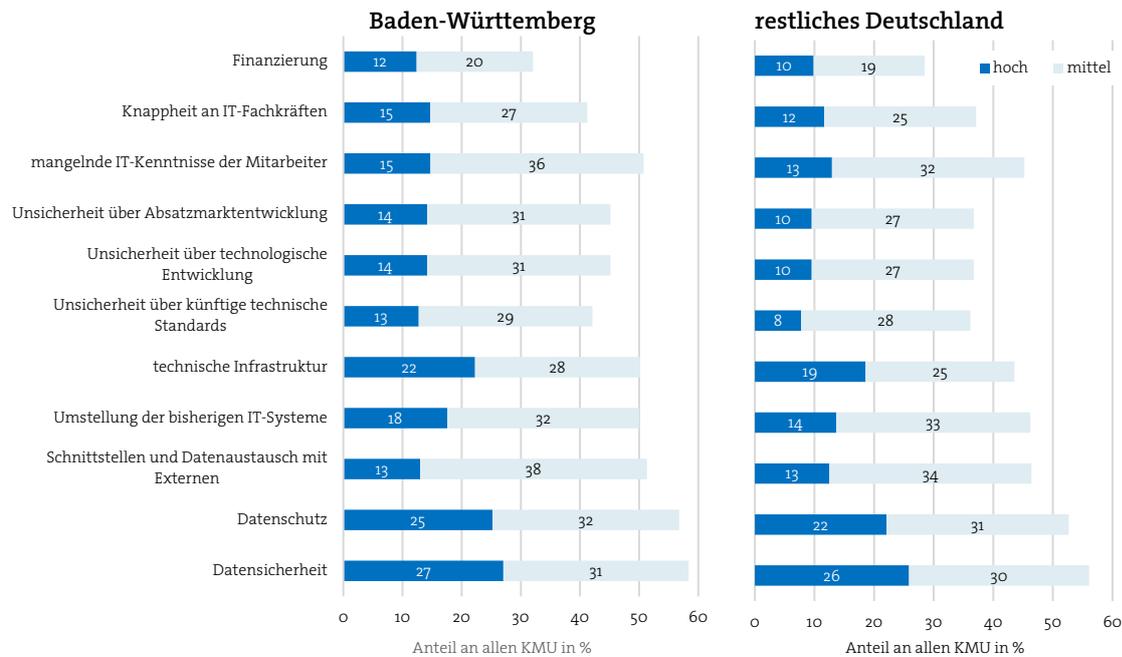
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

Bei der Nutzung von Digitalisierungsanwendungen sehen sich KMU verschiedenen Schwierigkeiten gegenüber. Die beiden wichtigsten Herausforderungen sind Fragen der Datensicherheit und des Datenschutzes (Abbildung 46). Dies gilt für baden-württembergische KMU gleichermaßen wie für KMU aus anderen Bundesländern. Die etwas höheren Anteilswerte für Baden-Württemberg sind vor dem Hintergrund der insgesamt stärkeren Digitalisierungsnutzung zu sehen. Je mehr sich KMU mit neuen Themen der Digitalisierung befassen, desto eher stoßen sie auf Schwierigkeiten.

Weitere bedeutende Schwierigkeiten betreffen die Frage der Schnittstellen und des Datenaustausches mit Dritten, die Umstellung der bisherigen IT-Systeme und die technische Infrastruktur, d.h. die Übertragungsgeschwindigkeiten. Hier geben 22% der KMU aus Baden-Württemberg an, dass dies eine Schwierigkeit von hoher Bedeutung ist, für weitere 28% ist sie von mittlerer Bedeutung. Diese Anteilswerte sind jeweils um 3%-Punkte höher als für KMU in anderen Bundesländern. Dies weist auf die Dringlichkeit des Breitbandausbaus gerade auch im ländlichen Raum hin (siehe auch Kapitel zum Breitbandausbau). Denn wie die Analysen zu Innovationsstrategien von KMU gezeigt haben, sind auch die KMU im ländlichen Raum zu einem hohen Anteil innovationsorientiert und damit auf eine hochwertige digitale Infrastruktur angewiesen.

Das Thema Fachkräfte und IT-Qualifikation ist als Schwierigkeit bei der Digitalisierungsnutzung von ähnlicher Bedeutung wie die technische Infrastruktur. Dabei sind vor allem die mangelnden IT-Kenntnisse der Mitarbeiter aus Sicht der KMU ein Hindernis für die Digitalisierungsnutzung. Von untergeordneter Bedeutung als Schwierigkeit ist die Finanzierung. Nur für 12% der KMU in Baden-Württemberg und für 10% der KMU in anderen Bundesländern ist dies eine Schwierigkeit von hoher Bedeutung.

ABBILDUNG 48: SCHWIERIGKEITEN VON KMU BEI DER DIGITALISIERUNGSNUTZUNG 2016



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

Ein wesentlicher Grund, warum die Finanzierung die geringste Schwierigkeit für KMU bei der Nutzung von Digitalisierungsanwendungen ist, liegt an dem geringen Umfang von Digitalisierungsprojekten. Eine Erhebung des ZEW für die KfW-Bankengruppe im Jahr 2015 (Saam et al. 2016) hat gezeigt, dass in 55% der KMU mit Digitalisierungsprojekten diese Projekte pro Jahr weniger als 10.000 Euro gekostet haben. In weiteren 30% der Unternehmen lagen die jährlichen Ausgaben für Digitalisierung bei 10 bis unter 40.000 Euro. Nur 6% der Unternehmen wiesen Ausgaben von mehr als 100.000 Euro auf (wobei die Erhebung auch mittelgroße Unternehmen bis 500 Mio. € Jahresumsatz einbezog). Angesichts dieser überwiegend sehr niedrigen Kosten finanzierten fast alle Unternehmen die Ausgaben für Digitalisierung zumindest teilweise aus dem laufenden Geschäftsbetrieb (Cash-flow). In Baden-Württemberg traf dies auf 93% der KMU mit Digitalisierungsprojekten zu. Die zweithäufigste Finanzierungsform ist Leasing oder Miete, die i.d.R. auch keine Finanzierungsschwierigkeit für KMU bedeutet.

Inhaltlich fokussierten Digitalisierungsprojekte von KMU in Baden-Württemberg stärker auf organisatorische Änderungen (Einführung neuer Bezugsformen von IT-Dienstleistungen wie z.B. Cloud Computing, Neugestaltung der Website, Verknüpfung der IT zwischen Geschäftsprozessen, neue IT-Sicherheitskonzepte) und weniger als Investitionen in neue Hardware oder Software (Tabelle 12). Im Bereich digitaler Geschäftsmodelle sind KMU aus Baden-Württemberg insbesondere bei der Umstellung auf digitale Kontaktformen mit Kunden (bei 35% findet der Kundenkontakt hauptsächlich online statt, gegenüber 24% im restlichen Deutschland) sowie dem Angebot von digitalen Produkten und Dienstleistungen (20% gegenüber 12%) weiter voran. Auch bei Smart Products ist der Anteil der KMU aus Baden-Württemberg, die Produkte herstellen, die über Sensoren digitale Daten austauschen, merklich höher als in anderen Bundesländern. Dies spiegelt zum einen die höhere Innovationsorientierung und zum anderen den höheren Strukturanteil der forschungsintensiven Industrie wieder, wo sich solche Anwendungen besonders anbieten.

TABELLE 12: DIGITALISIERUNGSSTRATEGIEN IN KMU 2015

Anteil an allen KMU in%		Baden-Württemberg	restliches Deutschland
Digitalisierungsstrategien	Geschäftsbereichsübergreifende Strategie	29	22
	Einsatz von Cloud Computing	24	20
	Nutzung von Big Data Analysen	11	20
Digitale Geschäftsmodelle	Kundenkontakt hauptsächlich online	35	24
	hauptsächlich Angebot digitaler Produkte/Dienste	20	12
	Angebot produktbegleitender digitale Dienste	37	33
	Ergänzende digitale Dienste durch Partner	28	30
	Produkte tauschen über Sensoren digitale Daten aus	17	8
Digitalisierungsprojekte	Anschaffung neuer IT Hardware	44	50
	Einführung neuer Software	45	49
	Einführung neuer Bezugsformen	34	26
	Neugestaltung der Unternehmenswebseite	49	36
	Verknüpfung IT zw. Geschäftsprozessen/-bereichen	33	21
	Einführung neuer IT-Sicherheitskonzepte	53	43

Quelle: ZEW, IKT-Umfrage 2015 und IKT-Zusatzbefragung 2015/16. Berechnungen des ZEW.

KMU aus Baden-Württemberg weisen außerdem häufiger eine geschäftsbereichsübergreifende Digitalisierungsstrategie auf (29% gegenüber 22% in den anderen Bundesländern). Sie setzen auch häufiger Cloud Computing ein, sind aber im Bereich Big Data zurückhaltender. Die Nutzung von sozialen Medien unterscheidet sich insgesamt nur wenig zwischen den KMU aus Baden-Württemberg und aus anderen Bundesländern. Unternehmen aus Baden-Württemberg berichten etwas häufiger, dass sie ein eigenes Profil in sozialen Netzwerken unterhalten, nutzen im Gegenzug aber etwas seltener Kollaborationsplattformen.

6.2.5 ZUSAMMENFASSUNG

Es lässt sich feststellen, dass Baden-Württemberg hinsichtlich seiner Unternehmen, kein grundsätzlich anderes Digitalisierungsprofil aufweist, als die Betriebe des übrigen Deutschlands. Eine besondere Spezialisierung scheint folglich gegenüber den anderen Bundesländern nicht vorzuliegen. Allerdings liegen die Betriebe aus dem Südwesten, was die Digitalisierung angeht, in den verschiedenen Bereichen leicht bis deutlich über dem Durchschnitt der anderen Bundesländer. Die für Baden-Württemberg bedeutsamen Branchen Maschinenbau und Fahrzeugbau nehmen in spezifischen Bereichen eine Führungsrolle ein. So ist der Maschinenbau überdurchschnittlich stark im Bereich Smart Products und Data-driven Services aufgestellt, was den Ausrüstercharakter der Branche unterstreicht. Der Fahrzeugbau hingegen ist bei der Smart Factory die Vorreiterbranche. Durch diese beiden Kernbranchen Baden-Württembergs, die jeweils eine Führungsrolle in ihren Bereichen einnehmen, verdankt Baden-Württemberg die insgesamt recht gute Position beim Thema betriebliche Digitalisierung. Insgesamt wird aber auch deutlich, dass Baden-Württemberg nicht die digitale Führungsrolle einnimmt, die von solch einem starken Industriestandort erwartet würde. Beim Thema digitale Informationsverarbeitung für neue Produkte, Dienstleistungen oder Geschäftsprozesse zeigt sich beispielsweise, dass die Betriebe Baden-Württembergs sich zwar etwas stärker auf die Nutzung von digitalen Informationen für neue Produkte und Dienstleistungen fokussieren und, im Gegensatz zum restlichen Deutschland, jedoch deutlich weniger auf die Verbesserung der eigenen Geschäftsprozesse. Bei der Verarbeitung von digitalen Informationen existiert in Baden-Württemberg im Vergleich also ein anderer Schwerpunkt hinsichtlich ihrer Verwendung.

Was das Thema Modernisierung der Organisation im Rahmen der Produktion angeht, sind die Betriebe Baden-Württembergs deutlich überdurchschnittlich aktiv. Unternehmen aus dem Südwesten setzen sehr viel häufiger Organisationskonzepte ein, als Betriebe aus dem übrigen Deutschland. Beim Produktionscontrolling wird dieser Unterschied nochmals deutlicher, als bei der Produktionsorganisation. Der Einsatz dieser Organisationskonzepte ist insofern von hoher Wichtigkeit, da diese Konzepte Beschäftigte und Betriebe dazu befähigen, Bedarfe früher zu erkennen und damit Möglichkeiten der Modernisierung früher zu erkennen und anzustoßen. Die für Baden-Württemberg bedeutsamen Branchen schneiden hier unterschiedlich ab. Der Fahrzeugbau ist sowohl bei der Produktionsorganisation, als auch beim Produktionscontrolling führend, während der Maschinenbau beim Produktionscontrolling unter dem Durchschnitt liegt. Die Metallbranche erreicht im Vergleich in beiden Bereichen jeweils den Mittelwert. Mit Blick auf die kleinen und mittleren Unternehmen in Baden-Württemberg lässt sich festhalten, dass diese, zumindest was Konzepte des Produktionscontrollings angeht, deutlich aktiver sind, als KMU aus anderen Regionen. Bei Konzepten die der Produktionsorganisation dienen, liegen sie hingegen im Durchschnitt.

7 KURZZUSAMMENFASSUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

7.1 KURZZUSAMMENFASSUNGEN

WISSENSCHAFT

Baden-Württembergs Wissenschaftssystem ist gut aufgestellt und befindet sich nicht nur in quantitativer, sondern auch in qualitativer Hinsicht in den Spitzengruppen sowohl in Deutschland als auch in der Welt. Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus Baden-Württemberg sind zwischen 2005 und 2017 von 18.000 auf 27.000 um 50% (durchschnittlich 3,4% pro Jahr) gewachsen. Jede fünfte deutsche Publikation (im Vergleich dazu liegt der Bevölkerungsanteil lediglich bei 13%, bei Professorinnen und Professoren bei 11,5% und der des wissenschaftlichen Personals an Hochschulen bei 14,3%) hat mindestens einen Autor oder eine Autorin aus Baden-Württemberg. Dennoch ist der Anteil des Landes an den weltweiten Veröffentlichungen aufgrund dynamischer Entwicklungen in anderen Staaten leicht rückläufig. Die Veröffentlichungen aus Baden-Württemberg erreichen im Durchschnitt über alle Felder eine hohe Sichtbarkeit und werden von anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in deren Arbeiten referenziert. Die Exzellenzrate von etwa 17% unterstreicht dabei die hohe Qualität der Arbeiten.

Baden-Württemberg zeigt wissenschaftliche Schwerpunkte in den Naturwissenschaften, d.h. in der Physik und Chemie ebenso wie der Biotechnologie aber auch in der Gesundheitsforschung – sowohl in der Medizin wie auch in der Medizintechnik. Andere Bereiche wie Biologie oder der Pharmazie, Messen/Regeln, Verfahrenstechnik oder auch Materialwissenschaften gehören nicht zu den ausgeprägten Schwerpunkten im wissenschaftlichen Profil Baden-Württembergs im Vergleich zu den jeweiligen weltweiten Gewichten dieser Wissenschaftsfelder. Auf Basis des hier berechneten Spezialisierungsindex keine Schwerpunkte und sogar eine im internationalen Vergleich unterdurchschnittliche Rolle im Wissenschaftsprofil nehmen der Maschinenbau, die Elektrotechnik und auch die Informatik ein. Demgegenüber ist die Qualität des Outputs gerade auch in diesen Bereichen bemerkenswert. Der Maschinenbau, die Elektrotechnik und auch die Informatik erreichen jeweils Werte bei der Exzellenzrate, die deutlich oberhalb des weltweiten Durchschnitts von 10% liegen. In fast allen Disziplinen, so auch in den ingenieurwissenschaftlichen Themen, erreicht Baden-Württemberg teilweise deutlich höhere Quoten an exzellenten Veröffentlichungen als Deutschland insgesamt.

TECHNOLOGIE

Die jährlichen Anmeldezahlen von auf internationale Märkte ausgerichteten Patenten aus Baden-Württemberg sind von gut 3.200 im Jahr 1995 auf ein Maximum von gut 8.200 im Jahr 2007 gestiegen und folgen seitdem mit Ausnahme von leichten Nachholeffekten in den Jahren 2009 und 2010 einem leicht sinkenden Trend. Zuletzt (Prioritätsjahr 2016) war Baden-Württemberg für etwa 2,3% der weltweiten Patentanmeldungen verantwortlich. Dies sind nach wie vor beachtliche Werte, sie liegen aber deutlich niedriger als zu Spitzenzeiten in den 1990er Jahren, als gut 4% der weltweiten Patente von Unternehmen aus Baden-Württemberg stammten. Der Anteil Baden-Württembergs an allen deutschen Anmeldungen auf der transnationalen Ebene ist mit gut 22% konstant hoch. Technologische Schwerpunkte Baden-Württembergs finden sich im Maschinenbau inkl. Fahrzeugbau und Logistik. Ein zweites deutlich ausgeprägtes Feld ist die Messtechnik sowie die Steuer- und Regelungstechnik. Daneben gehören die Mikrostruktur- und Nanotechnologien sowie einzelne Verfahrenstechniken zu den Schwerpunkten im Technologieprofil des Landes.

Bei computer-implementierten Erfindungen, die im Rahmen der Digitalisierung der Technologien besonders bedeutsam sind, liegt Baden-Württemberg mit zuletzt 17,7% deutlich hinter dem weltweiten Durchschnitt von 27,7%. Dabei ist weltweit ein steigender Trend festzustellen, in Baden-Württemberg hingegen erst in den letzten beiden Beobachtungsjahren. Patentanmeldungen aus Baden-Württemberg bspw. zu Werkzeugmaschinen, Spezialmaschinen und Maschinenelementen sowie Textil- und Papiermaschinen adressieren im internationalen Vergleich seltener Software-Komponenten.

EIGENTUMSSTRUKTUREN VON PATENTEN

Die Analysen der Eigentumsstrukturen von Erfindungen und der "globalen Eigentümer" verweisen auf der einen Seite auf einen Rückgang von Patentanmeldungen von Firmen in Baden-Württemberg mit Eigentümern aus dem Ausland. Dies ist für Baden-Württemberg sowie Deutschland insgesamt der Fall, wobei der Trend in Baden-Württemberg bereits früher einsetzte. Jedoch ist auch ein rückläufiger Trend der Eigentümerschaft ausländischer Töchter an Patenten von baden-württembergischen Unternehmen erkennbar. Dieser Effekt war besonders nach der Finanzkrise spürbar und kann in Teilen als Nachhall dieser interpretiert werden. Insgesamt kann also festgehalten werden, dass baden-württembergische Firmen weniger stark auf Wissen aus dem Ausland zugreifen und dies für eigene Erfindungen nutzen. In gleichem Maße greifen ausländische Unternehmen aber auch weniger stark auf Wissen in Baden-Württemberg für die eigene Technologieentwicklung zurück.

WACHSTUMSFELDER

Die Analysen der Wachstumsfelder innerhalb des baden-württembergischen Technologie- und Wissenschaftsportfolios zeigen, dass sich die Patentanmeldungen insgesamt dynamischer entwickeln als die wissenschaftlichen Publikationen. Bei den Publikationen der letzten fünf Jahre sticht das Chemieingenieurwesen hervor. In längerer Frist ebenfalls dynamisch in Baden-Württemberg zeigen sich die Disziplinen Biochemie, "Ernährung und Diätetik" sowie Bildung. Bei den Patentanmeldungen und somit bei Technologiefeldern sind ausgeprägt dynamische Effekte für Batterien und elektrischen Antriebe festzustellen. Drahtlose Kommunikationsnetze sowie Werkstoffe wie beispielsweise Polycarboxylat-Zemente sind in den letzten fünf Jahren ebenfalls stark in den Vordergrund gerückt.

NEUE FELDER UND NEUE THEMEN

Bei neuen Themen im Bereich der wissenschaftlichen Forschung erreicht Baden-Württemberg meist ein hohes quantitatives wie auch qualitatives Niveau. In der Quantenforschung stammen rund 2,3% der weltweiten Veröffentlichungen aus dem Land, aber auch bei Zellbiologie und Biologie sowie personalisierter Medizin, also im Bereich der Gesundheitsforschung, publiziert Baden-Württemberg intensiv und hochzitiert. Bei den Wissenschaftsfeldern rund um das Thema "neue Fahrzeuge", hat Baden-Württembergs Wissenschaftssystem hingegen nur geringe bzw. keine ausgeprägten Schwerpunkte. Ausnahmen bilden hier Batterien und Energiespeicher. Im Bereich der Elektrofahrzeuge als Ganzes erzielt Baden-Württemberg sogar leicht unterdurchschnittlich Anteile. Auch die Nanotechnologie gehört nicht mehr zu den im internationalen Vergleich hervortretenden Schwerpunkten im baden-württembergischen Wissenschaftssystem. In den erweiterten Kontext der Informatik fallen unter anderem die Wissenschaftsfelder Robotik und Künstliche Intelligenz, wobei Letzteres ein sehr breites thematisches Feld ist. Hier bildet die Robotik im Wissenschaftssystem Baden-Württembergs im weltweiten Vergleich einen leichten Schwerpunkt, dagegen schneidet der Bereich der Künstlichen Intelligenz im weltweiten Vergleich deutlich unterdurchschnittlich ab. Allerdings erweisen sich neben der Quantenforschung auch die Veröffentlichungen aus Baden-Württemberg, sowie auch aus Deutschland insgesamt, im Kontext der "neuen Fahrzeuge" (Energiespeicher, Brennstoffzelle, Batterien und Elektrofahrzeuge insgesamt) im weltweiten Vergleich als exzellent, d.h. es wird zwar vergleichsweise wenig international publiziert, was jedoch publiziert wird, das wird hoch zitiert.

Im Gegensatz zur Wissenschaft findet sich in Baden-Württemberg bei Technologien (Patenten) ein deutlicher Schwerpunkt im Bereich der klassischen Antriebe und das Land hat hier ausgeprägte Spezialisierungsvorteile

aufzuweisen. Auch bei alternativen Antrieben, assistiertem/autonomen Fahren und bei Navigations- und Satellitensystemen, die sich rund um das Thema Mobilität einordnen, hat Baden-Württemberg deutliche Vorteile. Der Leichtbau und Materialien für Mobilität hingegen nehmen im baden-württembergischen Technologieprofil ein geringeres Gewicht ein als dies weltweit der Fall ist. Im Bereich der Energietechnologien, hierunter fallen nicht nur mobile, sondern auch stationäre Anwendungen auf Basis von Batteriezellen, Brennstoffzellen oder anderen Energiespeichertechnologien, stammen mit 5,1% aller transnationalen Patente eine deutlich überdurchschnittliche Anzahl aus dem Land – der baden-württembergische Anteil an allen Patenten weltweit liegt bei ca. 2,5%. Ein weiterer Schwerpunkt im Technologieprofil Baden-Württembergs lässt sich auch bei Produktionstechnologien und Robotik ausmachen, während die optischen Technologien leicht unterdurchschnittliche Anteile einnehmen. Auch die Umwelt und Verfahrenstechnik sowie Mikro- und Nanotechnologien werden durch Erfinder in anderen Ländern mit einer größeren Dynamik zum Patent angemeldet, wodurch sich der relative Bedeutungsverlust Baden-Württembergs in diesem Feld erklären lässt. Insgesamt modernisiert sich Baden-Württemberg in seinen klassischen Stärken im Bereich der Mobilität und auch der Produktionstechnologie über neue Technologiepfade und neue Anwendungen. Allerdings zeigen sich auch relative Schwächen (im Vergleich zu den Profilen anderer Länder), beispielsweise in Informations- und Kommunikationstechnologien, bei Mikro- und Nanotechnologien oder in der Umwelt- und Verfahrenstechnik, die durch einen starken internationalen Wettbewerb und massive Investitionen in Forschung und Entwicklung auch andernorts, entstanden sind.

TRANSFER UND KOOPERATION

Anhand der Drittmittelstatistik wird die herausgehobene Position des baden-württembergischen Wissenschaftssystems sichtbar. Die baden-württembergischen Universitäten sind deutlich drittmittelstärker als der deutsche Durchschnitt. Sie werben mehr wissenschaftliche Drittmittel ein und sind damit wettbewerbsstärker und erfolgreicher als viele andere deutsche Universitäten. Die starke Position trifft auch auf Drittmittel aus der gewerblichen Wirtschaft zu, was die enge Zusammenarbeit mit Unternehmen verdeutlicht. Demgegenüber sind die baden-württembergischen HAWs im deutschen Vergleich insgesamt etwas drittmittelschwächer, liegen aber bei den Drittmitteln aus der Wirtschaft wiederum über dem deutschen Durchschnitt. Dies verdeutlicht ihre Transferaktivitäten und die enge Zusammenarbeit mit Unternehmen, die nicht nur, aber insbesondere im regionalen Umfeld der Hochschulen verortet sind.

Die Analysen der Patente aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zeigen eine über die Zeit relativ konstante Entwicklung. Am aktuellen Rand zeigt sich ein leichter Rückgang der Anmeldezahlen, der jedoch auch für Deutschland insgesamt vermerkt werden muss. Es bleibt allerdings festzuhalten, dass sich der Anteil der patentierten Erfindungen aus Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen (akademische Patente) im Anschluss an die Abschaffung des Hochschullehrerprivilegs im Jahr 2002 nur geringfügig verändert hat. Dies ist für Baden-Württemberg sowie Deutschland insgesamt beobachtbar.

INNOVATIONEN IN KMU

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Baden-Württemberg verfolgen überdurchschnittlich häufig innovationsbasierte Geschäftsstrategien. Der Anteil der KMU, die Produkt- oder Prozessinnovationen eingeführt haben, ist signifikant höher als für KMU aus anderen Bundesländern. Besonders hervorstechend ist, dass ein deutlich größerer Anteil der KMU besonders anspruchsvolle Innovationsstrategien verfolgt. Aber auch die KMU ohne FuE-Aktivität sind größtenteils grundsätzlich innovationsorientiert. Dies bedeutet, dass ein großes Potenzial an KMU existiert, die für einen Umstieg auf anspruchsvollere Innovationsstrategien in Frage kommen. Es ist allerdings eine Herausforderung für die Innovationspolitik, wie das Potenzial an innovationsorientierten KMU stärker zum Umschwenken auf anspruchsvollen Innovationsstrategien motiviert werden kann. Die Gründungstätigkeit in Baden-Württemberg ist stärker als in anderen Bundesländern auf forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige ausgerichtet. Gleichwohl ist der Beitrag zum Strukturwandel des KMU-Sektors in Richtung dieser Branchen geringer, da der Bestand an KMU in diesen Branchengruppen im Vergleich zu anderen Bundesländern erheblich höher ist. Gemessen an dieser bereits starken Spezialisierung der KMU auf

forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige ist die Gründungstätigkeit zu schwach, um den Strukturanteil dieser Branchen zu halten.

BREITBANDAUSBAU – EIN GIGABITNETZ FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

Die Untersuchung der Breitbandverfügbarkeit in Baden-Württemberg als Voraussetzung für zahlreiche Digitalisierungsprojekte hat gezeigt, dass mittlere Bandbreiten im Land inzwischen fast überall verfügbar sind. Aber bei den zukunftssicheren, gigabitfähigen Glasfasernetzen gibt es einen enormen Aufholbedarf. Das Land Baden-Württemberg hat dies erkannt und fördert seit einigen Jahren vor allem das so genannte Betreibermodell, bei dem Städte und Gemeinden Netze planen und ausbauen und das Glasfasernetz dann an kommerzielle Betreiber verpachten. Dieses Modell hat sich als Erfolgsmodell erwiesen. Hinzu kommt ein dynamisches Marktumfeld, in dem Deutsche Telekom, Unitymedia, NetCom BW usw. eigene FTTH/B-Projekte angestoßen haben. Dennoch könnte der Ausbau der Gigabitnetze im Land deutlich schneller vorangehen.

DIGITALISIERUNG UND MODERNISIERUNG DER INDUSTRIEUNTERNEHMEN

Hinsichtlich ihrer Digitalisierungsaktivitäten liegen die Industriebetriebe aus dem Südwesten leicht bis deutlich über dem Durchschnitt der anderen Bundesländer. Dies liegt insbesondere daran, da die für Baden-Württemberg bedeutsamen Branchen Maschinen- und Fahrzeugbau in verschiedenen digitalen Bereichen jeweils eine Führungsrolle in der deutschen Industrie einnehmen.

Was das Thema Modernisierung der Produktionsorganisation angeht, sind die Betriebe Baden-Württembergs deutlich überdurchschnittlich aktiv. Der Einsatz solcher Organisationskonzepte ist insofern von hoher Wichtigkeit, da diese Konzepte als Befähiger dienen, um Bedarfe früher zu erkennen und damit Möglichkeiten der Modernisierung frühzeitig anzustoßen. Die vier untersuchten Branchen schneiden hier für Baden-Württemberg allerdings sehr unterschiedlich ab. Im Bereich der Produktionsorganisation bildet der Fahrzeugbau, die Elektroindustrie sowie der Maschinenbau die Spitzengruppe, während die Metallbranche hier im Durchschnitt liegt. Beim Produktionscontrolling liegt der Fahrzeugbau mit deutlichem Abstand an der Spitze, die Metallbranche im Mittelfeld und der Maschinenbau sogar unterhalb des Durchschnitts. Mit Blick auf die kleinen und mittleren Unternehmen in Baden-Württemberg lässt sich festhalten, dass diese insgesamt aktiver sind, als KMU aus anderen Regionen.

Die insgesamt höhere Aktivität der KMU zieht sich auch beim Thema Digitalisierung durch. So planen die KMU im Südwesten deutlich stärker ihre Digitalisierungsaktivitäten in den kommenden Jahren zu intensivieren, als KMU aus andern Bundesländern. Die größten Herausforderungen für KMU bei der Digitalisierung ist der Datenschutz und die Datensicherheit bei digitalen Anwendungen. Ebenso zeigt sich, dass sich Digitalisierungsprojekte von KMU verstärkt auf organisatorische Maßnahmen beziehen und weniger auf Investitionen in Hard- oder Software.

7.2 EMPFEHLUNGEN

WISSENSCHAFT, TECHNOLOGIE UND WACHSTUMSFELDER

- ▶ Um in Baden-Württemberg weiterhin auf ein starkes Wissenschaftssystem als Basis für die technologische Leistungsfähigkeit und Innovationsfähigkeit aufbauen zu können, bieten einerseits deutliche Mittelsteigerungen im öffentlichen Sektor eine große Chance - die Relation von öffentlicher und privater Forschung ist mit 20:80 deutlich anders verteilt als im Bundesdurchschnitt, wo der Anteil seit Jahren bei etwa einem Drittel zu zwei Dritteln liegt. Andererseits sind Anpassungen der Organisations- und auch der Kooperationsstrukturen der Hochschulen und Forschungseinrichtungen wichtige Stellschrauben im internationalen Wissenswettbewerb.
- ▶ Eine echte Ausweitung der Mittel (Additionalität) und eine Komplementarität zu Bundesmitteln oder anderen Fördermitteln ist dabei obligatorisch, wie sie beispielsweise - zumindest in der Ankündigung der Bereitstellung der Mittel - im Rahmen der Digitalisierungsstrategie des Landes explizit berücksichtigt wurde. Keinesfalls sollten Bundesmittel ein Anlass zur Zurückhaltung auf der Landesebene sein.
- ▶ Bei wissenschaftlich bereits starken Themen wie beispielsweise Medizin, Medizintechnik, Biotechnologie oder Teilbereichen der Chemie ist die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft mit dem Ziel der Translation, aber auch mit dem Ziel der Themenschärfung und einer nachfrageorientierten Forschung zu unterstützen.
- ▶ Die Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern in Wissenschaft und Technologie kann eigene Lücken schließen und den Aufholprozess bei Themen/Disziplinen beschleunigen. Insofern sind öffentliche Programme, die einen entsprechenden Austausch zum Gegenstand haben, zu erweitern – gerade in jenen Themen, (bspw. Leichtbau, Mikro-/Nanotechnologien) in denen Baden-Württemberg im internationalen Vergleich zurückgefallen ist oder zurückliegt.
- ▶ Künstliche Intelligenz ist ein Feld mit breiten Anwendungsmöglichkeiten. Im Bereich des autonomen Fahrens und der Robotik/Automatisierung/Autonomisierung von Produktionstechnologien liegen in Baden-Württemberg die Schwerpunkte. Eingebettet in die bestehenden Stärken in den Bereichen Transport und Maschinenbau sollten diese Themen durch geeignete Fördermaßnahmen weiterentwickelt werden. Hier können institutionelle Mittel wesentliche Fortschritte in der Grundlagenforschung unterstützen, aber gerade die projektbasierte Forschungsförderung kann hier durch zielgerichtete Programme einen Kompetenzaufbau und eine Kompetenzerweiterung herbeiführen.
- ▶ Noch wichtiger ist jedoch die thematische Verbreiterung der Basis für die künstliche Intelligenz in Baden-Württemberg. Hierzu muss einerseits in die Kompetenzen und Qualifikationen der Beschäftigten investiert werden - und zwar nicht nur in der Erstausbildung, sondern gerade auch in der Weiterbildung, um den Wandel schnell und bedarfsorientiert zu realisieren. Andererseits sollten gerade solche Forschungsthemen angegangen werden, die im Land – und auch in Deutschland insgesamt – bisher nicht zu den Stärken gehören, aber zu den Schlüsselthemen der künstlichen Intelligenz gezählt werden, um so neue Märkte und neue Chancen zu erschließen. Hierzu gehören beispielsweise Big Data Anwendungen, Computer Vision oder auch Maschinelles Lernen.

NEUE FELDER UND NEUE THEMEN

- ▶ Die wissenschaftliche Basis im Bereich der neuen Felder und neuen Themen ist in Baden-Württemberg als gut einzuschätzen. Sowohl die Zahl wie auch die Qualität - gemessen in Zitierungen - der wissenschaftlichen Zeitschriftenbeiträge aus dem Land sind hoch. Gerade bei Technologien rund um neue Fahrzeuge (Brennstoffzellen, Batterien, Elektrofahrzeuge) wird intensiv geforscht und die Forschungsergebnisse werden rezipiert. Allerdings stehen diese Themen auch andernorts auf der Agenda und es wird massiv nicht mehr nur in technologische Forschung und Entwicklung, sondern auch in Grundlagenforschung und die Entwicklung des Wissenschaftssystems investiert, sodass sich die Aktivitäten im Land damit relativieren. Will man hier im weltweiten Vergleich weiterhin an der Spitze forschen, dann ist eine Ausweitung der Anstrengungen notwendig.
- ▶ Will man in den Bereichen Mikro- und Nanotechnologien sowie im Leichtbau und bei neuen Materialien nicht nur wissenschaftlich stark sein, sondern darüber hinaus auch eine Technologieführerschaft beanspruchen - dies zeigen die Patentanalysen -, so sind weitere Anstrengungen (Investitionen in Forschung und Entwicklung, Ausbau nationaler und internationaler Kooperationen, Anpassung und Modernisierung der Organisationsstrukturen, qualitative und quantitative Ausweitung des Forschungs- und Wissenschaftsoutputs etc.) notwendig, um die bereits entstandene Lücke zu schließen und mit der weltweiten Dynamik Schritt zu halten.

TRANSFER UND KOOPERATION

- ▶ Die HAWs in Baden-Württemberg sind neben den Universitäten ein wichtiges Bindeglied im Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Ihre Rolle sollte durch die Schaffung eines forschungsorientierten Mittelbaus weiter gestärkt werden. Der Stellenwert des Transfers muss auch künftig durch geeignete Personal- und Finanzausstattung der Hochschulen des Landes unterstützt werden, damit sie ihre Aufgaben als transferorientierte und regional engagierte Wissenschaftseinrichtungen weiterhin wahrnehmen und ausbauen können.
- ▶ In einem Bundesland mit besonderen Stärken im Maschinen- und Fahrzeugbau sollte der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung und Qualifizierung auch zukünftig ein besonderes Gewicht beigemessen werden. Der Wettbewerb um Köpfe und Fachkräfte betrifft auch die Hochschulen und die Doktorandenausbildung.
- ▶ Die Steigerung der Anzahl der Patente von Universitätsanmeldern verweist auf eine Professionalisierung der Verwertungsstrukturen an den Hochschulen. Einen Mehrwert in Form verwertbarer Forschungsergebnisse aufgrund der Abschaffung des Hochschullehrerprivilegs lässt sich jedoch nicht belegen. Zur Stärkung der Universitäten wäre neben einer weiteren Professionalisierung der Verwertungsstrukturen ein stärkerer Fokus auf die Förderung der direkten Verwertung von Forschungsergebnissen wünschenswert.
- ▶ Baden-württembergische Firmen greifen weniger stark auf Wissen aus dem Ausland zu und nutzen es für eigene Erfindungen. Hier können internationale Kooperationen ausgebaut werden, um komplementäres Wissen zu implementieren, auch wenn darauf geachtet werden muss, dass nicht ungewollt proprietäres Wissen abfließt.

INNOVATIONEN IN KMU

- ▶ Um gerade KMU zu anspruchsvollen Innovationsstrategien zu motivieren, müssten neue Förderformate, die z.B. auf Verbundprojekte mit Wissenschaftseinrichtungen, auf Clusterbildung abzielen oder die eine strategische Neuausrichtung der FuE- und Innovationsaktivitäten von KMU unterstützen, umgesetzt werden.
- ▶ Da die Chancen auf Innovation und kosteneffiziente Entwicklung mit der Offenheit und durch Austausch deutlich ansteigen, sollten KMU in die Lage versetzt werden, ihre Kooperationsintensität zu erhöhen und einen intensiveren Austausch sowohl mit anderen Unternehmen wie auch mit Forschungseinrichtungen zu erhöhen. Entsprechende Effekte der steuerlichen Forschungsförderung sind zu evaluieren und ggf. durch gezielte Maßnahmen auch weiterhin zu flankieren (bspw. Innovationsgutscheine, Reallabore, Lernfabrik/Demo-Zentren etc.).
- ▶ Für Baden-Württemberg gilt es – ebenso wie für Deutschland insgesamt – der nachlassenden Innovationsneigung entgegenzuwirken. Hierfür kommen in erster Linie zwei Ansatzpunkte in Frage. Erstens sollte eine Ausweitung des Fachkräfteangebots angestrebt werden (Verbesserung der schulischen Sekundarausbildung, sodass mehr Jugendliche "ausbildungsfähig" sind, stärkere Integration von jungen Flüchtlingen/Migranten in die berufliche Ausbildung). Zweitens sollten die vorhandenen Innovationspotenziale in kleinen Unternehmen durch Beratung und Infrastrukturangebote mobilisiert werden. So könnte das Programm Handwerk 2025 des Landes auf industrielle Zielgruppen ausgeweitet werden. Im Bereich Dienstleistungen befinden sich entsprechende Ansätze in Vorbereitung.
- ▶ Der Nachwuchs an Hidden Champions sollte gesichert werden, indem kleine Unternehmen mit Potenzial mit dem Ziel der internationalen Technologie-/Marktführerschaft bei Erweiterungsinvestitionen (Hochskalierung bestehender Geschäftsmodelle) oder dem Einstieg in neue Geschäftsmodelle unterstützt werden. So könnte das Programm ‚Spitze auf dem Land‘ auf das gesamte BW-Gebiet ausgeweitet und um ein FuE-nahes Modul erweitert werden.
- ▶ Die Förderungen von Gründungen sollten noch stärker auf wachstumsorientierte Unternehmen in zukunftssträchtigen Branchen/Märkten/Anwendungsgebieten fokussiert werden.

BREITBANDBAU – EIN GIGABITNETZ FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

- ▶ Insgesamt geht es beim Glasfaserausbau in Baden-Württemberg um eine bessere Koordination des Nebeneinanders von geförderten und marktwirtschaftlichen Aktivitäten. Und es bleibt die Aufgabe der „großen Politik“, förderliche Rahmenbedingungen zu schaffen und alle Akteure auf „Glasfaser only“ zu verpflichten.
- ▶ Privatwirtschaftliche und kommunale Ausbauprojekte sollten sich beim zukünftigen Breitbandausbau besser koordinieren.
- ▶ Die Landesförderung muss konsequent weitergeführt werden und Glasfaser weiter ins Zentrum der Förderaktivitäten rücken.
- ▶ Es ist dringend geboten, für mehr Breitband-Expertise in den Kreisen, den Kommunen und beim Land zu sorgen.

DIGITALISIERUNG UND MODERNISIERUNG IN INDUSTRIEUNTERNEHMEN

- ▶ Um die Fähigkeit und Bereitschaft zur Modernisierung innerhalb der Industrieunternehmen zu steigern, sind insbesondere deren Beschäftigte in hohem Maße zu berücksichtigen. Daher sollten gezielt Weiterbildungsprogramme und Zusatzqualifikationen entwickelt und angeboten werden, die die Beschäftigten als Impulsgeber für Innovationen befähigen sowie dazu sensibilisieren, eine innovationsfreundliche Unternehmenskultur mitzugestalten.
- ▶ Für Industrieunternehmen gilt es außerdem ein ganzheitliches Innovationsverständnis aufzubauen und innerhalb der eigenen Innovationskultur zu verankern, das auch Innovationsaktivitäten jenseits des eigenen Kernprodukts berücksichtigt. Förderaktivitäten sollten folglich auch verstärkt dahingehend ausgerichtet werden, dass organisatorische Innovationen oder eine Veränderung der Innovationskultur selbst, gezielt unterstützt werden.
- ▶ Um die Digitalisierung insbesondere in KMU voranzutreiben bedarf es niedrigschwelliger Lösungen, sowie konkret ausgestalteter Anwendungsfälle für Smart Products, Data-driven Services, Smart Operations und Smart Factory. Daher sollten Förderaktivitäten nicht nur auf die technologische Weiterentwicklung abzielen, sondern auch die Nachfrageseite mit einbeziehen, um einen Mehrwert für den Anwender zu schaffen. Gerade für KMU sind im Rahmen von Förderaktivitäten kostengünstige, technologisch niederschwellige, aber insbesondere auch passfähige Lösungen zu entwickeln.

EMPFEHLUNGEN AN DIE BADEN-WÜRTTEMBERG-STIFTUNG

- ▶ Bestehende Stärken sollten weiter ausgebaut und durch interdisziplinäre Programme mit angrenzenden Bereichen vernetzt werden.
- ▶ Ebenso sollte die Baden-Württemberg-Stiftung bei bereits starken Themen im Land wie Medizin oder Naturwissenschaften die Überführung der wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Anwendung (Translation) weiterhin als wichtige Aufgabe begreifen.
- ▶ Gerade bei den Themen der Digitalisierung und konkreter noch bei künstlicher Intelligenz ist ein Aufbau auf bestehenden Stärken zwar ebenfalls sinnvoll, ein Programm für die Entwicklung neuer Kompetenzfelder und einer Verbreiterung der Anwendungsgebiete über den klassischen Maschinen- und Fahrzeugbau hinaus sollte erwogen werden.
- ▶ Eine gezielte Förderung in einzelnen Teilbereichen der Digitalisierung und der künstlichen Intelligenz ist dabei einer thematischen Vielfalt vorzuziehen.
- ▶ Ein wesentlicher Bedarf in Wissenschaft und noch mehr in der Wirtschaft ist die konkrete Weiterbildung von bestehenden Kompetenzträgern, gerade um inter- und transdisziplinäre Innovationen zu adressieren. Eine noch stärkere Verknüpfung zwischen den Förderbereichen Bildung und Forschung innerhalb der Stiftung ist prädestiniert, um diese Anforderungen anzugehen.
- ▶ Die Stiftung hat in der Vergangenheit auch Themen und Projekte gefördert, die jenseits des Mainstreams zu finden waren und die mit hohem Risiko hinsichtlich der Erreichung der Forschungsziele und der unmittelbaren Umsetzbarkeit behaftet waren. Dieser Weg sollte auch in Zukunft explizit beschritten werden.

8 ZITIERTE LITERATUR

- ABERNATHY, W.J.; UTTERBACK, J.M. (1978): Patterns of industrial innovations. *Technological Review* 80(7), 2–29.
- ADAMS, S.R. (2006): *Information Sources in Patents*. München: K.G. Saur.
- ARNOLD, R. (2018): Glasklare Vorteile durch FTTH. WIK Newsletter Nr. 110, März, 11-13. Bad Honnef: WIK.
- BECKERT, B. (2017): Ausbaustrategien für Breitbandnetze in Europa. Was kann Deutschland vom Ausland lernen? Studie für die Bertelsmann Stiftung. Karlsruhe; Gütersloh, Mai, <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-445787.html>
- BECKERT, B. (2019): Ein Gigabitnetz für Baden-Württemberg. Aktueller Stand und Perspektiven des Glasfaserausbaus. Studie des Fraunhofer ISI mit Unterstützung der Baden-Württemberg Stiftung, Karlsruhe, März. <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-538024.html>.
- BEHRENS, V.; BERGER, M.; HUD, M.; HÜNERMUND, P.; IFERD, Y.; PETERS, B.; RAMMER, C.; SCHUBERT, T. (2017): Innovation Activities of Firms in Germany – Results of the German CIS 2012 and 2014. ZEW-Dokumentation Nr. 17-04. Mannheim: ZEW.
- BELITZ, H. (2017): Internationalisierung privater Forschung und Entwicklung im Ländervergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 12-2017. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- BELITZ, H.; EDLER, J.; GRENZMANN, C. (2006): Internationalisation of Industrial R&D, in: Schmoch, U., Rammer, C., Legler, H. (Eds.), *National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies*. Dordrecht: Springer.
- BERNER, W. (2017): 5G und Glasfaser sind Freunde, Die Gemeinde, BWGZ 6, 203-205.
- BERSCH, J.; GOTTSCHALK, S.; MÜLLER, B.; NIEFERT, M. (2014): The Mannheim Enterprise Panel (MUP) and Firm Statistics for Germany. ZEW Discussion Paper No. 14-104. Mannheim: ZEW.
- BOOCKMANN, B.; RAMMER, C.; FELBERMAYR, G.; LERCH, C.; BERGER, M.; KLEMP, C.; KOCH, A.; KOHLER, W.; NEUHÄUSLER, P. (2017): Strukturanalyse und Perspektiven des Wirtschaftsstandortes Baden-Württemberg im nationalen und internationalen Vergleich, Studie im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg. Tübingen, Mannheim, München und Karlsruhe: IAW, ZEW, Ifo und ISI.
- BRIGLAUER, W.; GUGLER, K. (2019): Go for Gigabit? First Evidence on Economic Benefits of High-speed Broadband Technologies in Europe. *Journal of Common Market Studies*, April, JCMS, 1-20.
- BÜNDER, H. (2018): Eine Technik, so schnell wie das Nervensystem. FAZ, 6. Juni.
- CANTWELL, J.; JANNE, O. (1999): Technological Globalisation and Innovation Centres: The Role of Corporate Technological Leadership and Locational Hierarchy. *Research Policy* 28, 119–144.
- CASSIMAN, B., R. VEUGELERS (2006): In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition. *Management Science* 52(1), 68-82.
- CASSIMAN, B., VEUGELERS, R. (2002): R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium. *American Economic Review* 92 (4), 1169-1184.
- CHESBROUGH, H.W. (2003): *Open innovation : The new imperative for creating and profiting from technology*, Boston: Harvard Business School Press.
- CZERNOMORIEZ, H.; HAUSWIRTH, M.; MAGEDANZ, T.; ROTH, R.; SCHIEFERDECKER, I.; SCHMOLL, C.; SCHREINER, F.; TIEMANN, J. (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft. Studie des Fraunhofer FOKUS für das BMVI auf Initiative der Netzallianz Digitales Deutschland. Berlin. <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-426011.html>.
- DAIMER, S.; HUFNAGL, M.; FRIETSCH, R.; LINDNER, R.; NEUHÄUSLER, P.; ROTHENGATTER, O. (2017): 10 Jahre Hightech-Strategie: Bilanz und Perspektiven. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

- DALTON, D.H.; SERAPIO, M.G. (1999): Globalizing Industrial Research and Development. U.S. Department of Commerce, Technology Administration. Washington: Office of Technology Policy.
- DE SOLLA PRICE, D.J. (1986): Little Science, big science ... and beyond. New York: Columbia University Press, XXIII, 301 S.
- DEUTSCHER BUNDESTAG (2017): Antwort des BMVi auf die kleine Anfrage der Abgeordneten Rößner, Gastel und Kühn betreffend "Breitbandausbau und Breitbandförderung in Deutschland". Drucksache 18/13203, Berlin, 15. August.
- DORNBUSCH, F.; NEUHÄUSLER, P. (2015): Academic Patents in Germany. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2015, Berlin.
- DORNBUSCH, F.; SCHMOCH, U.; SCHULZE, N.; BETHKE, N., (2013): Identification of university-based patents: A new large-scale approach. *Research Evaluation* 22(1), 52–63.
- DOSI, G. (1982): Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy* 11, 147–162.
- DU PLESSIS, M.; VAN LOOY, B.; SONG, X.; MAGERMAN, T. (2009): Data Production Methods for Harmonized Patent Indicators: Assignee sector allocation. Luxembourg: EUROSTAT Working Paper and Studies.
- EGELN, J.; GOTTSCHALK, S.; LUBCZYK, M. (2018): IAB/ZEW-Gründungspanel. Technischer Anhang zur Befragung 2017 Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- EXPERTENKOMMISSION FORSCHUNG UND INNOVATION (EFI) (HRSG.) (2018): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2018, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- FREEMAN, C. (1982): *The Economics of Industrial Innovation*. London: Pinter Publishers.
- FRIETSCH, R.; LICHTBLAU, K.; BECKERT, B.; DAIMER, S.; FRITSCH, M.; KEMPERMANN, H.; LANG, T.; LERCH, C.; MEYER, N.; NEUHÄUSLER, P.; ROTHENGATTER, O. (2016A): Elektroindustrie als Leitbranche der Digitalisierung – Innovationschancen und Innovationshemmnisse für die Elektroindustrie, Frankfurt.
- FRIETSCH, R.; LUTZ, J.; NEUHÄUSLER, P.; SCHUBERT, T.; LERCH, C.; BETHKE, N.; ROTHENGATTER, O. (2016B): Beitrag der Fraunhofer-Gesellschaft zum deutschen Innovationssystem. Karlsruhe: Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 99 pp. Accessed 3 September 2018.
- FRIETSCH, R.; NEUHÄUSLER, P.; MELULLIS, K.-J.; ROTHENGATTER, O.; CONCHI, S. (2015): The economic impacts of computer-implemented inventions at the European Patent Office. 4IP Council, Fraunhofer ISI.
- FRIETSCH, R.; NEUHÄUSLER, P.; ROTHENGATTER, O. (2014): Strategische Forschung. Eine Analyse zu den operativen Schwerpunkten der Baden-Württemberg Stiftung. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- FRIETSCH, R.; SCHMOCH, U. (2010): Transnational Patents and International Markets. *Scientometrics* 82, 185–200.
- FRIETSCH, R.; SCHUBERT, T.; BACHLECHNER, D.; BECKERT, B.; FRIEDEWALD, M.; LERCH, C.; RAMMER, C. (2017): Innovationsindikator 2017. Berlin: acatech/BDI, 60 pp. http://www.innovationsindikator.de/fileadmin/2017/PDF/Innovationsindikator_2017.pdf. Accessed 19 March 2018.
- FRIETSCH, R.; SCHUBERT, T.; FEIDENHEIMER, A.; RAMMER, C. (2018): Innovationsindikator 2018, BDI (Hrsg.), Berlin: BDI.
- GEUNA, A.; ROSSI, F. (2011): Changes to university IPR regulations in Europe and the impact on academic patenting. *Research Policy* 40 (8), 1068–1076.
- GRUPP, H. (1997): *Messung und Erklärung des technischen Wandels: Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*. Springer-Verlag GmbH, Berlin, Heidelberg.
- GUELLEC, D.; VAN POTTELSBERGHE DE LA POTTERIE, B. (2001): The internationalisation of technology analysed with patent data. *Research Policy* 30 (8), 1253–1266.
- HANEL, P. (2008): The Use of Intellectual Property Rights and Innovation by Manufacturing Firms in Canada. *Economics of Innovation and New Technology* 17 (4), 285–309.
- JÄGER, A.; MALOCA, S. (2016): Dokumentation der Umfrage Modernisierung der Produktion 2015, Fraunhofer ISI.
- KAFOUROS, M.I.; BUCKLEY, P.J.; SHARP, J.A.; WANG, C. (2008): The role of internationalization in explaining innovation performance. *Technovation* 28 (1-2), 63–74.
- KINKEL, S.; LAY, G.; WENGEL, J. (2005): Innovation: Mehr als Forschung und Entwicklung. *Industrie-Management* 21 (2005), 3, S. 54–58.
- KINKEL, S.; RAHN, J.; RIEDER, B.; LERCH, C.; JÄGER, A. (2016): Digital-vernetztes Denken in der Produktion, Stiftung IMPULS des VDMA, Karlsruhe.
- KOCH, T.; EGELN, J.; DIEKHOF, J.; KINNE, J.; KOLL, F.; KRAMER, J.-P.; NEUMANN, M.; RAMMER, C.; REISCH, M.; SCHWARZE, H. (2018): Regionale Innovationssysteme in Baden-Württemberg – Bestandsaufnahme und Schlussfolgerungen, Studie im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden- Württemberg, Stuttgart und Mannheim: Prognos und ZEW.

KOSCHATZKY, K. (2012): Fraunhofer ISI's systemic research perspective in the context of innovation systems. In: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (Hrsg.): Innovation System revisited. Experiences from 40 years of Fraunhofer ISI research. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 1-24.

KOSCHATZKY, K. (2014): Die Rolle von Hochschulen in regionalen Partnerschaften mit Wirtschaft und Wissenschaft. In: Koschatzky, K., Dornbusch, F., Hufnagl, M., Kroll, H. und Schnabl, E.: Regionale Aktivitäten von Hochschulen – Motive, Anreize und politische Steuerung. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 79-118.

KOSCHATZKY, K.; REINHARD, M.; GRENZMANN, C. (2003): Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen in Deutschland. Struktur und Perspektiven eines Wachstumsmarktes. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

KROGH, G. (2011): Open innovation and the private-collective model for innovation incentives, In: Dreyfuss, R., Strandburg, K. (Hrsg.): The Law and Theory of Trade Secrecy: A Handbook of Contemporary Research, Cheltenham: Edward Elgar, 201-221.

KUHN, T.S. (1970): The structure of scientific revolutions. Univ. of Chicago Press, Chicago.

LANDESREGIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): digital@bw: Erster Digitalisierungsbericht der Landesregierung Baden-Württemberg. Herausgegeben vom Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration Baden-Württemberg. Mai, www.digital-bw.de/digitalisierungsbericht01.

LANDESREGIERUNG VON BADEN-WÜRTTEMBERG (2017): Digitalisierungsstrategie digital@bw, herausgegeben vom Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration Baden-Württemberg, Juli, Stuttgart, www.digital-bw.de/digitalisierungsstrategie.

LANDESREGIERUNG VON BADEN-WÜRTTEMBERG (2018): Digitalisierungsstrategie digital@bw, herausgegeben vom Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration Baden-Württemberg, Juli, Stuttgart, www.digital-bw.de/digitalisierungsstrategie.

LANDTAG VON BADEN-WÜRTTEMBERG (2017): Antwort des Ministers für Inneres, Digitalisierung und Migration auf den Antrag zur Stellungnahme des Abgeordneten Strickelberger betreffend den "Breitbandausbau in Baden-Württemberg". Drucksache 16 / 2193, Stuttgart, 7. Juni.

LANGENSCHIEDT, F.; VENOHR, B. (HRSG.) (2015): The Best of German Mittelstand – The World Market Leaders, Cologne, Deutsche Standards Editionen.

LICHT, G.; STEINER, V.; BERTSCHEK, I.; FALK, M.; FRYGES, H. (2002): IKT-Fachkräftemangel und Qualifikationsbedarf, 1. Aufl. ed. Nomos, Baden-Baden.

LICHTBLAU, K.; STICH, V.; BERTENRATH, R.; BLUM, M.; BLEIDER, M.; MILLACK, A. ET AL. (2015): Industrie 4.0-Readiness. Frankfurt am Main: IMPULS-Stiftung.

MAGERMAN, T.; GROUWELS, J.; SONG, X.; VAN LOOY, B. (2009): Data Production Methods for Harmonized Patent Indicators: Patentee Name Harmonization. EUROSTAT Working Paper and Studies, Luxembourg.

MAJOR, C.; SAVIN-BADEN, M. (2010): An introduction to qualitative research synthesis: Managing the information explosion in social science research, Abingdon: Routledge.

MEYER-KRAHMER, F.; DREHER, C. (2004): Neuere Betrachtungen zur Technikzyklen und Implikationen für die Fraunhofer-Gesellschaft, in: Spath, D. (Ed.), Forschungs- und Technologiemanagement. Potenziale nutzen – Zukunft gestalten, München: Hanser.

MICHELS, C.; FU, J.; NEUHÄUSLER, P., FRIETSCH, R. (2013): Performance and Structures of the German Science System 2012, Berlin 6-2013.

MICHELS, C.; SCHMOCH, U. (2012): The growth of science and database coverage. *Scientometrics* 93 (3), 831–846.

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg (2018): Innovationsallianz Baden-Württemberg – Starkes Bündnis 13 unabhängiger Institute, wm.baden-wuerttemberg.de/de/innovation/wirtschaftsnahe-forschung/innovationsallianz-baden-wuerttemberg; abgerufen am 26.07. 2018)

MÜLLER, B. (2018): Angriff auf die Telekom. In: SZ 11. Mai

NECKAR-ODENWALD KREIS (HRSG.) (2018): Schnelles Internet. Flächendeckende Breitbandinfrastruktur im Neckar-Odenwald-Kreis. Broschüre. Mosbach, Januar.

NEUMANN, K.-H.; PLÜCKEBAUM, T. (2018): Weiterentwicklung der Breitbandförderung in Baden-Württemberg – Ansätze für eine Neubestimmung. In: WIK Newsletter Nr. 111, Juni, S. 6-7.

PATEL, P.; VEGA, M. (1999): Patterns of internationalisation of corporate technology: Location vs. home country advantages. *Research Policy* 28, 145–155.

- PEETERS, B.; SONG, X.; CALLAERT, J.; GROUWELS, J.; VAN LOOY, B. (2009): Harmonizing harmonized patentee names: an exploratory assessment of top patentees. EUROSTAT Working Paper and Studies, Luxembourg.
- PETERS, B.; RAMMER, C. (2013): Innovation Panel Surveys in Germany, in: Gault, F. Handbook of Innovation Indicators and Measurement, Edward Elgar, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA, 135-177.
- RAMMER, C.; BERGER, M.; DOHERR, T.; HUD, M.; HÜNERMUND, P.; IFFERD, Y.; PETERS, B.; SCHUBERT, T. (2017): Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft: Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2016, 20 pp. Accessed 3 September 2018.
- RAMMER, C.; COSTARD, J.; SELIGER, F.; SCHUBERT, T. (2008): Bestimmungsgründe des Innovationserfolgs von baden-württembergischen KMU, ZEW-Dokumentation 08-05, Mannheim; Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg (2013), Innovationsstrategie Baden-Württemberg. Dokumentation, Stuttgart.
- RAMMER, C.; GOTTSCHALK, S.; PETERS, B.; BERSCH, J.; ERDSIEK, D. (2016): Die Rolle von KMU für Forschung und Innovation in Deutschland, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 10-2016, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- RAMMER, C.; SOM, O.; KINKEL, S.; KÖHLER, C.; SCHUBERT, T.; SCHWIEBACHER, F.; KIRNER, E.; PESAU, A.; MURMANN, M. (2012): Innovationen ohne Forschung. Wie Unternehmen ohne eigene FuE-Tätigkeit erfolgreich neue Produkte oder Prozesse einführen, ZEW Wirtschaftsanalysen Bd. 101, Baden-Baden: Nomos.
- RAMMER, C.; SPIELKAMP, A. (2015): Hidden Champions – Driven by Innovation. Empirische Befunde auf Basis des Mannheimer Innovationspanels, ZEW Dokumentation 15-03, Mannheim.
- RAMMER, C.; SPIELKAMP, A. (2018): German Hidden Champions: Competitive Strategies, Knowledge Management and Innovation in Globally Leading Niche Players, *Ekonomiaz* (in Druck).
- SAAM, M.; VIETE, S.; SCHIEL, S. (2016): Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen Forschungsprojekt im Auftrag der KfW Bankengruppe, Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- SCHMOCH, U. (2007): Double-boom cycles and the Comeback of Science-push and Market-pull. *Research Policy* 36 (7), 1000–1015.
- SCHMOCH, U. (2008): Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organization (WIPO). Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- SCHMOCH, U.; LICHT, G.; REINHARD, M. (HRSG.) (2000): Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag.
- SEIFERT, I.; BÜRGER, M.; WANGLER, L.; CHRISTMANN-BUDIAN, S.; ROHDE, M.; GABRIEL, P.; ZINKE, Z. (2018): Potenzial der Künstlichen Intelligenz im Produzierenden Gewerbe in Deutschland, Begleitforschung PAiCE, iit-Institut für Innovation und Technik in der VDI / VDE Innovation + Technik GmbH (Hrsg.), Berlin: VDI / VDE IT.
- SGRIES, S.S. (2017): Schnelles Internet bis zum letzten Schwarzwaldhof. Vize-Regierungschef Thomas Strobl im Interview. In: Rhein-Neckar Zeitung online vom 12. Januar.
- SIMON, H. (1990): Hidden Champions: Speerspitze der deutschen Wirtschaft, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 60(9), 875–890.
- SIMON, H. (1996): Hidden Champions: Lessons from 500 of the World's Best Unknown Companies, Boston, Harvard Business School Press.
- SIMON, H. (1997): Die heimlichen Gewinner: Die Erfolgsstrategien unbekannter Weltmarktführer, Frankfurt, Campus.
- SIMON, H. (2009): Hidden Champions of the 21st Century. Success Strategies of Unknown World Market Leaders, Dordrecht, London, New York, Springer.
- SIMON, H. (2012): Hidden Champions – Aufbruch nach Globalia, Frankfurt, Campus.
- SOM, O. (2012): Innovation without R&D, Heterogeneous innovation patterns of non-R&D-performing firms in the German manufacturing industry, Wiesbaden: Springer Gabler.
- SOM, O.; KIRNER, E. (HRSG.) (2015): Low-tech innovation: Competitiveness of the German manufacturing sector, Cham: Springer.
- STAHLCKER, T.; ZENKER, A. (2017): Das baden-württembergische Innovationssystem im Wandel: Akteure vor neuen Herausforderungen, *Standort* 41, 180-185.
- SWEENEY, L. (2001): Information explosion. Confidentiality, disclosure, and data access, In: *Theory and practical applications for statistical agencies* (2001): 43-74.

- THURSBY, J.; THURSBY, M. (2006): Research and development. Where is the new science in corporate R&D? *Science* (New York, N.Y.) 314 (5805), 1547–1548.
- TÜV RHEINLAND; BMVI (2018): Bericht zum Breitbandatlas Ende 2017 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Teil 1: Ergebnisse. Berlin.
- TÜV RHEINLAND; IM (2018): Evaluation zur Weiterentwicklung der Breitbandförderung in Baden-Württemberg. Studie im Auftrag des Ministeriums für Inneres, Digitalisierung und Migration (IM) des Landes Baden-Württemberg. Berlin; Stuttgart, Februar.
- UNCTAD (2005): World Investment Report 2005: Transnational Companies and the Internationalisation of R&D. UNCTAD, Geneva.
- UTTERBACK, J.M. (1994): Mastering the dynamics of innovation. How companies can seize opportunities in the face of technological change. Harvard Business School Press, Boston, Mass, 253 S.
- UTTERBACK, J.M.; ABERNATHY, W.J. (1975): A dynamic model of process and product innovation. *Omega* 3 (6), 639–655.
- VAN BAAL, S.; BECKERT, B.; BERTENRATH, R.; FRITSCH, M.; HELMENSTEIN, C.; KLEISSNER, A.; LICHTBLAU, K.; MILLACK, A.; SCHLEIERMACHER, T.; STADLBAUER, M.; WEYERSTRAB, K.; WIEGAND, R. (2016): Der Weg in die Gigabitgesellschaft. Wie Netzausbau zukünftige Innovationen sichert. Eine Studie der IW Consult unter Mitwirkung des Economica Instituts für Wirtschaftsforschung und des Fraunhofer ISI im Auftrag des Vodafone Instituts für Gesellschaft und Kommunikation. Juni, www.vodafone-institut.de/de/studie/wege-die-gigabit-gesellschaft-neue-studie-des-vodafone-instituts/
- WIK-CONSULT (2018): The Benefits of Ultrafast Broadband Deployment. Study for Ofcom. Authors: Ilsa Godlovitch, Thomas Plueckebaum, Sonia Strube Martins, Tseveen Gantumur, Dieter Elixmann, Serpil Tas, Rene Arnold and Christian Wernick. WIK-Consult: Bad Honnef, Februar.

9 SCHRIFTENREIHE DER BADEN-WÜRTTEMBERG STIFTUNG

NR.	TITEL	ERSCHIENEN
89	Informationsbroschüre Schulbegleitung Orientierungshilfe für Schule und Eingliederungshilfe	2019
88	Freizeitangebote für Kinder mit Fluchterfahrung Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung	2018
87	Mobiles Baden-Württemberg Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Mobilität	2017
86	Bauprojekte visualisieren Leitfaden für die Bürgerbeteiligung	2017
85	Advances in Nanotechnology Ergebnisse aus dem Forschungsprogramm Funktionelle Nanostrukturen III 2009-2011	2017
84	Nachhaltigkeit Lernen II – Kinder gestalten Zukunft Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Programms	2017
83	INNOPÄD U3 Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung	2017
82	Inklusionsbegleiter bauen Brücken Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Programms	2017
81	Schulbegleitung als Beitrag zur Inklusion Bestandsaufnahme und Rechtsexpertise	2016
80	Kulturlotsen für Kinder Ergebnisse der Begleitforschung	2016
79	10 Jahre BorIS – Eine Erfolgsgeschichte BorIS – Berufswahl-Siegel Baden-Württemberg	2015
78	Vielfalt gefällt! 60 Orte der Integration Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung	2015
77	Nachhaltigkeit lernen – Kinder gestalten Zukunft Ergebnisse der Evaluation des Programms	2015
76	Sucht im Alter Ergebnisse der Evaluation des Programms	2014
75	Ältere Menschen mit Behinderung Ergebnisse der Evaluation des Programms Förderung der Selbstständigkeit älterer Menschen mit Behinderung	2014
74	Therapie bei Demenz Dokumentation zu Effekten körperlichen Trainings bei Menschen mit Behinderung	2014
73	Sprachliche Bildung für Kleinkinder Sprachförderansätze: Erfahrungen und Reflexionen über die Projekte der Baden-Württemberg Stiftung zur Sprachförderung	2014

NR.	TITEL	ERSCHIENEN
72	Gleichartig – aber anderswertig? Analyse zur künftigen Rolle der (Fach-)Hochschulen im deutschen Hochschulsystem	2013
71	Evaluation Coaching4Future Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung des Programms zur MINT-Nachwuchssicherung	2013
70	Strategische Forschung Analyse der operativen Schwerpunkte im Bereich Forschung	2013
69	Advances in Nanotechnology – Physics, Chemistry, and Biology of Functional Nanostructures Th. Schimmel, H. v. Löhneysen, M. Barczewski	2013
68	Botschafter für Nachhaltigkeit – die Ausbildung von Kulturlandschaftsführern in Baden-Württemberg Eine Evaluierung der Ausbildung in drei Modellregionen	2013
67	Unterstützungsangebote für Kinder von psychisch kranken oder suchtkranken Eltern Ergebnisse der Projektevaluation	2012
66	Medienwerkstatt Kindergarten – vom Konsumieren zum Gestalten Ein Programm zur Förderung des kreativen Umgangs mit Medien	2012
65	Gartenland in Kinderhand – ein Garten für die Kita Ergebnisse der Projektevaluation	2012
64	Aktionsprogramm Familienbesucher Ein Programm zur Unterstützung von Müttern und Familien	2012
63	Gesundheitsförderung in der Grundschule „Komm mit in das gesunde Boot“ – Grundschule	2012
62	Ferienzeit – Gestaltungszeit. Innovative pädagogische Freizeitangebote für Kinder und Jugendliche während der Ferienzeit Abschlussbericht der wissenschaftlichen Begleit-evaluation des Programms (2012)	2012
61	Da sein! – Könnst' ich das? Abschlussbericht des Projekts Ausbau der ambulanten Kinder- und Jugendhospizarbeit in Baden-Württemberg	2012
60	BioLab Baden-Württemberg on Tour Forschung, Leben, Zukunft	2011
59	Gesundheitsförderung im Kindergarten Evaluation des Programms Komm mit in das gesunde Boot der Baden-Württemberg Stiftung in Kindergärten in Baden-Württemberg	2011
58	Kompetenzen fördern – Erfolge schaffen Dokumentation des Programms „KOMET 2 – Kompetenz- und Erfolgstrainings für Jugendliche“	2011
57	Sag' mal was – Sprachförderung für Vorschulkinder Zur Evaluation des Programms der Baden-Württemberg Stiftung (2011)	2011
56	Nanotechnology – Fundamentals and Applications of Functional Nanostructures Th. Schimmel, H. v. Löhneysen, M. Barczewski	2011
55	Fit für den Wiedereinstieg – wie sich Beruf und Familie unter einen Hut bringen lassen Tipps für eine erfolgreiche Rückkehr in den Beruf	2010
54	Neue Brücken bauen ... zwischen Generationen, Kulturen und Institutionen Programmdokumentation	2010
53	Erzähl uns was! Kinder erzählen Geschichten und hören einander zu Eine Förderinitiative der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2010
52	Am Anfang ist es eine Idee – am Ende eine große Erfindung Ein Leitfaden für die Planung und Umsetzung von naturwissenschaftlich-technischen Projekten	2010

NR.	TITEL	ERSCHIENEN
51	Nachhaltigkeit macht fit für die Zukunft Energie nutzen, Umwelt schützen	2011
50	Männer für erzieherische Berufe gewinnen: Perspektiven definieren und umsetzen Impulse und Anregungen für eine größere Vielfalt in Tageseinrichtungen für Kinder	2010
49	Strategische Forschung 2010 Studie zur Struktur und Dynamik der Wissenschaftsregion Baden-Württemberg	2010
48	Expeditionsziel: Nachhaltigkeit Ihr Reiseführer in die Zukunft	2011
47	Familiäre Einflüsse als prägender Faktor: Herausforderung für die Suchtprävention Wie Familien für die familienorientierte Suchtprävention zu gewinnen und welche Veränderungen möglich sind	2010
46	Qualifizierung von Prüfern: Entwicklung innovativer Weiterbildungskonzepte Wie neuen Herausforderungen im Bildungswesen begegnet und Prüfungsqualität gesichert werden kann	2010
45	Neue Generationennetzwerke für Familien Wissenschaftliche Evaluation des Förderprogramms der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2010
44	Kinder und ihr Umgang mit Geld und Konsum Dokumentation und Evaluation des Förderprogramms der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2009
43	Musisch-ästhetische Modellprojekte in Kindergärten und anderen Tageseinrichtungen für Kinder Dokumentation des Programms der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2009
42	Training bei Demenz Dokumentation zum Kongress Training bei Demenz, Dezember 2008	2009
41	Hilfen und schulische Prävention für Kinder und Jugendliche bei häuslicher Gewalt Evaluation der Aktionsprogramme „Gegen Gewalt an Kindern“ 2004–2008 in Baden-Württemberg	2009
40	Kommunen auf dem Weg zu mehr Familienfreundlichkeit Dokumentation des Projekts der Landesstiftung Baden-Württemberg ZUKUNFTSFORUM Familie, Kinder & Kommune	2009
39	Naturwissenschaftlich-technische Modellprojekte in Kindergärten Dokumentation des Programms der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2009
38	Erfolgsgeschichten – Nachwuchswissenschaftler im Porträt Ergebnisse des Eliteprogramms für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden der Landesstiftung Baden-Württemberg	2009
37	Kinder nehmen Kinder an die Hand Dokumentation des Programms der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2009
36	Zeit nutzen – Innovative pädagogische Freizeitangebote für Kinder und Jugendliche während der Ferienzeit Dokumentation des Förderprogramms der Stiftung Kinderland Baden-Württemberg	2008
35	E-LINGO – Didaktik des frühen Fremdsprachenlernens Erfahrungen und Ergebnisse mit Blended Learning in einem Masterstudiengang (erschieden im gnv Gunter Narr Verlag, Tübingen)	2008
34	Visionen entwickeln – Bildungsprozesse wirksam steuern – Führung professionell gestalten Dokumentation zum Masterstudiengang Bildungsmanagement der Landesstiftung Baden-Württemberg (erschieden im wbv W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld)	2008
33	Forschungsprogramm Klima- und Ressourcenschutz Berichte und Ergebnisse aus den Forschungsprojekten der Landesstiftung Baden-Württemberg	2008

NR.	TITEL	ERSCHIENEN
32	Nanotechnology – Physics, Chemistry, and Biology of Functional Nanostructures Results of the first research programme Kompetenznetz „Funktionelle Nanostrukturen“ (Competence Network on Functional Nanostructures)	2008
31	„Früh übt sich...“ – Zugänge und Facetten freiwilligen Engagements junger Menschen Fachtagung am 21. und 22. Juni 2007 in der Evangelischen Akademie Bad Boll	2008
30	beo – 6. Wettbewerb Berufliche Schulen Ausstellung, Preisverleihung, Gewinner und Wettbewerbsbeiträge 2007	2007
29	Forschungsprogramm Mikrosystemtechnik der Landesstiftung Baden-Württemberg Berichte und Ergebnisse aus den Forschungsprojekten	2007
28	Frühe Mehrsprachigkeit: Mythen – Risiken – Chancen Dokumentation zum Kongress am 5. und 6. Oktober 2006 in Mannheim	2007
27	„Es ist schon cool, wenn man viel weiß!“ KOMET – Kompetenz- und Erfolgstrainings für Jugendliche Dokumentation der Programmlinie der Landesstiftung Baden-Württemberg 2005–2007	2007
26	Jugend und verantwortungsvolle Mediennutzung – Medien und Gesellschaft Untersuchungsbericht des Forschungsinstituts tifs e. V.	2007
25	jes – Jugend engagiert sich und jes/connection – die Modellprojekte der Landesstiftung Baden-Württemberg Bericht der wissenschaftlichen Begleitung 2002–2005	2007
24	Suchtfrei ins Leben Dokumentation der Förderprogramme zur Suchtprävention für vorbelastete Kinder und Jugendliche	2007
23	Häusliche Gewalt beenden: Verhaltensänderung von Tätern als Ansatzpunkt Eine Evaluationsstudie von Monika Barz und Cornelia Helfferich	2006
22	Innovative Familienbildung – Modellprojekte in Baden-Württemberg Aktionsprogramm Familie – Förderung der Familienbildung	2006
21	Förderung der Selbstständigkeit und Eigenverantwortung von Menschen mit Behinderung Dokumentation der Projekte der Ausschreibung der Landesstiftung Baden-Württemberg 2002–2006	2006
20	Raus aus der Sackgasse! Dokumentation des Programms „Hilfen für Straßenkinder und Schulverweigerer“	2006
19	„Erfahrungen, die's nicht zu kaufen gibt!“ – Bildungspotenziale im freiwilligen Engagement junger Menschen Fachtagung 16. und 17. Juni 2005 in der Evangelischen Akademie in Bad Boll	2006
18	beo – 5. Wettbewerb Berufliche Schulen Dokumentation über die Wettbewerbsbeiträge der Preisträgerinnen und Preisträger 2006	2006
17	Forschungsprogramm Nahrungsmittelsicherheit der Landesstiftung Baden-Württemberg Berichte und Ergebnisse aus den Forschungsprojekten	2006
16	Medienkompetenz vermitteln – Strategien und Evaluation Das Einsteigerprogramm start und klick! der Landesstiftung Baden-Württemberg	2006
15	Forschungsprogramm Optische Technologien der Landesstiftung Baden-Württemberg Zwischenberichte aus den Forschungsprojekten	2005
14	Jugend. Werte. Zukunft. – Wertvorstellungen, Zukunftsperspektiven und soziales Engagement im Jugendalter Eine Studie von Dr. Heinz Reinders	2005

NR.	TITEL	ERSCHIENEN
13	4. Wettbewerb Berufliche Schulen Dokumentation des Wettbewerbs 2005 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2005
12	Beruf UND Familie – wie gestalten wir das UND? Ein Leitfaden für Praktikerinnen und Praktiker aus Unternehmen und Kommunen (2005)	2005
11	Strategische Forschung in Baden-Württemberg Foresight-Studie und Bericht an die Landesstiftung Baden-Württemberg	2005
10	Jugend und verantwortungsvolle Mediennutzung – Medien und Gesellschaft Untersuchungsbericht des Forschungsinstituts tifs e. V.	2005
9	Dialog Wissenschaft und Öffentlichkeit Ein Ideenwettbewerb zur Vermittlung von Wissenschaft und Forschung an Kinder und Jugendliche	2005
8	Selbstvertrauen stärken – Ausbildungsreife verbessern Dokumentation innovativer Projekte im Berufsvorbereitungsjahr 2001/2002	2005
7	Faustlos in Kindergärten Evaluation des Faustlos-Curriculums für den Kindergarten – dokumentiert im Zeitraum von Januar 2003 bis Oktober 2004	2004
6	Hochschulzulassung: Auswahlmodelle für die Zukunft Eine Entscheidungshilfe für die Hochschulen	2005
5	3. Wettbewerb Berufliche Schulen Dokumentation des Wettbewerbs 2004 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2004
4	Jugend und verantwortungsvolle Mediennutzung – Medien und Persönlichkeitsentwicklung Dokumentation des Fachtags, 4. Dezember 2003, Gospel Forum Stuttgart	2004
3	2. Wettbewerb Berufliche Schulen Dokumentation des Wettbewerbs 2003 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2003
2	Neue Wege der Förderung freiwilligen Engagements von Jugendlichen Eine Zwischenbilanz zu Modellen in Baden-Württemberg	2003
1	1. Wettbewerb Berufliche Schulen Dokumentation des Wettbewerbs 2002 mit den Preisträgerinnen und Preisträgern	2002

IMPRESSUM

HERAUSGEBERIN

Baden-Württemberg Stiftung gGmbH
Kriegsbergstraße 42, 70174 Stuttgart
Tel +49 (0) 711 248 476-0 · Fax +49 (0) 711 248 476-50
info@bwstiftung.de · www.bwstiftung.de

AUTOREN

Rainer Frietsch
Knut Koschatzky
Bernd Beckert
Thomas Jackwerth
Christian Lerch
Moritz Lubczyk
Peter Neuhäusler
Christian Rammer
Thomas Stahlecker
Steffen Viete

BILDMATERIAL

Titel: DEEPOL by plainpicture

ISSN: 2366-1437

DIE BADEN-WÜRTTEMBERG STIFTUNG setzt sich für ein lebendiges und lebenswertes Baden-Württemberg ein. Sie ebnet den Weg für Spitzenforschung, vielfältige Bildungsmaßnahmen und den verantwortungsbewussten Umgang mit unseren Mitmenschen. Die Baden-Württemberg Stiftung ist eine der großen operativen Stiftungen in Deutschland. Sie ist die einzige, die ausschließlich und überparteilich in die Zukunft Baden-Württembergs investiert – und damit in die Zukunft seiner Bürgerinnen und Bürger.

Baden-Württemberg Stiftung gGmbH

Kriegsbergstraße 42, 70174 Stuttgart

Tel +49 (0) 711 248 476-0 · Fax +49 (0) 711 248 476-50

info@bwstiftung.de · www.bwstiftung.de

