

Analysen zum Innovationsstandort Sachsen

Januar 2019



Diese Untersuchung wurde im Auftrag des Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr des Freistaates Sachsen (SMWA) erstellt.

Das SMWA hat auf die Ergebnisse keinen Einfluss genommen; diese liegen allein in der Verantwortung der Autoren und der ausführenden Institute.

Alle in dieser Studie verwendeten Bezeichnungen sind geschlechtsneutral.

Autoren des Berichts

ZEW:

Marius Berger

Josefine Diekhof (Projektleitung)

Thorsten Doherr

Jürgen Egelin (Projektleitung)

Sandra Gottschalk

Martin Hud

Mila Köhler

Christian Rammer

ISI:

Henning Kroll

Peter Neuhäusler

Patricia Helmich

Prognos:

Jan-Philipp Kramer

Friedemann Koll

Adriana Cruz

Janosch Nellen

Moritz Schrapers

Caroline Winkelmann

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Innovationspotenziale	3
2.1. <i>Bereich Wissenschaft</i>	3
Struktur und Profil des Wissenschaftssystems	3
Ergebnisse wissenschaftlicher Aktivitäten in Sachsen	13
Exzellenz in der Forschung	18
Fazit	26
2.2. <i>Bereich Unternehmen</i>	28
Struktur der Innovationsaktivitäten	28
FuE-Aktivitäten	33
Innovationsausgaben und -erfolge	38
Aktuelle Trends bei Innovationsindikatoren	44
Innovationshemmnisse und Fachkräftemangel	48
Fazit	52
2.3. <i>Exkurs: Bereich Bildung</i>	53
Aktuelle Fachkräftesituation und nachgefragte Qualifikationsprofile	55
Externe Einflüsse auf den zukünftigen Fachkräftebedarf	57
Bildungsangebote und -inhalte	60
3. Analyse der Innovationsträger	66
3.1. <i>Innovationsstrategien der Unternehmen</i>	68
3.2. <i>Innovationsträger mit und ohne FuE</i>	78
3.3. <i>FuE und Innovationserfolg</i>	82
3.4. <i>Fazit</i>	86
4. Vernetzung der Akteure	88
4.1. <i>Transfer- und Gründungsstrukturen</i>	88
Darstellung der Transfer- und Gründungsstrukturen	89
Bewertung der Transfer- und Gründungsförderung an den Hochschulen	92
4.2. <i>Ko-Publikationen von Wirtschaft und Wissenschaft</i>	94
4.3. <i>Innovationskooperationen von Unternehmen und Wissenschaft</i>	97
4.4. <i>Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Wissenschaft</i>	100
4.5. <i>Exkurs: Clusterinitiativen und -projekte</i>	105
4.6. <i>Fazit</i>	107
5. Zukunftsfelder	109
5.1. <i>Status Quo der Stärken und Schwächen</i>	111
Leistungsfähigkeit und Entwicklung des korrespondierenden Branchenportfolios in Sachsen	111
Charakteristika der sächsischen Zukunftsfelder in Forschung und Innovation	125
Technologische und wissenschaftliche Stärken	131

5.2.	<i>Innovationsträger nach Zukunftsfeldern</i>	146
	Methode	146
	Unternehmen in Zukunftsfeldern	149
	Innovationstätigkeit in den Zukunftsfeldern	154
	Thematische Schwerpunkte	158
5.3.	<i>Perspektivische Bedarfe und Trends der sächsischen Zukunftsfelder</i>	161
	Prognosen zur Entwicklung des korrespondierenden Branchenportfolios bis 2040	161
	Globale Trends und Bedarfe im Bereich der Zukunftsfelder	163
5.4.	<i>Synopse: Gesamtprofil der sächsischen Zukunftsfelder</i>	185
6.	Schlüsseltechnologien	193
6.1.	<i>Technologische und wissenschaftliche Stärken</i>	193
	Fazit	210
6.2.	<i>Innovationsträger nach Schlüsseltechnologien</i>	211
	Methode	211
	Unternehmen in Schlüsseltechnologien	212
	Innovationstätigkeit in den Schlüsseltechnologien	217
	Fazit	221
6.3.	<i>Exkurs: Schnittstellen zwischen Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien</i>	222
	Analyse der Förderdaten	223
	Analyse der Patentdaten	231
	Ergänzende Analyse der Daten aus dem Bereich Innovationsträger	235
	Ergänzende Analyse der Interviewdaten	237
7.	Regionale Unterschiede	239
7.1.	<i>Wissenschaft und Technologieentwicklung</i>	239
	FuE-Aktivitäten	239
	Publikationen	241
	Patentaktivitäten	242
	FuE- und Innovationsbeteiligung der Unternehmen	244
	Fazit	246
7.2.	<i>Regionale Aspekte des Gründungsgeschehens</i>	247
	Vorgehen	248
	Befunde	249
	Fazit	259
	Exkurs: Wagniskapitalfinanzierung	260
	Methode der Transaktionsdatenanalyse	260
	Beteiligungskapitalgeber-Verbandsstatistiken	260
	Wagniskapitaltransaktionen im regionalen Vergleich	262
	Wagniskapitalanbieter in Sachsen und im regionalen Vergleich	265
	Fazit	269

8. Internationale Position	271
8.1. <i>Innovationsindikatoren</i>	271
8.2. <i>Wissenschaftliche und technologische Position</i>	278
Technologische Kapazitäten	278
Zukunftsfelder	278
Schlüsseltechnologien	284
Wissenschaftliche Kapazitäten	291
Zukunftsfelder	291
Schlüsseltechnologien	296
Internationale Verflechtungen	303
Fazit	305
9. Gesamtschau und Resümee	308
Innovationspotenziale	309
Wissenschaft	309
Wirtschaft	310
Vernetzung und Kooperationen	312
Mögliche Themenfelder einer weiterentwickelten Innovationsstrategie	313
Regionale Unterschiede in Sachsen	317
Sachsens Position im Vergleich europäischer Regionen	318
Überlegungen zu einer innovationsorientierten Wirtschaftspolitik	320
10. Literatur	324
11. Anhang	326
11.1. <i>Sektorale Abgrenzung der Zukunftsfelder für die Branchenanalyse</i>	326
11.2. <i>Tabellen und Abbildungen</i>	328
11.3. <i>Datenquellen und Methoden</i>	385
11.4. <i>Gemeindehierarchie in Sachsen</i>	387

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Spezialisierungsprofil nach Fächergruppen, 2013-2017	17
Abbildung 2:	Unternehmen mit Innovationen 2017 in Sachsen, den übrigen neuen Ländern und den alten Ländern	30
Abbildung 3:	Innovatorenquote 2017 in Sachsen nach Branchengruppen und Größenklassen.....	31
Abbildung 4:	Unternehmen mit Markt- und Sortimentsneuheiten sowie Unternehmen mit kostensenkenden und qualitätsverbessernden Prozessinnovationen 2017 in Sachsen nach Branchengruppen und Größenklassen	32
Abbildung 5:	Unternehmen mit FuE- und Innovationstätigkeit 2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern.....	34
Abbildung 6:	Verteilung der internen FuE-Ausgaben 2015 nach Branchengruppen, Technologiesektoren und Größenklassen in Sachsen, den anderen neuen Ländern und den alten Ländern.....	37
Abbildung 7:	Innovationsausgaben 2017 als Anteil am Umsatz in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern.....	39
Abbildung 8:	Innovationsausgaben 2017 als Anteil am Umsatz in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern nach Branchengruppen und Größenklassen .	40
Abbildung 9:	Umsatzanteil von Produktinnovationen 2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern.....	42
Abbildung 10:	Umsatzanteil von Produktinnovationen 2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern nach Branchengruppen und Größenklassen	43
Abbildung 11:	Indikatoren des Prozessinnovationserfolgs 2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern.....	44
Abbildung 12:	Trends in der Innovationsbeteiligung von Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2015-2017	45
Abbildung 13:	Trends in der FuE-Beteiligung von Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2015-2017	46
Abbildung 14:	Trends in den Innovationsausgaben von Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2015-2017	47
Abbildung 15:	Trends in der FuE-Beteiligung von Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2015-2017	48
Abbildung 16:	Innovationshemmnisse von hoher Bedeutung in Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2016	49
Abbildung 17:	Besetzung offener Stellen in Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern im Jahr, 2017	50
Abbildung 18:	Besetzung offener Stellen in Unternehmen in Sachsen im Jahr 2017 nach Innovatoren und Nicht-Innovatoren	52
Abbildung 19:	Ergebnisse des Digitalisierungskompas 2018 für Sachsen.....	59
Abbildung 20:	FuE-Tätigkeit und Innovationsausrichtung von Unternehmen, 2016	70
Abbildung 21:	Innovationsbezogene Strategien von Unternehmen ohne FuE-Tätigkeit und ohne technische Innovationen, 2016	72
Abbildung 22:	Innovationsstrategien von Unternehmen, 2016.....	72
Abbildung 23:	Verbreitung und Verteilung von Unternehmen mit „anspruchsvollen Innovationsstrategien“* in Sachsen und Deutschland 2016 nach Sektoren (WZ 2008) und Größenklassen.....	74
Abbildung 24:	Anteil von „Innovationsträgern“ in Sachsen 2016 an Unternehmen, Umsatz und Beschäftigten nach Sektoren (WZ 2008) und Größenklassen	80

Abbildung 25:	Verteilung der „Innovationsträger“ in Sachsen 2016 nach Sektoren (WZ 2008) und Größenklassen.....	81
Abbildung 26:	Verteilung der identifizierten Angebote nach Bundesländern (links) und Ausstrahlungseffekte der Angebots-Hot-Spots in Deutschland (rechts), 2018	90
Abbildung 27:	Standorte der Gründungsunterstützungslandschaft in Sachsen, 2018	92
Abbildung 28:	Gesamtpunkte sächsischer Hochschulen im Gründungsradar (Gesamtpunkte), 2016	94
Abbildung 29:	Anzahl Ko-Publikationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, 2000-2017.....	95
Abbildung 30:	Ko-Publikationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, Index 2000 = 100	96
Abbildung 31:	Informationsquellen für Innovationen von hoher Bedeutung in Unternehmen in Sachsen, 2014-2016.....	98
Abbildung 32:	Formen und Effektivität der Zusammenarbeit mit der Wissenschaft in Unternehmen in Sachsen, 2015-2017	102
Abbildung 33:	Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Zukunftsfeldern Sachsens von 2008 bis 2017, Index 2008 = 100	112
Abbildung 34:	Beschäftigungsentwicklung und Spezialisierung in den Zukunftsfeldern Sachsens, 2008-2017	114
Abbildung 35:	Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Zukunftsfeldern in den Vergleichsregionen, 2008-2017.....	115
Abbildung 36:	Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Zukunftsfelder an der Gesamtwirtschaft in den Vergleichsregionen in Relation zum Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auf Bundesebene (Lokalisationsquotient - LQ), 2017	116
Abbildung 37:	Entwicklung des Umsatzes in den Zukunftsfeldern, 2009-2016, Index 2009 = 100..	118
Abbildung 38:	Wachstum des Umsatzes in den Zukunftsfeldern in Sachsen und auf Bundesebene, 2009-2016.....	119
Abbildung 39:	Bruttowertschöpfung und Entwicklung der Bruttowertschöpfung in den sächsischen Zukunftsfeldern, 2009-2016.....	120
Abbildung 40:	Anteil der BWS der Zukunftsfelder an der BWS der Gesamtwirtschaft in Sachsen und den Vergleichsregionen, in Prozent, 2016.....	121
Abbildung 41:	Produktivität und Entwicklung der Produktivität in den Zukunftsfeldern in Sachsen, 2009-2016.....	123
Abbildung 42:	Anzahl der Patentanmeldungen Sachsens innerhalb der Zukunftsfelder	132
Abbildung 43:	Anteil der Patentanmeldungen Sachsens innerhalb der Zukunftsfelder an allen deutschen Patentanmeldungen im jeweiligen Feld, in Prozent.....	133
Abbildung 44:	Patentspezialisierung (RPA) Sachsens in den Zukunftsfeldern	135
Abbildung 45:	Patentanteile nach Organisationstypen in den Zukunftsfeldern, 2013-2015.....	137
Abbildung 46:	Anteile der Patentanmeldungen aus Forschungsorganisationen, nach Zukunftsfeldern, in Prozent.....	139
Abbildung 47:	Anzahl der Publikationen Sachsens, nach Zukunftsfeldern	140
Abbildung 48:	Anteil der Publikationen Sachsens, nach Zukunftsfeldern, Prozentanteil an allen deutschen Publikationen im jeweiligen Zukunftsfeld	141
Abbildung 49:	Publikationsspezialisierung (RLA) Sachsens in den Zukunftsfeldern	143
Abbildung 50:	Verteilung der Unternehmen nach Zukunftsfeldern in Sachsen, den übrigen neuen Ländern, den alten Ländern und Berlin, 2017	150
Abbildung 51:	Prognose zur Entwicklung der Bruttowertschöpfung in Deutschland bis 2040	162

Abbildung 52:	Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Umwelt“	164
Abbildung 53:	Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Rohstoffe“	167
Abbildung 54:	Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Digitale Kommunikation“	170
Abbildung 55:	Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Energie“	174
Abbildung 56:	Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Mobilität“	177
Abbildung 57:	Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Gesundheit“	181
Abbildung 58:	Anzahl der Patentanmeldungen Sachsens in den Schlüsseltechnologien.....	194
Abbildung 59:	Anteil der Patentanmeldungen Sachsens innerhalb der Schlüsseltechnologien an allen deutschen Patentanmeldungen im jeweiligen Feld, in Prozent.....	195
Abbildung 60:	Patentspezialisierung (RPA) Sachsens in den Schlüsseltechnologien	197
Abbildung 61:	Patentanteile nach Organisationstypen in den Schlüsseltechnologien, 2013-2015..	199
Abbildung 62:	Anteile der Patentanmeldungen aus Forschungsorganisationen, nach Schlüsseltechnologien, in Prozent.....	201
Abbildung 63:	Anzahl der Publikationen Sachsens innerhalb der Schlüsseltechnologien	202
Abbildung 64:	Anteil der Publikationen Sachsens innerhalb der Schlüsseltechnologien an allen deutschen Publikationen im jeweiligen Feld.....	203
Abbildung 65:	Publikationsspezialisierung (RLA) Sachsens in den Schlüsseltechnologien	205
Abbildung 66:	Verteilung der Unternehmen nach Schlüsseltechnologien in Sachsen, den übrigen neuen Ländern, den alten Ländern und Berlin 2017	213
Abbildung 67:	Zentrale Schnittstellen des sächsischen Innovationssystems.....	235
Abbildung 68:	Strukturbereinigte regionale Unterschiede in der FuE- und Innovationsbeteiligung von Unternehmen in Sachsen, 2015-2017	245
Abbildung 69:	Verteilung der Anzahl der Gründungen nach Gemeindetypen, Gründungskohorten, 2010-2017	250
Abbildung 70:	Gründungsintensität in forschungs- und wissensintensiven Branchen in Sachsen nach Gemeinden, Gründungskohorten, 2010-2017	252
Abbildung 71:	Gründungsintensitäten nach unterschiedlichen Gemeindetypen, Hightech-Industrie*	254
Abbildung 72:	Gründungsintensitäten nach unterschiedlichen Gemeindetypen, Software.....	255
Abbildung 73:	Gründungsintensitäten nach unterschiedlichen Gemeindetypen, Sonstige Hightech-Dienstleistungen	256
Abbildung 74:	Gründungsintensitäten nach unterschiedlichen Gemeindetypen, wissensintensive Dienstleistungen	257
Abbildung 75:	Entwicklung des Unternehmensbestandes nach unterschiedlichen Gemeindetypen, Hightech- und wissensintensive Branchen insgesamt (Indexreihe: 2010=100).....	258
Abbildung 76:	Volumen der Wagniskapitaltransaktionen in Deutschland, 2005–2017	261
Abbildung 77:	Anzahl der Firmen, die Wagniskapital erhalten, in Deutschland, 2005-2017.....	262
Abbildung 78:	Anzahl Wagniskapitaltransaktionen in Deutschland, 2005-2017	263
Abbildung 79:	Veränderung der Anzahl von Wagniskapitaltransaktionen in Deutschland nach Regionen, mit und ohne Berlin, 2005–2017, Index 2005 = 100	263
Abbildung 80:	Anteil wagniskapitalfinanzierter Gründungen an allen forschungs- und wissensintensiven Unternehmensgründungen in Deutschland nach Regionen, 2005-2017	264
Abbildung 81:	Anteil wagniskapitalfinanzierter Unternehmen in Deutschland nach Branchen und Regionen, 2005-2017	265

Abbildung 82:	Anteil Wagniskapitaltransaktionen in Deutschland nach Typen beteiligter Investoren und Regionen, 2005–2017	266
Abbildung 83:	Anzahl aktiver Wagniskapitalinvestoren nach Typ und Herkunft in Sachsen, 2005–2017	267
Abbildung 84:	Anteil aktiver Wagniskapitalinvestoren nach Typ und Herkunft in Sachsen, 2005–2017	267
Abbildung 85:	Anteil aktiver Wagniskapitalinvestoren nach Herkunft und Typ in Sachsen, 2005–2017	268
Abbildung 86:	Anteil wagniskapitalfinanzierter Unternehmen in Deutschland nach Altersklasse und Region, 2005–2017	268
Abbildung 87:	Anzahl wagniskapitalfinanzierter Unternehmen in Deutschland nach Altersklassen und Regionen, 2005–2017	269
Abbildung 88:	Durchschnittswerte des Regional Innovation Indexes für verschiedene Innovatorengruppen, mit Beispielregionen (NUTS-2) in Prozent, 2017	272
Abbildung 89:	RIS Einzelindikatoren - Differenz von Sachsen und Innovation Leaders zum EU-Durchschnitt, 2017	273
Abbildung 90:	Anteil der FuE-Aufwendungen am BIP in Sachsen, EU-28 und RIS Innovation Leaders über alle Sektoren, in Prozent	274
Abbildung 91:	Anteil der FuE-Aufwendungen am BIP in Sachsen, EU-28 und RIS Innovation Leaders für verschiedene Sektoren, in Prozent.....	275
Abbildung 92:	Anteil des FuE-Personals an der Gesamtbeschäftigung in Sachsen, EU-28 und RIS Innovation Leaders über alle Sektoren, in Prozent.....	276
Abbildung 93:	Anteil des FuE-Personals an der Gesamtbeschäftigung in Sachsen, EU-28 und RIS Innovation Leaders, in Prozent	277
Abbildung 94:	Anteil der Beschäftigten in den forschungsintensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen an der Gesamtbeschäftigung, in Prozent	278
Abbildung 95:	Internationale Positionierung – Anteile Sachsens an allen Patentanmeldungen weltweit, , in Prozent	279
Abbildung 96:	Patentwachstum insgesamt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	280
Abbildung 97:	Patentwachstum Zukunftsfeld Energie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	280
Abbildung 98:	Patentwachstum Zukunftsfeld Gesundheit, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	281
Abbildung 99:	Patentwachstum Zukunftsfeld Digitale Kommunikation, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	281
Abbildung 100:	Patentwachstum Zukunftsfeld Mobilität, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	281
Abbildung 101:	Patentwachstum Zukunftsfeld Rohstoffe, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	282
Abbildung 102:	Patentwachstum Zukunftsfeld Umwelt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	282
Abbildung 103:	Internationaler Vergleich – Patentanteile Sachsens an allen Patentanmeldungen weltweit, in Prozent	284
Abbildung 104:	Patentwachstum insgesamt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	286
Abbildung 105:	Patentwachstum in den Schlüsseltechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	286
Abbildung 106:	Patentwachstum Biotechnologie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100..	286

Abbildung 107: Patentwachstum Nanotechnologie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	287
Abbildung 108: Patentwachstum Mikro- und Nanoelektronik, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	287
Abbildung 109: Patentwachstum Photonik, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	287
Abbildung 110: Patentwachstum Neue Materialien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	288
Abbildung 111: Patentwachstum Fortgeschrittene Produktionstechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	288
Abbildung 112: Patentwachstum Software und Webtechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	288
Abbildung 113: Publikationsanteile Sachsens an den weltweiten Publikationen in den Zukunftsfeldern, in Prozent.....	291
Abbildung 114: Publikationswachstum insgesamt, internationaler Trendvergleich , Index 2000=100	292
Abbildung 115: Publikationswachstum Zukunftsfeld Energie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	293
Abbildung 116: Publikationswachstum Zukunftsfeld Gesundheit, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	293
Abbildung 117: Publikationswachstum Zukunftsfeld Digitale Kommunikation, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	293
Abbildung 118: Publikationswachstum Zukunftsfeld Mobilität, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	294
Abbildung 119: Publikationswachstum Zukunftsfeld Rohstoffe, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	294
Abbildung 120: Publikationswachstum Zukunftsfeld Umwelt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	294
Abbildung 121: Publikationsanteile Sachsens an den weltweiten Publikationen innerhalb der Schlüsseltechnologien, in Prozent.....	296
Abbildung 122: Publikationswachstum insgesamt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	297
Abbildung 123: Publikationswachstum in den Schlüsseltechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	298
Abbildung 124: Publikationswachstum Biotechnologie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	298
Abbildung 125: Publikationswachstum Nanotechnologie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	298
Abbildung 126: Publikationswachstum Mikro- und Nanoelektronik, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	299
Abbildung 127: Publikationswachstum Photonik, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100 ..	299
Abbildung 128: Publikationswachstum Neue Materialien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	299
Abbildung 129: Publikationswachstum fortgeschrittene Produktionstechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	300
Abbildung 130: Publikationswachstum Software und Webtechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100	300
Abbildung 131: Themenfelder, Schnittstellen, Branchenbezüge	316
Abbildung 132: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA).....	339
Abbildung 133: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Energie	339

Abbildung 134: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Gesundheit .	340
Abbildung 135: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Digit. Komm.	340
Abbildung 136: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Mobilität	341
Abbildung 137: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Rohstoffe	341
Abbildung 138: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Umwelt	342
Abbildung 139: Gemeinden in Sachsen, nach Typen, Stand 2018	389

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Hochschulkenzzahlen Sachsen und Deutschland	4
Tabelle 2:	Hochschulkenzzahlen Sachsen und Deutschland nach Fächergruppen, 2016.....	5
Tabelle 3:	Personal der Hochschulen für Forschung und Entwicklung, 2015.....	6
Tabelle 4:	Ausgaben sächsischer Hochschulen in Tsd. Euro, 2016	8
Tabelle 5:	Drittmittel sächsischer Hochschulen in 1.000 Euro, 2016	8
Tabelle 6:	Drittmittel sächsischer Hochschulen, 2006-2016	9
Tabelle 7:	Drittmittel sächsischer Hochschulen nach Fächergruppen, in Tsd. Euro.....	10
Tabelle 8:	Drittmittel sächsischer Hochschulen nach Fächergruppen, Anteil an Deutschland, in Prozent.....	11
Tabelle 9:	Drittmittel sächsischer Hochschulen in Tsd. Euro, 2011-2016.....	12
Tabelle 10:	Drittmittel sächsischer Hochschulen in Tsd. Euro, 2006-2010.....	12
Tabelle 11:	Anzahl der Zeitschriftenveröffentlichungen, 2005-2017	13
Tabelle 12:	Anzahl der Zeitschriftenveröffentlichungen nach Organisationstypen (Sachsen), 2005-2016	14
Tabelle 13:	Anzahl der Zeitschriftenveröffentlichungen nach Organisationstypen (Deutschland), 2005-2016.....	14
Tabelle 14:	Anteil der Zeitschriftenveröffentlichungen nach Fächergruppen an allen Publikationen, 2013-2017.....	15
Tabelle 15:	Anzahl laufender koordinierter DFG-Förderprojekte in Sachsen, 2018	18
Tabelle 16:	Laufende koordinierte DFG Projekte nach Zukunftsfeldern in Sachsen, 2018	19
Tabelle 17:	ERC Grants in Sachsen, 2010-2017	20
Tabelle 18:	Durchschnittliche Anzahl der Publikationen je Autor, 2005-2017.....	20
Tabelle 19:	Durchschnittliche feldspezifische Zittrate, 2005-2015	22
Tabelle 20:	Anzahl und Anteil der Ko-Publikationen nach deutschen Bundesländern an allen Publikationen Sachsens, 2015-2017	23
Tabelle 21:	Anzahl und Anteil der Ko-Publikationen nach Kooperationspartnern (Länder – Top-10) an allen Publikationen Sachsens, 2015-2017	24
Tabelle 22:	Humboldt-Stipendien für Sachsen, 2013-2017.....	24
Tabelle 23:	Marie-Skłodowska-Curie-Stipendien für Sachsen	25
Tabelle 24:	Anteil Autoren mit Mehrfachaffiliation (Ausland) an allen Autoren, 2005-2017.....	26
Tabelle 25:	Anteil Autoren mit vormals ausländischer Affiliation an allen Autoren, 2005-2017	26
Tabelle 26:	Patentanmeldungen sächsischer Forschungseinrichtungen.....	26
Tabelle 27:	Unternehmen mit Innovationen in der sächsischen Wirtschaft, 2017	28
Tabelle 28:	Unternehmen mit FuE- und Innovationsaktivitäten in der sächsischen Wirtschaft, 2017	34
Tabelle 29:	Innovationsausgaben von Unternehmen in Sachsen, 2017.....	38
Tabelle 30:	Innovationserfolge mit Produktinnovationen von Unternehmen in Sachsen, 2017.....	41
Tabelle 31:	Besetzung von offenen Stellen in Unternehmen in Sachsen, 2017	51
Tabelle 32:	SWOT-Analyse Berufliche Ausbildung	61
Tabelle 33:	SWOT-Analyse Akademische Bildung	63

Tabelle 34:	SWOT-Analyse Fort- und Weiterbildung	65
Tabelle 35:	Kombination von FuE-Tätigkeit und Innovationsausrichtung in Unternehmen in Sachsen, 2016	70
Tabelle 36:	Kennzahlen von Unternehmen in Sachsen, differenziert nach der Innovationsstrategie der Unternehmen, 2016.....	76
Tabelle 37:	Innovationskooperationen von innovationsaktiven Unternehmen 2014-2016 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern	99
Tabelle 38:	Zusammenarbeit mit der Wissenschaft von Unternehmen 2015-2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern	101
Tabelle 39:	Arten der Wissenschaftseinrichtungen, mit denen Unternehmen aus Sachsen 2015-2017 zusammengearbeitet haben	103
Tabelle 40:	Wissenschaftseinrichtungen mit der höchsten Anzahl von Nennungen durch Unternehmen aus Sachsen, 2015-2017	104
Tabelle 41:	Genutzte Förderprogramme für Wissenschaftszusammenarbeit durch Unternehmen aus Sachsen, 2015-2017	105
Tabelle 42:	Charakteristika Zukunftsfeld Umwelt	126
Tabelle 43:	Charakteristika Zukunftsfeld Rohstoffe.....	127
Tabelle 44:	Charakteristika Zukunftsfeld Digitale Kommunikation	128
Tabelle 45:	Charakteristika Zukunftsfeld Energie.....	129
Tabelle 46:	Charakteristika Zukunftsfeld Mobilität.....	130
Tabelle 47:	Charakteristika Zukunftsfeld Gesundheit.....	131
Tabelle 48:	Patentanmeldungen innerhalb der Zukunftsfelder, absolut, Anteile an Deutschland	134
Tabelle 49:	Top 10 Patentanmelder in den Zukunftsfeldern, 2015	138
Tabelle 50:	Publikationen innerhalb der Zukunftsfelder, absolut, Anteile an Deutschland insgesamt, sowie Verhältnis zu den Anmeldungen der übrigen neuen Bundesländer	142
Tabelle 51:	Top 10 publizierende Organisationen in den Zukunftsfeldern, 2017.....	144
Tabelle 52:	Untersuchte Subbereiche nach Zukunftsfeldern	149
Tabelle 53:	Anzahl sächsischer Unternehmen in Zukunftsfeldern nach Subbereichen, 2017.....	151
Tabelle 54:	Verteilung der sächsischen Unternehmen in Zukunftsfeldern nach Branchengruppen in Prozent, 2017.....	153
Tabelle 55:	Anteil der Zukunftsfelder an Unternehmen insgesamt, Beschäftigten, Umsatz, Innovatoren, kontinuierlich forschenden Unternehmen, Innovationsausgaben und Neuproduktumsatz in Sachsen, 2016 2017.....	156
Tabelle 56:	Innovationskennzahlen von Unternehmen in Zukunftsfeldern in Sachsen, den übrigen neuen Ländern und den alten Ländern, in Prozent, 2017	158
Tabelle 57:	Subthemen der Zukunftsfelder, Analyse der Unternehmen mit Marktneuheiten	160
Tabelle 58:	SWOT Zukunftsfeld Umwelt	186
Tabelle 59:	SWOT Zukunftsfeld Rohstoffe	188
Tabelle 60:	SWOT Zukunftsfeld Digitale Kommunikation	189
Tabelle 61:	SWOT Zukunftsfeld Energie	190
Tabelle 62:	SWOT Zukunftsfeld Mobilität	191
Tabelle 63:	SWOT Zukunftsfeld Gesundheit.....	192

Tabelle 64:	Patentanmeldungen in den Schlüsseltechnologien, absolut, Anteile an Deutschland insgesamt sowie Verhältnis zu den Anmeldungen der alten Länder und übrigen neuen Länder	196
Tabelle 65:	Top 10 Patentanmelder in den Schlüsseltechnologien, 2015	200
Tabelle 66:	Publikationen innerhalb der Schlüsseltechnologien, absolut und Anteile/Verhältnisse	204
Tabelle 67:	Top 10 publizierende Organisationen in den Schlüsseltechnologien, 2017	206
Tabelle 68:	Rolle von KET-relevanten Branchen in Sachsen, 2010-2017	208
Tabelle 69:	Rolle von KET-relevanten Branchen in Sachsen (ohne Automobilbranche: WZ291, WZ293)	209
Tabelle 70:	FuE-Ausgaben und FuE-Beschäftigung in KET relevanten Branchen.....	210
Tabelle 71:	Untersuchte Schlüsseltechnologien.....	212
Tabelle 72:	Anzahl sächsischer Unternehmen in Schlüsseltechnologien, 2017	214
Tabelle 73:	Verteilung der sächsischen Unternehmen in Zukunftsfeldern nach Branchengruppen, in Prozent, 2017.....	216
Tabelle 74:	Anteil der Schlüsseltechnologien an Unternehmen insgesamt, Beschäftigten, Umsatz, Innovatoren, kontinuierlich forschenden Unternehmen, Innovationsausgaben und Neuproduktumsatz in Sachsen, 2016.....	219
Tabelle 75:	Innovationskennzahlen von Unternehmen in Schlüsseltechnologien in Sachsen, den übrigen neuen Ländern und den alten Ländern, in in Prozent, 2017	220
Tabelle 76:	Übersicht: Rolle der Schlüsseltechnologien im Freistaat Sachsen, seit 2015.....	224
Tabelle 77:	Übersicht: Rolle der thematischen Zukunftsfelder im Freistaat Sachsen, seit 2015 .	224
Tabelle 78:	Anzahl Förderfälle, nach WZ und Zukunftsfeldern, seit 2015	228
Tabelle 79:	Fördervolumen, nach WZ und Zukunftsfeldern, seit 2015	229
Tabelle 80:	Anzahl Förderfälle, nach Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien, seit 2015	230
Tabelle 81:	Fördervolumen, nach Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien, seit 2015	231
Tabelle 82:	Sektoral-technologisches Patentmapping, Sachsen, 2013-2015.....	232
Tabelle 83:	Sektoral-technologisches Patentmapping, Deutschland, 2013-2015.....	232
Tabelle 84:	Anmeldungen am DPMA, Sachsen, 2013-2015.....	234
Tabelle 85:	Anmeldungen am DPMA, Deutschland, 2013-2015.....	235
Tabelle 86:	Schnittstellen Zukunftsfelder und Schlüsseltechnologien in Sachsen.....	236
Tabelle 87:	Schnittstellen Zukunftsfelder und Schlüsseltechnologien.....	238
Tabelle 88:	Forschung und Entwicklung in Sachsen – insgesamt (NUTS-2).....	240
Tabelle 89:	Forschung und Entwicklung in Sachsen – in Unternehmen (NUTS-2)	240
Tabelle 90:	Forschung und Entwicklung in Sachsen – in öffentl. Forschung und Hochschulen (NUTS-2).....	241
Tabelle 91:	Anzahl und Anteil der Publikationen der NUTS-2-Regionen (fettgedruckt) sowie Anteil der Publikationen der NUTS-3-Regionen an allen Publikationen Sachsens, 2005-2017	242
Tabelle 92:	Anteil Ko-Publikationen zwischen Regierungsbezirken an allen Publikationen, 2012-2017	242
Tabelle 93:	Anzahl der Patentanmeldungen am DPMA	243
Tabelle 94:	Anzahl der Patentanmeldungen am DPMA nach Zukunftsfeldern, 2013-2015.....	244
Tabelle 95:	Anzahl Ko-Patentanmeldungen nach Zukunftsfeldern, 2013-2015.....	244

Tabelle 96:	Patentanmeldungen in den Zukunftsfeldern, nach Ländern, absolut und anteilig, 2013-2015	283
Tabelle 97:	Patente innerhalb der Schlüsseltechnologien, nach Ländern, absolut, 2013-2015 ..	289
Tabelle 98:	Patentanteile innerhalb der Schlüsseltechnologien, nach Ländern, in Prozent 2013-2015	290
Tabelle 99:	Publikationen innerhalb der Zukunftsfelder, nach Ländern, absolut und anteilig, 2015-2017	295
Tabelle 100:	Publikationen innerhalb der Schlüsseltechnologien, nach Ländern, absolut, 2015-2017	301
Tabelle 101:	Publikationen innerhalb der Schlüsseltechnologien, nach Ländern, absolut, 2015-2017	302
Tabelle 102:	Anteile der Ko-Patente und Ko-Publikationen Sachsens im Vergleich zu Gesamtdeutschland, nach Zukunftsfeldern, in Prozent.....	303
Tabelle 103:	Anteile der Ko-Patente und Ko-Publikationen Sachsens im Vergleich zu Gesamtdeutschland, nach Schlüsseltechnologien, in Prozent.....	304
Tabelle 104:	Abgrenzung der Zukunftsfelder nach der Wirtschaftszweiggliederung in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen nach WZ, 2008	326
Tabelle 105:	Methode der Verteilung des Maschinenbaus auf die Zukunftsfelder	327
Tabelle 106:	Abgrenzung der Zukunftsfelder nach der Wirtschaftszweiggliederung in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen nach WZ 2008 für die Prognose bis 2040	327
Tabelle 107:	Berufsgruppen mit Fachkräfte-Engpässen in Sachsen und deren Bedeutung für die sächsischen Zukunftsfelder (Mai 2017 bis April 2018) (sortiert nach abgeschlossener Vakanzzeit)	328
Tabelle 108:	Akademische Bildungsangebote der Hochschulen in den Zukunftsfeldern (Auswahl relevanter Fakultäten sächsischer Hochschulen).....	331
Tabelle 109:	Darstellung der Beschäftigung der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen	334
Tabelle 110:	Darstellung des Umsatzes der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen .	335
Tabelle 111:	Darstellung der Bruttowertschöpfung (BWS) der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen	336
Tabelle 112:	Darstellung der Produktivität der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen	337
Tabelle 113:	Darstellung der BWS-Prognose der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen	338
Tabelle 114:	Einflussfaktoren des Umsatzes mit neuen Produkten 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen	343
Tabelle 115:	Einflussfaktoren des Umsatzes mit Marktneuheiten 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen	344
Tabelle 116:	Einflussfaktoren des Umsatzes mit Sortimentsneuheiten 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen	345
Tabelle 117:	Einflussfaktoren der Kostensenkung durch Prozessinnovationen 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen	346

Tabelle 118:	Einflussfaktoren der Qualitätsverbesserung durch Prozessinnovationen 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen	347
Tabelle 119:	Transfer und Gründungsinfrastrukturen in Sachsen, 2018	348
Tabelle 120:	FuE-Personal während des Projekts [137], nach WZ und Schlüsseltechnologien ...	353
Tabelle 121:	FuE-Personal während des Projekts [137], nach WZ und Zukunftsfeldern.....	354
Tabelle 122:	Am Projekt beteiligte Mitarbeiter [141], nach WZ und Schlüsseltechnologien	355
Tabelle 123:	Am Projekt beteiligte Mitarbeiter [141], nach WZ und Zukunftsfeldern	356
Tabelle 124:	Erwarteter zusätzlicher Jahresumsatz [133], nach WZ und Schlüsseltechnologien .	357
Tabelle 125:	Erwarteter zusätzlicher Jahresumsatz [133], nach WZ und Zukunftsfeldern	358
Tabelle 126:	Neu einzustellende Personen für Verwertung [139], nach WZ und Schlüsseltechnologien	359
Tabelle 127:	Neu einzustellende Personen für Verwertung [139], nach WZ und Zukunftsfeldern	360
Tabelle 128:	Anzahl Förderfälle, nach WZ und Schlüsseltechnologien	361
Tabelle 129:	Anzahl Förderfälle, nach WZ und Zukunftsfeldern	362
Tabelle 130:	Fördervolumen, nach WZ und Schlüsseltechnologien	363
Tabelle 131:	Fördervolumen, nach WZ und Zukunftsfeldern	364
Tabelle 132:	Anzahl Förderfälle, nach WZ und Schlüsseltechnologien RL 02144	365
Tabelle 133:	Anzahl Förderfälle, nach WZ und Zukunftsfeldern RL 02144	366
Tabelle 134:	Fördervolumen, nach WZ und Schlüsseltechnologien RL 02144	367
Tabelle 135:	Fördervolumen, nach WZ und Zukunftsfeldern RL 02144	368
Tabelle 136:	Zuordnung Koordinierter DFG-Programme in Sachsen zu den Zukunftsfeldern der Innovationsstrategie.....	369
Tabelle 137:	Drittmittel sächsischer Hochschulen in Tsd. Euro, 2011-2016.....	373
Tabelle 138:	Durchschnittliche feldspezifische Zitatrate nach Fächergruppen, 2013-2015.....	374
Tabelle 139:	Exzellenzrate, 2005-2015	374
Tabelle 140:	Durchschnittliche Anzahl der Publikationen je Autor nach Fächergruppen, 2013-2017	375
Tabelle 141:	Top10 Patentanmelder in den Zukunftsfeldern (inkl. Anmelder außerhalb Sachsens), 2015	376
Tabelle 142:	Top10 Patentanmelder in den Schlüsseltechnologien (inkl. Anmelder außerhalb Sachsens), 2015.....	377
Tabelle 143:	Anzahl Förderfälle, nach WZ und Schlüsseltechnologien	378
Tabelle 144:	Fördervolumen, nach WZ und Schlüsseltechnologien	379
Tabelle 145:	Sektoral-technologisches Patentmapping 2009-2011, Freistaat Sachsen.....	380
Tabelle 146:	Sektoral-technologisches Patentmapping 2009-2011, Deutschland.....	380
Tabelle 147:	Outputindikatoren, nach Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien.....	381
Tabelle 148:	Regional Innovation Index der RIS-Regionen aus den Innovatorengruppen Innovation Leaders und Strong Innovators, in Prozent, 2017	382
Tabelle 149:	Regional Innovation Index der RIS-Regionen aus den Innovatorengruppen Moderate und Modest Innovators , in Prozent, 2017.....	383
Tabelle 150:	Anteil interner FuE-Aufwendungen am BIP für Sachsen, RIS Innovation Leaders und EU-28, in Prozent.....	384

Tabelle 151:	Anteil des FuE-Personals an der Gesamtbeschäftigung für Sachsen, RIS Innovation Leaders und EU-28, in Prozent	384
Tabelle 152:	Liste der Gemeinden Sachsens nach Typen, Stand 2018	387

Erläuterungsboxen

Box 1:	Digitalisierungskompass – Arbeitsmarkt digitaler Berufe in Sachsen	59
Box 2:	Das Mannheimer Innovationspanel (MIP)	66
Box 3:	BMBF-Projekte mit Vernetzungscharakter	106
Box 4:	Mannheimer Unternehmenspanel (MUP) des ZEW	247
Box 5:	Hightech- und wissensintensive Branchen	248
Box 6:	Gemeindetypenhierarchie	249

1. Einleitung

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), die Prognos AG sowie das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) wurden beauftragt, eine Studie mit „Analysen zum Innovationsstandort Sachsen“ zu erarbeiten. In dieser Studie sollen die innovationsbezogenen Aktivitäten, Kompetenzen und Potenziale der diesbezüglichen Akteure in Sachsen analysiert werden. In die Untersuchung einbezogen werden Unternehmen, Hochschulen sowie außeruniversitäre Forschungseinrichtungen.

Gerade für ein stark auf Technologieentwicklung und Innovationswettbewerb ausgerichtetes Bundesland wie Sachsen ist die regelmäßige Analyse des Innovationssystems und der Akteure dieses Systems sowie ihrer Zusammenarbeit und Vernetzung von besonderer Bedeutung, um Veränderungen rechtzeitig identifizieren zu können und auf solche auch politisch reagieren zu können. Einen wichtigen Rahmen für die Innovationspolitik des Landes bildete bisher die sächsische Innovationsstrategie von 2013. Sie benennt sogenannte Zukunftsfelder als wirtschaftlich-technologische Bereiche, in denen die technologische Entwicklung, aufbauend auf Stärken von Wirtschaft und Wissenschaft des Freistaates, vorangetrieben werden soll. Ebenfalls in der Innovationsstrategie hervorgehoben wird die Bedeutung der von der EU als Schlüsseltechnologien („Key Enabling Technologies“, KET) bezeichneten Technologiebereiche, denen im Vergleich – und im Unterschied – zu den Zukunftsfeldern eher der Charakter von Querschnittstechnologien zuzuschreiben ist, sie somit für zahlreiche Branchen und Angebote bedeutsam sind. Im Lichte technologischer Entwicklungen ist ein Zeitraum von fünf Jahren durchaus als ein längerer Zeitraum anzusehen, eine Anpassung und Neujustierung der Innovationsstrategie des Landes unter dem Eindruck veränderter Bedingungen und Entwicklungen ist daher fraglos angemessen. Die hier bearbeitete Studie soll durch ihre Analysen relevante Informationen zu Innovations- und Wissenschaftsakteuren und zu den Innovationspotenzialen des Landes erarbeiten und damit wichtige Entscheidungshilfen zu einer Überarbeitung der sächsischen Innovationsstrategie liefern.

Dabei werden zunächst die Potenziale betrachtet, die in Wissenschaft und Unternehmenssektor vorliegen und die die Innovationsbemühungen und ihre Erfolge ganz wesentlich mitbestimmen. Wichtige diesbezügliche Voraussetzungen werden im Bildungssystem gelegt, das aus diesem Grund hier – wenn auch nur in Form eines Exkurses – in die Betrachtung einbezogen wird (Kapitel 2). Die Innovationsträger des Landes, ihre unterschiedlichen Strategien, die Bedeutung von Forschung und Entwicklung (FuE) sowie ihre Erfolge werden in Kapitel 3 detailliert untersucht. Die Innovationsaktivitäten der unterschiedlichen Akteure werden natürlich

nicht losgelöst von den anderen Akteuren durchgeführt. Neues Wissen diffundiert, Unternehmen lassen sich von anderen Marktteilnehmern zu Innovationsideen anregen oder wissenschaftliche Einrichtungen arbeiten untereinander und mit Unternehmen zusammen, wenn es um die Bearbeitung von Innovationsprojekten geht. Dieser für das Innovationsgeschehen nicht unwesentliche Bereich wird in Kapitel 4 untersucht. Dabei geht es um die Darstellung der in Sachsen vorhandenen Transfer- und Gründungsunterstützungsinfrastruktur und deren Bewertung sowie um das Kooperationsverhalten von Unternehmen, insbesondere auch mit der Wissenschaft.

Besondere Bedeutung kommt in dieser Studie dem Kapitel 5 zu, in dem die Einbettung der großen Bereiche der sächsischen Zukunftsfelder der 2013er Innovationsstrategie (Umwelt, Rohstoffe, Digitale Kommunikation, Energie, Mobilität und Gesundheit) in das Innovations- und Technologiebildungsgeschehen des Freistaates analysiert wird. Dabei wird vom Status Quo der mit diesen Feldern korrespondierenden Branchengruppen sowie ihren Charakteristika in Forschung und Innovationstätigkeit und ihren technologischen und wissenschaftlichen Stärken über eine detaillierte Analyse der Innovationsträger in den Zukunftsfeldern bis zu prospektiven Betrachtungen der korrespondierenden Branchen und globaler Zukunftstrends ein breiter Untersuchungsschirm gespannt. Ziel hierbei ist es auch unterhalb der Ebene der breiten Abgrenzung der Zukunftsfelder Subbereiche zu identifizieren, die das besondere Augenmerk der Politik verdienen, beispielsweise in einer Form einer angepassten oder neuen Innovationsstrategie des Landes.

Den KET oder Schlüsseltechnologien kommt im Rahmen von Analysen zum Innovationsgeschehen in einem Bundesland eines EU-Staats natürlich ebenfalls eine wichtige Rolle zu. Aus diesem Grund werden in Kapitel 6 die technologischen und wissenschaftlichen Stärken sowie die Innovationsträger in den Schlüsseltechnologien analysiert. Die regionalen Unterschiede von Technologieentwicklung und Wissenschaftsaktivitäten innerhalb Sachsens sowie die kleinräumige Betrachtung des Unternehmensgründungsgeschehens mit einem Fokus auf forschungs- und wissensintensive Branchen und die Wagniskapitalverfügbarkeit innerhalb Sachsens wird in Kapitel 7 dargelegt. In Kapitel 8 wird die Position Sachsens bezüglich Indikatoren zu Innovation, Technologie und Wissenschaft im europäischen Vergleich betrachtet.

Die Studie schließt ab mit einer Gesamtschau der Befunde zu den unterschiedlichen Themen und einem umfassenden Resümee (Kapitel 9).

2. Innovationspotenziale

Die Expertise und Kompetenzen von Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen des Freistaates bilden die Basis der Innovationen am Innovationsstandort Sachsen. Aus diesem Grund soll zunächst dieser Basis Aufmerksamkeit geschenkt werden, um den Rahmen abzu- stecken, in dem sich die im Folgenden detailliert untersuchten technologischen Entwicklungen und Innovationen abspielen. So werden hier die wissenschaftlichen Strukturen, das inhaltliche Profil und die Leistungsfähigkeit der wissenschaftlichen Einrichtungen Sachsens, sowie die Struktur der Innovationsaktivitäten, die Innovationsaufwendungen und –erfolge sowie die In- novationshemmnisse der sächsischen Unternehmen dargestellt.

Die Verfügbarkeit von Mitarbeitern in den von den Unternehmen und Wissenschaftseinrichtun- gen benötigten Qualifikationen ist ebenfalls von hoher Bedeutung für die Innovationsmöglich- keiten im Freistaat. Aus diesem Grund wird das Thema Fachkräftesituation kurz, in Form eines Exkurses, betrachtet.

2.1. Bereich Wissenschaft

Struktur und Profil des Wissenschaftssystems

Wie im Technologiebericht 2018 detailliert dargestellt, verfügt der Freistaat Sachsen über eine starke und traditionsreiche Hochschullandschaft aus vier Universitäten (TU Dresden, Univer- sität Leipzig, TU Chemnitz und TU Freiberg), fünf Hochschulen für angewandte Wissen- schaften bzw. Fachhochschulen, fünf Kunsthochschulen, zwei Hochschulen der Verwaltung sowie 12 weitere staatlich anerkannte Hochschulen. Des Weiteren ist Sachsen Standort von sechs Instituten der Max-Planck-Gesellschaft, zwei Helmholtz-Zentren, einer Helmholtz-Institutsau- ßenstelle, drei Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung, 14 Fraunhofer-Instituten, -Insti- tutsteilen oder -Einrichtungen sowie zehn Instituten der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (inkl. Senckenberg-Institute). Hinzu kommen sieben landesfinanzierte Insti- tute.

Wissenschaftliche Ausbildung und Wissenschaftliches Personal

Grundlegende Hochschulkennzahlen für den Freistaat zeigen, dass es in den vergangenen zehn Jahren zu einem Anstieg von Absolventenzahlen und der Anzahl abgeschlossener Pro- motionen kam, die den in Sachsen eher geringen Aufwuchs im Bereich der Studierenden deut- lich überstieg (Tabelle 1). Während die Zahl des wissenschaftlichen Personals merklich zu- nahm, galt dies nur eingeschränkt für die Zahl der Professoren. Die Zahl der Habilitationen

war, dem gesamtdeutschen Trend folgend, in den vergangenen zehn Jahren sogar rückläufig. Relativ hat sich der Anteil des Freistaates an den gesamtdeutschen Aktivitäten in öffentlichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen damit überwiegend leicht verringert, im Hinblick auf Promotionen sind allerdings Zuwächse zu verzeichnen.

Tabelle 1: Hochschulkennzahlen Sachsen und Deutschland

	2005	2010	2015
Anzahl Sachsen			
Studierende	107.792	109.761	113.281
Absolventen	12.928	19.828	22.303
Promotionen	1.059	1.201	1.528
Habilitationen	90	83	73
wiss. Personal	13.711	17.077	19.833
Professoren	2.185	2.185	2.337
Deutschland			
Studierende	1.985.765	2.217.294	2.757.799
Absolventen	252.482	361.697	481.588
Promotionen	25.803	25.567	29.185
Habilitationen	2.001	1.755	1.627
wiss. Personal	240.186	324.367	385.311
Professoren	37.865	41.462	46.344
Anteil Sachsen an Deutschland			
Studierende	5,4 %	5,0 %	4,1 %
Absolventen	5,1 %	5,5 %	4,6 %
Promotionen	4,1 %	4,7 %	5,2 %
Habilitationen	4,5 %	4,7 %	4,5 %
wiss. Personal	5,7 %	5,3 %	5,1 %
Professoren	5,8 %	5,4 %	5,0 %

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Fachserie 11, 4.3.1, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Fachliche Schwerpunkte der sächsischen Hochschullandschaft liegen im Hinblick auf junge Nachwuchswissenschaftler (Promotionen) in den Bereichen Mathematik-Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften sowie Humanmedizin-Gesundheitswissenschaften.

Im Vergleich zu Aktivitäten anderer Fachbereiche bleiben geisteswissenschaftliche Lehre und Forschung in Sachsen unterdurchschnittlich vertreten (~3-4 %). Während sich die Anteile des Freistaates an allen deutschen Studierenden und Absolventen über die Fächergrenzen hinweg sonst nicht fundamental unterscheiden (~4,0-5,5 %), findet sich hinsichtlich der Promotionen eine klare Spezialisierung im Bereich Ingenieurwissenschaften (8,1 %, Tabelle 2).

Tabelle 2: Hochschulkenzzahlen Sachsen und Deutschland nach Fächergruppen, 2016

	Studierende	Absolventen	Promotionen
Sachsen			
Geisteswissenschaften	11.383	2.228	75
Sport	1.603	278	3
Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	33.787	7.537	219
Mathematik, Naturwissenschaften	11.008	2.452	432
Humanmedizin, Gesundheitswissenschaften	7.920	1.349	381
Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	2.445	484	55
Ingenieurwissenschaften	38.366	6.986	382
Kunst, Kunstwissenschaft	4.812	961	10
Deutschland			
Geisteswissenschaften	342.928	53.417	2.167
Sport	27.822	4.789	105
Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	1.025.852	192.308	4.794
Mathematik, Naturwissenschaften	315.393	55.160	8.782
Humanmedizin, Gesundheitswissenschaften	171.024	30.068	7.414
Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	63.253	11.798	1.008
Ingenieurwissenschaften	763.354	126.938	4.719
Kunst, Kunstwissenschaft	93.717	17.124	298
Anteil Sachsen an Deutschland			
Geisteswissenschaften	3,3 %	4,2 %	3,5 %
Sport	5,8 %	5,8 %	2,9 %
Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	3,3 %	3,9 %	4,6 %
Mathematik, Naturwissenschaften	3,5 %	4,4 %	4,9 %
Humanmedizin, Gesundheitswissenschaften	4,6 %	4,5 %	5,1 %
Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften	3,9 %	4,1 %	5,5 %
Ingenieurwissenschaften	5,0 %	5,5 %	8,1 %
Kunst, Kunstwissenschaft	5,1 %	5,6 %	3,4 %

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Fachserie 11, 4.3.1, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 3: Personal der Hochschulen für Forschung und Entwicklung, 2015

	Forscher	Sonstiges FuE-Personal	FuE-Personal Gesamt	Drittmittel- personal
Sachsen				
Geistes-, und Kunst- wissenschaften, Sport	679	75	754	467
Rechts-, Wirtschafts- und So- zialwissenschaften	905	128	1.032	587
Mathematik, Naturwissenschaften	1.338	350	1.687	1.135
Humanmedizin / Gesundheitswissenschaften	640	488	1.128	870
Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften*	140	90	229	107
Ingenieurwissenschaften	3.047	926	3.973	3.162
insgesamt	6.749	2.056	8.805	6.328
Deutschland				
Geistes-, und Kunst- wissenschaften, Sport	14.550	1.454	16.004	10.019
Rechts-, Wirtschafts- und So- zialwissenschaften	17.853	2.105	19.959	11.098
Mathematik, Naturwissenschaften	25.436	5.884	31.320	19.020
Humanmedizin / Gesundheitswissenschaften	14.012	13.701	27.713	15.992
Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften*	2.732	1.263	3.995	2.188
Ingenieurwissenschaften	28.564	6.477	35.041	24.623
insgesamt	103.148	30.884	134.032	82.940
Anteil				
Geistes-, und Kunst- wissenschaften, Sport	4,7 %	5,2 %	4,7 %	4,7 %
Rechts-, Wirtschafts- und So- zialwissenschaften	5,1 %	6,1 %	5,2 %	5,3 %
Mathematik, Naturwissenschaften	5,3 %	5,9 %	5,4 %	6,0 %
Humanmedizin / Gesundheitswissenschaften	4,6 %	3,6 %	4,1 %	5,4 %
Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften*	5,1 %	7,1 %	5,7 %	4,9 %
Ingenieurwissenschaften	10,7 %	14,3 %	11,3 %	12,8 %
insgesamt	6,5 %	6,7 %	6,6 %	7,6 %

Anmerkung: *inkl. Veterinärmedizin.

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Fachserie 11, 4.3.2, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Diese fachlichen Schwerpunkte im Bereich der Promovierenden spiegeln sich, wie Tabelle 3 verdeutlicht, auch im Bereich des allgemeinen FuE-Personals an Hochschulen. Während der Freistaat Sachsen üblicherweise Anteile von ca. 3,5-6,0 % am FuE-Personal deutscher Hochschulen erreicht, liegt er in den Ingenieurwissenschaften generell deutlich über 10 %. Am höchsten ist mit 14,3 % der Anteil Sachsens am sonstigen FuE-Personal aller Hochschulen in den Ingenieurwissenschaften, gespiegelt in einem Anteil von 12,8 % am entsprechenden Drittmittelpersonal. Überdurchschnittlich ist ebenfalls der Anteil von sonstigem FuE-Personal im Bereich Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften (7,1 %), das in diesem Feld allerdings nicht von einem überdurchschnittlichen Anteil an Drittmittelstellen begleitet wird.

Insgesamt ist der Anteil des Freistaates an allen akademischen Drittmittelstellen in Deutschland höher (7,6 %) als jener am universitären FuE-Personal insgesamt (6,6 %), zurückzuführen vor allem auf die Bereiche Ingenieurwissenschaften, Humanmedizin-Gesundheitswissenschaften sowie – eingeschränkt – Mathematik und Naturwissenschaften.

Finanzen und Drittmittel

Insgesamt liegen die Ausgaben sächsischer Hochschulen bei 5 % aller Ausgaben deutscher Hochschulen (Tabelle 4). Während die Personalausgaben und der laufende Sachaufwand im Kalenderjahr 2015-2016 weiterhin leicht anstiegen, gingen die Investitionsaufgaben merklich zurück (-14,1 %). Mit 6,8 % aller deutschen Drittmittel akquirieren sächsische Hochschulen demgegenüber einen deutlich über ihren Anteil an allen universitären Ausgaben hinausgehenden Anteil. Hierbei lag und liegt ein besonderer Schwerpunkt auf öffentlichen Drittmitteln des Bundes sowie direkten Förderungen der Europäischen Union (exklusive als Landesmittel vergebene EFRE-Zuweisungen).

Gerade im Bereich direkter europäischer Fördermittel kam es allerdings in den vergangenen Jahren zu deutlichen Rückgängen, in deren Verlauf Sachsens Anteil an allen deutschen Förderungen von 15,7 auf 9,3 % zurückging (Tabelle 5). In absoluten Zahlen entspricht dies einem Rückgang von 104,1 Mio. Euro auf 54,1 Mio. Euro. Zugenommen hat im gleichen Zeitraum hingegen die Einwerbung von Drittmitteln der DFG, bezüglich derer der Anteil Sachsens am gesamtdeutschen Aufkommen von ca. 4,5 in 2006 auf mehr als 6 % in 2016 anstieg, was in absoluten Zahlen einem Anstieg von 49,7 Mio. Euro auf 153,1 Mio. Euro entsprach. In relativer Betrachtung stabil blieben demgegenüber Sachsens Anteil an der öffentlichen Förderung des Bundes und der Länder sowie der Anteil an aus der gewerblichen Wirtschaft eingeworbenen Drittmittel. Absolut betrachtet kam es auch hier zu erheblichen Zunahmen von 84,3 Mio. Euro auf 190,1 Mio. Euro bzw. von 49,8 Mio. Euro auf 75,8 Mio. Euro. Der Gesamtanteil sächsischer Hochschulen am deutschen Drittmittelaufkommen liegt damit seit ca. 2010 stabil bei 7 % oder merklich darüber (Tabelle 6).

Tabelle 4: Ausgaben sächsischer Hochschulen in Tsd. Euro, 2016

	Personal- ausgaben	Laufender Sachaufwand	Investitions- ausgaben	gesamt
Sachsen	1.592.714	743.358	267.693	2.603.765
Deutschland	29.987.698	17.540.515	4.585.317	52.113.531
alte Länder	23.811.912	14.367.726	3.651.718	41.831.356
übrige neue Länder*	4.583.073	2.429.431	665.906	7.678.410
Anteil SN an DE	5,3%	4,2%	5,8%	5,0%
Anteil SN an neuen Ländern*	25,8%	23,4%	28,7%	25,3%

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Fachserie 11, 4.5, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 5: Drittmittel sächsischer Hochschulen in 1.000 Euro, 2016

Drittmittel nach Drittmittelgeber, Sachsen und Deutschland						
	öffentliche Drittmittel (Bund)	öffentliche Drittmittel (Länder)	DFG	Wirtschaft	EU	gesamt
Sachsen	186.004	4.131	153.120	75.787	54.089	512.903
Deutschland	1.994.640	115.244	2.472.865	1.464.959	583.959	7.498.674
alte Länder	1.425.715	96.750	1.959.751	1.243.182	454.269	5.866.371
übrige neue Länder *	382.920	14.361	359.995	145.988	75.600	1.119.399
Anteil SN an DE	9,3%	3,6%	6,2%	5,2%	9,3%	6,8%
Anteil SN an neuen Ländern*	32,7%	22,3%	29,8%	34,2%	41,7%	31,4%

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Fachserie 11, 4.5, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Auch im Bereich Drittmittel spiegelt sich die im vorangehenden Abschnitt zu akademischer Ausbildung und wissenschaftlichem Personal dargestellte, eindeutige Schwerpunktsetzung im Fachbereich Ingenieurwissenschaften (Tabelle 7). Mit 238,3 Mio. Euro (2016) entfallen auf diesen Bereich ca. 46,5 % aller Drittmittel sächsischer Hochschulen, dagegen kommt selbst der Fachbereich Humanmedizin/Gesundheitswissenschaften nur auf ca. 16,5 %. Ungeachtet der absolut erheblichen Zunahme des Drittmittelaufkommens haben sich diese disziplinären Akquisitionsschwerpunkte seit 2006 relativ betrachtet nur unwesentlich verändert.

Zwischen 2006 und 2016 kam es relativ betrachtet in den Bereichen Kunst/Kunstwissenschaft (+416 %) sowie dem Bereich Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (+245 %) zu den größten Anstiegen, in den absolut bedeutendsten Bereichen Ingenieurwissenschaften

(+152 %) und Humanmedizin/Gesundheitswissenschaften (+154 %) lag der relative Anstieg dagegen nur knapp über dem der Gesamtmittel von +135 %. Dennoch führte diese Entwicklung in Summe nicht zu einer Konvergenz zwischen den Fächern, da z.B. in den Naturwissenschaften und der Mathematik unterdurchschnittliche (+96 %) und in den Geisteswissenschaften sogar negative Entwicklungen verzeichnet wurden.

Unter den sächsischen Hochschulen erzielt die TU Dresden die bei weitem höchsten Werte bei der Einwerbung von Drittmitteln (1,02 Mrd. Euro + 220 Mio. Euro Klinikum), mehr als doppelt so viel als die auf sie folgende Gruppe von Universität Leipzig (350 Mio. Euro + 209 Mio. Euro Klinikum), TU Chemnitz (341 Mio. Euro) und TU Bergakademie Freiberg (277 Mio. Euro). Alle weiteren Hochschulen werben in deutlich geringerem Umfang Drittmittel ein. Unter ihnen erwähnenswert bleiben dabei die Westsächsische Hochschule Zwickau, die Hochschule Zittau/Görlitz (FH), die HTWK Leipzig sowie die Hochschule Mittweida, die in der Periode von 2011-16 jeweils Drittmittel in Höhe von 30-40 Mio. Euro einwarben (Tabelle 9).

Im Vergleich der Perioden 2006-10 (Tabelle 10) und 2011-16 (Tabelle 9) hat sich die Einwerbung von Drittmitteln durch sächsische Hochschulen um 70 %, d.h. absolut um mehr als eine Mrd. Euro erhöht. Während die Drittmittelzahlen der vier führenden Universitäten um vergleichbare oder leicht niedrigere Werte stiegen, sind bei den absolut weniger drittmittelstarken, kleineren Hochschulen höhere Wachstumsraten zu verzeichnen (Westsächsische HS Zwickau +81 %, HS Zittau/Görlitz +145 %, HTWK Leipzig +129 %, HS Mittweida +138 %).

Tabelle 6: Drittmittel sächsischer Hochschulen, 2006-2016

Drittmittel nach Drittmittelgeber, Anteil Sachsen an Deutschland					
	öffentliche Drittmittel (Bund und Länder)	DFG	Wirtschaft	EU	gesamt
2006	8,6 %	4,5 %	4,9 %	5,4 %	5,7 %
2007	8,7 %	4,2 %	5,2 %	6,1 %	5,8 %
2008	10,1 %	4,6 %	5,5 %	5,1 %	6,3 %
2009	8,9 %	4,4 %	5,5 %	10,7 %	6,4 %
2010	9,6 %	5,0 %	6,2 %	12,9 %	7,2 %
2011	8,6 %	5,0 %	5,8 %	13,2 %	6,9 %
2012	8,4 %	5,3 %	5,9 %	13,2 %	7,1 %
2013	8,6 %	5,8 %	6,8 %	13,1 %	7,6 %
2014	8,5 %	5,5 %	5,9 %	15,7 %	7,4 %
2015	8,4 %	6,6 %	5,6 %	11,5 %	7,3 %
2016	8,5 %	6,2 %	5,2 %	9,3 %	6,8 %

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Sonderauswertung, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 7: Drittmittel sächsischer Hochschulen nach Fächergruppen, in Tsd. Euro

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften, Veterinärmedizin	4.052	4.817	4.778	6.235	8.067	7.784	7.827	8.384	7.182	8.149	7.900
Sprach- /Kulturwissenschaften bzw. Geisteswissenschaften (ab 2012)	16.711	14.586	15.057	16.719	20.489	20.694	23.851	12.074	9.905	8.575	10.660
Humanmedizin/ Gesundheitswissenschaften	32.174	37.147	49.429	62.577	72.351	73.565	94.516	81.948	78.702	81.744	81.714
Ingenieurwissenschaften	94.412	110.785	138.730	149.115	183.584	188.591	198.502	255.907	252.631	241.342	238.344
Kunst, Kunstwissenschaft	916	785	1.750	3.436	4.111	4.296	3.089	3.718	4.908	5.444	4.727
Mathematik, Naturwissenschaften	41.943	51.195	62.877	64.449	81.563	90.572	92.054	81.791	82.858	91.921	82.318
Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	8.604	11.967	14.644	14.877	19.718	24.002	25.004	36.668	35.824	31.124	29.694
Sport	1.473	1.903	2.043	2.254	2.471	1.640	2.110	3.283	2.417	3.330	2.548
Zentrale Einrichtungen (ohne klinikspezifische)	17.584	11.180	14.846	21.800	29.687	22.979	30.111	54.543	61.392	65.633	50.958
Zentrale Einrichtungen der Hochschulkliniken (nur Humanmedizin)	329	1.507	2.106	1.955	1.677	2.703	2.022	3.360	3.535	4.096	4.040
insgesamt	218.200	245.870	306.260	343.419	423.717	436.825	479.086	541.675	539.355	541.358	512.903
zum Vergleich											
Deutschland	3.855.212	4.262.247	4.852.844	5.348.139	5.907.942	6.372.354	6.759.801	7.124.914	7.327.256	7.457.004	7.498.674
alte Länder	3.043.192	3.379.902	3.812.582	4.162.777	4.538.574	4.904.879	5.245.751	5.496.684	5.636.315	5.754.319	5.866.371
Neue Länder* (o. SN)	593.820	636.474	734.002	841.943	945.651	1.030.649	1.034.964	1.086.555	1.151.586	1.161.328	1.119.400

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Sonderauswertung, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 8: Drittmittel sächsischer Hochschulen nach Fächergruppen, Anteil an Deutschland, in Prozent

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften, Veterinärmedizin	4,1 %	4,3 %	3,8 %	4,5 %	5,2 %	5,0 %	4,8 %	4,9 %	4,4 %	5,0 %	4,6 %
Sprach- /Kulturwissenschaften bzw. Geisteswissenschaften (ab 2012)	7,4 %	5,7 %	5,2 %	4,9 %	5,8 %	5,1 %	5,5 %	3,8 %	2,9 %	2,4 %	2,9 %
Humanmedizin/ Gesundheitswissenschaften	3,8 %	4,3 %	5,0 %	5,8 %	5,8 %	5,6 %	7,7 %	7,0 %	6,0 %	6,0 %	5,8 %
Ingenieurwissenschaften	11,6 %	12,0 %	13,7 %	13,0 %	14,3 %	13,5 %	13,8 %	13,5 %	13,3 %	12,2 %	12,1 %
Kunst, Kunstwissenschaft	2,8 %	2,5 %	4,5 %	7,7 %	8,6 %	8,7 %	5,5 %	6,1 %	7,7 %	8,8 %	6,2 %
Mathematik, Naturwissenschaften	4,5 %	4,7 %	4,9 %	4,6 %	5,3 %	5,5 %	5,4 %	5,4 %	5,6 %	6,2 %	5,5 %
Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	3,6 %	5,0 %	5,6 %	4,9 %	6,1 %	7,2 %	7,0 %	6,8 %	6,4 %	5,8 %	5,3 %
Sport	6,6 %	8,4 %	8,7 %	8,6 %	8,4 %	5,7 %	6,6 %	9,7 %	7,3 %	8,7 %	6,4 %
Zentrale Einrichtungen (ohne klinikspezifische)	3,9 %	2,2 %	2,4 %	3,5 %	4,0 %	2,8 %	3,3 %	5,5 %	5,5 %	6,0 %	4,8 %
Zentrale Einrichtungen der Hochschulkliniken (nur Humanmedizin)	0,2 %	0,7 %	0,9 %	0,8 %	0,9 %	1,2 %	0,5 %	0,7 %	0,9 %	1,1 %	1,1 %
insgesamt	5,7 %	5,8 %	6,3 %	6,4 %	7,2 %	6,9 %	7,1 %	7,6 %	7,4 %	7,3 %	6,8 %
Sachsens Anteil an											
neuen Ländern*	26,9 %	27,9 %	29,4 %	29,0 %	30,9 %	29,8 %	31,6 %	33,3 %	31,9 %	31,8 %	31,4 %

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Sonderauswertung, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 9: Drittmittel sächsischer Hochschulen in Tsd. Euro, 2011-2016

Drittmittel 2011-2016					
	öffentliche Drittmittel (Bund und Länder)	DFG	Wirtschaft	EU	gesamt
TU Dresden (ohne Klinikum)	312.974	318.466	157.139	185.230	1.019.493
TU Dresden (Klinikum)	51.693	96.063	37.402	15.349	220.059
U Leipzig (ohne Klinikum)	106.015	121.536	29.864	58.481	350.602
U Leipzig (Klinikum)	86.514	47.199	48.832	8.883	208.934
TU Chemnitz	142.902	93.113	41.869	55.467	340.771
TU Bergakademie Freiberg	145.177	10.364	61.895	53.837	277.477
Westsächsische H Zwickau	26.270	1.199	4.691	3.058	37.497
H Zittau/Görlitz (FH)	10.339	231	8.939	16.078	36.645
HTWK Leipzig	15.900	327	2.739	12.842	32.953
H Mittweida	15.721	43	8.631	8.006	32.742
HTW Dresden	10.517	520	3.053	4.041	18.633
andere	11.520	5.942	7.572	2.271	38.571

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Sonderauswertung, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 10: Drittmittel sächsischer Hochschulen in Tsd. Euro, 2006-2010

Drittmittel 2006-2010					
	öffentliche Drittmittel (Bund und Länder)	DFG	Wirtschaft	EU	gesamt
TU Dresden (ohne Klinikum)	247.069	142.516	98.273	92.097	620.892
TU Dresden (Klinikum)	32.537	42.947	29.717	5.083	122.028
U Leipzig (ohne Klinikum)	66.552	72.939	23.061	25.453	201.213
U Leipzig (Klinikum)	50.126	19.770	32.421	9.196	126.619
TU Bergakademie Freiberg	68.322	32.642	66.474	19.878	187.315
TU Chemnitz	67.937	49.711	39.782	22.644	181.742
H Zittau/Görlitz (FH)	8.032	33	10.453	942	20.691
H Mittweida	10.789	113	2.117	1.563	14.966
HTW Dresden	5.915	42	6.263	1.929	14.411
Westsächsische H Zwickau	8.569	199	3.873	1.102	13.777
HTWK Leipzig	5.813	313	3.004	3.565	12.694
andere	5.355	2.340	3.511	2.366	21.118

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Sonderauswertung, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Ergebnisse wissenschaftlicher Aktivitäten in Sachsen

Publikationsaufkommen in Sachsen

Die Entwicklung der absoluten Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen ermöglicht eine erste Einordnung des sächsischen Wissenschaftssystems. Tabelle 11 stellt die absolute Anzahl der Zeitschriftenbeiträge aus Sachsen, den alten Ländern, den übrigen neuen Ländern inkl. Berlin sowie Deutschland und der Welt in den Jahren 2005 bis 2017 dar. Auch wenn die Zahl der Publikationen in den neuen Ländern dabei etwas dynamischer ansteigt als jene in den alten Ländern, tragen letztere mit mehr als 100.000 Veröffentlichungen (2017) noch immer etwa drei Viertel zur Gesamtpublikationsmenge Deutschlands bei, während die neuen Länder mit etwa 11.000 Publikationen in Sachsen und ca. 26.000 Beiträgen aus den übrigen neuen Ländern lediglich ein Viertel zum Gesamtoutput beitragen. In Vergleich zu anderen Regionen zeigt sich Sachsen mit einem um knapp 80 % gesteigerten Publikationsoutput zwischen 2005 und 2017 allerdings sehr dynamisch.

Tabelle 11: Anzahl der Zeitschriftenveröffentlichungen, 2005-2017

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Sachsen	6.011	6.517	7.172	7.438	7.824	7.994	8.730
alte Länder	72.571	77.180	79.591	81.120	84.802	86.816	92.012
übrige neue Länder*	17.520	18.973	19.692	20.248	21.365	22.107	23.824
Deutschland	89.790	95.966	98.948	100.543	105.549	107.920	114.433
Welt	1.373.261	1.474.494	1.551.851	1.602.291	1.689.560	1.740.421	1.867.564
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Sachsen	9.127	9.746	10.157	10.101	10.498	10.611	
alte Länder	97.313	101.004	102.067	99.863	102.911	103.546	
übrige neue Länder*	25.253	25.801	26.192	25.843	26.481	26.497	
Deutschland	120.751	125.406	129.456	130.197	134.768	134.094	
Welt	1.957.277	2.084.646	2.167.550	2.177.688	2.213.480	2.195.991	

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Tabelle 12 und Tabelle 13 zeigen die Verteilung der Publikationsaktivitäten auf die einzelnen Organisationstypen in Sachsen und Deutschland. Publikationen universitärer Wissenschaftler machen dabei sowohl in Sachsen (knapp 60 %) als auch in Deutschland (knapp 70 %) den größten Anteil aller Publikationen aus. An ca. 14 % aller sächsischen Publikationen ist die WGL beteiligt, weitaus überdurchschnittlich im Vergleich zum gesamtdeutschen Mittel von 6 %. Die Industrie ist auf gesamtdeutscher Ebene relativ gesehen häufiger vertreten als in Sachsen, wo Publikationen von Unternehmen einen sehr geringen Anteil ausmachen.

In dynamischer Betrachtung verläuft die Entwicklung der Publikationszahlen für die meisten Institutionstypen in Sachsen und Deutschland vergleichbar: In beiden Fällen zeigen sich besonders dynamische Entwicklungen bei den Institutionen der HGF, der Fachhochschulen und der WGL, während die Anzahl der Publikationen aus der Industrie weitestgehend stagnierte. Relativ betrachtet herausragend entwickelten sich insbesondere die Publikationsaktivitäten sächsischer Fraunhofer Institute, die sich zwischen 2005 und 2017 mehr als vervierfachten, während auf gesamtdeutscher Ebene lediglich eine Verdopplung stattfand.

Tabelle 12: Anzahl der Zeitschriftenveröffentlichungen nach Organisationstypen (Sachsen), 2005-2016

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Fraunhofer	65	68	90	152	182	177	221	245	255	323	262	290
HGF	512	552	707	796	824	813	926	914	1.057	1.087	1.112	1.230
MPG	795	874	938	1.007	1.027	1.023	1.096	1.176	1.195	1.245	1.199	1.203
WGL	720	845	1.034	1.012	1.174	1.139	1.199	1.238	1.321	1.431	1.302	1.452
Uni	3.163	3.525	3.668	3.927	3.999	4.322	4.858	5.222	5.792	5.951	5.895	5.956
FH	37	40	41	46	51	65	72	76	69	85	89	78
Industrie	53	66	83	85	71	54	64	55	57	57	43	36

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 13: Anzahl der Zeitschriftenveröffentlichungen nach Organisationstypen (Deutschland), 2005-2016

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Fraunhofer	946	1.049	990	1.257	1.351	1.383	1.585	1.577	1.742	1.999	1.798	1.836
HGF	7.485	8.332	9.052	9.251	10.074	10.622	11.464	12.327	13.518	14.204	14.802	14.731
MPG	7.511	8.010	8.369	8.694	9.225	9.621	10.153	10.768	10.864	10.781	10.540	10.420
WGL	3.894	4.472	4.770	5.219	5.585	6.061	6.514	6.951	7.513	7.911	7.823	7.988
Uni	60.338	65.004	66.392	69.127	72.997	75.894	81.849	86.106	89.680	92.018	91.412	91.358
FH	714	814	874	967	1.101	1.228	1.320	1.657	1.718	1.833	1.922	2.076
Industrie	4.025	4.133	4.329	4.181	4.071	3.858	4.179	4.256	4.184	4.197	4.272	3.899

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Thematische Ausrichtung

Ergänzend zur Gesamtpublikationsanzahl stellt die Tabelle 14 die thematischen Schwerpunkte der Publikationen Sachsens im Vergleich zu den alten Ländern, den übrigen neuen Ländern, Deutschland und der Welt dar.

Grundsätzlich wird etwa ein Drittel aller wissenschaftlichen Arbeiten in Sachsen, Deutschland und der Welt im Bereich Medizin veröffentlicht. Den naturwissenschaftlichen Fächern sowie dem Ingenieurwesen und den Materialwissenschaften können jeweils zwischen 10 und 20 % aller deutschen Publikationen zugeordnet werden. Während die entsprechenden Anteile in den alten und übrigen neuen Ländern nur unwesentlich vom nationalen Mittelwert abweichen, sind

in Sachsen vor allem die Publikationsanteile in den Feldern Physik und Astronomie (20 vs. 16 %) sowie Materialwissenschaften (17 vs. 10 %) deutlich höher als im gesamtdeutschen Mittel. Leicht erhöht sind auch die Anteile in den Bereichen Ingenieurwesen (12 vs. 10 %) und Chemie (13 vs. 11 %).

Tabelle 14: Anteil der Zeitschriftenveröffentlichungen nach Fächergruppen an allen Publikationen, 2013-2017

	Sachsen	Alte Länder	übrige neue Länder*	Deutschland	Welt
Agrar- und Biowissenschaften	10 %	9 %	12 %	10 %	10 %
Kunst- und Geisteswissenschaften	2 %	3 %	3 %	3 %	6 %
Biochemie, Genetik und Molekularbiologie	16 %	17 %	19 %	17 %	15 %
Management und Buchhaltung	1 %	2 %	2 %	2 %	4 %
Verfahrenstechnik	5 %	5 %	5 %	5 %	6 %
Chemie	13 %	11 %	12 %	11 %	11 %
Informatik	4 %	4 %	4 %	4 %	16 %
Entscheidungswissenschaften	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Zahnmedizin	1 %	1 %	0 %	1 %	1 %
Geowissenschaften und Planetologie	5 %	7 %	7 %	7 %	6 %
Wirtschaft, Ökonometrie und Finanzen	1 %	2 %	2 %	2 %	3 %
Energie	2 %	2 %	2 %	2 %	5 %
Ingenieurwesen	12 %	10 %	8 %	10 %	26 %
Umweltwissenschaften	8 %	5 %	6 %	5 %	7 %
Gesundheitsberufe	1 %	1 %	1 %	1 %	2 %
Immunologie und Mikrobiologie	3 %	4 %	5 %	4 %	4 %
Materialwissenschaften	17 %	9 %	10 %	10 %	13 %
Mathematik	5 %	5 %	5 %	5 %	9 %
Medizin	30 %	34 %	32 %	33 %	36 %
Multidisziplinär	2 %	2 %	2 %	2 %	2 %
Neurowissenschaften	5 %	5 %	5 %	5 %	3 %
Pflege	1 %	1 %	1 %	1 %	2 %
Pharmakologie, Toxikologie und Pharma-	2 %	3 %	3 %	3 %	4 %
Physik und Astronomie	20 %	16 %	16 %	16 %	15 %
Psychologie	4 %	3 %	3 %	3 %	3 %
Sozialwissenschaften	4 %	6 %	6 %	6 %	12 %
Veterinärmedizin	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %

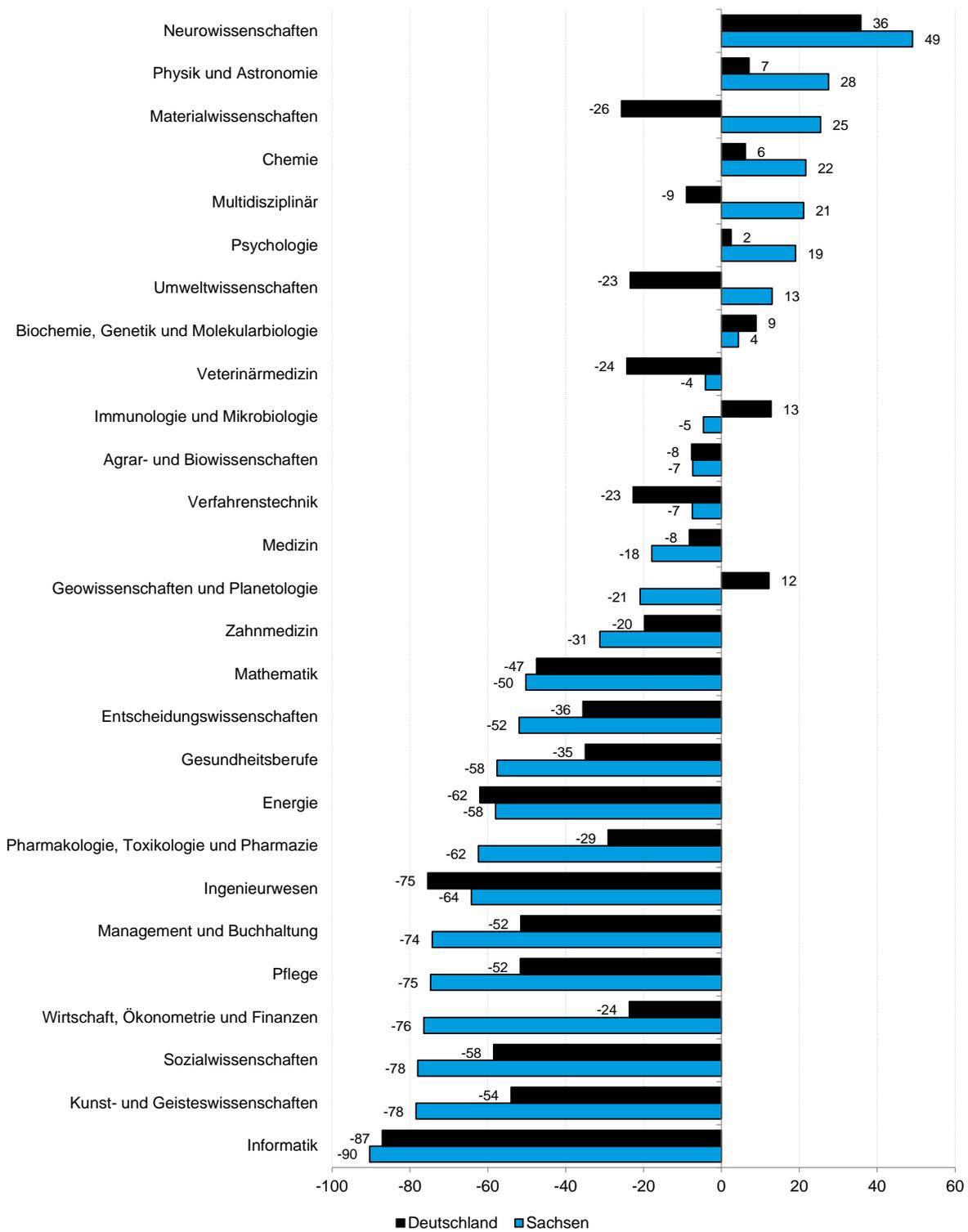
Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Der Spezialisierungsindex RLA ist ein Indikator, der sich dazu eignet, die thematischen Schwerpunkte verschiedener Regionen ungeachtet von der jeweiligen Gesamtzahl der Publikationen miteinander zu vergleichen. Er setzt den Anteil eines bestimmten Feldes in einer Region in Relation zum Anteil dieses Feldes in der Welt (der RLA wird analog zum RPA für Publikationen berechnet, Details zur Methodik siehe Anhang Abschnitt 11.3).

Abbildung 1 stellt die thematischen Profile Sachsens und Deutschlands dar. Dabei zeigt sich die höchste überdurchschnittliche Spezialisierung im Vergleich zum Weltdurchschnitt im Feld Neurowissenschaften sowohl für Sachsen als auch für Deutschland insgesamt. Auch die Fächer Physik und Astronomie spielen zwar sowohl in den Wissenschaftsprofilen Sachsens als auch Deutschlands eine übergeordnete Rolle, diese ist jedoch in Sachsen, wie bereits festgestellt, stärker ausgeprägt. Die Materialwissenschaften bilden einen weiteren Fokus in Sachsen, während der Anteil der Publikationen in diesem Feld auf gesamtdeutscher Ebene unterdurchschnittlich bleibt. Ein ähnliches Bild zeigt sich für die Umweltwissenschaften. Zu den relativen Schwächen Sachsens gehören u.a. die Informatik, die Kunst- und Geisteswissenschaften, die Sozialwissenschaften sowie der Bereich Wirtschaft, Ökonomie und Finanzen. Auch Deutschland insgesamt besitzt international keinen akademischen Schwerpunkt in diesen Bereichen, jedoch weist es besonders im Fach Wirtschaft, Ökonometrie und Finanzen, aber auch in den Sozial- und Geisteswissenschaften, höhere Anteile auf als Sachsen.

Abbildung 1: Spezialisierungsprofil nach Fächergruppen, 2013-2017



Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Exzellenz in der Forschung

Die Exzellenz sächsischer Wissenschaftler bzw. die Attraktivität des Freistaates als Arbeitsort für Spitzenforscher lässt sich anhand unterschiedlicher Indikatoren bewerten.

Partizipation an herausgehobenen Förderprogrammen

Die aktuelle Partizipation sächsischer Wissenschaftler an koordinierten DFG-Programmen ergibt ein Bild, das sich mit dem der vorausgehenden Auswertungen zu Personal und Finanzen des Wissenschaftssektors deckt (Tabelle 15). Entsprechend Sachsens Anteil am FuE-Personal aller deutschen Hochschulen von 6,6 % bzw. seinem Anteil am Gesamt-Drittmittel-aufkommen von 6,8 % liegt auch die Beteiligung sächsischer Wissenschaftler an Sonderforschungsbereichen, Schwerpunktprogrammen, Graduiertenkollegs und Forschungsgruppen zwischen 4 und 9 %.

Tabelle 15: Anzahl laufender koordinierter DFG-Förderprojekte in Sachsen, 2018

	Sachsen	Deutschland	Anteil Sachsen
laufende Sonderforschungsbereiche			
Naturwissenschaften	3	80	3,8 %
Lebenswissenschaften	6	102	5,9 %
Ingenieurwissenschaften	4	45	8,9 %
Geistes- und Sozialwissenschaften	3	33	9,1 %
laufende Schwerpunktprogramme			
Naturwissenschaften	3	29	10,3 %
Lebenswissenschaften	2	28	7,1 %
Ingenieurwissenschaften	7	37	18,9 %
Geistes- und Sozialwissenschaften	0	11	0,0 %
laufende Graduiertenkollegs			
Naturwissenschaften	2	61	3,3 %
Lebenswissenschaften	3	69	4,3 %
Ingenieurwissenschaften	4	31	12,9 %
Geistes- und Sozialwissenschaften	1	60	1,7 %
laufende Forschungsgruppen			
Naturwissenschaften	3	38	7,9 %
Lebenswissenschaften	6	60	10,0 %
Lebenswissenschaften (klinisch)	0	12	0,0 %
Ingenieurwissenschaften	2	28	7,1 %
Geistes- und Sozialwissenschaften	1	51	2,0 %

Quelle: DFG-Förderstatistik, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Eine Ausnahme bilden – entsprechend ihres überdurchschnittlichen Anteils an FuE-Personal und Drittmitteln – die Ingenieurwissenschaften, in denen sächsische Wissenschaftler merklich

überdurchschnittlich an Schwerpunktprogrammen und Graduiertenkollegs partizipieren. Dies gilt jedoch nicht für Sonderforschungsbereiche und Forschungsgruppen.

Ihrer Ausrichtung auf Fragen der Grundlagenforschung geschuldet, lassen sich diese, noch dazu oft interdisziplinär angelegten, Forschungsvorhaben nur begrenzt den Zukunftsfeldern der sächsischen Innovationsstrategie zuordnen (Tabelle 16).¹ Versucht man eine solche Zuordnung, ergibt sich für die genannten herausragenden Forschungsaktivitäten eine klare Schwerpunktsetzung in den Zukunftsfeldern Gesundheit (inkl. klinische Forschung), Umwelt sowie eine erhebliche Zahl von koordinierten DFG-Forschungsprojekten, die sich allerdings auch bei näherer Betrachtung keinem Zukunftsfeld zuordnen lassen. Die Anzahl der koordinierten Programme, die sich recht unmittelbar mit Fragestellungen aus den Bereichen Digitale Kommunikation, Energie oder Mobilität befasst, bleibt in Sachsen dagegen eher gering. Diese Schwerpunktsetzung ist insbesondere hinsichtlich der 20 Sonderforschungsbereiche festzustellen, während sich andere koordinierte Programme gleichmäßiger (SPP) oder leicht abweichend (GRK, FOR) über alle Zukunftsfelder verteilen.

Des Weiteren hat sich die zu Beginn der 2010er Jahre noch deutlich fluktuierende und teils unterdurchschnittliche Erfolgsquote sächsischer Wissenschaftler beim European Research Council in den vergangenen Jahren auf einem Niveau von mehr als 7 % eingespielt, das dem Anteil des Freistaates an allen hochschulischen FuE-Aktivitäten Deutschlands angemessen entspricht (Tabelle 17).

Tabelle 16: Laufende koordinierte DFG Projekte nach Zukunftsfeldern in Sachsen, 2018

	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	Umwelt	sonstige
Sonderforschungsbereiche, SFB	1	2	6	-	5	6
Schwerpunktprogramme, SPP	2	3	2	-	2	3
Graduiertenkollegs, GRK	3	-	1	-	1	5
Forschergruppen, FOR	-	-	5	2	-	4
gesamt	6	5	14	2	9	18

Quelle: DFG-Onlinestatistik, interne Dokumentationen des SMWK, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

¹ Bei den sogenannten „Zukunftsfeldern“, zu denen in folgenden Kapiteln detaillierte Analysen folgen, handelt es sich um Schwerpunktbereiche im Rahmen der in der Entwicklung befindlichen Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen.

Tabelle 17: ERC Grants in Sachsen, 2010-2017

	Sachsen	Deutschland	Anteil Sachsen
2010	5	124	4,0 %
2011	11	155	7,1 %
2012	10	152	6,6 %
2013	4	151	2,6 %
2014	2	66	3,0 %
2015	13	222	5,9 %
2016	16	211	7,6 %
2017	11	149	7,4 %

Quelle: eCorda-Datenbank zum FP7 vom 6.10.2014 und zu H2020 vom 30.9.2017, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Wissenschaftliche Produktivität

Der im vorangegangenen Kapitel dargestellte absolute Publikationsoutput ist naturgemäß stark von der Anzahl der Wissenschaftler abhängig. Um die Produktivität des sächsischen Wissenschaftssektors zu bewerten, ist daher eine Normalisierung der Zahlen mit der Anzahl der beteiligten Wissenschaftler erforderlich. Vor diesem Hintergrund betrachtet Tabelle 18 die durchschnittliche Anzahl der wissenschaftlichen Artikel, die ein in Scopus registrierter Autor pro Jahr veröffentlicht, ein gängiger Indikator für wissenschaftliche Produktivität.

Im Jahr 2005 findet sich ein ähnliches Bild für alle Regionen: Deutschland, die alten Länder und Sachsen verzeichnen jeweils 2,2 Publikationen pro Autor, die übrigen neuen Länder 2,1 Publikationen pro Autor. Hinsichtlich der Publikationszahlen pro Autor zeigen sich entgegen dem Trend bei den absoluten Publikationszahlen die alten Länder am dynamischsten. Im Jahr 2017 erreichen Wissenschaftler dort im Mittel eine Publikationsrate von 2,7 Veröffentlichungen, jene in den neuen Ländern hingegen verzeichnen lediglich 2,3 Publikationen. Sachsen liegt hinsichtlich der Produktivität seiner Wissenschaftler mit 2,5 Publikationen im Mittelfeld. Bei Betrachtung der relativen Publikationsraten über die einzelnen Felder ergibt sich eine ähnliche Verteilung wie für die absoluten Publikationszahlen (vgl. Anhang).

Tabelle 18: Durchschnittliche Anzahl der Publikationen je Autor, 2005-2017

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Sachsen	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
alte Länder	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,5	2,8	2,7	2,7	2,8	2,8	2,7
übrige neue Länder*	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Deutschland	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,5	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Qualität der Zeitschriftenbeiträge

Jenseits der reinen Produktivität lässt sich mittels bibliometrischer Analysen auch der „Impact“, d.h. die wissenschaftliche Relevanz oder Wirkung von Publikationen, bestimmen, basierend auf der Intensität in der diese von anderen Wissenschaftlern rezipiert, d.h. zitiert, werden. Je häufiger eine Veröffentlichung zitiert wird, so die grundlegende Annahme, umso größer ist ihre Sichtbarkeit. In einer erweiterten Interpretation, die unterstellt, dass in erster Linie solche Veröffentlichungen zitiert werden, die für die eigenen wissenschaftlichen Arbeiten relevant sind und auf die man aufgebaut hat, fungieren Zitierungen als Qualitätsmaß. Da es jedoch deutliche Unterschiede zwischen den Zitiergewohnheiten einzelner Disziplinen gibt, werden in der Analyse bevorzugt solche Maßzahlen verwendet, die diese Unterschiede bereits berücksichtigen, wie z.B. die im Folgenden betrachtete feldspezifische Zitatrate und die (ebenfalls feldspezifische) Exzellenzrate. Bei der feldspezifischen Zitatrate wird die durchschnittliche Anzahl der Zitierungen der wissenschaftlichen Arbeiten einer Region in einem Feld ins Verhältnis gesetzt zur entsprechenden Anzahl der Zitierungen in diesem Feld weltweit. Anschließend wird der gewichtete Durchschnitt über alle Felder je Region errechnet. Für die Berechnung der Exzellenzrate wird zunächst bestimmt, ob eine Publikation zu den 10 % der am höchsten zitierten Veröffentlichungen in einem Feld gehört. Anschließend wird der Anteil entsprechend zugeordneter Veröffentlichungen an allen Veröffentlichungen eines Landes errechnet.

In Tabelle 19 sind die feldspezifischen Zitatraten Sachsens, der alten Länder, der neuen Länder sowie Deutschlands insgesamt für den Zeitraum 2005 bis 2015 dargestellt. Sowohl Sachsen als auch die Vergleichsregionen zeigen einen ansteigenden Trend bezüglich der feldspezifischen Zitatraten, wobei die Zitatraten Sachsens stärker ansteigen als der deutsche Durchschnitt. Im Jahr 2015 zeigt sich für die übrigen neuen Länder mit 1,6 und Gesamtdeutschland mit 1,5 eine lediglich leicht angestiegene feldspezifische Zitatrate, während Sachsen diese merklich auf 1,7 erhöhen konnte und am aktuellen Rand somit klar über dem landesweiten Mittelwert liegt. Bei Betrachtung der Verteilung der Zitatraten über die Felder zeigt sich für Sachsen und Deutschland ein ähnliches Bild. Pflege, Multidisziplinäres, Neurowissenschaften, Immunologie und Mikrobiologie sowie Medizin gehören mit zwei- bis viermal so hohen Zitatraten wie der weltweite Durchschnitt zu den Top-5 der bestzitierten Feldern, wobei Sachsen mit einer feldspezifischen Zitatrate von 4,6 über die Jahre 2013-15 vor allem im Bereich Pflege deutlich höhere Zitatraten aufweist als Gesamtdeutschland mit 2,9.

Tabelle 19: Durchschnittliche feldspezifische Zittrate, 2005-2015

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sachsen	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7
alte Länder	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6
übrige neue Länder*	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Deutschland	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Hinsichtlich der Exzellenzrate findet sich bezüglich der Relationen zwischen Sachsen, Deutschland und den übrigen neuen Ländern ein ähnliches Bild wie bei den Zitratraten. Sowohl in Sachsen als auch in Deutschland insgesamt wird ein dem weltweiten Durchschnitt in etwa entsprechender Anteil top-zitierter Veröffentlichungen mit leicht steigender Tendenz von ca. 9 % in 2005 hin zu ca. 11-12 % in 2015 publiziert. Auch in dieser Hinsicht erreichen sächsische Wissenschaftler gesamtdeutsche Standards bzw. erzielten mit einer Exzellenzrate von 12 % im Jahr 2015 sogar leicht überdurchschnittliche Werte (gesamtdeutsches Mittel: 11 %, vgl. Anhang, Tabelle 139).

Mathematik, Kunst und Geisteswissenschaften gehören zu den unterdurchschnittlich zitierten Feldern, in Sachsen ist dies auch für Management und Buchhaltung der Fall. Interessant ist, dass im Fach Pflege nur ein sehr geringer Anteil der exzellenten Publikationen Sachsens verfasst wird, dieses Fach bei der zitratbasierten qualitativen Analyse jedoch die Rangliste der Felder anführt. In den Neurowissenschaften dagegen stimmt die hohe qualitative Performanz mit der hohen relativen quantitativen Bedeutung des Faches für den Freistaat überein. Generell macht die Medizin gleichzeitig den größten Anteil aller sächsischen Publikationen aus und erreicht hohe Ränge in der qualitativen Bewertung. In der Physik und den Materialwissenschaften, die in Sachsen absolut betrachtet eine große Rolle spielen, werden hingegen eher durchschnittliche Zitratraten erreicht (vgl. Anhang, Tabelle 138).

Überregionale Vernetzung

Ko-Publikationen sind ein Mittel, um Forschungsk Kooperationen ganzer Wissenschaftssysteme oder einzelner Einrichtungen zu analysieren. Man nimmt dabei an, dass bei Ko-Publikationen jede genannte Einrichtung bzw. jedes genannte Land einen Beitrag zu der Publikation geleistet hat. Ko-Publikationen werden als Maß für die Kooperationsneigung und die Vernetzung einer Einrichtung oder eines Landes interpretiert. Zugleich spiegeln sie auch die Attraktivität einer Einrichtung oder eines Landes für wissenschaftliche Partner wider. Aufgrund der Komplexität wissenschaftlicher Fragestellungen und des Bedarfs nach Zugang zu Forschungsinfrastrukturen und Forschungsobjekten sind heutzutage Kooperationen über Institutionen- und Ländergrenzen hinweg essenziell. Das Bündeln von Kompetenzen und Wissen zur Bearbeitung der

Fragestellungen ist dabei nicht nur effizienter, sondern in vielen Fällen auch unumgänglich, um neue Erkenntnisse zu erarbeiten. In diesem Abschnitt wird die Ausrichtung der Kooperationsaktivitäten sächsischer Wissenschaftler fokussiert. Dabei liegt das Augenmerk sowohl auf Kooperationen mit Wissenschaftlern aus anderen deutschen Bundesländern als auch mit Wissenschaftlern anderer Staaten. Tabelle 20 zeigt die Anzahl und Anteile der Ko-Publikationen sächsischer Wissenschaftler mit den übrigen Ländern im Zeitraum 2015 bis 2017. Während der größte Teil der Kooperationen unterschiedlicher Institute innerhalb Sachsens stattfindet (18 %), wird ebenfalls viel mit Wissenschaftlern aus Nordrhein-Westfalen (13 %), Baden-Württemberg (12 %) und Bayern (12 %) kooperiert. Mit Wissenschaftlern kleinerer Länder wie dem Saarland und Bremen, aber auch Mecklenburg-Vorpommern und dem benachbarten Brandenburg wird sehr selten ko-publiziert. Insgesamt kollaborieren sächsische Wissenschaftler in den meisten Fällen mit Wissenschaftlern aus Institutionen der alten Länder, eine Ausnahme ist Berlin.

Tabelle 20: Anzahl und Anteil der Ko-Publikationen nach deutschen Bundesländern an allen Publikationen Sachsens, 2015-2017

	Anzahl 2015-17	Anteil 2015-17
Sachsen	5.542	18 %
Nordrhein-Westfalen	3.928	13 %
Baden-Württemberg	3.896	12 %
Bayern	3.671	12 %
Berlin	2.707	9 %
Niedersachsen	2.398	8 %
Hessen	1.500	5 %
Hamburg	1.465	5 %
Rheinland-Pfalz	1.369	4 %
Sachsen-Anhalt	1.159	4 %
Thüringen	1.135	4 %
Schleswig-Holstein	880	3 %
Brandenburg	649	2 %
Mecklenburg-Vorpommern	606	2 %
Bremen	369	1 %
Saarland	257	1 %

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Fast die Hälfte aller Publikationen Sachsens entstehen in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern einer nicht-sächsischen deutschen Organisation (siehe Tabelle 21). Weitere wichtige Kooperationspartner sind Wissenschaftler aus den USA (16 %), Großbritannien (11 %) und

Frankreich (8 %). Auch Wissenschaftler aus China, den Niederlanden und Österreich finden sich unter den Top-10 der Kooperationspartner Sachsens (jeweils 6 %).

Tabelle 21: Anzahl und Anteil der Ko-Publikationen nach Kooperationspartnern (Länder – Top-10) an allen Publikationen Sachsens, 2015-2017

	Anzahl 2015-17	Anteil 2015-17
Deutschland (ohne Sachsen)	13.166	42 %
USA	5.019	16 %
Großbritannien	3.418	11 %
Frankreich	2.565	8 %
Schweiz	2.308	7 %
Italien	2.104	7 %
Niederlande	2.026	6 %
China	1.796	6 %
Österreich	1.775	6 %
Spanien	1.683	5 %

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Attraktivität für Spitzenwissenschaftler

Im Hinblick auf die Attraktivität Sachsens für Spitzenwissenschaftler ist festzuhalten, dass der Anteil des Freistaates an allen Alexander-von-Humboldt-Stipendiaten und -Stipendiatinnen, insbesondere aber an Alexander-von-Humboldt-Preisträgerinnen und -Preisträgern 2013-17 hinter den an anderer Stelle dokumentierten Anteilen im Bereich hochschulischer Forschungsaktivitäten zurückbleibt (Tabelle 22).

Tabelle 22: Humboldt-Stipendien für Sachsen, 2013-2017

	Sachsen	Deutschland	Anteil Sachsen
Stipendiatinnen und Stipendiaten	230	4844	4,75 %
Preisträgerinnen und Preisträger	29	1071	2,71 %
Geförderte pro Einrichtung	259	5915	4,38 %

Anmerkung: Liste der als sächsische Einrichtungen berücksichtigten Institutionen in Fußnote².

Quelle: Alexander von Humboldt-Stiftung, www.humboldt-foundation.de/web/statistik.html.

² Sorbisches Institut, Bautzen; TU Chemnitz; Fraunhofer IWU, Chemnitz; TU Dresden; IPF, Dresden; IFW, Dresden; HZDR, Dresden-Rossendorf; MPI Physik komplexer Systeme, Dresden; MPI für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden; MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik, Dresden, Deutsches Hygiene-Museum Dresden, Fraunhofer IKTS, Dresden; FraunhoferIPMS, Dresden; HTW Dresden; Sigmund-Neumann-Institut, Dresden; Staatliche Kunstsammlungen Dresden; United

Im Hinblick auf Marie-Sklodowska-Curie-Stipendien finden sich hingegen aktuell Anteile, die mit Sachsens Anteil an allen hochschulischen Forschungsaktivitäten in Deutschland im Wesentlichen übereinstimmen (Tabelle 23). Dies war bereits Anfang der 2010er Jahre der Fall (2010: 6,5 %), bevor sich der Anteil im Übergang von Forschungsrahmenprogramm 7 der EU (FP7) auf H2020 zunächst leicht verringerte, dann aber ab 2016 erneut Werte von mehr als 6 % erreichte.

Tabelle 23: Marie-Sklodowska-Curie-Stipendien für Sachsen

	Sachsen	Deutschland	Anteil Sachsen
2010	14	217	6,5 %
2011	16	274	5,8 %
2012	23	349	6,6 %
2013	14	344	4,1 %
2014	15	313	4,8 %
2015	18	328	5,5 %
2016	22	330	6,7 %
2017	21	334	6,3 %

Quelle: eCorda-Datenbank zum FP7 vom 6.10.2014 und eCorda-Datenbank zu H2020 vom 01.06.2018, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Eine weitere Möglichkeit der Bewertung der überregionalen Attraktivität eines Wissenschaftsstandorts ist das parallele Wirken regionaler Autoren im Ausland bzw. die Rolle ausländischer Forschungseinrichtungen im akademischen Werdegang nun regional tätiger Wissenschaftler. Wenngleich Ausnahmen möglich sind, deuten solche Karrieren nicht selten auf besondere Leistungen der entsprechenden Wissenschaftler hin, die ihnen bereits an unterschiedlichen Orten zu einer Anstellung verholfen haben. Auch diesbezüglich zeigt sich für Deutschland und Sachsen ein übereinstimmendes Bild. Etwa 10 % aller sächsischen und deutschen Autoren besitzen zurzeit eine weitere akademische Affiliation im Ausland, ca. 13 % haben in früheren Jahren unter der Affiliation einer ausländischen Institution publiziert, bevor sie gänzlich an eine sächsische Universität bzw. Forschungseinrichtung wechselten. Sowohl in Sachsen als auch in Deutschland insgesamt haben sich diese Werte in den vergangenen zehn Jahren merklich erhöht, insbesondere bezüglich der nach Deutschland zuwandernden bzw. zurückkehrenden Autoren (vgl. Tabelle 24 sowie Tabelle 25).

Nations University, Dresden; TU Freiberg; Universität Leipzig; UFZ, Leipzig; MPI evolutionäre Anthropologie, Leipzig; iDiv, Halle-Jena-Leipzig; MPI Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig; HTWK Leipzig; MPI für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig; DBFZ, Leipzig; Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig; Sächsisches Bildungsinstitut, Radebeul; Hochschule Zittau/Görlitz.

Tabelle 24: Anteil Autoren mit Mehrfachaffiliation (Ausland) an allen Autoren, 2005-2017

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Sachsen	8 %	8 %	8 %	9 %	9 %	9 %	10 %	9 %	9 %	9 %	10 %	10 %	10 %
Deutschland	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	9 %	9 %	9 %	9 %	10 %	10 %	9 %

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 25: Anteil Autoren mit vormals ausländischer Affiliation an allen Autoren, 2005-2017

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Sachsen	10 %	11 %	11 %	11 %	13 %	13 %	13 %	13 %	13 %	13 %	13 %	14 %	13 %
Deutschland	10 %	10 %	10 %	11 %	12 %	12 %	12 %	12 %	13 %	13 %	13 %	13 %	13 %

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Patentanmeldungen sächsischer Forschungseinrichtungen

Tabelle 26 zeigt die Entwicklung der Anteile der Patentanmeldungen aus der Forschung an allen sächsischen Anmeldungen über die Zeit. Hierbei wird deutlich, dass die Beteiligung der Forschungsorganisationen an den sächsischen Patentanmeldungen über die Jahre hinweg leicht angestiegen ist. Dies gilt vor allem seit 2010. In diesem Jahr lag der Anteil der Forschungsinstitute und Universitäten bei 16 %, während er aktuell ca. 18 % beträgt. Insgesamt ist der Anteil der sächsischen Forschungseinrichtungen an den gesamten Anmeldungen Sachsens somit deutlich höher als im gesamtdeutschen Vergleich.

Tabelle 26: Patentanmeldungen sächsischer Forschungseinrichtungen

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Forschung Sachsen	214	268	300	275	293	274	298	308	283	305	281
Anteil an Sachsen gesamt	15 %	18 %	18 %	17 %	18 %	16 %	20 %	20 %	18 %	20 %	18 %
Forschung Deutschland	1902	2029	2037	2037	2108	2229	2180	2168	2101	1976	1928
Anteil an Deutschland gesamt	4 %	5 %	4 %	4 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	4 %	4 %

Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Fazit

Sachsen verfügt über ein national und international gut positioniertes Hochschul- und Forschungssystem, der Anteil des Freistaates am deutschen Wissenschaftsgeschehen übersteigt seinen Beitrag zum Wirtschaftsgeschehen merklich. Ein traditioneller Schwerpunkt von Investitionen und Aktivitäten liegt dabei in den Ingenieurwissenschaften.

Insgesamt ist das sächsische Hochschulsystem drittmittelstark; regelmäßige Erfolge werden sowohl bei nationalen als auch bei internationalen Fördermittelgebern erzielt. Der Freistaat partizipiert seinem Anteil an Deutschlands wissenschaftlichen Aktivitäten entsprechend an renommierten Förderungen wie ERC-Grants, Humboldt-Stipendien etc.

Allerdings entfällt ein Großteil der Drittmittelerfolge nach wie vor auf wenige Universitäten, darunter nahezu 70 % auf die TU Dresden und die Universität Leipzig. Der Umfang der erworbenen EU-Mittel ist im Bundesvergleich kürzlich merklich zurückgegangen.

Im Verlauf des vergangenen Jahrzehnts hat sich die Zahl der Veröffentlichungen sächsischer Wissenschaftler überdurchschnittlich positiv entwickelt, mit dem Ergebnis, dass auch der Anteil des Freistaates am deutschen Publikationsaufkommen merklich zugenommen hat.

Trotz dieses erheblichen quantitativen Aufwuchses entspricht die über bibliometrische Kennziffern messbare Qualität wissenschaftlicher Veröffentlichungen aus Sachsen nach wie vor mindestens gesamtdeutschen Maßstäben. Darüber hinaus hat Sachsen in den vergangenen Jahren in vergleichbarem Maße Wissenschaftler aus dem Ausland attrahiert bzw. solche mit Doppelaffiliationen gehalten wie andere Wissenschaftsstandorte in Deutschland.

Zusammenfassend ist Sachsens Wissenschaftssystem sowohl national als auch international als wettbewerbsfähig anzusehen. Erwartungsgemäß zeigen sich dabei deutliche Konzentrationen exzellenter Aktivitäten in thematischer, organisatorischer und auch regionaler Hinsicht, die es innovationspolitisch zu berücksichtigen gilt (vgl. Kapitel 7 zu regionalen Unterschieden). Darüber hinaus besteht in einigen Bereichen keine unmittelbare Anschlussfähigkeit an lokales Wirtschaftsgeschehen, was sich u.a. im Bereich der Ingenieurwissenschaften auch auf die wissenschaftliche Forschung selbst nachteilig auswirken kann.

2.2. Bereich Unternehmen

Struktur der Innovationsaktivitäten

Der Unternehmenssektor stellt den Kernbereich des Innovationspotenzials eines Landes dar, denn letztlich sind es Unternehmen, die neue oder verbesserte Produkte in den Markt einführen und neue oder verbesserte Prozesse zur Anwendung bringen. Nach Angaben der Innovationserhebung Sachsen³ zählten im Jahr 2017 etwas mehr als 5.100 Unternehmen⁴ im Freistaat Sachsen zur Gruppe der Innovatoren, d.h. sie hatten im zurückliegenden Dreijahreszeitraum (2015-2017) Produkt- oder Prozessinnovationen eingeführt. Dies sind 35 % aller Unternehmen (vgl. Tabelle 27).

Tabelle 27: Unternehmen mit Innovationen in der sächsischen Wirtschaft, 2017

	Anzahl Unternehmen (gerundet)	in %
Innovatoren	5.100	35,0
Produktinnovatoren	3.800	25,9
- nur mit Marktneuheiten	300	2,1
- nur mit Sortimentsneuheiten	1.100	7,5
- mit Marktneuheiten und mit Sortimentsneuheiten	800	5,6
- sonstiger Art	1.600	11,0
Prozessinnovatoren	3.150	21,5
- nur mit Kostensenkungen	300	2,1
- nur mit Qualitätsverbesserungen	800	5,8
- mit Kostensenkungen und mit Qualitätsverbesserungen	900	6,1
- sonstiger Art	1.150	7,9
Gesamtzahl der Unternehmen	14.600	100,0

Anmerkung: Mehrfachzählungen möglich.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Innovationen umfassen ein weites Spektrum und können sehr unterschiedliche Neuheitsgrade aufweisen. Rund 3.800 der 5.100 Innovatoren haben Produktinnovationen eingeführt. Etwa

³ Die Ergebnisse der Innovationserhebung Sachsen werden vom Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr in Form eines Datenreports veröffentlicht. Die zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts aktuellste Publikation bezog sich auf die Ergebnisse der Befragungswelle 2017 und somit auf das Berichtsjahr 2016 (Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr 2018). In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Befragungswelle 2018, die sich auf das Berichtsjahr 2017 beziehen, analysiert.

⁴ Unternehmen im Berichtskreis der Innovationserhebung, d.h. mit 5 oder mehr Beschäftigten in der produzierenden Industrie und den überwiegend unternehmensnahen Dienstleistungen.

3.150 Unternehmen weisen Innovationen im Bereich Prozesse vor. In der Gruppe der Produktinnovatoren führten rund 1.100 Unternehmen Marktneuheiten ein, d.h. neue Produkte, die zuvor in den vom Unternehmen bearbeiteten Märkten noch von keinem anderen Unternehmen in vergleichbarer Form angeboten wurden. Ein andere Neuheitsdimension sind Sortimentsneuheiten. Dabei handelt es sich um neue Produkte, die im Unternehmen kein Vorgängerprodukt aufweisen und somit den Einstieg in neue Marktsegmente und oft auch die Erschließung neuer Kundengruppen darstellen. 2017 wiesen 1.900 Unternehmen in Sachsen solche Sortimentsneuheiten auf. Rund 800 Unternehmen mit Marktneuheiten haben gleichzeitig auch Sortimentsneuheiten eingeführt und zählen somit zu den besonders anspruchsvollen Innovatoren.⁵

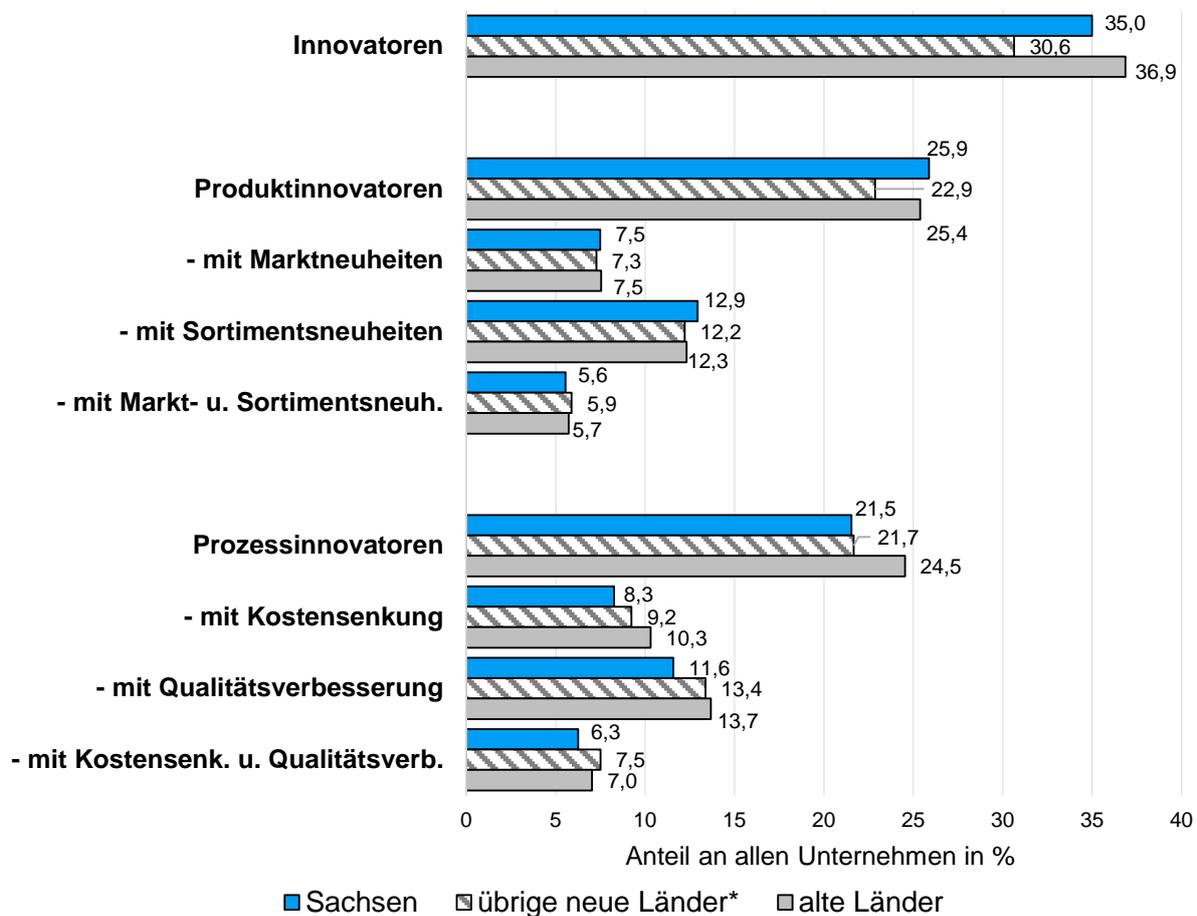
Prozessinnovationen können u.a. dahingehend unterschieden werden, ob sie auf Effizienzsteigerungen oder auf eine Verbesserung der Qualität von Prozessen abzielen, wobei beides oft auch Hand in Hand gehen kann. Von den 3.150 Prozessinnovatoren im Jahr 2017 haben 1.200 mit den eingeführten Prozessinnovationen Kostensenkungen erzielt, 1.700 konnten Qualitätsverbesserungen umsetzen. Etwa 900 Unternehmen gelangen beide Prozessziele, wengleich dahinter auch verschiedene Einzelinnovationen stehen können.

Die Innovatorenquote der Unternehmen in Sachsen von 35,0 % im Jahr 2017 liegt um einen Prozentpunkt unter dem gesamtdeutschen Wert und um fast zwei Prozentpunkte unter dem Wert der alten Ländern (36,9 %). Im Vergleich zu den anderen neuen Ländern (in diesem Abschnitt inkl. Berlin) weist Sachsen einen merklich höheren Wert auf (Abbildung 2). Die Innovationstätigkeit der sächsischen Unternehmen ist im Vergleich zum deutschen Durchschnitt, der von den Unternehmen der alten Länder bestimmt wird, etwas stärker auf Produkt- als auf Prozessinnovationen ausgerichtet. Die Produktinnovatorenquote lag 2017 bei 25,9 % und damit leicht über dem Wert für die alten Länder (25,4 %). Die Prozessinnovatorenquote war demgegenüber mit 21,5 % in Sachsen niedriger als im Westen (24,5 %) und entsprach annähernd dem Wert der anderen neuen Länder (21,7 %). In Bezug auf die Verbreitung von Unternehmen mit Markt- und Sortimentsneuheiten zeigen sich zwischen Sachsen und den Vergleichsregionen keine merklichen Unterschiede. Dies gilt auch für die kleine Gruppe der Unternehmen, die im Referenzzeitraum 2015-2017 beide Arten von Produktinnovationen eingeführt hat. Die sächsische Quote von 5,6 % unterscheidet sich nicht signifikant von der in den alten Ländern (5,7 %).

⁵ Für eine Diskussion der verschiedenen Neuheitsgrade von Produktinnovationen und der dahinter stehenden Innovationsstrategien vgl. Spielkamp und Rammer (2006) und Rammer et al. (2009).

Die niedrigere Prozessinnovatorenquote geht sowohl mit einem leicht unterdurchschnittlichen Anteil an Unternehmen mit Kostensenkungen als auch mit einem niedrigeren Anteil für Prozessinnovatoren, die mit Hilfe neuer Verfahren die Qualität ihrer Produkte oder erbrachten Leistungen verbessern konnten, einher. Bei beiden Kennzahlen liegen die Unternehmen in den alten Ländern voran. Beim Anteil der Unternehmen, die beide Stoßrichtungen von Prozessinnovationen umgesetzt haben, liegt Sachsen mit einem Wert von 6,3 % nur wenig hinter den alten Ländern (7,0 %) zurück. Die anderen neuen Länder weisen mit 7,5 % hier einen höheren Wert auf.

Abbildung 2: Unternehmen mit Innovationen 2017 in Sachsen, den übrigen neuen Ländern und den alten Ländern



Anmerkung: * ohne Sachsen, inkl. Berlin.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

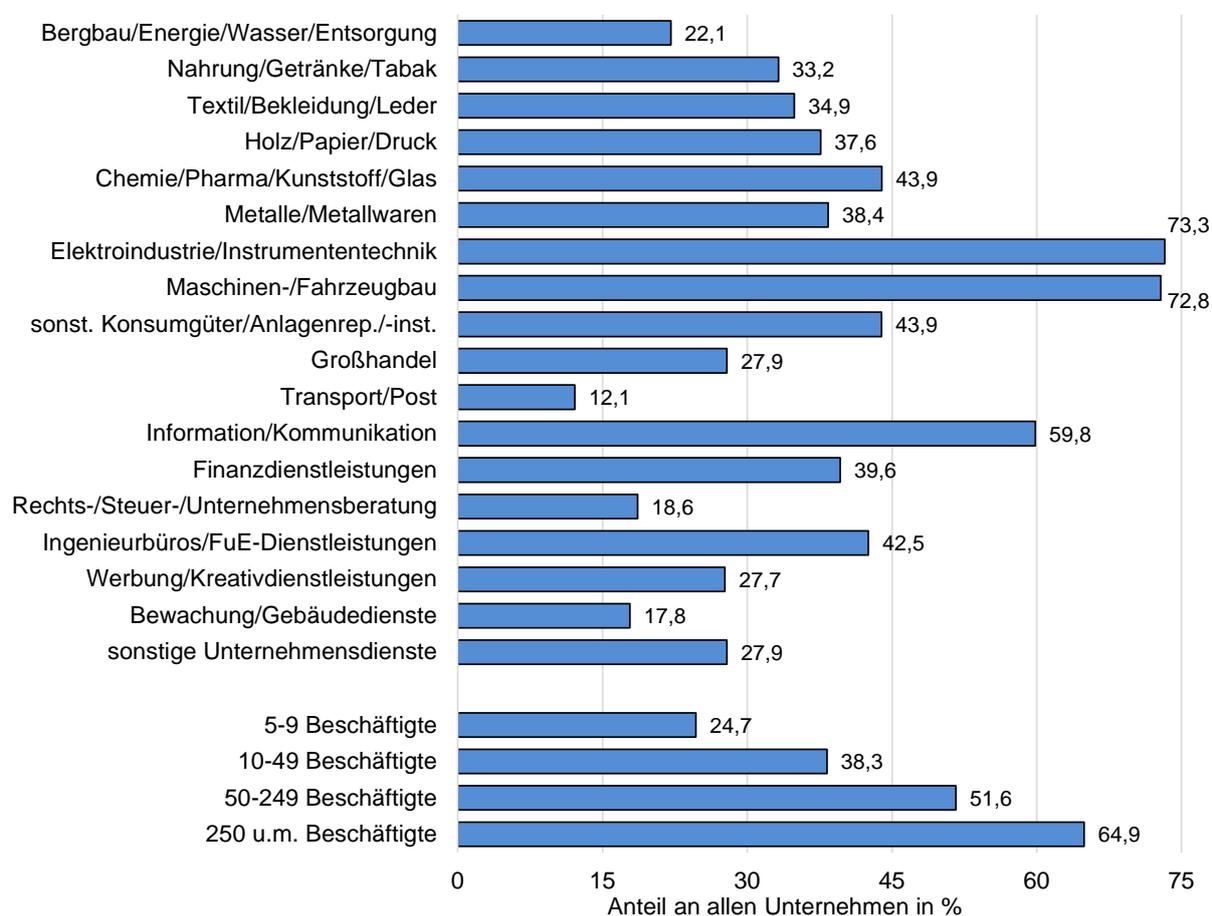
Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Der Anteil der Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovatoren ist je nach Branchengruppe und Größenklasse sehr unterschiedlich. Im Jahr 2017 waren die Branchengruppen Elektroindustrie/Instrumententechnik und Maschinen-/Fahrzeugbau jene mit den höchsten Innovatorenquoten (jeweils 73 %), das Transportgewerbe und Postdienstleistungen wiesen mit 12 %

den niedrigsten Wert auf (Abbildung 3). Innerhalb der Dienstleistungssektoren weist die Information/Kommunikation, zu der u.a. die Softwarebranche zählt, mit 60 % die höchste Quote auf. Ingenieurbüros/FuE-Dienstleistungen sowie die Finanzdienstleister zeigen ebenfalls überdurchschnittliche Innovatorenquoten. In der Industrie liegen die Branchengruppen Chemie/Pharma/Kunststoff/Glas sowie sonstige Konsumgüter/Anlagenreparatur/-installation mit jeweils 44 % merklich über dem Durchschnittswert von 35 %.

Die Innovatorenquote steigt mit der Unternehmensgröße tendenziell an. Dieser in allen Innovationsdaten weltweit zu beobachtende Zusammenhang zeigt sich auch für Sachsen deutlich. Unter den Kleinstunternehmen zählt nur jedes vierte zur Gruppe der Innovatoren, unter den Großunternehmen sind es annähernd zwei Drittel.

Abbildung 3: Innovatorenquote 2017 in Sachsen nach Branchengruppen und Größenklassen

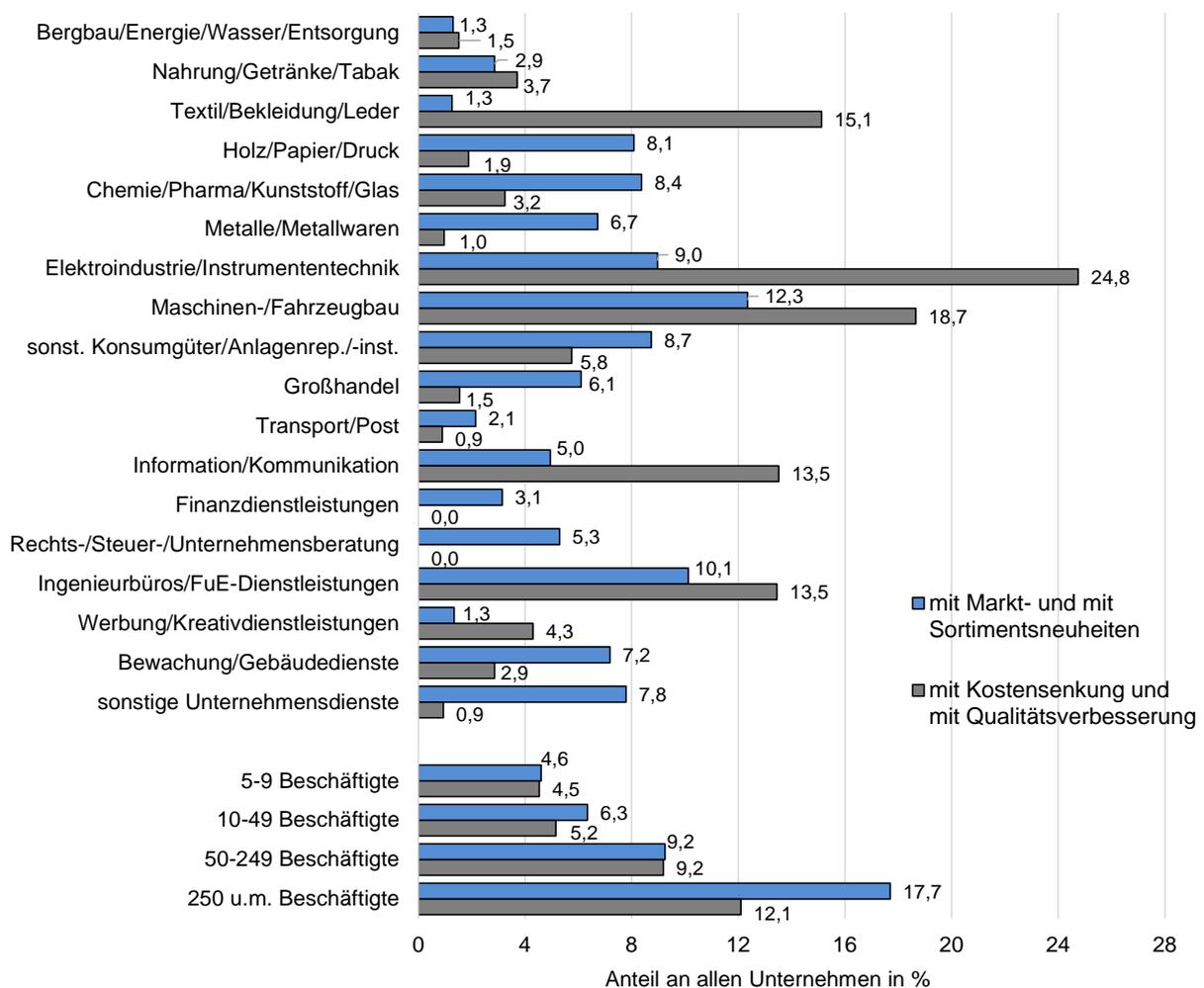


Anmerkung: Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Betrachtet man die besonders anspruchsvollen Innovatoren, d.h. Unternehmen, die innerhalb eines Dreijahreszeitraums sowohl Markt- als auch Sortimentsneuheiten bzw. sowohl kosten-senkende als auch qualitätsverbessernde Prozessinnovationen eingeführt haben, so liegen erneut die beiden Branchengruppen Elektroindustrie/Instrumententechnik und Maschinen-

und Fahrzeugbau vorne. Während in der Elektroindustrie/Instrumententechnik der Anteil von anspruchsvollen Prozessinnovatoren mit 25 % besonders hoch ist, erreicht der Maschinen- und Fahrzeugbau bei anspruchsvollen Produktinnovatoren mit 12 % den höchsten Wert. Bemerkenswert sind die hohen Anteile von anspruchsvollen Prozessinnovatoren in der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie (15 %) sowie den Dienstleistungsbereichen Information/Kommunikation sowie Ingenieurbüros/FuE-Dienstleistungen (14 %). Ein hoher Anteil von Unternehmen, die sowohl Markt- als auch Sortimentsneuheiten eingeführt haben, findet sich unter den Ingenieurbüros und FuE-Dienstleistern (10 %).

Abbildung 4: Unternehmen mit Markt- und Sortimentsneuheiten sowie Unternehmen mit kostensenkenden und qualitätsverbessernden Prozessinnovationen 2017 in Sachsen nach Branchengruppen und Größenklassen



Anmerkung: Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
 Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

FuE-Aktivitäten

Um Innovationen einzuführen, ist die Anwendung und Umsetzung neuen Wissens ein zentrales Element.⁶ Unternehmen können sich dieses Wissen entweder selbst erarbeiten oder von Dritten beziehen. In der Innovationspraxis kommt beides häufig vor. Bei Innovationen, die auf dem Wissen Dritter beruhen, handelt es sich häufig um die Adoption von Technologien, Innovationsideen und Innovationsansätzen und somit um die Diffusion von Innovationen. Erarbeiten sich Unternehmen das für Innovationen benötigte Wissen selbst, liegen häufig originäre Innovationsaktivitäten vor. Ein gängiger Indikator, um auf unternehmensinterne Wissensgenerierung basierende Innovationsaktivitäten zu erfassen, ist die Durchführung von Forschung und (experimenteller) Entwicklung (FuE).⁷ Hierbei wird nach der Systematik, mit der FuE intern betrieben wird, zwischen kontinuierlicher FuE (d.h. es gibt eigens mit FuE befasstes Personal und häufig auch eigene organisatorische Einheit und Infrastrukturen wie z.B. FuE-Abteilungen oder FuE-Labore) und gelegentlicher FuE (d.h. FuE wird nur anlassbezogen und nicht als eine dauerhafte Tätigkeit durchgeführt) unterschieden.

Im Jahr 2017 waren im Berichtskreis der Innovationserhebung Sachsen hochgerechnet 3.150 Unternehmen intern FuE-aktiv (Tabelle 28). 2.050 von ihnen betrieben kontinuierlich FuE, 1.100 zählten zu den gelegentlich FuE betreibenden Unternehmen. Rund 1.400 Unternehmen vergaben externe FuE-Aufträge, wovon aber nur ein kleiner Teil (rund 250) keine interne FuE-Tätigkeit aufwies. Somit gab es gut 3.400 Unternehmen in Sachsen, die interne oder externe FuE-Aktivitäten aufwiesen. Dies ist etwas mehr als die Hälfte aller innovationsaktiven Unternehmen.⁸ Deren Zahl lag 2017 bei rund 6.100 und damit deutlich höher als die Anzahl der Innovatoren (5.100). Dies liegt daran, dass einige Unternehmen noch laufende oder zwischenzeitlich eingestellte FuE- bzw. Innovationsprojekte aufweisen, jedoch keine Innovationen im betrachteten Zeitraum eingeführt haben. 2.700 der innovationsaktiven Unternehmen führen keinerlei FuE-Tätigkeit durch.

⁶ Zur Wissensbasierung von Innovationen und deren Messung siehe das Oslo-Manual (OECD und Eurostat 2018).

⁷ In Erweiterung der Analysen im Sächsischen Technologiebericht 2018 werden hier auch die Innovationsaktivitäten der nicht FuE-treibenden Unternehmen mit betrachtet.

⁸ Nach der Definition von Innovationsaktivitäten lt. Oslo-Manual, die auch den Erhebungskonzepten für Innovationserhebungen zugrunde liegt, zählt jedes Unternehmen mit internen oder externen FuE-Aktivitäten als innovationsaktives Unternehmen, unabhängig davon, ob die FuE-Aktivitäten auf die Einführung von Innovationen im eigenen Unternehmen abzielen oder das erarbeitete Wissen anderweitig genutzt wird.

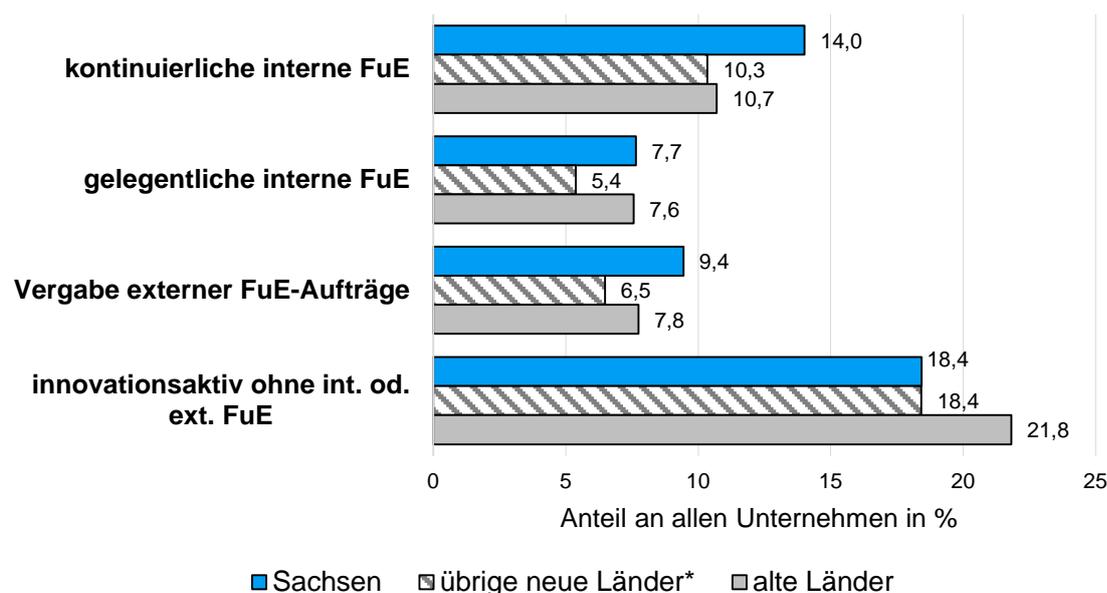
Tabelle 28: Unternehmen mit FuE- und Innovationsaktivitäten in der sächsischen Wirtschaft, 2017

	Anzahl Unternehmen (gerundet)	in %
Unternehmen mit Innovationsaktivitäten	6.100	41,9
- mit kontinuierlicher FuE-Tätigkeit	2.050	14,0
- mit gelegentlicher FuE-Tätigkeit	1.100	7,7
- mit Vergabe von FuE-Aufträgen an Dritte	1.400	9,4
darunter: Vergabe von FuE-Aufträgen an Dritte ohne interne FuE	250	1,8
- innovationsaktive Unternehmen ohne interne oder externe FuE	2.700	18,4

Anmerkung: Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
 Summenfehler aufgrund von Rundungen.
 Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Wie Abbildung 5 zeigt, ist der Anteil der Unternehmen mit kontinuierlichen FuE-Aktivitäten in Sachsen überdurchschnittlich hoch. Im Jahr 2017 lag die Quote bei 14,0 %, im Vergleich zu 10,7 % in den alten Ländern und 10,3 % in den anderen neuen Ländern. Der Anteil der gelegentlich FuE betreibenden Unternehmen entspricht in Sachsen (7,7 %) fast exakt dem Wert in den alten Ländern (7,6 %) und liegt über dem Niveau in den anderen neuen Ländern (5,4 %). Auch der Anteil der Unternehmen, die FuE-Aufträge an Dritte vergeben haben, ist in Sachsen mit 9,4 % höher als in den Vergleichsregionen. Demgegenüber weist ein geringerer Anteil der Unternehmen Innovationsaktivitäten ohne interne oder externe FuE auf (18,4 %). Denselben

Abbildung 5: Unternehmen mit FuE- und Innovationstätigkeit 2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern



Anmerkung: *ohne Sachsen, inkl. Berlin.
 Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
 Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Wert berichten auch die anderen neuen Länder, während im Westen diese Quote bei 21,8 % liegt. Die Innovationstätigkeit in Sachsen ist somit überproportional stark FuE-basiert.

Die meisten der 3.400 sächsischen Unternehmen mit FuE-Aktivitäten sind kleine Unternehmen und die jährlichen Ausgaben, die sie für FuE tätigen, sind gering. Von den gesamten FuE-Ausgaben der Unternehmen mit Sitz in Sachsen im Berichtskreis der Innovationserhebung, die sich 2017 auf 1,28 Mrd. Euro beliefen, entfielen 54 % auf rund 150 FuE betreibende Großunternehmen. Die rund 2.450 FuE betreibenden Kleinunternehmen mit 5-49 Beschäftigten trugen lediglich 21 % zu den gesamten FuE-Ausgaben bei, d.h. im Mittel nur rund 100 Tsd. Euro pro Jahr und FuE-aktives Unternehmen. Mittlere Unternehmen (50-249 Beschäftigte) hatten einen Anteil an den gesamten FuE-Ausgaben von 25 % und gaben 2017 etwa 0,5 Mio. Euro je FuE-aktivem Unternehmen aus.

Die FuE-Ausgaben der sächsischen Wirtschaft liegen allerdings höher als in der Innovationserhebung ausgewiesen. Denn neben den Unternehmen mit Sitz in Sachsen gibt es in Sachsen auch rechtlich nicht selbstständige FuE-Niederlassungen von Unternehmen mit Sitz außerhalb des Freistaates. Außerdem findet FuE auch außerhalb des Berichtskreises der Innovationserhebung statt (d.h. in Kleinstunternehmen mit weniger als 5 Beschäftigten und in einigen weiteren Branchen wie dem Baugewerbe). Erfasst man auch diese FuE-Ausgaben, was im Rahmen der FuE-Erhebung des Stifterverbands erfolgt, so betragen die internen FuE-Ausgaben der sächsischen Wirtschaft im Jahr 2015 (dem aktuellsten Jahr, für das zum Zeitpunkt der hier vorgenommenen Analyse Werte vorlagen) 1,35 Mrd. Euro. Die Konzentration auf Großunternehmen ist dabei noch stärker: Auf sie entfielen 70 %. Kleinunternehmen trugen 12 % und mittlere Unternehmen 18 % zu den gesamten internen FuE-Ausgaben der sächsischen Wirtschaft im Jahr 2015 bei.

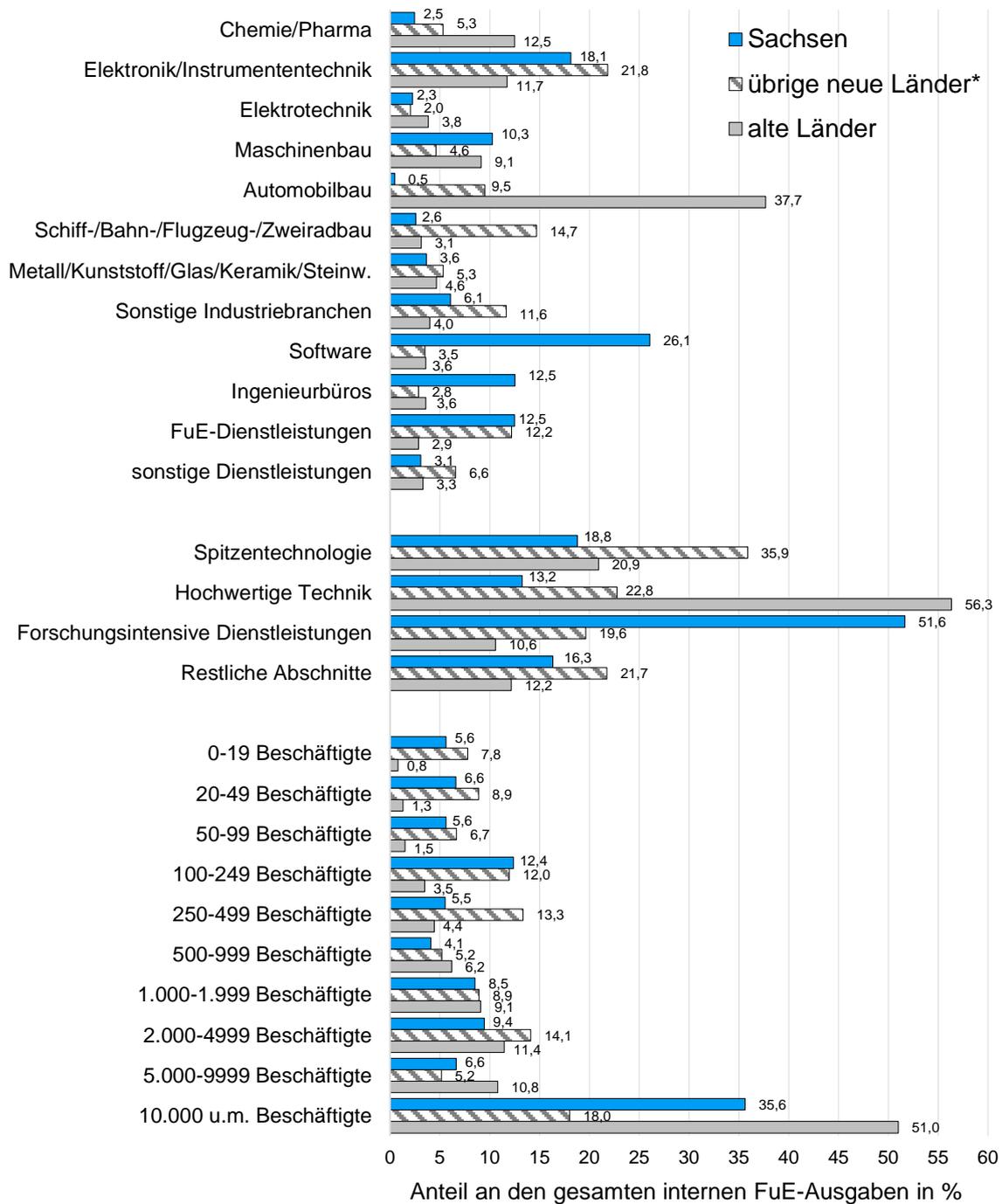
Die sektorale Verteilung der FuE-Ausgaben der sächsischen Wirtschaft weist im Vergleich zu den alten Ländern und den anderen neuen Ländern (hier und im Folgenden bei Bezug auf interne FuE-Ausgaben: ohne Berlin) einige Besonderheiten auf. Etwa 26 % der gesamten internen FuE-Ausgaben entfielen 2015 auf die Softwarebranche (Abbildung 6). Zweitgrößte Branche war die Elektronik/Instrumententechnik mit 18 %. Auf die beiden Dienstleistungsbranchen Ingenieurbüros und FuE-Dienstleistungen entfiel jeweils ein Achtel der gesamten Ausgaben. Die in Bezug auf die FuE-Ausgaben fünftgrößte sächsische Branche ist der Maschinenbau (10 %). Die fünf größten Branchen zusammen vereinigen 80 % der gesamten internen FuE-Ausgaben der sächsischen Wirtschaft. In den anderen neuen Ländern haben diese fünf Branchen nur einen Anteil von 45 % und in den alten Ländern von 31 %. In den alten Ländern sind der Automobilbau und die Chemie- und Pharmaindustrie die beiden größten Branchen in Bezug auf die internen FuE-Ausgaben, sie kommen zusammen auf gut 50 %. In den anderen neuen Ländern entfällt auf die Elektronik/Instrumententechnik der größte Anteil, gefolgt vom

Schiff-/Bahn-/Flugzeug-/Zweiradbau, den FuE-Dienstleistungen und der sonstigen Industrie. Besonders fällt auf, dass in Sachsen keine nennenswerte FuE im Automobilbau stattfindet, während diese Einzelbranche für knapp 38 % der FuE-Ausgaben der Wirtschaft in den alten Ländern verantwortlich ist.

Der hohe Anteil von Dienstleistungsbranchen an den FuE-Ausgaben der sächsischen Wirtschaft zeigt sich auch bei der Verteilung nach vier „Technologiesektoren“. In der „Spitzentechnologie“, d.h. in Industriebranchen, in denen die FuE-Ausgaben mehr als 9 % des Umsatzes ausmachen, wurden 2015 knapp 19 % der sächsischen Wirtschafts-FuE-Ausgaben getätigt. Dies ist ein etwas geringerer Anteilswert als in den alten Ländern (21 %). In der „Hochwertigen Technik“ (FuE-Ausgaben je Umsatz von 3 bis 9 %) fanden in Sachsen 13 % der FuE-Ausgaben statt. Dies ist erheblich weniger als in den alten Ländern (56 %) und in den anderen neuen Ländern (23 %). Fast 52 % der FuE-Ausgaben der sächsischen Wirtschaft des Jahres 2015 wurden von Unternehmen aus den forschungsintensiven Dienstleistungen getätigt. In den anderen neuen Ländern kommt diese Sektorgruppe nur auf knapp 20 % und in den alten Ländern auf weniger als 11 %. Die übrigen, d.h. nicht forschungsintensiven Industrie- und Dienstleistungssektoren trugen 2015 in Sachsen 16 % zu den gesamten internen FuE-Ausgaben der sächsischen Wirtschaft bei. In den alten Ländern liegt diese Quote bei 12 %, in den anderen neuen Ländern ist sie mit 22 % deutlich höher.

Die Größenstruktur der FuE-Ausgaben der Wirtschaft zeigt in Sachsen einen höheren Anteil in der höchsten Größenklasse 10.000 und mehr Beschäftigte (36 %) im Vergleich zu den anderen neuen Ländern (18 %), aber einen niedrigeren als in den alten Ländern (51 %). Die FuE-Ausgaben in dieser Größenklasse werden fast ausschließlich in Tochterunternehmen und Zweigbetrieben von international tätigen Unternehmen mit Sitz außerhalb Sachsen getätigt. Ein zweiter Schwerpunkt findet sich bei den mittleren Unternehmen mit 100-249 Beschäftigten. Sie waren 2015 in Sachsen für gut 12 % der internen FuE-Ausgaben verantwortlich. Dies entspricht dem Wert, der sich auch für die anderen neuen Länder zeigt. In den Größenklassen der kleinen und mittelkleinen Unternehmen liegt der Strukturanteil in Sachsen stets deutlich über dem Wert der alten Länder, aber leicht unter dem der anderen neuen Länder.

Abbildung 6: Verteilung der internen FuE-Ausgaben 2015 nach Branchengruppen, Technologiesektoren und Größenklassen in Sachsen, den anderen neuen Ländern und den alten Ländern



Anmerkung: *ohne Sachsen, ohne Berlin.
 Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
 Quelle: Stifterverband, FuE-Erhebung, Berechnungen des ZEW.

Innovationsausgaben und -erfolge

FuE ist ein wichtiger Parameter zur Bestimmung der Innovationspotenziale von Unternehmen. Für die Durchführung und Umsetzung von Innovationsvorhaben sind aber meist noch andere Ausgaben nötig. Im Jahr 2017 lagen die gesamten Ausgaben für die Entwicklung und Einführung von Produkt- und Prozessinnovationen, einschließlich sämtlicher FuE-Ausgaben, in den Unternehmen im Berichtskreis der Innovationserhebung Sachsen bei 2,88 Mrd. Euro (Tabelle 29). FuE-Ausgaben machten 44 % der gesamten Innovationsausgaben aus. Ein fast ebenso großer Anteil, 39 %, entfiel auf Investitionen in Maschinen, Ausrüstungen, Gebäude, Software und gewerbliche Schutzrechte. Die Höhe der sonstigen Innovationsausgaben, die u.a. Ausgaben für Weiterbildung, Marketing, Design, Konstruktion, Konzeption, Testen und Prüfen sowie die Produktions- und Vertriebsvorbereitung umfassen, kann nicht exakt bestimmt werden, da in der Innovationserhebung 2018 neben der Höhe der gesamten Innovationsausgaben nur die Höhe der FuE-Ausgaben und der Investitionen für Innovationen abgefragt wurde und beide Kategorien sich zu einem kleinen Teil überschneiden können.⁹ Jedenfalls machen die sonstigen Innovationsausgaben 17 % der gesamten Innovationsausgaben aus.

Tabelle 29: Innovationsausgaben von Unternehmen in Sachsen, 2017

	Mio. Euro	in %	in % des Umsatzes
Innovationsausgaben insgesamt	2.882	100,0	2,59
- interne und externe FuE-Ausgaben*	1.276	44,3	1,15
- Investitionen für Innovationen*	1.115	38,7	1,00

Anmerkung: *FuE-Ausgaben und Investitionen können sich überschneiden, z.B. im Fall von Sachanlageinvestitionen für FuE-Einrichtungen, für aktivierte Softwareentwicklungskosten, die im Rahmen von FuE-Aktivitäten angefallen sind, oder für den Erwerb von Patentrechten für FuE-Projekte.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

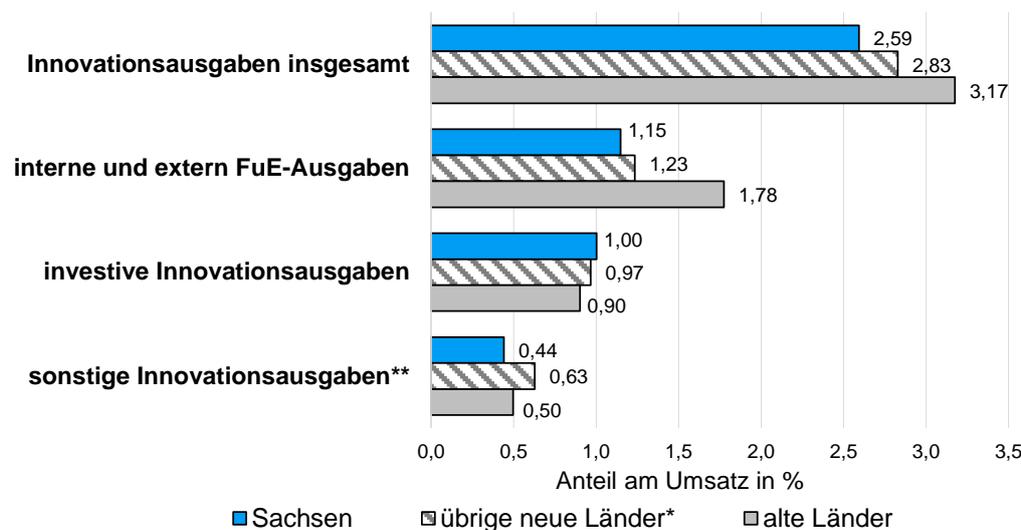
Im Vergleich zu den anderen neuen Ländern ist der Anteil der Investitionen für Innovationen in Sachsen etwas und im Vergleich zu den alten Ländern erheblich höher. Im Westen hatten 2017 etwa 28 % der gesamten Innovationsausgaben investiven Charakter. Höher ist in den alten Ländern dagegen der Anteil der FuE-Ausgaben (56 %). Die anderen neuen Länder (in diesem Abschnitt wieder inkl. Berlin) kommen mit knapp 44 % fast auf denselben Wert wie Sachsen.

Bezogen auf den Umsatz gaben die Unternehmen in Sachsen im Jahr 2017 2,59 % für FuE und Innovationen aus. Die „Innovationsintensität“ ist damit niedriger als in den alten Ländern

⁹ Das Ausmaß der Überschneidung ist nicht bekannt. Die Ergebnisse der FuE-Erhebung zum Anteil der Investitionen an den gesamten (internen plus externen FuE-Ausgaben) und Ergebnisse der Innovationserhebung 2017, die die einzelnen Komponenten der Innovationsausgaben erfasst hat, legen nahe, dass die Überschneidung bei 3 bis 4 % der gesamten Innovationsausgaben liegt.

(3,17 %) und in den anderen neuen Ländern (2,83 %). Dies liegt primär an geringeren FuE-Ausgaben, vor allem gegenüber den alten Ländern (Abbildung 7, Abbildung 8). Gegenüber den anderen neuen Ländern sind die sonstigen Innovationsausgaben in Sachsen niedriger. Bei den investiven Innovationsausgaben lag Sachsen im Jahr 2017 dagegen voran. Zu beachten ist, dass gerade die investiven und die sonstigen Innovationsausgaben stärker von Jahr zu Jahr schwanken können, da sie u.a. von Investitionszyklen und der Nachfrage in den Absatzmärkten abhängen.

Abbildung 7: Innovationsausgaben 2017 als Anteil am Umsatz in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern



Anmerkung: *ohne Sachsen, inkl. Berlin.

** unterschätzt im Ausmaß der nicht bekannten Überschneidung zwischen FuE-Ausgaben und investiven Ausgaben. Die Überschneidung liegt vermutlich bei 3-4 % der gesamten Innovationsausgaben, d.h. der Anteil der sonstigen Innovationsausgaben am Umsatz könnte in der Größenordnung von ca. 0,1 Prozentpunkte höher liegen.

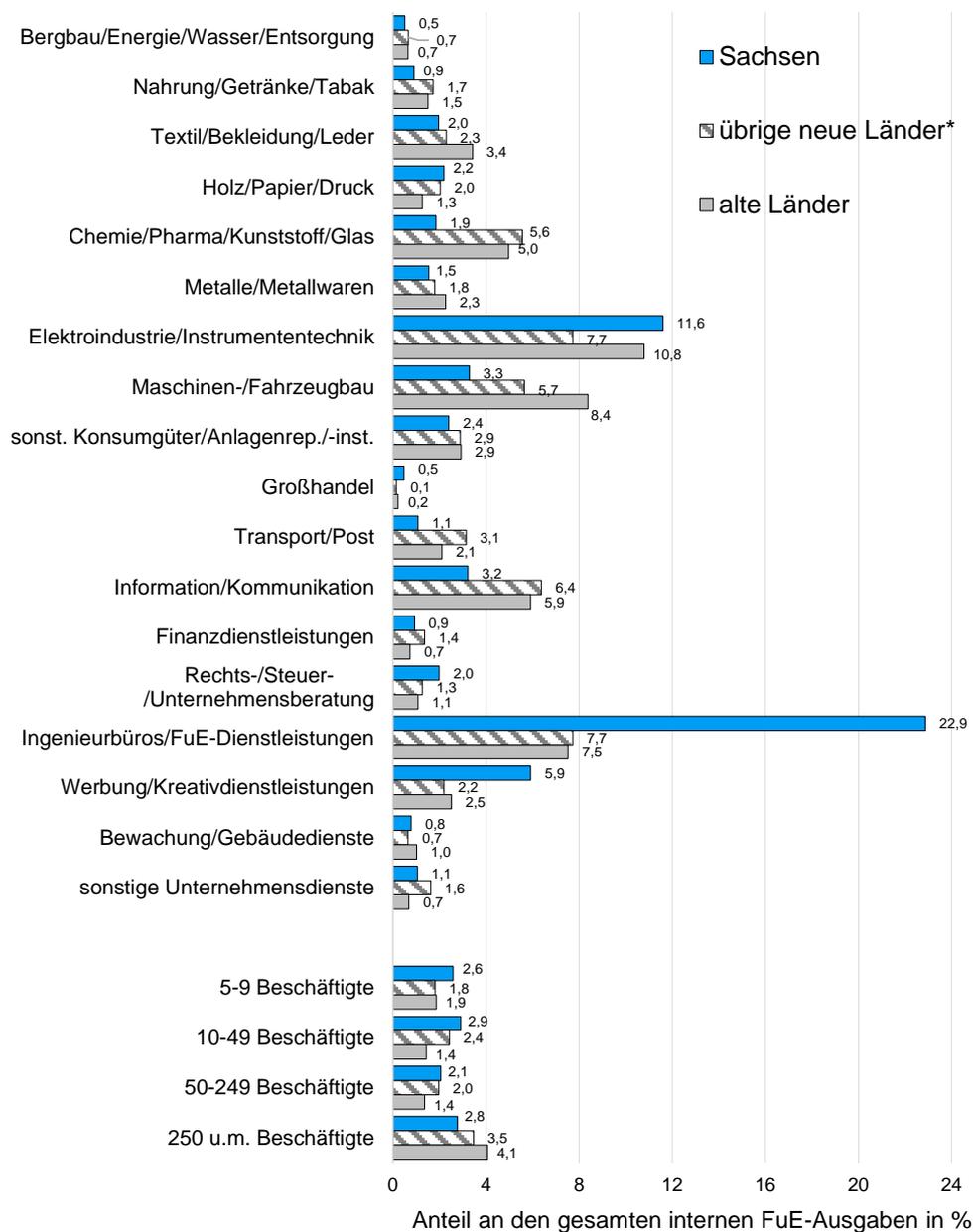
Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Differenziert nach Branchengruppen, fällt für Sachsen die relativ niedrige FuE-Intensität im Maschinen- und Fahrzeugbau auf. Sie ist wesentlich darauf zurückzuführen, dass es keine größeren Automobilbauunternehmen in Sachsen mit nennenswerten FuE-Ausgaben gibt. Gleichzeitig erwirtschaftet diese Branche dank hoher Produktionszahlen hohe Umsätze in Sachsen, was die Relation zwischen Innovationsausgaben und Umsatz deutlich nach unten drückt.¹⁰ Überdurchschnittlich hoch ist dagegen die Innovationsintensität in der Elektronik/Instrumententechnik, sie übersteigt sogar den Wert der alten Länder.

¹⁰ Zu beachten ist, dass in der Innovationserhebung nur die rechtlich selbstständigen Tochterunternehmen von nicht in Sachsen ansässigen Automobilbauunternehmen berücksichtigt werden, nicht aber Zweigwerke ohne eigene Rechtsform. Konkret bedeutet dies, dass das BMW-Werk in Leipzig nicht Teil des Berichtskreises der Innovationserhebung ist, die Autowerke von Volkswagen und Porsche dagegen schon. Im Bereich der Automobilzulieferer gibt es ebenfalls einige Zweigwerke, die Teil des Berichtskreises sind.

Abbildung 8: Innovationsausgaben 2017 als Anteil am Umsatz in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern nach Branchengruppen und Größenklassen



Anmerkung: *ohne Sachsen, inkl. Berlin.

**unterschätzt im Ausmaß der nicht bekannten Überschneidung zwischen FuE-Ausgaben und investiven Ausgaben. Die Überschneidung liegt vermutlich bei 3-4 % der gesamten Innovationsausgaben, d.h. der Anteil der sonstigen Innovationsausgaben am Umsatz könnte in der Größenordnung von ca. 0,1 Prozentpunkte höher liegen.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Herausragend hoch sind die Innovationsausgaben in Relation zum Umsatz in den Ingenieurbüros und FuE-Dienstleistungen, was zum einen an dem hohen Anteil von FuE-Dienstleistungen innerhalb der Branchengruppe in Sachsen liegt (wobei viele FuE-Dienstleister Innovationsausgaben in Höhe des Umsatzes aufweisen). Zum anderen weisen auch viele sächsische Ingenieurbüros relativ hohe Innovationsausgaben auf.

Differenziert nach der Größe ist in allen drei KMU-Größenklassen die Innovationsintensität in Sachsen erheblich höher als in den alten Ländern und auch höher als in den anderen neuen Ländern. Ein Rückstand ist dagegen bei den Großunternehmen zu beobachten.

Die Erträge, die Unternehmen aus Innovationen erzielen, lassen sich nur schwer direkt messen, da die einzelnen Innovationen sehr unterschiedlich sind, unterschiedlichen Ertragsmodellen folgen und unterschiedliche Ertragswirkungen zeigen sowie unterschiedlich lange im Markt angeboten bzw. im Unternehmen eingesetzt werden. Ausgaben für Innovationen können im Rahmen einer Innovationsstatistik nicht direkt den dadurch erzielten Erträgen zugeordnet werden. Gleichwohl haben sich in der Innovationsstatistik einige Kennzahlen zur Messung der direkten ökonomischen Ergebnisse von Innovationen etabliert. Auf Produktseite zählt dazu der Umsatz, der mit Produktinnovationen erzielt wurde, die in den zurückliegenden drei Jahren eingeführt worden waren.¹¹ In Sachsen betrug dieser Umsatzwert im Jahr 2017 16,66 Mrd. Euro (Tabelle 30). Das sind 15 % des gesamten Umsatzes der Unternehmen im Berichtskreis der Innovationserhebung. Gut 12 % des Neuproduktumsatzes gingen auf Marktneuheiten zurück (2,04 Mrd. Euro). Diese machten damit 1,8 % des gesamten Umsatzes aus. Sortimentsneuheiten trugen knapp 16 % zum Umsatz mit Produktinnovationen bei, das sind 2,4 % des gesamten Umsatzes. Die Überschneidungsmenge des Umsatzes von Markt- und von Sortimentsneuheiten ist nicht bekannt, dürfte aber angesichts der großen Zahl von Unternehmen, die beiden Arten von Produktinnovationen eingeführt haben, nicht unerheblich sein.

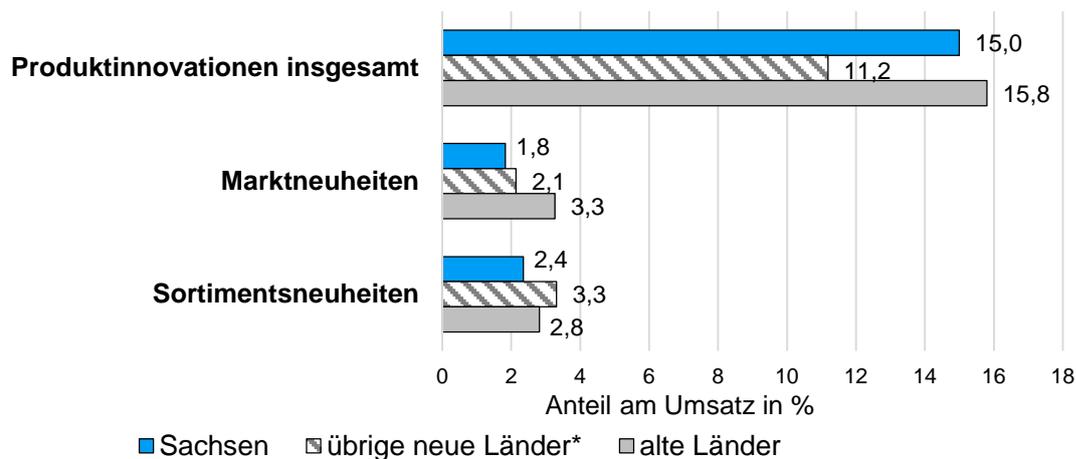
Tabelle 30: Innovationserfolge mit Produktinnovationen von Unternehmen in Sachsen, 2017

	Mrd. Euro	in %	in % des Umsatzes
Umsatz mit Produktinnovationen	16,66	100,0	15,0
- darunter: mit Marktneuheiten*	2,04	12,2	1,8
- darunter: mit Sortimentsneuheiten*	2,62	15,7	2,4

Anmerkung: Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Der Umsatzanteil von Produktinnovationen von 15,0 % in Sachsen liegt nur wenig unter dem Wert in den alten Ländern (15,8 %) und deutlich höher als in den anderen neuen Ländern (11,2 %). Beim Umsatzanteil von Markt- und von Sortimentsneuheiten liegt Sachsen allerdings hinter den beiden Vergleichsregionen. Bei Marktneuheiten ist der Abstand zum Wert der alten Länder (3,3 %) relativ groß (Abbildung 9).

¹¹ Kennzahlen zum Umsatzanteil mit neuen Produkten für die FuE-aktiven Unternehmen werden im Sächsischen Technologiebericht 2018, Abschnitt 5.3 berichtet.

Abbildung 9: Umsatzanteil von Produktinnovationen 2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern

Anmerkung: *ohne Sachsen, inkl. Berlin.

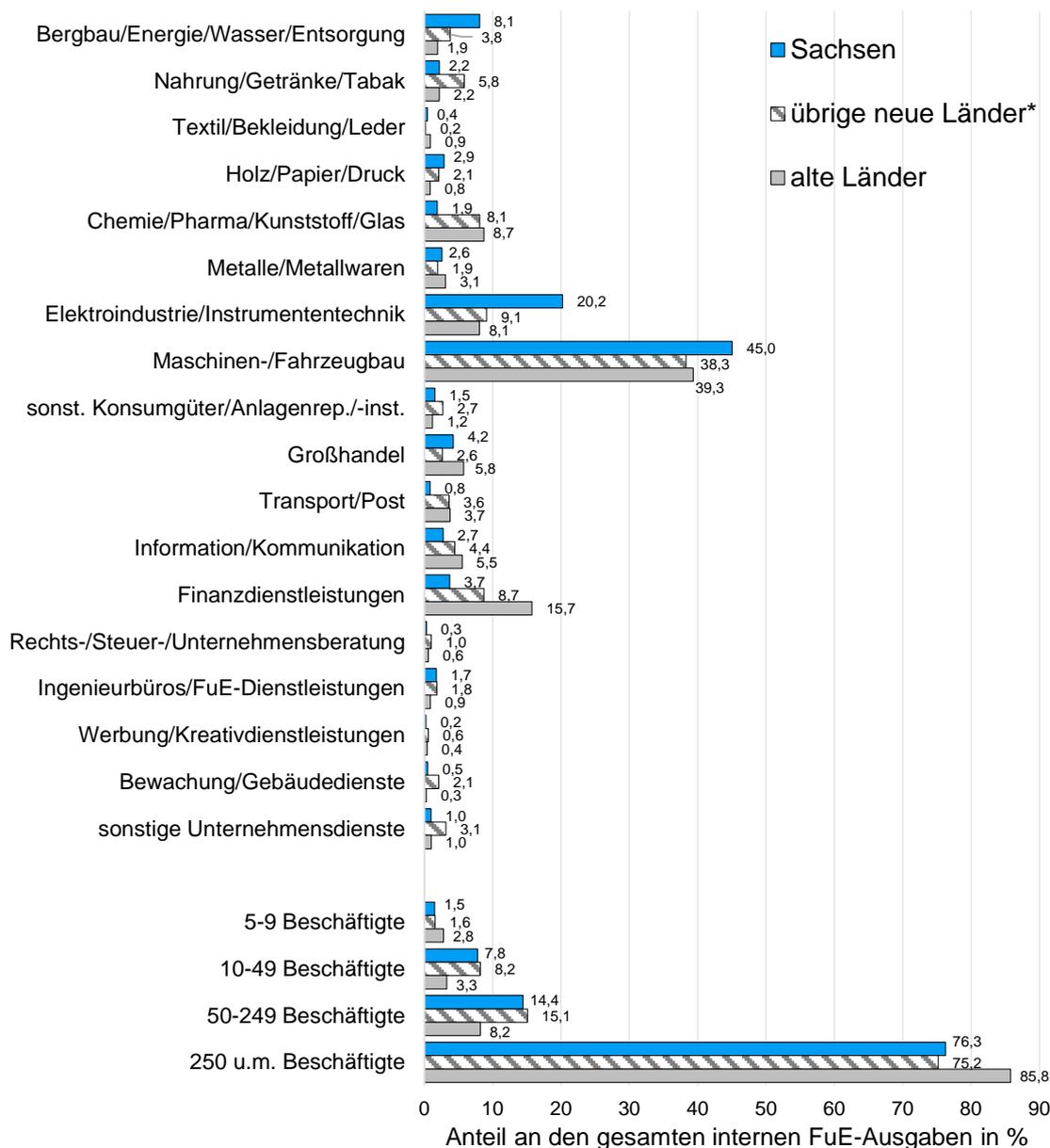
Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Fast die Hälfte des Umsatzes, den die sächsischen Unternehmen mit Produktinnovationen erzielen (45 %), stammt aus einer einzigen Branchengruppe, dem Maschinen- und Fahrzeugbau. Der Anteilswert ist höher als in den Vergleichsregionen, die auf 38 bis 39 % kommen (Abbildung 10). Der hohe Wert resultiert u.a. aus der spezifischen Position des sächsischen Automobilbaus. Als Assemblingstandort (inkl. der damit verbundenen Zulieferunternehmen) weist er ein sehr modernes, junges Produktportfolio mit einem branchentypischen Anteil von Produktneuheiten auf, dem allerdings nur in geringem Umfang eigene Entwicklungsaktivitäten vor Ort gegenüberstehen. Dadurch kommt es zu einem sehr hohen Beitrag zum gesamten Innovationserfolg der sächsischen Wirtschaft bei nur sehr geringen FuE-Ausgaben. Die Innovationsausgaben sind stark auf Prozessinnovationen ausgerichtet.

20 % des Neuproduktumsatzes in Sachsen im Jahr 2017 wurde von der Elektroindustrie und Instrumententechnik generiert. Dies ist ein mehr als doppelt so hoher Anteil wie in den Vergleichsregionen. Höher als in den alten und den anderen neuen Ländern ist außerdem der Beitrag der Branchengruppe Bergbau/Energie/Wasser/Entsorgung zum Umsatz mit Produktinnovationen. Unterdurchschnittlich sind dagegen die Beiträge der Branchengruppen Chemie/Pharma/Kunststoff/Glas, der Finanzdienstleistungen, des Transportgewerbes und der Postdienste sowie der Information/Kommunikation. Kaum Umsätze mit Produktinnovationen erzielen die Ingenieurbüros und FuE-Dienstleistungen, obwohl sie ein Viertel der FuE-Ausgaben im sächsischen Unternehmenssektor auf sich vereinigen. Das in dieser Branchengruppe generierte neue Wissen wird zu einem großen Teil den Kundenbranchen dieser Dienstleister bereitgestellt und dort für Innovationen genutzt.

Abbildung 10: Umsatzanteil von Produktinnovationen 2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern nach Branchengruppen und Größenklassen



Anmerkung: *ohne Sachsen, inkl. Berlin.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

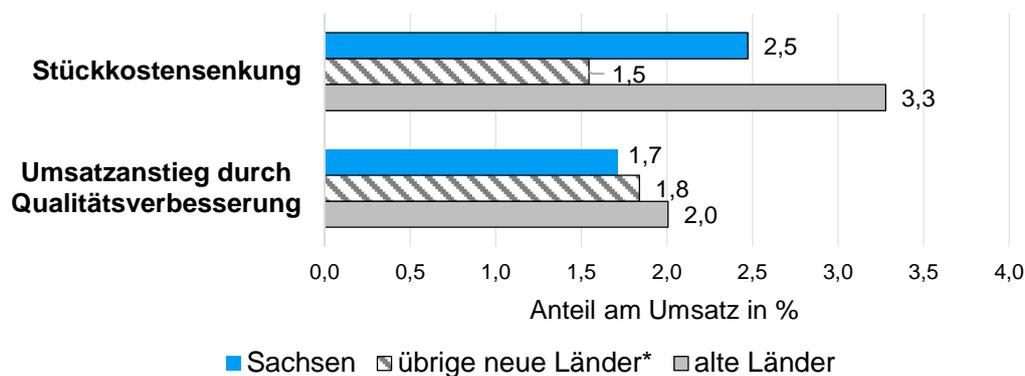
Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Nach Größenklassen differenziert entfallen in Sachsen 76 % des Neuproduktumsatzes auf Großunternehmen. In den alten Ländern ist dieser Anteilswert mit 86 % noch höher. In Sachsen ebenso wie in den anderen neuen Ländern tragen kleine und mittlere Unternehmen stärker als in den alten Ländern zum Umsatz mit Produktinnovationen bei.

Um den Innovationserfolg auf Prozessinnovationsseite zu messen, werden in der Innovationserhebung zwei Indikatoren verwendet: zum einen die prozentuale Stückkostensenkung, die

durch neue oder verbesserte Verfahren erreicht werden konnte, und zum anderen der Umsatzanstieg, der aufgrund von Qualitätsverbesserungen realisiert werden konnte. Beim kostenseitigen Prozessinnovationserfolg erzielten die sächsischen Unternehmen mit einer durchschnittlichen Stückkostensenkung von 2,5 % im Jahr 2017 (die auch die Unternehmen einbezieht, die keinerlei kostensenkende Prozessinnovationen eingeführt haben) einen beachtlichen Wert. Die Unternehmen in den alten Ländern liegen mit 3,3 % zwar voran, sind aber durch den deutlich höheren Anteil von Großunternehmen strukturell deutlich besser aufgestellt, da Kostensenkungen stark mit der Nutzung von Skalenvorteilen einhergehen, die sich in Großunternehmen wesentlich leichter erzielen lassen. Beim qualitätsseitigen Prozessinnovationserfolg liegt Sachsen mit einem Umsatzanstieg von 1,7 % leicht hinter den beiden Vergleichsregionen zurück.

Abbildung 11: Indikatoren des Prozessinnovationserfolgs 2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern



Anmerkung: *ohne Sachsen, inkl. Berlin.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

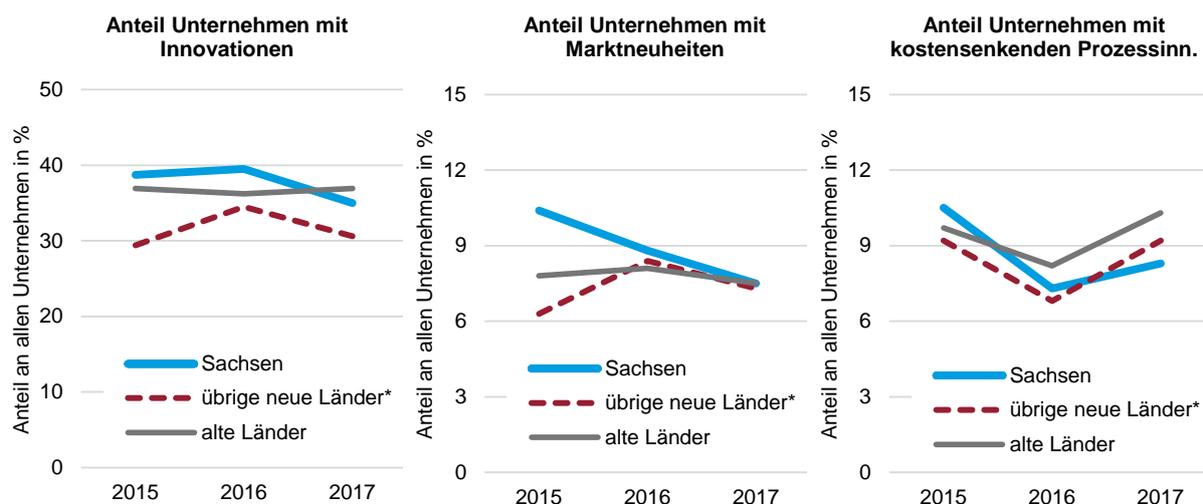
Aktuelle Trends bei Innovationsindikatoren

Die Innovationserhebung Sachsen wird seit dem Berichtsjahr 2015 durchgeführt, sodass für den vorliegenden Bericht drei Berichtsjahre (2015, 2016, 2017) für die Analyse von kurzfristigen Trends bei zentralen Innovationsindikatoren zur Verfügung stehen.¹² Aufgrund des kurzen Zeitraums sollten die dargestellten Entwicklungen allerdings mit Vorsicht interpretiert werden. Veränderungen bei Innovationsindikatoren in einzelnen Jahren können sehr unterschiedliche Ursachen haben und zeigen nicht notwendigerweise eine längerfristige Entwicklungsrichtung an.

¹² Diese Trenddarstellung ergänzt die Datenreports zur Innovationserhebung Sachsen, die das Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr veröffentlicht (siehe Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr 2018), indem sie die Ergebnisse der einzelnen Jahre, inklusive der Ergebnisse für die aktuellste Befragungswelle 2018, in zusammenfassender Form darstellt.

Wie Abbildung 12 zeigt, ging die Innovationsbeteiligung der sächsischen Unternehmen, gemessen an der Innovatorenquote, im Jahr 2017 im Vergleich zu den beiden Vorjahren zurück. Mit 35 % lag sie 2017 um 5 Prozentpunkte unter dem Wert von 2016 und um zwei Prozentpunkte unter dem Vergleichswert für die alten Länder. In den übrigen neuen Ländern zeigt sich 2017 ebenfalls ein Rückgang der Innovatorenquote. Ebenfalls rückläufig ist der Wert für den Indikator „Anteil Unternehmen mit Marktneuheiten“. Dieser ging in Sachsen von mehr als 10 % im Jahr 2015 auf weniger als 8 % im Jahr 2017 zurück. Nachdem 2015 ein merklich höherer Anteil der sächsischen Unternehmen Marktneuheiten eingeführt hatten, liegt die Quote im Jahr 2017 auf dem Niveau der Vergleichsregionen. Eine leicht positive Entwicklung zeigt sich beim Anteil der Unternehmen mit kostensenkenden Prozessinnovationen. Dieser stieg 2017 in Sachsen um rund einen Prozentpunkt auf 8 % an. In den Vergleichsregionen fiel der Anstieg kräftiger aus, sodass der Wert für Sachsen nun unter dem der alten Länder und der übrigen neuen Länder liegt.

Abbildung 12: Trends in der Innovationsbeteiligung von Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2015-2017



Anmerkung: *inkl. Berlin.

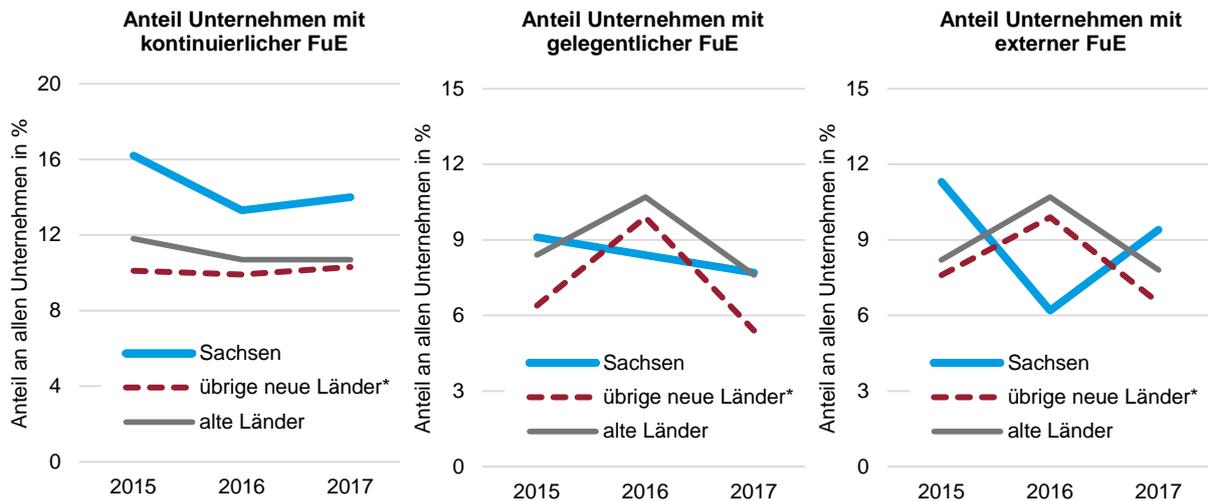
Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Der Anteil der Unternehmen in Sachsen, die kontinuierliche FuE betreiben, ging 2016 im Vergleich zum Vorjahr merklich von 16 auf 13 % zurück und stieg 2017 wieder leicht auf 14 % an (Abbildung 13). Damit bleibt der Abstand zu den alten Ländern und den übrigen neuen Ländern mit 3-4 Prozentpunkten hoch. Der Anteil der Unternehmen mit gelegentlicher FuE ging in Sachsen sowohl 2016 als auch 2017 leicht zurück. Er lag 2017, wie schon 2015, auf demselben Niveau wie in den alten Ländern (8 %) und deutlich über dem Wert für die übrigen neuen Länder. Beim Anteil der Unternehmen, die FuE-Aufträge an Dritte vergeben („externe FuE“)

zeigt sich in Sachsen eine gegenläufige Entwicklung gegenüber den Vergleichsregionen. Einem starken Rückgang im Jahr 2016 steht ein Anstieg im Jahr 2017 gegenüber, sodass für das aktuellste Jahr die Quote mit rund 9 % wieder über dem Wert der Vergleichsregionen liegt.

Abbildung 13: Trends in der FuE-Beteiligung von Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2015-2017

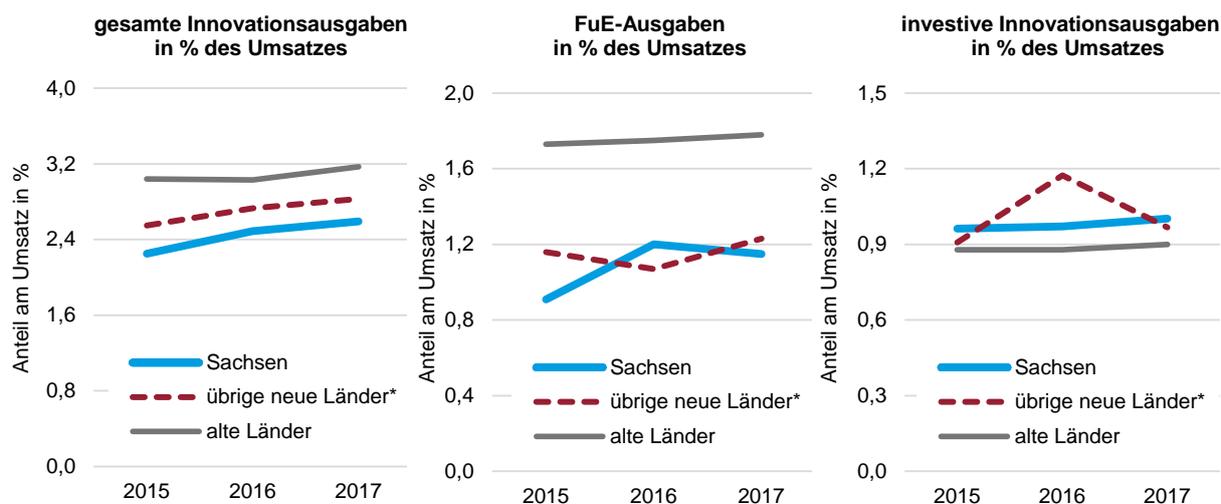


Anmerkung: *inkl. Berlin.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Bei den Innovationsausgaben zeigt sich sowohl für die sächsische Wirtschaft wie für die alten Länder und die übrigen neuen Länder ein gleichmäßiger Anstieg (Abbildung 14). Gemessen am gesamten Umsatz der Unternehmen im Berichtskreis der Innovationserhebung stiegen die Innovationsausgaben in Sachsen 2015-2017 von 2,3 über 2,5 auf 2,6 % an. In den übrigen Ländern war die gleiche Entwicklung auf einem etwas höheren Niveau (von 2,6 auf 2,8 %) zu beobachten. In den alten Ländern fiel der Anstieg 2016 verhalten und im Jahr 2017 etwas stärker aus. Bei der Teilkomponente FuE-Ausgaben gab es in Sachsen im Jahr 2016 einen kräftigen Anstieg (von 0,9 auf 1,2 % des Umsatzes), 2017 wurde dieses Niveau gehalten. In den übrigen neuen Ländern kam es dagegen 2016 zu einem leichten Rückgang und 2017 wieder zu einem Anstieg, sodass im Jahr 2017 die FuE-Intensität in den übrigen neuen Ländern wieder über der von Sachsen liegt. Bei den investiven Innovationsausgaben kam es in Sachsen zu einem geringfügigen Anstieg, sodass der Abstand zu den alten Ländern unverändert blieb.

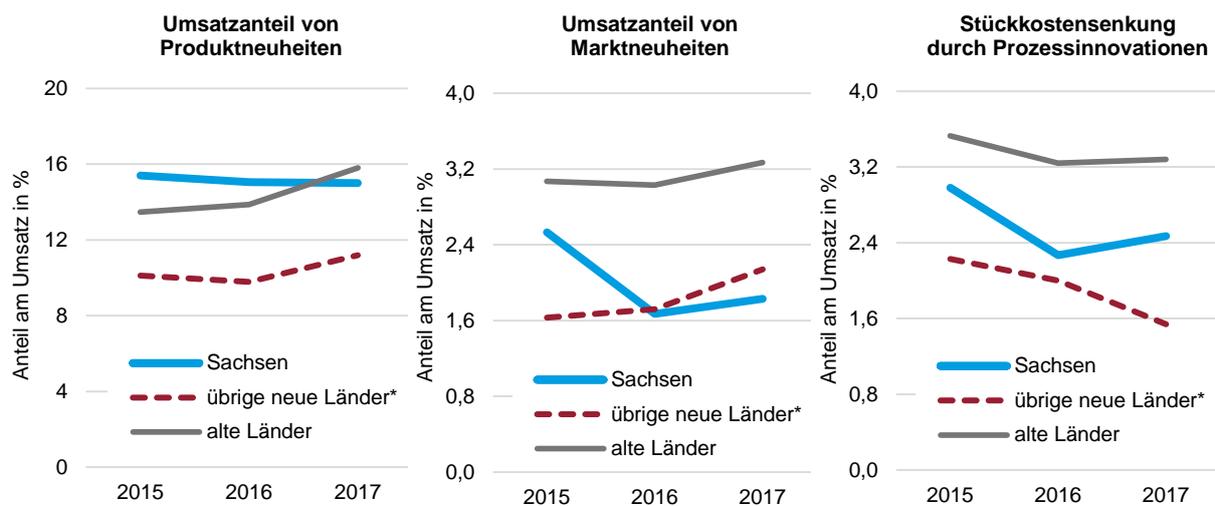
Abbildung 14: Trends in den Innovationsausgaben von Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2015-2017

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Wie Abbildung 15 zeigt, ist die Entwicklung beim Innovationserfolg für die Unternehmen in Sachsen für den Zeitraum 2015-2017 tendenziell rückläufig. Der Umsatzanteil von Produktneuheiten nahm leicht von 15,4 auf 15,0 % ab. Er liegt 2017 unter dem Niveau der alten Länder, die 2017 einen deutlichen Anstieg von 13,9 auf 15,8 % verzeichnet haben. Der Vorsprung Sachsens gegenüber den übrigen neuen Ländern hat sich 2017 verringert, da auch in den übrigen neuen Ländern der Neuproduktanteil am Umsatz zunahm (von 9,8 auf 11,2 %). Für den Umsatzanteil von Marktneuheiten zeigt sich sowohl in Sachsen als auch in den beiden Vergleichsregionen für 2017 ein Anstieg gegenüber dem Vorjahreswert, der in Sachsen allerdings am geringsten ausfiel. Zudem sank im Jahr 2016 der Wert für diesen Indikator in Sachsen stark, sodass der Freistaat nun hinter den Vergleichsregionen liegt. Günstiger war die Entwicklung beim zentralen Indikator für den Prozessinnovationserfolg, nämlich der durchschnittlichen Stückkostensenkung, die durch neue Prozesse und Verfahren erzielt werden konnte. Dieser Wert stieg in Sachsen 2017 von 2,3 auf 2,5 % an, nachdem er 2016 merklich gesunken war. Dadurch hat sich im Jahr 2017 der Abstand zu den alten Ländern (3,3 %) etwas verringert. In den übrigen neuen Ländern nahm der Kostensenkungsanteil 2017 deutlich auf 1,5 % ab.

Abbildung 15: Trends in der FuE-Beteiligung von Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2015-2017

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Innovationshemmnisse und Fachkräftemangel

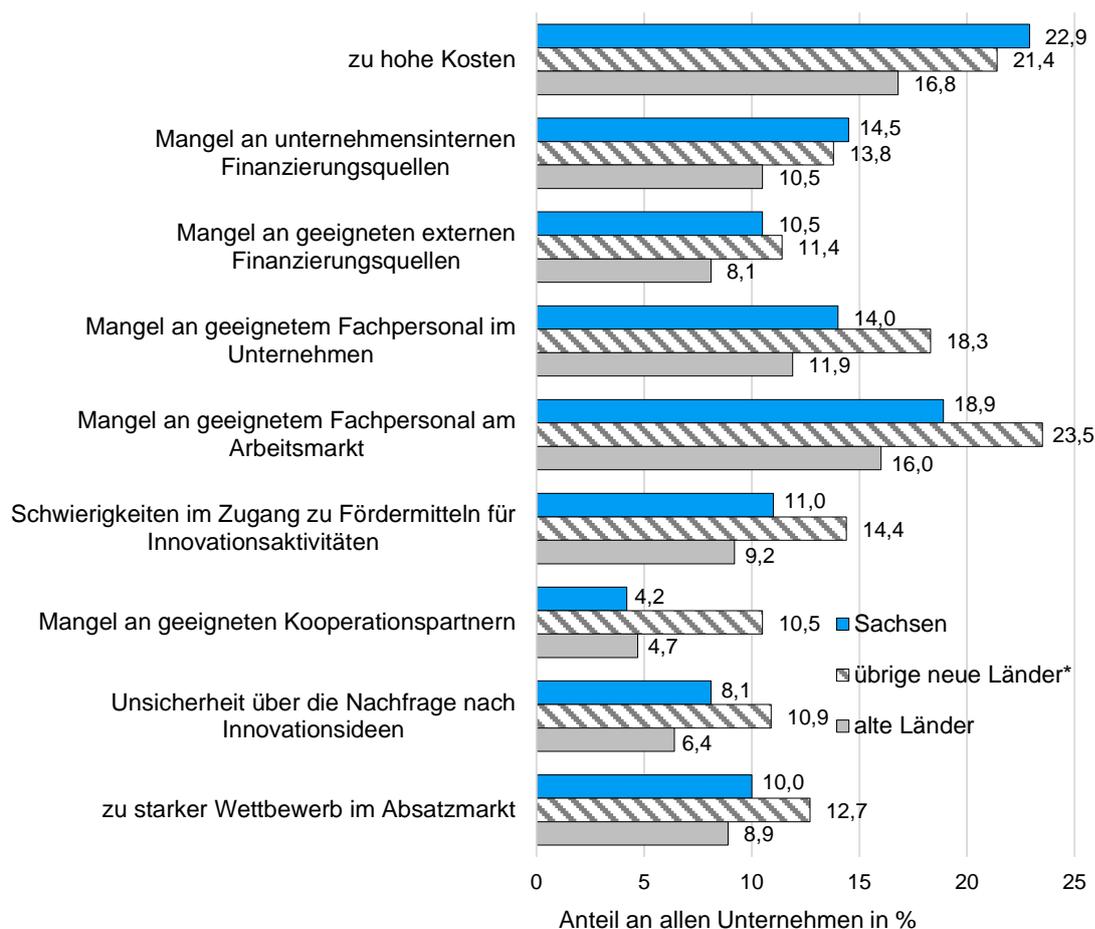
Die Innovationspotenziale im Unternehmensbereich werden nicht nur von den eigenen Innovationsanstrengungen der Unternehmen bestimmt, sondern auch von den Rahmenbedingungen, um Innovationen zu entwickeln und einzuführen. Hier können verschiedene Faktoren be- oder verhindernd wirken. In der Innovationserhebung Sachsen des Jahres 2017 wurde die Bedeutung einiger wichtiger Hemmnisfaktoren im Jahr 2016 erfasst.¹³ Das Hemmnis, das die meisten Unternehmen als von hoher Bedeutung für die Behinderung der eigenen Innovationsaktivitäten nannten, sind die zu hohen Kosten. Dabei ist zu beachten, dass sich diese Antwort nicht nur auf die Betriebskosten des Unternehmens (wie Personal, Material, Energie, Dienstleistungen, Fremdkapital) bezieht, sondern auch die hohen Kosten von Innovationsvorhaben im Vergleich zu den ungewissen Erträgen mit einschließt.

Der zweitwichtigste Hemmnisfaktor war 2016 der Mangel an geeignetem Fachpersonal am Arbeitsmarkt. Für 19 % der Unternehmen in Sachsen war dieser Faktor von hoher Bedeutung. In den anderen neuen Ländern (hier weiterhin inkl. Berlin) lag die Quote mit 24 % noch höher, in den alten Ländern war sie niedriger (16 %). Der Mangel an unternehmensinternen Finanzierungsquellen folgte in Sachsen als am dritthäufigsten genanntes bedeutendes Innovationshemmnis (15 %), noch vor dem Mangel an geeignetem Fachpersonal im Unternehmen (14 %) und dem Mangel an geeigneten externen Finanzierungsquellen (11 %). Schwierigkeiten beim

¹³ Die Verbreitung von Innovationshemmnissen im Unternehmenssektor Sachsens wurde auch im Rahmen des Datenreports zur Innovationserhebung Sachsen dargestellt (Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr 2018). Die Darstellung hier setzt die Ergebnisse insbesondere in Bezug zur Situation in den anderen neuen Ländern.

Zugang zu Fördermitteln für Innovationsaktivitäten waren ebenfalls für 11 % der sächsischen Unternehmen von hoher Bedeutung für die Behinderung von Innovationsbemühungen. Für fast alle Hemmnisfaktoren gilt, dass sie in den anderen neuen Ländern häufiger als von hoher Bedeutung genannt wurden als in Sachsen (Ausnahme: hohe Kosten und Mangel an interner Finanzierung), während die alten Länder niedrigere Anteilswerte aufweisen (Ausnahme: Mangel an geeigneten Kooperationspartnern, hier weist Sachsen mit 4 % den niedrigsten Wert auf).

Abbildung 16: Innovationshemmnisse von hoher Bedeutung in Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern, 2016



Anmerkung: *inkl. Berlin.

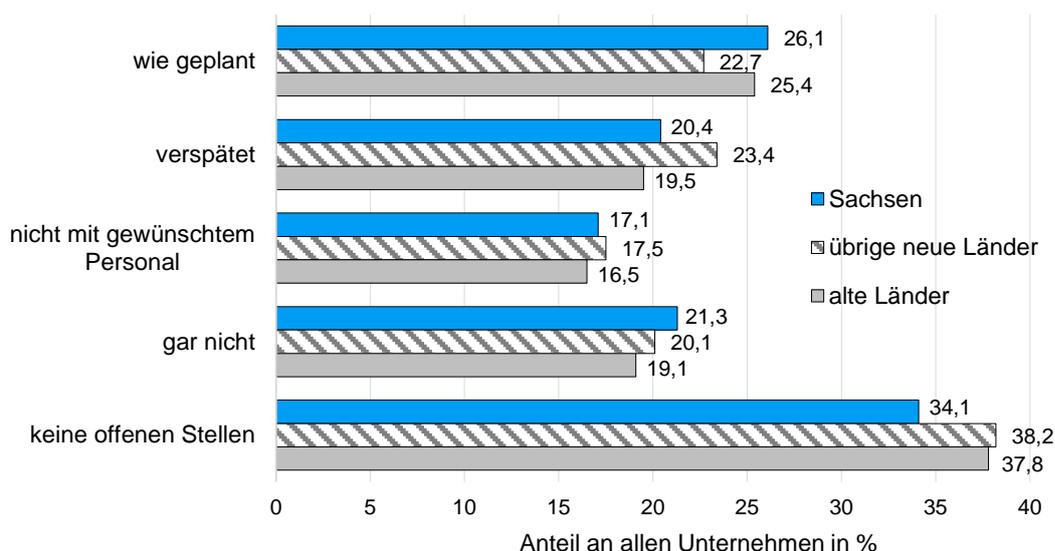
Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

In der aktuellen Innovationserhebung Sachsen des Jahres 2018 wurde das Ausmaß des Fachkräftemangels im Jahr 2017 erhoben. Insgesamt hatten 66 % der Unternehmen in Sachsen im Berichtskreis der Innovationserhebung im Jahr 2017 offene Stellen. 26 % der Unternehmen konnten zumindest einen Teil ihrer offenen Stellen wie geplant besetzen, bei 20 % konnten zumindest einige der offenen Stellen verspätet und bei 17 % nicht mit dem gewünschten Personal besetzt werden (Abbildung 17). 21 % der Unternehmen berichteten, dass offene Stellen

gar nicht besetzt werden konnten. Die Werte für Sachsen liegen bei allen vier Kategorien jeweils leicht über den Werten der alten Länder. Gegenüber den anderen neuen Ländern zeigt sich ein höherer Anteil von Unternehmen mit wie geplant besetzten Stellen und ein niedrigerer bei verspätet besetzten Stellen.

Abbildung 17: Besetzung offener Stellen in Unternehmen in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern im Jahr, 2017



Anmerkung: * inkl. Berlin.

Mehrfachnennungen je Unternehmen möglich bei „wie geplant“, „verspätet“, „nicht mit gewünschtem Personal“ und „gar nicht“.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Die Gesamtzahl der offenen Stellen lag im Jahr 2017 in den Unternehmen des Berichtskreises der Innovationserhebung in Sachsen bei rund 45 Tsd. Von ihnen konnten rund 18,5 Tsd. Stellen wie geplant besetzt werden, 16 Tsd. nur verspätet oder nicht mit dem gewünschten Personal und rund 10,5 Tsd. konnten gar nicht besetzt werden. Damit blieben 23 % der offenen Stellen unbesetzt und nur 41 % konnten wie geplant besetzt werden. Der Anteil der nicht besetzten offenen Stellen ist in Sachsen höher als in den anderen neuen Ländern (21 %) und in den alten Ländern (18 %).

Bezogen auf die Gesamtbeschäftigung machen die nicht besetzten offenen Stellen in Sachsen 1,8 % aus. Dies ist deutlich mehr als in den anderen neuen Ländern (1,5 %) und in den alten Ländern (1,2 %). Auch die nur verspätet oder nicht mit dem gewünschten Personal besetzten Stellen haben ein höheres Gewicht in Sachsen (2,8 % an allen Beschäftigten) als in den anderen neuen Ländern (2,6 %) und in den alten Ländern (2,1 %). Bei den wie geplant besetzten Stellen liegt Sachsen mit einem Anteil an allen Beschäftigten von 3,3 % auf demselben Niveau wie die alten Länder. Insgesamt lag die Anzahl der offenen Stellen gemessen an der Beschäftigung im Jahr 2017 in Sachsen höher (7,9 %) als in den anderen neuen Ländern (7,1 %) und den alten Ländern (6,6 %).

Tabelle 31: Besetzung von offenen Stellen in Unternehmen in Sachsen, 2017

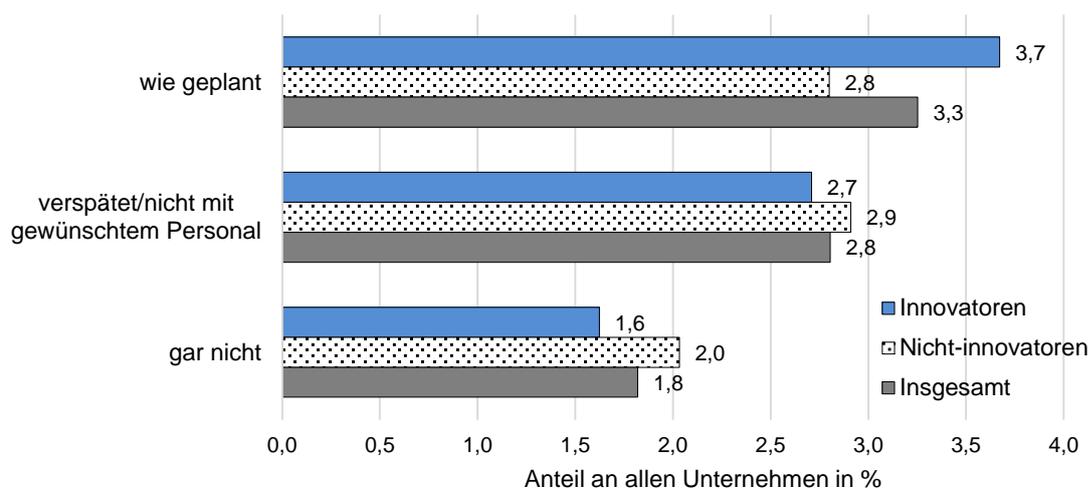
	Sachsen	neue Länder* ohne Sachsen	alte Länder
Anzahl offene Stellen (in Tsd., gerundet), die			
... wie geplant besetzt werden konnten	18,5	46	470
... nur verspätet oder nicht mit dem gewünschtem Personal besetzt werden konnten	16	40	305
... gar nicht besetzt werden konnten	10,5	23	165
Anteil an allen offenen Stellen (in %), die			
... wie geplant besetzt werden konnten	41	42	50
... nur verspätet oder nicht mit dem gewünschtem Personal besetzt werden konnten	36	37	32
... gar nicht besetzt werden konnten	23	21	18
Anteil der offenen Stellen an allen Beschäftigten (in %), die			
... wie geplant besetzt werden konnten	3,3	3,0	3,3
... nur verspätet oder nicht mit dem gewünschtem Personal besetzt werden konnten	2,8	2,6	2,1
... gar nicht besetzt werden konnten	1,8	1,5	1,2

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Um die Bedeutung von nicht oder nicht adäquat besetzten offenen Stellen für die Innovationsfähigkeit in Sachsen zu erfassen, erfolgt eine Differenzierung nach den beiden Gruppen der Innovatoren (d.h. Unternehmen, die im vorangegangenen Dreijahreszeitraum Produkt- oder Prozessinnovationen eingeführt haben) und Nicht-Innovatoren. Insgesamt lag der Anteil offener Stellen, gemessen an der Beschäftigung, bei Innovatoren etwas höher (8,0 %) als bei Nicht-Innovatoren (7,7 %). Der Anteil der gar nicht besetzten Stellen ist mit 1,6 % aber niedriger, ebenso der Anteil der nicht adäquat besetzten Stellen (2,7 %). Der Anteil der wie geplant besetzten offenen Stellen an der Gesamtbeschäftigung ist bei Innovatoren mit 3,7 % deutlich höher als bei Nicht-Innovatoren (2,8 %). Insgesamt sind demnach Unternehmen, die keine Innovationen eingeführt haben, vom Fachkräftemangel stärker betroffen. Ob der Fachkräftemangel dabei die Ursache für den Verzicht auf Innovationen war oder aber fehlende Innovationen und Fachkräftemangel auf ähnliche „Defizite“ (ungünstiger Standort, schlechtes Management, ungünstige Zukunftsaussichten) zurückzuführen sind, kann hier nicht gesagt werden.

Abbildung 18: Besetzung offener Stellen in Unternehmen in Sachsen im Jahr 2017 nach Innovatoren und Nicht-Innovatoren

Anmerkung: Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
 Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Fazit

Die Innovationsaktivitäten der Unternehmen in Sachsen weisen an einigen Stellen Besonderheiten im Vergleich zur deutschen Wirtschaft insgesamt sowie zu den anderen neuen Ländern auf. Die hervorstechendste Besonderheit ist der hohe Anteil von Unternehmen mit kontinuierlichen internen FuE-Aktivitäten (siehe hierzu auch die Befunde im Sächsischen Technologiebericht 2018, Kapitel 5). Dieser steht in engem Zusammenhang mit der deutlich weiter verbreiteten Förderung von FuE-aktiven Unternehmen in Sachsen (vgl. hierzu Abschnitt 3.1). Außerdem ist der Anteil der Unternehmen, die FuE-Aufträge an Dritte vergeben (FuE-Dienstleister, Hochschulen, Forschungseinrichtungen) höher als im bundesweiten Durchschnitt. Gleichzeitig unterscheidet sich der Anteil von Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen in Sachsen kaum von dem in Deutschland insgesamt. Bei gleicher Innovationsbeteiligung besteht somit eine stärkere Ausrichtung auf den Faktor FuE im Innovationsprozess. Diese geht einher mit einem etwas stärkeren Fokus auf Produktinnovationen und einer geringeren Verbreitung von Prozessinnovationen.

Die FuE-Ausgaben sind – gemessen am Umsatz des Wirtschaftssektors – dennoch niedriger als im bundesweiten Durchschnitt. Dies liegt primär daran, dass die Großunternehmen in Sachsen geringere FuE-Ausgaben in Relation zum Umsatz aufweisen als Großunternehmen in den alten Ländern. Die KMU in Sachsen weisen dagegen relativ hohe FuE-Ausgaben in Relation zum Umsatz auf. Insgesamt nimmt Sachsen eine Zwischenstellung zwischen dem stark von großen Konzernen bestimmten FuE-System in den alten Ländern und dem stark von KMU bestimmten FuE-System in den anderen neuen Ländern ein. Aus sektoraler Sicht be-

sonders auffällig ist das fast vollständige Fehlen von größeren FuE betreibenden Unternehmen im Automobilbau, die in den alten Ländern das bei weitem Abstand höchste FuE-Ausgabenvolumen aufweisen. In Sachsen liegen die sektoralen Schwerpunkte dagegen in den Bereichen Software, Elektronik, FuE-Dienstleistungen und Ingenieurbüros sowie Maschinenbau.

Für den Innovationserfolg der sächsischen Wirtschaft spielt der Automobilbau, gemeinsam mit dem Maschinenbau, dagegen eine sehr große Rolle. Fast die Hälfte des Umsatzes, den sächsische Unternehmen mit Produktinnovationen erzielt haben, geht auf diese beiden Branchengruppen zurück. Der sächsische Automobilbau weist dabei ein modernes, junges Produktportfolio auf, dem allerdings nur in geringem Umfang eigene Entwicklungsaktivitäten vor Ort gegenüberstehen.

Das wichtigste externe Innovationshemmnis für die Unternehmen in Sachsen ist aktuell der Fachkräftemangel. Der Mangel an geeignetem Fachpersonal am Arbeitsmarkt hemmt jedes fünfte sächsische Unternehmen stark. In den anderen neuen Ländern ist dieses Hemmnis noch weiter verbreitet, in den alten Ländern dagegen seltener anzutreffen. Im Jahr 2017 konnte in Sachsen fast ein Viertel der offenen Stellen nicht besetzt werden. Das entspricht 1,8 % der Beschäftigung. Nicht innovierende Unternehmen waren dabei stärker betroffen als Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen.

2.3. Exkurs: Bereich Bildung

In den neuen Ländern begrenzen bereits heute die im Vergleich zu den alten Ländern ungünstigere Altersstruktur und die geringere Siedlungsdichte die Zahl der Fachkräfte, die der Wirtschaft zur Verfügung stehen. Auch werden sich in den kommenden Jahren die Relationen zwischen den Altersgruppen stark verändern. Der Anteil der Menschen im Erwerbsalter wird deutlich sinken, und der Anteil der Menschen ab 65 Jahren beträchtlich ansteigen.¹⁴ Im ersten Halbjahr 2017 suchten knapp 40 % aller Betriebe in den neuen Ländern nach Fachkräften und mehr als jede dritte Fachkräftestelle konnte nicht besetzt werden. Besonders schwierig ist die Fachkräftegewinnung für Kleinstbetriebe mit weniger als zehn Beschäftigten. Diese Unternehmen konnten nahezu die Hälfte der von ihnen angebotenen Stellen für Fachkräfte nicht besetzen.¹⁵

¹⁴ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018): Jahresbericht der Bundesregierung zum Stand der Deutschen Einheit 2018. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Neue-Laender/jahresbericht-zum-stand-der-deutschen-einheit-2018.html>.

¹⁵ SÖSTRA (2018): IAB-Betriebspanel Ostdeutschland. Ergebnisse der 22. Befragungswelle 2017. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Neue-Laender/iab-arbeitgeberbefragung-2017-lang.html>.

Obwohl momentan noch kein akuter flächendeckender Fachkräftemangel in Sachsen existiert, gehört der Mangel an geeignetem Fachkräftepersonal bereits jetzt zu den zentralen Hemmnissen für Innovationsaktivitäten in Sachsen. Die repräsentative Befragung zum Innovationsverhalten der sächsischen Wirtschaft zeigt, dass für sächsische Unternehmen der Mangel an geeignetem Fachpersonal neben den hohen Kosten von Innovationsvorhaben das größte Innovationshemmnis ist.¹⁶

Vor dem Hintergrund zukünftiger demografischer Entwicklungen wird die Fachkräftesituation in Sachsen in den kommenden Jahren weiter angespannt sein und Fachkräfteengpässe werden voraussichtlich weiter zunehmen. Ein besonders hohes Risiko besteht dabei vor allem in ländlichen Regionen, die schon heute überproportional von Alterung und Bevölkerungsrückgang betroffen sind. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass sich in Berufsgruppen, wo bereits aktuell ein Fachkräftemangel besteht, die Situation weiter zuspitzen wird. Dies trifft besonders auf technische Berufe zu, deren Bedarf in der digitalisierten Wirtschaft weiter steigen wird. Die Humankapitalangebote sind für die Entwicklung der thematischen Zukunftsfelder im Freistaat essenziell und determinieren maßgeblich deren zukünftige Innovationspotenziale.¹⁷ Auch für das Gründungsgeschehen in den forschungs- und wissensintensiven Branchen hätte ein anhaltender Fachkräfteengpass erhebliche Auswirkungen.

Zur Bewertung des Innovationstandorts Sachsen wird sowohl die Nachfrage nach Fachkräften als auch die Ausstattung an Bildungseinrichtungen und -angeboten in den sächsischen Zukunftsfeldern betrachtet. Die nachfolgenden Darstellungen basieren zu weiten Teilen auf der SWOT-Analyse zur Sächsischen Fachkräftestrategie 2030, welche basierend auf Sekundärdaten- und Dokumentenanalysen, Interviews und einem Beteiligungsprozess tiefgehende Analysen zur aktuellen und zukünftigen Fachkräftesituation und zu den – für das Innovationsgeschehen im Fokus stehenden – Angeboten an akademischer und nicht-akademischer Ausbildung sowie der Fort- und Weiterbildung liefert.¹⁸ Diese Ergebnisse wurden mit Blick auf die sächsischen Zukunftsfelder erweitert.

¹⁶ Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2018): Innovationsverhalten der sächsischen Wirtschaft. Datenreport zur Befragungswelle 2017. URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/30496/documents/45297>.

¹⁷ Diebolt, C., Hippe, R. (2018): The long-run impact of human capital on innovation and economic development in the regions of Europe, Applied Economics.

¹⁸ Prognos AG (2018): SWOT-Analyse zur Weiterentwicklung der Fachkräftestrategie Sachsen 2020 zur Fachkräftestrategie 2030 für den Freistaat Sachsen. Studie im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr. URL: www.smwa.sachsen.de/download/FSK2030_SWOT.pdf.

Aktuelle Fachkräftesituation und nachgefragte Qualifikationsprofile

Die Verfügbarkeit von gut ausgebildeten Fachkräften ist ein zentraler Einflussfaktor für die Innovationskraft und -fähigkeit der Wirtschaft. Beruflich qualifizierte und akademische Fachkräfte stellen eine wesentliche Grundlage dar, um in Unternehmen neues Wissen zu schaffen, unternehmensexternes Wissen aufzunehmen und technologische Neuerungen erfolgreich in den Markt zu bringen, d.h. zu innovieren.¹⁹

Im Jahr 2017 waren im Freistaat Sachsen gut zwei Millionen Personen erwerbstätig. Davon arbeiteten knapp 1,5 Millionen Erwerbstätige im Dienstleistungssektor. Unter Fachkräften werden alle Personen im erwerbsfähigen Alter verstanden, die mindestens einen berufsqualifizierenden Bildungsabschluss haben und erwerbstätig sind oder dies sein wollen. Die Grundlage für die Identifikation von Engpass- und Mangelberufen bildet die Fachkräfte-Engpassanalyse der Bundesagentur für Arbeit (BA)²⁰. Dieser liegen als zentrale Indikatoren die abgeschlossenen Vakanzzeiten, die Relation von gemeldeten Stellen zu gemeldeten Arbeitslosen sowie die berufsspezifische Arbeitslosenquote zugrunde.²¹

Die BA unterscheidet unterschiedliche Anforderungsniveaus je nach Komplexität der auszuübenden Tätigkeit. Das Anforderungsniveau „Fachkräfte“ (fachlich ausgerichtete Tätigkeiten) wird üblicherweise mit dem Abschluss einer zwei- bis dreijährigen Berufsausbildung erreicht. Dem Anforderungsniveau „Spezialisten“ (komplexe Spezialistentätigkeiten) werden die Berufe zugeordnet, denen eine Meister- oder Technikerausbildung bzw. ein gleichwertiger Fachschul- oder Hochschulabschluss vorausgegangen ist. Das Anforderungsniveau „Experte“ (hoch komplexe Tätigkeiten) setzt in der Regel eine mindestens vierjährige Hochschulausbildung und/oder eine entsprechende Berufserfahrung voraus. Auf Basis der Fachkräfte-Engpassanalyse der BA zeigt sich, dass in einzelnen Berufen und Zukunftsfeldern bereits ein Fachkräftengpass in Sachsen besteht (siehe Tabelle 107 im Anhang).

¹⁹ VDI TZ, ZEW (2018): Sächsischer Technologiebericht 2018. Im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr. URL: <http://www.technologie.sachsen.de/download/Saechsischer-Technologiebericht-2018.pdf>.

²⁰ Bundesagentur für Arbeit (2018): Fachkräfte-Engpassanalyse. URL: <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistische-Analysen/Interaktive-Visualisierung/Engpassanalyse/Engpassanalyse-Nav.html>.

²¹ Von einem regionalen Fachkräftemangel wird nach aktueller Definition der Fachkräfte-Engpassanalyse der BA ausgegangen, wenn die durchschnittliche abgeschlossene Vakanzzeit bei der Besetzung neuer Stellen in einem Beruf mindestens 30 % über dem Bundesdurchschnitt aller Berufe liegt, es weniger als 200 Arbeitslose je 100 gemeldete Stellen gibt (bei Experten weniger als 400) und die berufsspezifische Arbeitslosenquote (bezogen auf alle Erwerbstätigen und Arbeitslosen) nicht höher als 3 % liegt. In Abgrenzung dazu liegen Anzeichen für einen regionalen Fachkräftengpass bereits dann vor, wenn die Vakanzzeit über dem Bundesdurchschnitt aller Berufe liegt.

Die Verfügbarkeit von gut ausgebildeten Fachkräften ist eine wichtige Grundlage für die zukünftige Innovationskraft und wirtschaftliche Prosperität von Regionen. So zeigt eine aktuelle Studie, dass die Humankapitalausstattung der signifikanteste historische Einflussfaktor für die aktuelle Innovations- und Wirtschaftskraft der europäischen Regionen ist.²² Für Sachsen gilt es daher, die aktuelle Fachkräftebasis weiter zu sichern und mit fokussierten Bildungs- und Weiterbildungsangeboten die Grundlage für die zukünftige Innovationsfähigkeit der Unternehmen zu legen. In den Interviews mit Innovationsakteuren aus Sachsen bewerteten diese die bestehenden Bildungs- und Qualifizierungsangebote positiv. Gleichwohl wiesen sie vielfach auf das Problem hin, dass qualifizierte Arbeitskräfte und Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler in andere Regionen Deutschlands abwandern.

Mit Blick auf die Zukunftsfelder lässt sich feststellen, dass in allen Feldern bereits jetzt Fachkräfteengpässe in einzelnen Berufsgruppen bestehen. Die Berufsgruppen der Fachkräfte-Engpassanalyse der BA sind allerdings nicht eindeutig und vollständig den spezifischen sächsischen Zukunftsfeldern zuordenbar. Nichtsdestotrotz liefert die qualitative Zuordnung Hinweise, bei welchen Berufsgruppen aktuell bereits ein Engpass an Fachkräften vorliegt.

Zukunftsfeld Digitale Kommunikation: In der Berufsgruppe Softwareentwicklung und Programmierung besteht bereits heute ein Engpass bei Experten (134 Tage Vakanzzeit, 0,9 Arbeitslose je Arbeitsstelle). Gemessen an der Zahl der Arbeitslosen je gemeldeter Stelle ist der Fachkräfteengpass in der Softwareentwicklung und Programmierung im Freistaat Sachsen stärker ausgeprägt als im Durchschnitt der neuen Länder, jedoch geringer als im gesamtdeutschen Durchschnitt. Auch in der Informatik fehlen Experten (110 Tage Vakanzzeit, 0,6 Arbeitslose je Arbeitsstelle).

Zukunftsfeld Gesundheit: Mit der fortschreitenden Alterung der Gesellschaft werden zunehmend qualifizierte Fachkräfte benötigt, um die wachsenden Anforderungen im Gesundheits- und Pflegebereich zu bewältigen. In Sachsen bestehen Fachkräfteengpässe insbesondere in der Altenpflege, der Medizin-, Orthopädie- und Reha-technik sowie der nichtärztlichen Therapie und Heilkunde.

Zukunftsfeld Energie: In der Energietechnik besteht ein deutlicher Fachkräfte-Engpass im Freistaat Sachsen. Im Jahr 2017/2018 lag die Vakanzzeit gemeldeter Stellen für Fachkräfte bei 182 Tagen. Auf eine gemeldete Stelle kamen 0,5 arbeitslos gemeldete Fachkräfte. Auch bei Maschinenbau- und Betriebstechnik gibt es Engpässe für Fachkräfte und Experten.

²² Diebolt, C., Hippe, R. (2018): The long-run impact of human capital on innovation and economic development in the regions of Europe, Applied Economics.

Zukunftsfeld Rohstoffe: Im Rohstoffbereich besteht ein Fachkräftengpass insbesondere bei der Bearbeitung von Metallen und Kunststoffen. Ein expliziter Bezug zum Zukunftsfeld Rohstoffe ist jedoch auf Basis der BA-Daten nicht möglich.

Zukunftsfeld Mobilität: Engpässe liegen bereits heute bei Experten der Elektrotechnik und Spezialisten der Metallbearbeitung und der Fahrzeug-, Luft-, Raumfahrt- und Schiffbautechnik vor. Fachkräftengpässe bestehen u.a. in der Feinwerk- und Werkzeugtechnik, der Elektrotechnik, dem Metallbau und der Schweißtechnik sowie der Fahrzeugführung im Straßenverkehr.

Zukunftsfeld Umwelt: Auf Grundlage der BA-Daten lässt sich für den Umweltbereich kein direkter Fachkräftengpass ableiten, da Berufsgruppen mit einem expliziten Umweltbezug nicht ausgewiesen werden. Der Fachkräftengpass im Bereich Ver- und Entsorgung kann jedoch auch in diesem Zukunftsfeld auf einen möglichen Engpass hindeuten.

Externe Einflüsse auf den zukünftigen Fachkräftebedarf

Vor dem Hintergrund der positiven konjunkturellen Entwicklungen steigt der Fachkräftebedarf der sächsischen Wirtschaft. Der Fachkräftemonitor Sachsen zeigt, dass bis zum Prognosehorizont im Jahr 2024 ein deutlicher Engpass an Fachkräften in Sachsen erwartet wird, insbesondere bei beruflich qualifizierten Arbeitnehmern mit mittlerer Qualifizierung.²³

Wie sich die zukünftige Fachkräftesituation im Freistaat Sachsen entwickeln wird, hängt auch von unterschiedlichen externen Einflussfaktoren wie dem demografischen und strukturellen Wandel, der Digitalisierung und dem gesellschaftlichen Wertewandel ab. Diese übergeordneten, sogenannten Megatrends beeinflussen den Arbeitsmarkt angebots- wie auch nachfrageseitig. Der demografische Wandel und die erhöhte gesellschaftliche Diversität wirken sich vorrangig auf das Angebot aus. Durch den demografischen Wandel verringert sich nicht nur die Anzahl verfügbarer Arbeitskräfte, insbesondere in den ländlichen Regionen, sondern auch die Zusammensetzung des Erwerbspersonenpotenzials. So wird das Arbeitskräfteangebot nicht nur älter, sondern auch vielfältiger, verbunden mit unterschiedlichen normativen Vorstellungen von Arbeit. Die Digitalisierung ermöglicht Beschäftigten mehr Teilhabe- und Gestaltungsmöglichkeiten. Zugleich birgt der digitale Wandel Risiken. Dazu zählen unter anderem die Überforderung und Entgrenzung der Arbeitnehmer. Gleichzeitig sind nachfrageseitige Veränderungen

²³ WifOR (2018): Fachkräftemonitor Sachsen. Im Auftrag der Industrie- und Handelskammer zu Leipzig. URL: <http://www.fkm-sachsen.de/index.html>.

auf dem Arbeitsmarkt zu erwarten. Neu entstehende Branchen und Berufsfelder vor dem Hintergrund des Strukturwandels und der Digitalisierung verschieben den Arbeitskräftebedarf zwischen Branchen und Berufsfeldern. Dazu trägt auch der demografische Wandel bei, beispielsweise durch einen erhöhten Fachkräftebedarf im Gesundheitswesen. Schließlich verändern sich in der digitalisierten Wirtschaft auch die Anforderungen an die Kompetenzen der Beschäftigten.²⁴

Besonders die Digitalisierung wird auf eine Vielzahl von Berufsgruppen in den sächsischen Zukunftsfeldern wirken, da im Zuge der Digitalisierung Fachkräfte mit digitalen Schlüsselkompetenzen eine wichtige Voraussetzung für Produktivitätswachstum und Innovationen in etablierten und neuen Branchen sind (siehe Box 1).

²⁴ siehe detailliert Prognos AG (2018): SWOT-Analyse zur Weiterentwicklung der Fachkräftestrategie Sachsen 2020 zur Fachkräftestrategie 2030 für den Freistaat Sachsen. Studie im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr. URL: www.smwa.sachsen.de/download/FSK2030_SWOT.pdf.

Box 1: Digitalisierungskompass – Arbeitsmarkt digitaler Berufe in Sachsen

Der Digitalisierungskompass 2018 der Prognos AG zeigt ein Gesamtbild zur Digitalisierung aller 401 Städte und Landkreise in Deutschland. Anhand aussagekräftiger Indikatoren liefert er wichtige Informationen zur aktuellen Lage und zum bundesweiten Vergleich der Regionen. Grundlage für das Ranking sind 12 Indikatoren in drei Kategorien: „Arbeitsmarkt digitaler Berufe“, „IKT-Branche“ und „Breitbandversorgung (IKT-Infrastruktur)“.²⁵

Der Freistaat Sachsen liegt im Gesamtranking des Digitalisierungskompass 2018 mit Rang neun im Mittelfeld der Bundesländer. Sachsen führt das Ranking der neuen Länder an. Innerhalb Sachsens zeigt sich ein deutliches Stadt-Land-Gefälle. Während Dresden, Leipzig und Chemnitz über sehr gute bzw. gute Chancen der Digitalisierung verfügen, sind die Chancen in den weiteren sächsischen Landkreisen weniger gut.

Während Sachsen in der Kategorie „IKT-Branche“ im deutschen Vergleich überdurchschnittlich abschneidet, ist die Kategorie „Breitbandversorgung (IKT-Infrastruktur)“ nur unterdurchschnittlich ausgeprägt. In der Kategorie „Arbeitsmarkt digitaler Berufe“, Fokus dieser Analyse, belegt Sachsen einen mittleren Rang.

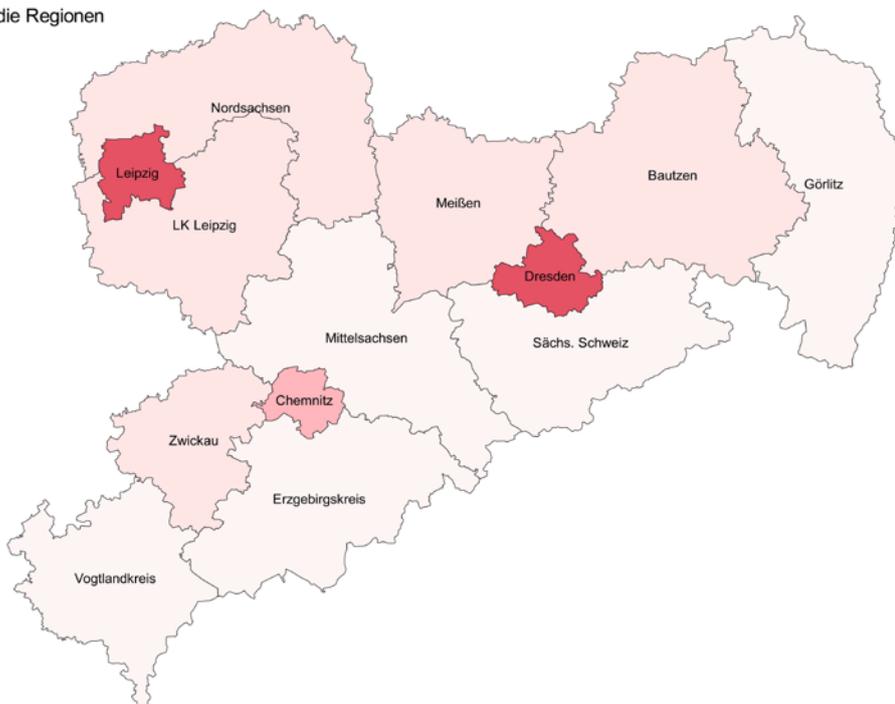
Mit Blick auf ausgewählte Indikatoren im Bereich Arbeitsmarkt digitaler Berufe zeigt sich, dass Sachsen beim Anteil digitaler Impulsgeber an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, also der Berufsgruppen, die Digitalisierung in der Wirtschaft vorantreiben und umsetzen (z.B. Informatiker, Produkt-Designer oder Ingenieure der Automatisierungstechnik), und dem Anteil an digitalen Stellenanzeigen²⁶ deutschlandweit einen mittleren Platz einnimmt. Im Vergleich mit den anderen neuen Ländern ist Sachsen bei diesen Indikatoren jeweils führend.

Abbildung 19: Ergebnisse des Digitalisierungskompass 2018 für Sachsen**Digitalisierungskompass 2018**

Digitalisierung als Chance für die Regionen

- ☆☆☆☆ schlech
- ☆☆☆☆ weniger gut
- ☆☆☆☆ gut
- ☆☆☆☆ sehr gut

Quelle: Prognos/index



Quelle: Digitalisierungskompass, Prognos AG, Index, 2018.

²⁵ Methodische Erläuterungen zu den Indikatoren und Datenquellen finden sich hier: <https://www.digitalisierungskompass.info/die-vorgehensweise/>.

Bildungsangebote und -inhalte

Nachfolgend wird die Ausstattung an Bildungsangeboten und -inhalten in den Zukunftsfeldern in den Blick genommen und damit die Angebotsseite qualifiziert. In knapper Form werden die zentralen Erkenntnisse der SWOT-Analyse zur Fachkräftestrategie 2030 für den Freistaat Sachsen wiedergegeben.²⁷ Ein qualitativer Abgleich zeigt auf, inwieweit durch die vorhandenen Bildungsangebote die thematischen Bedarfe und notwendigen Schlüsselkompetenzen in den Zukunftsfeldern angemessen adressiert werden.

Berufliche Ausbildung

Bei der Entwicklung von Fachkräftepotenzialen kommt der beruflichen Ausbildung eine zentrale Bedeutung zu. Im Freistaat Sachsen ist die berufliche Ausbildung besonders relevant, da sich der aktuelle Fachkräftebedarf in Sachsen überwiegend auf Personen mit einem beruflichen Abschluss konzentriert. Ausgangspunkt für eine Einordnung des Ausbildungsgeschehens ist die Zahl der Schulabgänger der allgemeinbildenden Schulen. Nach langjährigem Rückgang steigt die Zahl der Abgänger seit 2012 kontinuierlich an. Im Schuljahr 2016/17 verließen insgesamt 30.631 Schüler im Freistaat Sachsen die allgemeinbildende Schule.²⁸ Insgesamt mündete im Jahr 2016 die Hälfte aller Anfänger im Berufsbildungssystem in den Bereich der Berufsausbildung ein. Knapp 30 % begannen ein Studium, etwa 20 % besuchten die Sekundarstufe II oder weitere Bildungsgänge mit dem Ziel des Erwerbs einer Hochschulzugangsberechtigung.

Sächsische Unternehmen bilden im bundesweiten Vergleich wenig aus. Die Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit beziffert die Ausbildungsbetriebsquote 2016 im Freistaat Sachsen mit 14,1 %. Diese liegt leicht über dem Durchschnitt der neuen Bundesländer (13,6 %), jedoch deutlich unter dem der alten Bundesländer. Bundesweit bildeten knapp 20 % aller Betriebe in diesem Jahr junge Menschen aus.²⁹ Insbesondere KMU bilden im Vergleich zu Großbetrieben wenig aus. Die kleinteilige Wirtschaftsstruktur des Freistaates Sachsen stellt diesbezüglich eine Herausforderung für die duale Ausbildung dar. Die betriebliche Ausbildung

²⁶ Der Indikator misst den Anteil an Stellenanzeigen mit Suchbegriffen im Bereich digitaler Impulsgeber in Relation zu den gesamten sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB). Stellenanzeigen im Bereich digitaler Impulsgeber umfassen Inserate mit Suchbegriffen im Bereich IT, Forschung und Entwicklung, High-Tech, naturwissenschaftliche Berufe, Ingenieure, Marketing, PR, Werbung, Design und Multimedia.

²⁷ Prognos AG (2018): SWOT-Analyse zur Weiterentwicklung der Fachkräftestrategie Sachsen 2020 zur Fachkräftestrategie 2030 für den Freistaat Sachsen. Studie im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr. URL: www.smwa.sachsen.de/download/FSK2030_SWOT.pdf.

²⁸ Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2018): Absolventen/Abgänger an allgemeinbildenden Schulen. URL: <https://www.statistik.sachsen.de/html/463.htm>.

²⁹ Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (2018): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2018. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung. URL: https://www.bibb.de/dokumente/pdf/bibb_datenreport_2018.pdf.

ist für diese Unternehmen häufig eine größere Herausforderung aufgrund der kaum vorhandenen Strukturen für die Ausbildung.

Stärken der beruflichen Bildung bestehen im geringen Anteil von Jugendlichen im Übergangsbereich, dem Stopp des Rückgangs der dualen Ausbildung, den guten Kapazitäten schulischer Ausbildung im Gesundheits-, Erziehungs- und Sozialwesen und der steigenden Übernahmequote von Auszubildenden. Schwächen liegen in der geringen Ausbildungsquote sächsischer Unternehmen im bundesweiten Vergleich, dem Anstieg der Anzahl unbesetzter Ausbildungsplätze und der noch zu vermittelnden Bewerber, den hohen Vertragslösungsquoten insbesondere bei Schülern mit niedrigem Schulabschluss und bei ausländischen Jugendlichen sowie den monetären Rahmenbedingungen der Ausbildung, insbesondere im Bereich Pflege (siehe Tabelle 32).

Tabelle 32: SWOT-Analyse Berufliche Ausbildung

SWOT	Berufliche Bildung
Stärken	<ul style="list-style-type: none"> • geringer Anteil von Jugendlichen im Übergangsbereich • Rückgang der dualen Ausbildung aufgehalten • gute Kapazitäten schulischer Ausbildung im Gesundheits-, Erziehungs- und Sozialwesen • gteigende Übernahmequote von Auszubildenden
Schwächen	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Ausbildungsquote sächsischer Unternehmen im bundesweiten Vergleich • Anstieg der Anzahl unbesetzter Ausbildungsplätze und der noch zu vermittelnden Bewerber • hohe Vertragslösungsquoten insbesondere bei Schülern mit niedrigem Schulabschluss und bei ausländischen Jugendlichen • monetäre Rahmenbedingungen der Ausbildung im Bereich Pflege aktuell weniger attraktiv als in anderen Bereichen der dualen Ausbildung
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> • steigende Zahlen von Schulabgängern • Steigerung der Attraktivität der beruflichen Ausbildung durch digitale Technologien
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastruktur und personelle Ausstattung im Bereich der beruflichen Schulen vor allem auf dem Land ausgedünnt • starke Orientierung zu höheren Abschlüssen und Studium • KMU mit geringeren Kapazitäten für qualitätsvolle Ausbildung • Mangel an Lehrkräften

Quelle: Prognos AG, 2018, SWOT-Analyse zur Weiterentwicklung der Fachkräftestrategie Sachsen 2020 zur Fachkräftestrategie 2030 für den Freistaat Sachsen, Studie im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.

Akademische Bildung

Im Freistaat Sachsen gibt es insgesamt mehr als 1.000 Hochschulstudiengänge (Wintersemester 2016/17), davon über 300 Bachelor- und über 400 Masterstudiengänge.³⁰ Zum Wintersemester 2016/17 waren an sächsischen Hochschulen insgesamt 111.499 Studierende immatrikuliert, 38.366 davon in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen.³¹ Das entspricht einem Anteil von 34,4 % – der bundesweite Anteil beträgt 27,2 %. Insbesondere in den Studienbereichen Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Elektro- und Informationstechnik sowie Bauingenieurwesen sind die sächsischen Hochschulen überdurchschnittlich stark. Nur bei Studierenden der Informatik liegt Sachsen quantitativ etwas unter dem Bundesdurchschnitt. Der hohe Anteil an Studierenden mit einem Fokus auf das Erwerben von Know-how in technischen Bereichen lässt sich nicht nur auf die Exzellenzuniversität Dresden zurückführen. Gerade auch die TU Chemnitz und TU Bergakademie Freiberg sowie die Hochschulen für angewandte Wissenschaften mit technischen Schwerpunkten machen den Freistaat Sachsen zu einem Zentrum der Ingenieursausbildung Deutschlands. Insgesamt zeigt sich ein klarer Trend hin zu einer verstärkten Internationalisierung der sächsischen Hochschulen. Im Wintersemester 2016/17 waren an sächsischen Hochschulen 16.895 Studierende mit ausländischer Staatsangehörigkeit immatrikuliert. Das sind 41 % mehr als zehn Jahre zuvor.

Rund 22.000 Studierende haben im Jahr 2016 an einer sächsischen Hochschule ihr Studium abgeschlossen.³² Etwas mehr als die Hälfte der erfolgreichen Studierenden steigt nach dem Studium in den sächsischen Arbeitsmarkt ein. 57 % der Absolventen sächsischer Hochschulen (Prüfungsjahrgänge 2010 und 2011), die im Jahr 2013 befragt wurden (N=7.270), gaben an, ihren ersten Job nach dem Studium innerhalb Sachsens aufgenommen zu haben. Der größte Anteil an in Sachsen verbleibenden Absolventen findet sich in der Fächergruppe Mathematik und Naturwissenschaften (66 %), der geringste in den Ingenieurwissenschaften (55 %).³³ Die Abwanderung von Absolventen kann dabei nicht durch Zuwanderung von Absolventen anderer Bundesländer kompensiert werden. Das Wanderungssaldo von Jungakademikern ist negativ in Sachsen.

³⁰ Hochschulrektorenkonferenz (2018): Datenbank Hochschulkompass. URL: <https://www.hochschulkompass.de>.

³¹ Destatis (2018): Statistik der Studenten. Studierende: Bundesländer, Semester, Nationalität, Geschlecht, Studienfach. URL: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/logon?language=de&sequenz=tabellen&selectionname=213*.

³² Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2017): Bestandene Abschlussprüfungen an sächsischen Hochschulen 2016. URL: <https://www.statistik.sachsen.de/html/645.htm>.

³³ Sächsisches Kompetenzzentrum für Bildungs- und Hochschulforschung an der TU Dresden (2014): Studium und Berufseinstieg. Ergebnisse der zweiten Sächsischen Absolventenbefragung, Dresden. Im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst. URL: https://tu-dresden.de/zqa/ressourcen/dateien/publikationen/absolventenstudien/2015_04_02_SABS_Bericht_Nachbefragung.pdf?lang=de.

Die sächsischen Hochschulen verfügen über ein breites akademisches Bildungsangebot, welches für die Zukunftsfelder Sachsens von zentraler Bedeutung ist. Die Zuordnung relevanter Fakultäten der Universitäten und Fachhochschulen zu den Zukunftsfeldern verdeutlicht dies (siehe Tabelle 108 im Anhang).

Stärken der akademischen Bildung bestehen in den profilierten Hochschulen mit vielfältigem Angebot an Studienmöglichkeiten, in dem hohen Anteil zukunftssträchtiger technischer Studienfächer, in der engen Kooperation der Berufsakademien mit der Wirtschaft vor Ort sowie in der steigenden Zahl Studierender aus dem Ausland und aus anderen Bundesländern. Eine zentrale Schwäche liegt darin, dass Zugewinne an den Studierendenzahlen sich nur auf Ballungszentren konzentrieren und ländliche Regionen kaum profitieren. Auch der unterdurchschnittliche Anteil an beruflich qualifizierten Studierenden und die Tatsache, dass ein großer Teil der Absolventen die Beschäftigung außerhalb Sachsens aufnimmt, sind als Schwächen anzuführen (siehe Tabelle 33). Durch die Deckelung der Studierendenzahlen im Zusammenhang mit dem Hochschulpakt sind beispielsweise die Studienanfängerzahlen im Bereich Informatik an den Hochschulen zurückgegangen, was zukünftig zu einem reduzierten Angebot an qualifiziertem Nachwuchs in zentralen Berufsbildern führen kann.

Tabelle 33: SWOT-Analyse Akademische Bildung

SWOT	Akademische Bildung
Stärken	<ul style="list-style-type: none"> • profilierte Hochschulen mit vielfältigem Angebot an Studienmöglichkeiten • hoher Anteil zukunftssträchtiger technischer Studienfächer • enge Kooperation der Berufsakademie mit der Wirtschaft vor Ort • steigende Zahl Studierender aus dem Ausland und aus anderen Bundesländern
Schwächen	<ul style="list-style-type: none"> • Zugewinne an Studierendenzahl konzentrieren sich auf Ballungszentren, ländliche Regionen profitieren kaum • unterdurchschnittlicher Anteil an beruflich qualifizierten Studierenden • großer Teil der Absolventen nimmt Beschäftigung außerhalb Sachsens auf
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> • Wachstum zukunftssträchtiger Hochtechnologiebranchen bietet neue Kooperationsmöglichkeiten • Digitalisierung bietet Möglichkeiten individueller Studiengestaltung
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Fortzüge aus ländlichen Regionen bedeuten Herausforderungen bei der Studierendengewinnung • weitere Diversifizierung der Studiengänge gefährdet Profilstärke der Hochschulen und Fachbereiche

Quelle: Prognos AG, 2018, SWOT-Analyse zur Weiterentwicklung der Fachkräftestrategie Sachsen 2020 zur Fachkräftestrategie 2030 für den Freistaat Sachsen, Studie im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.

Fort- und Weiterbildung

Fort- und Weiterbildung baut auf den vorherigen schulischen, beruflichen oder akademischen Qualifizierungswegen auf. Im Sinne eines lebenslangen Lernens werden mit Fort- und Weiterbildungsangeboten Möglichkeiten geschaffen, um auf die sich ändernden Anforderungen

an Kompetenzen und Kenntnisse am Arbeitsmarkt zu reagieren (z.B. beschleunigte (technische) Entwicklungen, die Digitalisierung, der weitere Strukturwandel, neue Arbeitsstrukturen und -modelle). Fachkräfte sind zunehmend gefordert, ihre Kompetenzen und Fähigkeiten an diese neuen Voraussetzungen anzupassen. Die Fort- und Weiterbildung von Beschäftigten liegt primär in der geteilten Verantwortung von Arbeitgebern und Beschäftigten. Sie kann in unterschiedlichen Kontexten (betrieblich, außerbetrieblich) und verschiedenen Formaten stattfinden (z.B. informelles Training on the job, kurze, thematisch abgegrenzte Seminare oder längerfristige modulare Qualifizierungen).

Das Segment der betrieblichen Weiterbildung ist von besonderer Bedeutung. Es umfasst arbeits- und berufsbezogene Weiterbildungsmaßnahmen, die vom Arbeitgeber (teilweise) bezahlt oder für die Beschäftigte (teilweise) freigestellt werden. Sächsische Arbeitgeber engagieren sich zunehmend für die Weiterbildung ihrer Beschäftigten. Seit dem Jahr 2000 hat sich der Anteil sächsischer Arbeitgeber, die sich an Weiterbildungen beteiligen, um acht Prozentpunkte auf 53 % im Jahr 2017 erhöht. Damit liegt der Freistaat Sachsen im bundesweiten Trend. Die Weiterbildungsbeteiligung variiert zwischen den Arbeitgebern je nach Branche und Betriebsgröße. Dabei zeigen sich neben Branchenunterschieden vor allem deutliche Unterschiede bei der Betriebsgröße. Während in fast allen Groß- und mittleren Betrieben betriebliche Weiterbildungsmöglichkeiten zum Standard gehören, ist die Weiterbildungsbeteiligung der KMU geringer. Im KMU-geprägten Freistaat Sachsen fördern etwa drei von vier Kleinbetrieben Weiterbildung, der entsprechende Anteil bei Kleinstbetrieben liegt bei unter 50 %. Weiterhin nehmen Arbeitgeber, die mehrere digitale Technologien nutzen, öfter an Weiterbildung teil. Nach einer über die vergangenen Jahre kontinuierlich positiven Entwicklung liegt der Anteil der Beschäftigten, die sich an Weiterbildung beteiligen, im Jahr 2017 bei 39 %. Die Weiterbildungsbeteiligung variiert zwischen den Beschäftigten der verschiedenen Branchen. Besonders häufig bilden sich Beschäftigte im Gesundheits- und Sozialwesen weiter sowie in den Finanz- und Versicherungsdienstleistungen und in den Bereichen Bergbau, Energie, Wasser und Abfall sowie Verkehr, Information und Kommunikation. Demgegenüber nehmen Beschäftigte im verarbeitenden Gewerbe, im Baugewerbe sowie bei den unternehmensnahen und übrigen Dienstleistungen weniger an Weiterbildungen teil.³⁴

Stärken der Fort- und Weiterbildung bestehen in dem breit aufgestellten Förderangebot und dem umfassenden strategischen Rahmen, der vergleichsweise hohe Inanspruchnahme von Fort- und Weiterbildung sowie der konsequenten (Nach-) Qualifizierung von Nichterwerbstätigen zur Vermittlung in den Arbeitsmarkt. Schwächen liegen darin, dass Informationen zu und

³⁴ SÖSTRA (2018): IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung) Betriebspanel Sachsen – Ergebnisse der 22. Welle 2017, Berlin. Im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.

Unterstützung für individuelle Weiterbildung im Vergleich noch ausbaufähig sind und Aufstiegsqualifizierungen bisher wenig genutzt werden, um Kapazitäten für die Unternehmensnachfolge und Ausbildung aufrechtzuerhalten (siehe Tabelle 34).

Tabelle 34: SWOT-Analyse Fort- und Weiterbildung

SWOT	Fort- und Weiterbildung
Stärken	<ul style="list-style-type: none"> • umfassender strategischer Rahmen • breit aufgestelltes Förderangebot • vergleichsweise hohe Inanspruchnahme von Fort- und Weiterbildung • konsequente (Nach-) Qualifizierung von Nichterwerbstätigen zur Vermittlung in den Arbeitsmarkt
Schwächen	<ul style="list-style-type: none"> • Information zu und Unterstützung für individuelle Weiterbildung im Vergleich noch ausbaufähig • Beschäftigte im verarbeitenden Gewerbe, im Baugewerbe sowie bei den unternehmensnahen und übrigen Dienstleistungen nehmen im Vergleich zu anderen Branchen weniger an Weiterbildungen teil • Aufstiegsqualifizierungen werden bisher wenig genutzt, um Kapazitäten für die Unternehmensnachfolge und Ausbildung aufrechtzuerhalten
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterbildung als prioritäres Thema • neue Formate durch digitale Technologien
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme älterer Erwerbstätige • Qualifizierung im Kontext des Strukturwandels • Kompetenzanforderungen der Digitalisierung

Quelle: Prognos AG, 2018, SWOT-Analyse zur Weiterentwicklung der Fachkräftestrategie Sachsen 2020 zur Fachkräftestrategie 2030 für den Freistaat Sachsen, Studie im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.

3. Analyse der Innovationsträger

Als „Innovationsträger“ werden Unternehmen bezeichnet, die anspruchsvolle Innovationsstrategien verfolgen. In diesem Abschnitt werden die Muster der Innovationsaktivitäten sächsischer Unternehmen analysiert, um Innovationsträger zu identifizieren. Dabei werden insbesondere folgende Dimensionen beleuchtet:

- **Strategische Ausrichtung** und die Bedeutung von **technischen und nichttechnischen Innovationen**
- Aktivitäten mit Bezug zu den **Zukunftsfeldern** und **Schlüsseltechnologien**
- **Sektorale Struktur** und industrielles **Spezialisierungsmuster**

Die Analyse der Innovationsaktivitäten der Unternehmen nutzt die Zusatzstichprobe, die im Rahmen des Mannheimer Innovationspanels als Zusatzerhebung in Sachsen vom ZEW im Auftrag des SMWA erhoben wird (siehe Box 2). Folgende Analysen werden vorgenommen:

- 1 **Typisierung der Innovationsstrategien und -wege der Unternehmen in Sachsen:** Hier wird unterschieden zwischen **forschenden und nicht forschenden Unternehmen**. Von dieser Dichotomie ausgehend werden weitere Dimensionen der Ausrichtung von Innovationsaktivitäten in den Blick genommen. Dazu zählen die Wettbewerbsstrategien der Unternehmen, die Technologiestrategie sowie nichttechnische Neuerungen. Auf Basis von unternehmensspezifischen Informationen zu diesen Variablen wird eine Typisierung der

Box 2: Das Mannheimer Innovationspanel (MIP)

Das **Mannheimer Innovationspanel (MIP)** des ZEW ist die offizielle deutsche Innovationserhebung und der deutsche Beitrag zu der von Eurostat koordinierten Gemeinsamen Europäischen Innovationserhebung (Community Innovation Survey - CIS) und wird im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) durchgeführt. Die jährliche Erhebung zielt auf alle Unternehmen in Deutschland mit mindestens fünf Beschäftigten, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Industrie oder in den überwiegend unternehmensorientierten Dienstleistungsbranchen haben. Der Fragebogen des MIP setzt die Vorgaben des harmonisierten Fragebogens von Eurostat für die CIS-Erhebungen um.

Der Stichprobenumfang des MIP beträgt derzeit rund 35.000 Unternehmen. Die Ergebnisse der Innovationserhebung werden auf die Grundgesamtheit in Deutschland differenziert nach Branchen, Größenklassen und Regionen (West- und Ostdeutschland) hochgerechnet. In die Hochrechnungen fließen jedes Jahr Angaben von rund 15.000 Unternehmen ein.

Um Innovationsindikatoren für Sachsen zu gewinnen, wird ab dem Erhebungsjahr 2016 eine „**Innovationserhebung Sachsen**“ im Auftrag des Freistaates Sachsen durchgeführt. Hierfür wird die Stichprobe der sächsischen Unternehmen im MIP um eine Zusatzstichprobe so ausgeweitet, dass die Gesamtstichprobe der sächsischen Unternehmen repräsentativ für die Wirtschaft des Freistaates und gleichzeitig umfangreich genug ist, um eine differenzierte Auswertung mit hinreichender statistischer Genauigkeit zu erlauben. Im Jahr 2017 wurden insgesamt mehr als 7.000 Unternehmen aus Sachsen in der Innovationserhebung befragt. Zu mehr als 2.800 Unternehmen wurden Angaben zu deren Innovationsaktivitäten erfasst.

sächsischen Unternehmen vorgenommen. Das Ergebnis für Sachsen wird dem Ergebnis für andere Regionen Deutschlands (neue Länder ohne Sachsen, alte Länder) gegenübergestellt.

- 2 **Zuordnung der sächsischen Innovationsträger zu Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien.** Um die im ersten Schritt gewonnene Typisierung mit den Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien verschneiden zu können, werden die in der Innovationserhebung Sachsen erfassten **Unternehmen Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien zugeordnet**. Dies geschieht zum einen durch die Nutzung von Informationen zum Wirtschaftszweig der Unternehmen kombiniert mit einer Textfeldanalyse der Geschäftstätigkeitsbeschreibung sowie der Beschreibung der Hauptprodukte und der wichtigsten Innovationen der Unternehmen. Diese Informationen werden in der Innovationserhebung abgefragt. Zusätzlich werden Informationen von den Webseiten der Unternehmen herangezogen. Zum anderen werden Kenntnisse über die Patentanmeldungen der Unternehmen genutzt. Über die den Patenten zugeordneten Patentklassen können Technologiefelder abgegrenzt werden, zu denen die Unternehmen neues technisches Wissen generiert haben.
- 3 **Zusammenhang zwischen FuE-Aktivitäten sowie anderen Investitionen der Unternehmen und dem Innovationserfolg.** Um die Rolle von FuE und anderen materiellen und immateriellen Investitionen in Unternehmens-Kapital für den Innovationserfolg der Unternehmen herauszuarbeiten, wird mit Hilfe von multivariaten Analysen der Einfluss verschiedener Investitionsarten (FuE-Ausgaben, sonstige Innovationsausgaben, Investitionen in Sachvermögen, Ausgaben für Software und Daten, Weiterbildung, Marketing) auf die Höhe der direkten ökonomischen Erträge von Innovationen (Umsatz mit Produktinnovationen, Kosteneinsparungen durch Prozessinnovationen) analysiert. Dabei wird auch die Frage untersucht, inwieweit FuE und andere (nichttechnische) Wissensinvestitionen einander ergänzen und verstärken oder einander kompensieren.

3.1. Innovationsstrategien der Unternehmen

Die Innovationsstrategien der Unternehmen in Sachsen können anhand von drei Dimensionen charakterisiert werden:³⁵

- Art der FuE-Tätigkeit, d.h. inwieweit ein Unternehmen sich mit der Produktion neuen technischen Wissens befasst,
- Stoßrichtung der Innovationstätigkeit, d.h. Art und Neuheitsgrad der eingeführten (technischen) Innovationen,
- Wettbewerbsstrategien, die auf FuE-Tätigkeit und technische Innovationen verzichten.

Im Jahr 2016 wiesen rund 25 % der Unternehmen in Sachsen³⁶ entweder eine unternehmensinterne **FuE-Tätigkeit** auf, oder sie vergaben FuE-Aufträge an Dritte. Diese Unternehmen lassen sich in vier Gruppen einteilen:

- 6 % der Unternehmen befassten sich kontinuierlich mit FuE und wiesen dabei FuE-Ausgaben in Relation zum Umsatz („FuE-Intensität“) auf, die über dem Branchendurchschnitt (= Abteilung der Wirtschaftszweigsystematik) lagen.
- Weitere 8 % der Unternehmen betrieben kontinuierlich FuE mit einer durchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen FuE-Intensität.
- Ebenfalls 8 % der Unternehmen betrieben gelegentlich FuE, d.h. sie befassten sich nur anlassbezogen mit FuE-Aktivitäten und beschäftigten kein Personal, das sich ausschließlich oder überwiegend mit FuE-Fragen befasst.
- 3 % der Unternehmen betrieben keine unternehmensinterne FuE, vergaben aber FuE-Aufträge an Dritte oder nahmen an FuE-Kooperationen teil, bei denen ein Partner FuE-Aktivitäten durchgeführt hat.

Der Anteil der Unternehmen mit FuE-Tätigkeit ist in Sachsen merklich höher als in den anderen neuen Ländern (inkl. Berlin), wo rund 20 % der Unternehmen irgendeine Art von FuE-Tätigkeit aufweisen. In den neuen Ländern und in Deutschland insgesamt liegt dieser Anteil bei rund 22 %.

³⁵ Eine deskriptive Darstellung der Verbreitung von FuE-Aktivitäten, Innovationsaktivitäten und Wettbewerbsstrategien der Unternehmen in Sachsen erfolgte im Rahmen des Datenreports zur Innovationserhebung Sachsen des Jahres 2017 (vgl. Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr 2018). Die Analyse hier integriert die einzelnen Dimensionen zu einem Gesamtbild der unterschiedlichen Innovationsstrategien der Unternehmen.

³⁶ Alle Aussagen in diesem Abschnitt beziehen sich auf Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten in den von der Innovationserhebung erfassten Branchen, d.h. in der Industrie (WZ 5 bis 39) und in überwiegend unternehmensorientierten Dienstleistungen (WZ 46, 49-53, 58-66, 69-74, 78-82).

Die **Innovationsausrichtung** der Unternehmen wird ebenfalls in vier Gruppen unterteilt:

- 9 % der Unternehmen hatten im Jahr 2016 Marktneuheiten in ihrem Produktangebot, d.h. neue Waren oder Dienstleistungen, die in den vorgegangenen drei Jahren eingeführt wurden und für die es zum Einführungszeitpunkt keine vergleichbaren Angebote im Markt gab („Marktneuheiten“).
- 5 % der Unternehmen haben Produktinnovationen eingeführt, die zwar nicht neu für den Markt waren, aber das Sortiment des Unternehmens erweitert haben (d.h. es gab kein Vorgängerprodukt zu der Innovation im Unternehmen) und somit einen Einstieg in neue Marktsegmente oder Kundengruppen darstellen („Sortimentsneuheiten“).
- 16 % der Unternehmen haben Produktinnovationen eingeführt, die weder Markt- noch Sortimentsneuheiten waren. Diese werden als „Nachahmerinnovationen“ bezeichnet, da sie auf bereits eingeführten Innovationsideen beruhen.
- 10 % der Unternehmen haben Prozessinnovationen eingeführt, ohne gleichzeitig eine Produktinnovation vorzuweisen. Diese Unternehmen haben sich somit (zumindest im betrachteten Dreijahreszeitraum) in ihrer Innovationsstrategie auf die Verbesserung von Prozesstechniken in Produktion, Logistik und Administration konzentriert.

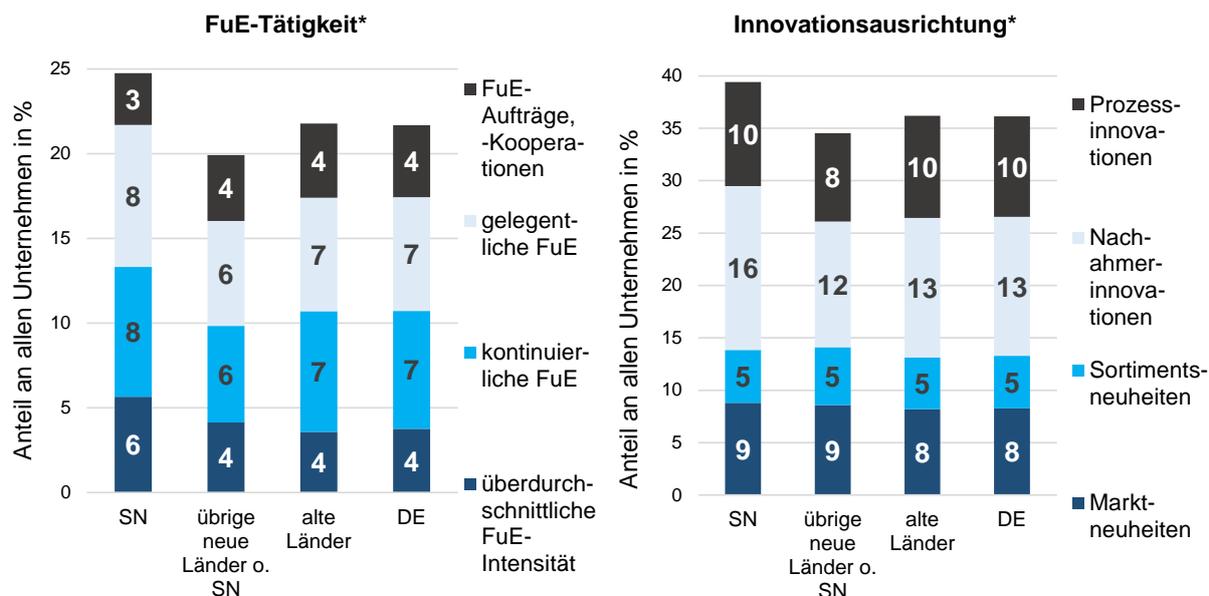
Produkt- und Prozessinnovationen werden im Folgenden zusammenfassend als „technische Innovationen“ bezeichnet, um sie von „nichttechnischen“ Innovationen im Bereich von Organisation und Marketing zu unterscheiden.³⁷ Im Vergleich zu anderen Regionen in Deutschland ist der Anteil der Unternehmen mit technischen Innovationen in Sachsen überdurchschnittlich hoch. Dies liegt primär an dem höheren Anteil von Unternehmen mit Nachahmerinnovationen.

Eine Verschneidung von FuE-Tätigkeit und Innovationsausrichtung der Unternehmen zeigt, dass im Jahr 2016 2,8 % der Unternehmen in Sachsen eine besonders anspruchsvolle FuE-Tätigkeit (überdurchschnittliche FuE-Intensität) mit einem hohen Neuheitsgrad der Produktinnovationstätigkeit (Marktneuheiten) kombiniert haben. Diese Unternehmen können als der Kern der „Innovationsträger“ in Sachsen betrachtet werden. Ihr Anteil an allen Unternehmen liegt um 1,0 Prozentpunkte über dem Vergleichswert für Deutschland und um 0,4 Prozentpunkte über dem Vergleichswert für die anderen neuen Länder. Weitere 2,4 % der Unternehmen kombinierten eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit (mit durchschnittlicher oder unterdurchschnittlicher FuE-Intensität) mit der Einführung von Marktneuheiten, 2,1 % der Unternehmen

³⁷ Die Begrifflichkeit orientiert sich an der Definition von Innovation in der dritten Auflage des Oslo-Manuals aus dem Jahr 2005 (OECD und Eurostat 2005) und der Praxis in der europäischen Innovationsstatistik. Im Verlauf der Erstellung dieser Studie wurde die vierte Auflage des Oslo-Manuals veröffentlicht (OECD und Eurostat 2018), die keine Unterscheidung zwischen technischen und nichttechnischen Innovationen vornimmt. Die hier verwendete Abgrenzung von technischen und nichttechnischen Innovationen entspricht nur partiell der aus einer Studie für das BMWi im Jahr 2016 (Heimer et al. 2016), die stärker auf die konkrete Rolle von eingesetzter Technik (Materialien, Komponenten, Software) für eine Innovation Bezug nimmt, wobei sich nichttechnische Innovationen durch eine hohe Bedeutung immaterieller Aspekte wie Kontextabhängigkeit und Anwendungsvielfalt auszeichnen.

wiesen Sortimentsneuheiten bei gleichzeitiger kontinuierlicher FuE-Tätigkeit (unabhängig von der FuE-Intensität) auf. Zusammen weisen somit gut 7 % aller Unternehmen in Sachsen eine als anspruchsvoll zu bezeichnende Innovationsstrategie auf (= die vier Felder im oberen rechten Bereich von Tabelle 35), die eine systematische interne FuE-Tätigkeit mit einem substantiellen Neuheitsgrad von Produktinnovationen verbindet.

Abbildung 20: FuE-Tätigkeit und Innovationsausrichtung von Unternehmen, 2016



Anmerkung: *Hierarchische Klassifikation, d.h. die Gruppe „kontinuierliche FuE“ enthält nur jene Unternehmen mit kontinuierlicher FuE-Tätigkeit, die keine überdurchschnittlicher FuE-Intensität aufweisen, und die Gruppe „gelegentliche FuE“ enthält nur Unternehmen, die weder eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit noch eine überdurchschnittliche FuE-Intensität aufweisen, etc. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 35: Kombination von FuE-Tätigkeit und Innovationsausrichtung in Unternehmen in Sachsen, 2016

Anteil an allen Unternehmen in %	Innovationsausrichtung				
	keine (technischen) Innovationen	Prozessinnovationen	Nachahmerinnovationen	Sortimentsneuheiten	Marktneuheiten
FuE-Tätigkeit					
überdurchschnittliche FuE-Intensität	0,4	0,2	1,9	0,4	2,8
kontinuierliche FuE	0,5	0,6	2,5	1,7	2,4
gelegentliche FuE	2,1	1,4	1,9	0,9	2,1
FuE-Aufträge, -Kooperationen	0,5	0,8	1,2	0,3	0,3
keine FuE-Tätigkeit	57,1	7,0	8,1	1,8	1,3

Anmerkung: Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

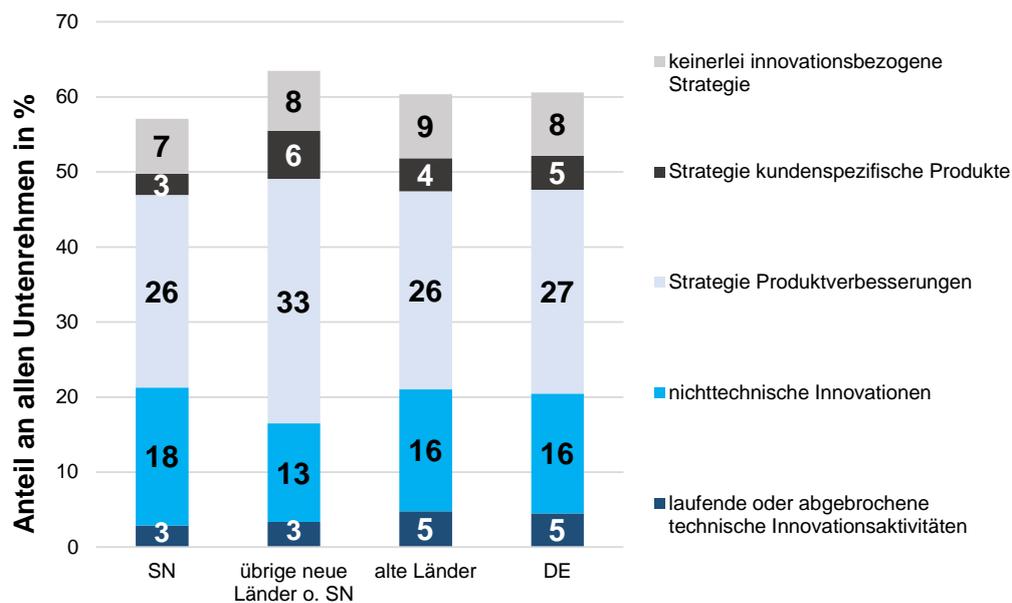
Der überwiegende Teil der Unternehmen in Sachsen weist allerdings weder eine FuE-Tätigkeit noch die Einführung von technischen Innovationen auf. Im Jahr 2016 waren dies 57 % aller Unternehmen. Doch auch in dieser Gruppe finden sich viele Unternehmen mit einer innovationsbezogenen Strategie, wie Abbildung 21 zeigt. Bezogen auf alle Unternehmen hatten 3 % der Unternehmen in Sachsen im Zeitraum 2014-2016 zwar keine technischen Innovationen eingeführt, aber laufende oder zwischenzeitlich eingestellte Innovationsaktivitäten aufzuweisen, die auf Produkt- oder Prozessinnovationen abgezielt haben. Weitere 18 % der Unternehmen hatten zwar keine technischen, jedoch nichttechnische Innovationen (Organisations-³⁸, Marketinginnovationen³⁹) eingeführt und verfolgen somit ebenfalls eine innovationsorientierte Wettbewerbsstrategie. Darüber hinaus gaben 26 % der Unternehmen an, dass ihre Wettbewerbsstrategie auf der Verbesserung von bestehenden Produkten beruht, ohne dass sie technische oder nichttechnische Innovationen eingeführt hätten. Auch für diese Gruppe zeigt sich ein gewisser Innovationsbezug, da Produktverbesserungen i.d.R. mit gewissen Neuerungen einhergehen und zumindest aus Kundensicht Änderungen in den Produkteigenschaften bedeuten. 3 % aller Unternehmen weisen weder technische oder nichttechnische Innovationen noch eine auf Produktverbesserungen abzielende Strategie auf, fokussieren jedoch auf kundenspezifische Produkte. Auch hier kann ein gewisses Maß an innovativer Ausrichtung unterstellt werden, da die Umsetzung konkreter Kundenwünsche immer wieder neue Lösungen erfordern kann. Somit bleiben lediglich 7 % aller Unternehmen in Sachsen, für die keinerlei innovationsbezogene Strategie ausgemacht werden kann.

Um die Unternehmen entsprechend ihrer Innovationsstrategie näher zu charakterisieren, werden die oben dargestellten Gruppen zu sechs Typen zusammengefasst (Abbildung 22). Die Unternehmen in Sachsen zeichnen sich zum einen durch einen etwas höheren Anteil von Unternehmen aus, die technische Innovationen mit FuE-Tätigkeit kombinieren (21 gegenüber 18 % in Deutschland insgesamt). Zum anderen ist der Anteil der Unternehmen, die zwar keine technischen, aber nichttechnische Innovationen eingeführt haben, etwas höher (18 gegenüber 16 %). Demgegenüber ist der Anteil der Unternehmen, die keine direkt innovationsbezogene Strategie verfolgen, mit 10 % niedriger als im gesamtdeutschen Durchschnitt (13 %).

³⁸ Diese beinhalten auch Geschäftsmodellinnovationen.

³⁹ Vgl. hierzu auch den Datenreport zur Innovationserhebung Sachsen des Jahres 2017 (Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr 2018).

Abbildung 21: Innovationsbezogene Strategien von Unternehmen ohne FuE-Tätigkeit und ohne technische Innovationen, 2016

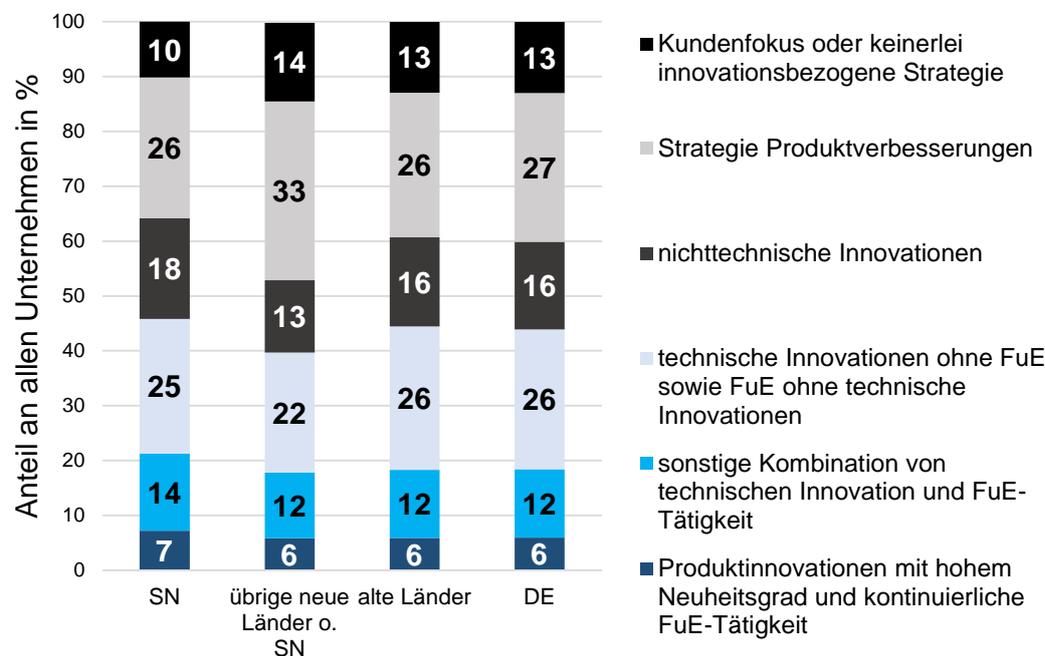


Anmerkung: *Hierarchische Klassifikation, d.h. die Gruppe „nichttechnische Innovationen“ enthält nur jene Unternehmen mit nichttechnischen Innovationen, die keine laufenden oder abgebrochenen technischen Innovationsaktivitäten aufweisen, die Gruppe „Strategie Verbesserungen“ enthält nur Unternehmen mit einem Fokus auf die Strategie „Verbesserung bestehender Produkte“, die weder nichttechnische Innovationen noch laufende oder abgebrochene technische Innovationsaktivitäten aufweisen, etc.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Abbildung 22: Innovationsstrategien von Unternehmen, 2016



Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

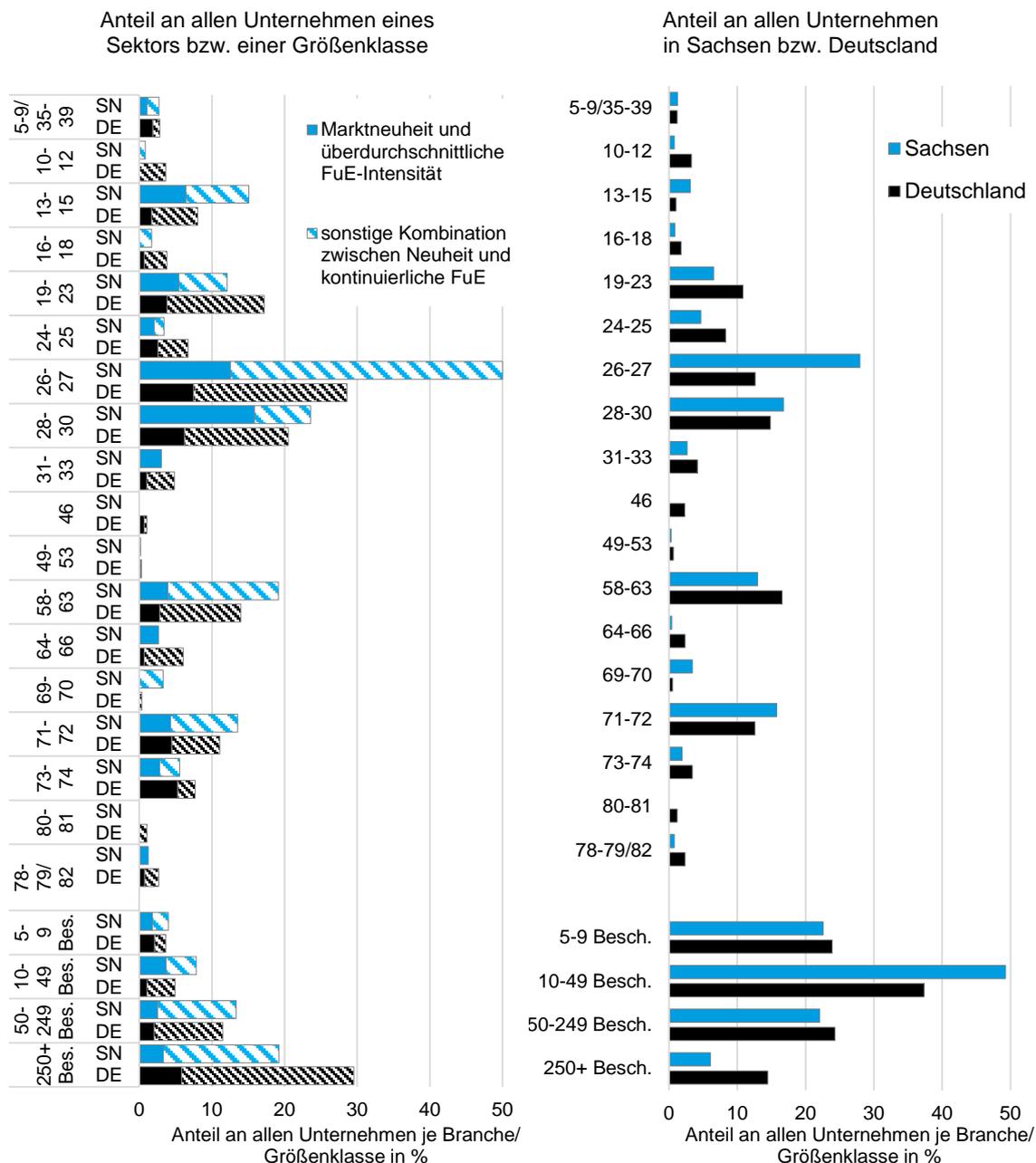
Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Betrachtet man die Gruppe der Unternehmen mit „anspruchsvollen“ Innovationsstrategien, d.h. die Produktinnovationen mit hohem Neuheitsgrad in Verbindung mit kontinuierlicher FuE-Tätigkeit aufweisen, so zeigt sich eine sehr ungleiche Verbreitung nach Sektoren und Größenklassen (Abbildung 23, linker Teil). Deutlich überproportionale Anteile solcher Unternehmen finden sich in der Elektroindustrie (WZ 26-27, Sachsen: 50 %, Deutschland: 29 %) und im Maschinen- und Fahrzeugbau (WZ 28-30, Sachsen: 24 %, Deutschland: 20 %). Anteile von mehr als 10 % finden sich außerdem in den Sektoren Textil/Bekleidung/Leder (WZ 13-15), Chemie/Pharma/Kunststoff/Steinwaren (WZ 19-23), Information und Kommunikation (WZ 58-63) sowie Ingenieurbüros und FuE (WZ 71-72).

Der Anteil der Unternehmen mit „anspruchsvollen“ Innovationsstrategien ist außerdem in den oberen Größenklassen deutlich höher. Sachsen zeichnet sich im Vergleich zu Deutschland durch einen höheren Anteil im Bereich der KMU (10-49 Beschäftigte: 8 % gegenüber 5 % in Deutschland insgesamt; 50-249 Beschäftigte: 13 gegenüber 11 %), während Großunternehmen in Sachsen seltener eine anspruchsvolle Innovationsstrategie verfolgen. Bemerkenswert ist, dass in Sachsen die Teilgruppe der Unternehmen mit einer besonders anspruchsvollen Innovationsstrategie, d.h. Marktneuheiten mit einer überdurchschnittlichen FuE-Intensität, den höchsten Anteil in der Gruppe der kleinen Unternehmen mit 10-49 Beschäftigten aufweist. Auf Sektorebene findet sich im Maschinen- und Fahrzeugbau ein besonders hoher Anteil dieser Unternehmen.

Betrachtet man die Verteilung der Unternehmen mit anspruchsvollen Innovationsstrategien nach Sektoren und Größenklassen (Abbildung 23, rechter Teil), so sind in Sachsen fast drei Viertel (74 %) dieser Unternehmen in nur vier Branchen zu finden: Elektroindustrie (WZ 26-27), Maschinen- und Fahrzeugbau (WZ 28-30), Information und Kommunikation (WZ 58-63, insbesondere Softwareherstellung) sowie Ingenieurbüros und FuE (WZ 71-72). In Deutschland stellen diese vier Sektoren dagegen nur 57 % aller Unternehmen mit anspruchsvollen Innovationsstrategien. In Sachsen gehört jedes zweite dieser Unternehmen der Gruppe der Kleinunternehmen (10-49 Beschäftigte) an, während nur 6 % der Unternehmen zu den Großunternehmen zählen.

Abbildung 23: Verbreitung und Verteilung von Unternehmen mit „anspruchsvollen Innovationsstrategien“* in Sachsen und Deutschland 2016 nach Sektoren (WZ 2008) und Größenklassen



Anmerkung: *Produktinnovationen mit hohem Neuheitsgrad und kontinuierliche FuE-Tätigkeit. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen. Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Unternehmen mit anspruchsvollen Innovationsstrategien („Innovationsträger“) unterscheiden sich hinsichtlich zahlreicher Merkmale deutlich von Unternehmen mit anderen Innovationsstrategien (vgl. Tabelle 36):

- Sie sind im Mittel deutlich größer (72 Beschäftigte, 23 Mio. Euro Jahresumsatz) und weisen eine deutlich höhere Umsatzproduktivität auf (342 Tsd.Euro je Beschäftigten).
- Sie geben etwa doppelt so viel für Innovationen aus wie andere Unternehmen mit technischen Innovationen oder FuE-Tätigkeit.
- Der Umsatzanteil von Produktinnovationen ist dagegen mit rund 50 % niedriger als in der Gruppe der Unternehmen, die sonstige technische Innovationen (Nachahmerinnovationen, Prozessinnovationen) mit FuE-Tätigkeit kombinieren (67 %). Allerdings erzielen sie rund 11 % ihres Umsatzes mit Marktneuheiten. Außerdem weisen sie höhere Kostensenkungsanteile durch Prozessinnovationen (Anteil der reduzierten Stückkosten) auf.
- Zwei von drei Unternehmen mit anspruchsvollen Innovationsstrategien weisen Innovationskooperationen auf, wobei die allermeisten kooperierenden Unternehmen mit Wissenschaftseinrichtungen zusammenarbeiten und im regionalen Kontext kooperieren. Rund ein Fünftel der Unternehmen weist internationale Kooperationen auf.
- Drei von vier Unternehmen erhalten eine öffentliche Innovationsförderung, wobei Förderungen durch Bundesstellen doppelt so häufig anzutreffen sind wie Förderungen durch das Land.
- Finanzierungshemmnisse spielen für diese Unternehmen eine geringere Rolle als Innovationsbarriere im Vergleich zu Unternehmen mit sonstigen technischen Innovationen und FuE-Tätigkeit. Beim Hemmnis Fachkräfteknappheit zeigen sich zwischen den sechs Gruppen von Unternehmen keine wesentlichen Unterschiede, d.h. die Knappheit an Fachkräften trifft die Unternehmen unabhängig von ihrer Innovationsstrategie.⁴⁰
- Unternehmen mit anspruchsvollen Innovationsstrategien greifen wesentlich häufiger auf den Patentschutz zurück, um ihr intellektuelles Eigentum zu schützen (36 %).

⁴⁰ Vgl. zur Verbreitung von Innovationshemmnissen in Unternehmen der sächsischen Wirtschaft ausführlicher den Datenreport zur Innovationserhebung Sachsen des Jahres 2017 (Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr 2018).

Tabelle 36: Kennzahlen von Unternehmen in Sachsen, differenziert nach der Innovationsstrategie der Unternehmen, 2016

	Neuheit plus kontinuierliche FuE	sonstige technische Innovation plus FuE	techn. Innov. o. FuE / FuE o. techn. Innovation	nur nichttechnische Innovation	Strategie Produktverbesserung	Kundenfokus od. keine innov.-bez. Strateg.
Anzahl Unternehmen	1.044	2.050	3.567	2.728	3.796	1.498
Umsatz je Unternehmen (Mio. Euro)	22,7	11,2	4,8	5,5	2,6	2,9
Anzahl Beschäftigte je Unternehmen	72	60	37	32	31	16
Umsatz je Beschäftigten (Tsd. Euro)	342	193	173	198	129	158
Innovationsausgaben je Umsatz (%)	11,8	5,8	5,8	n.v.	n.v.	n.v.
Umsatzanteil von Produktinnovationen (%)	50,3	67,4	12,2	n.v.	n.v.	n.v.
Umsatzanteil von Marktneuheiten (%)	11,4	1,2	1,3	n.v.	n.v.	n.v.
Kostenreduktionsanteil durch Prozessinnovationen (%)	6,1	4,5	3,7	n.v.	n.v.	n.v.
Ant. Unt. m. Innovationskooperationen (%)	65	51	3	n.v.	n.v.	n.v.
Ant. Unt. m. Wissenschaftskooperationen (%)	57	33	3	n.v.	n.v.	n.v.
Ant. Unt. m. regionalen Kooperationen (%)	54	42	3	n.v.	n.v.	n.v.
Ant. Unt. m. internationalen Kooperationen (%)	21	8	1	n.v.	n.v.	n.v.
Ant. Unt. m. öffentlicher Innovationsförderung (%)	76	47	16	n.v.	n.v.	n.v.
Ant. Unt. m. öffentlicher Innovationsförderung durch Land (%)	32	13	6	n.v.	n.v.	n.v.
Ant. Unt. m. öffentlicher Innovationsförderung durch Bund (%)	66	33	8	n.v.	n.v.	n.v.
Ant. Unt. m. öffentlicher Innovationsförderung durch EU (%)	22	9	3	n.v.	n.v.	n.v.
Ant. Unt. m. Hemmnis* Mangel an interner Finanzierung (%)	16	24	16	17	13	10
Ant. Unt. m. Hemmnis* Mangel an externer Finanzierung (%)	8	14	9	14	10	9
Ant. Unt. m. Hemmnis* interner Fachkräftemangel (%)	15	12	14	11	15	14
Ant. Unt. m. Hemmnis* externer Fachkräftemangel (%)	19	16	19	21	19	20
Ant. Unt. m. Patentnutzung (%)	36	19	12	5	5	1
Ant. Unt. m. Exporttätigkeit (%)	74	50	30	20	17	10
Exportquote (%)	20	27	17	6	8	1
Sachanlageinvestitionen je Umsatz (%)	4,7	4,7	3,1	4,1	3,1	10,1
Personalaufwand je Beschäftigten (Tsd. Euro)	47	43	34	31	32	33
Weiterbildungsaufwendungen je Beschäftigten (Euro)	375	365	371	254	180	122
Materialaufwendungen je Umsatz (%)	64,3	58,2	40,6	38,4	35,7	30,0
Logistikaufwendungen je Umsatz (%)	1,1	2,0	2,2	3,2	1,9	2,4
Marketingaufwendungen je Umsatz (%)	0,4	0,4	0,8	0,7	0,3	0,1
Softwareausgaben je Umsatz (%)	0,3	0,8	1,0	0,5	0,4	0,2

Anmerkung: *Unternehmen, für die das Innovationshemmnis eine hohe Bedeutung hatte. - n.v.: nicht verfügbar, da diese Merkmale nur für Unternehmen mit technischen Innovationen erfasst wurden. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen. Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

- Der Anteil der Exporteure ist mit 74 % deutlich höher als für die anderen Gruppen, die Exportquote liegt mit 20 % jedoch unter dem Wert der Unternehmen mit sonstigen technischen Innovationen und FuE-Tätigkeit (27 %). Dies mag damit zusammenhängen, dass die internationale Vermarktung von Marktneuheiten gerade für kleinere Unternehmen schwieriger ist. Unternehmen, die auf Nachahmerinnovationen oder Prozessinnovationen setzen, profitieren davon, dass die Innovationen schon im Markt getestet wurden bzw. dass sie über Kostenvorteile ihre Exportchancen erhöhen können.
- Die Investitionen in Sachanlagen sind mit einem Anteil von 4,7 % gleich hoch wie für die Unternehmen mit sonstigen technischen Innovationen und FuE-Tätigkeit. Aber auch Unternehmen, deren Strategie auf nichttechnische Innovationen abzielt, weisen eine recht hohe Investitionsquote auf (4,1 %). Den höchsten Wert zeigen allerdings die Unternehmen, die keinerlei innovationsbezogene Strategie verfolgen (inkl. Unternehmen, die alleine auf kundenspezifische Lösungen setzen). Ihr hoher Wert von 10 % ist strukturbedingt, da sich in dieser Gruppe zahlreiche Unternehmen aus dem Bergbau und dem Versorgungssektor (Energie, Wasser) finden.
- Das Lohnniveau ist in Unternehmen mit anspruchsvollen Innovationsstrategien am höchsten, wenngleich der Abstand zu den anderen Gruppen nicht so groß ist wie bei der Umsatzproduktivität. Dies liegt zum einen daran, dass in dieser Gruppe die Materialquote deutlich höher ist, d.h. die Unternehmen beziehen in höherem Ausmaß Vorprodukte von Dritten und weisen einen geringeren Eigenfertigungsanteil auf. Zum anderen zeigt dies eine höhere Profitabilität an.
- Die Investitionen in immaterielles Kapital (Weiterbildung der Beschäftigten, Ausgaben für Marketing und Software) sind nicht höher als in anderen Gruppen mit innovationsbasierten Strategien. So setzen Unternehmen mit technischen Innovationen ohne FuE-Tätigkeit sowie Unternehmen mit einer auf nichttechnische Innovationen abzielenden Strategie stärker auf Marketing und weisen auch höhere Logistikausgaben auf. Die Ausgaben für Software sind in Unternehmen mit anspruchsvollen Innovationsstrategien deutlich niedriger als in den meisten anderen Gruppen. Dies kann allerdings auch daran liegen, dass diese Unternehmen zu einem deutlich größeren Anteil Softwarelösungen selbst erstellen und nicht extern beziehen. Solche Softwareausgaben sind dann häufig in den FuE-Ausgaben enthalten.

3.2. Innovationsträger mit und ohne FuE

Um die Rolle von FuE-Aktivitäten für die innovative Erneuerung der sächsischen Wirtschaft herauszuarbeiten, wird im Folgenden ein alternativer Ansatz zur Messung von „Innovationsträgern“ herangezogen. Als „Innovationsträger“ werden nun all jene Unternehmen betrachtet, die eine Marktneuheit eingeführt haben und dabei für ihre Branche überdurchschnittliche Innovationsausgaben aufweisen (gemessen über die Relation von Innovationsausgaben zum Umsatz). Mit dieser Definition soll sichergestellt werden, dass Innovationsträger die Innovationsentwicklung in ihrer Branche wesentlich mitbestimmen. Denn eine Marktneuheit umfasst Produkte, für die es zuvor keine vergleichbaren Angebote im Markt gab und die damit das Angebotsspektrum erweitern und i.d.R. den Kunden und Nutzern neue Anwendungsmöglichkeiten eröffnen. Solche Marktneuheiten verschaffen den Innovatoren meist ein zumindest temporäres Alleinstellungsmerkmal im Markt, wengleich auch Marktneuheiten im Wettbewerb zu anderen Lösungen stehen können (etablierte Produkte und deren Weiterentwicklungen, Lösungen für einzelne Kunden). Das Kriterium der überdurchschnittlichen Innovationsintensität soll sicherstellen, dass die Marktneuheit nicht auf einem kleinen, wenig aufwendigen Neuzuschnitt eines Produkts beruht, sondern dass dahinter substantielle Innovationsanstrengungen des Innovators stehen. Da diese Definition die FuE-Tätigkeit des Unternehmens nicht als Kriterium berücksichtigt, ist es möglich, die Innovationsträger in die Gruppe der forschenden Unternehmen (kontinuierliche interne FuE-Tätigkeit) und der nicht forschenden (gelegentliche interne FuE-Tätigkeit, Vergabe von FuE-Aufträgen ohne interne FuE, keinerlei FuE-Aktivität) zu unterteilen.

Im Jahr 2016 gab es auf Basis der hochgerechneten Zahlen aus der Innovationserhebung Sachsen insgesamt rund 600 sächsische Unternehmen (ab 5 Beschäftigte in den von der Innovationserhebung erfassten Branchen), die diese Kriterien eines „Innovationsträgers“ erfüllten. Dies sind 4,0 % aller Unternehmen in Sachsen in der Zielgrundgesamtheit der Innovationserhebung (Abbildung 24). Von diesen 600 Unternehmen betrieben etwas mehr als 400 kontinuierlich FuE, knapp 200 wiesen keine kontinuierliche FuE-Tätigkeit auf. Den höchsten Anteil forschender Innovationsträger gibt es in der Elektroindustrie und dem Maschinen- und Fahrzeugbau (14 bzw. 13 % aller Unternehmen, WZ 26-27 bzw. 28-30, siehe Abbildung 24). Eine Branche mit einem hohen Anteil forschender Innovationsträger ist außerdem die Textil- und Bekleidungsindustrie (8 %). Hohe Anteile von nicht kontinuierlich forschenden Innovationsträgern finden sich in der Nahrungsmittelindustrie und in der Branchengruppe Möbel/Medizintechnik/sonstige Konsumgüter/Reparatur und Installation von Anlagen (jeweils 4 %). Innovationsträger ohne kontinuierliche FuE sind nur in der Gruppe der KMU anzutreffen, am

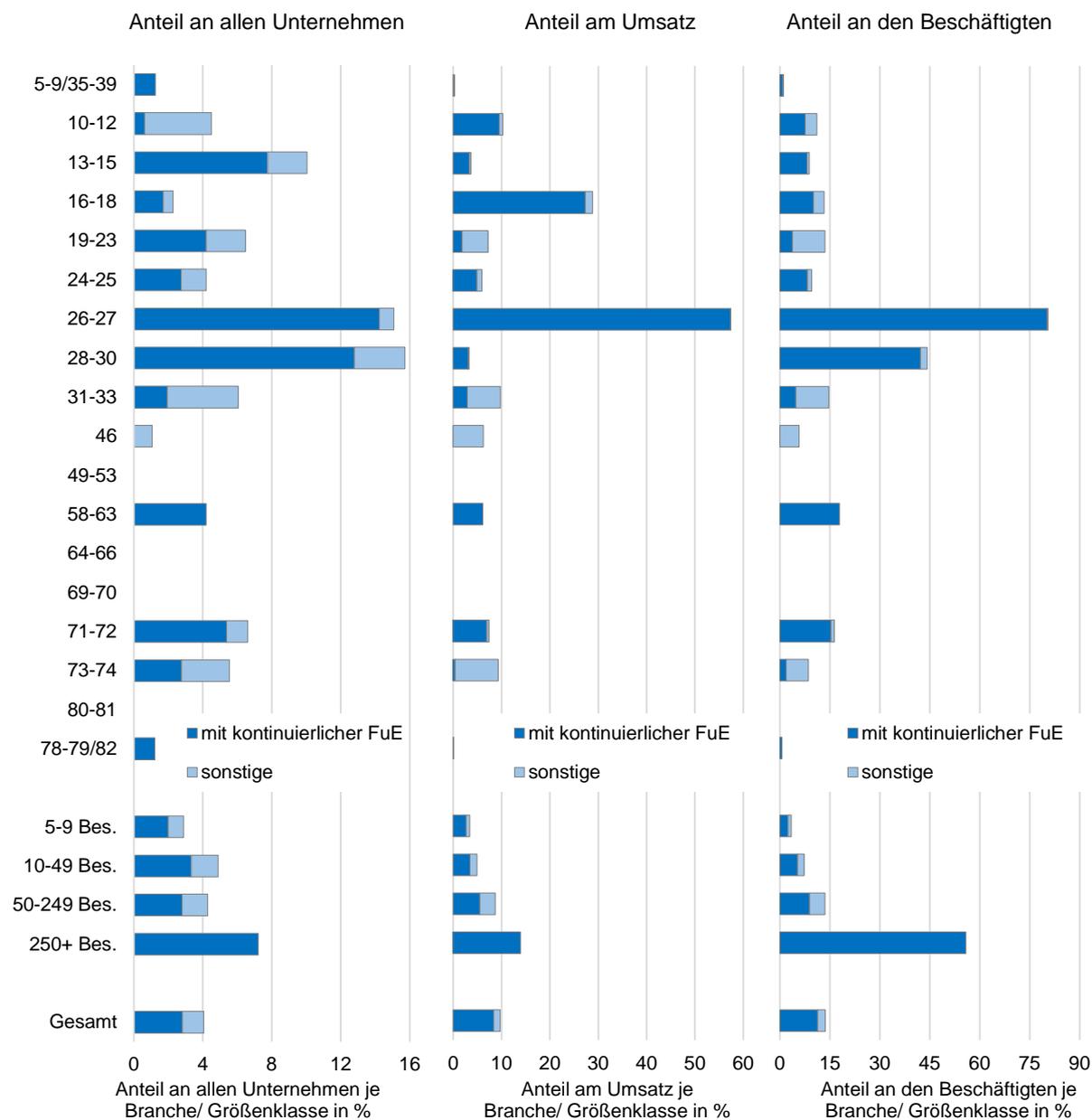
relativ häufigsten in der Größenklasse 10-49 Beschäftigte. In der Gruppe der Großunternehmen betreiben alle Unternehmen, die Innovationsträger-Merkmale aufweisen, kontinuierlich FuE. Der Anteil von Innovationsträgern steigt mit der Unternehmensgröße: 7 % der Großunternehmen zählen zu dieser Gruppe, aber nur 2 % der Kleinstunternehmen mit 5-9 Beschäftigten.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Innovationsträger unterscheidet sich nach Branchen ganz erheblich. Insgesamt entfallen 9,7 % des Umsatzes der sächsischen Wirtschaft (Grundgesamtheit der Innovationserhebung) auf Innovationsträger. Sie beschäftigen 13,6 % des Personals, d.h. ihre Umsatzproduktivität ist niedriger als im Mittel der sächsischen Wirtschaft. Forschende Innovationsträger stellen mehr als 50 % des Branchenumsatzes in der Elektroindustrie und beschäftigen rund 80 % des Personals in dieser Branche. Im Maschinen- und Fahrzeugbau kommen sie auf einen hohen Anteil an der Gesamtbeschäftigung in der Branche (44 %), spielen für den Branchenumsatz jedoch eine geringe Rolle. Dies liegt primär an dem hohen Umsatzgewicht, das innerhalb dieser Branche auf die Großunternehmen des Fahrzeugbaus entfällt. Diese zählen allerdings meist nicht zu den Innovationsträgern, da sie entweder keine Marktneuheiten eingeführt haben oder keine überdurchschnittliche Innovationsintensität aufweisen. Hohe Umsatzanteile erreichen Innovationsträger in der Holz-, Papier- und Druckindustrie (28 %). In der Gruppe der Großunternehmen tragen Innovationsträger zu rund 14 % des Umsatzes bei, stellen aber 56 % der Beschäftigten.

Die Verteilung der Innovationsträger nach Branchen (Abbildung 25) zeigt, dass die meisten der gut 400 forschenden Innovationsträger im Maschinen- und Fahrzeugbau und in der Elektroindustrie angesiedelt sind. Die dritt wichtigste Branche von der Unternehmenszahl her sind die Ingenieurbüros und FuE-Dienstleister. Sie machen jedoch nur einen geringen Anteil am Umsatz und der Beschäftigung in forschenden Innovationsträgern aus. Umsatzseitig dominiert die Elektroindustrie ganz klar. Dies liegt daran, dass hier auch die meisten Großunternehmen zu den Innovationsträgern zählen.

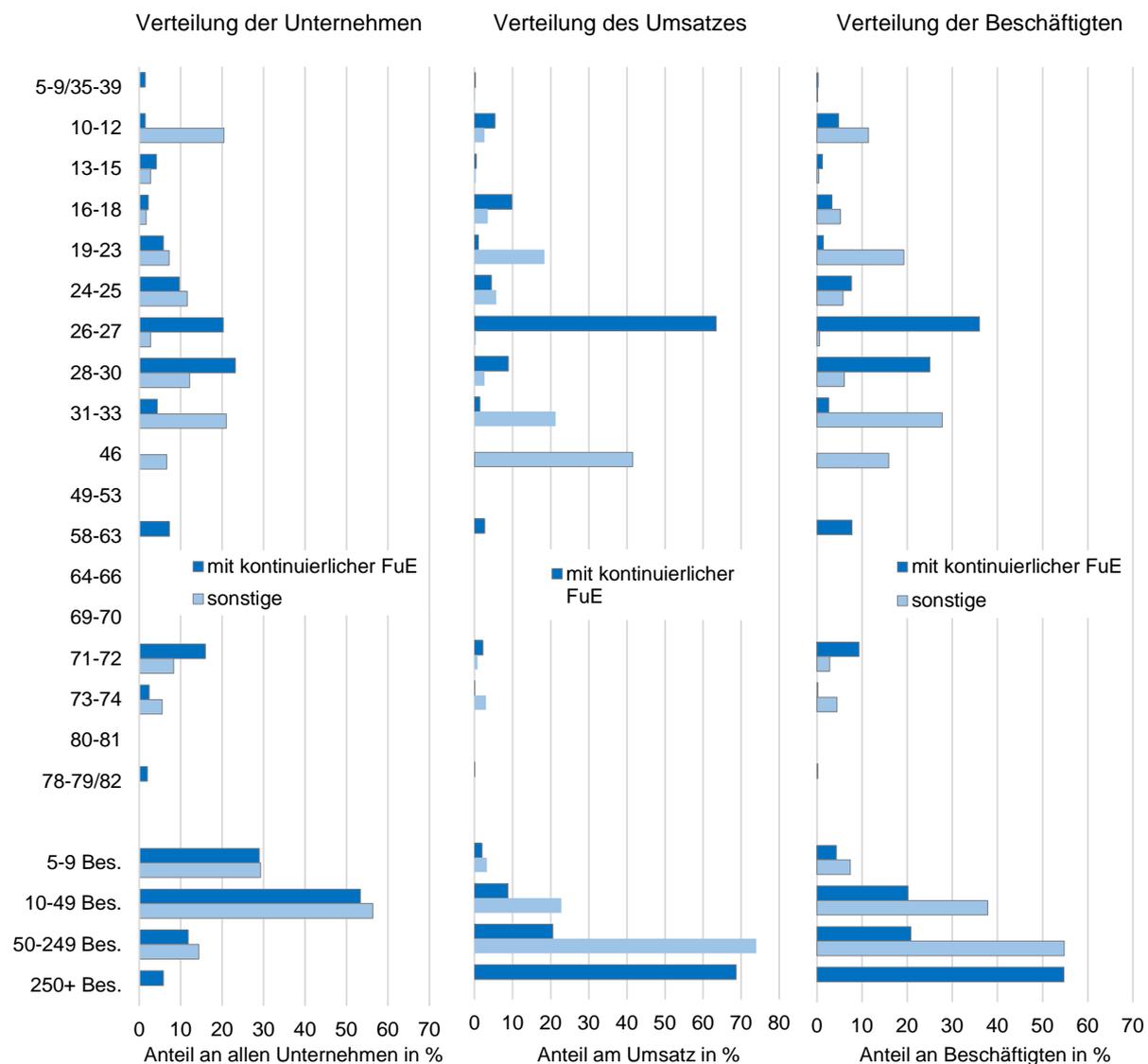
Die Gruppe der Innovationsträger ohne kontinuierliche FuE weist dagegen eine deutlich andere Branchenverteilung auf. Die beiden wichtigsten Branchen bezogen auf die Anzahl der Unternehmen sind die Branchengruppe Möbel/Medizintechnik/sonstige Konsumgüter/Reparatur und Installation von Anlagen sowie die Nahrungsmittelindustrie. Der größte Teil des Umsatzes und der Beschäftigten entfällt auf den Großhandel, die Branchengruppe Möbel/Medizintechnik/sonstige Konsumgüter/Reparatur und Installation von Anlagen sowie die Chemie-, Pharma-, Kunststoff- und Steinwarenindustrie. Der meiste Umsatz und die meisten Beschäftigten von Innovationsträgern ohne kontinuierliche FuE entfallen auf die Gruppe der mittleren Unternehmen (50-249 Beschäftigte).

Abbildung 24: Anteil von „Innovationsträgern“ in Sachsen 2016 an Unternehmen, Umsatz und Beschäftigten nach Sektoren (WZ 2008) und Größenklassen



Anmerkung: Innovationsträger: Unternehmen mit Produktinnovationen mit hohem Neuheitsgrad und kontinuierlicher FuE-Tätigkeit.
 Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
 Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Abbildung 25: Verteilung der „Innovationsträger“ in Sachsen 2016 nach Sektoren (WZ 2008) und Größenklassen



Anmerkung: Innovationsträger: Unternehmen mit Produktinnovationen mit hohem Neuheitsgrad und kontinuierlicher FuE-Tätigkeit.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung SachsenI, Berechnungen des ZEW.

3.3. FuE und Innovationserfolg

Die Analyse der Innovationsaktivitäten der sächsischen Unternehmen und der Innovationsträger hat die große Bedeutung von FuE-basierten Innovationsstrategien aufgezeigt. Sachsen zeichnet sich durch einen überdurchschnittlich hohen Anteil von FuE betreibenden Unternehmen aus. Eine eigene FuE-Tätigkeit ist zudem kennzeichnend für die große Mehrheit der „Innovationsträger“. In diesem Abschnitt wird untersucht, welche Rolle FuE für den Innovationserfolg der Unternehmen spielt und ob auch andere Formen der Investitionen in neues Wissen positive Beiträge zu den Innovationsergebnissen leisten. Dabei stehen zwei Fragen im Zentrum:

- Sind Unternehmen, die eine FuE-basierte Innovationsstrategie verfolgen, erfolgreicher als Innovatoren, die ohne FuE innovieren bzw. stärker auf andere Inputfaktoren im Innovationsprozess (Investitionen in Sachanlagen und Software, Ausgaben für Design, Weiterbildung, Markteinführung etc.) setzen?
- Tragen Investitionen in andere Formen von Wissenskapital, die auch unabhängig von konkreten Innovationsprojekten vorgenommen werden, zu einem höheren Innovationserfolg bei? Hierfür wird der Ansatz der „*intangible investment*“ (Corrado et al. 2006) herangezogen, der neben FuE und anderen Innovationsausgaben noch Ausgaben für Software und Daten, Weiterbildung sowie Marketing als wichtige Formen der Bildung von unternehmensspezifischem Wissenskapital betont.⁴¹

Zur Untersuchung dieser Fragen wird ein regressionsanalytischer Ansatz herangezogen. Für fünf quantitative Indikatoren des Innovationserfolgs (Umsatz mit Produktinnovationen, Umsatz mit Marktneuheiten, Umsatz mit Sortimentsneuheiten, Kostensenkung durch Prozessinnovationen, Umsatzanstieg durch Qualitätsverbesserungen) wird der Einfluss von verschiedenen Ausgaben für Wissenskapital mit Hilfe von OLS-Regressionen geschätzt. Gleichzeitig wird der Einfluss unternehmensstruktureller Faktoren (Größe, Alter, Humankapitalausstattung, Finanzierungssituation, Marktumfeld) berücksichtigt. Es werden drei Modelle geschätzt:

- Ein erstes Modell untersucht den Einfluss der Innovationsausgaben auf den Innovationserfolg, wobei die Innovationsausgaben in drei Komponenten zerlegt werden: FuE-Ausgaben (Summe von internen und externen), Investitionen für Innovationen und sonstige Innovationsausgaben.

⁴¹ Als weitere Form von Wissenskapital wird Organisationskapital angeführt. Investitionen in diese Kapitalform lassen sich jedoch nicht sinnvoll über bestimmte Ausgabenkategorien abbilden, sodass Organisationskapital hier nicht betrachtet wird.

- Ein zweites Modell untersucht den Einfluss der Art der Innovationstätigkeit (kontinuierliche interne FuE, gelegentliche interne FuE, externe FuE).
- Das dritte Modell berücksichtigt sechs Formen von (Wissens-)Kapitalinvestitionen: FuE, Design und andere sonstige Innovationsausgaben, Sachanlageinvestitionen, Software und Datenbanken, Weiterbildung, Marketing. Investitionen für Innovationen sind dabei in den Sachanlageinvestitionen und in den Ausgaben für Software und Datenbanken mit enthalten.

Die Höhe des Innovationserfolgs und die Höhe der Ausgaben für die einzelnen Kapitalkomponenten werden jeweils durch die Höhe des Umsatzes geteilt (ausgenommen Weiterbildungsausgaben, diese werden in Bezug zur Beschäftigtenzahl gesetzt). Die Schätzungen werden für die Stichprobe der Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern (ohne Berlin), Berlin sowie den alten Ländern getrennt durchgeführt. Die Schätzungen zu Indikatoren des Produktinnovationserfolgs sind auf die Gruppe der Produktinnovatoren eingeschränkt, die Schätzung zu Indikatoren des Prozessinnovationserfolgs auf Prozessinnovatoren. Die Schätzungen zu den ersten beiden Modellen beziehen die Referenzjahre 2015 bis 2017 ein, die Schätzung zum dritten Modell kann nur für die Referenzjahre 2015 und 2016 vorgenommen werden, da nur für diese Jahre die Ausgaben für Sachanlageinvestitionen, Software und Datenbanken, Weiterbildung sowie Marketing erhoben wurden.⁴² Die Ergebnisse sind für jeden der fünf Indikatoren zum Innovationserfolg in einer Tabelle dargestellt (vgl. Tabelle 114 bis Tabelle 118 im Anhang).

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Für **FuE** zeigt sich ein starker positiver Beitrag zum Produktinnovationserfolg in allen vier Regionen. In Sachsen ist der Beitrag merklich höher als in den anderen Regionen. Für den Umsatz mit Produktneuheiten insgesamt und mit Sortimentsneuheiten ist in Sachsen dabei entscheidend, dass Unternehmen kontinuierlich FuE betreiben. Dies gilt allerdings nicht für den Innovationserfolg von Marktneuheiten; hier kommt es in erster Linie auf die Höhe der FuE-Ausgaben an (in Kombination mit sonstigen Innovationsausgaben). Das Ergebnis für Marktneuheiten in Sachsen unterscheidet sich deutlich von dem für andere Regionen. Sowohl in den anderen neuen Ländern als auch in Berlin und in den alten Ländern ist kontinuierliche FuE der entscheidende Treiber für den Umsatz mit Marktneuheiten. Auf den Prozessinnovationserfolg der sächsischen Unternehmen hat FuE keinen signifikanten Einfluss. Damit unterscheidet sich Sachsen von den anderen drei Regionen, in denen die

⁴² Das Referenzjahr 2015 kann dabei nur für Unternehmen berücksichtigt werden, die sowohl in der Erhebung zum Referenzjahr 2015 als auch in der Erhebung zum Referenzjahr 2016 teilgenommen haben, da die Ausgaben für Sachanlagen, Software, Weiterbildung und Marketing im Rahmen der Erhebung zum Referenzjahr 2016 für die Referenzjahre 2015 und 2016 erhoben wurden.

Höhe der FuE-Ausgaben jeweils einen positiven Einfluss auf die Höhe der Kostensenkung durch Prozessinnovationen hat. Der Umsatzanstieg durch Qualitätsverbesserungen wird in Berlin und in den alten Ländern ebenfalls positiv durch FuE getrieben. Für Sachsen zeigt sich hier nur für die Unternehmen, die gelegentlich FuE betreiben, ein höherer Umsatzanstieg. Für die Vergabe von FuE-Aufträgen an Dritte finden sich weder für Sachsen noch für die Vergleichsregionen signifikante Beiträge zum Innovationserfolg.

- **Investitionen für Innovationen** stehen ebenso wie **Sachanlageinvestitionen** insgesamt in Sachsen in keinem systematischen Zusammenhang zum Innovationserfolg. Damit unterscheidet sich der Freistaat von den anderen Regionen. In den anderen neuen Ländern, in Berlin und in den alten Ländern ist jeweils ein signifikanter positiver Beitrag von investierten Innovationsausgaben auf den Umsatz mit Marktneuheiten sowie auf Kostensenkungen durch Prozessinnovationen zu beobachten. Für die anderen neuen Länder und für Berlin findet sich zudem ein positiver Effekt auf den Umsatzanstieg durch Qualitätsverbesserungen. Unternehmen in Sachsen verbinden offenbar die Einführung von Marktneuheiten nicht mit Investitionen in neue Anlagen oder sind nicht in der Lage, solche Investitionen auch in höhere Markterfolge umzusetzen. Angesichts des insgesamt eher niedrigen Umsatzanteils von Marktneuheiten in sächsischen Unternehmen spricht mehr für ein niedriges Investitionsvolumen, d.h. Marktneuheiten werden wohl häufig nicht mit einer expansiven Vermarktungsstrategie verknüpft. Der fehlende Zusammenhang zwischen Investitionen und prozessinnovationsbedingten Kostensenkungen in Sachsen ist erstaunlich, da die Unternehmen in den anderen Regionen Deutschlands über höhere Investitionen in neue Anlagen tendenziell höhere Rationalisierungserfolge erzielen. In Sachsen scheinen Kostensenkungen wenig systematisch verfolgt zu werden. Hier sind es vor allem Unternehmen mit einer schwachen Humankapitalbasis (gemessen über einen niedrigen Anteil von Beschäftigten mit Hochschulabschluss), die höhere Kostensenkungen erzielen. Dies deutet auf einer eher defensive (Kostensenkungen als Reaktion auf Wettbewerbsdruck) als auf eine offensive Strategie (Kostensenkungen, um Marktanteile zu gewinnen) hin.
- **Sonstige Innovationsausgaben** (für Design, Konzeption, Konstruktion sowie innovationsspezifische Weiterbildung und innovationsspezifisches Marketing) sind in Sachsen in gewissem Umfang ein Treiber für den Umsatz mit Produktinnovationen (insbesondere für Marktneuheiten) und den Umsatzzuwachs durch Qualitätsverbesserungen. Insofern erweisen sich auch nicht auf FuE-basierte Innovationsstrategien als erfolgreich. Positive Beiträge der sonstigen Innovationsausgaben finden sich auch in den alten Ländern, sowohl in Bezug auf den Produktinnovationserfolg als auch auf den Umsatzanstieg durch Qualitätsverbesserungen.

- Die Höhe der Investitionen in **Software und Datenbanken** hat in Sachsen keinen signifikanten Einfluss auf den Innovationserfolg. Damit unterscheidet sich das Ergebnis für den Freistaat von dem für die anderen neuen Länder. Dort zeigt sich ein positiver Zusammenhang mit dem Umsatz, der mit Marktneuheiten und mit Sortimentsneuheiten erzielt wird. Daraus kann geschlossen werden, dass diese Innovationserfolge zum Teil auf Digitalisierungsansätzen beruhen. In den alten Ländern gehen höhere Softwareinvestitionen mit höheren Prozessinnovationserfolgen (sowohl kosten- wie qualitätsseitig) einher. Für Sachsen lässt sich daraus schließen, dass die Innovationserfolgspotenziale von Digitalisierungsinvestitionen nicht in dem Umfang genutzt werden wie in anderen Regionen bzw. dass die Verbesserung oder der Ausbau der Softwarebasis der Unternehmen nicht in engem Zusammenhang mit den Innovationsstrategien steht.
- Aufwendungen für **Weiterbildung** leisten in den sächsischen Unternehmen insgesamt ebenfalls keine messbaren Beiträge zum Innovationserfolg, weder auf Produkt- noch auf Prozesseite. Auch für die Unternehmen aus den Vergleichsregionen zeigen sich kaum systematische Zusammenhänge. Für Unternehmen in den alten Ländern ergibt sich eine schwach signifikante positive Korrelation mit dem Umsatz, der mit Sortimentsneuheiten erzielt wird. Berliner Unternehmen mit höheren Weiterbildungsaufwendungen erzielen höhere Umsatzzuwächse durch Qualitätsverbesserungen, jedoch niedrigere Kosteneinsparungen und auch niedrigere Neuproduktumsätze. Insgesamt ergibt sich das Bild, dass Weiterbildungsinvestitionen in keinem engen Zusammenhang mit den Innovationsaktivitäten der Unternehmen stehen.
- Die Höhe der **Marketingaufwendungen** der Unternehmen in Sachsen leistet einen schwachen positiven Beitrag zum Umsatz mit Produktinnovationen. Dieser Effekt zeigt sich jedoch nicht für Markt- oder Sortimentsneuheiten und dürfte somit vorrangig mit der Vermarktung von weniger anspruchsvollen Innovationen in Zusammenhang stehen. In den alten Ländern gehen höhere Marketingaufwendungen dagegen auch mit höheren Umsätzen mit Markt- und Sortimentsneuheiten einher. Für die anderen neuen Länder findet sich eine positive Korrelation mit dem Marktneuheitenumsatz. Die Unternehmen in den alten Ländern erzielen darüber hinaus etwas höhere Prozessinnovationserfolge, wenn sie mehr in Marketing investieren.

3.4. Fazit

„Innovationsträger“ sind Unternehmen, die mit ihren anspruchsvollen Innovationsstrategien die Innovationsleistung der sächsischen Wirtschaft wesentlich bestimmen, neue innovative Lösungen hervorbringen und damit ein Motor des innovationsbasierten Strukturwandels sind. Die Messung von Innovationsträgern ist dabei nicht einfach, da je nach Markt und Technologiefeld andere Innovationsstrategien für solche strukturverändernden Erneuerungsprozesse notwendig sind. Zwei wichtige Merkmale von Innovationsträgern sind die eigene, systematische und substanzielle Befassung mit neuen Technologien und die Hervorbringung von Marktneuheiten, d.h. Produktinnovationen, die ein neues Marktangebot darstellen. Etwa 400 Unternehmen in Sachsen (d.h. rund 3 % aller Unternehmen) weisen beide Merkmale auf und zählen damit zum Kernbereich der Innovationsträger. Der Anteil dieser Unternehmen ist besonders hoch im Maschinen- und Fahrzeugbau (15 % aller Unternehmen) und in der Elektroindustrie (12 % aller Unternehmen). Auf diese beiden Branchen entfallen rund 45 % dieser Innovationsträger-Unternehmen. Eine größere Zahl solcher Innovationsträger findet sich außerdem in den technischen und FuE-Dienstleistungen sowie den IT-Dienstleistungen. Grenzt man „Innovationsträger“ etwas weiter ab und schließt nicht nur die Unternehmen mit überdurchschnittlicher FuE-Intensität, sondern alle kontinuierlich forschenden Unternehmen ein, so gibt es mehr als 1.000 Innovationsträger in Sachsen. Innovationsträger zeichnen sich durch eine hohe Kooperationsneigung, einen hohen Anteil öffentlich geförderter Unternehmen, eine hohe Exportorientierung (bei allerdings nicht sehr hoher durchschnittlicher Exportquote, was am hohen Anteil von Dienstleistungsunternehmen liegt) und eine überdurchschnittliche Produktivität aus. Sie sind also nicht nur besonders innovativ, sondern auch wirtschaftlich besonders erfolgreich. Das eine bedingt dabei das andere.

Neben den FuE betreibenden Innovationsträgern können aber auch Unternehmen, die keine eigene FuE-Tätigkeit aufweisen, anspruchsvolle Innovationsstrategien verfolgen. Sie können anhand hoher Innovationsausgaben und der Einführung von Marktneuheiten erfasst werden. Insgesamt gibt es rund 200 solche nicht forschenden Innovationsträger in Sachsen. Das sind rund halb so viele Unternehmen wie dem Kernbereich der Innovationsträger angehören und rund ein Fünftel der Unternehmen, die kontinuierliche FuE-Aktivitäten und Marktneuheiten aufweisen. Die nicht forschenden Innovationsträger sind deutlich kleiner als die forschenden, und sie sind vor allem außerhalb der forschungsintensiven Industrie zu finden (Konsumgüter, Metallwaren, Grundstoffe und Materialbearbeitung).

Für den Produktinnovationserfolg der Unternehmen in Sachsen spielt die eigene FuE-Tätigkeit eine besonders große Rolle. Zum einen bedeutet dies, dass forschende Unternehmen ihre FuE-Ergebnisse effektiv in Umsatzerlöse im Markt umsetzen können. Zum anderen deutet es

aber auch auf Schwächen bei den nicht forschenden Unternehmen hin, die in Sachsen stärker als in anderen Regionen gegenüber den forschenden Unternehmen zurückfallen. Dies liegt vermutlich an der größeren Verbreitung einer FuE-basierten Innovationsstrategie (die u.a. ein Ergebnis des umfangreichen Angebots an FuE-Förderung ist). In Sachsen befasst sich wohl auch ein Teil von Unternehmen mit FuE, die in anderen Regionen keine FuE-Tätigkeit aufweisen würden. Dadurch entfällt in Sachsen ein größerer Teil der Innovationserfolge auf die Gruppe der forschenden Unternehmen, während die nicht forschenden Unternehmen zu einem geringeren Teil innovationsstarke Unternehmen einschließen. Interessant ist dabei, dass die FuE-Tätigkeit in Sachsen primär auf die produktseitigen Innovationserfolge positiv wirkt, während der Einfluss auf den Prozessinnovationserfolg, anders als in anderen Regionen Deutschlands, nicht signifikant ist.

Andere Ausgaben der Unternehmen, die mit dem Aufbau oder der Stärkung von Wissen zusammenhängen, wie sonstige Innovationsausgaben sowie Ausgaben für Weiterbildung, Marketing und Software/Datenbanken spielen für den Innovationserfolg der sächsischen Unternehmen eine sehr geringe Rolle. Dies ist in den alten Ländern und den anderen neuen Ländern zum Teil anders. Auch daran zeigt sich die starke FuE-Ausrichtung der Innovationsstrategien der sächsischen Unternehmen. Wenngleich diese Ausrichtung zu höheren Innovationserfolgen beiträgt, so liegt die Vermutung nahe, dass im Bereich der Investitionen in neues Wissen jenseits von FuE gerade in Sachsen noch ein größeres Potenzial liegt, um die Innovationsperformance der sächsischen Wirtschaft weiter zu steigern.

4. Vernetzung der Akteure

Eine gut funktionierende Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft ist ein entscheidender Faktor im Wettbewerb der Standorte und Regionen. Ihre enge Verzahnung schafft Innovationen, verbessert die Wettbewerbsfähigkeit, fördert Wachstum und Exzellenz. Eine wichtige Voraussetzung hierfür sind ein effektiver Wissens- und Technologietransfer, nebst der dafür notwendigen institutionellen und infrastrukturellen Kapazitäten, und eine gewachsene Kooperationskultur.

Im nachfolgenden Kapitel werden zunächst die Transfer- und Gründungsinfrastrukturen im Freistaat Sachsen dargestellt und bewertet. Wesentliche empirische Grundlage für diese Darstellung bilden eine Dokumenten- und Internetanalyse sowie rund 60 Stakeholderinterviews mit Unternehmen, Hochschul- und Forschungseinrichtungen sowie Intermediären. Zusätzlich wurden Gespräche mit hochrangigen Vertretern der sächsischen Hochschulen geführt, die sich für den Wissens- und Technologietransfer ihrer Institutionen verantwortlich zeigen.

Nach der Darstellung der institutionellen Rahmenbedingungen für Transfer und Vernetzung werden anschließend Forschungs- und Innovationskooperationen analysiert. Diese Analysen sollen Erkenntnisse darüber liefern, wie sich die Vernetzungsintensität im sächsischen Innovationssystem darstellt, und welche Formen und Effektivität die Zusammenarbeit von Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen aufweist.

4.1. Transfer- und Gründungsstrukturen

Als dritte Mission neben Forschung und Lehre bilden Kooperationen mit der Wirtschaft und Gesellschaft im Sinne von Transferaktivitäten eine der zentralen Aufgaben der Hochschulen – dies spiegelt sich in einer zunehmenden Verankerung dieser Aufgabe in hochschulweiten Strategien wider. Hierbei stehen die jeweiligen Forschungsprofile der Einrichtungen sowie das Branchen- und Technologieprofil der Unternehmen in der Region, aber auch im Land bzw. im nationalen Kontext in einem engen Wechselwirkungsverhältnis. Nur wenn hier eine spezifische Passfähigkeit erzielt wird, können sich entsprechende Transferaktivitäten effektiv im regionalen Umfeld von Hochschulen wirken. Wissenschaftlicher und ökonomischer Erfolg des Wissens- und Technologietransfers hängen somit von der Vernetzung und Interaktion mit dem regionalen Innovationssystem ab.

Gründungen wiederum unterstützen mit Blick auf die Gesamtwirtschaft Strukturwandelprozesse ähnlich einer Frischzellenkur: Sie bewirken eine Verjüngung der Unternehmenslandschaft und tragen durch die Nutzung moderner und innovativer Technologien zur Adaption der

wirtschaftlichen Struktur an sich wandelnde globale Rahmenbedingungen bei. Gründungsaktivitäten, insbesondere aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen, können dabei als eine Art Transmissionsriemen angesehen werden, um Ideen, Wissen und Technologie in die wirtschaftliche und gesellschaftliche Inwertsetzung zu überführen. Die Förderung von Gründungen aus Hochschulen heraus ist deshalb neben Kooperationen, Auftragsforschung und -entwicklung sowie spezifischen Qualifizierungsangeboten ein bedeutendes Instrument, um den Transfer von Wissen und Technologie „über Köpfe“ zu stärken und so letztlich Wachstumspotenziale zu erschließen. Das Engagement von Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen in Netzwerken und Clustern kann die Kooperationsaktivitäten unterstützen und fördern.

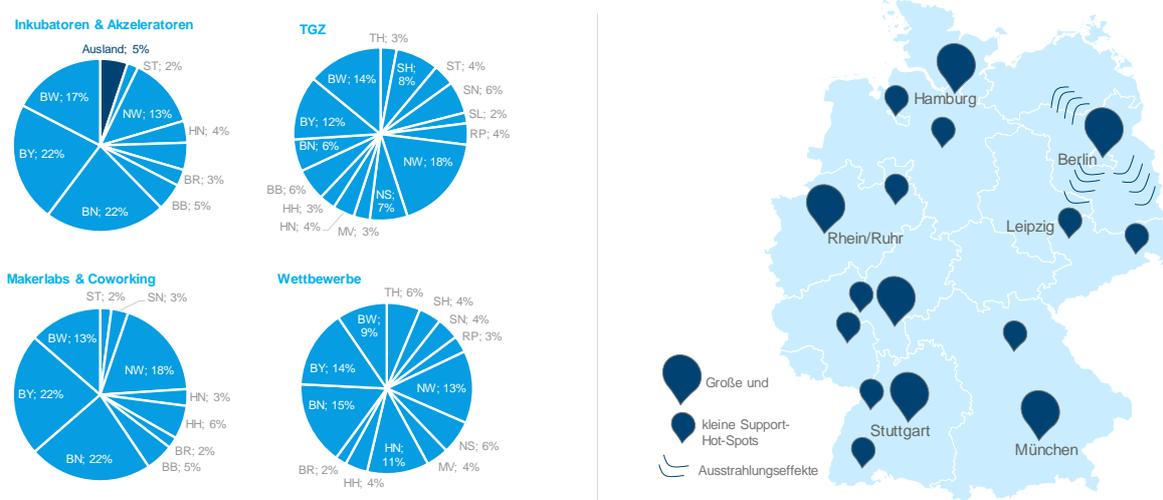
Nachfolgend werden das sächsische Wissens- und Technologietransfersystem und die Gründungsunterstützungslandschaft in knapper Form dargestellt.

Darstellung der Transfer- und Gründungsstrukturen

Unterstützungsaktivitäten und -infrastrukturen spielen eine zentrale Rolle bei der Förderung wissensintensiver Gründungen aus Hochschulen heraus, da diese oftmals spezifische Bedarfe sowohl hinsichtlich immaterieller Leistungen wie Information, Beratung, Vernetzung, Coaching- und Mentoring, als auch der Nutzung von materiellen Infrastrukturen, im Sinne von Räumen und Gerätschaften, aufweisen.

In Deutschland hat sich hier in den vergangenen Jahren eine differenzierte Landschaft verschiedenster Angebote mit einem breiten Leistungsspektrum entwickelt, die sich sowohl in öffentlicher wie in privater Trägerschaft befinden und Gründungen verschiedene Mehrwerte entlang ihres Lebenszyklus bieten.

Abbildung 26: Verteilung der identifizierten Angebote nach Bundesländern (links) und Ausstrahlungseffekte der Angebots-Hot-Spots in Deutschland (rechts), 2018



Quelle: iit (Desk Research, qualitative Interviews (n=95), Online-Start-up-Befragung), Darstellung der Prognos AG.

Für Sachsen stellen sich die Ergebnisse wie folgt dar (siehe auch Abbildung 26):

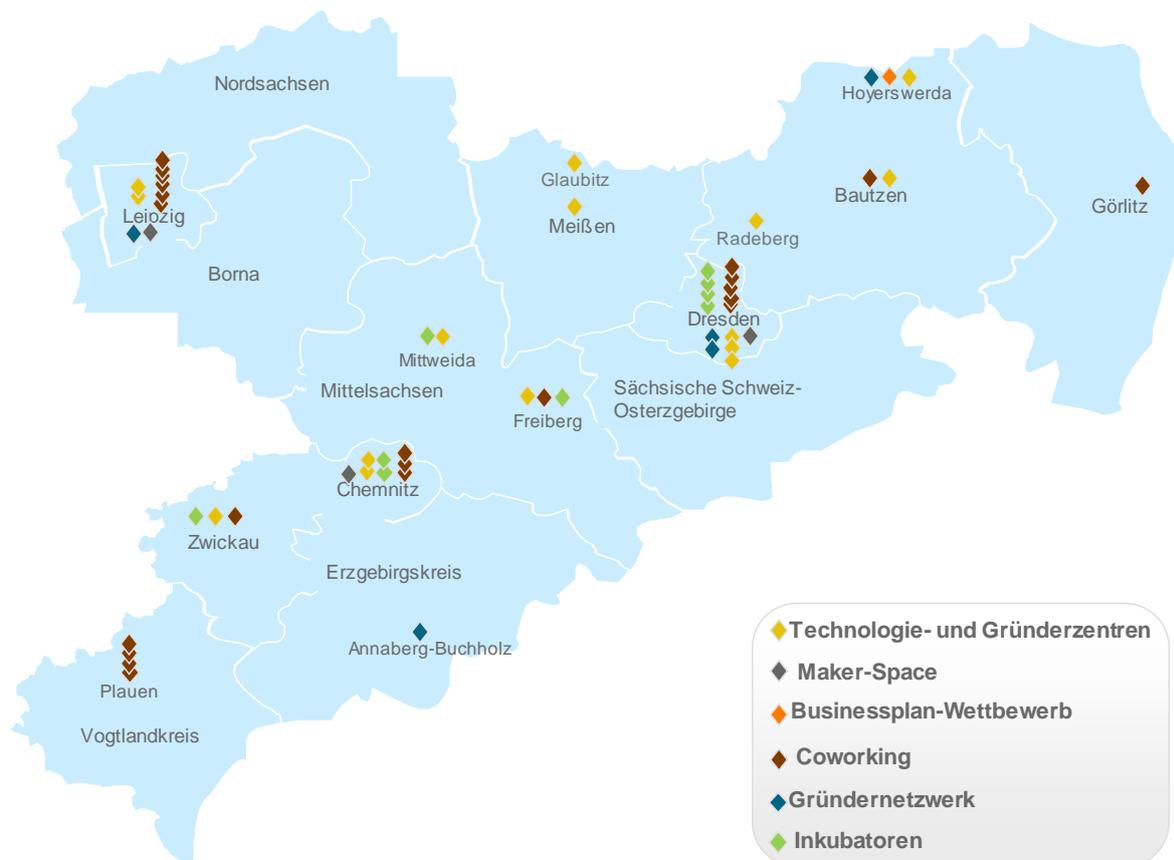
- **Coworking Spaces und Makerlabs** bieten Gründungen in der Findungs- und Seedphase niedrigschwellige Zugang zu Räumen und Gerätschaften, häufig auf Tages- oder Monatsbasis zur Miete. Gleichzeitig bilden diese Angebote häufig Kristallisationspunkte für Freiberufler und Gründer, wodurch gleichzeitig Netzwerkzugänge im Sinne von Kooperationspartnerschaft, Kunden oder Konkurrenten entstehen können. In einer bundesweiten Vergleichsstudie im Auftrag des BMWi entfallen hier 3 % der identifizierten Angebote auf Sachsen. Damit weist Sachsen im Vergleich zu anderen Flächenländern einen eher geringen Anteil auf.
- **Wettbewerbe**, häufig mit dem Fokus auf Businesspläne, bieten Gründenden einerseits die Möglichkeit, sich mit ExpertInnen sowie anderen GründerInnen zu ihren Konzepten und Ideen auszutauschen und zu vernetzen. Andererseits bieten diese auch immer eine Chance für Imagegewinn und Sichtbarkeitssteigerung gegenüber relevanten Zielgruppen. Im Vergleich entfallen hier 4 % der Angebote auf Sachsen, was einer Position im Mittelfeld der Länder entspricht.
- **Inkubatoren und Akzeleratoren** befinden sich häufig in privatwirtschaftlicher Trägerschaft, aber auch öffentliche Anbieter haben sich mit entsprechenden Angeboten positioniert. Diese Formate bieten Gründungen in der Seed- und Start-up-Phase meist zeitlich begrenzt eine Mischung aus materieller Infrastruktur (Räume, Material, Gerätschaften) sowie ebenfalls nicht-materieller Unterstützung im Sinne von Coaching und privilegiertem Netzwerkzugang zu Kunden bzw. Kooperationspartnern. Mit 2 % weist Sachsen im Vergleich zu anderen Bundesländern einen eher geringen Anteil auf.

- **Technologie- und Gründerzentren** hingegen befinden sich oftmals in öffentlicher Trägerschaft und bieten Gründungen insbesondere in der Start-up- und Wachstumsphase den Zugang zu preiswerter Infrastruktur für vergleichsweise lange Zeiträume. Im bundesdeutschen Vergleich liegen hier die meisten Angebote in den Ländern Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen, mit 6 % Anteil liegt Sachsen hier im unteren Mittelfeld.

Insgesamt verfügt **Sachsen** über eine vielfältige **Gründungsunterstützungslandschaft**, wie auch von Interviewpartnern aus Unternehmen und Wissenschaft hervorgehoben wird. Abbildung 27 zeigt eine Übersicht. Hier stechen zwar Dresden, Leipzig und Chemnitz als Leuchttürme mit einem vielfältigen Angebot hervor. Zum Beispiel wird Gründern und Gründerinnen im Rahmen der an der Universität Leipzig angesiedelten Initiative SMILE Zugang zu Workshops, Beratungen und Coaching geboten sowie Businessplan-Wettbewerbe ausgerichtet. Ein weiteres Beispiel ist das Gründernetzwerk dresden exists, welches neben Studierenden auch Wissenschaftler der Hochschulen und Forschungsinstitute adressiert und neben Beratungsdienstleistungen auch eigene technologiefokussierte Inkubatorprogramme (z.B. im Bereich Life-Science) anbietet.

Darüber hinaus hat sich aber auch abseits dieser großen Universitätsstandorte ein breites Angebot von TGZs über Businessplan-Wettbewerbe bis hin zu Coworking und Makerlabs etabliert. So sind in fast allen Landkreisen Sachsens eine oder mehrere dieser Institutionen verortet. Ausgewählte Beispiele sind der Smart Systems Campus Chemnitz, der Life Science Inkubator sowie das Gründerzentrum BioInnovationsZentrum in Dresden oder der privatwirtschaftlich betriebene Coworking-Space Wilkehaus in Plauen. Ferner setzt das Gründernetzwerk **SAXEED** der vier südwestsächsischen Hochschulen Chemnitz, Freiberg, Mittweida und Zwickau in der Frühphase der unternehmerischen Sensibilisierung und Entrepreneurship-Bildung an und bereitet so eine wichtige Grundlage für Gründungsaktivitäten. Die Innovationsplattform **futureSAX** des Freistaates Sachsen für GründerInnen und Unternehmertum vernetzt branchenübergreifend Innovatoren aus Wissenschaft und Wirtschaft und bietet Matching-Möglichkeiten mit Kapitalgebern an.

Weitere detaillierte Informationen zu den Transfer- und Gründungsinfrastrukturen in Sachsen befinden sich in Tabelle 119 im Anhang.

Abbildung 27: Standorte der Gründungsunterstützungslandschaft in Sachsen, 2018

Quelle: Desk-Research, Prognos AG.

Bewertung der Transfer- und Gründungsförderung an den Hochschulen

Der Technologie- und Wissenstransfer sowie die Unterstützungsangebote für Gründungen werden von den befragten Vertretern aus den sächsischen Zukunftsfeldern überwiegend positiv bewertet und auch Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft konnten aus Sicht der Befragten Stakeholder und Experten in den vergangenen Jahren weiter vorangetrieben werden.

Die sächsischen **Hochschulen** verfügen über ein breites Angebot an **institutionalisierten Unterstützungsangeboten** für den Wissens- und Technologietransfer. Beispiele sind die Zentrale Transferstelle an der TU Universität Bergakademie Freiberg oder das Sachgebiet Transfer an der Universität Leipzig. Diese Einrichtungen decken unterschiedliche Aspekte von Patent- und Transferservices bis hin zu Beratungen bei Kooperationen und Gründungsvorhaben ab.

Sächsische Hochschulen haben auf diesem Feld ebenfalls erfolgreich BMBF-Projektmittel eingeworben, wie beispielsweise für das Transferprojekt Saxony High Five im Programm **Innovative Hochschule**.

Viele der Expertinnen und Experten sehen eine große Offenheit der Hochschulen mit externen Partnern aus der Unternehmenslandschaft in Anwendungsnahen Vorhaben zu kooperieren; gleichzeitig bestünden hier aber immer noch Steigerungspotenziale hinsichtlich der Mobilisierung und Gewinnung dieser Partner. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen sind aus den Erfahrungen der befragten ExpertInnen heraus für Forschungsvorhaben aufgrund von Zeit- und Ressourcenrestriktionen sowie der mit Innovationsprozessen immanent verbundenen Unsicherheiten nicht immer leicht zu gewinnen.

Mit Blick auf den direkten Wissenstransfer aus Hochschulen heraus an den Markt, sollte aus Sicht einzelner Befragten die direkte Patentverwertung aus den Hochschulen weiter gestärkt werden. Auch in der Validierungsphase besteht aus Sicht einzelner Hochschulvertreter eine Lücke. Diese Phase könnte mit zielgerichteten Instrumenten verstärkt adressiert werden.

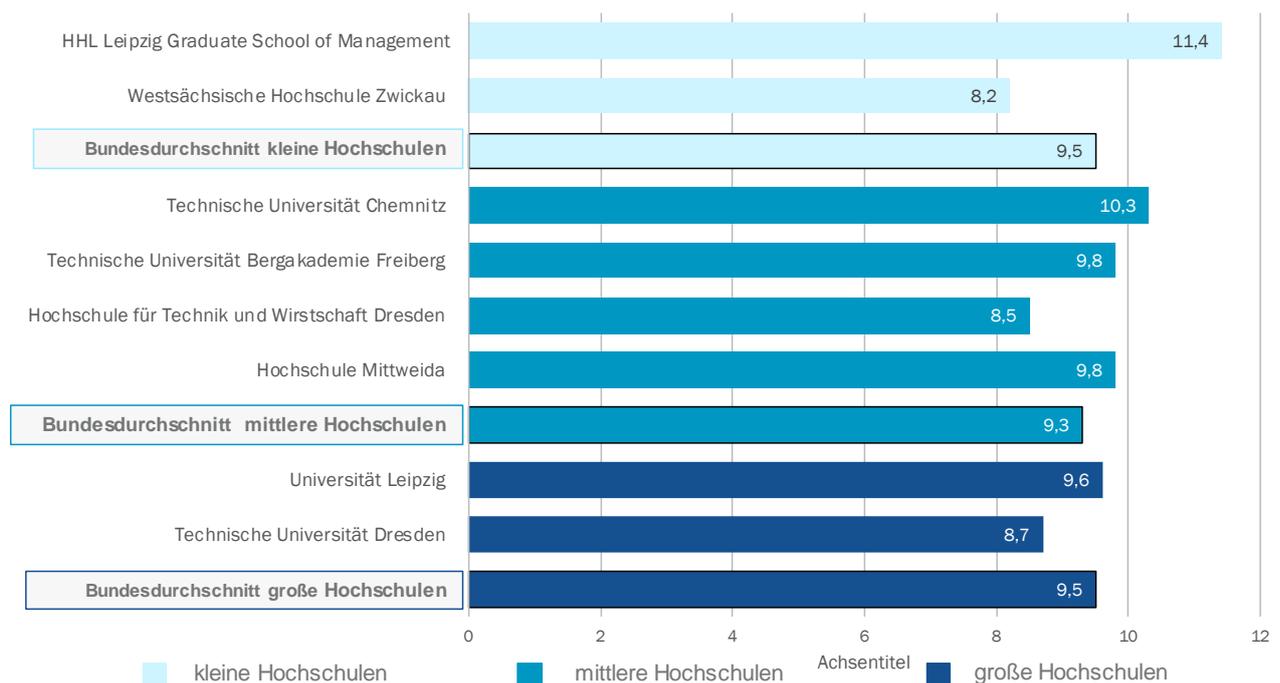
Bei den **Unterstützungsangeboten für Gründungen** stellen die Befragten fest, dass es in Sachsen zielgerichtete Programme gibt und die Gründungsberatung gut aufgestellt ist. Vereinzelt werden bei Instrumenten und Förderkonditionen auch Verbesserungspotenziale ausgemacht: Infrastruktur und Unterstützungsangebote sollten weiter ausgebaut werden. Angeregt wird zudem, EU-Mittel noch stärker auf Gründungs- und Transferaktivitäten zu fokussieren.

Die positive Bewertung der Transfer- und Gründungsstrukturen und Aktivitäten der sächsischen Hochschulen wird auch durch die Ergebnisse des **Gründungsradars (2016) des Stifterverbands**⁴³ unterstrichen. Die bundesweite Vergleichsstudie unterteilt Hochschulen in drei Größenkategorien, um eine entsprechende Vergleichbarkeit zu gewährleisten und nimmt Bewertungen in den insgesamt vier Dimensionen⁴⁴ „Institutionelle Verankerung“, „Gründungs-sensibilisierung“, „Gründungsunterstützung“ und „Gründungsaktivitäten“ vor.

Die Ergebnisse zeigen in der Gesamtschau ein gutes Abschneiden der in der Studie erfassten sächsischen Hochschulen in allen vier Dimensionen. So liegt in der Gruppe der großen Hochschulen die Universität Leipzig leicht über, die TU Dresden etwas unter dem Bundesdurchschnitt. In der Gruppe der mittleren Hochschulen schneiden die TU Chemnitz, die TU Freiberg und die Hochschule Mittweida besser als der Bundesdurchschnitt ab. In der Gruppe der kleinen Hochschulen ragt besonders die HHL Leipzig Graduate School of Management heraus.

⁴³ Für eine aktuelle Übersicht, siehe <http://www.gruendungsradar.de>.

⁴⁴ Diese Dimensionen werden weiter operationalisiert, beispielsweise durch das Vorliegen einer institutionalisierten Gründungs- und Transferstrategie, Entrepreneurship als Thema der Lehre, Beratungsangebote für Gründer sowie tatsächlich erfolgte Ausgründungen (in Reihenfolge der obigen Nennung).

Abbildung 28: Gesamtpunkte sächsischer Hochschulen im Gründungsradar (Gesamtpunkte), 2016

Quelle: Stifterverband (2016): Gründungsradar, Darstellung der Prognos AG.

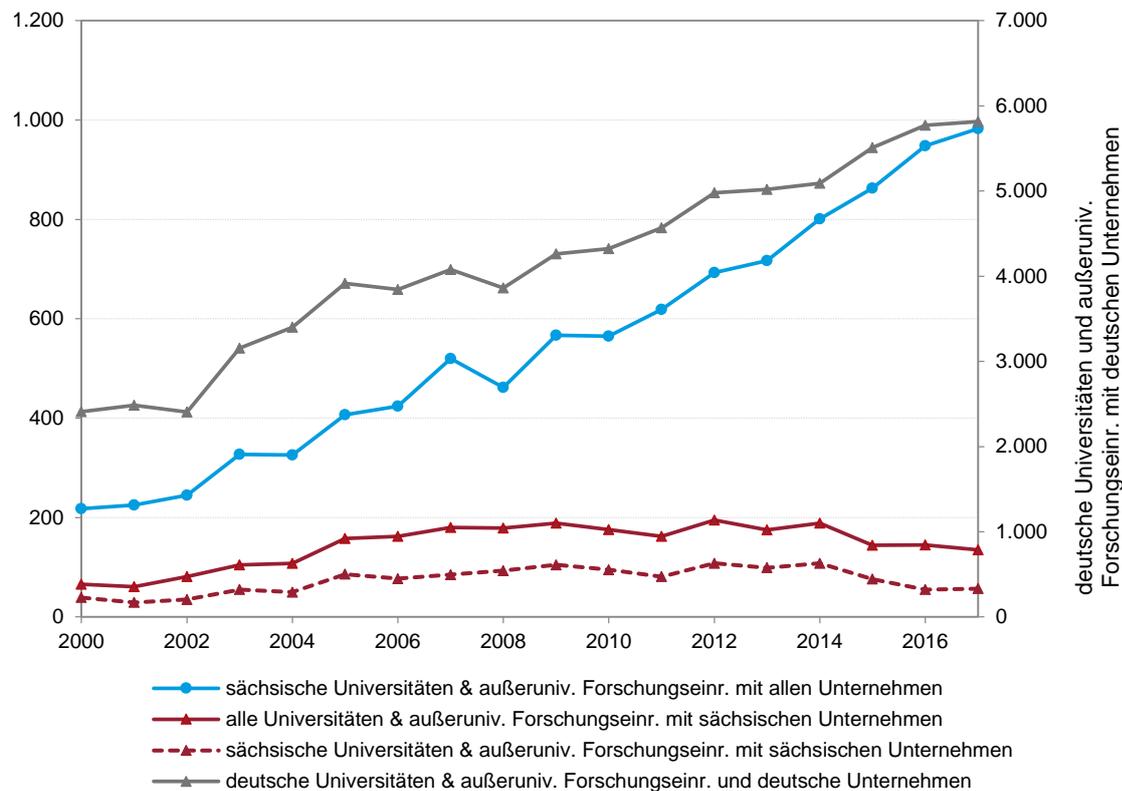
Ungeachtet dieser positiven Befunde wird durch einige Expertinnen und Experten kritisiert, dass Mittel für Gründungs- und Transferaktivitäten in der Regel zeitlich befristet sind. Die befragten Hochschulvertreter sehen den weiteren Ausbau sowie insbesondere die Verstärkungen solcher Bemühungen als wichtige Aufgabe an, um langfristige Planungssicherheit und personelle Kontinuität zu fördern.

4.2. Ko-Publikationen von Wirtschaft und Wissenschaft

Wenngleich sie nur einen geringen Anteil aller Publikationen ausmachen, hat sich die Anzahl der deutschlandweiten Ko-Publikationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft seit der Jahrtausendwende mehr als verdoppelt. Solche Ko-Publikationen indizieren nicht zuletzt Umfang und Ausmaß vorwettbewerblicher Kooperationen zur Etablierung konzeptioneller Grundlagen für spätere Produktentwicklungen (anwendungsorientierte Grundlagenforschung). Diese sind nach übereinstimmender Meinung vieler Experten eine von mehreren Grundlagen für spätere Zusammenarbeiten in angewandten Bereichen und daraus resultierenden Technologietransfer.

Für Universitäten und Forschungseinrichtungen im Freistaat Sachsen dokumentiert Abbildung 29 diesbezüglich eine positive, im Deutschlandvergleich überdurchschnittlich dynamische Entwicklung - solange ihre Kooperationen ohne geografische Einschränkung betrachtet werden.

Abbildung 29: Anzahl Ko-Publikationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, 2000-2017



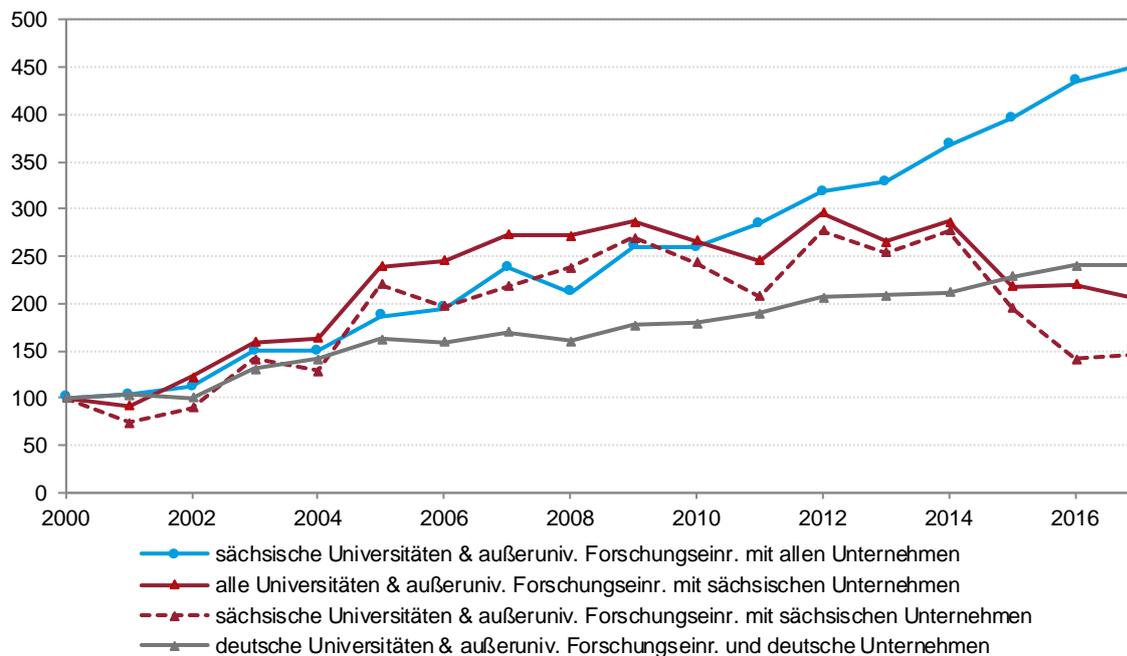
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Von diesen Kooperationen entfielen allerdings kaum je mehr als 20 % auf solche mit sächsischen Unternehmen. Auch eine Betrachtung der Kooperationen sächsischer Unternehmen mit allen Partnern, d.h. auch außerhalb Sachsens, aus der öffentlichen Forschung verbessert dieses Bild nur unwesentlich. Die Anzahl der jährlichen Ko-Publikationen sächsischer Unternehmen mit Partnern der öffentlichen Forschung lag, trotz zunächst positiver Entwicklung, in den vergangenen zehn Jahren kaum je über 200, wovon kaum je über 100 auf Kooperationen mit lokalen Unternehmen entfielen.

Diese Ergebnisse wären als solche nicht problematisch, sind sie doch vor allem Ausdruck bekannter Stärken des Freistaates in der öffentlichen Forschung, dessen starke Akteure gerade im vorwettbewerblichen Bereich naturgemäß auch und gerade mit führenden Industriepartnern außerhalb der Region zusammenarbeiten müssen. Bemerkenswert bleibt allerdings nicht nur, dass sich diese Außenorientierung im Bereich der Unternehmen nur eingeschränkt

spiegelt, sondern auch, dass das Engagement sächsischer Unternehmen in kooperativer, vorwettbewerblicher Forschung nach anfänglich positiver Entwicklung seit 2014 deutlich abgenommen hat (Abbildung 30).

Abbildung 30: Ko-Publikationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, Index 2000 = 100



Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Dies gilt generell, insbesondere aber auch in Bezug auf Kooperationen mit sächsischen Forschungseinrichtungen. Deutschlandweit und auch hinsichtlich der allgemeinen Kooperationsneigung sächsischer Forschungseinrichtungen ist dieser Trendwechsel nicht zu beobachten. Er liegt also mit erheblicher Wahrscheinlichkeit in strategischen Entscheidungen der sächsischen Unternehmen begründet.

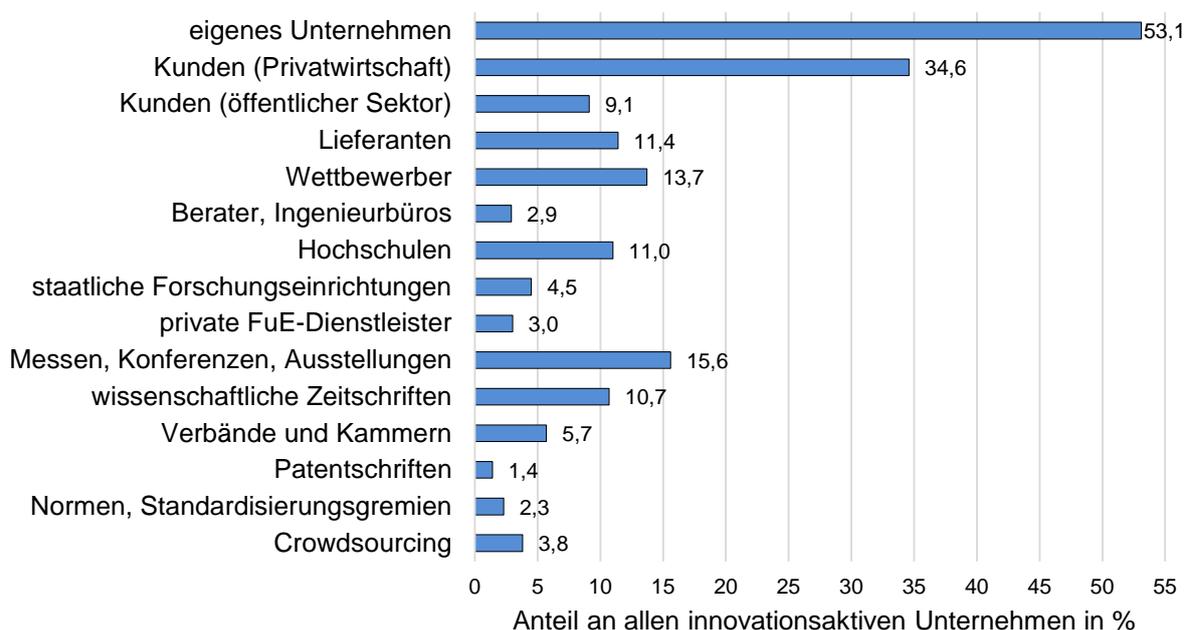
Durch diesen erheblichen Rückgang vorwettbewerblicher Kooperationen in Sachsen ist somit davon auszugehen, dass die Entstehung interpersoneller und -organisationaler Netzwerke, die für gelungenen und nachhaltigen Technologietransfer mit erforderlich sind, aktuell schon in der Anlage gehemmt wird.

4.3. Innovationskooperationen von Unternehmen und Wissenschaft

Die Nutzung des Wissens Dritter ist eine wichtige Komponente in Innovationsprozessen. Eine rein auf den eigenen Ressourcen des Unternehmens fußende Innovationsstrategie greift oft zu kurz, da Unternehmen meist nicht über das gesamte, für eine effiziente und effektive Umsetzung von Innovationsvorhaben notwendige Wissen und die erforderlichen Technologien verfügen. Die Offenheit gegenüber Ideen und Anregungen von außen und das aktive Teilen eigener Innovationsideen („*open innovation*“) wird zunehmend als wesentlicher Erfolgsfaktor für Innovationen gesehen, da so Innovationen rascher und zielgerichteter entwickelt und umgesetzt werden können (Chesbrough 2006). Dabei ist die kluge Kombination von eigenem Know-how und Kompetenzen mit externem Know-how von großer Bedeutung.

Die Nutzung von Informationsquellen für Innovationen zeigt, dass die Unternehmen in Sachsen in der Mehrzahl offene Innovationsprozesse verfolgen. Dabei spielen vor allem Interaktionen mit anderen Marktakteuren (Kunden, Lieferanten, Wettbewerbern) eine große Rolle. Im Zeitraum 2014-2016 waren für 35 % der innovationsaktiven Unternehmen Kunden aus der Privatwirtschaft eine sehr wichtige Informationsquelle, 16 % gaben Messen, Ausstellungen und Konferenzen als Informationsquelle von hoher Bedeutung an (Abbildung 31). Auch Wettbewerber (14 %), Lieferanten (11 %) und Kunden aus dem öffentlichen Sektor (9 %) wurden häufig genannt. Eine zweite wichtige Informationsquelle ist die Wissenschaft. Für 11 % der innovationsaktiven Unternehmen gaben Hochschulen wichtige Impulse für Innovationen, ebenfalls 11 % gewannen bedeutende Informationen für Innovationen aus wissenschaftlichen Zeitschriften. Für 5 % waren staatliche Forschungseinrichtungen eine Informationsquelle von hoher Bedeutung, private FuE-Dienstleister kamen auf einen Anteil von 3 %. Gleichzeitig ist für mehr als die Hälfte der innovationsaktiven Unternehmen das eigene Unternehmen eine zentrale Informationsquelle. Dahinter stehen häufig die Ergebnisse interner FuE-Tätigkeit oder anderer kreativer Aktivitäten im Unternehmen.

Um Zugang zu externem Wissen zu erhalten, stehen Unternehmen viele Wege offen. Ein als besonders effektiv angesehener Weg sind Kooperationen. Dabei arbeiten Unternehmen mit externen Partnern i.d.R. auf einer vertraglichen Grundlage zusammen, um vorab festgelegte Ziele zu erreichen. Mit Hilfe von Kooperationen können Kosten und Risiken von Innovationsprojekten auf mehrere Schultern verteilt und komplementäre Kompetenzen und Ressourcen zusammengeführt werden. Gleichzeitig erlauben es vertragliche Regelungen, die Rechte an dem in Kooperationen erarbeiteten intellektuellen Eigentum klar abzugrenzen.

Abbildung 31: Informationsquellen für Innovationen von hoher Bedeutung in Unternehmen in Sachsen, 2014-2016

Anmerkung: Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Im Zeitraum 2014-2016 wiesen rund 1.850 Unternehmen in Sachsen solche Innovationskooperationen (einschließlich reiner FuE-Kooperationen) auf. Dies waren rund 28 % aller innovationsaktiven Unternehmen. Damit liegt der sächsische Anteilswert etwas höher als der der anderen neuen Länder (inkl. Berlin), wo 25 % der innovationsaktiven Unternehmen kooperiert haben (Tabelle 37). Im Vergleich zu den alten Ländern ist er erheblich höher, denn dort unterhielten nur 18 % der innovationsaktiven Unternehmen Kooperationen.

Die häufigsten Kooperationspartner von sächsischen Unternehmen waren Hochschulen. Mehr als zwei Drittel aller kooperierenden Unternehmen wiesen eine Hochschulkooperation auf. Dieser Anteilswert ist deutlich höher als in den anderen neuen Ländern (54 %) und den alten Ländern (58 %). Zweithäufigster Kooperationspartner waren Kunden aus der Privatwirtschaft (46 %), dahinter folgen staatliche Forschungseinrichtungen (40 %) und private FuE-Dienstleister (31 %). Diese Anteilswerte sind ebenfalls höher als in den Vergleichsregionen. Seltener wird dagegen mit Lieferanten (29 %), anderen Unternehmen der eigenen Unternehmensgruppe (24 %) und Beratungsunternehmen (20 %) kooperiert. 28 % der kooperierenden Unternehmen aus Sachsen haben Wettbewerber als Partner, 15 % arbeiten mit Kunden aus dem öffentlichen Sektor zusammen. Diese Anteilswerte sind etwas höher als in den anderen neuen Ländern, aber niedriger als in den alten Ländern.

Tabelle 37: Innovationskooperationen von innovationsaktiven Unternehmen 2014-2016 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern

	Sachsen	neue Länder* ohne Sachsen	alte Länder
Anzahl Unternehmen mit Innovationskooperationen	1.850	3.750	17.800
Anteil an allen innovationsaktiven Unternehmen (in %)	27,8	25,1	18,4
Kooperierende Unternehmen nach Art und Standort des Kooperationspartners (in % aller kooperierenden Unternehmen)			
- eigene Unternehmensgruppe	24	35	47
- Kunden (Privatwirtschaft)	46	40	37
- Kunden (öffentlicher Sektor)	15	10	24
- Lieferanten	29	40	36
- Wettbewerber	28	26	32
- Beratungsunternehmen	20	25	35
- Hochschulen	68	54	58
- staatliche Forschungseinrichtungen	40	33	35
- private FuE-Dienstleister	31	22	25
- eigene Region	83	68	70
- Deutschland überregional	67	68	70
- europäisches Ausland	18	19	34
- USA	4	6	9
- Asien	5	3	7
- sonstige Länder	3	3	6

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Mit 83 % kommt die Mehrzahl der Kooperationspartner der sächsischen Unternehmen aus der Region, das ist deutlich mehr als in den anderen neuen Ländern und in den alten Ländern. Zwei Drittel der kooperierenden Unternehmen in Sachsen weisen Partner aus anderen Regionen in Deutschland auf, was den Anteilswerten der Vergleichsregionen entspricht. Nur 18 % kooperieren mit Partnern im europäischen Ausland; in den alten Ländern sind es 34 % der kooperierenden Unternehmen. Auch der Anteil der kooperierenden Unternehmen mit Partnern in den USA, Asien oder sonstigen Ländern ist in Sachsen merklich niedriger als in den alten Ländern. Insgesamt zeigen sich in Sachsen eine starke Wissenschaftsorientierung der Innovationskooperationen, insgesamt breitere Kooperationsnetzwerke (d.h. mehr Unternehmen, die mit unterschiedlichen Partnern kooperieren) sowie eine stärkere regionale Ausrichtung der Kooperationen.

4.4. Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Wissenschaft

Innovationskooperationen sind eine Form, wie Unternehmen mit externen Partnern zusammenarbeiten, um Wissen auszutauschen. Neben den Kooperationen zu konkreten Innovationsprojekten gibt es für Unternehmen auch viele andere Anlässe, um die Zusammenarbeit mit Dritten zu suchen. Dabei spielt insbesondere die Zusammenarbeit mit der Wissenschaft eine große Rolle. Sie gibt nicht nur Anstöße für Innovationen, sondern kann generell die Wissensbasis eines Unternehmens stärken, sei es durch die Einstellung akademisch ausgebildeter Mitarbeiter, die Fort- und Weiterbildung der eigenen Mitarbeiter, durch den Austausch zu aktuellen Fragen der technologischen Entwicklung, der Marktdynamik oder der Organisation betrieblicher Abläufe.

In der Innovationserhebung Sachsen 2018 wurde die Verbreitung von Interaktionen zwischen Unternehmen und Wissenschaft im Zeitraum 2015-2017 erhoben. Insgesamt arbeiteten rund 2.900 Unternehmen in Sachsen in dieser Periode mit Wissenschaftseinrichtungen zusammen (Tabelle 38). Zu Wissenschaftseinrichtungen zählen Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Die Zusammenarbeit muss nicht innovationsbezogen gewesen sein, sondern kann jede Form des Wissensaustausches umfassen. Damit wiesen 20 % aller Unternehmen im Berichtsbereich der Innovationserhebung eine Wissenschaftszusammenarbeit auf. Dies ist ein höherer Anteil als in den anderen neuen Ländern (inkl. Berlin), wo gut 17 % der Unternehmen mit der Wissenschaft zusammengearbeitet haben. In den alten Ländern liegt die Quote mit 13 % noch deutlich darunter.

Insgesamt gab es im Zeitraum 2015-2017 fast 7.800 Kooperationen zwischen sächsischen Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen. Pro Unternehmen mit Wissenschaftszusammenarbeit sind dies 2,7 Kooperationen. Dieser Wert ist leicht über dem in den anderen neuen Ländern (2,5), aber unter dem Vergleichswert für die alten Länder (3,3). Dieser wird insbesondere durch einige sehr große Unternehmen, die mitunter mehr als 100 Kooperationen mit unterschiedlichen Wissenschaftseinrichtungen unterhalten, in die Höhe getrieben.

Die insgesamt größere Verbreitung einer Wissenschaftszusammenarbeit unter den Unternehmen in Sachsen könnte mit einer häufigeren Förderung solcher Kooperationen zusammenhängen. Von den sächsischen Unternehmen mit Wissenschaftszusammenarbeit berichten

55 %, dass sie für die Zusammenarbeit eine öffentliche Förderung erhalten haben.⁴⁵ In den Vergleichsregionen waren es deutlich weniger (37-38 %).

Tabelle 38: Zusammenarbeit mit der Wissenschaft von Unternehmen 2015-2017 in Sachsen, den neuen Ländern ohne Sachsen und den alten Ländern

	Sachsen	neue Länder* ohne Sachsen	alte Länder
Anzahl Unternehmen mit Wissenschaftszusammenarbeit	2.900	5.500	30.000
Anteil an allen Unternehmen (in %)	19,8	17,4	13,1
Anzahl der Kooperationen	7.800	13.700	106.000
Kooperationen je Unternehmen mit Wissenschaftszusammenarbeit	2,7	2,5	3,3
Anteil der Unternehmen mit öffentlich geförderten Kooperationen (in % aller Unternehmen mit Wissenschaftszusammenarbeit)**)	55	37	38

Anmerkung: *inkl. Berlin.

**Bezogen auf die aus Sicht der Unternehmen wichtigste Wissenschaftszusammenarbeit im Zeitraum 2015-2017.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Die Unternehmen nutzen eine Vielzahl von Formen der Zusammenarbeit (Abbildung 32). Bezogen auf alle Unternehmen mit einer Wissenschaftszusammenarbeit in Sachsen gaben fast zwei Drittel an, dass sie über informelle Kontakte den Zugang zum Wissen der Einrichtungen suchen.⁴⁶ 59 % waren in Gemeinschaftsforschungsprojekten engagiert, 42 % arbeiteten im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten (inkl. Dissertationen) mit der Wissenschaft zusammen. In 37 % der Unternehmen erfolgt der Austausch über wissenschaftlich-technische Beratung und in 31 % über die Fort- oder Weiterbildung der eigenen Mitarbeiter. Die Beauftragung von Wissenschaftseinrichtungen mit der Durchführung von FuE-Arbeiten war bei 25 % der kooperierenden Unternehmen anzutreffen. Selten genutzte Austauschwege sind die Lizenznahme oder der Kauf von Technologien der Wissenschaftseinrichtungen (8 % der Unternehmen) und der befristete Personalaustausch (6 %).

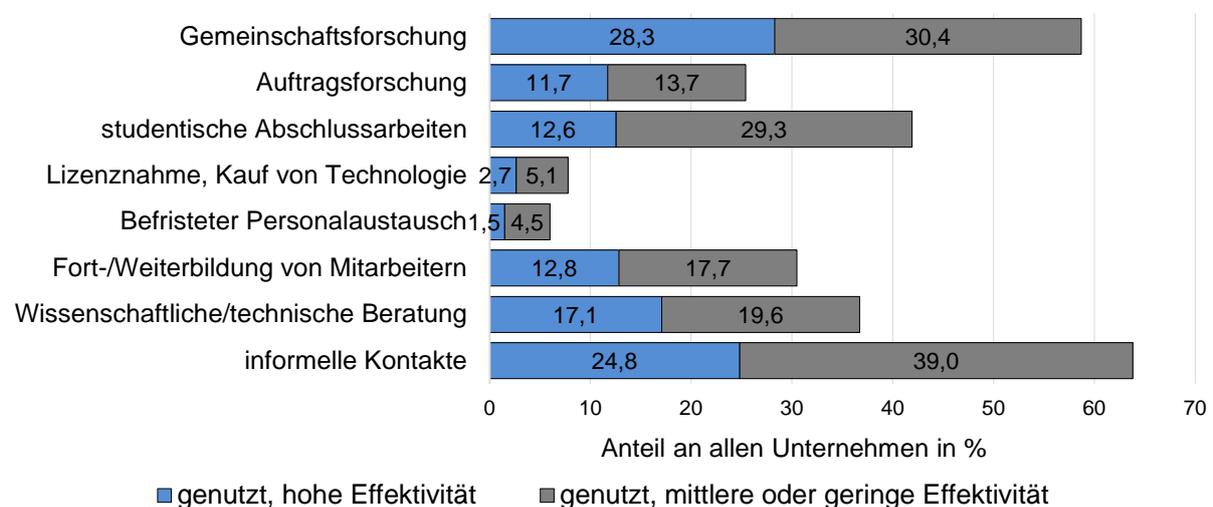
Gefragt nach der Effektivität der einzelnen Formen der Zusammenarbeit für den Zugang zum Know-how der Wissenschaftseinrichtung, erweist sich die Gemeinschaftsforschung als der wichtigste Transferkanal. 28 % aller Unternehmen mit Wissenschaftszusammenarbeit (und jedes zweite mit Gemeinschaftsforschungsprojekten) gaben an, dass diese Form der Zusammenarbeit hoch effektiv für den Zugang von Know-how war. Informelle Kontakte sind zwar

⁴⁵ Die Frage bezog sich auf die aus Sicht der Unternehmen wichtigste Wissenschaftszusammenarbeit im Zeitraum 2015-2017. Bezogen auf alle Kooperationen mit Wissenschaftseinrichtungen kann der Anteil somit auch niedriger sein.

⁴⁶ Die Frage zu den Formen der Zusammenarbeit bezog sich auf die aus Sicht der Unternehmen wichtigste Wissenschaftszusammenarbeit im Zeitraum 2015-2017.

weiter verbreitet, leisten aber einen etwas geringeren Beitrag zum effektiven Know-how-Transfer (hoch-effektiv für 25 % der kooperierenden Unternehmen). Dahinter folgen die wissenschaftlich-technische Beratung und die Fort- oder Weiterbildung eigener Mitarbeiter. Studentische Abschlussarbeiten werden zwar von vielen Unternehmen genutzt, aber nur ein Drittel dieser Unternehmen gibt an, dass sie von hoher Effektivität für den Zugang zum Wissen der Wissenschaftseinrichtung waren. Auch bei Lizenznahme oder Kauf von Technologien sowie beim befristeten Personalaustausch ist der Anteil der Unternehmen niedrig, die diese Form als hoch-effektiv einschätzen, was zu einem Teil die geringe Verbreitung der beiden Formen der Zusammenarbeit erklären vermag.

Abbildung 32: Formen und Effektivität der Zusammenarbeit mit der Wissenschaft in Unternehmen in Sachsen, 2015-2017



Anmerkung: Bezogen auf die aus Sicht der Unternehmen wichtigste Wissenschaftszusammenarbeit im Zeitraum 2015-2017. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.
Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Wie Tabelle 39 zeigt, sind Technische Universitäten der wichtigste Kooperationspartner der Unternehmen auf Seiten der Wissenschaftseinrichtungen. Als Technische Universitäten gelten dabei alle Universitäten mit einer ingenieurwissenschaftlichen Fakultät, unabhängig davon, ob die Universität den Zusatznamen „Technische“ führt. An der Gesamtzahl der von den Unternehmen genannten wichtigsten Wissenschaftseinrichtungen, mit denen 2015-2017 zusammengearbeitet wurde, machen Technische Universitäten 40 % aus. Zweithäufigste Einrichtungsgruppe sind Fachhochschulen sowie andere Hochschulen außerhalb des Universitätssektors (19 %). Fraunhofer-Institute folgen mit 15 % an Dritter Stelle. Gemeinnützige Industrieforschungseinrichtungen (die typischerweise Mitglied in der AiF oder der Zuse-Gemeinschaft sind) machen knapp 7 % der wichtigsten Wissenschaftskooperationspartner der Unternehmen aus. Der große Sektor der Universitäten ohne ingenieurwissenschaftliche Fakultät

(die deutschlandweit gemessen an der Anzahl der Forscher den mit Abstand größten Einrichtungstyp darstellen) stellt nur 6 % der als wichtigste Kooperationspartner genannten Einrichtungen. Berufsakademien wurden von 4 % der Unternehmen als wichtigste Partnereinrichtungen genannt. Helmholtz-Zentren, Leibniz-Institute und Max-Planck-Institute spielen lediglich eine untergeordnete Rolle als Kooperationspartner. Sonstige Wissenschaftseinrichtungen haben einen Anteil von gut 5 %, was insbesondere an der Zusammenarbeit zahlreicher sächsischer Unternehmen mit dem Deutschen Biomasseforschungszentrum (DBFZ) liegt.

Tabelle 39: Arten der Wissenschaftseinrichtungen, mit denen Unternehmen aus Sachsen 2015-2017 zusammengearbeitet haben

	Anteil in %
Technische Universität ^{*)}	40,3
Fachhochschule und andere Hochschulen außerhalb des Universitätssektors	18,7
Fraunhofer-Institute	14,9
Industrieforschungseinrichtungen (AiF, Zuse)	6,7
Universitäten ohne ingenieurwissenschaftliche Fakultät	5,8
Berufsakademien	4,2
Helmholtz-Einrichtungen	2,6
Leibniz-Institute	1,3
Max-Planck-Institute	0,1
Sonstige Wissenschaftseinrichtungen	5,4

Anmerkung: Bezogen auf die aus Sicht der Unternehmen wichtigste Wissenschaftszusammenarbeit im Zeitraum 2015-2017.

*Universitäten mit einer ingenieurwissenschaftlichen Fakultät.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Betrachtet man die am häufigsten genannten Einrichtungen⁴⁷, so wird die prominente Rolle der drei Technischen Universitäten in Dresden (19,7 % aller Nennungen als wichtigster Kooperationspartner), Chemnitz (11,6 %) und Freiberg (6,0 %) deutlich (Tabelle 40). Die beiden technisch orientierten Hochschulen HTWK in Leipzig und HTW in Dresden weisen mit 6,0 bzw. 3,9 % ebenfalls eine große Anzahl an Nennungen auf. Unter den zehn am häufigsten genannten Einrichtungen finden sich außerdem zwei Fraunhofer-Institute (IWU in Chemnitz, IWS in Dresden), das DBFZ in Leipzig, die Hochschule Zwickau sowie das Sächsische Textilforschungsinstitut (STFI) in Chemnitz. Die Universität Leipzig folgt mit einem Anteil von 1,9 % an den wichtigsten wissenschaftlichen Kooperationspartnern sächsischer Unternehmen erst auf

⁴⁷ Die Unternehmen wurden gebeten, die für sie wichtigste Wissenschaftseinrichtungen, mit der sie im Zeitraum 2015-2017 zusammengearbeitet haben, zu nennen. In den Fällen, in denen Unternehmen mehr als eine Einrichtung nannten, wurden die genannten Einrichtungen nur anteilig gezählt, d.h. die Gesamtzahl der genannten Einrichtung entspricht der Gesamtzahl der Unternehmen mit Wissenschaftszusammenarbeit.

Rang elf. Unter den Top-20 sind zwei weitere Fraunhofer-Institute in Dresden (IVI, IFAM), zwei Hochschulen (Zittau/Görlitz und Mittweida), zwei Berufsakademien (Bautzen, Riesa), ein Zuse-Institut (ITW), ein Leibniz-Institut (IFW) sowie, an 20. Stelle, eine Einrichtung außerhalb Sachsens, nämlich das Forschungszentrum Jülich. Insgesamt führten die Unternehmen 110 unterschiedliche Wissenschaftseinrichtungen als wichtigste Kooperationspartner an.

85 % der wichtigsten Wissenschaftspartner der Unternehmen sind in Sachsen angesiedelt, 7 % befinden sich in anderen neuen Ländern (inkl. Berlins) und 8 % in den alten Ländern. Ausländische Einrichtungen wurden nur vereinzelt genannt, ihr Anteil liegt bei weniger als 1 %.

Tabelle 40: Wissenschaftseinrichtungen mit der höchsten Anzahl von Nennungen durch Unternehmen aus Sachsen, 2015-2017

Rang	Name	Anteil ¹⁾ (%)	Rang	Name	Anteil ¹⁾ (%)
1	TU Dresden	19,7	11	Universität Leipzig	1,9
2	TU Chemnitz	11,6	12	Hochschule Zittau/Görlitz	1,6
3	TU Freiberg	6,0	13	Hochschule Mittweida	1,4
4	HTWK Leipzig	6,0	14	ITW Chemnitz	1,4
5	Fraunhofer-IWU Chemnitz	4,8	15	BA Bautzen	1,3
6	HTW Dresden	3,9	16	Fraunhofer-IVI Dresden	1,3
7	DBFZ Leipzig	3,6	17	Leibniz-IFW Dresden	1,2
8	Fraunhofer-IWS Dresden	3,3	18	BA Riesa	1,0
9	Hochschule Zwickau	3,0	19	Fraunhofer-IFAM Dresden	1,0
10	STFI Chemnitz	2,5	20	FZ Jülich	1,0

Anmerkung: Bezogen auf die aus Sicht der Unternehmen wichtigste Wissenschaftszusammenarbeit im Zeitraum 2015-2017.

¹Anteil an allen Einrichtungen, die als wichtigste Wissenschaftseinrichtung genannt wurden.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

Mehr als die Hälfte der Unternehmen gab an, dass die Zusammenarbeit mit der für sie wichtigsten Wissenschaftseinrichtung öffentlich gefördert wurde. Eine Analyse der Förderprogramme, aus denen die Förderung erfolgt ist, zeigt, dass das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi die am weitesten verbreitete Fördermaßnahme ist (41 %) (Tabelle 41). Fast gleich häufig wurden BMBF-Programme von den Unternehmen genutzt (38 %). Zu diesen Programmen zählen u.a. die Maßnahmen des Programms „Unternehmen Region“, der Spitzencluster-Wettbewerb, verschiedene Fachprogramme sowie KMU-innovativ. Förderungen durch den Freistaat Sachsen sowie aus EU-Strukturfondsmitteln, die über die Sächsische Aufbaubank (SAB) abgewickelt werden, wurden für knapp 12 % der geförderten Wissenschaftskooperationen eingesetzt. Das „Horizon 2020“-Programm der EU-Kommission spielt mit einem Anteil von unter 5 % demgegenüber eine deutlich geringere Rolle. Andere BMWi-Programme (Fachprogramme im Zuständigkeitsbereich des BMWi sowie die Programme

INNO-KOM Ost und IGF) haben mit einem Anteil von weniger als 3 % eine untergeordnete Bedeutung. Vereinzelt wurden außerdem das Eurostars-Programm, Förderungen durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt sowie die grenzüberschreitende Initiative Manunet genannt.

Tabelle 41: Genutzte Förderprogramme für Wissenschaftszusammenarbeit durch Unternehmen aus Sachsen, 2015-2017

Name	Anteil ¹⁾ (%)
ZIM	41,0
BMBF-Fachprogramme (inkl. Unternehmen Region, Spitzencluster)	38,4
SAB-Programme	11,5
Horizon 2020	4,6
BMWI-Programme (Fachprogramme, INNO-KOM Ost, IGF)	2,5
Eurostar	1,3
Deutsche Bundesstiftung Umwelt	0,4
Manunet	0,2

Anmerkung: Bezogen auf die Förderung der aus Sicht der Unternehmen wichtigsten Wissenschaftszusammenarbeit im Zeitraum 2015-2017.

¹⁾Anteil an allen genannten Förderprogrammen.

Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Berechnungen des ZEW.

4.5. Exkurs: Clusterinitiativen und -projekte

Die Unterstützung der Zusammenarbeit und Kooperation bei der Entwicklung von Innovationsstrategien, bei konkreten Innovationsprojekten und bei der Gründung von jungen innovativen Unternehmen zählt auch zu den Aufgaben der zahlreichen Clusterinitiativen im Freistaat Sachsen. Diese können im Rahmen dieser Studie nicht hinsichtlich ihrer Wirkung auf das Innovationsgeschehen bewertet werden. Die Wirkungsevaluation selbst einzelner Cluster stellt für sich schon ein eigenes Forschungsprojekt dar.

Gerade für eine Wirtschaft, die nur sehr wenige große Unternehmen aufweist und die stark durch kleine und mittlere Unternehmen geprägt ist, sind Netzwerke und Cluster von besonderer Bedeutung. Kleine Unternehmen sind, anders als forschungsstarke Großunternehmen, oft auf die Unterstützung von externen Partnern bei anspruchsvollen FuE- oder Innovationsprojekten angewiesen. In Sachsen sind es nicht selten wissenschaftliche Einrichtungen, die dabei mit den Unternehmen kooperieren (vgl. Abschnitt 4.3). Für die Unternehmen bietet die Zugehörigkeit zu einem Cluster oder Netzwerk eine wesentliche Erleichterung bei der Suche geeigneter Kooperationspartner. Somit kommt nicht nur den eigentlichen Clustern, sondern auch den Plattformen eine hohe Bedeutung für die effiziente Suche nach geeigneten Kooperationspartnern zu. Dies gilt nicht nur für die Arbeit an Innovationsprojekten, sondern ebenso für die Suche nach externer Finanzierung für Innovationsprojekte oder für innovative Gründungen. Als Beispiel für eine solche Plattform kann futureSAX gelten (vgl. hierzu beispielsweise European Secretariat for Cluster Analysis, 2015).

Die thematischen Bereiche der Cluster in Sachsen sind breit gespannt, viele Technologien und Branchen sind in den zahlreichen Clustern vertreten. Trotz dieser Vielfalt zeigt sich eine Orientierung der sächsischen Cluster an der Innovationsstrategie des Freistaates. So adressieren die großen Innovationscluster des Freistaats SET4FUTURE (Bahntechnik), HZWO:Antrieb für Sachsen und „Smart Medical Devices“ (biosaxony), aber auch das im Aufbau befindliche „Meta-Cluster“ SenSa Sensorik Sachsen wichtige Themen aus den Zukunftsfeldern Mobilität, Energie und Gesundheit.

Box 3: BMBF-Projekte mit Vernetzungscharakter

In Sachsen sind eine Vielzahl von FuE-bezogenen Netzwerkprojekten vorortet, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurden bzw. werden.

Der BMBF-**Spitzencluster** „Cool Silicon“ entwickelt in Sachsen Lösungen, um den Energieverbrauch bei digitaler Kommunikation deutlich zu senken. Auch am „BioEconomy Cluster“ ist Sachsen beteiligt. Im Nachfolgewettbewerb zur „Internationalisierung von Spitzenclustern, Zukunftsprojekten und vergleichbaren Netzwerken“ waren vier sächsische Cluster erfolgreich, darunter im Bereich neue Materialien (MERGEurope), Organic Electronics (OE Saxony), autonomen Fahren (AMZ) und abermals Cool Silicon.

Im Rahmen der BMBF-Innovationsinitiative für die Neuen Länder „**Unternehmen Region**“ sind sächsische Innovationsakteure aus Wirtschaft und Wissenschaft intensiv beteiligt. So weisen fast die Hälfte der über 50 Bündnisse, die seit 2001 als „Innovativer regionaler Wachstumskern“ gefördert wurden, einen sächsischen Koordinator auf – vielfach auch in den sächsischen Zukunftsfeldern. Auch beim Programm „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“ werden fünf der zehn Konsortien von einem sächsischen Partner koordiniert. Ein Beispiel ist das Projekt „C³ – Carbon Concrete Composite“. Auch beim Konsortium „HYPOS - Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany“ spielen sächsische Partner eine zentrale Rolle.

Für die erste Förderrunde des neuen Programms **WIR!** – **Wandel durch Innovation in der Region** sind 14 Projekte mit sächsischer Beteiligung für die erste Förderrunde ausgewählt worden (von 33 Projekten). Ein Beispiel ist das Konsortium „Ressourcenorientierte Umwelttechnologien für das 21. Jahrhundert“ aus dem Erzgebirge.

Von den im Rahmen des Programms Unternehmen Region vom BMBF in Sachsen geförderten Projekten (siehe auch Box 3) weisen alle einen Bezug zu einem Zukunftsfeld oder einer Schlüsseltechnologie auf. Es zeigen sich dabei klare Schwerpunkte. Gut 30 % der durch Unternehmen Region in Sachsen geförderten Cluster, die mindestens einem Zukunftsfeld zuzuordnen sind (insgesamt 26), arbeiten im Zukunftsfeld Energie, fast ein Viertel jeweils im Zukunftsfeld Rohstoffe und im Zukunftsfeld Gesundheit. Die anderen verteilen sich auf die Zukunftsfelder Mobilität, Digitale Kommunikation sowie Umwelt. Von den Clustern, deren technologische Ausrichtung einer Schlüsseltechnologie zugerechnet werden kann (insgesamt 28) ist nahezu die Hälfte in der Schlüsseltechnologie Neue und Intelligente Materialien aktiv. Die anderen verteilen sich auf die weiteren Schlüsseltechnologien. Rund ein Drittel dieser Cluster sind sowohl in einem Zukunftsfeld als auch in einer Schlüsseltechnologie aktiv.

Sachsens Innovationsstrategie von 2013 hat in der Förderung von Netzwerken und Clustern eine wichtige Strategie zur Förderung der Innovationsfähigkeit gesehen, dies ist zumindest in der thematischen Orientierung kompatibel mit den Zielen der Innovationsstrategie gelungen. Bei der Unterstützung von Netzwerkaktivitäten ist darauf zu achten, dass keine Wettbewerbssituation zwischen den Clustern bzw. Netzwerken entsteht, die Anzahl der zumindest grundsätzlich im gleichen Technologiefeld aktiven Netzwerke sollte begrenzt und überschaubar bleiben. Die Offenheit der Netzwerke für Kooperationen mit Partnern mit Standorten außerhalb Sachsens sollte gegeben sein. Dies gilt insbesondere für forschungsstarke Großunternehmen.

4.6. Fazit

Im Freistaat Sachsen existiert eine vielfältige **Gründungsunterstützungslandschaft**, die von Coworking und Makerlabs über Businessplan-Wettbewerbe, Inkubatoren, Akzeleratoren sowie Technologie- und Gründerzentren reicht. Diese Einrichtungen und Angebote mit ihren verschiedenen Angebotsschwerpunkten für Gründende finden sich dabei schwerpunktmäßig in den Zentren Dresden, Leipzig und Chemnitz, gleichwohl besteht hierüber hinaus ebenfalls ein Angebot in der Fläche des Freistaates. Im Bereich Wissens- und Technologietransfer haben die sächsischen Hochschulen ein breites Portfolio institutionalisierter Unterstützungsangebote aufgebaut. Die Qualität der Bemühungen der Hochschulen im Bereich Gründungsförderung wird dabei auch durch deren überdurchschnittliches Abschneiden im Gründungsradar des Stifterverbandes unterstrichen. Gleichzeitig sehen viele Akteure weiteres Steigerungspotenzial im Bereich der Förderung und Stimulierung des Finanzierungsumfelds sowie von Netzwerken.

Die Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft ist im Freistaat Sachsen gut etabliert. Im Zeitraum 2015-2017 haben rund 2.900 Unternehmen in insgesamt fast 7.800 Koope-

rationsprojekten mit Wissenschaftseinrichtungen zusammengearbeitet. Damit ist die Wissenschaftszusammenarbeit in Sachsen weiter verbreitet als in anderen Regionen Deutschlands. Die Unternehmen nutzen dabei sehr unterschiedliche Kanäle für den Wissensaustausch. Diese reichen von Forschungsk Kooperationen, die in gemeinsame Publikationen münden, bis zur informellen Zusammenarbeit. Die wichtigsten Partner auf Wissenschaftsseite sind Technische Universitäten, Fachhochschulen, Fraunhofer-Institute und gemeinnützige Industrieforschungseinrichtungen.

Über die Hälfte der kooperierenden Unternehmen hat öffentliche Förderungen für die Wissenschaftszusammenarbeit genutzt. Die wichtigsten Förderprogramme hinsichtlich der Anzahl der erreichten Unternehmen sind Bundesprogramme (ZIM, Fachprogramme inkl. Unternehmen Region). Landesförderungen und EU-Förderungen erreichen demgegenüber deutlich weniger Unternehmen. Die Interaktion zwischen Wirtschaft und Wissenschaft wird außerdem über ein gut ausgebautes Netzwerk an intermediären Organisationen und Unterstützungsinfrastruktur gefördert.

Kooperationen von Unternehmen sind in Sachsen sehr stark regional ausgerichtet. Über 80 % der Kooperationspartner der Unternehmen stammen aus dem Freistaat. Dies gilt für Wissenschaftskooperationen ebenso wie für Innovationskooperationen mit industriellen Partnern. Aus Sicht der Wissenschaftseinrichtungen stellt sich dies etwas anders dar. Gemessen an den Ko-Publikationen befinden sich die meisten Unternehmenspartner der sächsischen Wissenschaft außerhalb des Freistaates. Dies ist auch nicht weiter verwunderlich. Denn in der Wissenschaft gilt es, die Forschung mit den wissenschaftlich attraktivsten Partnern voranzutreiben. Dass sich diese mehrheitlich außerhalb der eigenen Region befinden, liegt auf der Hand.

Insgesamt verfolgt ein relativ hoher Anteil der innovationsaktiven Unternehmen in Sachsen offene Innovationsprozesse, d.h. sie nutzen aktiv und breit externes Wissen und gehen häufiger Innovationskooperationen mit externen Partnern ein. Im Vergleich zu anderen Unternehmen in Deutschland spielen nicht nur Kooperationen mit der Wissenschaft, sondern auch Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette (d.h. mit Kunden) eine größere Rolle.

5. Zukunftsfelder

Für das Forschungs- und Innovationsgeschehen in Sachsen sind neben den Unternehmen auch ganz wesentlich die wissenschaftlichen Einrichtungen verantwortlich. Die Wissenschaftseinrichtungen werden überwiegend durch die öffentliche Hand finanziert, aber auch unternehmerische Innovationsaktivitäten werden auf vielfältige Weise durch zahlreiche Programme des Landes sowie des Bundes und der EU gefördert und unterstützt. Ein wichtiger Rahmen für die Landesaktivitäten wurde bisher durch die „Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen“ aus dem Jahr 2013 abgesteckt. Ein bedeutender Teil dieser Innovationsstrategie besteht aus der Definition von sogenannten Zukunftsfeldern⁴⁸, mithin wirtschaftlichen und technologischen Bereichen, in denen in Zukunft große Chancen für Sachsens Wirtschaft gesehen werden.

Es liegt in der Natur der Sache, dass in einem Zeitraum von fünf Jahren zum einen die technologische Entwicklung fortgeschritten ist – und damit neue Chancen eröffnen – und zum anderen auch die Kompetenzprofile und Orientierungen in Wissenschaftsinstitutionen und Unternehmen weiterentwickelt und verändert wurden. Im Rahmen einer Weiterentwicklung der sächsischen Innovationsstrategie muss deshalb eine Überprüfung der bisherigen Zukunftsfelder und insbesondere deren jeweiliger Schwerpunktthemen erfolgen. Durch fundierte Analysen eben hierzu beizutragen, ist eine wichtige Aufgabe dieser Studie. Der Zugang zur Thematik „Zukunftsfelder“ erfolgt dabei auf verschiedenen Wegen.

So stehen zunächst die Unternehmen im Fokus, die potenziell in den Zukunftsfeldern auf dem Markt Aktivitäten entfalten können. Um diesen recht groß angelegten „**Wirkungsraum**“ hinsichtlich potenzieller Zukunftsfeldaktivitäten erfassen zu können, wird eine Abgrenzung der Zukunftsfelder über die **Wirtschaftszweig-Klassifizierung** (WZ-Code) vorgenommen. Stand und Entwicklung von Beschäftigung, Umsätzen und Bruttowertschöpfung (BWS) der Unternehmen in diesen Zukunftsfeldbranchen sind in dieser Betrachtung die wesentlichen Indikatoren.

Die Grundlagen für die Weiterentwicklung der **Wissensbasis** in den für die jeweiligen Zukunftsfelder relevanten Wissenschaftsdisziplinen, aber auch für anwendungsbezogene Neuerungen in eben diesen Wissenschaftsfeldern, werden in den wissenschaftlichen Einrichtungen gelegt. Die Anzahl der mit den jeweiligen Zukunftsfeldern „korrespondierenden“ wissenschaftlichen Publikationen (abgegrenzt über die **relevanten Wissenschaftsdisziplinen**) ist hier der Indikator zur Beurteilung des Vorankommens der wissenschaftlichen Basis. Die „Distanz“ zur

⁴⁸ Als Zukunftsfelder der 2013er Innovationsstrategie Sachsens sind die Bereiche Energie, Digitale Kommunikation, Mobilität, Gesundheit, Umwelt sowie Rohstoffe genannt. Innerhalb dieser großen Bereiche werden jeweils etliche Subthemen als „Schwerpunktthemen“ definiert.

tatsächlichen Nutzung des so generierten Wissens oder der gefundenen technologischen Grundlagen als Produkt oder Leistung auf dem Markt ist hier recht groß.

Die Generierung konkreter neuer Technologien oder die substanzielle **technologische Weiterentwicklung** von Prozessen oder Produkten erfolgt meistens durch Unternehmen, nicht selten auch in Kooperation mit Wissenschaftseinrichtungen, oder, seltener, ausschließlich in wissenschaftlichen Einrichtungen. Eine Beobachtung der Gesamtheit der so entstandenen Technologieentwicklungen ist nicht möglich. Ein nennenswerter Teil von ihnen wird allerdings zur Patentierung angemeldet. Dieser Teil der technologischen Entwicklung kann beobachtet werden und wird in dieser Studie zur Analyse der Technologieentwicklung in den Zukunftsfeldern herangezogen. Die Zuordnung der angemeldeten Patente zu den jeweiligen Zukunftsfeldern erfolgt über die **internationale Patent-Klassifizierung** (IPC-Klassen). Anzahl und Entwicklung der Patentanmeldungen in den verschiedenen Zukunftsfeldern sind die Indikatoren, anhand derer die technologische Entwicklung in den Zukunftsfeldern nachgezeichnet wird. Patente weisen im Durchschnitt durchaus eine größere „Nähe“ zur marktfähigen Leistung auf als die Ergebnisse rein wissenschaftlicher Tätigkeiten in Form von Publikationen, sind gleichwohl allerdings in vielen Fällen auch nur eine Etappe auf dem Weg zum Markt und für nicht wenige Patente kommt es nie zu einer wirtschaftlichen Nutzung.

Die Generierung von Innovationen findet ganz überwiegend in den Unternehmen statt. Für das Innovationsgeschehen insgesamt sind Wissenschaftseinrichtungen als Impulsgeber oder Partner bei Innovationsprojekten zwar von einer gewissen Bedeutung, insbesondere in Sachsen, aber die Anstöße für Innovationen kommen größtenteils aus den Unternehmen selbst, von Kunden oder Wettbewerbern. Insofern kann nicht von einem „linearen“ Weg von der Wissenschaft über die Technologieentwicklung hin zu den Innovationen und Markteinführungen ausgegangen werden. So kreieren die Unternehmen selbst durch ihre FuE-Aktivitäten neues Wissen und neue Technologien, aber auch Innovationen ohne FuE sind nicht selten. Ein Teil dieser **Innovationsaktivitäten**, besonders avancierte durch die sogenannten „Innovationsträger“, wird in dieser Studie auf Basis von Innovationsindikatoren aus der Innovationserhebung für Sachsen abgebildet. Um die Unternehmenslandschaft möglichst umfassend darzustellen, die Innovationen im Wirkungsraum der sächsischen Zukunftsfelder generieren, wurden die Unternehmen für diese Analysen nicht gemäß ihrer Zuordnung zu einem Wirtschaftszweig (WZ) klassifiziert, sondern auf Basis der **Geschäftsfelder und Marktleistungen** der Unternehmen.⁴⁹ Dabei wird eine sehr enge, auf ausgeprägte Neuerungen ausgerichtete Abgren-

⁴⁹ Ein Beispiel dafür ist ein der Softwarebranche zuzurechnendes Unternehmen, das hauptsächlich Softwarelösungen für Verkehrsleittechnik anbietet. Dieses Unternehmen wird in dem hier verwendeten Ansatz dem Zukunftsfeld „Mobilität“ zugeordnet.

zung vorgenommen, die über eine Syntax-Analyse der Angaben zu Geschäftsfeldern und Leistungen auf den Webseiten der Unternehmen basiert. Indikatoren zu Innovationsinputs, Innovationsoutputs sowie Innovationserfolg vermitteln ein Bild von den Innovationsaktivitäten von Innovationsträgern, die für Zukunftsfelder aktiv sind.

Um spezifischere Einblicke in die konkreten Charakteristika der Zukunftsfelder (thematische Schwerpunkte, Kompetenzträger, etc.) und deren Innovationspotenziale zu gewinnen, wurden insgesamt **mehr als 60 Interviews mit wissenschaftlichen Experten, Unternehmensvertretern und weiteren Innovationsagenten** (Cluster/Netzwerke, Wirtschaftsförderungen, Verbände) geführt. Darunter wurde für jedes Zukunftsfeld auch ein Fachexperte außerhalb von Sachsen befragt, um eine externe Einordnung der sächsischen Potenziale zu erhalten.

Ziel der Analysen zu den Zukunftsfeldern ist es, ausgehend vom Status Quo, eine Bestandsaufnahme der Zukunftsfelder vorzunehmen und die generelle Bedeutung der von ihnen angesprochenen großen Bereiche für eine neue Innovationsstrategie zu bewerten. Dabei sollten insbesondere konkrete inhaltliche Themen oder Technologiebereiche unter den „großen Überschriften“ der Zukunftsfelder identifiziert werden, die besonders erfolgversprechend sind und die durch die neue Innovationsstrategie adressiert werden sollten. Dabei ist zu betonen, dass die hier vorgelegten Analysen jeweils nur Ausschnitte – wenn auch besonders bedeutende – des Gesamtbildes von Innovation und Technologieentwicklung in den Zukunftsfeldern beleuchten und dass auch ein nennenswerter Teil von wissenschaftlichen Erkenntnissen, Technologieentwicklung und Innovationsaktivitäten in Bereichen außerhalb der Zukunftsfelder stattfindet.

5.1. Status Quo der Stärken und Schwächen

Leistungsfähigkeit und Entwicklung des korrespondierenden Branchenportfolios in Sachsen

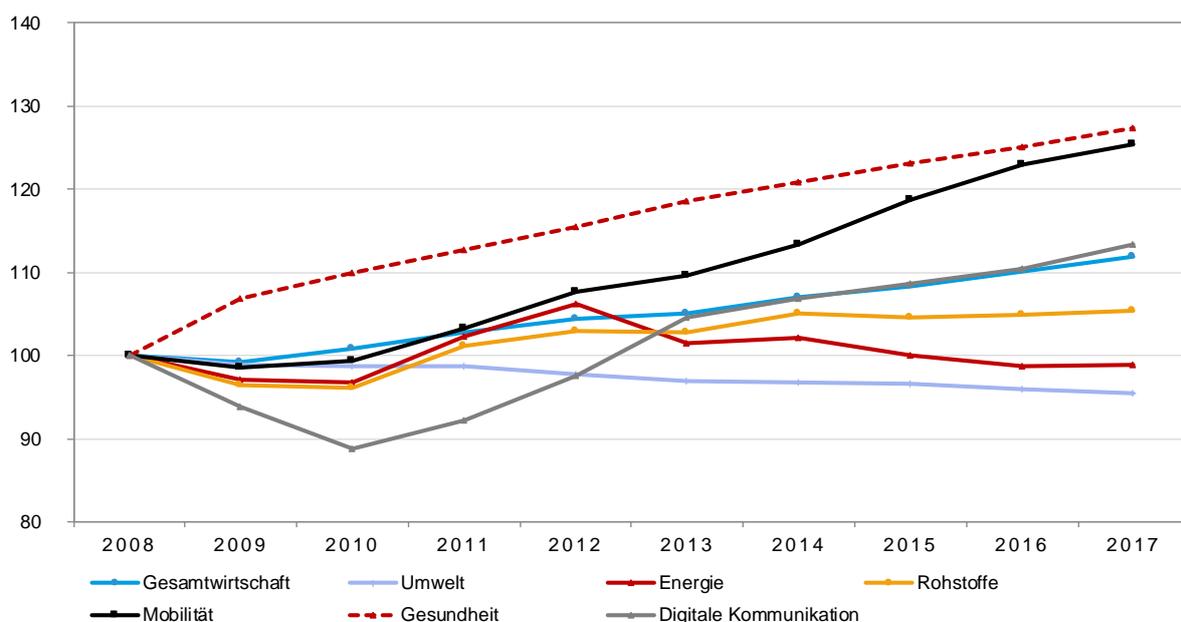
Im Folgenden werden die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und die Entwicklung der sächsischen Zukunftsfelder dargestellt. Zu diesem Zweck wurde der sektorale Wirkungsraum der sächsischen Zukunftsfelder auf Basis der Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ-2008) definiert. Als Grundlage diente insbesondere die Beschreibung der jeweiligen Zukunftsfelder der Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen aus dem Jahr 2013. Die Zuordnung der relevanten Sektoren und Absatzmärkte erfolgte, sofern möglich, auf der WZ-2-Steller-Ebene, um ein möglichst umfassendes Bild der Zukunftsfelder zeichnen zu können (zur Abgrenzung siehe

Tabelle 104 und Tabelle 105 im Anhang). Gesamtwirtschaftlich wird über diesen Abgrenzungsansatz rund 36 % der Gesamtbeschäftigung (Jahr 2017) abgebildet.

Entwicklung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in den Zukunftsfeldern

Abbildung 33 stellt die Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SvB) zwischen 2008 und 2017 in den sechs sächsischen Zukunftsfeldern dar. Die vier Zukunftsfelder Gesundheit, Mobilität, Digitale Kommunikation und Rohstoffe können im Vergleich zum Jahr 2008 ein positives Wachstum vorweisen und verfügen 2017 über mehr Beschäftigte als noch vor der Finanzkrise. Die drei Zukunftsfelder Gesundheit, Mobilität und Digitale Kommunikation weisen im Vergleichszeitraum ein höheres Wachstum als die Gesamtwirtschaft auf. In den Feldern Energie und Umwelt sind indes leichte Rückgänge der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten festzustellen.

Abbildung 33: Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Zukunftsfeldern Sachsens von 2008 bis 2017, Index 2008 = 100



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, Destatis, Berechnungen der Prognos AG.

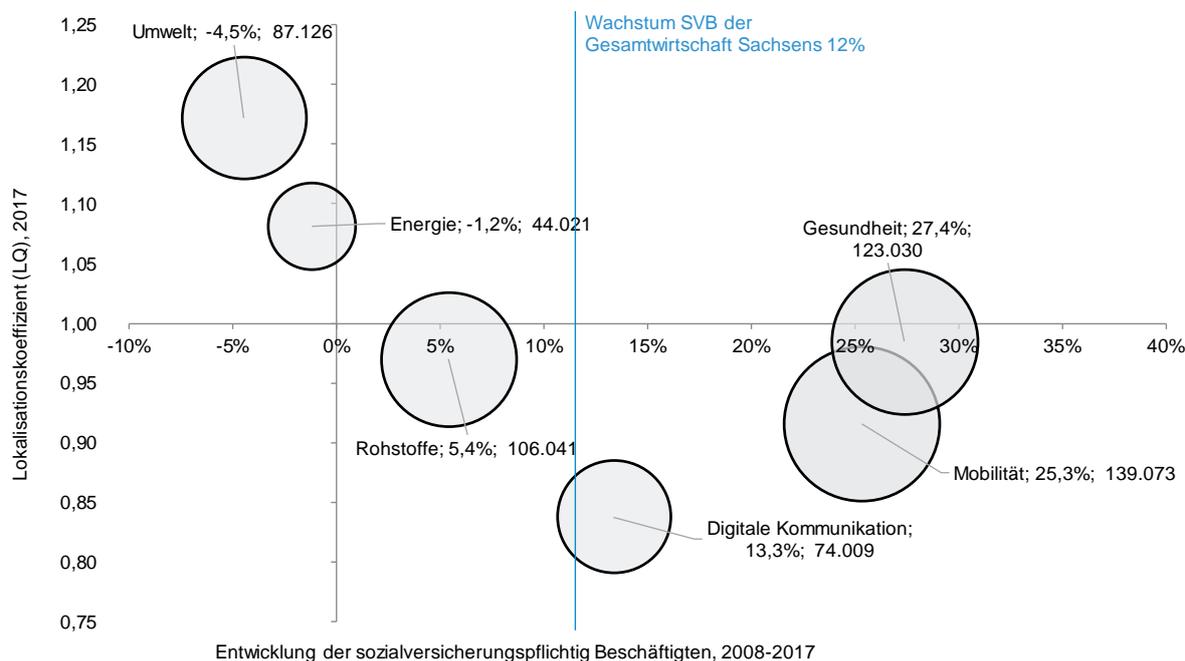
Das **Zukunftsfeld Gesundheit**⁵⁰ weist insgesamt den stärksten Anstieg der Beschäftigung auf. Absolut sind die meisten Beschäftigten hier im Gesundheitswesen tätig. Im Zukunftsfeld

⁵⁰ Die Gesundheitswirtschaft ist ein Querschnittsbereich. Dies bedeutet u.a., „[...] dass in mehreren Wirtschaftszweigen nur ein Teil der dort produzierten Güter und Dienstleistungen gesundheitswirtschaftsrelevant ist“ (AG GGRdL 2016). Neben einer feingliederigen Wirtschaftszweig- oder güterbezogenen Abgrenzung (z.B. auf WZ-3 bis 5-Steller-Ebene), sind daher auch spezifische Anteilsrechnungen nötig, um eine ganzheitliche Abdeckung der Gesundheitswirtschaft gewähren zu können. Die hier aufgrund einer größeren Datenverfügbarkeit in öffentlich statistischen Quellen genutzte Abgrenzung auf WZ-2-Steller-Ebene stellt daher nur einen Ausschnitt des gesamten Querschnittsbereiches der Gesundheitswirtschaft dar. Die Abgrenzung weicht aus diesem Grund von anderen und detaillierteren Abgrenzungen der Gesundheitswirtschaft ab. Zum einen bestehen Differenzen zur güterbezogenen Abgrenzung und Quantifizierung der Gesundheitswirtschaftlichen Gesamtrechnung (GGR) des BMWi, hierüber umfasst die Gesundheitswirtschaft in Sachsen rund 318.000 Erwerbstätige (Jahr

Gesundheit gab es von 2008 bis 2017 ein ununterbrochenes Wachstum; die Zahl der Beschäftigten stieg von 94.000 auf knapp 119.800, wodurch im Jahr 2017 rund 27 % mehr Menschen in diesem Bereich tätig waren als noch neun Jahre zuvor. Hiermit liegt Sachsen im bundesweiten Vergleich auch vor den übrigen neuen Ländern (+19 %) und den alten Ländern (+23 %) (siehe Abbildung 35). Auch in der Pharmaindustrie in Sachsen stieg die Beschäftigung um 30 % (von 2.500 auf 3.300) (siehe Tabelle 109 im Anhang). Aktuell sind somit in diesem Zukunftsfeld rund 123.100 Personen beschäftigt. Damit ist das Zukunftsfeld Gesundheit auch gemessen an der Zahl beschäftigter Personen das zweitgrößte aller sechs Zukunftsfelder (siehe Abbildung 34). Insgesamt macht es 7,8 % der Gesamtbeschäftigung in Sachsen aus. Mit einem Lokalisationskoeffizienten (LQ) von 0,98 weist das Zukunftsfeld Gesundheit in Sachsen in etwa die gleiche Konzentration auf wie in Deutschland. In den anderen Vergleichsregionen ist die Beschäftigungskonzentration mit 8 % (übrige neue Länder) und 7,9 % (alte Länder) ebenfalls nur geringfügig höher.

Neben dem Zukunftsfeld Gesundheit hat sich auch das **Zukunftsfeld Mobilität** im Zeitraum 2008-2017 recht positiv entwickelt. Absolut sind die meisten Beschäftigten in den Bereichen Verkehr und Lagerei tätig (rund 86.700 Beschäftigte). Der größte Anstieg konnte mit 46,7 % aber im Fahrzeugbau verzeichnet werden (siehe Tabelle 109 im Anhang). Nach einer Stagnation der Beschäftigung in den Krisenjahren 2008-2010 ist die Anzahl der im Zukunftsfeld Mobilität tätigen Personen kontinuierlich gestiegen (+25 % zwischen 2008-2017). Sachsen verfügt im Zukunftsfeld Mobilität auch über ein überdurchschnittlich gutes Wachstum. So stieg die Anzahl der SvB im gleichen Zeitraum um acht Prozentpunkte stärker als das bundesweite Wachstum (siehe Abbildung 35). Mit einem Lokalisationskoeffizienten (LQ) von 0,92 bleibt Sachsen jedoch weiterhin weniger spezialisiert als im gesamtdeutschen Durchschnitt (siehe Abbildung 36). Das starke Beschäftigungswachstum im Fahrzeugbau hat aber zu einer deutlichen Annäherung geführt (im Jahr 2008 betrug der LQ noch 0,82).

2016). Zum anderen gibt es Abweichungen zum wirtschaftszweigbezogenen Ansatz der Arbeitsgruppen der Gesundheitsökonomischen Gesamtrechnungen der Länder (AG GGRdL). Über diesen Ansatz umfasst die Gesundheitswirtschaft in Sachsen rund 293.700 Erwerbstätige (Jahr 2017). In beiden Fällen wird die Gesundheitswirtschaft breiter gefasst, als es für das hier beschriebene Zukunftsfeld Gesundheit der Fall ist. Neben dem Sozialwesen, Pflegeheimen oder dem Groß-, Fach- und Einzelhandel von Gesundheitsprodukten, umfassen diese Abgrenzungen auch die Herstellung medizintechnischer Geräte. So waren beispielsweise im Jahr 2017 rund 7.760 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in der Herstellung von medizinischen und zahnmedizinischen Apparaten und Materialien (WZ-3-Steller 32.5 und Teilbereich der Medizintechnik) aktiv. Weitere Differenzen bezüglich Beschäftigungseffekte sind drauf zurückzuführen, dass in der hier vorliegenden Analyse die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten betrachtet wird, wohingegen die GGR des BMWi und GGRdL die Anzahl der Erwerbstätigen betrachten.

Abbildung 34: Beschäftigungsentwicklung und Spezialisierung in den Zukunftsfeldern Sachsens, 2008-2017

Anmerkung: Die Kreisgrößen stellen die absolute Zahl der SvB dar. Der Lokalisationsquotient bzw. Spezialisierungsgrad gibt die Konzentration der Zukunftsfelder in Sachsen im Vergleich zu Deutschland an. Besitzt der Lokalisationsquotient den Wert 1, ist das Zukunftsfeld in Sachsen genauso stark vertreten wie in Deutschland. Werte größer eins verweisen auf einen überproportionalen Besatz, Werte kleiner eins auf einen unterdurchschnittlichen Besatz.

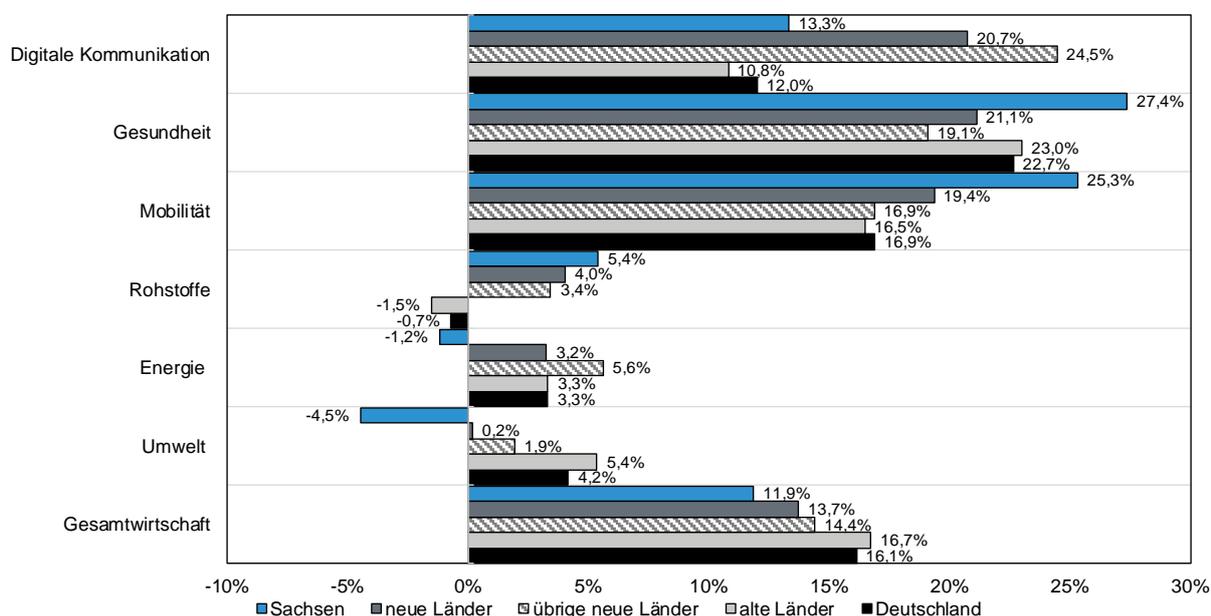
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, Destatis, Berechnungen der Prognos AG.

Das **Zukunftsfeld Digitale Kommunikation** weist im Vergleich zu Sachsens Gesamtwirtschaft ebenfalls ein überdurchschnittliches Wachstum der Beschäftigung auf. Absolut sind die meisten Beschäftigten in den IT- und Informationsdienstleistungen (29.200) sowie der Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (22.200) tätig. Auch ein Großteil der Unternehmen des Maschinenbaus kann eine bedeutende Rolle bei der Entwicklung des Zukunftsfelds der Digitalen Kommunikation spielen (u.a. über Themen wie Industrie 4.0 oder Smart Production). Potenziell profitieren aktuell ungefähr 19.300 Beschäftigte des Maschinebaus von den digitalen Entwicklungen.⁵¹ Am stärksten ist die SvB in der Erbringung von IT- und Informationsdienstleistungen gestiegen (+59 %). Dagegen weist die Telekommunikation ein Minus von mehr als 40 % auf. In der Gesamtheit ist der Bereich der Telekommunikation jedoch weniger beschäftigungsintensiv (3.300 Beschäftigte in 2017). Zwischen 2008 und 2017 kamen so insgesamt rund 8.700 neue SvB im Zukunftsfeld Digitale Kommunikation hinzu, was einem Anstieg von etwa 13 % entspricht (siehe Tabelle 109 im Anhang). Gegenüber den anderen Zukunftsfeldern hat es hier jedoch einen wesentlich stärkeren Einbruch in den Jahren der Krise gegeben, gefolgt von einem starken Anstieg zwischen

⁵¹ Eine detaillierte Beschreibung der Methodik zur Berechnung des Anteils des Maschinenbaus an den Zukunftsfeldern befindet sich im Anhang.

2011 und 2013. Insgesamt haben die übrigen neuen Länder (ohne Sachsen) am stärksten vom Beschäftigtenwachstum im Zukunftsfeld Digitale Kommunikation profitiert (+24 % gegenüber +11 % in den alten Ländern zwischen 2008-2017, siehe Abbildung 35). Mit 74.000 SvB repräsentiert das Zukunftsfeld Digitale Kommunikation etwa 4,7 % der Gesamtbeschäftigung in Sachsen (Bund: 5,6 %). Daraus ergibt sich für Sachsen ein Spezialisierungsgrad in diesem Bereich von 0,84 (siehe Abbildung 34 und Abbildung 36). Jedoch kann auch hier durch ein überdurchschnittliches SvB-Wachstum in den vergangenen Jahren im Vergleich zum Bund eine Steigerung des Spezialisierungsgrades (LQ 2008 = 0,8) festgestellt werden.

Abbildung 35: Wachstum der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Zukunftsfeldern in den Vergleichsregionen, 2008-2017



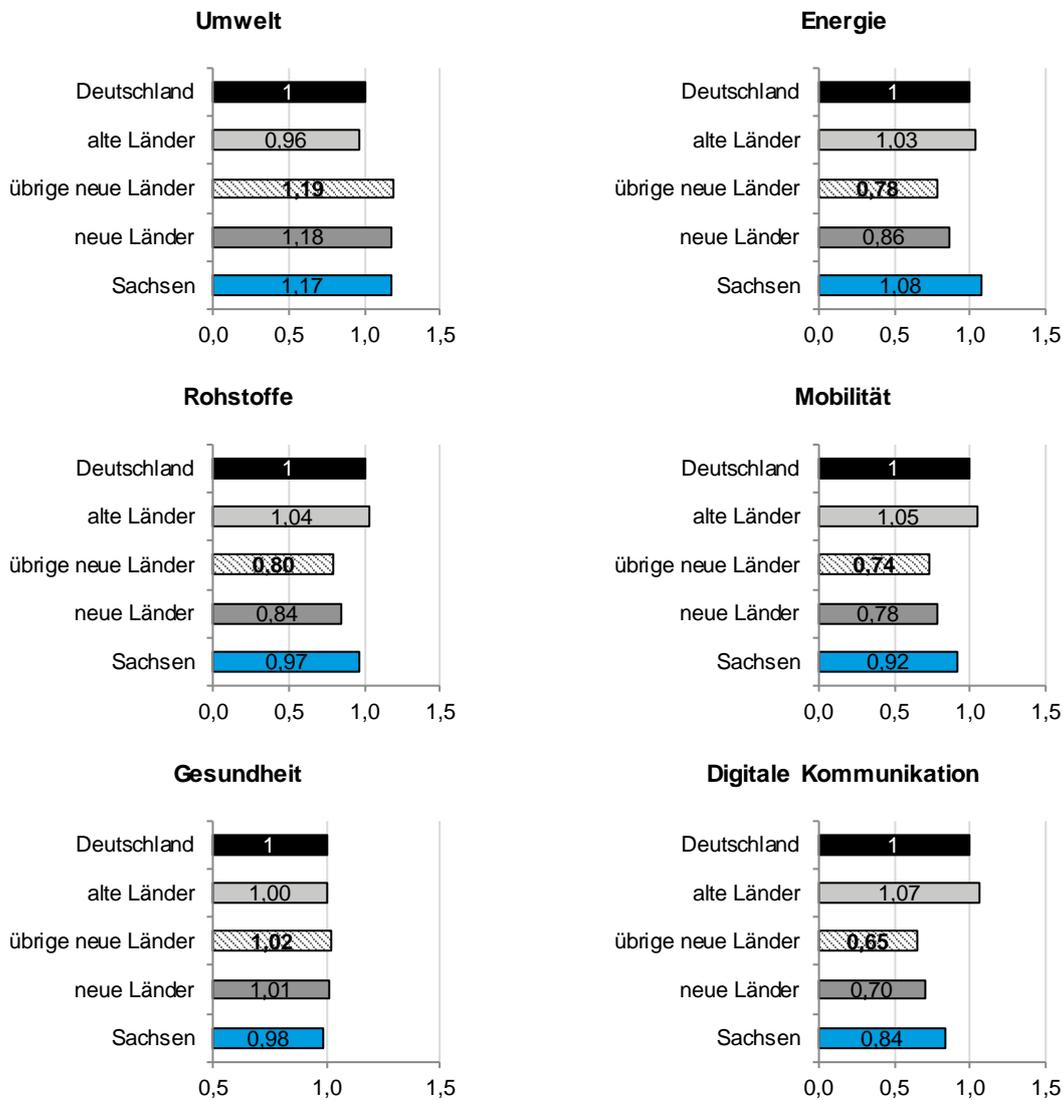
Quelle: Bundesagentur für Arbeit, Destatis, Berechnungen der Prognos AG.

Im **Zukunftsfeld Rohstoffe** ist in Sachsen die Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigter im Vergleich zum Basisjahr 2008 gestiegen, wenngleich der Anstieg geringer ausfällt als für die sächsische Gesamtwirtschaft (+5 % gegenüber +12 %). Absolut sind die meisten Beschäftigten in der Metallindustrie⁵² (62.500) und der Herstellung von Gummi-, Kunststoff- und Glaswaren, Keramik u.Ä. (27.100) tätig. Eine rückläufige Entwicklung der Beschäftigtenzahlen ist insbesondere im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden zu verzeichnen (-21 % seit 2008). Wie für fast alle Branchen hat es für das Zukunftsfeld Rohstoffe in den Krisen Jahren 2009 und 2010 zuerst einen Rückgang gegeben, gefolgt von einem erneuten Anstieg. Auffällig ist hier insbesondere, dass die Beschäftigtenzahl im Zukunftsfeld Rohstoffe nur

⁵² Metallerzeugung und -bearbeitung und Herstellung von Metallerzeugnissen.

in Sachsen und den übrigen neuen Ländern gewachsen ist, während sie in den alten Ländern zwischen 2008 und 2017 rückläufig war (-2 %, siehe Abbildung 35). Betrachtet man den Spezialisierungsgrad (siehe Abbildung 36), wird jedoch erkenntlich, dass im Verhältnis zur Gesamtwirtschaft der Bereich Rohstoffe, gemessen an der Zahl der Beschäftigten, in den neuen Ländern noch immer eine weniger große Bedeutung hat als in den alten Ländern (LQ = 0,84 gegenüber LQ = 1,04). Mit einem LQ von 0,97 ist Sachsen hier jedoch wesentlich spezialisierter als die übrigen neuen Länder (LQ= 0,80), nicht zuletzt wegen der deutlich größeren Bedeutung der Metallindustrie für die Gesamtbeschäftigung in Sachsen.

Abbildung 36: Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Zukunftsfelder an der Gesamtwirtschaft in den Vergleichsregionen in Relation zum Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auf Bundesebene (Lokalisationsquotient - LQ), 2017



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, Destatis, Berechnungen der Prognos AG.

Das **Zukunftsfeld Energie** entwickelte sich in Sachsen weniger dynamisch als die zuvor beschriebenen Zukunftsfelder, und es gab einen leichten Beschäftigungsrückstand im Vergleich zum Jahr 2008. Absolut sind die meisten Beschäftigten im Subbereich der Herstellung von elektrischen Ausrüstungen aktiv (17.200), dicht gefolgt vom Maschinenbau, der dem Zukunftsfeld Energie zugeordnet werden kann (15.000 SvB). Im Wirtschaftszweig der Energieversorgung, der ebenfalls dem Zukunftsfeld zugeordnet werden kann, sind rund 11.700 Personen aktiv. Die Subsektoren Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (+1,2 %), Maschinenbau (-3,5 %) und Energieversorgung (-1,5 %) weisen jedoch allesamt eine geringe Dynamik auf. Im Jahr 2017 waren 500 Beschäftigte und somit rund 1 % weniger Personen im Zukunftsfeld Energie beschäftigt als noch im Basisjahr 2008. Dies ist insbesondere auf einen stetigen Rückgang seit dem Jahr 2012 zurückzuführen, nachdem es zuvor noch einen leichten Anstieg gegeben hatte. In den übrigen neuen sowie den alten Bundesländern kann wiederum ein, wenn auch geringes, Wachstum festgestellt werden (siehe Abbildung 35). Mit einem LQ von 1,08 (siehe Abbildung 34 und Abbildung 36) ist Sachsen im bundesweiten Vergleich sowie im Vergleich zu den alten Ländern (LQ = 1,03) und übrigen neuen Ländern (LQ = 0,78) jedoch etwas spezialisierter im Zukunftsfeld Energie. Dies lässt sich u.a. auf die im bundesweiten Vergleich höhere Bedeutung des sächsischen Maschinenbaus für das betrachtete Zukunftsfeld zurückführen (LQ = 1,26, siehe Tabelle 109 im Anhang).

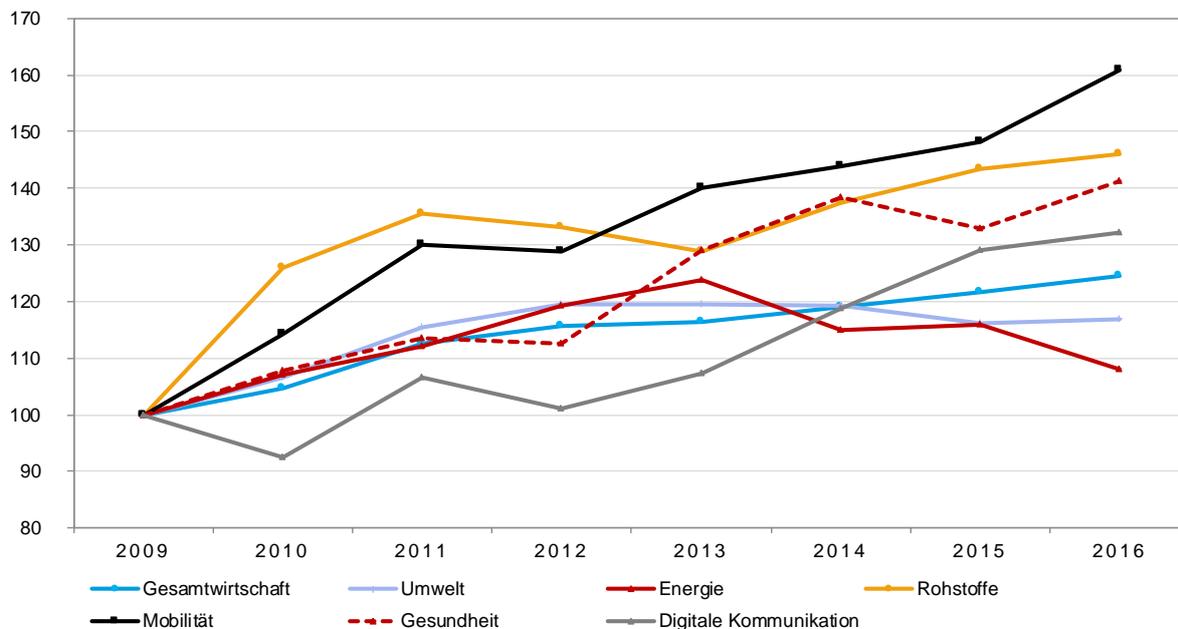
Im **Zukunftsfeld Umwelt** ist die Beschäftigung auf Basis der hier vorgenommenen Abgrenzung seit 2008 schwach, aber kontinuierlich zurückgegangen, sodass für die Periode 2008-2017 insgesamt ein Rückgang von 4 % festgestellt werden kann. Absolut sind die meisten Beschäftigten in der Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln tätig (30.700); dies ist gleichzeitig einer der wichtigen traditionellen Sektoren für den Bereich der Bioökonomie in Sachsen.⁵³ Der größte Rückgang ist in der Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (-7 %) sowie der Land- und Forstwirtschaft (-13 %) zu verzeichnen (siehe Tabelle 109 im Anhang). In den übrigen Regionen Deutschlands (übrige neue und alte Länder) entwickelte sich die Beschäftigung im Zukunftsfeld Umwelt auch nur mäßig (+2 und +5 %). Insgesamt lässt sich jedoch auch feststellen, dass die neuen Länder im Zukunftsfeld Umwelt spezialisierter sind als der Rest Deutschlands. So liegt Anteil der Beschäftigten dieses Zukunftsfelds an der Gesamtbeschäftigung in Sachsen mit 5,4 % (LQ = 1,18) und in den übrigen neuen Ländern mit 5,6 % (LQ = 1,19) merklich höher als im bundesweiten Durchschnitt von 4,7 % (siehe Abbildung 36).

⁵³ vgl. Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2013), Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen. Abgerufen unter: http://innovationsstrategie.sachsen.de/download/Innovationsstrategie_des_Freistaates_Sachsen.pdf (18.12.2018).

Entwicklung des Umsatzes in den sächsischen Zukunftsfeldern

Betrachtet man die Entwicklung des Umsatzes in den sechs Zukunftsfeldern in Sachsen, sind ähnliche Entwicklungen im Vergleich zur Analyse der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten erkennbar (siehe Abbildung 37).

Abbildung 37: Entwicklung des Umsatzes in den Zukunftsfeldern, 2009-2016, Index 2009 = 100⁵⁴



Anmerkung: In der Umsatzsteuerstatistik (Vorankündigungen) sind alle Unternehmen erfasst, die eine Umsatzsteuervoranmeldung abgeben müssen. Davon ausgenommen sind Unternehmen mit einem jährlichen Umsatz von weniger als 17.500 Euro und solche, die im vorangegangenen Jahr weniger als Tsd. Euro Umsatzsteuer gezahlt haben. Nicht erfasst werden zudem Unternehmen, die nahezu ausschließlich steuerfreie Umsätze tätigen und bei denen somit keine Steuerzahllast entsteht. Quelle: Destatis, Berechnungen der Prognos AG.

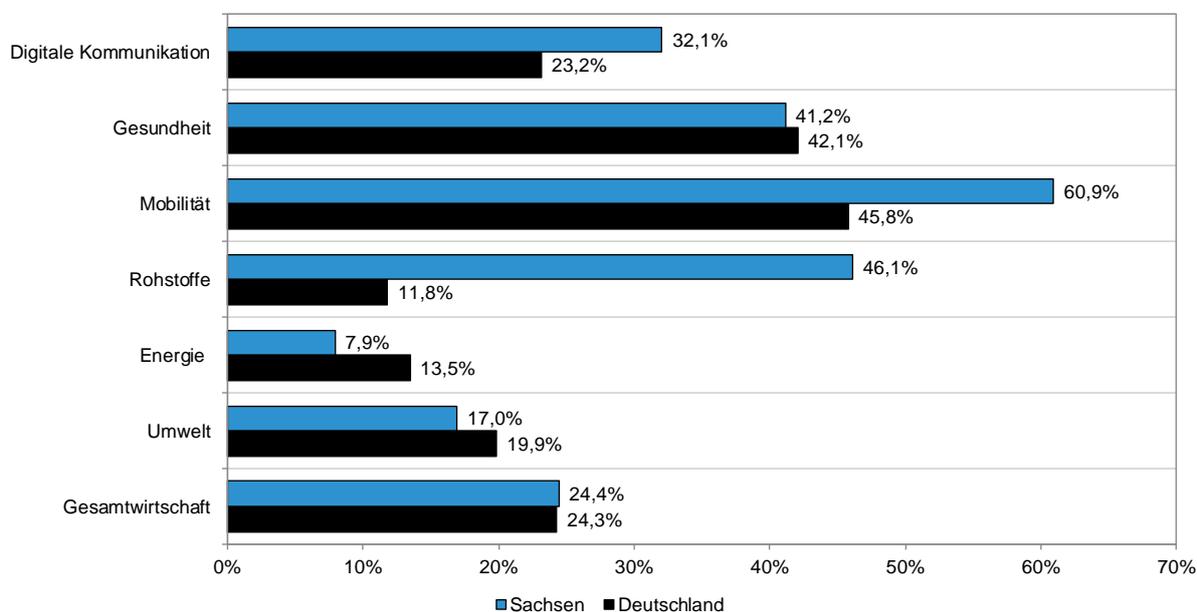
Die Bereiche Gesundheit, Mobilität, Digitale Kommunikation und Rohstoffe sind weiterhin die dynamischsten Zukunftsfelder, welche, mit Blick auf die Umsatzerträge, im Vergleich zum Bund auch überdurchschnittlich gewachsen sind (mit Ausnahme des Zukunftsfelds Gesundheit). Zudem stiegen die Umsätze in den Zukunftsfeldern Mobilität (+61 %), Rohstoffe (+46 %), Gesundheit (+41 %) und Digitale Kommunikation (+32 %) auch stärker als die Umsätze der Gesamtwirtschaft Sachsens (siehe Abbildung 38).

Im Zukunftsfeld **Mobilität** können alle zugeordneten Sektoren ein sehr deutliches Umsatzplus verzeichnen (siehe Tabelle 110 im Anhang). Hier sticht insbesondere der Zuwachs im Fahrzeugbau hervor, wo der Umsatz zwischen 2009 und 2016 um 97 % zunahm und sich somit beinahe verdoppelt hat (von 1,5 auf 2,96 Mrd. Euro). Die insgesamt sehr positive Umsatzentwicklung im Zukunftsfeld **Rohstoffe** lässt sich insbesondere auf die zwei umsatzstärksten Be-

⁵⁴ Hinweis: Aufgrund limitierter Datenverfügbarkeit kann lediglich die Zeitperiode von 2009 bis 2016 betrachtet werden.

reiche in diesem Zukunftsfeld zurückführen: die Metallerzeugung und Herstellung von Metall-erzeugnissen (6,4 Mrd. Euro Umsatz in 2016) sowie die Herstellung von Gummi-, Kunststoff-, Glas- sowie Keramikwaren (3,1 Mrd. Euro Umsatz in 2016). Der Zuwachs an Umsatz liegt hier für den betrachteten Zeitraum bei jeweils 66 und 43 % und damit auch deutlich über dem Bundesdurchschnitt (siehe Tabelle 110 im Anhang). Im Zukunftsfeld **Kommunikation** ist das positive Umsatzwachstum im Vergleich zu Gesamtdeutschland insbesondere durch eine sehr deutliche Steigerung bei den IT- und Informationsdienstleistungen bedingt. Hier konnte der Umsatz seit der Krise mehr als verdoppelt werden (+111 %). Im Zukunftsfeld **Gesundheit** stiegen vor allem die Umsatzerträge im Gesundheitswesen, während die Erträge in der Pharmaindustrie in der gleichen Zeit zurückgingen.

Abbildung 38: Wachstum des Umsatzes in den Zukunftsfeldern in Sachsen und auf Bundesebene, 2009-2016



Anmerkung: In der Umsatzsteuerstatistik (Vorankündigungen) sind alle Unternehmen erfasst, die eine Umsatzsteuervoranmeldung abgeben müssen. Davon ausgenommen sind Unternehmen mit einem jährlichen Umsatz von weniger als 17.500 Euro und solche, die im vorangegangenen Jahr weniger als Tsd. Euro Umsatzsteuer gezahlt haben. Nicht erfasst werden zudem Unternehmen, die nahezu ausschließlich steuerfreie Umsätze tätigen und bei denen somit keine Steuerzahllast entsteht.
Quelle: Destatis, Berechnungen der Prognos AG .

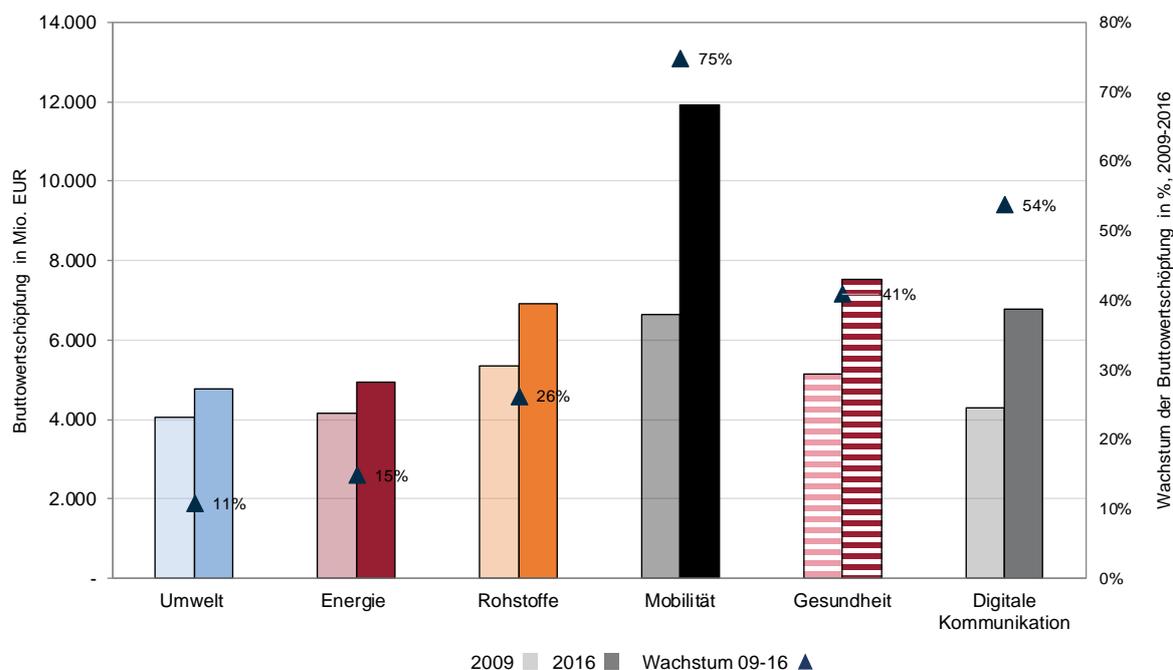
Trotz Zuwächsen im Vergleich zum Basisjahr 2009 hat sich der Umsatz in den Zukunftsfeldern **Energie** (+8 %) und **Umwelt** (+17 %) weniger dynamisch entwickelt als der Umsatz in den anderen Zukunftsfeldern. Darüber hinaus liegt in diesen Zukunftsfeldern das Umsatzwachstum, wie auch die Beschäftigungsentwicklung, unterhalb des Bundesdurchschnitts (jeweils +14 und +20 % für Energie und Umwelt). Bei genauerer Betrachtung der Sektoren, die dem Zukunftsfeld Umwelt zugeordnet werden, wird erkenntlich, dass insbesondere im Subsektor der Nahrungs- und Futtermittelindustrie der Umsatz wesentlich schwächer gewachsen ist (+3 %) als im Bundesdurchschnitt (+17,5 %) (siehe Tabelle 110 im Anhang). Zudem ist die

Umsatzentwicklung in der Nahrungs- und Futtermittelindustrie deutlich schwächer als die der Gesamtwirtschaft Sachsens. Für das Zukunftsfeld Energie lässt sich die unterdurchschnittliche Umsatzentwicklung auf den Bereich der Energieversorgung zurückführen. Mit rund 14,3 Mrd. Euro Umsatz im Jahr 2016 macht dieser rund 79 % des Gesamtumsatzes des Zukunftsfeldes Energie aus. Im Vergleich zum Basisjahr 2009 ist hier ein Rückgang der Umsatzerträge von 1,6 % zu verzeichnen, während in Deutschland im gleichen Zeitraum die Erträge um knapp 6,8 % gestiegen sind. Gleichzeitig weist insbesondere der Sektor der Herstellung von elektrischen Ausrüstungen mit einem Umsatzplus von 85 % im Vergleich zu 32 % in Deutschland eine überdurchschnittlich dynamische Entwicklung in Sachsen auf (siehe Tabelle 110 im Anhang).

Entwicklung der Bruttowertschöpfung in den sächsischen Zukunftsfeldern

Bei Betrachtung der Bruttowertschöpfung (BWS) in den sechs Zukunftsfeldern Sachsens können ähnliche Schlüsse wie bei der Umsatzanalyse gezogen werden (siehe Abbildung 39). Wie zuvor beim Umsatz ist auch das BWS-Wachstum in den Zukunftsfeldern Mobilität (+75 %), Digitale Kommunikation (54 %), Gesundheit (+41 %) und Rohstoffe (+26 %) am dynamischsten und liegt (mit Ausnahme vom Zukunftsfeld der Rohstoffe) über der BWS-Entwicklung der jeweiligen Zukunftsfelder auf Bundesebene (siehe Tabelle 111 im Anhang). Zudem wuchs die BWS in den Zukunftsfeldern Mobilität, Digitale Kommunikation und Gesundheit stärker als in der Gesamtwirtschaft Sachsens, die um knapp 30 % zulegte.

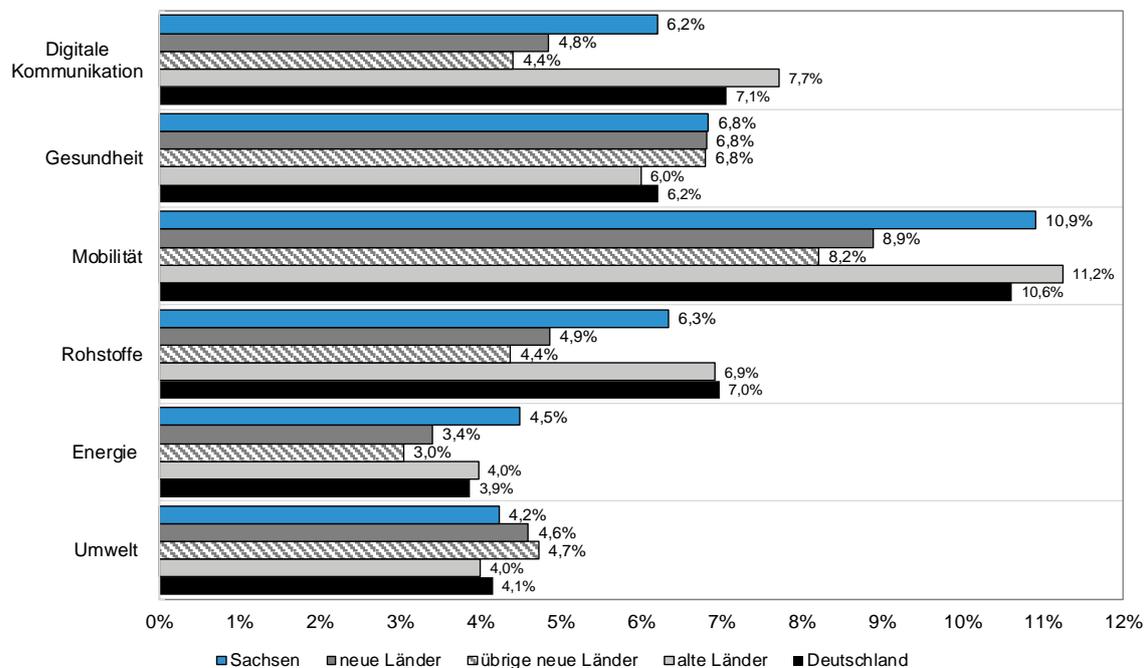
Abbildung 39: Bruttowertschöpfung und Entwicklung der Bruttowertschöpfung in den sächsischen Zukunftsfeldern, 2009-2016



Quelle: VGRdL, Berechnungen der Prognos AG.

Wie bereits für die Analyse des Umsatzes aufgezeigt, ist die positive Entwicklung der BWS im Zukunftsfeld **Mobilität** vor allem auf die positive Entwicklung des Fahrzeugbaus in Sachsen zurückzuführen. Dieser steigerte seine Wertschöpfung über den betrachteten Zeitraum um mehr als das Doppelte von 1,9 Mrd. Euro in 2009 auf 5,2 Mrd. Euro in 2016 (siehe Tabelle 111 im Anhang). Dieser deutlich stärkere Anstieg der Bruttowertschöpfung im Vergleich zum Umsatz kann darauf hinweisen, dass die durchschnittliche Leistungstiefe bzw. die Wertschöpfungsquote (gemessen als Anteil der BWS am Umsatz) im Fahrzeugbau in Sachsen zugenommen hat. Nicht zuletzt deswegen hat sich der Anteil der BWS des Zukunftsfeldes Mobilität an der BWS der Gesamtwirtschaft seit 2009 um drei Prozentpunkte von 8 auf 11 % in 2016 steigern können und liegt somit höher als in den anderen neuen Ländern (8,2 %) und fast gleichauf mit den alten Bundesländern (11,2 %) (siehe Abbildung 40).

Abbildung 40: Anteil der BWS der Zukunftsfelder an der BWS der Gesamtwirtschaft in Sachsen und den Vergleichsregionen, in Prozent, 2016



Quelle: VGRdL, Berechnungen der Prognos AG.

Für das Zukunftsfeld **Digitale Kommunikation** ist von 2009 bis 2016 erneut die Wertschöpfung in den IT- und Informationsdienstleistungen deutlich gestiegen (+77 %). Gleichzeitig hat die BWS in der Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen um mehr als das Doppelte zugenommen (siehe Tabelle 111 im Anhang). Insgesamt ist somit im Zukunftsfeld Digitale Kommunikation die BWS stärker gestiegen als der Umsatz, was wiederum auf eine Steigerung der Leistungstiefe des Zukunftsfeldes deuten kann. Zudem spielt dieses Zukunftsfeld eine immer größere Rolle für die gesamte BWS; sein Anteil erhöhte sich im Zeitraum 2009-2016 von 5,2 auf 6,2 %. Hiermit liegt Sachsen deutlich vor den

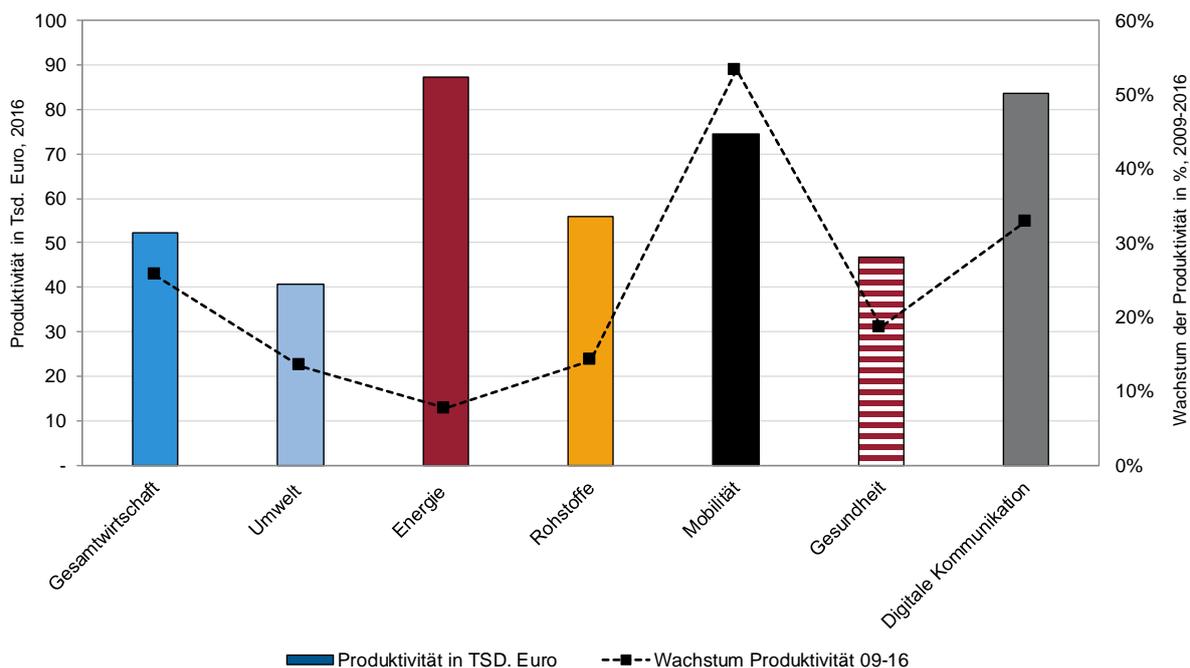
übrigen neuen Ländern, wenngleich auch hinter den alten Ländern (siehe Abbildung 35). Auch der Anteil der BWS des Zukunftsfeldes **Gesundheit** an der Gesamtwirtschaft ist seit 2009 gestiegen und lag 2016 bei rund 6,8 %. Dies ist insbesondere auf die deutlich und stärker als im Bundesdurchschnitt gestiegene BWS im Gesundheitswesen (+44 %) zurückzuführen (siehe Tabelle 111 im Anhang). Im Zukunftsfeld **Rohstoffe** lag das BWS-Wachstum mit 26 % etwas unter dem der sächsischen Gesamtwirtschaft. Insbesondere die chemische Industrie zeigte in Sachsen mit einem BWS-Anstieg von 5 % zwischen 2009 und 2016 das am wenigsten dynamische BWS-Wachstum der im Zukunftsfeld Rohstoffe betrachteten Sektoren (siehe Tabelle 111 im Anhang). Insgesamt ging so der Anteil an der gesamten BWS leicht zurück und liegt aktuell bei etwa 6,3 %. Hiermit ist die Bedeutung des Zukunftsfelds Rohstoffe für Sachsen jedoch weiterhin höher als in den übrigen neuen Bundesländern (siehe Abbildung 35).

Obwohl die Bruttowertschöpfung im Vergleich zum Basisjahr 2009 auch in den Zukunftsfeldern **Umwelt** (+11 %) und **Energie** (+15 %) stieg, liegt diese Entwicklung deutlich hinter der der übrigen Zukunftsfeldern und ist geringer als das Wachstum der BWS der Gesamtwirtschaft. Bei den Sektoren, die dem Zukunftsfeld Umwelt zugeordnet werden, ist in Sachsen erneut insbesondere in der Nahrungs- und Futtermittelindustrie die Wertschöpfung zwischen 2009 und 2016 wesentlich schwächer gewachsen (+1 %) als im Bundesdurchschnitt (+25 %) und als in der Gesamtwirtschaft Sachsens (siehe Tabelle 111 im Anhang). Zudem nahm in der Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen die BWS mit 5 % auch eher verhalten zu (siehe Tabelle 111 im Anhang). Im Zukunftsfeld Energie ist die weniger dynamische BWS-Entwicklung erneut auf die Energieversorgung zurückzuführen: Im Vergleich zu 2009 ging die BWS hier um rund 13 % zurück. Dass gleichzeitig der Umsatz in diesem Wirtschaftszweig zugenommen hat (siehe Abschnitt zur Umsatzentwicklung), ist daher eher auf eine Steigerung der Kosten der Vorleistungen zurückzuführen. Gleichzeitig verdoppelte sich die BWS jedoch in der Herstellung von elektrischen Ausrüstungen zwischen 2009 und 2016 (siehe Tabelle 111 im Anhang).

Entwicklung der Produktivität in den sächsischen Zukunftsfeldern

Die Produktivität der einzelnen Zukunftsfelder gemessen an der Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigem ist über den betrachteten Zeitraum in allen Bereichen gestiegen. Jedoch liegt der Produktivitätsanstieg lediglich für die Zukunftsfelder Mobilität und Digitale Kommunikation über dem der Gesamtwirtschaft.

Abbildung 41: Produktivität und Entwicklung der Produktivität in den Zukunftsfeldern in Sachsen, 2009-2016



Quelle: VGRdL, Berechnungen der Prognos AG.

Im Zukunftsfeld **Umwelt** lag das Produktivitätslevel im Jahr 2016 bei etwa 40.600 Euro je Erwerbstätigem (ET) und damit unter dem bundesweiten Durchschnitt von etwa 51.600 Euro. Zudem ist die Produktivität des Zukunftsfeldes Umwelt in Sachsen weniger stark gewachsen als in Deutschland gesamt (13 gegenüber 24 %). Im Zukunftsfeld **Energie** liegt die Produktivität in Sachsen mit 87.400 Euro verglichen mit den übrigen Zukunftsfeldern am höchsten. Dies ist insbesondere auf die besonders hohe Produktivität in der Energieversorgung (189.600 Euro je ET in 2016) zurückzuführen. Zudem stieg die Produktivität im Zukunftsfeld Energie seit 2009 um knapp 8 % und somit auch etwas stärker als in Gesamtdeutschland (+5 %). Im Zukunftsfeld **Rohstoffe** ist für den betrachteten Zeitraum wiederum ein schwächeres Produktivitätswachstum als in Deutschland zu verzeichnen (+14 gegenüber +34 %). Die Produktivität liegt auch nur bei etwa 70 % der gesamtdeutschen Produktivität (55.900 Euro zu 79.500 Euro). Im Zukunftsfeld **Mobilität** weist Sachsen die dynamischste Entwicklung mit Blick auf die Produktivität auf (+53 im Vergleich zu +42 % für Deutschland). Die Produktivität je ET stieg im Jahr 2016 auf 74.400 Euro, das Produktivitätsgefälle zum Bundesdurchschnitt verringerte sich. Auch in den Zukunftsfeldern **Gesundheit** und **Digitale Kommunikation** konnten zwischen 2009 und 2016 höhere Produktivitätszuwächse im Vergleich zu Gesamtdeutschland verzeichnet werden. Im Zukunftsfeld **Gesundheit** belief sich das Wachstum auf 19 %, während in Deutschland der Zuwachs bei 11 % lag. Jedoch liegt die Produktivität mit 46.900 Euro je ET weiterhin unter

dem deutschen Durchschnitt von 52.900 Euro je ET. Im Zukunftsfeld **Digitale Kommunikation** lag die Produktivität im Jahr 2016 bei 83.600 Euro (+33 %) und somit bei 80 % des bundesweiten Durchschnitts (105.700 Euro, +31 %).

Zusammenfassung

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich auf Ebene der Zukunftsfelder insbesondere die Bereiche **Digitale Kommunikation** und **Mobilität** mit Blick auf **Beschäftigung, Umsatz und Bruttowertschöpfung** über die betrachteten Zeiträume **am dynamischsten entwickelt** haben. Für diese Zukunftsfelder lag das Wachstum auch jeweils über dem oder gleichauf zum bundesweiten Durchschnitt sowie der sächsischen Gesamtwirtschaft. Die Zukunftsfelder **Umwelt** sowie **Energie** weisen hingegen **weniger dynamische Entwicklungen** auf. Neben Rückgängen in der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung sind in diesen Zukunftsfeldern auch weniger dynamische Entwicklungen mit Bezug auf Umsatz- sowie Bruttowertschöpfung im Vergleich zur Gesamtwirtschaft Sachsens und/oder Deutschlands als Ganzes erkennbar.

Das insgesamt stärkere Umsatzwachstum in den Zukunftsfeldern verglichen zur Entwicklung der Beschäftigten weist jedoch auf eine **Steigerung der Produktivität in allen Bereichen** hin, die auch über die Analyse der Produktivität je Erwerbstätigem bestätigt werden kann. Erneut weisen hier die Zukunftsfelder **Mobilität** und **Digitale Kommunikation** die **positivste Entwicklung** im Vergleich zu Deutschland sowie der sächsischen Gesamtwirtschaft auf. Auch gehören die Produktionszuwächse in den Zukunftsfeldern **Umwelt** und **Energie** wieder zu den schwächeren.

Mit Blick auf den **Spezialisierungsgrad** (LQ) der Zukunftsfelder wird zudem erkenntlich, dass dieser für die Zukunftsfelder **Umwelt** und **Energie höher als eins** liegt (jeweils 1,17 und 1,08). Jedoch zeigt das im Vergleich zu Deutschland überdurchschnittliche Wachstum der Beschäftigung in den Zukunftsfeldern **Gesundheit, Digitale Kommunikation, Mobilität** und **Rohstoffe**, dass **Sachsen** sich in diesen Bereichen **weiter spezialisiert** hat (Anstieg LQ). Darüber hinaus liegt der Spezialisierungsgrad in allen Zukunftsfeldern (bis auf **Gesundheit**) gleichauf oder höher als der in den übrigen neuen Ländern.

Charakteristika der sächsischen Zukunftsfelder in Forschung und Innovation

Die sächsischen Zukunftsfelder umfassen vielfältige Forschungs- und Innovationsfelder und verfügen über spezifische Stärken und Alleinstellungsmerkmale. In der nachfolgenden Darstellung findet sich eine Bestandsaufnahme der aktuellen thematischen Schwerpunkte und Kompetenzträger sowie zukünftiger wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Potenzialthemen in den sechs sächsischen Zukunftsfeldern. Die Darstellung basiert auf Kernergebnissen ausgewählter Dokumente und Sekundärstudien sowie auf aggregierten Aussagen aus den Interviews, die mit sächsischen Innovationsakteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft sowie Intermediären geführt wurden.

Zukunftsfeld Umwelt⁵⁵: Sachsen ist ein etablierter Standort der Umweltechnik und zeichnet sich durch Schwerpunkte in der Bioökonomie, Wasserwirtschaft und Kreislaufwirtschaft aus. Die überwiegend mittelständisch geprägten Unternehmen können auf die Expertise und den Nachwuchspool von umweltbezogenen Forschungseinrichtungen zurückgreifen. Umweltforschung wird u.a. an der TU Bergakademie Freiberg, der TU Dresden, dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung und dem Deutschen Biomassezentrum betrieben. Aktuelle Forschungsthemen sind insbesondere Kreislaufwirtschaft, nachhaltige Wasserwirtschaft, Bioökonomie und Umweltechnik. Auch bestehen vielfältige Schnittstellen zu anderen Zukunftsfeldern wie Energie, Rohstoffe und Mobilität.

⁵⁵ siehe u.a. Wirtschaftsförderung Sachsen (2015): Umwelt- und Energietechnik in Sachsen. URL: https://standort-sachsen.de/sixcms/media.php/78/UMWELT_dt_web.pdf.

Tabelle 42: Charakteristika Zukunftsfeld Umwelt

Zukunftsfeld Umwelt	
Thematische Schwerpunkte (Bestandsaufnahme)	<ul style="list-style-type: none"> • Bioökonomie: (Zurück)Gewinnung natürlicher Ressourcen und deren Einbindung in die Produktionskette; Umwelt- und Biotechnologie (z.B. „bioartifizielle Photosynthese“, biotechnologische Lösungen für Abwasserbehandlung) • Wasserwirtschaft und -forschung: Rückgewinnung von Wertstoffen aus Abwasser (z.B. Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm), Abwasserbehandlung/-aufbereitung (u.a. Entfernung von Schadstoffen und „Micro Pollutants“), dezentrale Wasser- und Abwasser-aufbereitung (u.a. „urbanes Wasser“, „Smart Water Cities“), Lösungen für extreme Wetterphänomene (Trockenheit, Überflutungen) • Recycling und Kreislaufwirtschaft: gesamtes System von der Entwicklung recyclingfähiger Stoffe im Labor, über Produktdesign und Konsumentenverhalten bis hin zu Sortier- und Recyclinganlagen • Öko-Systeme der Zukunft: Sicherung der Leistung und Widerstandsfähigkeit der Öko-Systeme in Zeiten zunehmenden Nutzungsdrucks (u.a. „Nature-Based Solutions“) • Smarte Modelle und (Umwelt-)Monitoring: Analyse komplexer Umweltsysteme anhand neuer Datenverfügbarkeiten; Intelligente Sensorik
Kompetenzträger	<ul style="list-style-type: none"> • Innovative Unternehmen und breite wissenschaftliche Forschungsinfrastruktur (u.a. Schwerpunkte an Universitäten, Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ); Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ); Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie (HZDR); Center for Advanced Water Research (CAWR); Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB))
Zukünftige Innovationspotenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Smarte Wasser- und Umweltwirtschaft: u.a. intelligente und effiziente Abwasserbehandlung und -aufbereitung sowie komplexe Analyse von Umweltsystemen durch Sensorik, Big-Data-Analysen und Simulationsmodelle; Anlagenbau für Wasser- und Umweltwirtschaft (z.B. Abluft- und Filtertechniken) • Sustainable Bioeconomy: Nutzung natürlicher Ressourcen bietet neue Möglichkeiten für vergärbare Abfälle (u.a. Holz- und Landwirtschaft, Fischzucht) • Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm

Quelle: Prognos AG, 2018, auf Basis von Stakeholder-Interviews (n=10) und einer Dokumentenanalyse.

Zukunftsfeld Rohstoffe⁵⁶: Sachsen weist eine jahrhundertelange Bergbautradition auf. Im Freistaat finden sich Lagerstätten von Primärrohstoffen wie Braunkohle, Steine-Erden sowie Erze und Spate. Darüber hinaus verfügt das Land über vielfältige Kompetenzen in der Rückführung von Sekundärrohstoffen in den Wertstoffkreislauf. Sachsen ist ein führendes Zentrum der Rohstoffforschung. FuE-Aktivitäten finden in allen Bereichen der Rohstoff-Wertschöpfungskette statt, von der Erkundung und Gewinnung von Primärrohstoffen bis zur Aufbereitung von Sekundärrohstoffen. Das Land zeichnet eine vielfältige und überregional wahrgenommene Wissenschafts- und Forschungslandschaft aus (insb. TU Bergakademie Freiberg, Helmholtz-Zentrum Freiberg für Ressourcentechnologie, TU Dresden). Forschende Unternehmen, insbesondere spezialisierte KMU, sind in vielfältige Vernetzungsaktivitäten eingebunden, z.B. im Geokompetenzzentrum Freiberg.

⁵⁶ siehe u.a. SMWA (2017): Rohstoffstrategie für Sachsen. URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/16194/documents/43490>.

Tabelle 43: Charakteristika Zukunftsfeld Rohstoffe

Zukunftsfeld Rohstoffe	
Thematische Schwerpunkte (Bestandsaufnahme)	<ul style="list-style-type: none"> • Exploration von Rohstoffen: Tagebau-Technik, Mining-Methoden, Lehr- und Forschungsbergbau • Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen: Pyro- und Hydrometallurgie, insb. Erze und Spaten (Lithium, Nickel, Kobalt, Zink, Blei etc.) sowie Steine und Erden • Recycling von Sekundärrohstoffen: Kreislaufwirtschaft, Rückgewinnung von Wertstoffen durch chemische Verfahren; Wertstoffchemie als ein Zukunftsmotor für die weitere Entwicklung im Rohstoffbereich • Weiterverarbeitung von Rohstoffen: z.B. Baustofftechnik, Flusssäure als Grundstoff für die Kunststoffindustrie
Kompetenzträger	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentliche Forschung: u.a. Technische Universität Bergakademie Freiberg, Technische Universität Dresden, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie • Rohstoffindustrie und -dienstleister: u.a. mittelständische Hütten, Recyclingindustrie, weiterverarbeitende Industrie, Bergbau-Dienstleister (z.B. Abbaumethoden, Verfahren zur Sanierung) • Cluster/Verbände/Öffentliche Stellen: u.a. Geokompetenzzentrum Freiberg, Sächsisches Oberbergamt
Zukünftige Innovationspotenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoffgewinnung: Potenziale für innovative Verfahren und Dienstleistungen durch veränderte Kundenanforderungen (z.B. Umweltaanforderungen, Energieeffizienz) • Metallurgie: Weiterentwicklung der Pyro- und Hydrometallurgie, Stärkung der Verbindung zur Chemie, zunehmende Bedeutung strategischer Rohstoffe (insb. Metalle) für Hightech-Produkte • Recycling und zirkuläre Wirtschaft: Reststoffverwertung/Recyclingverfahren, „Rückwärtsintegration“ (Wiederverwertbarkeit bereits bei der Material- und Produktentwicklung mitdenken) • Kombination von Primär- und Sekundärrohstoffen: Primärrohstoffe (Gewinnung/Aufbereitung) und Sekundärrohstoffe (Recycling) werden bisher weitestgehend getrennt betrachtet. „Wertstoff-Chemischer Ansatz“ bietet Möglichkeit, Rohstoffe „herkunftsunabhängig“ zu verwenden (z.B. Phosphorsäure, seltene Erden). Sekundärrohstoffe (Schrotte) mit Primärrohstoffen mischen, um gute Produktqualität sicherzustellen • Referenzanlage Bioraffinerie: Aufbau einer Wertschöpfungskette von Rohstoffen zur Biochemie hin zu Wertstoffen und Recycling. Eine Bioraffinerie (Referenzanlage) ermöglicht die Herstellung vielfältiger Ausgangsprodukte und ist ein „Nukleus“ für viele innovative Anwendungen und Gründungen/Ansiedlungen („Alles, was um die Erdölchemie entstanden ist, kann um die Biochemie entstehen“) • Baustoffe der Zukunft: Geopolymere (Bindemittel, kalte Zemente). Verknüpfung von Spezialanwendungen, z.B. Eigenschaften von Keramik (kleinkörnig) mit klassischen Baustoffen (grobkörnig) kombinieren

Quelle: Prognos AG, 2018, auf Basis von Stakeholder-Interviews (n=10) und einer Dokumentenanalyse.

Zukunftsfeld Digitale Kommunikation⁵⁷: Sachsen ist das größte europäische Mikroelektronik-Cluster („Silicon Saxony“). Jeder dritte in Europa produzierte Chip kommt aus dem Freistaat. In Sachsen ist die gesamte Innovationskette von der Grundlagenforschung an renommierten Forschungseinrichtungen bis hin zur Produktion von Halbleitern, Chips, Wafern und Photolithografie-Masken vorhanden. Neben den Forschungs- und Produktionsstandorten international tätiger Unternehmen („Fabs“) besteht ein dichtes Netz an Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen im Bereich Mikroelektronik/IKT. Vier Universitäten, fünf Fachhochschulen, neun Fraunhofer-, drei Leibniz-, ein Helmholtz- und zwei Max-Planck-Institute forschen in

⁵⁷ siehe u.a. Silicon Saxony und Wirtschaftsförderung Sachsen (2015): Mikroelektronik/IKT in Sachsen. URL: https://standort-sachsen.de/sixcms/media.php/78/wfs_2015_broschueren_mikro_dt_web.pdf.

Sachsen auf diesem Gebiet. Schwerpunkte sind Mikro- und Nanoelektronik, Telekommunikationstechnologie, Photovoltaik, IT und Informationstechnik, energieeffiziente Systeme, Smart Systems und vernetzte Sensorik sowie organische und gedruckte Elektronik. Auch spezialisierte kleine und mittelständische Unternehmen arbeiten eng mit der Wissenschaft zusammen. Digital-Hubs wie das „Smart System Hub“ in Dresden und das „Smart Infrastructure Hub“ in Leipzig bündeln Kompetenzen in den Schlüsselbereichen Hardware – Software – Connectivity. Sachsen verfügt an der TU Dresden über einen der gegenwärtig fünf leistungsfähigsten Hochleistungsrechner Deutschlands für wissenschaftliche „Big Data“-Anwendungen und mit dem „5G Lab Germany“ über einen zentralen Forschungsverbund zur fünften Generation der Mobilfunkkommunikation.

Tabelle 44: Charakteristika Zukunftsfeld Digitale Kommunikation

Zukunftsfeld Digitale Kommunikation	
Thematische Schwerpunkte (Bestandsaufnahme)	<ul style="list-style-type: none"> • Zukunft der Kommunikation: Mikroelektronikproduktion, fünfte Generation der Mobilfunkkommunikation (5G), Hardwarekompetenzen, IT- und Software, Nanoelektronik (Mehrheitsmeinungen) • Weitere Innovationsthemen: Smart City, Smart Production, Künstliche Intelligenz, Robotik, Automation (Einzelmeinungen)
Kompetenzträger	<ul style="list-style-type: none"> • Differenzierte Forschungslandschaft: Diverse Fraunhofer- und Max-Planck-Institute, TU Dresden, TU Chemnitz, HTW Leipzig • Unternehmen: Halbleiterhersteller und -zulieferer, Telekommunikationsunternehmen, digitale Start-ups • Cluster/Verbände/Hubs: Digital Hub Initiative Sachsen, Smart Systems Hub, 5G Lab Germany, Digital Saxony, Silicon Saxony (mehr als 340 Mitgliedsunternehmen)
Zukünftige Innovationspotenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Smarte IT-Infrastruktur: u.a. für Gesundheit, Industrie 4.0, E-Government, Mobilität. Mikro-, Nanoelektronik, Telekommunikationstechnologie, Photovoltaik, IT, vernetzte Sensorik, organische und gedruckte Elektronik • Digitale Transformation der Wirtschaft: Entstehung neuer Wirtschaftsplattformen und Ökosysteme des Internet of Things • nichttechnische Innovationen: neue innovationsbasierte Geschäftsfelder; Im Gebiet der Softwarespezialisten können neuartige Geschäftsmodelle entstehen, z.B. Cloud Computing

Quelle: Prognos AG, 2018, auf Basis von Stakeholder-Interviews (n=10) und einer Dokumentenanalyse.

Zukunftsfeld Energie⁵⁸: Sachsen ist ein traditioneller Standort des Maschinen- und Anlagenbaus und verfügt über eine hohe Dichte an Forschungseinrichtungen im Energiebereich (von der Grundlagenforschung bis zur angewandten Forschung). An den sächsischen Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen finden sich eine Vielzahl von Forschungsaktivitäten in Energiethemen wie Energieverteilung, -nutzung und -umwandlung, Materialforschung für die Energiewende und Anlagenbau für die Energie- und Kraftstofftechnik (z.B. TU Dresden und

⁵⁸ siehe u.a. SMWK und SMWA (2018): Masterplan Energieforschung in Sachsen. URL: <https://www.forschung.sachsen.de/download/MasterplanEnergieforschung.pdf>.

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf). Landesweite Netzwerke bringen die relevanten Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft zusammen (z.B. Energy Saxony e.V.). Sachsen ist Europas größter Cluster für organische und flexible Elektronik. In der Region wird die gesamte Wertschöpfungskette von der Grundlagenforschung bis hin zu fertigen Produkten abgedeckt (z.B. Energieeffizienz von organischen Leuchtdioden und effiziente organische Solarzellen).

Tabelle 45: Charakteristika Zukunftsfeld Energie

	Zukunftsfeld Energie
Thematische Schwerpunkte (Bestandsaufnahme)	<ul style="list-style-type: none"> • Energiespeicherung: Power to X, Batterieforschung (thermisch, chemisch, elektrisch), elektrische Energiespeicher, Brennstoffzellen • Energiemanagement: Smart Energy, Sektor-Kopplung, Energieverteilung • Energieeffizienz: u.a. energieeffiziente Produkte und Fertigungsprozesse; Materialforschung für die Energiewende • Energieanlagentechnik und -verfahrenstechnik: Traditioneller Standort des Maschinen- und Anlagenbaus • Biomasseverflüssigung: Biomass to Liquid
Kompetenzträger	<ul style="list-style-type: none"> • Forschungslandschaft: Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (z.B. Fraunhofer-Institute) und Universitäten (TU Dresden, Uni Leipzig, TU Bergakademie Freiberg, TU Chemnitz) • Cluster/Verbände: z.B. Energy Saxony
Zukünftige Innovationspotenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Energiespeicherung und regenerative Energieträger: z.B. Wasserstoff, Brennstoffzellen, diverse Arten von Batterietechnologien (Lithium, Lithium-Schwefel etc.), Sektor-Kopplung / Power to X • Real-Labore: Anwendung und Erprobung neuer Technologien im Feld (Real-Labore zur Abdeckung der Bandbreite von der Forschung bis zur Anwendung) • Energieeffiziente Technologien: Steigende Energiekosten befördern weitere Investitionen in energieeffiziente Technologien • Vernetzung: stärkere Vernetzung von Verbrauchern und Erzeugern durch Schnittstellen von IKT und Energie

Quelle: Prognos AG, 2018, auf Basis von Stakeholder-Interviews (n=10) und einer Dokumentenanalyse.

Zukunftsfeld Mobilität⁵⁹: In Sachsen befinden sich fünf Produktionswerke für Fahrzeuge und Motoren sowie rund 780 Zulieferer. Etwa jeder achte in Deutschland gebaute Pkw wird in Sachsen produziert. Der Freistaat verfügt über zentrale Kapazitäten in Zukunftsthemen wie Batterie, Leichtbau oder Intelligente Verkehrssysteme. So ist in der Elektromobilität die gesamte Innovationskette von der Batterieforschung über die Produktion und Montage bis zu Demonstrationsprojekten im Land vorhanden. Zentrale Kompetenzträger sind neben den Automobilherstellern und Zulieferern insbesondere die TU Dresden, die TU Chemnitz und die Westsächsische Hochschule Zwickau. Aktuelle Forschungsthemen sind Hybrid- und Elektromobilitätslösungen, autonomes Fahren, Leichtbau, ressourceneffiziente Produktionstechnologien und neue Verkehrskonzepte.

⁵⁹ siehe u.a. Wirtschaftsförderung Sachsen (2018): Autoland Sachsen. URL: <https://standort-sachsen.de/de/investoren/branchen/automobilindustrie/branchenstruktur>.

Tabelle 46: Charakteristika Zukunftsfeld Mobilität

Zukunftsfeld Mobilität	
Thematische Schwerpunkte (Bestandsaufnahme)	<ul style="list-style-type: none"> • Zukunft der Mobilität: Intelligente Verkehrssysteme, automatisiertes und autonomes Fahren (insb. Infrastruktur und Verkehrssicherheit), Elektromobilität, Fahrzeugkomponenten, Leichtbau (Mehrheitsmeinungen) • Weitere Innovationsthemen: Vernetzung und Internet of Things (IOT); Brennstoffzellen, Ladeinfrastruktur für E-Mobilität, Dienstleistungen für Energiemanagement, Lastenmanagement, Abrechnungssysteme (Einzelmeinungen)
Kompetenzträger	<ul style="list-style-type: none"> • Universitäten und Forschungseinrichtungen (u.a. TU Dresden, TU Chemnitz, Westsächsische Hochschule Zwickau, Fraunhofer-Institute (u.a. IWS, IKTS, IV)) • Automobilhersteller und -zulieferer: Produktionswerke und -kapazitäten im Land verortet
Zukünftige Innovationspotenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Elektromobilität: Themen wie Energieversorgung, Verkehrssysteme und Kopplung mit Energiesystem, Produktion von Elektrofahrzeugen (VW) • Automatisierung/Elektronik: Sensorik und Weiterentwicklung der bestehenden Kompetenzen im Elektronikbereich, Softwareentwicklung; Künstliche Intelligenz; hohes Forschungspotenzial im Bereich automatisiertes Fahren • Nichttechnische Innovationen: Geschäftsmodelle und Dienstleistungserbringung im näheren Umfeld des Zukunftsfeldes. Ausgründungen und Ansiedlungen durch neue Geschäftsmodelle, z.B. neue Mobilitätskonzepte • Branchenübergreifende Ansätze: Aufbau branchenübergreifender Anwendungen (z.B. Sensorik)

Quelle: Prognos AG, 2018, auf Basis von Stakeholder-Interviews (n=10) und einer Dokumentenanalyse.

Zukunftsfeld Gesundheit⁶⁰: Der Freistaat verfügt über eine breit gefächerte Wissenschafts- und Forschungslandschaft im Gesundheitsbereich (Universitäten, Universitätskliniken und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen wie Max-Planck- und Fraunhofer-Institute, z.B. Max-Planck-Institut für Molekulare Zellbiologie und Genetik und Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie). Hinzu kommen drei Standorte der Deutschen Zentren für Gesundheitsforschung und ein Standort des Nationalen Centrums für Tumorerkrankungen, die sich thematisch neurodegenerativen Erkrankungen, Krebserkrankungen und Diabetes widmen. Aktuelle Schwerpunkte der Forschungs- und Innovationsaktivitäten liegen u.a. in den Bereichen Krebsforschung, Regenerative Medizin, Stammzellenforschung, Genetik, Biotechnologie, Infektionskrankheiten, Metabolik, Diabetes, neurodegenerative Erkrankungen, Bildgebungstechnik, Magnetresonanztomographie, Datenanalysemethoden und Medizintechnik. Die Gesundheitswirtschaft in Sachsen ist durch eine hohe Anzahl von KMU geprägt. In der Biotechnologie-, Pharma- und Medizintechnik kooperieren Unternehmen bereits erfolgreich mit Forschungseinrichtungen. Im Umfeld der Technologie-Zentren Bio City Leipzig und BioInnovationsZentrum Dresden entstehen vitale Cluster.

⁶⁰ siehe u.a. Healthy Saxony (2014): Masterplan für die Gesundheitswirtschaft Sachsen. URL: https://www.gesunde.sachsen.de/download/Download_Gesundheit/Masterplan_Gesundheitswirtschaft_Sachsen.pdf.

Tabelle 47: Charakteristika Zukunftsfeld Gesundheit

Zukunftsfeld Gesundheit	
Thematische Schwerpunkte (Bestandsaufnahme)	<ul style="list-style-type: none"> • Krebsforschung: Onkologie (Tumorzentren in Leipzig und Dresden), personalisierte Krebstherapie, Immuntherapie • Weitere Schwerpunkte: Regenerative Medizin, Stammzellenforschung, Genetik, Biotechnologie, Infektionskrankheiten (Antibiotikaresistenzen), Metabolik (Krankheiten, die auf falscher Lebensweise beruhen), Diabetes, neurodegenerative Erkrankungen • Diagnostik: Bildgebungstechnik, Magnetresonanztomographie, Datenanalysemethoden (KI, Big Data, Deep Learning), Digitalisierung im Gesundheitssystem, Diagnosesysteme und -technologie, Point-of-Care-Anwendungen • Kohortenstudien: Nationale Kohorte, Gesundheitskohorte • Medizintechnik: Smart Medical Devices, bioverträgliche Materialien (z.B. Implantate)
Kompetenzträger	<ul style="list-style-type: none"> • Forschungseinrichtungen: Medizinische Fakultäten der Universitäten und Universitätskliniken in Dresden und Leipzig, Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (u.a. Fraunhofer IZI, Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen, Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften) • Medizintechnik-, Pharma- und Biotechnologieunternehmen: Großunternehmen, innovative KMU und Start-ups • Netzwerke/Cluster: u.a. Bio City Leipzig, BioInnovationsZentrum Dresden, Healthy Saxony, biosaxony
Zukünftige Innovationspotenziale	<ul style="list-style-type: none"> • Potenziale: Onkologie, regenerative Medizin, Diagnostik und Metabolik, Immunonkologie, Hochpräzisionstherapie, zielgerichtete Therapie mit Medikamenten, Genomik, Medizintechnik und Biotechnologie • Automatisierung und Digitalisierung des Gesundheitssystems: z.B. E-Health, Internet of Things, Diagnosesysteme, Diagnostiktechnologie, Smart Medical Devices, Datenanalytik, KI, Cloud Services, Bezahlprozesse, Point-of-Care-Anwendungen • Nichttechnische Innovationen: Entwicklung neuer Behandlungsverfahren (z.B. personalisierte Krebsmedizin), neue Geschäftsmodelle im Gesundheitswesen, Digitalisierung im Krankenhaus, Smart Health, Smart Hospital, Austausch ambulante/stationäre/häusliche Versorgung

Quelle: Prognos AG, 2018, auf Basis von Stakeholder-Interviews (n=10) und einer Dokumentenanalyse.

Technologische und wissenschaftliche Stärken

Nachfolgend werden die technologischen Potenziale der Wissenschaft (Publikationen) und der Wirtschaft (Patente)⁶¹ Sachsens innerhalb der sechs Zukunftsfelder mit Hilfe von bibliometrischen Analysen und Patentanalysen näher betrachtet.

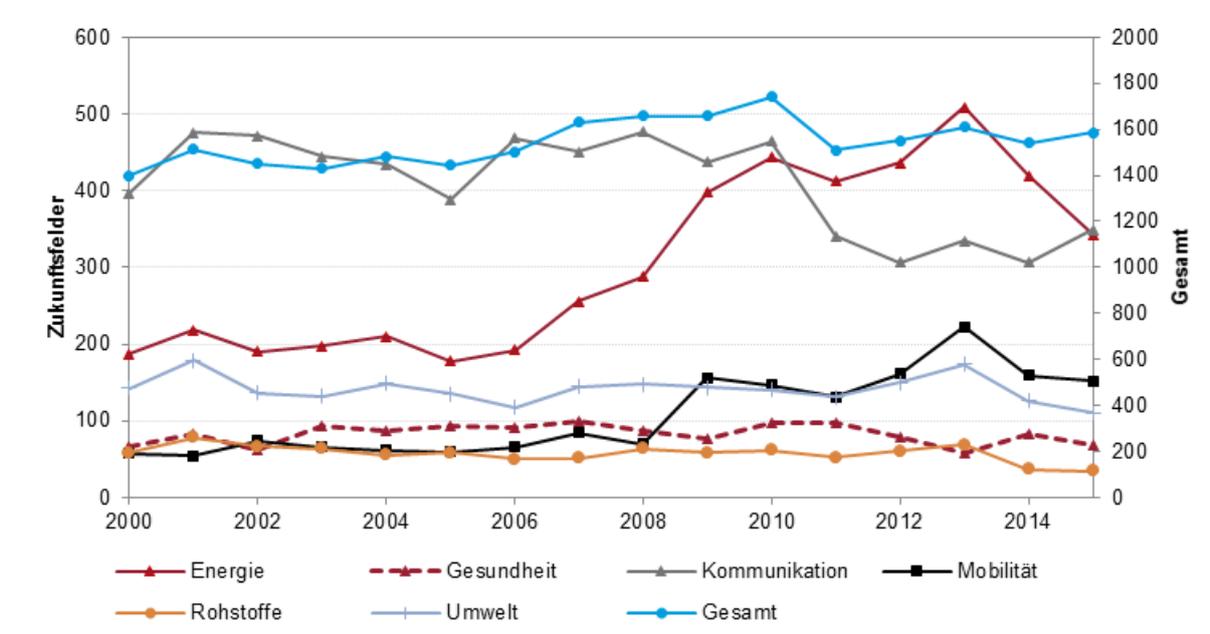
Potenziale im technologischen Bereich (Patentanalysen)

In Abbildung 42 ist die Anzahl der Patentanmeldungen Sachsens innerhalb der Zukunftsfelder im Vergleich zu den gesamten Patentanmeldungen aus Sachsen dargestellt. Insgesamt wird deutlich, dass sächsische Erfinder aktuell knapp 1600 Patente jährlich am DPMA (inkl. aller internationalen Anmeldewege) anmelden. Zwischen den Jahren 2000 und 2010 ist die Anzahl der Anmeldungen Sachsens kontinuierlich gestiegen, wobei es nach 2010, d.h. kurz nach der Finanzkrise, zu einem leichten Rückgang der Patentanmeldungen kam. Im Jahr 2011 hat sich

⁶¹ Wengleich auch Universitäten, öffentliche Forschungseinrichtungen sowie einzelne Personen Patente anmelden, erfolgt der weitaus größte Teil aller Patentanmeldungen aus dem Unternehmenssektor. Umgekehrt gibt es zwar Unternehmen, die in wissenschaftlichen Zeitschriften publizieren, diese Beiträge machen jedoch im Vergleich zu den Beiträgen von Universitäten und Forschungseinrichtungen nur einen erheblich geringeren Anteil aus.

die Anzahl der Patentanmeldungen Sachsens auf einem Niveau von ca. 1600 Anmeldungen konsolidiert.

Abbildung 42: Anzahl der Patentanmeldungen Sachsens innerhalb der Zukunftsfelder

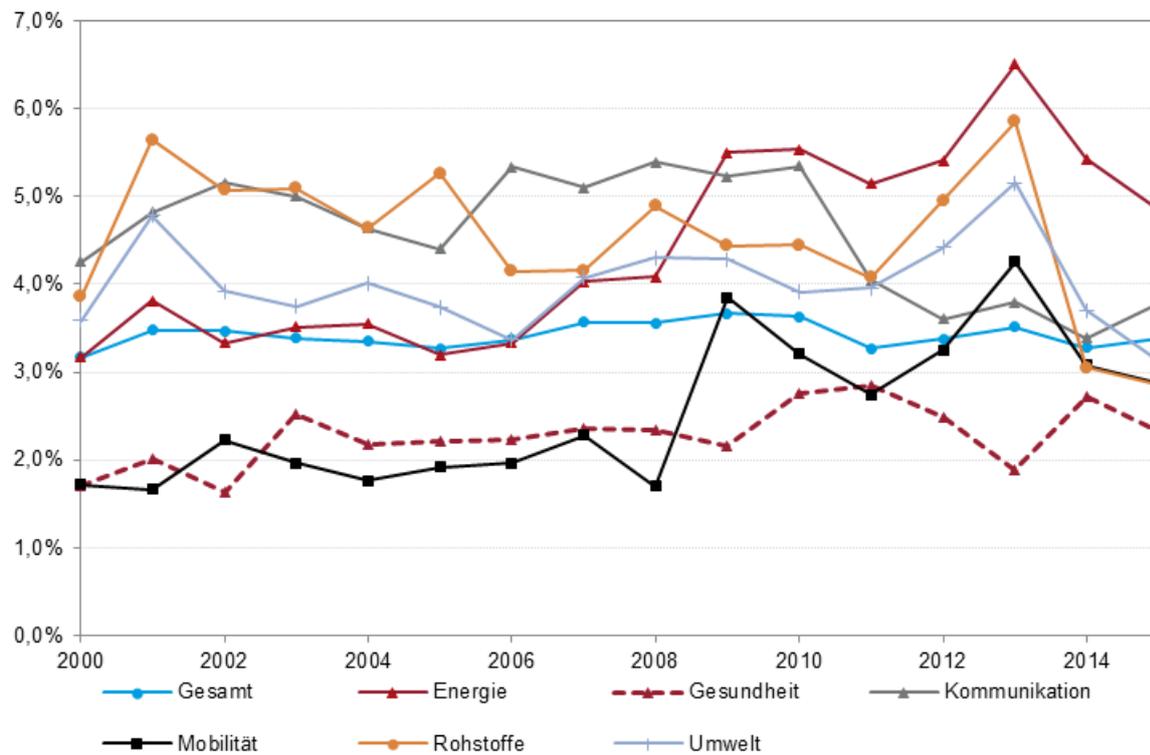


Anmerkung: Linke Achse betrifft Zahlen für Zukunftsfelder, Rechte Achse betrifft Gesamtzahlen
 Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Am aktuellen Rand erfolgen die meisten Anmeldungen in den Zukunftsfeldern Energie und Digitale Kommunikation. Beide liegen bei ca. 350 Anmeldungen pro Jahr, zeigen indes deutlich unterschiedliche Entwicklungstendenzen.

Im Zukunftsfeld **Digitale Kommunikation** ist die Anzahl der Anmeldungen bis 2010 leicht angestiegen, bis es nach der Wirtschafts- und Finanzkrise 2008/09 zu einem merklichen Rückgang kam. Dieser ist auch in den Anteilen Sachsens an allen deutschen Anmeldungen erkennbar (Abbildung 43). Während im Jahr 2010 noch 5,3 % der deutschen Anmeldungen im Feld Kommunikation aus Sachsen kamen, waren es 2015 nur noch 3,8 %. Das Verhältnis aller sächsischen Anmeldungen zu jenen der übrigen neuen Länder lag 2013-2015 bei 0,41:1, auf leicht unterdurchschnittlichem Niveau (Tabelle 48).

Abbildung 43: Anteil der Patentanmeldungen Sachsens innerhalb der Zukunftsfelder an allen deutschen Patentanmeldungen im jeweiligen Feld, in Prozent



Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Im **Zukunftsfeld Energie** wurden bis 2006 im Mittel etwa 200 Patente pro Jahr angemeldet, danach kam es zu einem deutlichen Anstieg bis 2010, der nicht zuletzt auf einen nationalen Politikwandel zurückzuführen und daher auch für Deutschland insgesamt festzustellen ist. Nach 2010 kam es in Folge der Wirtschafts- und Finanzkrise zu einer Stagnation und ab 2012 noch einmal zu einem leichten Wachstum der Anmeldungen. Nach 2013 ist erneut ein deutlicher Rückgang erkennbar, der auch für Deutschland insgesamt festzustellen ist. Entsprechend kam es auch bei den Patentanteilen zwischen 2006 und 2013 in Summe zu einem starken Bedeutungsgewinn des Bereichs Energie. Danach ist, wie auch in Deutschland insgesamt, ein leichter Abschwung in Sachsen erkennbar, wenngleich im Jahr 2015 noch immer fast 5 % aller deutschen Anmeldungen im Energiebereich von sächsischen Erfindern stammen. Das Verhältnis aller sächsischen Anmeldungen zu jenen der übrigen neuen Länder lag 2013-2015 im Zukunftsfeld Energie bei 0,69:1, deutlich über dem Mittelwert von 0,47:1.

Das drittgrößte Zukunftsfeld im sächsischen Patentportfolio Sachsens ist das **Zukunftsfeld Mobilität**. In diesem Bereich konnten 2015 152 Anmeldungen aus Sachsen verzeichnet werden. Auch hier kam es seit 2008 zu einem starken Anstieg der Patentanmeldungen, wobei nach 2013 ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist. Dieser zeigt sich auch im Anteil der Patentanmeldungen Sachsens an den deutschen Anmeldungen im Feld Mobilität. Im Jahr 2015 betrug dieser 2,9 % während er im Jahr 2013 noch bei 4,3 % rangierte. Das Verhältnis aller

sächsischen Anmeldungen zu jenen der übrigen neuen Länder lag 2013-2015 ebenfalls deutlich überdurchschnittlich bei 0,62:1.

Tabelle 48: Patentanmeldungen innerhalb der Zukunftsfelder, absolut, Anteile an Deutschland

2013-2015	Land	Gesamt	Energie	Gesundheit	Digitale Kommunikation	Mobilität	Rohstoffe	Umwelt
absolut	Sachsen	4.733	1.272	208	990	533	141	410
	Deutschland	139.648	22.647	8.987	27.101	15.662	3.619	10.305
	alte Länder	131.192	21.106	8.156	25.119	15.008	3.431	9.749
	übrige neue Länder*	10.077	1.835	1.012	2.423	864	221	737
Anteil / Verhältnis Sachsens an / zu...	Deutschland	3 %	6 %	2 %	4 %	3 %	4 %	4 %
	alte Länder	0,04:1	0,06:1	0,03:1	0,04:1	0,04:1	0,04:1	0,04:1
	übrige neue Länder*	0,47:1	0,69:1	0,21:1	0,41:1	0,62:1	0,64:1	0,56:1

Anmerkung: *inkl. Berlin.

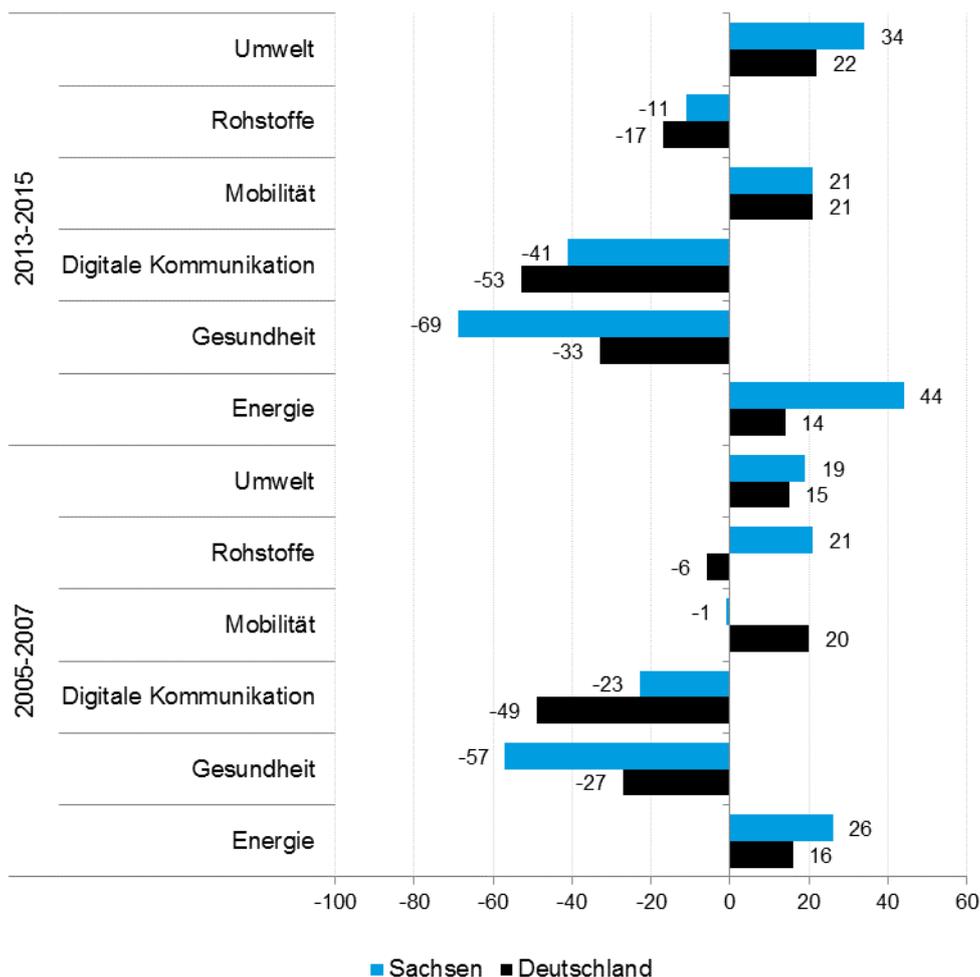
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Das hinsichtlich der in Sachsen erfolgten Patentanmeldungen viertgrößte Zukunftsfeld ist das **Zukunftsfeld Umwelt**. In diesem Bereich wurde über Jahre hinweg eine relativ konstante Anzahl von Patenten angemeldet. In Bezug auf Deutschland insgesamt werden hier Anteile von 4 % erreicht. Nimmt man die übrigen neuen Bundesländer als Vergleich, ergibt sich ein Verhältnis von 0,56:1.

Die gemessen an den Patentanmeldungen am wenigsten relevanten Bereiche sind das **Zukunftsfeld Gesundheit** sowie das **Zukunftsfeld Rohstoffe**. In beiden Fällen werden am aktuellen Rand weniger als 100 Patente pro Jahr angemeldet. Im Zukunftsfeld Gesundheit spiegelt sich dies in einem mit 2,3 % sehr geringen Anteil aller entsprechenden Anmeldungen in Deutschland. Im Zukunftsfeld Rohstoffe hingegen konnte Sachsen bis 2013 einen Anteil von 5,9 % aller deutschen Anmeldungen im Feld erzielen. Seit 2013 kam es jedoch zu einem deutlichen Rückgang auf nur noch 2,9 % im Jahr 2015.

In Abbildung 44 ist ergänzend zu den o.g. Anmeldezahlen sowie deren Anteilen am deutschen Patenaufkommen die Patentspezialisierung des Freistaates in den Zukunftsfeldern abgetragen. Der dargestellte „Relative Patentanteil (RPA)“ (Details zur Methodik siehe im Anhang Abschnitt 11.3) setzt den Anteil eines Zukunftsfeldes an allen Patentanmeldungen in Sachsen mit seinem entsprechenden Anteil in Deutschland bzw. der Welt insgesamt (Nulllinie) ins Verhältnis.

Abbildung 44: Patentspezialisierung (RPA) Sachsens in den Zukunftsfeldern



Anmerkung: Für die Berechnung des RPA wurden transnationale Patentanmeldungen verwendet, da die Darstellung der „Welt“ am DPMA sonst zu verzerrten Werten führen würde.
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Ein Blick auf die RPA-Werte Sachsens im Zeitraum 2013-2015 in Abbildung 44 dokumentiert eine unterdurchschnittliche Spezialisierung des Freistaates vor allem in den Zukunftsfeldern **Gesundheit**, **Digitale Kommunikation** und **Rohstoffe**. Dagegen findet sich in den Feldern **Umwelt**, **Mobilität** und **Energie** eine überdurchschnittliche Spezialisierung. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang, dass sich das sächsische Patentprofil in mehreren Bereichen an das bundesweite Profil anlehnt. So findet sich in Sachsen zwar durchaus eine national überdurchschnittliche Spezialisierung im Zukunftsfeld Digitale Kommunikation, diese bleibt im internationalen Vergleich allerdings immer noch deutlich unterdurchschnittlich.

Auch in den Zukunftsfeldern **Energie** und **Umwelt** setzt sich Sachsen positiv vom deutschen Mittelwert ab. Hierdurch wird in diesem Fall eine auf nationaler Ebene bereits bestehende Spezialisierung zusätzlich verstärkt. Im Zukunftsfeld **Gesundheit** fällt Sachsen hingegen hin-

ter eine national bereits unterdurchschnittliche Spezialisierung zurück und kann kein merkliches Profil ausbilden. Der Vergleich zum Zeitraum 2005 bis 2007 zeigt des Weiteren, dass sich die sächsische Spezialisierung im Feld **Digitale Kommunikation** in den vergangenen Jahren etwas verringert hat und jene im Bereich **Rohstoffe** merklich hinter den internationalen Durchschnitt zurückgefallen ist. Sachsens Profil in den Zukunftsfeldern **Energie und Umwelt** hingegen hat sich positiv und, insbesondere im Feld Energie, deutlich über den gesamtdeutschen Trend hinausgehend entwickelt.

Analyse der Patentanmeldungen nach Anmeldertypen

Im Folgenden wird analysiert, zu welchen Anteilen sächsische Patentanmeldungen innerhalb der Zukunftsfelder auf verschiedene Anmeldegruppen zurückgehen. Dies geschieht, indem die Angaben zum Patentanmelder im Detail analysiert werden. In Abbildung 45 wird differenziert nach dem Typ des Patentanmelders (Großunternehmen, KMU, universitäre und außeruniversitäre Forschung) für den Zeitraum 2013 bis 2015.

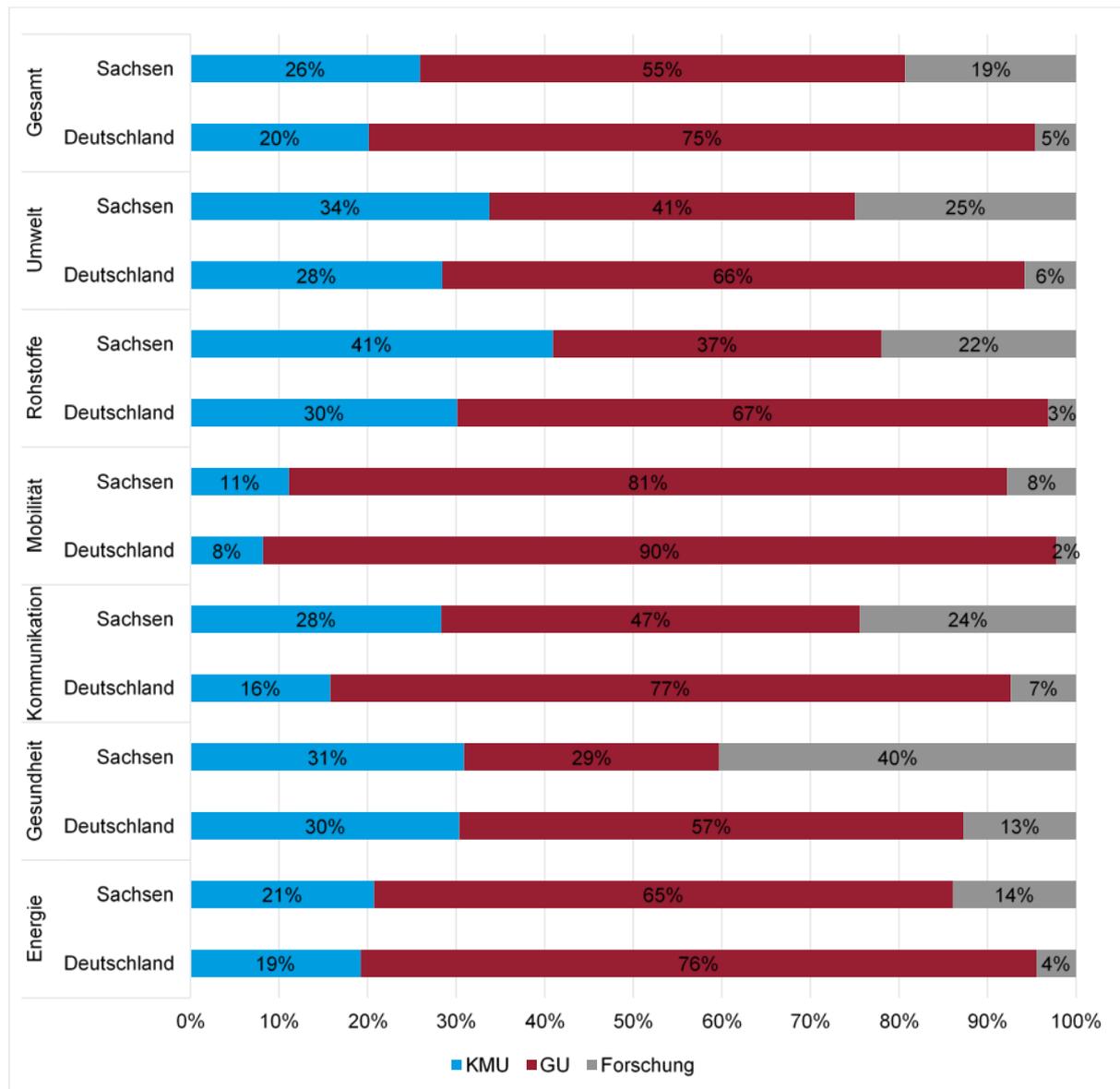
Insgesamt wird ersichtlich, dass der Anteil der Patentanmeldungen aus der Forschung in Sachsen mit 19 % vergleichsweise hoch ist. In Deutschland beträgt dieser Wert nur 5 %. Auch der Anteil von 26 % KMU-Anmeldungen liegt klar über dem deutschen Durchschnitt von 20 %. Gleichzeitig ist der Anteil der Patentanmeldungen von Großunternehmen in Sachsen mit 55 % unterdurchschnittlich. Hier liegt der Wert für Deutschland bei 75 %.

Dabei ergeben sich für die einzelnen Zukunftsfelder durchaus unterschiedliche Profile. In den Zukunftsfeldern **Umwelt, Rohstoffe** und **Digitale Kommunikation** finden sich dem Gesamtdurchschnitt vergleichbare Verteilungen, mit leicht überdurchschnittlichen Anteilen bei KMU-Anmeldungen. In den Zukunftsfeldern **Mobilität** und **Energie** hingegen ist der Anteil der Großunternehmen in Sachsen sowie auch in Deutschland deutlich höher als in den anderen Feldern. Im Zukunftsfeld **Gesundheit** erreicht der Anteil von Anmeldern aus dem Forschungssektor in Sachsen 40 %, während der gesamtdeutsche Mittelwert lediglich 13 % beträgt.

Die hohen Anteile der Patentanmeldungen aus der Forschung werden durch eine detaillierte Analyse der führenden Anmelder innerhalb Sachsens bekräftigt bzw. spezifiziert (siehe Tabelle 49). Der führende Anmelder innerhalb Sachsens ist die TU Dresden, gefolgt von den Unternehmen Von Ardenne GmbH und Novaled. Darüber hinaus erfolgt eine signifikante Anzahl von Anmeldungen seitens der TU Bergakademie Freiberg, der Universität Chemnitz, der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden und dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, damit Einrichtungen der universitären bzw. außeruniversitären Forschung. Einzig in den Zukunftsfeldern **Energie** und **Mobilität** sind mit der Von Ardenne GmbH bzw. der Li-Tec Battery im aktuellen Beobachtungszeitraum Unternehmen führend. In den anderen Feldern sind es Hochschulen. In den Feldern **Gesundheit** und **Digitale Kommunikation** ist die TU

Dresden der bedeutendste Akteur. Im Feld **Rohstoffe** weist die TU Bergakademie Freiberg die größten Anmeldezahlen auf, während im Feld **Umwelt** die Hochschule für Technik und Wirtschaft in Dresden die Rangfolge anführt. Auch auf diese folgen allerdings in den meisten Bereichen unmittelbar namhafte Großunternehmen und/oder Mittelständler. Unternehmen wie Von Ardenne oder auch Novaled kommt darüber hinaus in unterschiedlichen Zukunftsfeldern eine wesentliche Rolle zu.

Abbildung 45: Patentanteile nach Organisationstypen in den Zukunftsfeldern, 2013-2015



Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 49: Top 10 Patentanmelder in den Zukunftsfeldern, 2015

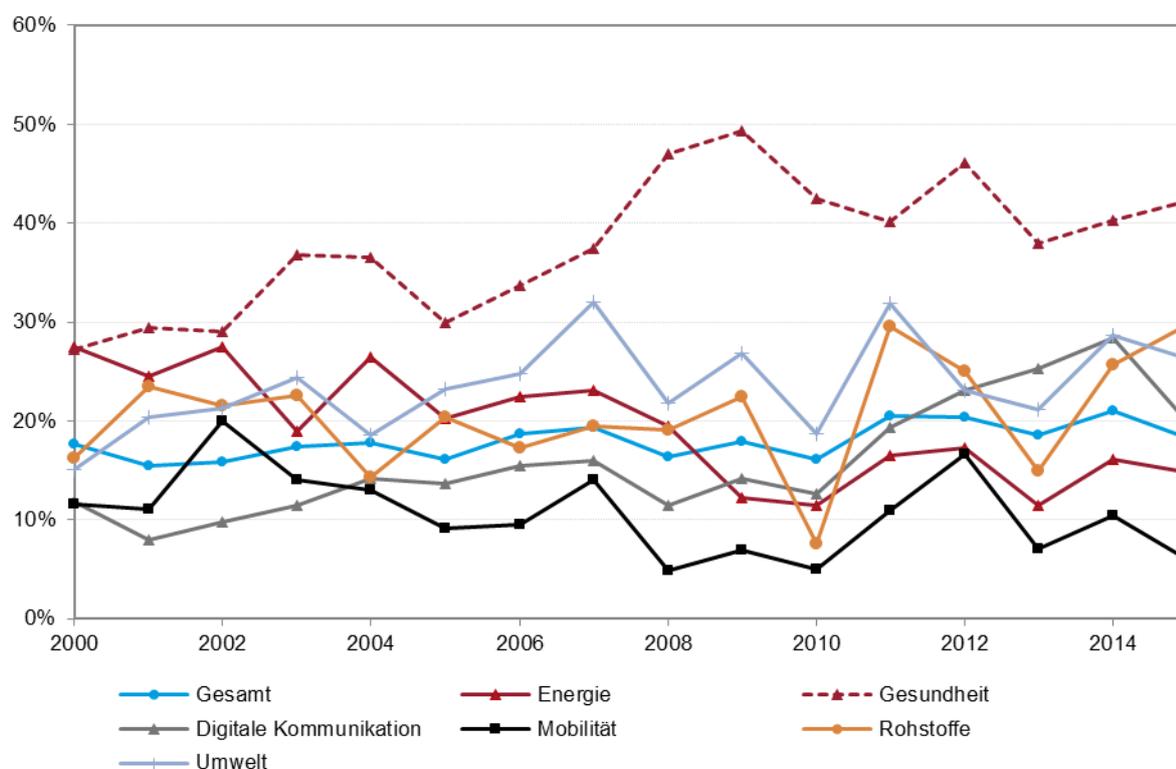
Gesamt	Energie
Technische Universität Dresden	Von Ardenne
Von Ardenne	Technische Universität Dresden
Novalied	Li-Tec Battery
Technische Universität Bergakademie Freiberg	Solarworld Innovations
Technische Universität Chemnitz	CTF Solar
SILTECTRA	Sunfire
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden	Technische Universität Bergakademie Freiberg
Infineon Technologies Dresden	ATB Akustik- und Trockenbau Dresden
Bubbles & Beyond	Hoppecke Advanced Battery Technology
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	Meyer Burger (Germany)
Gesundheit	Digitale Kommunikation
Technische Universität Dresden	Technische Universität Dresden
Universität Leipzig	Novalied
Biflow Systems	Von Ardenne
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	Infineon Technologies Dresden
IDT Europe	SILTECTRA
IMK Automotive	Solarworld Innovations
Novalied	Preh Car Connect
Precis Glashütte	Technisat Digital
Reha & Medi Hoffmann	Technische Universität Chemnitz
Technische Universität Bergakademie Freiberg	Hochschule Mittweida (FH)
Mobilität	Rohstoffe
Li-Tec Battery	Technische Universität Bergakademie Freiberg
Technische Universität Dresden	DAS Environmental Expert
Hoppecke Advanced Battery Technology	Sunfire
Sunfire	ULT
Von Ardenne	Technische Universität Chemnitz
Bits Zwickau Büromat IT-Systeme	GIP Grundwasser-Ingenieurbau-Planung
Bornit-Werk Aschenborn	Impulstec
Technische Universität Chemnitz	IWB Institut für Wasser und Boden Dresden
esprITschmiede GbR	Leichtbau-Zentrum Sachsen
HAP Handhabungs-, Automatisierungs- und Präzisionstechnik	Pewo Beteteiligungs GmbH
Umwelt	
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden	
Technische Universität Dresden	
Cotesa	
DAS Environmental Expert	
Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung	
Sunfire	
ULT	
BAG Budissa Agroservice	
Technische Universität Chemnitz	
fiberware Generalunternehmen für Nachrichtentechnik	

Anmerkung: Nur Patentanmelder mit offiziellem Sitz in Sachsen, keine Zweigstellen bzw. Töchter
 Grün = großer Anteil an allen Patentanmeldungen der Top 10 Anmelder, grau = mittlerer Anteil an allen Patentanmeldungen der Top 10, blau = kleiner Anteil an allen Patentanmeldungen der Top 10
 Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Patentanmeldungen sächsischer Forschungseinrichtungen in den Zukunftsfeldern

Wie Abbildung 46 zeigt, werden die bei weitem höchsten Anteile von Patentanmeldungen aus Forschungsinstituten und Universitäten im Zukunftsfeld Gesundheit erreicht, wenngleich hier seit 2009 ein leichter Rückgang zu beobachten war. Auch in den Feldern Rohstoffe, Umwelt und Digitale Kommunikation sind die Anteile überdurchschnittlich hoch. In den Zukunftsfeldern Energie und Mobilität hingegen bleibt der Anteil von Forschungsinstituten und Universitäten an den gesamten Patentanmeldungen vergleichsweise niedrig. Hier wird die Entwicklung überdurchschnittlich stark aus der Industrie getrieben.

Abbildung 46: Anteile der Patentanmeldungen aus Forschungsorganisationen, nach Zukunftsfeldern, in Prozent



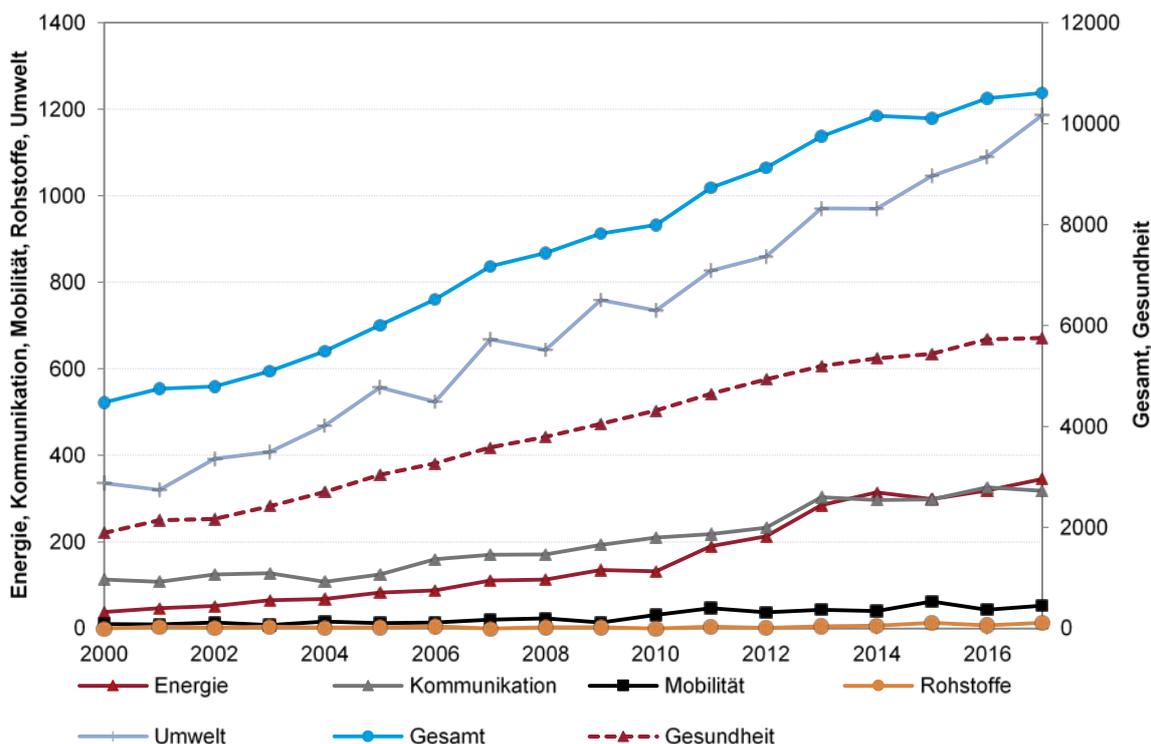
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Potenziale im wissenschaftlichen Bereich (Publikationsanalysen)

Um neben den Patentanmeldungen auch die **Potenziale der Wissenschaft** in Sachsen beleuchten zu können, ist in Abbildung 47 die Anzahl der Publikationen sächsischer Wissenschaftler in den Zukunftsfeldern sowie insgesamt dargestellt. Auf den ersten Blick fällt auf, dass die Publikationsanzahl deutlich weniger schwankt als die Anzahl der Patentanmeldungen. Das liegt nicht zuletzt daran, dass das Verfassen wissenschaftlicher Publikationen deutlich weniger stark an allgemeinwirtschaftliche Zyklen gekoppelt ist als die Finanzierung anwendungsorientierter FuE-Prozesse, aus denen Patentanmeldungen hervorgehen.

Insgesamt ist die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen in Sachsen seit dem Jahr 2000 stetig angestiegen. Während im Jahr 2000 noch etwa 4.500 Publikationen sächsischer Wissenschaftler erschienen, waren es im Jahr 2017 bereits mehr als 10.500. Die Anzahl der Publikationen hat sich somit insgesamt mehr als verdoppelt. In unterschiedlichem Umfang spiegelt sich dieser allgemeine Trend in allen zu betrachtenden Zukunftsfeldern wider.

Abbildung 47: Anzahl der Publikationen Sachsens, nach Zukunftsfeldern



Anmerkung: Linke Achse betrifft Zahlen für die Felder Energie, Kommunikation, Mobilität, Rohstoffe, Umwelt, Rechte Achse betrifft die Gesamtzahlen sowie das Feld Gesundheit

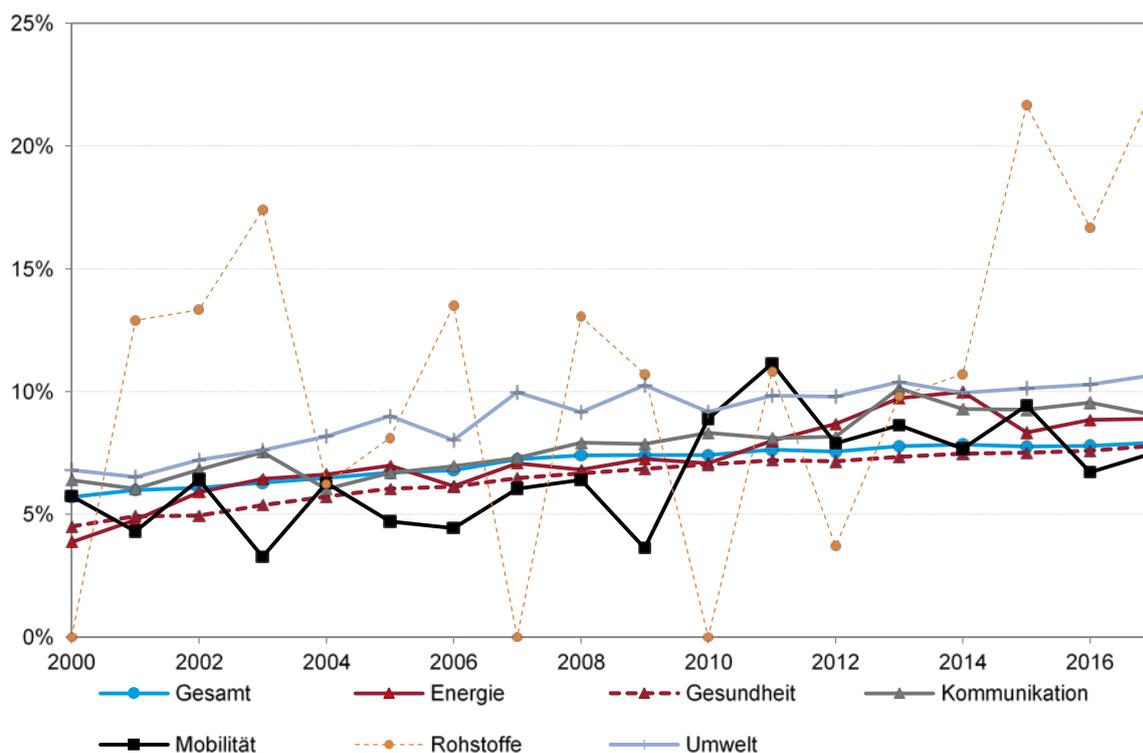
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die unter den Zukunftsfeldern größte Anzahl aller Veröffentlichungen findet sich im Feld **Gesundheit** und wird in Abbildung 47 daher mit den Gesamtwerten auf einer separaten y-Achse abgetragen. Hier können im Jahr 2017 knapp 6000 Publikationen sächsischer Wissenschaftler verzeichnet werden, seit dem Jahr 2000 hat sich ihre Zahl fast verdreifacht. Zwar ist auch in Deutschland insgesamt das Feld Gesundheit gemessen anhand der Publikationsanzahl das größte Feld. Jedoch liegt in Sachsen das Publikationswachstum deutlich über dem Durchschnitt.

Das gemessen an wissenschaftlichen Publikationen zweitgrößte Zukunftsfeld in Sachsen ist der Bereich **Umwelt**. Hier kann das größte Wachstum verzeichnet werden. Zu den mittelgroßen Zukunftsfeldern gehören die Felder **Energie** und **Digitale Kommunikation**. Auch in diesen ist über die Jahre hinweg ein leichtes Wachstum erkennbar.

Die Zukunftsfelder **Rohstoffe** und **Mobilität** bleiben hinsichtlich des Publikationsoutputs die kleinsten Felder innerhalb Sachsens. Im Feld Rohstoffe ergibt sich durch die geringen Publikationszahlen eine starke Volatilität der Anteile über die Jahre hinweg.

Abbildung 48: Anteil der Publikationen Sachsens, nach Zukunftsfeldern, Prozentanteil an allen deutschen Publikationen im jeweiligen Zukunftsfeld



Anmerkung: Die Volatilität im Zukunftsfeld Rohstoffe ist das Ergebnis kleiner Anmeldezahlen (<10).
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Das Wachstum der absoluten Publikationszahlen schlägt sich auch in den Anteilen an allen wissenschaftlichen Veröffentlichungen innerhalb der Zukunftsfelder nieder. Dies ist in Abbildung 48 dargestellt. Über alle Felder hinweg ist dabei ein Wachstum der Anteile Sachsens zu erkennen. Den größten Anteil an allen nationalen Publikationen findet sich am aktuellen Rand im Feld **Rohstoffe**, wobei es sich hierbei um ein absolut betrachtet sehr kleines Feld handelt, bei dem sich Veränderungen in der Anzahl der Publikationen stark auf die Anteile auswirken.

Nach den Rohstoffen kann der zweitgrößte Anteil Sachsens mit 11 % an den gesamtdeutschen Anmeldungen im Zukunftsfeld **Umwelt** verzeichnet werden. In diesem war bereits hinsichtlich der absoluten Zahlen das größte Wachstum erkennbar.

Nach dem Feld Umwelt folgen an dritter und vierter Stelle die Zukunftsfelder **Energie** und **Digitale Kommunikation**, wobei in beiden Fällen der Anteil an Deutschland bei ca. 9 % liegt.

Im Vergleich zu den übrigen der neuen Länder bedeutet dies Verhältnisse von 0,45:1 bzw. 0,46:1.

Die anteilig kleinsten Zukunftsfelder sind **Mobilität** und **Gesundheit**. Im Durchschnitt kommt Sachsen hier auf einen Publikationsanteil von ca. 8 % der gesamten deutschen Veröffentlichungen.

Mit Ausnahme der Felder Mobilität und Gesundheit liegen die Anteile Sachsens am Gesamtaufkommen aller deutschen Publikationen damit in den Zukunftsfeldern über dem Mittel.

Tabelle 50: Publikationen innerhalb der Zukunftsfelder, absolut, Anteile an Deutschland insgesamt, sowie Verhältnis zu den Anmeldungen der übrigen neuen Bundesländer

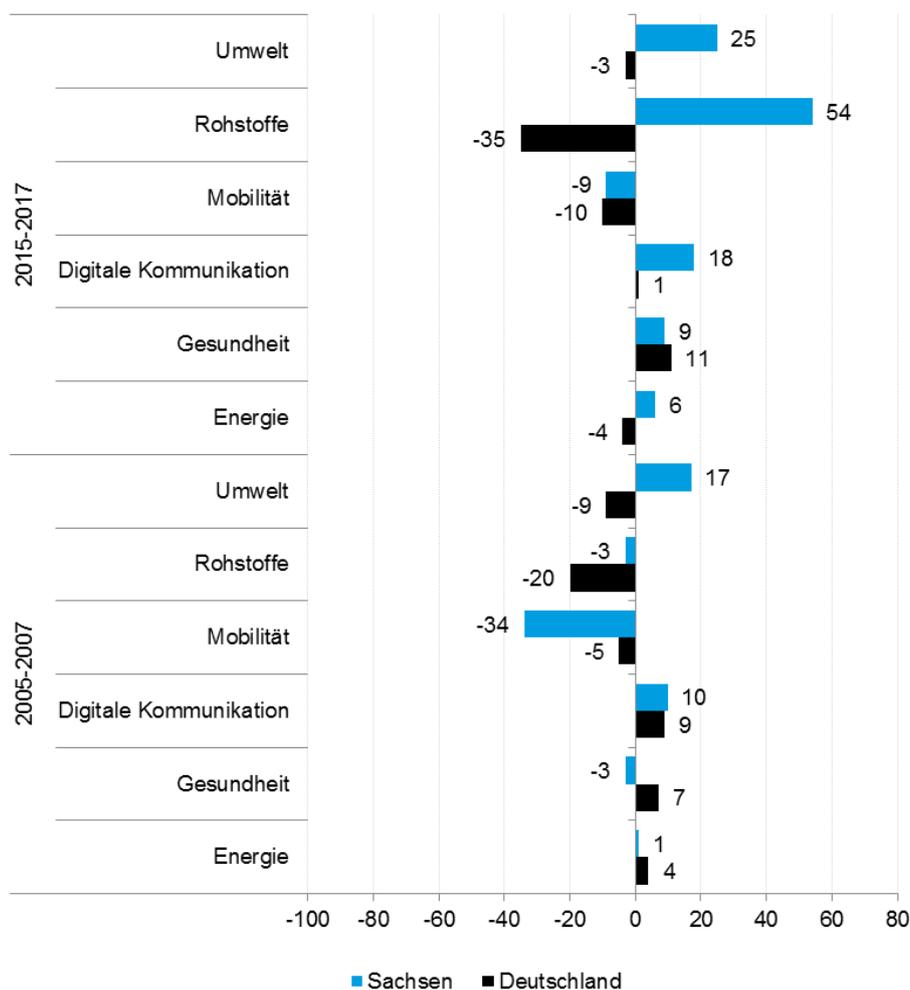
2015-2017	Land	Gesamt	Energie	Gesundheit	Digitale Kommunikation	Mobilität	Rohstoffe	Umwelt
absolut	Sachsen	31.210	963	16.926	942	158	33	3.322
	Deutschland	399.059	11.073	221.835	10.147	2.003	160	32.042
	alte Länder	326.843	9.272	183.198	8.412	1.692	131	25.623
	übrige neue Länder*	78.821	2.131	45.405	2.069	317	39	7.573
Anteil / Verhältnis Sachsens an / zu...	Deutschland	8 %	9 %	8 %	9 %	8 %	21 %	10 %
	alte Länder	0,10:1	0,10:1	0,09:1	0,11:1	0,09:1	0,25:1	0,13:1
	übrige neue Länder*	0,40:1	0,45:1	0,37:1	0,46:1	0,50:1	0,85:1	0,44:1

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen und Analysen des Fraunhofer ISI.

Auch für Publikationen lässt sich, ebenso wie für Patentanmeldungen ein Spezialisierungsindikator berechnen (Revealed Literature Advantage (RLA)) (Details zur Methodik siehe Anhang Abschnitt 11.3). Die Interpretation und Berechnung verläuft dabei analog zu jener bei den Patentanmeldungen. Die Publikationsspezialisierung (RLA) für Sachsen im Vergleich zu Deutschland gesamt ist in Abbildung 49 dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass Sachsen zurzeit nur im Zukunftsfeld **Mobilität** eine negative Spezialisierung aufweist. Ansonsten zeichnet sich ein eher ausgeglichenes Bild mit leicht positiven Werten in den meisten Zukunftsfeldern, wodurch deutlich wird, dass Sachsen im wissenschaftlichen Bereich über ein breites Portfolio in **allen Zukunftsfeldern** verfügt. Auffällig bleibt allerdings die in den vergangenen zehn Jahren noch deutlich angewachsene Spezialisierung im Zukunftsfeld **Rohstoffe**, insbesondere da ihr unter technologischen Gesichtspunkten keine vergleichbare Spezialisierung (mehr) gegenübersteht (siehe Patentanalyse).

Abbildung 49: Publikationsspezialisierung (RLA) Sachsens in den Zukunftsfeldern



Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Publizierende Organisationen in den Zukunftsfeldern

Zu den größten publizierenden Organisationen Sachsens insgesamt gehören die TU Dresden und die Universität Leipzig. Aus diesen beiden Universitäten kommen die meisten Publikationen sächsischer Wissenschaftler. Dies gilt auch für das Feld **Gesundheit**. Hier ist das Universitätsklinikum in Leipzig nach der TU Dresden und der Universität Leipzig die drittstärkste Organisation in Bezug auf wissenschaftliche Publikationen. In den Zukunftsfeldern **Mobilität**, **Energie** und **Digitale Kommunikation** ist die TU Dresden mit einigem Abstand die größte publizierende Organisation. Im Zukunftsfeld **Rohstoffe** gibt es vier große publizierende Organisationen: die TU Bergakademie Freiberg, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ sowie die TU Dresden und die Universität Leipzig, wobei die Publikationszahlen in diesem Feld, wie bereits erwähnt, vergleichsweise gering ausfallen. Im Feld **Umwelt** ist das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ klar die Organisation mit den meisten Publikationen innerhalb Sachsens.

Tabelle 51: Top 10 publizierende Organisationen in den Zukunftsfeldern, 2017

Gesamt	Energie
Technische Universität Dresden	Technische Universität Dresden
Universität Leipzig	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	Technische Universität Chemnitz
Helmholtz-Forschungszentrum Dresden-Rossendorf	IFW Dresden
Universitätsklinikum Leipzig	Technische Universität Bergakademie Freiberg
Technische Universität Chemnitz	Universität Leipzig
Technische Universität Bergakademie Freiberg	Helmholtz-Forschungszentrum Dresden-Rossendorf
IFW Dresden	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme
Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe	Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung
Gesundheit	Digitale Kommunikation
Universität Leipzig	Technische Universität Dresden
Technische Universität Dresden	Universität Leipzig
Universitätsklinikum Leipzig	Helmholtz-Forschungszentrum Dresden-Rossendorf
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	Technische Universität Chemnitz
Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften	IFW Dresden
Helmholtz-Forschungszentrum Dresden-Rossendorf	Technische Universität Bergakademie Freiberg
Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie	Max-Planck-Institut für Chemische Physik Fester Stoffe
Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
IFW Dresden	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig	Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme
Mobilität	Rohstoffe
Technische Universität Dresden	Technische Universität Bergakademie Freiberg
Technische Universität Bergakademie Freiberg	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Technische Universität Chemnitz	Technische Universität Dresden
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	Universität Leipzig
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme	Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig
IFW Dresden	IFW Dresden
Universität Leipzig	Institut für Gebirgsmechanik GmbH
Deutsches Biomasseforschungszentrum	Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden	Wismut GmbH
Cellex GmbH	
Umwelt	
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	
Technische Universität Dresden	
Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig	
Universität Leipzig	
Technische Universität Bergakademie Freiberg	
Helmholtz-Forschungszentrum Dresden-Rossendorf	
Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie	
Leibniz-Institut für Troposphärenforschung	
Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung	
German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv)	

Anmerkung: Grün = großer Anteil an allen Publikationen der Top 10 publizierenden Organisationen, grau = mittlerer Anteil an allen Publikationen der Top 10, blau = kleiner Anteil an allen Publikationen der Top 10.

Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Zusammenfassung

Die Analyse der Zukunftsfelder zeigt, dass, absolut betrachtet, die meisten Patentanmeldungen auf die Zukunftsfelder Energie und Digitale Kommunikation entfallen, wobei die Aktivitäten im Zukunftsfeld Digitale Kommunikation in den vergangenen Jahren eher zurückgegangen sind. Im Feld Energie hingegen sind sie – absolut wie auch anteilig gesehen – stark angestiegen. Das drittgrößte Zukunftsfeld im Patentportfolio Sachsens ist das Feld Mobilität, gefolgt vom Feld Umwelt. Die absolut gesehen kleinsten Felder bleiben die Zukunftsfelder Gesundheit und Rohstoffe. Die aktuellen Spezialisierungswerte zeichnen ein ähnliches Bild: In den Feldern Umwelt, Mobilität und Energie werden positive Spezialisierungswerte erreicht, während in den Feldern Gesundheit, Digitale Kommunikation und Rohstoffe im weltweiten Vergleich klar unterdurchschnittliche Werte erzielt werden. Insgesamt ist also eine Verschiebung von den Feldern Digitale Kommunikation und Rohstoffe in Richtung des Feldes Energie (und teilweise Umwelt) zu beobachten.

Bei der Analyse der Publikationen zeigen sich leicht gegenläufige Effekte. Hier findet sich die weitaus größte Anzahl der Publikationen im Zukunftsfeld Gesundheit, wo sich die Zahl aller Veröffentlichungen seit dem Jahr 2000 fast verdreifacht hat. Auch in Deutschland insgesamt ist das Feld Gesundheit gemessen anhand der Publikationsanzahl das größte Feld. Dennoch konnte in Sachsen ein noch deutlich höheres Wachstum als in Gesamtdeutschland verzeichnet werden. Ähnliches gilt für das Feld Umwelt, das, gemessen an den Publikationen, das zweitgrößte Zukunftsfeld darstellt. Zu den mittelgroßen Zukunftsfeldern in Sachsen zählen die Felder Energie und Digitale Kommunikation, für die über die Jahre hinweg ebenfalls ein leichtes Wachstum erkennbar ist. Die Felder Rohstoffe und Mobilität sind unter dem Gesichtspunkt wissenschaftlicher Veröffentlichungen die kleinsten Felder innerhalb Sachsens, wobei die Anteile an den deutschen Anmeldungen bei Rohstoffen vergleichsweise groß ausfallen. Die Spezialisierungsanalysen zeigen, dass Sachsen aktuell nur im Feld Mobilität eine negative Spezialisierung aufweist. Ansonsten zeichnet sich aus dieser Perspektive ein eher ausgeglichenes Bild mit leicht positiven Spezialisierungswerten in den meisten Zukunftsfeldern ab. Hierdurch wird deutlich, dass sich Sachsen wissenschaftlich nicht nur auf ein Zukunftsfeld spezialisiert, sondern Aktivitäten in vielen Zukunftsfeldern vorweisen kann.

5.2. Innovationsträger nach Zukunftsfeldern

Methode

Um den Branchengrenzen überschreitenden Ansatz, der in der neuen Innovationsstrategie für die Zukunftsfelder gewählt werden soll, bei der Analyse des Innovationsgeschehens in den Zukunftsfeldern zu berücksichtigen, werden den Unternehmen Zukunftsfeldern auf Basis einer bibliometrischen Textanalyse von Geschäftstätigkeitsbeschreibungen sowie den auf den Internetseiten von Unternehmen verfügbaren Texten zugeordnet. Diese Kategorisierung dient primär dazu, innovative Akteure („Innovationsträger“) zu identifizieren, die bestimmte Innovationen in den Zukunftsfeldern durch FuE oder nicht-FuE-basierte innovative Aktivitäten maßgeblich vorantreiben. Akteure der Nachfrageseite sowie Unternehmen, die zwischen Innovationsträgern und der Nachfrageseite agieren, wurden nicht einbezogen. Das bedeutet, dass weder Akteure, die die Diffusion von den jeweiligen Innovationen unterstützen, wie z.B. beratende Dienstleister, noch Akteure, die die Innovationen weiterverarbeiten oder bei den Nutzern in Betrieb setzen, in die Analyse einbezogen werden.

Um die Unternehmen in den einzelnen Zukunftsfeldern zu identifizieren, wurde wie folgt vorgegangen.

- Zu Beginn erstellten wir auf Basis des Mannheimer Innovationspanels (MIP, siehe Box 2 S. 66) eine Stichprobe mit allen innovationsaktiven Unternehmen, die Teil der vom ZEW durchgeführten Innovationserhebung für Sachsen sind. Diese Gruppe von Unternehmen umfasst insgesamt 670 innovative sächsische Unternehmen und stellt einen repräsentativen Teil aller sächsischen Innovatoren dar.
- Durch die Verknüpfung dieser Stichprobe mit dem Mannheimer Unternehmenspanel (MUP, siehe Box 4 S. 247) erlangten wir die Wirtschaftszweigzuordnung der Unternehmen sowie die URLs zu deren Internetpräsenzen (Homepages).
- Ausgehend von dieser Stichprobe wurde ein eigens (vom ZEW) programmierter Web Scraper eingesetzt (vgl. Kinne und Axenbeck, 2018), um die Quelltexte der verschiedenen Webseiten einer Internetpräsenz eines jeden Unternehmens herunterzuladen. Die erfassten Texte wurden in einer Textdatei gespeichert und bereinigt.
- Die Bereinigung der Textdaten umfasst z.B. die Aussortierung von Textinhalten der Internetpräsenzen, die für die Analyse nicht relevant bzw. für die Begriffssuche verzerrende und irreführende Informationen enthalten. An dieser Stelle sei beispielhaft das Impressum,

die AGBs, die Datenschutzverordnung sowie Kontaktlisten von Kunden oder Sponsoren genannt.

- Das Grundprinzip der TexAn-Textanalyse baut auf zwei Komponenten auf. Zum einen werden bestimmte und für jeden Subbereich spezifische Suchbegriffe, Textbausteine sowie Wirtschaftszweige mittels sog. seeker definiert. Zum anderen wird eine Logikabfrage (ein sog. texaner) entwickelt, welche die verschiedenen, zuvor definierten seeker logisch verknüpft und in Verbindung setzt. Die Webseitentexte werden im Anschluss auf Basis der im texaner definierten Logik durchsucht.
- Durch eine Begriffsverknüpfung in Kombination mit für den Subbereich relevanten Wirtschaftszweigen kann die Suche nach den Textbausteinen explizit auf Unternehmen in bestimmten Wirtschaftszweigen gerichtet werden. Gleichmaßen können Unternehmen aus bestimmten Wirtschaftszweigen von der Suche nach relevanten Textbausteinen ausgeschlossen werden. Ist die Logikbedingung erfüllt, werden die Unternehmen von dem texaner dem entsprechenden Subbereich eines Zukunftsfeldes zugeordnet und als Treffer klassifiziert. Ein Treffer ist hier im Sinne von einer erfolgten Unternehmenszuordnung zu dem gerade analysierten Subbereich zu verstehen.
- Jeder Subbereich eines jeden Zukunftsfeldes wurde separat untersucht. Das bedeutet, dass für jeden Subbereich individuelle Textbausteine definiert und individuelle Logikabfragen programmiert wurden.
- Dieses Verfahren kann zwei unterschiedliche Fehlerarten mit sich ziehen: 1) Ein Unternehmen wird zu einem falschen Subbereich eingeordnet (False Positive) oder 2) die richtige Zuordnung eines existierenden, relevanten Unternehmens zu einem bestimmten Subbereich unterbleibt (False Negative). Um die seeker mit den Suchbegriffen und Wirtschaftszweigen sowie eine Logikabfrage durch den texaner hinreichend gut zu programmieren und aufeinander abzustimmen, sodass beide Fehler minimiert werden, bedarf es einem iterativen Optimierungsprozess.
- Um den Fehler 2) False Negative möglichst gering zu halten, wurden die Abfragen zu Beginn sehr offen und breit angesetzt. So konnte nach Sichtung der Internetseiten der Unternehmen ein erster Überblick über alle potenziellen Treffer gewonnen werden. Dieses Verfahren hat zwar den Nachteil, dass viele falsche Unternehmenskategorisierungen unter der Trefferliste ausgegeben werden, es hat jedoch gleichzeitig den Vorteil, dass die potenziell möglichen, richtigen Treffer bekannt sind.

- Der Fehler 1) False Positive wurde minimiert, indem die Internetseiten der vom texaner kategorisierten Unternehmen einzeln betrachtet wurden und falsch kategorisierte Unternehmen durch eine Anpassung der Suchbegriffe oder der Wirtschaftszweige aus der Trefferliste entfernt wurden. Das bedeutet, die Textanalyse wurde iterativ spezifischer und restriktiver definiert, bis eine Kombination aus Textbausteinen und Wirtschaftszweigen hinreichend wenig False-Positive-Treffer lieferte.

Diese Optimierung auf Ebene der Subbereiche ist aufwendig und zudem unsicher im Hinblick auf die ex-ante Beurteilung der Verwertbarkeit der erzielten Ergebnisse. Umso wichtiger ist es folglich, dass diese iterativen Optimierungsprozesse auf Basis einer kleinen, übersichtlichen und relevanten Unternehmensstichprobe durchgeführt werden. Deshalb erfolgte die Optimierung der einzelnen Bestandteile der Textanalyse auf Basis der innovierenden Unternehmen in Sachsen.

Nach diesen Optimierungsschritten anhand der Lern-Stichprobe wurden die fertigen TexAn-Suchanfragen auf die Internetseiten aller wirtschaftsaktiven, deutschen Bestandsunternehmen der vergangenen drei Jahre angewandt. Dieses Vorgehen hat zum einen den Vorteil, dass Vergleiche über die Aktivität von Innovationsträgern in den Zukunftsfeldern von Sachsen mit anderen Regionen möglich sind. Zum anderen werden alle Unternehmen als potenzielle Innovationsträger berücksichtigt und die Analyse bindet nicht nur innovative Unternehmen der Innovationserhebung mit ein.

Unternehmen der folgenden Zukunftsfelder und Subbereiche konnten mit dem beschriebenen Verfahren identifiziert werden:

Tabelle 52: Untersuchte Subbereiche nach Zukunftsfeldern

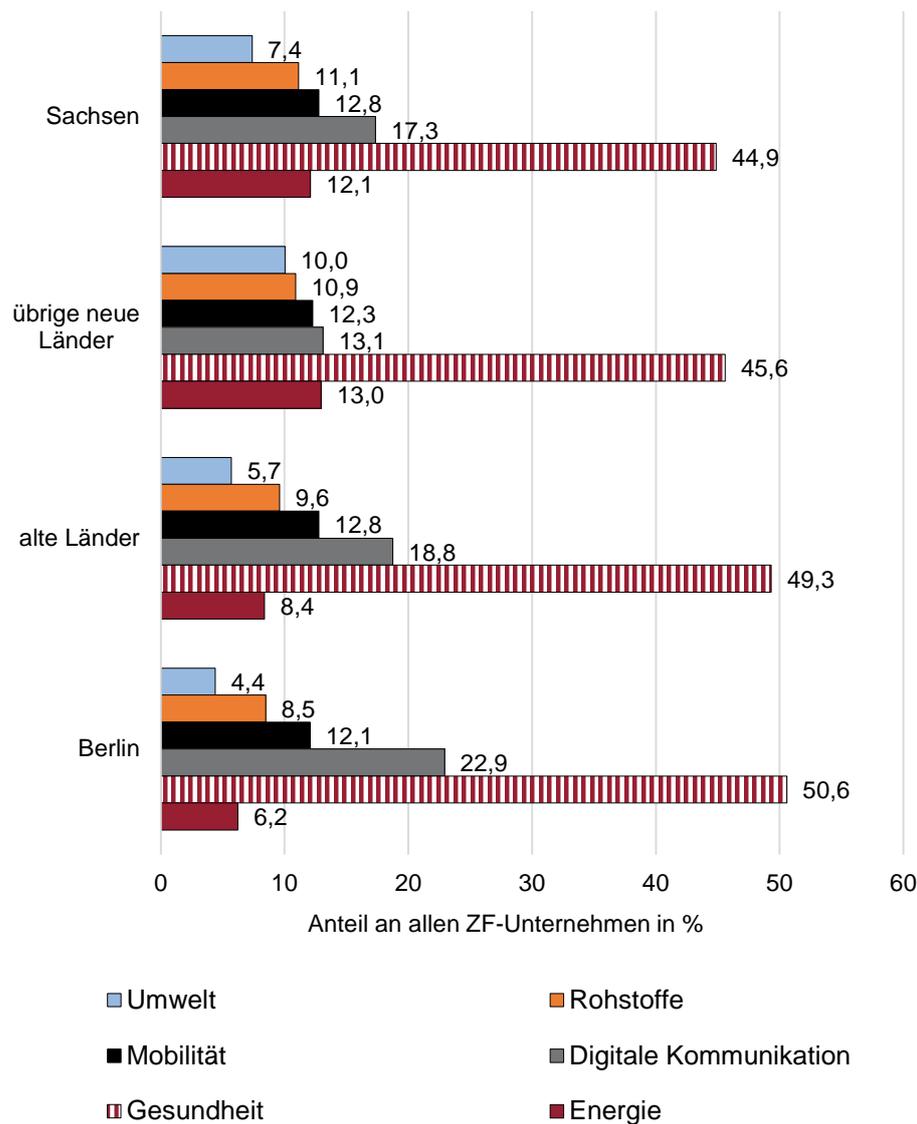
	Zukunftsfeld	Subbereich
1	Umwelt	Wasserwirtschaft, -reinigung, -aufbereitung
		Landwirtschaft
2	Rohstoffe	Rohstoffgewinnung
		Rohstoffaufbereitung
		Substitution von Rohstoffen
		Recycling
3	Digitale Kommunikation	Industrie 4.0/Smart Production
		Smart Home, Public Safety, Cyber Security
		Mikro- und Nanoelektronik
		Data Analytics, Cloud Computing, Softwareentwicklung
4	Energie	Energieproduktion durch erneuerbare Energien
		Energiespeicherung
		Energieverteilung
5	Mobilität	neue Fahrzeugkonzepte (Elektro-, Hybrid-Fahrzeug)
		Intelligente Verkehrs- und Logistiksysteme
		Sharing-Modelle
6	Gesundheit	Health-Care-Industrie (Pharma, Medizin-, Gerontotechnik, Bio- und Gentechnologie)
		Gesundheitstourismus, Medical Wellness, Gesundheitssport
		E-Health (Digitalisierung im Gesundheitssystem, Telemedizin)

Unternehmen in Zukunftsfeldern

Es wurden insgesamt 85.282 Unternehmen in Deutschland identifiziert, die im Jahr 2017 wirtschaftsaktiv waren und in einem der sechs Zukunftsfelder tätig sind. 95,6 % der Unternehmen sind nur in einem Zukunftsfeld aktiv, 4,0 % in zwei, 0,3 % in drei und 0,01 % (= 12 Unternehmen) in vier Feldern. Deutschlandweit sind 48,8 % aller Unternehmen im Zukunftsfeld Gesundheit tätig, 18,5 % im Feld Digitale Kommunikation, 12,8 % im Feld Mobilität, 9,8 % im Feld Rohstoffe, 8,7 % im Feld Energie und 6,1 % im Feld Umwelt (wobei Unternehmen, die in mehreren Feldern aktiv sind, mehrfach gezählt wurden).

In Sachsen ist der Anteil der Unternehmen in drei Zukunftsfeldern überdurchschnittlich hoch (Abbildung 50): Energie (12,3 %), Rohstoffe (11,2 %) und Umwelt (7,5 %). Die Felder Gesundheit (44,6 %) und Digitale Kommunikation (17,3 %) sind in Sachsen hingegen unterrepräsentiert. Im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern weist Sachsen allerdings einen überdurchschnittlich hohen Anteil von Zukunftsfeld-Unternehmen auf, die im Feld Digitale Kommunikation aktiv sind.

Abbildung 50: Verteilung der Unternehmen nach Zukunftsfeldern in Sachsen, den übrigen neuen Ländern, den alten Ländern und Berlin, 2017



Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Die absolute Anzahl von Unternehmen in Sachsen, für die Aktivitäten in zumindest einem der sechs Zukunftsfelder identifiziert wurden, liegt bei 3.657 (Tabelle 53). Dies sind 4,3 % aller Unternehmen in Deutschland mit Zukunftsfeld-Aktivitäten. Die meisten Unternehmen finden sich im Zukunftsfeld Gesundheit (1.630), hier wiederum im Subbereich Gesundheitstourismus, Medical Wellness und Gesundheitssport. Darunter fallen auch zahlreiche Arztpraxen und Anbieter von sportbezogenen Gesundheitsangeboten. Das von der Unternehmenszahl her zweitgrößte Zukunftsfeld in Sachsen ist die Digitale Kommunikation (633), wobei der größte Teil der dem Subbereich Data Analytics, Cloud Computing und Softwareentwicklung zugeordnet ist. Die drei Zukunftsfelder Mobilität (470), Energie (448) und Rohstoffe (410) weisen ähnlich hohe Unternehmenszahlen auf. Das kleinste Zukunftsfeld in Bezug auf die Unternehmenszahl ist Umwelt (273), der die Subbereiche Wasserwirtschaft und Landwirtschaft umfasst. Dabei ist

zu berücksichtigen, dass im Mannheimer Unternehmenspanel⁶² i.d.R. nur Landwirtschaftsbetriebe mit einer unternehmensrechtlichen Rechtsform enthalten sind.

Tabelle 53: Anzahl sächsischer Unternehmen in Zukunftsfeldern nach Subbereichen, 2017

		Anzahl Unternehmen (Mehrfachzuordnung zu Subbereichen und Feldern möglich)	Anteil an allen Unternehmen in Deutschland in %
Umwelt	Wasserwirtschaft, -reinigung, -aufbereitung	117	7,6
	Landwirtschaft ^{a)}	157	4,2
	Gesamt*	273	5,2
Rohstoffe	Rohstoffgewinnung/-aufbereitung	129	5,1
	Recycling, Substitution von Rohstoffen	287	4,8
	Gesamt*	410	4,9
Digitale Kommuni- kation	Industrie 4.0, Smart Production	193	5,0
	Smart Home, Public Safety, Cyber Security	78	4,6
	Mikro- und Nanoelektronik	63	6,7
	Data Analytics, Cloud Computing, Softwareentwickl.	337	3,3
	Gesamt*	633	4,0
Energie	Energieproduktion durch Erneuerbare Energien	325	5,9
	Energiespeicherung	124	6,9
	Energieverteilung	26	2,9
	Gesamt*	448	6,0
Mobilität	neue Fahrzeugkonzepte	180	5,3
	Intelligente Verkehrs- und Logistiksysteme	189	3,3
	Sharing-Modelle	118	5,8
	Gesamt*	470	4,3
Gesund- heit	Health-Care-Industrie	382	4,7
	Gesundh.tourismus, Med. Wellness, Gesundh.sport	994	3,7
	E-health	430	4,1
	Gesamt*	1.630	3,9
Gesamt**		3.657	4,3

Anmerkung: *ohne Mehrfachzählungen innerhalb eines Zukunftsfelds; **ohne Mehrfachzählungen

^{a)}nur Landwirtschaftsbetriebe mit einer unternehmensrechtlichen Rechtsform.

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Die Branchenverteilung der Unternehmen in den sechs Zukunftsfeldern in Tabelle 54 zeigt, dass in jedem Zukunftsfeld ein großer Anteil der Unternehmen auf relativ wenige Wirtschaftszweige konzentriert ist, dass es aber in allen Zukunftsfeldern auch zahlreiche Unternehmen gibt, die nicht in einem der „naheliegenden“ Wirtschaftszweige tätig sind. Im Zukunftsfeld Umwelt sind mehr als die Hälfte der sächsischen Unternehmen in den drei Branchengruppen

⁶² Weitere Erläuterungen zu diesem Datensatz können in der Box 4, S. 247 nachgelesen werden.

Land- und Forstwirtschaft, Wasserversorgung/Entsorgung und Baugewerbe anzutreffen. Außerdem finden sich noch relativ viele Unternehmen in diesem Zukunftsfeld im Bereich der Ingenieurbüros und der sonstigen Dienstleistungen. Im Zukunftsfeld Rohstoffe ist knapp die Hälfte der Unternehmen in den drei Branchengruppen Wasserversorgung/Entsorgung, Ingenieurbüros/FuE/Werbung und Baugewerbe anzutreffen. Weitere Branchengruppen mit einer höheren Unternehmenszahl sind der Handel und die Metallindustrie. Im Bergbau sind nur rund 2 % der Unternehmen dieses Zukunftsfelds tätig, was die insgesamt sehr geringe Anzahl an Unternehmen im Bergbau widerspiegelt. Das Zukunftsfeld Digitale Kommunikation weist vier sektorale Schwerpunkte auf: Information und Kommunikation (insbesondere die Softwarebranche), Elektronik/Elektrotechnik, Metallindustrie (insbesondere im Subbereich Smart Production) und Maschinen- und Fahrzeugbau. In diesen vier Branchengruppen sind zwei Drittel aller sächsischen Unternehmen dieses Zukunftsfelds tätig. Im Zukunftsfeld Energie konzentrieren sich mehr als 80 % der Unternehmen auf vier Branchengruppen: Energieversorgung, Ingenieurbüros, Maschinen- und Fahrzeugbau sowie Elektroindustrie. Im Zukunftsfeld Mobilität ist die sektorale Konzentration weniger stark ausgeprägt. Die drei größten Branchen (sonstige Unternehmensdienste, Handel und Transport/Logistik) stellen 46 % der sächsischen Unternehmen dieses Zukunftsfelds. Das Zukunftsfeld Gesundheit weist wiederum eine hohe Konzentration auf eine einzige Branche auf: 62 % der Unternehmen finden sich in den Gesundheitsdienstleistungen. Als zweitgrößte Branchengruppe vereinigt die Medizintechnik 8 % der sächsischen Unternehmen dieses Zukunftsfelds auf sich.

Zu beachten ist, dass die Größenstruktur der Unternehmen in den Zukunftsfeldern der Größenstruktur der Unternehmenspopulation in Deutschland insgesamt entspricht, d.h. die allermeisten Unternehmen sind gemessen an der Beschäftigten- oder Umsatzzahl klein. Deutschlandweit weisen 46 % der Unternehmen mit Zukunftsfeldaktivitäten weniger als fünf Beschäftigte auf (inkl. Selbstständigen-Unternehmen ohne eigene Beschäftigte). In Sachsen ist der Anteil dieser Mikro-Unternehmen mit 43 % etwas niedriger. 19 % (Sachsen: 18 %) der Unternehmen weisen zwischen fünf und neun Beschäftigte auf, 26 % (Sachsen: 27 %) sind Kleinunternehmen mit zehn bis 49 Beschäftigten. Mittlere Unternehmen (50 bis 249 Beschäftigte) stellen in Deutschland 7 % aller Unternehmen mit Zukunftsfelder-Aktivitäten (Sachsen: 9 %), 2 % sind Großunternehmen (Sachsen ebenfalls 2 %).

Tabelle 54: Verteilung der sächsischen Unternehmen in Zukunftsfeldern nach Branchengruppen in Prozent, 2017

WZ	Bezeichnung	Umwelt	Rohstoffe	Digitale Kommunik.	Energie	Mobilität	Gesund- heit	Gesamt
1-3	Land-/Forstwirtschaft	22	0	0	0	0	0	2
5-9	Bergbau	0	2	0	0	0	0	0
10-12	Nahrung/Getränke	3	1	0	1	0	0	0
13-15	Textil/Bekleidung/Leder	0	1	0	0	0	0	0
16-18	Holz/Papier/Druck	4	1	1	0	1	0	1
19-21	Chemie/Pharma	1	0	1	0	0	1	1
22-23	Kunststoff/Steinwaren	3	3	1	2	1	0	1
24-25	Metalle/Metallwaren	2	6	11	5	3	0	3
26-27	Elektronik/Elektrotechnik	2	2	11	11	5	1	4
28-30	Maschinen-/Fahrzeugbau	3	5	9	12	7	0	4
31-33	Möbel/Medizintechnik/Reparatur	2	3	6	2	5	8	5
35	Energieversorgung	2	0	1	42	3	0	5
36-39	Wasserversorgung/Entsorgung	18	18	0	0	1	0	4
41-43	Baugewerbe	12	11	1	3	2	2	4
45-47	Handel	0	8	3	0	14	4	5
49-53	Transport/Logistik	0	2	1	0	10	1	2
55-56	Gastgewerbe	2	1	0	0	2	2	1
58-63	Information & Kommunikation	2	1	35	0	7	1	7
64-66	Banken/Versicherungen	2	3	4	0	2	1	2
68-70	Immobil./Rechts-/Untern.-beratung	0	3	2	0	1	2	2
71-74	Ingenieurbüros/FuE/Werbung	8	15	8	18	7	3	7
77-82	sonstige Unternehmensdienste	3	6	2	1	22	3	5
84-89	öff. Verwalt./Bildung/Gesundheit	1	2	2	0	0	62	28
90-99	sonstige Dienstleistungen	8	6	1	1	6	7	6
		100	100	100	100	100	100	100

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Innovationstätigkeit in den Zukunftsfeldern

Für die Analyse der Innovationsaktivitäten von Unternehmen in den Zukunftsfeldern werden die identifizierten Unternehmen mit den Unternehmen verknüpft, die in der deutschlandweiten Innovationserhebung (Mannheimer Innovationspanel) bzw. in der Innovationserhebung Sachsen im Jahr 2017 (d.h. zum Berichtsjahr 2016) befragt wurden. Da sich die Innovationserhebung nur an Unternehmen ab 5 Beschäftigte in der produzierenden Industrie und in ausgewählten Dienstleistungssektoren richtet, kommen nur 22.274 der 85.282 Unternehmen für die Analyse der Innovationsaktivitäten in Frage.⁶³ Von den 3.657 sächsischen Unternehmen in Zukunftsfeldern befinden sich 1.110 im Berichtskreis der Innovationserhebung.

Durch diese Einschränkung fallen in erster Linie die Mikrounternehmen (0-4 Beschäftigte) aus der Untersuchung heraus, was angesichts des geringen quantitativen wirtschaftlichen Gewichts dieser Gruppe die Aussagekraft der Analysen nicht einschränkt. Ungünstiger ist dagegen, dass für manche Zukunftsfelder wichtige Branchen nicht abgebildet werden können, wie z.B. die Landwirtschaft im Feld Umwelt, die Gesundheitsdienstleistungen im Feld Gesundheit, das Baugewerbe in den Feldern Umwelt und Rohstoffe sowie die sonstigen Dienstleistungen in den Feldern Umwelt, Rohstoffe und Gesundheit. Die drei Zukunftsfelder Mobilität, Energie und Digitale Kommunikation können dagegen sehr umfassend über die in der Innovationserhebung erfassten Branchen dargestellt werden.

Da es sich bei der Innovationserhebung um eine Stichprobenerhebung handelt, sind auch nur ein Teil dieser 22.274 bzw. 1.110 Unternehmen in der Stichprobe der Innovationserhebung enthalten.⁶⁴ Um repräsentative Ergebnisse zu ermitteln, werden die Angaben der Unternehmen aus Zukunftsfeldern, die an der Innovationserhebung teilgenommen haben, auf alle Unternehmen in den Zukunftsfeldern in Sachsen bzw. in Deutschland insgesamt (differenziert nach neuen Ländern inkl. Berlin und alten Ländern) hochgerechnet. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs für Unternehmen in Zukunftsfeldern ist eine Differenzierung der Analyse der Innovationsaktivitäten nach den sechs Zukunftsfeldern nicht sinnvoll möglich, da die Ergebnisse zu sehr von den Antworten einzelner Unternehmen abhängen würden.

Die 1.110 sächsischen Unternehmen aus Zukunftsfeldern im Berichtskreis der Innovationserhebung beschäftigten im Jahr 2016 knapp 54.000 Mitarbeiter und erzielten einen Umsatz von

⁶³ Die Innovationserhebung umfasst die Branchen 5-39, 46, 4953, 58-66, 69, 70.2, 71-74, 78-82 der Wirtschaftszweigsystematik 2008.

⁶⁴ Da die durchschnittliche Ziehungswahrscheinlichkeit in der deutschlandweiten Innovationserhebung bei 13 % und die durchschnittliche Antwortquote bei etwa 25 % liegt, liegen nur für etwa 4 % der Unternehmen der Grundgesamtheit Beobachtungen vor, die für Hochrechnungen genutzt werden können. Für Sachsen ist der Anteilswert wegen einer höheren Ziehungswahrscheinlichkeit mit 9 % höher.

22,9 Mrd. Euro. Bezogen auf alle Unternehmen im Berichtskreis der Innovationserhebung, liegt der Anteil der Unternehmen mit Zukunftsfeld-Aktivitäten bei 7,6 %, wie Tabelle 55 zeigt. Der Anteil der in diesen Unternehmen Beschäftigten an allen Beschäftigten ist mit 9,7 % merklich höher. Erheblich höher ist der Anteil der Zukunftsfeld-Unternehmen am gesamten Umsatz der Unternehmen im Berichtskreis der Innovationserhebung, er liegt bei 13,5 %. Für den relativ hohen Umsatzanteil von Zukunftsfeld-Unternehmen sind insbesondere einzelne umsatzstarke Großunternehmen in der Elektronikindustrie, den IT-Dienstleistungen sowie im Maschinen- und Fahrzeugbau verantwortlich.

Die Bedeutung der Zukunftsfeld-Unternehmen für Beschäftigung und Umsatz der sächsischen Wirtschaft (in der Abgrenzung der Innovationserhebung) ist geringer als in den übrigen neuen Ländern (inkl. Berlin) und den alten Ländern. In den übrigen neuen Ländern stellen die Zukunftsfeld-Unternehmen 12,6 % der Beschäftigten und 23,2 % des Umsatzes. In den alten Ländern liegen die entsprechenden Anteilswerte bei 16,4 % (Beschäftigte) und 22,3 % (Umsatz).

Zu den Branchen in Sachsen, in denen ein relativ hoher Anteil der Unternehmen in Zukunftsfeldern aktiv ist, zählen Bergbau/Energieversorgung/Wasser/Entsorgung (32 %), Elektronik/Elektrotechnik (19 %), Information und Kommunikation (19 %), Maschinen- und Fahrzeugbau (15 %) sowie die Branchengruppe Möbel/Medizintechnik/Reparatur (15 %), wobei in letzterer vor allem die Medizintechnik sehr viele Unternehmen aus Zukunftsfeldern beherbergt. Gemessen an der Beschäftigung sticht die Elektronik/Elektrotechnik mit einem Anteil von 42 % hervor, in der Information und Kommunikation sind 33 % der Beschäftigten in Unternehmen tätig, die in einem der Zukunftsfelder aktiv sind. Diese beiden Branchen weisen auch die höchsten Umsatzanteile von Unternehmen aus Zukunftsfeldern auf (62 und 46 %).

Tabelle 55: Anteil der Zukunftsfelder an Unternehmen insgesamt, Beschäftigten, Umsatz, Innovatoren, kontinuierlich forschenden Unternehmen, Innovationsausgaben und Neuproduktumsatz in Sachsen, 2016/2017

WZ	Bezeichnung	Anteil an ... in Sachsen ^{*)} (in Prozent)						
		Unternehmen	Beschäftigten	Umsatz	Innovatoren	Unt. m. kontin. FuE	Innovationsausgaben	Neuproduktumsatz
5-9/35-39	Bergb., Energie/Wasser/Entsorg.	31,9	19,6	7,7	14,4	45,9	15,7	0,5
10-12	Nahrung/Getränke/Tabak	1,0	1,4	2,1	1,2	6,3	2,8	11,7
13-15	Textil/Bekleidung/Leder	3,7	2,3	7,1	7,3	0,0	0,0	11,8
16-18	Holz/Papier/Druck	4,4	7,7	10,6	0,0	0,0	0,7	0,0
19-23	Chemie/Pharma/Kunstst./Steinw.	8,1	9,0	3,5	10,2	4,8	7,8	1,8
24-25	Metalle/Metallwaren	6,8	8,5	8,8	8,7	0,0	28,9	7,0
26-27	Elektronik/Elektrotechnik	19,0	42,3	61,8	22,7	25,4	75,2	35,8
28-30	Maschinen-/Fahrzeugbau	15,0	10,5	23,7	20,7	20,7	24,6	9,9
31-33	Möbel/Medizintechnik/Reparatur	14,9	19,7	24,7	27,7	47,0	66,9	41,9
46	Großhandel	1,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
49-53	Transport/Logistik	2,9	1,4	1,1	1,0	0,0	0,2	0,0
58-63	Information und Kommunikation	18,6	32,7	46,2	17,5	21,1	36,0	56,7
64-66	Banken/Versicherungen	7,9	4,3	1,4	7,7	0,0	0,5	0,2
69-70	Rechts-/Unternehmensberatung	1,5	0,5	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
71-72	Ingenieurbüros/FuE	9,5	6,3	19,4	16,6	35,4	16,7	22,6
73-74	Werbung/Kreativdienstleistungen	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80-81	Bewachung/Reinigung	1,6	0,2	0,2	0,0	-	0,0	0,0
78-79/82	sonstige Unternehmensdienste	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
insgesamt								
	Sachsen	7,6	9,7	13,5	10,5	20,4	35,9	16,8
	übrige neue Länder (inkl. Berlin)	8,3	12,6	23,2	14,5	24,8	30,0	27,7
	alte Länder	7,5	16,4	22,3	11,8	20,2	48,9	29,6
	Deutschland	7,6	15,8	22,1	12,1	20,7	47,5	29,2

Lesehilfe: Unternehmen mit Zukunftsfelder-Aktivitäten machen 31,9 % aller Unternehmen in der Branchengruppe Bergbau, Energie/Wasser/Entsorgung aus, stellen 19,6 % der Beschäftigten in dieser Branchengruppe und 7,7 % des Umsatzes.

Anmerkung:*)im Berichtskreis der Innovationserhebung. Die dargestellten Branchengruppen entsprechen jenen, nach denen die Innovationserhebung Sachsen geschichtet ist.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Der Anteil, den Zukunftsfeld-Unternehmen an allen Innovatoren stellen, ist mit 10,5 % in Sachsen höher als der Anteil an allen Unternehmen (7,6 %). Noch größer ist der Unterschied, wenn Unternehmen mit kontinuierlicher FuE betrachtet werden. Mehr als 20 % dieser Unternehmen in Sachsen sind in einem der Zukunftsfelder aktiv. Im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern sind Innovatoren und kontinuierlich forschende Unternehmen in Sachsen weniger stark auf Zukunftsfelder konzentriert, während im Vergleich zu den alten Ländern die Unterschiede gering sind. Diese sind dafür deutlich größer, wenn der Beitrag von Zukunftsfeld-Unternehmen zu den gesamten Innovationsausgaben der Wirtschaft und den gesamten Umsätzen mit neuen Produkten betrachtet wird. In Sachsen wurden im Jahr 2016 35,9 % der gesamten Innovationsausgaben von Zukunftsfeld-Unternehmen getätigt. In den alten Ländern ist dieser Anteil mit 48,9 % erheblich höher. Zum Neuproduktumsatz in Sachsen leisten Zukunftsfeld-Unternehmen einen Beitrag von nur 16,8 %, gegenüber 29,6 % in den alten Ländern. Im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern ist der Anteil an den Innovationsausgaben in Sachsen höher, der Anteil am Neuproduktumsatz dagegen ebenfalls niedriger.

Insgesamt zeigt sich somit, dass die Innovationsaktivitäten der sächsischen Wirtschaft nicht besonders stark auf die Zukunftsfelder ausgerichtet sind, d.h. der größte Teil der Innovationsleistung findet außerhalb dieser sechs Felder statt. Dies liegt zum einen daran, dass die Felder auch relativ wenig innovative Bereiche umfassen, wie z.B. den Bergbau, die Versorgungsbranche und die Entsorgungswirtschaft. In den Feldern Rohstoffe und Energie kommen außerdem Unternehmen aus material- und energieintensiven Produktionen hinzu, die ebenfalls häufig eine geringe Innovationsintensität aufweisen. Zum anderen zählen einige der besonders innovativen Akteure der sächsischen Wirtschaft nicht zu den Zukunftsfeld-Unternehmen, wie sie hier abgegrenzt wurden, wie z.B. viele Unternehmen im Maschinen- und Fahrzeugbau, in der Chemie- und Metallindustrie sowie bei Ingenieurbüros und FuE-Dienstleistern.

Vergleicht man Innovationskennzahlen der Unternehmen in Zukunftsfeldern in Sachsen mit Zukunftsfeld-Unternehmen in den übrigen neuen Ländern und in den alten Ländern (Tabelle 56), so zeigen sich bei den Indikatoren, die sich auf Unternehmensanteile beziehen, nur wenig Unterschiede. Der Innovatorenanteil ist unter den Zukunftsfeld-Unternehmen in Sachsen etwas niedriger als in den Vergleichsregionen, wobei gegenüber den alten Ländern der Produktinnovatorenanteil und gegenüber den übrigen neuen Ländern der Prozessinnovatorenanteil niedriger ausfällt. Auffällig sind der höhere Anteil von kontinuierlich forschenden Unternehmen in Sachsen und der jeweils niedrigere Anteil innovationsaktiver Unternehmen ohne eigene FuE-Tätigkeit sowie gelegentlich forschender Unternehmen. Dieses Muster gilt auch für die sächsische Wirtschaft insgesamt. Die Innovationsintensität der sächsischen Zukunftsfeld-Unternehmen entspricht der in den alten Ländern und ist fast doppelt so hoch wie in den übrigen neuen Ländern. Dasselbe Ergebnis zeigt sich für die FuE-Intensität. Der Umsatzanteil von

Produktinnovationen liegt auf demselben Niveau wie in den alten Ländern und ist deutlich höher als in den übrigen neuen Ländern. Der Umsatzanteil von Marktneuheiten ist dagegen erheblich niedriger als in den alten Ländern und liegt auf dem Niveau der übrigen neuen Länder. Beim Umsatzanteil von Sortimentsneuheiten zeigen sich nur geringe Unterschiede.

Tabelle 56: Innovationskennzahlen von Unternehmen in Zukunftsfeldern in Sachsen, den übrigen neuen Ländern und den alten Ländern, in Prozent, 2017

	Sachsen	übrige neue Länder (inkl. Berlin)	alte Länder
Innovatorenquote	55,0	60,1	57,2
Anteil Unternehmen mit Produktinnovationen	45,9	44,3	49,0
Anteil Unternehmen mit Prozessinnovationen	34,2	38,7	33,1
Anteil Unternehmen mit Marktneuheiten	16,0	18,2	16,8
Anteil Unternehmen mit kontinuierlicher FuE	35,9	29,3	28,9
Anteil Unternehmen mit gelegentlicher FuE	6,2	11,4	7,8
Anteil innovationsaktive Unternehmen ohne FuE	19,8	30,2	28,6
Anteil nicht innovationsaktive Unternehmen	38,1	29,2	34,7
Anteil der Innovationsausgaben am Umsatz	6,7	3,5	6,7
Anteil der FuE-Ausgaben am Umsatz	3,8	1,7	3,9
Umsatzanteil von Produktinnovationen	19,0	11,6	18,4
Umsatzanteil von Marktneuheiten	1,6	1,8	3,7
Umsatzanteil von Sortimentsneuheiten	2,2	2,0	2,3

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel; Berechnungen des ZEW.

Insgesamt lässt sich konstatieren, dass die Unternehmen, die in einem der sechs Zukunftsfelder in Sachsen tätig sind, eine höhere Innovationsorientierung als der Durchschnitt der sächsischen Unternehmen aufweisen. Im Vergleich zu anderen Regionen in Deutschland sind sie aber nicht überdurchschnittlich innovativ. Generell zeigen sich für die Unternehmen in Zukunftsfeldern sehr ähnliche Besonderheiten im Innovationsverhalten wie für die sächsische Wirtschaft insgesamt: hohe FuE-Orientierung, relativ hohe Aufwendungen für Innovationen, hohe Umsatzanteile mit neuen Produkten, aber niedrige Umsatzanteile von Marktneuheiten.

Thematische Schwerpunkte

Neben den Unternehmen, die auf Basis der bibliometrischen Analysen der Webseiten der Innovationsträger den Zukunftsfeldern zugerechnet wurden, sind zusätzlich noch alle Unternehmen aus den MIP-Zusatzstichproben Sachsen, die in mindestens einem der drei Erhebungsjahre als Innovator mit einer Marktneuheit identifiziert wurden, in die Betrachtung zur Identifizierung ihrer konkreten Geschäftstätigkeiten einbezogen worden. Insgesamt haben 189 Unternehmen in den Stichproben angegeben, dass sie mindestens eine Marktneuheit eingeführt

haben. Für diese Unternehmen wurde auf Basis ihrer Webseiten die jeweilige konkrete Geschäftstätigkeit identifiziert und thematisch kategorisiert. Etwas mehr als die Hälfte der Unternehmen (100) sind in Bereichen tätig, die nicht einem der Zukunftsfelder zugerechnet werden können. 29 von diesen verfolgen allerdings Geschäftstätigkeiten, die zu einer der Schlüsseltechnologien zählen. Für die verbleibenden 89 sächsischen Unternehmen, die Marktneuheiten aufweisen, wurden die konkreten Geschäftsfelder den Zukunftsfeldern zugeordnet und diese näher kategorisiert.⁶⁵ Die auf diese Weise identifizierten Geschäftsfelder der Unternehmen mit Zukunftsfelder-Bezug sind Tabelle 57 zu entnehmen.

⁶⁵ Dies geschieht in Form von „Subthemen“ der jeweiligen Zukunftsfelder. Die Befunde sind nicht repräsentativ für die Unternehmenspopulation in Sachsen. Eine entsprechende Hochrechnung ist wegen der kleinen Fallzahlen nicht möglich.

Tabelle 57: Subthemen der Zukunftsfelder, Analyse der Unternehmen mit Marktneuheiten

Umwelt	Wasserreinigung, -aufbereitung, Gewässersanierung
	Hochwasserschutz
	Umweltmessnetze, Fernablesesysteme
	Materialkreislauf, Produktlebensdauer
	Dematerialisierung, Materialeffizienz
	Abfalleigenschaften
Rohstoffe	Rohstoffgewinnung
	Recycling
	Rohstoffaufbereitung
	Substitution von Rohstoffen
Digitale Kommunikation	Industrie 4.0, Smart Production, Robotik
	Mikro-, Nanoelektronik, Halbleiter, Sensorik
	Building Information Technology (BIM)
	IT- und Datensicherheit
	High Performance Computing, Big Data-Analysen
	Plattformökonomie, Web-Geschäftsmodelle
Energie	Energieproduktion durch erneuerbare Energieträger
	Energiespeicherung
	Energieverteilungssysteme, Energienetze
	Kraft-Wärme-Energiesysteme
	Energieeffizienz
Mobilität	Verkehrsinfrastrukturkonzepte
	Intelligente und vernetzte Verkehrs- und Logistikkonzepte
	Emissionsfreie Antriebstechniken, Batterietechnik
Gesundheit	Health-Care-Industrie
	E-Health (Digitalisierung im Gesundheitswesen, Diagnostik)

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Unternehmenspanel, Mannheimer Innovationspanel; Berechnungen des ZEW.

In jedem der sechs Zukunftsfelder sind Unternehmen aus Sachsen als Innovationsträger oder als Innovatoren mit Marktneuheiten zu finden. Dabei sind in jedem Zukunftsfeld sowohl Industrieunternehmen als auch Dienstleistungsunternehmen mit starkem Technologiebezug vertreten. In allen sechs Zukunftsfeldern befassen sich Unternehmen bei ihren Innovationsaktivitäten mit Teilen ganzheitlicher Konzepte, Systeme oder Vernetzungen. Dabei spielen die einzelnen Unternehmen allerdings oft nur eine partielle Rolle. Um die tatsächliche Tauglichkeit solcher ganzheitlicher Ansätze unter realen Bedingungen zu prüfen, sollten entsprechende Systeme als große „Feldversuche“ unter Realbedingungen installiert werden. Dies kann nur unter einer starken Koordination geschehen, unter freier Zusammenarbeit ist so etwas kaum vorstellbar.

Als Themenbereiche zur Zusammenführung von Teilelementen aus Wissenschaft, Unternehmen und öffentlicher Administration in ganzheitlichen Systemen böten sich beispielsweise „Modellregionen-Mobilitätswende“ oder „CO₂-neutrale Energieversorgung in Modell-Stadtquartieren“ an.

Wie die vorstehenden Analysen der Innovationsträger verdeutlicht haben, sind zahlreiche Unternehmen auch außerhalb der Themen der Zukunftsfelder mit Innovationen aktiv. Dies gilt – nicht verwunderlich – auch für Innovatoren mit Marktneuheiten. Dabei werden Innovationen von Unternehmen aus breit gefächerten technologischen Bereichen und Geschäftsfeldern durchgeführt. Unter diesen kommen einige Bereiche überdurchschnittlich häufig vor. Dies sind insbesondere technische Textilien und Neue Materialien und Werkstoffe (namentlich Fasern und Beschichtungen), aber auch Sondermaschinen und Präzisionsmess- und Steuergeräte. Diese technologischen Bereiche sind keinem der hier benannten Zukunftsfelder zuzurechnen. Allerdings zählen sie zu den Schlüsseltechnologien neue Materialien und Fortgeschrittene Produktionstechnologien. Unter dem Eindruck der Innovationsaktivitäten von Seiten der unternehmerischen Innovationsträger sollte eine Fokussierung auf Zukunftsfelder nicht dazu führen, dass die Bedingungen für Innovationsaktivitäten außerhalb dieser nennenswert benachteiligt würden.

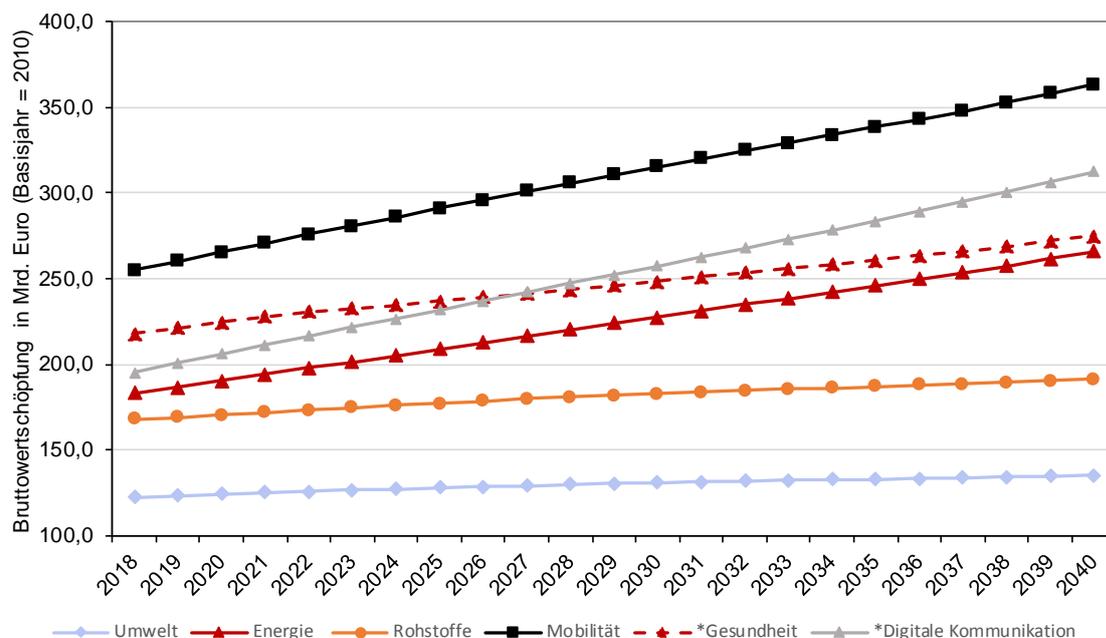
5.3. Perspektivische Bedarfe und Trends der sächsischen Zukunftsfelder

Prognosen zur Entwicklung des korrespondierenden Branchenportfolios bis 2040

Nachfolgendes Teilkapitel stellt eine Prognose zur Entwicklung des mit den Zukunftsfeldern Sachsens korrespondierenden Branchenportfolios bis 2040 dar. Dabei handelt es sich um eine Prognose auf Basis des Prognos Economic Outlooks auf Ebene von Deutschland. Die Bruttowertschöpfung innerhalb der Zukunftsfelder wird in Deutschland bis zum Jahr 2040 kontinuierlich ansteigen. Sowohl zwischen als auch innerhalb der Zukunftsfelder sind jedoch unterschiedliche Dynamiken auf nationaler Ebene zu erwarten.

In Abbildung 51 ist die Prognose zur Entwicklung der Bruttowertschöpfung (BWS) für Deutschland von 2018 bis 2040 dargestellt. Der größte Anstieg der Bruttowertschöpfung bis 2040 wird für die drei Zukunftsfelder Digitale Kommunikation, Energie und Mobilität prognostiziert. Die BWS im Zukunftsfeld **Digitale Kommunikation** wächst auf 312,5 Mrd Euro (+60 %). Treiber sind hier die Bereiche EDV-elektronische und optische Geräte (+64 %) sowie Information und Kommunikation (+59 %). Im Bereich **Energie** steigt die BWS auf 265,7 Mrd. Euro (+45 %). Haupttreiber sind hier u.a. der Maschinenbau (+63 %) und elektrische Ausrüstungen (+41 %). Im Bereich **Mobilität** liegt die BWS bei 363,1 Mrd. Euro im Jahr 2040 (+43 %). Im Bereich Verkehr und Lagerei wird die BWS voraussichtlich um 45 % zulegen und im Fahrzeugbau um rund 40 %. Die Zukunftsfelder Gesundheit, Umwelt und Rohstoffe werden in Deutschland bis 2040 ebenfalls kontinuierlich wachsen – jedoch mit geringerer Dynamik. Die BWS im Bereich **Gesundheit** wird auf 275,1 Mrd. Euro steigen (+26 %). Am stärksten wächst hier der Subbereich Pharmazie (+50 %). Das Zukunftsfeld **Rohstoffe** steigert die BWS auf 191,4 Mrd. Euro (+14 %). Treiber sind insbesondere die Subbereiche Chemie (+28%) und die Metallindustrie (+13 %). Dagegen schrumpfen die Bereiche Bergbau (-26 %) und Kokerei, Mineralölverarbeitung (-20 %) stark. Im Zukunftsfeld **Umwelt** wächst die BWS bis 2040 moderat auf 135,1 Mrd. Euro (+10 %). Treiber ist hier insbesondere der Subbereich Wasserversorgung, Abwasser und Abfall (+21 %).

Abbildung 51: Prognose zur Entwicklung der Bruttowertschöpfung in Deutschland bis 2040



Anmerkung: Für die Zukunftsfelder markiert mit einem * liegt, im Vergleich zum Kapitel 5.2, eine leicht abweichende Klassifizierung vor (siehe Tabelle 106 im Anhang).

Quelle: Prognos Economic Outlook, Berechnungen der Prognos AG.

Globale Trends und Bedarfe im Bereich der Zukunftsfelder

Im Rahmen der Trend- und Unsicherheitsanalyse wurden für jedes der sechs sächsischen Zukunftsfelder zentrale Trends identifiziert, untersucht und bewertet. Als zentrale Bewertungskriterien dienen zum einen die potenzielle Wirkung des Trends auf die Entwicklung des Zukunftsfeldes und zum anderen die Unsicherheit bzgl. des Eintritts und der konkreten Ausprägung des Trends. Die Bewertung ist Basis für die Verortung in der Trend-Unsicherheitsmatrix, die jedem der nachfolgenden Abschnitte zu den Zukunftsfeldern vorangestellt ist.

Die Trends werden dabei in kritische Unsicherheiten, prädestinierte Treiber und sekundäre Faktoren untergliedert:

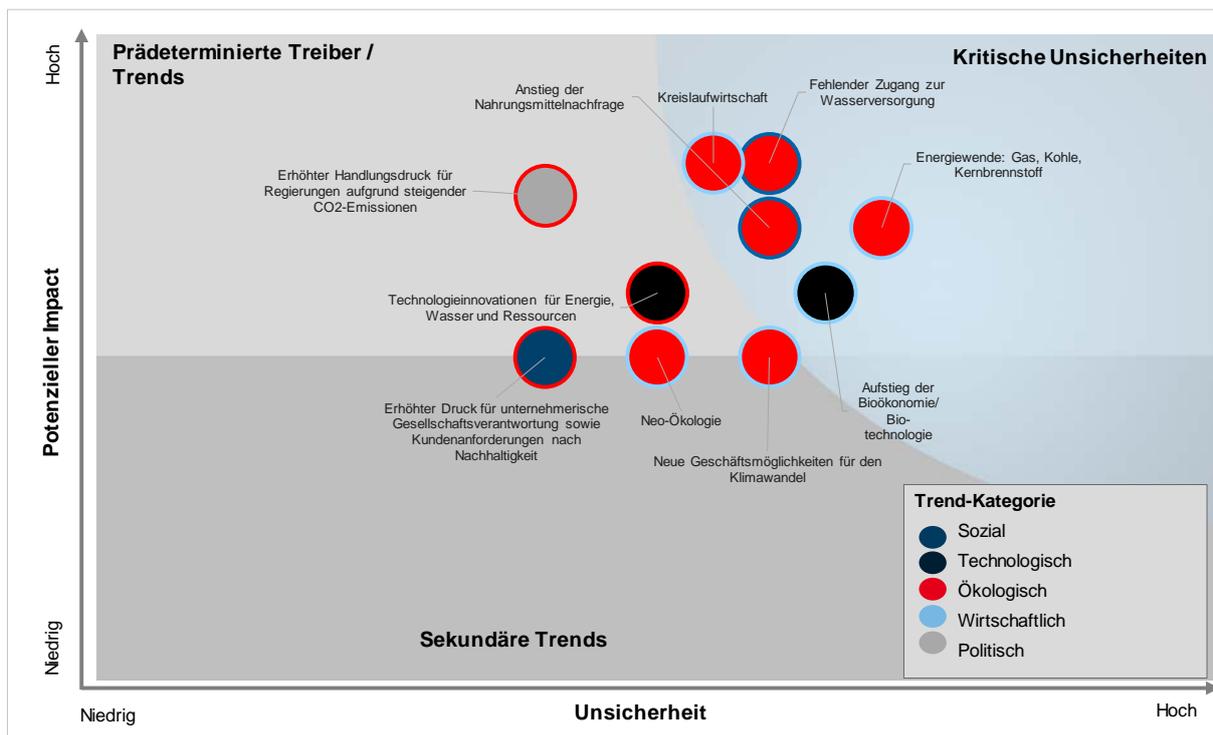
- **Kritische Unsicherheiten** (Diagrammbereich oben rechts) erzielen eine hohe potenzielle Wirkung auf die Entwicklung des Marktes; ihr Durchsetzungspotenzial und ihre konkrete Ausprägung sind allerdings vergleichsweise unklar.
- Die Durchsetzungskraft der **prädestinierten Treiber** (Diagrammbereich oben links) ist demgegenüber vorhersehbarer. Sie werden mit einer geringen Unsicherheit eingestuft.
- **Sekundäre Faktoren** sind bedeutende Trends, die im Vergleich zu den anderen betrachteten Trends für die jeweilige Entwicklung des Zukunftsfeldes nur eine sekundäre Rolle einnehmen (relative Bewertung).

Zukunftsfeld Umwelt

Insgesamt wurden 10 zentrale Trends ermittelt und analysiert, die in den kommenden 15 Jahren die Entwicklung des Zukunftsfeldes „Umwelt“ beeinflussen werden. Hier erweisen sich insbesondere die Energiewende, der fehlende Zugang zur Wasserversorgung, die Kreislaufwirtschaft sowie der Aufstieg der Bioökonomie als kritische Unsicherheiten.

Gleichzeitig erzielen prädestinierte Treiber – wie der erhöhte Handlungsdruck für Regierungen aufgrund steigender CO₂-Emissionen – ebenfalls eine hohe potenzielle Wirkung. Die Unsicherheit hinsichtlich ihres Eintritts bzw. hinsichtlich ihrer Ausprägungen ist allerdings deutlich geringer als bei den prädestinierten Treibern. Die drei aufgeführten sekundären Faktoren spielen demgegenüber für die Entwicklung des Zukunftsfeldes eine weniger bedeutende Rolle.

Abbildung 52: Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Umwelt“



Quelle: Prognos AG 2018.

Nachfolgend werden die **kritischen Unsicherheiten** und **prädeterminierten Treiber** in Kürze dargestellt:

Kritische Unsicherheiten	
Kreislaufwirtschaft	<p>Steigende Abfallmengen infolge der Zunahme der Weltbevölkerung und deren Wohlstand, verbunden mit einer wachsenden Ressourcenkonkurrenz und schlechteren Verfügbarkeit stellen die Kreislaufwirtschaft vor große Herausforderungen und bieten gleichzeitig enorme Wertschöpfungsmöglichkeiten.</p> <p>Neben den Innovationen, die Entwicklungen nachhaltigerer Produkte über verbessertes Produktdesign ermöglichen, werden auch neue Geschäftsmodelle eine immer größere Bedeutung spielen (Verschiebung von Besitz/Eigentum zu Vermietung von Zugriffszeiten, „Next Life Sales“, kollaborativer Konsum...).</p> <p>Insgesamt schätzt man, dass die Kreislaufwirtschaft in der EU bis 2030 rund 180.000 neue Arbeitsplätze und ein Umsatzplus von 72 Mrd. Euro generieren kann.⁶⁶</p>
Fehlender Zugang zur Wasserversorgung	<p>Der fehlende Zugang zu einer stabilen Wasserversorgung erreicht in vielen Regionen der Welt ein beispielloses Ausmaß und wird aufgrund der rasanten Urbanisierung, des Bevölkerungswachstums und der Zunahme an extremen Wetterphänomenen (z.B. Trockenperioden) weiter zunehmen. Darüber hinaus wird der Bedarf an Wasser für landwirtschaftliche Zwecke</p>

⁶⁶ Roland Berger Trend Compendium 2030 (2017): Megatrend 4: Climate change & ecosystem.

und die Stromerzeugung aus Wasserkraft steigen. Dies führt mitunter zu einer steigenden Nachfrage nach Technologien, die u.a. eine schnellere und energieeffizientere Behandlung von Süß- und Abwasser sowie die Entsalzung von Brack- und Meerwasser ermöglichen, um nachhaltig Wasser bereitzustellen.⁶⁷

Anstieg der Nahrungsmittelnachfrage

Aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung, des steigenden Wohlstands und der daraus resultierenden weltweiten Verlagerung hin zu westlichen Ernährungspräferenzen, schätzt die Weltbank, dass die Nachfrage nach Nahrungsmitteln bis 2030 um rund 50 % steigen wird. Um diese Nachfrage zu stillen, werden innovative Produktionsverfahren und spezifische Produkte aus den Sektoren der Agrar- und Ernährungswirtschaft benötigt (z.B. die Züchtung ertragreicherer Sorten, effizientere Produktionsverfahren, Präzisionslandwirtschaft...)⁶⁸

Energiewende: Gas, Kohle, Kernbrennstoff

Bis 2030 wird sich die Welt inmitten eines grundlegenden Energiewandels befinden, sowohl hinsichtlich der Brennstoffarten als auch der Energiequellen. Die nicht der OPEC angehörende Produktion von flüssigen Kohlenwasserstoffen (d.h. Rohöl, Erdgasflüssigkeiten und unkonventionelle Stoffe wie Teersande) wird nicht in der Lage sein, entsprechend der Nachfrage zu wachsen. Darüber hinaus wird die Zahl der Länder sinken, die in der Lage sind, ihre Produktionskapazitäten sinnvoll auszuweiten. Somit wird die Notwendigkeit der Produktion alternativer Brennstoffe, beispielsweise von Biokraftstoffen, weiter steigen (siehe auch Trend „Aufstieg der Bioökonomie/Biotechnologie“).

Aufstieg der Bioökonomie/Biotechnologie

Die Nutzung neuer weißer und grüner biotechnologischer Innovationen bietet viele Möglichkeiten, die aktuellen Herausforderungen, die der Umweltschutz mit sich bringt, anzugehen. So gilt die industrielle (weiße) Biotechnologie (IBT) als Zukunftstechnologie für eine nachhaltige grüne Wirtschaft. Die Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren für eine nachhaltige und ökoeffiziente industrielle Herstellung von Chemikalien, Materialien, Kraftstoffen und Energie unter Einsatz von in der Natur vorkommenden Verfahren und Prozessen sowie die Nutzung von Enzymen, Biomasse und/oder biologischen Systemen, werden traditionellen Industrieunternehmen helfen, zunehmend ihre Abhängigkeit von natürlichen Ressourcen wie Öl, Kohle und Gas zu verringern.⁶⁹ Vor dem Hintergrund der steigenden Nahrungsmittelnachfrage wird auch die grüne Biotechnologie (Pflanzenbiotechnologie) weiter an Bedeutung gewinnen, da sie u.a. ein enormes Potenzial für die Nahrungsmittelversorgung mit widerstandsfähigeren Kulturpflanzen bietet.

Darüber hinaus ergibt sich eine Vielzahl an neuen Möglichkeiten an der Schnittstelle zwischen weißer und grüner Biotechnologie, beispielsweise die Entwicklung neuer Biokraftstoffe mit einer höheren Energiedichte und weniger schädlichen Emissionen (z.B. Produktion von Biokraftstoffen durch die Wiederausstellung der DNA von Algen, um weitere Waldschäden und Nutzung von Ackerland zu reduzieren).⁷⁰

⁶⁷ National Intelligence Council (2008): Global Trends 2025: A Transformed World.

⁶⁸ National Intelligence Council (2008): Global Trends 2025: A Transformed World.

⁶⁹ https://www.cesifo-group.de/DocDL/ifodb_2011_2_7_15.pdf.

⁷⁰ Roland Berger Trend Compendium 2030 (2017): Megatrend 4: Climate change & ecosystem.

Prädeterminierte Treiber / Trends

Erhöhter Handlungsdruck für Regierungen aufgrund steigender CO₂-Emissionen

Der langsame Prozess der Reduzierung von CO₂ und anderen Treibhausgasen aus der Erdatmosphäre wird, trotz verstärkter Anstrengungen, bis 2100 weiterhin zu einer beschleunigten Erderwärmung und zu einem Temperaturanstieg führen.⁷¹

Daher bleibt die Notwendigkeit eines vorsorgenden Umwelt- und Klimaschutzes (national wie international), der Rahmenbedingungen für das zukünftige Handeln schafft, weiterhin bestehen. Aufgrund der wachsenden politischen Verpflichtungen entsteht u.a. ein enormes Potenzial für die Industrie im Bereich der „Öko-Innovationen“ (neue Biokraftstoffe, Biochemikalien, Präzisionslandwirtschaft, umweltgerechte Erzeugung von Biomasse...).

Erhöhter Druck für unternehmerische Gesellschaftsverantwortung sowie Kundenanforderungen nach Nachhaltigkeit

Unternehmen handeln zunehmend als „Corporate Citizens“, indem sie Verantwortung für ihr unternehmerisches Handeln übernehmen, und stärker versuchen positive Auswirkungen auf die Umwelt und Interessengruppen wie Verbraucher, Mitarbeiter, Investoren oder Gemeinden hervorzurufen. Die globale Zunahme der Unternehmensaktivitäten in Bezug auf Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung (Corporate Social Responsibility - CSR) ist vor allem nachfrageorientiert und führt dazu, dass der Wert von Unternehmen zunehmend mit einer engeren Einbeziehung wichtiger Interessengruppen und der CSR zusammenhängt. Bedarfsorientiertes CSR-Management von Unternehmen führt zu einem stärker kundenorientierten Wachstum, bei dem Unternehmen zunehmend die Kundenzufriedenheit anstelle des Shareholder Value maximieren. Diese Verschiebung zeigt sich z.B. bei Investmentfonds, die aktiv nach grünen Anlagemöglichkeiten suchen, aber auch bei Kunden, die nach nachhaltigeren Produkten suchen.⁷²

Technologieinnovationen für Energie, Wasser und Ressourcen

Der global wachsende Ressourcenverbrauch und die langfristig tendenziell steigenden Energiepreise erfordern neue Strategien in der Industrie und entlang von Produktionsprozessen, um die Energie-, Wasser und Ressourceneffizienz fortlaufend zu steigern. Neben der Verknappung globaler Ressourcen treiben auch die Vorgaben und Verschärfung gesetzlicher Rahmenbedingungen (siehe Trend „Erhöhter Handlungsdruck für Regierungen aufgrund steigender CO₂-Emissionen“) ebenso wie gesteigerte Kundenansprüche (siehe Trend „Neo-Ökologie“) den Ausbau und die Weiterentwicklung von Effizienztechnologien und -prozessen ständig voran (u.a. intelligente Energiespeichertechnologien, CCS-Technologien...). Innovative Lösungen in Richtung geschlossener Produktionskreisläufe und integrierte Recyclingkonzepte gewinnen in diesem Rahmen an Bedeutung (siehe auch Trend „Kreislaufwirtschaft“).

Neo-Ökologie

Der Trend hin zur „Neo-Ökologie“ bezieht sich vor allem auf das stetig wachsende Umwelt- und Verantwortungsbewusstsein der Konsumenten, welches sich durch die veränderten Voraussetzungen von Globalisierung, Klimawandel und steigender Rohstoffknappheit ergibt. Dies führt dazu, dass das Wirtschaftswachstum künftig vermehrt aus einer neuen Mischung von Ökonomie, Ökologie und gesellschaftlichem Engagement generiert werden wird.

⁷¹ KMPG (2014): Future State 2030: The global megatrends shaping governments.

⁷² Roland Berger Trend Compendium 2030 (2017): Megatrend 7: Sustainability & global responsibility.

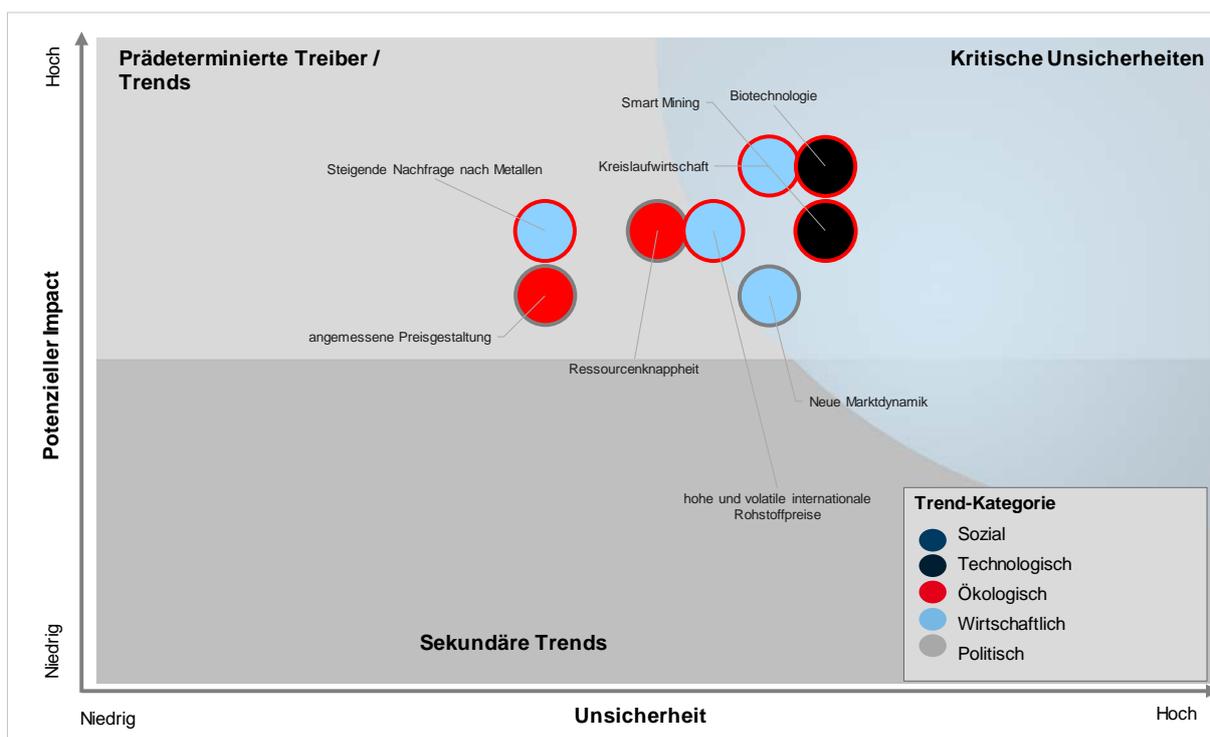
Neue Geschäftsmöglichkeiten für den Klimawandel

Unternehmen werden sich zunehmend auf die Verwendung umweltfreundlicherer Materialien, die Reduzierung von Verpackungen und die Kompensation ihrer CO₂-Bilanz konzentrieren, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen und ihre Reputation zu verbessern. Dies eröffnet neue Markt-möglichkeiten für umweltfreundliche Produkte oder Technologien.⁷³

Zukunftsfeld Rohstoffe

Für die Entwicklung des Zukunftsfeldes „Rohstoffe“ konnten zum jetzigen Stand acht konkrete Trends und Treiber festgelegt werden. Als vorhersehbar gelten u.a. die zunehmende Ressourcenknappheit und die stetig wachsende Nachfrage nach Metallen. Für die fünf folgenden Trends wird auf Basis einer ersten Bewertung eine hohe potenzielle Wirkung auf die Entwicklung des Zukunftsfeldes erwartet: Smart Mining, Biotechnologie, sich verändernde Marktdynamik, hohe und volatile Rohstoffpreise sowie die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft. Das Durchsetzungspotenzial sowie die konkrete Ausprägung dieser Trends sind jedoch vergleichsweise unklar.

Abbildung 53: Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Rohstoffe“



Quelle: Prognos AG 2018.

Nachfolgend werden die **kritischen Unsicherheiten** und **prädeterminierten Treiber** in Kürze dargestellt:

⁷³ Roland Berger Trend Compedium 2030 (2017): Megatrend 4: Climate change & ecosystem.

Kritische Unsicherheiten

Biotechnologie

Die Verknappung fossiler Ressourcen und der Klimawandel erfordern eine Verbesserung der Energie- und Materialeffizienz in der industriellen Produktion sowie eine stärkere Nutzung erneuerbarer Ressourcen. Die Biotechnologie kann hierzu wichtige Beiträge leisten, da biotechnologische Prozesse unter milden Reaktionsbedingungen mit hoher Selektivität und Spezifität arbeiten und eine Vielfalt an biobasierten Rohstoffen nutzen können.

Smart Mining

Smart Mining oder Connected Mining ist der Einsatz modernster Technologien zur Verbindung und Kommunikation zwischen den am Bergbau beteiligten Systemen, um einen effizienten und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten. Mit IoT und anderen intelligenten Geräten bietet Connected Mining eine bessere Betriebsführung. Beim Smart Mining findet eine Vernetzung zwischen Bergbaumaschinen, Logistikbetrieben und anderen Betrieben statt, die eine ständige Überwachung und einen Informationsaustausch zwischen allen Systemen ermöglicht. Dadurch können die Leistung optimiert und die Kosten gesenkt werden. Diese Systeme können sowohl im Tagebau als auch im Untertagebau eingesetzt werden. Im Jahr 2016 wurde der Wert des globalen Smart-Mining-Markts auf rund 6,92 Mrd. US-Dollar geschätzt. Bis Ende 2022 soll der Markt selbst einen Wert von 15,8 Mrd. US-Dollar erreichen, was einer durchschnittlichen Wachstumsrate von rund 14,8 % im Prognosezeitraum 2017-2022 entspricht.⁷⁴

Kreislaufwirtschaft

Rohstoffe und Bauteile machen heute 40 bis 60 % der Gesamtkostenbasis der produzierenden Unternehmen in Europa aus und schaffen somit oft einen Wettbewerbsnachteil. Hinzu kommt, dass Europa 60 % seiner fossilen Brennstoffe und Metallressourcen importiert und in Europa bereits 20 Rohstoffe als kritisch für die Versorgungssicherheit eingestuft werden. Die Kreislaufwirtschaft bietet hier jedoch Möglichkeiten, den Primärmaterialverbrauch gemessen an Auto und Baustoffen, synthetischem Dünger, Pestiziden, landwirtschaftlichem Wasser und Landnutzung, Kraftstoffen und nicht erneuerbarer Elektrizität sowie Grundstücken für Immobilien bis 2030 um bis zu 32 % und bis 2050 um 53 % zu senken.

Neue Marktdynamik

Aktuell besteht kein Zweifel daran, dass China auch in den nächsten zehn Jahren einen großen Einfluss auf den weltweiten Ressourcenverbrauch und die -produktion haben wird. Wenn China jedoch seinen Höhepunkt im Ressourcenverbrauch in den nächsten zehn Jahren erreicht hat – was für einige Bereiche in den 2020er Jahren laut Schätzungen bereits der Fall sein wird –, ist weniger deutlich, ob Indien und andere Schwellenländer den Rückstand vollständig aufholen werden. Dies könnte der Unterschied sein zwischen einer Rückkehr zu niedrigeren Ressourcenpreisen aufgrund von Überkapazitäten in der Produktion oder einer weiteren Straffung des weltweiten Angebots und Nachfrage.⁷⁵

⁷⁴ <https://www.reuters.com/brandfeatures/venture-capital/article?id=4814>.

⁷⁵ <https://www.dni.gov/files/documents/NICR%202013-05%20US%20Nat%20Resources%202020,%202030%202040.pdf>.

Prädeterminierte Treiber / Trends

Steigende Nachfrage nach Metallen

Der Bergbausektor steht vor enormen Herausforderungen bei der Bereitstellung der zukünftigen Versorgung mit Metallen und Mineralien. Schätzungen zufolge wird die globale Nachfrage nach Stahl im Vergleich zum 2010er Niveau um 90 %, und nach Kupfer um knapp 80 % wachsen, die Nachfrage nach Aluminium, Nickel und Zink wird sich verdoppeln. Es kommt zu wiederkehrenden Lieferengpässen bei Spezialmetallen, die für die Produktion neuer Technologien benötigt werden.⁷⁶ Vor diesem Hintergrund werden Regulierungen, Eigentums- und Steuersysteme sowie die Umweltgesetzgebung eine entscheidende Rolle bei den Produktionskosten und Investitionsentscheidungen von Bergbauunternehmen spielen.

Angemessene Preisgestaltung

Nachhaltiger Wettbewerb ist u.a. dadurch bedingt, dass alle Wettbewerber mit Preisen konfrontiert sind, die die tatsächlichen Kosten ihrer Geschäftsabläufe widerspiegeln (Internalisierung der Externalitäten). Der gesellschaftliche Druck Umweltverschmutzungen zu ihren tatsächlichen ökologischen und sozialen Kosten zu bewerten, wird weiter zunehmen. So wird auch die Notwendigkeit einer starken CO₂-Preisgestaltung als immer dringlicher gesehen, um den Risiken des Klimawandels zu begegnen.

Ressourcenknappheit

Bis 2030 und darüber hinaus werden die erheblichen Veränderungen in der globalen Produktion und im globalen Konsum sowie die kumulativen Auswirkungen des Klimawandels zu einer weiteren Belastung der bereits begrenzten globalen Ressourcen führen. Die Knappheit der Bereitstellung dieser Ressourcen wirkt sich unmittelbar auf die Fähigkeit der Regierungen aus, ihre Kernziele wirtschaftlicher Wohlstand, Sicherheit, sozialer Zusammenhalt und ökologische Nachhaltigkeit zu erfüllen, da Rohstoffe die Grundlage jeder Wertschöpfung sind.⁷⁷ Besondere Bedeutung kommt dabei den sog. kritischen Rohstoffen zu, d.h. den Rohstoffen, auf die innovative Produkte besonders angewiesen sind (u.a. Gallium, Neodym, Indium, Germanium oder auch Lithium).

Hohe und volatile Rohstoffpreise

Steigende und volatile Rohstoffpreise beeinflussen alle Branchen, von Supermärkten bis hin zur Elektronik- und Automobilindustrie. Materiallieferanten kämpfen darum, Gewinne zu erzielen; Tier-Lieferanten und Erstausrüster sehen sich immer mehr zwischen steigenden Preisen und den daraus resultierenden Kostensteigerungen hin und her gerissen. Letztlich ist es der Endverbraucher, der die Hauptlast der gestiegenen Fertigproduktkosten trägt.

Zukunftsfeld *Digitale Kommunikation:*

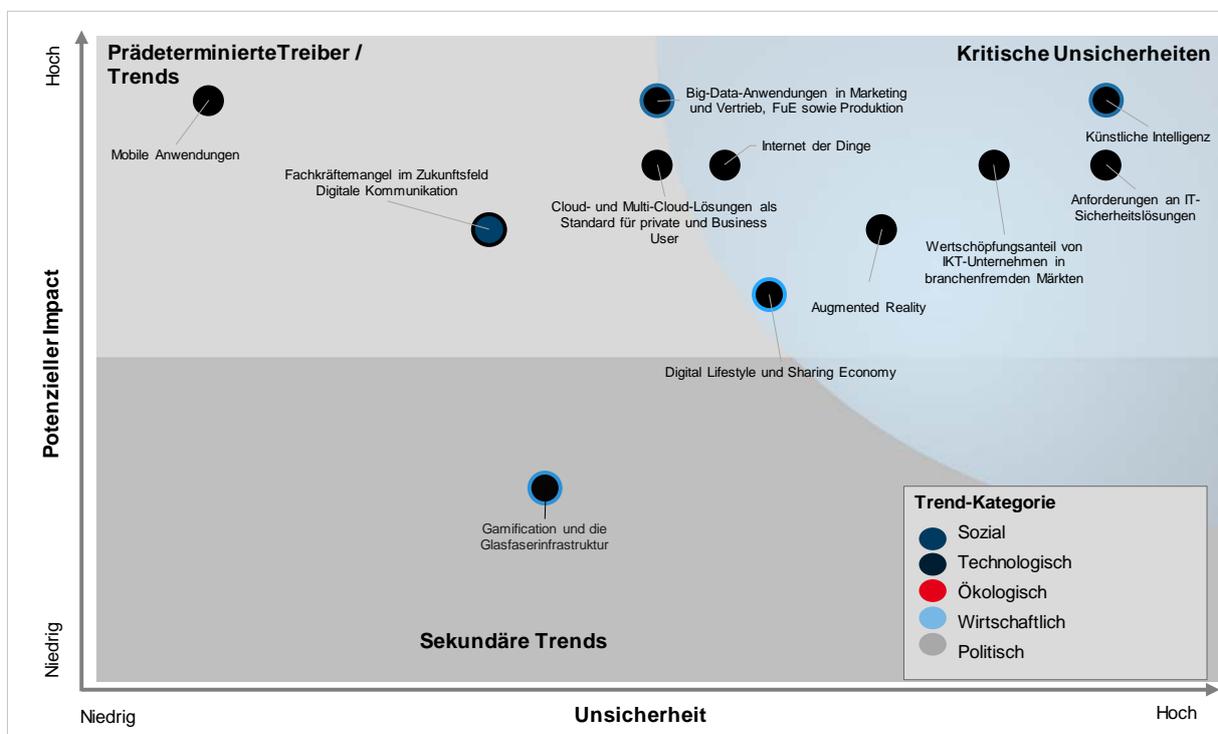
Für das Zukunftsfeld „Digitale Kommunikation“ wurden insgesamt 10 zentrale Trends ermittelt und untersucht, die die Entwicklung des Marktes in den kommenden Jahren beeinflussen werden.

⁷⁶ <https://www.dni.gov/files/documents/NICR%202013-05%20US%20Nat%20Resources%202020.%202030%202040.pdf>, S.2.

⁷⁷ <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2014/02/future-state-2030-v3.pdf>.

Hierbei wurden mit der Entwicklung eines KI-Ökosystems, der Anforderungen an IT-Sicherheitslösungen, dem Wertschöpfungsanteil von IKT-Unternehmen in anderen Branchen und dem Internet der Dinge vier kritische Unsicherheiten identifiziert (oben rechts im Diagramm). Sie zeichnen sich durch ihren hohen potenziellen Einfluss und eine gleichzeitig hohe Unsicherheit bezüglich ihres Eintritts und ihrer konkreten Ausprägung aus. Eintritt und Ausprägung der prä-determinierten Treiber (oben links im Diagramm) sind demgegenüber klarer vorherzusehen und abzugrenzen. Bei den sekundären Faktoren (unterer Diagrammbereich), wie dem Ausbau des Glasfasernetzes, handelt es sich um technologische Trends, die für sich genommen zwar bedeutend sind, für die Entwicklung des Zukunftsfeldes allerdings eine sekundäre Rolle spielen.

Abbildung 54: Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Digitale Kommunikation“



Quelle: Prognos AG 2018.

Nachfolgend werden die **kritischen Unsicherheiten** und **prädeteterminierten Treiber** in Kürze dargestellt:

Kritische Unsicherheiten

Künstliche Intelligenz (KI)

KI ist eine essenzielle Voraussetzung für eine umfassende Digitalisierung. Im Zuge der digitalen Transformation werden riesige Zahlen und Daten erzeugt, die aber ohne automatisierte Verarbeitungs- und Analyssysteme nicht produktiv genutzt werden können. KI wird in naher Zukunft eher Aufgaben als Jobs ersetzen. Sie wird neue Arbeitsplätze und Märkte schaffen, auch wenn es schwer vorstellbar ist, wie diese sein werden. Während sie die Einkommen und die Beschäftigungsaussichten verringern kann, wird eine zunehmende Automatisierung auch die Kosten von Gütern und Dienstleistungen senken und jeden effektiv reicher machen.

Diese strukturellen Veränderungen in der Wirtschaft erfordern sowohl politische als auch wirtschaftliche Antworten, um sicherzustellen, dass diese Vorteile von KI breit nutzbar werden.⁷⁸

Anforderungen an IT-Sicherheitslösungen

Die voranschreitende Digitalisierung nahezu aller Wirtschaftsbereiche und die damit einhergehende Akkumulation an spezifischen Daten führt zu einer wachsenden Komplexität der digitalen Systeme und gestaltet diese anfälliger für Cyber-Kriminalität. Dies führt zu einem steigenden Bedarf an Standards und Lösungen im Bereich der IT-Sicherheit.

Wertschöpfungsanteil von IKT-Unternehmen in branchenfremden Märkten

Im Rahmen der Digitalisierung und der Entwicklung von hybriden Wertschöpfungsketten in der Industrie agieren IT-Unternehmen zunehmend als Dienstleister und Integratoren in unterschiedlichen Branchen und Märkten. Im Rahmen hybrider Wertschöpfungsketten unterstützen sie die Automatisierung bestehender und die Entwicklung neuer Dienstleistungen.

Gleichzeitig schafft die Digitalisierung die Grundlage für einen zunehmenden Wettbewerb zwischen traditionellen Unternehmen einer Branche und IKT-Unternehmen. Beispiele hierfür sind der E-Commerce-Handel oder die wachsende FinTech-Branche, die zunehmend Dienstleistungen klassischer Banken ersetzt.

Internet der Dinge

Die Ausrüstung von bisher passiven Objekten mit Mikrocontrollern, Kommunikationssystemen, Identifikatoren, Sensoren und Aktoren führt zum sog. Internet der Dinge. Das Internet der Dinge ermöglicht es, Prozesse in Echtzeit zu steuern und zu optimieren. Es wird damit in den kommenden 15 Jahren für Produktivitätssprünge in zahlreichen Branchen und Anwendungsfeldern sorgen, etwa in Verkehr und Logistik (intelligente Verkehrssysteme), in der Produktion (Industrie 4.0) oder in der Energieversorgung (Smart Grid und Smart Meter). Bis 2025 wird dem Internet der Dinge ein weltweites Wirtschaftspotenzial von 3,9 bis 11,1 Billionen US-Dollar eingeräumt.⁷⁹

⁷⁸ ESPAS Report (2015): Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead?.

⁷⁹ ESPAS Report (2015): Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead?.

Prädeterminierte Treiber / Trends

Digital Lifestyle und Sharing Economy

Die sogenannten „Digital Natives“ bilden eine neue Generation von Konsumenten, die im Rahmen der Sharing Economy zu Nutzern und Anbietern gleichermaßen verschmelzen. Über Online-Plattformen werden innerhalb der Community Autos, Unterkünfte oder auch Werkzeuge verliehen und geteilt. Beispiele wie die Wohnungstauschbörse „Airbnb“, über die weltweit in 192 Ländern private Wohnungen buchbar sind, verdeutlichen die disruptive Schlagkraft der Sharing Economy.

Augmented Reality

Die wachsende Mobilität von Internetnutzern und die weitere Verbreitung von Wearables (Datenbrillen, Uhren etc.) sind Impulsgeber für die Entwicklung des Technologiefelds „Augmented Reality“ („erweiterte Realität“). Die physische Realität wird mittels der mobilen Schnittstelle durch eine computergestützte Realität ergänzt, die dem Nutzer zusätzliche Informationen zur Verfügung stellt. Augmented-Reality-Anwendungen werden heute z.B. bereits in der Bauplanung, der Medizin oder der industriellen Fertigung genutzt.

Fachkräftemangel im Zukunftsfeld Digitale Kommunikation

Insbesondere das IT-Segment wird in den kommenden Jahren weiter Beschäftigung aufbauen und für eine entsprechende Verschiebung nachgefragter Kompetenzen und Fachkräfte führen.

Gleichzeitig nimmt das Erwerbspersonenpotenzial durch die rückläufige Bevölkerungsentwicklung und die zunehmende Alterung der Bevölkerung weiter ab. Die gegenläufige Entwicklung von Angebot und Nachfrage wird in den kommenden Jahren zu Engpässen bei der Fachkräfteversorgung führen. Im Zuge der Digitalisierung der gesamten Wirtschaft stehen Unternehmen der IKT-Branchen dabei in zunehmendem Wettbewerb mit Unternehmen anderer Branchen. Ein Expertenmangel ist bundesweit bereits heute in Teilbereichen der Informatik und der Softwareentwicklung erkennbar.⁸⁰

Cloud- und Multi-Cloud-Lösungen als Standard für private und Business User

Cloud- und Multi-Cloud-Technologien ermöglichen den mobilen Zugriff auf Daten, Anwendungen und Infrastrukturen und eröffnen damit dynamische und bedarfsgerechte Lösungsansätze. Gerade Business User können durch Cloud- und Multi-Cloud-Lösungen Effizienzen heben. Durch die wachsende Komplexität und die Einbindung vielfältiger Endgeräte (Notebooks, Smartphones, Tablets, Wearables) steigen gleichzeitig allerdings auch die Anforderungen an die IT-Sicherheit.⁸¹

Big-Data-Anwendungen in Marketing und Vertrieb, FuE sowie Produktion

Durch die Digitalisierung weiterer Bereiche der Lebens- und Arbeitswelt steigen die verarbeiteten und zu verarbeitenden Datenmengen. Sie bilden die Grundlage für Big-Data-Anwendungen. Diese umfassen das Sammeln und Verdichten sowie das Klassifizieren und Auswerten von digitalen Daten und ermöglichen es so, Optimierungs- und Qualitätspotenziale gezielt zu identifizieren. Prädestinierte Einsatzbereiche sind Produktionsprozesse in der Industrie, Marketing und Vertrieb sowie Forschung und Entwicklung.

⁸⁰ Antwerp Management School & Essencia (2016), The Future of Jobs in Chemistry & Life Sciences.

⁸¹ ESPAS Report (2015): Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead?.

Mobile Anwendungen

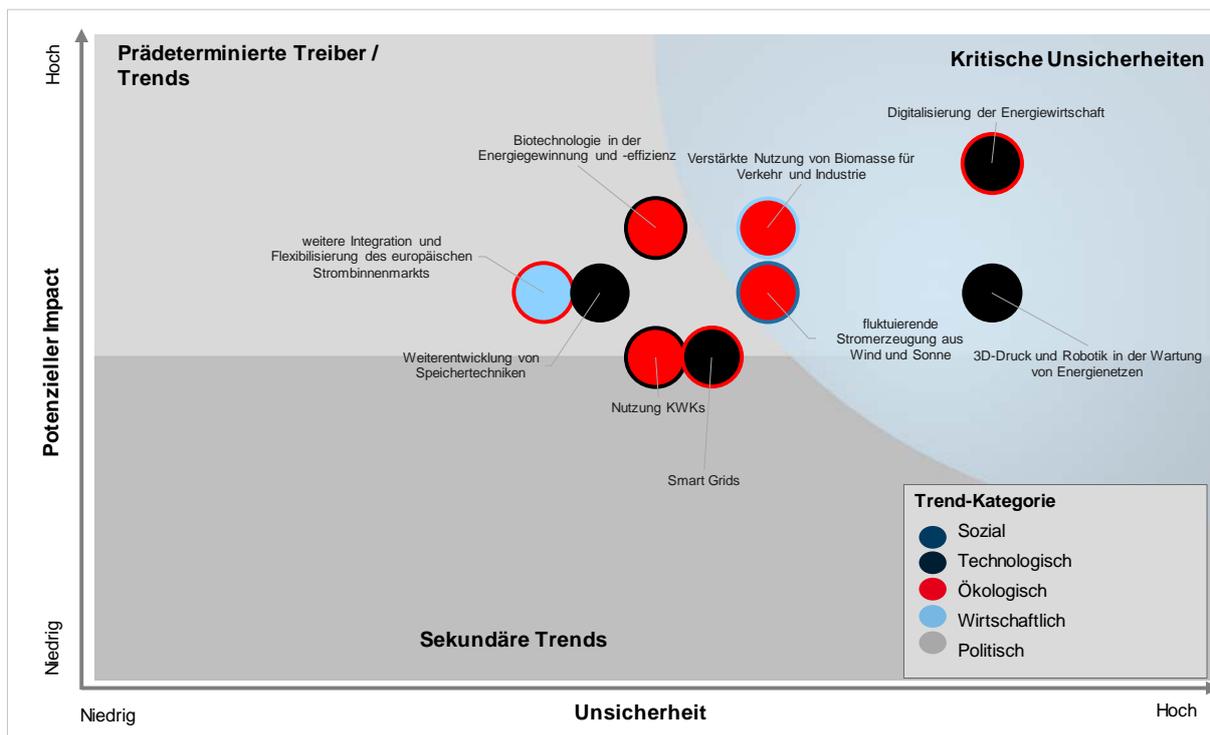
Mobile Internetschnittstellen haben sich innerhalb weniger Jahre vom Luxus- zum Standardgut entwickelt. Der Zugriff auf digitale Inhalte erfolgt zunehmend mittels mobiler Schnittstellen (Smartphones, Tablets, Notebooks, etc.). Mobile Anwendungen ermöglichen den ortsunabhängigen Zugriff auf Daten und Dienstleistungen und sorgen damit im Privaten wie im Geschäftlichen für Effizienzgewinne. Wachstumsmärkte im privaten Markt sind insbesondere „Personenbezogene Internetdienste“, „Cloud-Dienste“, „Digitale Bezahlverfahren“ oder „P2P-Plattformen“ (Crowdsourcing etc.). Bis 2025 wird global eine jährliche Wertschöpfung von 3,7 bis 10,8 Billionen US-Dollar durch mobile Internetanwendungen prognostiziert.

Als **sekundäre Faktoren** im Zukunftsfeld Digitale Kommunikation wurden Gamification und die Glasfaserinfrastruktur identifiziert. Gamification beschreibt die Idee, den Spieltrieb des Menschen auch in der Arbeitswelt zu nutzen, um Motivation und Innovationskraft zu steigern. Die weitgehende Digitalisierung von Lebensbereichen, Branchen und Märkten führt zu einem wachsenden Bedarf an einer schnellen und leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur.

Zukunftsfeld Energie:

Die Entwicklungen im Zukunftsfeld „Energie“ werden insbesondere durch die steigende Nutzung erneuerbarer Energiequellen bedingt. Aktuell wurden neun zentrale Trends identifiziert. Hiervon zählen vier zu den kritischen Unsicherheiten: die Digitalisierung der Energiewirtschaft, die verstärkte Nutzung von Biomasse, die fluktuierende Stromerzeugung aus Wind und Sonne sowie die Nutzung von 3D-Druck und Robotik in der Wartung von Energienetzen. Die übrigen fünf Trends werden als prädestinierte Treiber eingestuft und gehen vom Thema Smart Grids über die Weiterentwicklung von Speichertechnologien bis hin zur Nutzung von biotechnologischer Innovation zur Energiegewinnung und Steigerung der Energieeffizienz.

Abbildung 55: Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Energie“



Quelle: Prognos AG 2018.

Nachfolgend werden die **kritischen Unsicherheiten** und **prädeterminierten Treiber** in Kürze dargestellt:

Kritische Unsicherheiten	
Digitalisierung der Energiewirtschaft	Die digitale Transformation der Energiewirtschaft ist integraler Bestandteil der Energiewende und sichert das effiziente Zusammenspiel von Erzeugern, Verbrauchern und Netz. ⁸² Die Vernetzung von Erzeugung, Verteilung und Verbrauch und die Verfügbarkeit immer größerer Datenmengen generieren innovative Geschäftsmodelle und ermöglichen zudem die Kopplung mit Anwendungen außerhalb der klassischen Energiewirtschaft. So führen beispielsweise automatisierte Verbrauchserfassungen und eine gerätescharfe Rückmeldung an die Nutzer zu neuen Dienstleistungen und Kundenbeziehungen. Darüber hinaus gewinnen auch Datenschutz und Datensicherheit mit der zunehmenden Digitalisierung der Energiewirtschaft immer mehr an Bedeutung.
3D-Druck und Robotik in der Wartung von Energienetzen	3D-Druck und Robotik können einen wichtigen Beitrag zu einer robusten und effizienteren Versorgung mit erneuerbaren Energien gewährleisten. Der 3D-Druck ermöglicht beispielsweise fortschrittliche Produktionstechniken (z.B. zur Herstellung effizienterer oder emissionsärmerer Turbinen ⁸³) und Nanoroboter können zukünftig notwendigen Reparaturen an komplexen Maschinen wie Turbinen und Solarmodulen prüfen und durchführen. ⁸⁴

⁸² https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/strom-2030-ergebnispapier.pdf?__blob=publicationFile&v=28.

⁸³ <https://3druck.com/industrie/siemens-und-e-on-erfolgreich-mit-3d-gedrucktem-brenner-fuer-gasturbine-4575793/>.

⁸⁴ <https://www.2030vision.com/files/resources/2030vision-full-report-2018.pdf>.

Verstärkte Nutzung von Biomasse für Verkehr und Industrie

Der Luft- und Schiffsverkehr sowie Teile der Industrie (Prozesswärme) können perspektivisch – sieht man von der Abscheidung und Speicherung von CO₂ (CCS) und der Abscheidung und Verwendung von CO₂ (CCU) ab – nur durch erneuerbare Brennstoffe dekarbonisiert werden. Im Verkehrsbereich wird dies zu einer verstärkten Verwendung flüssiger Biomasse in Form von Biokerosin und anderen Biotreibstoffen führen. Im Industriebereich und im schwer dämmbaren Gebäudebestand wird vor allem feste Biomasse benötigt. Für die jeweiligen Bereiche wird jedoch nur dann ausreichend Biomasse verfügbar sein, wenn überall dort, wo es technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist, zunehmend Wind- und Solarstrom eingesetzt werden.⁸⁵ Da jedoch der Anbau von Energiepflanzen aus ethischen und ökologischen Gründen gegenwärtig zunehmend kritischer gesehen wird, wird sich die energetische Nutzung von Biomasse zukünftig auch mehr auf die Nutzung von biogenen Abfällen konzentrieren. Bei dieser Biomassennutzung der 2. Generation werden Bioabfälle einer erweiterten energetischen und stofflichen Nutzung zugeführt.

Fluktuierende Stromerzeugung aus Wind und Sonne

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wie Wind und Solar wird bis 2030 beinahe doppelt so hoch wie heute liegen. Bis 2050 werden sie den überwiegenden Teil der gesamten Stromproduktion übernehmen und somit einen Eckpfeiler der Energieversorgung bilden.⁸⁶ Der andere Eckpfeiler, der sich aus der fluktuierenden Energieerzeugung ergibt, findet sich in Form vieler Flexibilitätsoptionen, die dem System den notwendigen Ausgleich von zu viel und zu wenig Strom liefern werden.⁸⁷ Zu diesem Zweck werden technische Lösungen an Bedeutung gewinnen, die den erneuerbaren Überschussstrom rechtzeitig sinnvoll einsetzen (z.B. Power-to-Heat/Gas, Kurzzeitspeicher, flexible Biomasse, Demand Side Management...). Hier wirken jedoch weiterhin verschiedene Hemmnisse des bestehenden Strommarktes und die fehlende vollständige Internalisierung externer Effekte kontraproduktiv bei der Entwicklung der beiden Eckpfeiler.

⁸⁵ https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/strom-2030-ergebnispapier.pdf?__blob=publicationFile&v=28.

⁸⁶ https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/strom-2030-ergebnispapier.pdf?__blob=publicationFile&v=32.

⁸⁷ https://www.bee-ev.de/fileadmin/Publikationen/Studien/20150216BEE_Strommarkt_Flexibilisierung.pdf.

Prädeterminierte Treiber / Trends

Biotechnologie in der Energiegewinnung und -effizienz

Durch die biotechnologische Energieumwandlung können höherwertige Energieformen entstehen, die insbesondere als Treibstoffe eine zunehmende Bedeutung gewinnen (Biogas, Biomethan, Biowasserstoff, Bioethanol und -butanol sowie Elektrizität aus mikrobiellen Brennstoffzellen). Darüber hinaus kann die Biotechnologie beim Aufschluss von Pflanzmaterial in Form der enzymatischen Hydrolyse eine wichtige Rolle spielen. Auch die Vermehrung von Zellen (Algen) in technischen Systemen zur Treibstoffsynthese fällt unter die biotechnologische Energieumwandlung.

Weitere Integration und Flexibilisierung des europäischen Strombinnenmarktes

Wie zuvor erwähnt (siehe Trend „Fluktuierende Stromerzeugung...“) stellt die noch nicht vollständige Internationalisierung des europäischen Strommarktes eines der Hindernisse für die effiziente Nutzung erneuerbarer Energien dar. In den kommenden Jahren wird der europäische Strombinnenmarkt jedoch enger zusammenwachsen und der grenzüberschreitende Stromhandel weiter zunehmen. Gleichzeitig wird der weitere Ausbau der grenzüberschreitenden Stromnetze dazu führen, dass auch physikalisch mehr Strom zwischen den Ländern ausgetauscht wird. Der daraus resultierende flexiblere Strombinnenmarkt wird somit in Zukunft die Kosten der Stromversorgung – unabhängig vom Strommarktdesign in den jeweiligen Mitgliedstaaten – verringern.

Weiterentwicklung von Speichertechniken

Die Fähigkeit, große Mengen an Energie zu speichern, ist entscheidend für die endgültige Verbreitung erneuerbarer Energien in allen Branchen und Sektoren, wie Transport und Heizung. Fortschritte in der Energiespeicherung werden zukünftig durch Systemmodellierung, Open-Source-Datenaustauschplattformen und Forschungsaggregate wie das Joint Center for Energy Storage Research vorangetrieben. Die Nutzung von KI kann zusätzlich die Effizienz der Energiespeicherung verbessern, indem sie darüber informiert, wann und wie Energie gespeichert werden muss.

Nutzung KWKs

Die Bedeutung emissionsarmer, effizienter und flexibler KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen) wird sich in Zukunft ändern. Aktuell sind KWK-Anlagen im Vergleich zu ungekoppelter Erzeugung besonders effizient, da sie neben Strom auch Wärme produzieren. Bis 2030 wird die Nutzung von KWK bundesweit weiter ausgebaut und ersetzt damit ungekoppelte Erzeugung. Auch nach 2030 werden KWK einen wichtigen Baustein bilden, da sie im Stromsektor einen wesentlichen Anteil des residuellen Strombedarfs decken. Im Wärmesektor produzieren KWK-Anlagen vor allem Wärme für Industrieprozesse und Raumwärme für schwer sanierbare Gebäude. Insgesamt geht man jedoch davon aus, dass die Bedeutung der KWK nach 2030 zurückgehen wird.⁸⁸

Smart Grids

Durch den steigenden Energieumsatz und die dezentrale Einspeisung alternativer Energien stoßen die alten elektrischen Netzwerke (Grids) an ihre Grenzen, nicht zuletzt, weil immer mehr Energieverbraucher auch als Produzenten auftreten, als sogenannte Prosumer. Dies erschwert zusätzlich eine sichere Energieversorgung für alle Kunden. Daher werden in Zukunft hohe Investitionen in Smart Grids benötigt, die eine effizientere und zuverlässige Steuerung des Energieverbrauchs ermöglichen, indem sie

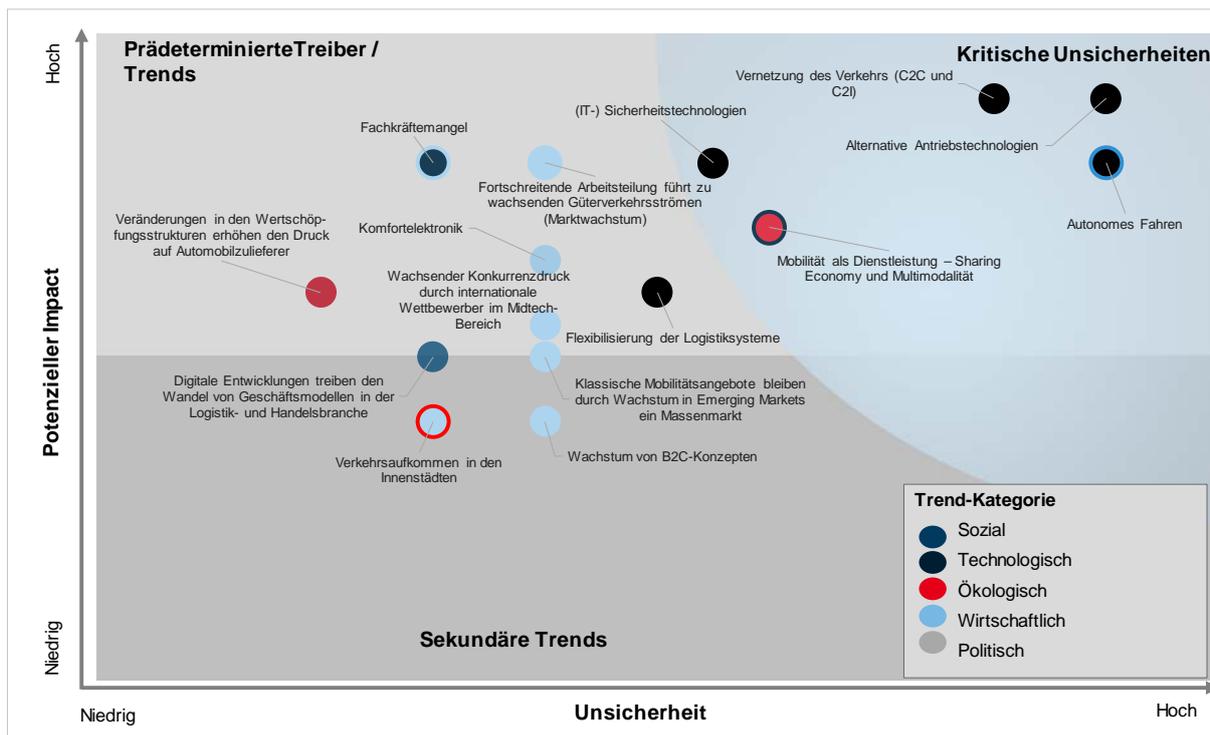
⁸⁸ https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/strom-2030-ergebnispapier.pdf?__blob=publicationFile&v=32.

eine wechselseitige und intelligente Kommunikation zwischen Endverbrauchern und den Energieversorgungsunternehmen oder den dezentralen Energiequellen ermöglichen.⁸⁹

Zukunftsfeld Mobilität:

Die Entwicklungen im Zukunftsfeld „Mobilität“ werden bis 2030 durch zentrale technologische, ökonomische und soziale Trends determiniert. Insgesamt wurden mittels Literaturrecherche 13 zentrale Trends ermittelt und bewertet. Die kritischen Unsicherheiten (oben rechts im Diagramm) besitzen eine hohe potenzielle Schlagkraft für die Entwicklung des Marktes, zeichnen sich jedoch gleichzeitig durch eine hohe Unsicherheit bezüglich der konkreten Ausprägung oder ihrer tatsächlichen Umsetzung aus. Prädeterminierte Treiber (oben links im Diagramm), zeichnen sich demgegenüber durch eine vergleichsweise klare Entwicklungsprognose aus. Sekundäre Faktoren (unterer Diagrammbereich) wurden als ebenfalls bedeutende Trends identifiziert, stehen aber mit Blick auf die Entwicklung des Zukunftsfeldes weniger im Fokus.

Abbildung 56: Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Mobilität“



Quelle: Prognos AG 2018.

Nachfolgend werden die **kritischen Unsicherheiten** und **prädeterminierten Treiber** in Kürze dargestellt:

⁸⁹ <https://www.2030vision.com/files/resources/2030vision-full-report-2018.pdf>.

Kritische Unsicherheiten

Alternative Antriebstechnologien

Wachsende Anforderungen an Ressourceneffizienz und Flottenverbrauch und der Ausbau der erneuerbaren Energien sind Treiber für die Weiterentwicklung alternativer Antriebstechnologien. Hierzu zählen die Brennstoffzelle, der Elektro- und Hybridantrieb, Autogas (LPG) sowie die Verwendung von Erdgas.⁹⁰ Insbesondere Hybrid- und Elektro- sowie Brennstoffzellenantriebe stehen im Fokus der Entwicklung.

Bisher hemmen vor allem die geringen Reichweiten und die noch geringfügig ausgebaute Ladeinfrastruktur die Verbreitung alternativer Antriebstechnologien und machen diesen Trend dadurch unsicher. Der fortschreitende Wandel der Mobilitätsmuster, insbesondere in Agglomerationsräumen, und die politischen Ambitionen, ein Leitanbieter für Elektromobilität zu werden, könnten die alternativen Antriebstechnologien und allen voran die Elektromobilität in Zukunft allerdings zunehmend attraktiver für breite Teile der Bevölkerung gestalten.

Autonomes Fahren

Die fortschreitende Digitalisierung der Mobilität führt zu einer wachsenden Autonomisierung der Mobilitätsstrukturen. Treiber sind Technologien im Bereich der Fahrassistenzsysteme, Navigationssysteme und digitale Verkehrsleitsysteme. Vor diesem Hintergrund werden sich die Wertschöpfungssysteme innerhalb der Automotive-Branche weiter verändern.⁹¹ Strategische Partnerschaften mit der IKT-Branche gewinnen an Bedeutung, und große IT-Konzerne treten mit eigenen autonomen Entwicklungen in den Markt und diversifizieren die Angebotsstrukturen.⁹²

Zentrale Hemmschwellen für die Entwicklung vollautonomer Fahrzeuge sind bisher vor allem rechtliche Hürden, IT-Sicherheit und Schutz vor Cyber-Angriffen sowie die parallele Entwicklung der digitalen Verkehrsinfrastruktur.⁹³

Vernetzung des Verkehrs (C2C und C2I)

Neue Fahrzeugkonzepte und Antriebstechnologien sowie die fortlaufende Digitalisierung der Mobilitätsstrukturen führen zu einer zunehmenden Vernetzung des Individualverkehrs und des ÖPNV mit Verkehrsinfrastrukturen (C2X-Kommunikation). Die funktionierende Kommunikation mit weiteren Verkehrsteilnehmern (Car-to-Car) und der Infrastruktur (Car-to-Infrastructure) ist eine wichtige Voraussetzung für die Durchsetzung des automatisierten Fahrens. Gleichzeitig ermöglichen intelligente Verkehrsmanagementsysteme die Optimierung und Veränderung bestehender Mobilitätsmuster und eröffnen neue Arten der Personen- und Güterbeförderung.⁹⁴

⁹⁰ Jochem/Poganietz/Grunwald/Fichtner (Hrsg.) (2012): Alternative Antriebskonzepte bei sich wandelnden Mobilitätsstilen. Tagungsbeiträge vom 08. und 09. März 2012 am KIT, Karlsruhe.

⁹¹ PwC (2018): Five trends transforming the Automotive Industry.

⁹² VDI Technologiezentrum (2015): Forschungs- und Technologieperspektiven 2030.

⁹³ McKinsey (2016): Automotive revolution – perspective towards 2030.

⁹⁴ DG Grow (2017): GEAR 2030 – Final Report.

Mobilität als Dienstleistung – Sharing Economy und Multimodalität

Gerade bei jüngeren Menschen zeichnet sich eine zunehmende Flexibilisierung der Verkehrsmittelwahl ab. Das Fahrzeug selbst tritt als Produkt immer mehr in den Hintergrund, während Mobilität als Dienstleistung auf Basis eines für den jeweiligen Bedarf zusammengestellten Mixes aus öffentlichen Verkehrsmitteln, Car-Sharing und anderen Mobilitätsangeboten bei bestimmten Kundengruppen in den Fokus des Interesses rückt. Vollautomatisierte Fahrzeuge ermöglichen neue Nutzungs- und Parkkonzepte. Hersteller müssen sich daher verstärkt auf flexiblere Besitz- und Nutzungsmodelle und ein höheres Maß an damit verknüpften Dienstleistungen einstellen.⁹⁵

(IT-) Sicherheitstechnologien

Die fortschreitende Vernetzung der Fahrzeugtechnik im Bereich der Sicherheitsanwendungen, Fahrassistenzsysteme, Komfotelektronik und digitalen Verkehrsinfrastruktursysteme führt zu einer zunehmenden Autonomisierung der Mobilitätsstrukturen. Diese erfordert digitale Sicherheitstechnologien für den Schutz vor externen Eingriffen durch Dritte, Manipulationen oder auch den Missbrauch persönlicher Daten.

Prädeterminierte Treiber / Trends

Flexibilisierung der Logistiksysteme

Die Einbettung in globale Produktionsnetzwerke, die zunehmende Individualisierung von Waren und Anforderungen an „just in time“-Lieferungen sorgen für steigende Flexibilitätsanforderungen an Logistiksysteme.

Die Automatisierung der Auftragsstrukturen und die Integration von digitalen Technologien in die Entwicklung flexibler Logistikabläufe gewinnen daher an Bedeutung.

Wachsender Konkurrenzdruck durch internationale Wettbewerber im Midtech-Bereich

Im Maschinenbau und der Automobilindustrie nimmt der internationale Wettbewerb zu. Insbesondere im Midtech-Bereich verstärken vor allem chinesische Wettbewerber den Konkurrenzdruck auf hiesige Produzenten.

Klassische Mobilitätsangebote bleiben durch Wachstum in Emerging Markets ein Massenmarkt

Durch die weiter anhaltende Nachfragesteigerung aus den Emerging Markets bleiben klassische Mobilitätsangebote auch mittelfristig ein Massenmarkt. Die Vereinten Nationen schätzen, dass sich der weltweite Fahrzeugbestand bis zum Jahr 2030 von derzeit 750 Millionen auf rund 1,5 Milliarden Pkw und Nutzfahrzeuge verdoppeln wird.⁹⁶

Komfotelektronik

Die Komfotelektronik steht in den kommenden Jahren weiter im Fokus der Entwicklung. Technikbereiche wie Navigation, Bedienungshilfen werden ebenso weiterentwickelt wie Multimediafunktionen, Telekommunikation und elektronische Schnittstellen zwischen Fahrzeug und Mensch (Touchscreens, Touchpads, Sprachsteuerung und Head-Up-Displays).

⁹⁵ PwC (2018): Five trends transforming the Automotive Industry.

⁹⁶ McKinsey (2016): Automotive revolution – perspective towards 2030.

Fortschreitende Arbeitsteilung führt zu wachsenden Güterverkehrsströmen (Marktwachstum)

Infolge der Globalisierung und der fortschreitenden internationalen Arbeitsteilung wird das Güterverkehrsaufkommen in Deutschland weiter zunehmen. Laut aktuellen Berechnungen der Prognos AG steigt das Aufkommen bis 2030 von 630 Mrd. (2014) auf 786 Mrd. Tonnenkilometer. Dies entspricht einem relativen Wachstum von 25 %.⁹⁷

Fachkräftemangel

Bis 2030 wird die Zahl der Erwerbstätigen im Zukunftsfeld „Mobilität“ leicht sinken. Deutliche Rückgänge im Landverkehr und ein leichter Rückgang im Automobilbau stehen einem Beschäftigungswachstum bei KEP-Diensten⁹⁸ und in der Lagerei gegenüber. Gleichzeitig weist aber auch das Erwerbspersonenpotenzial eine rückläufige Tendenz auf. Zudem wird die weitere Vernetzung und Digitalisierung der Branche zu einem Wandel der Kompetenzprofile und steigenden Anforderungen an Arbeitnehmer führen. Der Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials und die Verschiebung der Beschäftigtennachfrage können in den kommenden Jahren in der Summe zu Fachkräfteengpässen und -mängeln im Zukunftsfeld „Mobilität“ führen. In der Fahrzeugtechnik und Mechatronik übersteigen deutschlandweit schon heute die Ausschreibungen die Zahl der Arbeitssuchenden geringfügig.⁹⁹

Digitale Entwicklungen treiben den Wandel von Geschäftsmodellen in der Logistik- und Handelsbranche

Die Bereitstellung von Cloud-Computing-Kapazitäten eröffnet der Logistikbranche die Nutzung sogenannter Warehouse-Management-Systeme (WMS) oder diverser Transportmanagement-Systeme (TMS). Weitere Anwendungsmöglichkeiten von Software ergeben sich für die Branche durch das sogenannte Data Mining. Die Nutzung von Big-Data-Analysen, z.B. der eigenen Kundenstämme, hilft bei der Optimierung der Warenzustellung. Gerade KMU greifen bei der Implementierung auf externe Dienstleister zurück.

Veränderungen in den Wertschöpfungsstrukturen erhöhen den Druck auf Automobilzulieferer

Die Bindungen durch langfristige Verträge, in denen häufig turnusmäßige Kostenreduktionen vorgesehen sind, führen zu einem verstärkten Kostendruck für Zulieferer. Damit einhergehend steigt der Druck, bestehende Effizienzpotenziale zu nutzen. Dieser Druck verstärkt sich durch die wachsende Internationalisierung der Zuliefer- und Wettbewerbsstrukturen. Gleichzeitig führt die fortlaufende Modularisierung und Etablierung von Plattformstrategien zu einer größtmöglichen Standardisierung weiter Teile der Automobilproduktion. In diesem Rahmen werden gerade die Add-on-Produkte für Fahrzeuge in immer schnelleren Zyklen entwickelt. Hier kommt es ebenfalls zu einem hohen Innovationsdruck für die Zulieferindustrie.

Als **sekundäre Trends** im Zukunftsfeld „Mobilität“ wurde zum einen das starke **Wachstum von B2C-Konzepten** eingeordnet. Onlineversandhandel und E-Commerce werden den Bedarf an Logistikdienstleistern (insbesondere von Paketdienstleistern) weiter verstärken. Zum

⁹⁷ Prognos AG (2015): Prognos World Transport Report 2015/2016. Zeitraum 2014-2030.

⁹⁸ Kurier-, Express- und Paketdienste.

⁹⁹ DG Grow (2017): GEAR 2030 – Final Report.

anderen wird das **Verkehrsaufkommen in den Innenstädten** weiter zunehmen. Dies erfordert intelligente Lösungen für Logistikdienstleister z.B. durch spezifische City-Logistik-Konzepte.

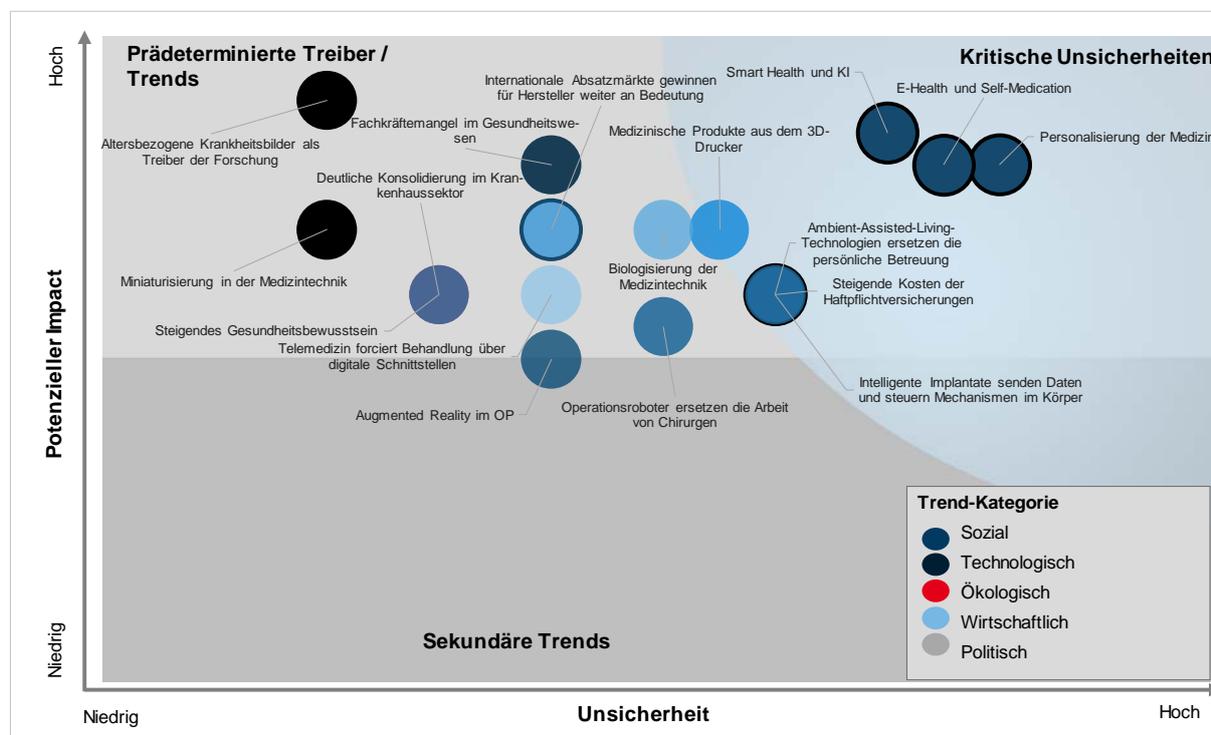
Zukunftsfeld Gesundheit:

Die Entwicklung im Zukunftsfeld „Gesundheit“ wird in den kommenden Jahren durch zentrale technologische, ökonomische und soziale Trends beeinflusst werden. Insgesamt wurden mittels Literaturrecherche 17 zentrale Trends ermittelt und bewertet.

Als kritische Unsicherheiten (oben rechts im Diagramm) erweisen sich die Personalisierung der Medizin, steigende Kosten der Haftpflichtversicherungen, Smart Health und KI, E-Health und Self-Medication sowie technologische Entwicklungen im Bereich von 3D-Druck, intelligenten Implantaten und Ambient Assisted Living. Sie besitzen eine hohe potenzielle Wirkung auf die Entwicklung im Zukunftsfeld; ihre tatsächliche Umsetzung und Ausprägung ist allerdings vergleichsweise unklar.

Die prädestinierten Treiber (oben links im Diagramm) besitzen eine hohe potenzielle Wirkung aber auch eine klare Prognose hinsichtlich ihrer Umsetzung und Ausprägung.

Abbildung 57: Trend- und Unsicherheitsanalyse Zukunftsfeld „Gesundheit“



Quelle: Prognos AG 2018.

Nachfolgend werden die **kritischen Unsicherheiten** und **prädestinierten Treiber** in Kürze dargestellt:

Kritische Unsicherheiten

Personalisierung der Medizin

Die Entwicklung zunehmend günstigerer Analysemethoden sowie die Verfügbarkeit von komplexen Datenvolumina über den Einzelnen werden in Zukunft zu einem vermehrten Einsatz personalisierter Therapien führen.¹⁰⁰ Die traditionelle Beurteilung von Patienten wird ergänzt werden durch ungleich präzisere und damit gezielt nutzbare Merkmale auf genetischer Ebene jedes Einzelnen.¹⁰¹

Smart Health und KI

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und die medizinischen Potenziale von Big Data werden in Zukunft helfen, deutlich frühere Diagnosen zu stellen, Menschen besser, da personalisierter, zu therapieren und die Gesundheits- und Folgekosten in den kommenden Jahren enorm zu senken. Ein wichtiger Aspekt im Rahmen der Vernetzung der Gesundheitsversorgung sind zunehmende Anforderungen an die IT-Sicherheit und der Schutz der persönlichen Daten. Gerade für Krankenhäuser wird der Umgang mit sensiblen Patientendaten zunehmend wichtig und führt zu einer wachsenden Nachfrage nach Sicherheitslösungen.

E-Health und Self-Medication

Digitale Technologien spielen bei der Gesundheitsversorgung und medizinischen Selbstkontrolle eine immer größere Rolle. Unbestritten ist das Potenzial von E-Health zur effizienteren Gestaltung von Prozessen, Vernetzung von Akteuren, zum schnelleren Zugriff auf Daten und deren Übermittlung sowie zur Wissensgenerierung und Qualitätskontrolle und damit letztlich für mehr Qualität in der Gesundheitsversorgung sowie den effizienteren Einsatz der zur Verfügung stehenden Mittel. Allerdings wirken sich Fragen der Datensicherheit, der Abrechenbarkeit, rechtliche Rahmenbedingungen, mangelnde Interoperabilität sowie unzureichende Passfähigkeit zu bestehenden Prozessen und Arbeitsweisen noch hemmend auf die Umsetzung aus.¹⁰² Im Bereich E-Health eröffnen sich zudem Themenfelder wie Self-Medication. Der Bereich birgt zunächst Entlastungseffekte für das Gesundheitssystem. Um mehr Self-Medication durch die Bürger zu ermöglichen, benötigen diese jedoch eine größere Gesundheitskompetenz.

Steigende Kosten der Haftpflichtversicherungen

Die Schadenshöhenentwicklung bei den Personenschäden und die daran gekoppelte Prämienkalkulation der Versicherer führen zu einem steigenden Kostendruck für Krankenhäuser. Prognosen schätzen, dass der Schadenaufwand je Einzelfall pro Jahr auch zukünftig weiter wachsen wird. Bei der notwendigen Ermittlung neuer Grundlagen und Anhaltspunkte für die Prämienkalkulation eines Versicherers werden vor diesem Hintergrund die individuelle Risikoentwicklung eines Krankenhauses und deren Einschätzung immer wichtiger werden. Präventive Maßnahmen wie die Einführung eines Risikomanagements im Rahmen eines erweiterten Qualitätsmanagements werden hierdurch Einfluss auf die individuelle Prämienentwicklung und auf die Versicherbarkeit des Haftpflichtrisikos nehmen.

¹⁰⁰ HWWI (2012): Strategie 2030 – Gesundheit.

¹⁰¹ VDI Technologiezentrum (2015): Forschungs- und Technologieperspektiven 2030.

¹⁰² DIHK (2018): Die digitale Transformation im Gesundheitsbereich.

Medizinische Produkte aus dem 3D-Drucker

Der 3D-Drucker ermöglicht es individuell an den Patienten angepasste medizinische Produkte zu fertigen, beispielsweise Implantate, Prothesen oder Hörgeräte. In diesen Bereichen wird die Fertigung bereits heute kommerziell durchgeführt. Ein breites Entwicklungs- und Forschungsspektrum eröffnet der 3D-Druck von transplantierbaren Gewebe und Organen als bedeutender Schritt für die regenerative Medizin. Das Drucken biologischer Materialien ist weitaus komplexer. Zentrale Herausforderungen betreffen Material, Zelltypen und -wachstum, die höhere Sensibilität lebender Zellen und die Konstruktion von Gewebe. Die Komplexität erfordert die Integration von Kompetenzen aus Ingenieurwissenschaften, Biomaterialforschung und Zellbiologie, Physik und Medizin.

Ambient-Assisted-Living-Technologien ersetzen die persönliche Betreuung

Begünstigt durch den demografischen Wandel werden AAL-Techniken („Ambient Assisted Living“) in der Versorgung zunehmend eine zentrale Rolle spielen. Durch die wachsende Anzahl an pflegebedürftigen Menschen wächst der Markt für entsprechende Produkte. Die zugrundeliegende Mikrosystemtechnik bietet zudem weitere Anwendungsbereiche und Schnittstellen zum Technologietreiber „Smart Living“ (intelligentes Wohnen). Technische Hilfen in der alltäglichen Betreuung und Bewältigung bieten Alternativen zu persönlichen Betreuungsmodellen und können sie zukünftig ablösen und in Teilen sogar vollständig substituieren bzw. obsolet machen. Die breite Diffusion von AAL wird bisher vor allem durch Probleme bei der Interoperabilität von Geräten, Netzen und Dienstleistungen und die fehlende Standardisierung, die Finanzierung durch das Gesundheitswesen, Akzeptanz der Nutzer und Fragen der Datensicherheit gebremst.¹⁰³

Intelligente Implantate senden Daten und steuern Mechanismen im Körper

Durch die Entwicklung bioelektronischer Sensoren lassen sich zukünftig medizinische und physische Parameter erfassen, die neue Möglichkeiten für Patientenuntersuchungen und Behandlungen eröffnen. Auf Basis von Bio-Sensor-Implantaten können in Zukunft Patientendaten überwacht und extern ausgelesen werden. Sie ermöglichen zudem neue Wege in der Behandlung. Beispielsweise können implantierte Chips Impulse und somit Reaktionen im Körper auslösen oder produzieren im Körper benötigte Substanzen wie etwa Insulin.

Prädeterminierte Treiber / Trends**Biologisierung der Medizintechnik**

Entwicklungen von biologisierten Medizinprodukten, die sich aufgrund ihres biologischen Ursprungs besser in den menschlichen Körper einfügen und deshalb seltener abgestoßen werden, bieten zukünftig Alternativen zu herkömmlichen Produkten. Die Entwicklung wird durch den Einsatz von Biomaterialien und lebenden Zellen unterstützt.

Operationsroboter ersetzen die Arbeit von Chirurgen

In der Chirurgie kommen zunehmend Operationsroboter zum Einsatz. Sie werden entweder per Computer gesteuert oder setzen unter Aufsicht vorprogrammierte Befehle um. Experten gehen allerdings davon aus, dass Roboter immer als Assistenten menschlicher Operateure fungieren werden. Chirurgen müssen mit ihrem Erfahrungswissen und der Fähigkeit,

¹⁰³ VDI Technologiezentrum (2015): Forschungs- und Technologieperspektiven 2030.

	auf nicht erwartete Komplikationen reagieren zu können, die individuellen Entscheidungen treffen, derer es während jeder OP bedarf.
Fachkräftemangel im Gesundheitswesen	<p>Die Erwerbstätigenentwicklung für das Zukunftsfeld „Gesundheit“ weist bis 2030 eine stabile Entwicklung auf. Mittelfristig wird die Nachfrage im Gesundheitswesen weiter steigen, langfristig allerdings durch den im deutschlandweiten Vergleich stärkeren Rückgang der Bevölkerung kompensiert.</p> <p>Gleichzeitig führen der Rückgang und die zunehmende Alterung der Bevölkerung zu einer Abnahme des Erwerbspersonenpotenzials. In der Summe sind hierdurch in den kommenden Jahren Fachkräftengpässe und -mängel, insbesondere bei Pflege- und medizinischem Personal, zu erwarten.</p>
Internationale Absatzmärkte gewinnen für Hersteller weiter an Bedeutung	Die wachsende Nachfrage aus Ländern wie China, Indien oder verschiedenen Ländern Afrikas ermöglicht Wachstumschancen für Anbieter medizinischer Produkte. Internationale Absatzmärkte und Direktinvestitionen gewinnen an Bedeutung. Durch den wachsenden Kostendruck auf dem internationalen Markt expandieren Medizintechnikunternehmen vor allem im Ausland.
Telemedizin forciert Behandlung über digitale Schnittstellen	Innovative telemedizinische Lösungen ermöglichen den Austausch zwischen medizinischem Personal und Patienten über digitale Schnittstellen. Experten schätzen, dass der Einsatz von Telemedizin in zehn Jahren selbstverständlich sein wird, hierbei aber als Ergänzung zum direkten Kontakt zwischen Arzt und Patienten fungiert. ¹⁰⁴
Augmented Reality im OP	Operateure können mit Hilfe von Datenbrillen oder anderen digitalen Schnittstellen Bilder und Informationen abrufen, die die Operation einfacher und damit für den Patienten sicherer machen. Als digitale Schnittstellen werden z.B. Datenbrillen, Datenhelme o.a. genutzt. Medizintechnik und Chirurgie profitieren zunehmend von Cross-Innovation-Potenzialen zur Informatik, die Software für Analysemethoden, Auswertung und Assistenz liefert.
Deutliche Konsolidierung im Krankenhaussektor	Der Verdrängungswettbewerb, insbesondere bei der Grund- und Regelversorgung, führt zu einer Konsolidierung des Krankenhaussektors. Die Zahl der Kliniken und Betten (sinkende Verweildauer) wird in den kommenden 15 Jahren weiter abnehmen. Kliniken konzentrieren mehr und mehr Leistungen in ihren Häusern. Weite Teile der Behandlung werden hierdurch künftig aus einer Hand abgedeckt. Durch die Konzentration von Leistungen können Spezialisierungsvorteile und damit Skalenerträge realisiert werden.
Steigendes Gesundheitsbewusstsein	Das steigende Gesundheitsbewusstsein der Bevölkerung führt zu einer wachsenden Nachfrage nach Gesundheitsdienstleistungen. Hiervon können insbesondere Anbieter im zweiten Gesundheitsmarkt profitieren.
Altersbezogene Krankheitsbilder als Treiber der Forschung	Der demografische Wandel wird in den kommenden Jahren in erheblichem Maße die Entwicklung der Life-Science- und Gesundheitsbranche treiben. Durch die steigende Lebenserwartung verändern sich zunehmend die typischen Krankheitsbilder. Dies führt zu einem wachsenden Personalbedarf und zu einer wachsenden Nachfrage nach medizinischen Produkten.

¹⁰⁴ Vgl. Bundesregierung.de (2014): TELEMEDIZIN. Ein direkter Draht zum Arzt.

Miniaturisierung in der Medizintechnik

Die Miniaturisierung der Medizintechnik wird durch Entwicklungen in der Mikrosystemtechnik, Nanotechnologie und optischen Technologien vorangetrieben. Implantierte Mikrosysteme schaffen neue Möglichkeiten für Diagnostik, Therapie und Rehabilitation. Hierbei ergeben sich zukünftig verstärkt neue Schnittstellen zur Bioinformatik und Biotechnologie, die Treiber für Cross-Innovation-Potenziale bilden.

5.4. Synopse: Gesamtprofil der sächsischen Zukunftsfelder

Der Innovationsstandort Sachsen verfügt in einzelnen Zukunftsfeldern über klare Stärken und thematische Schwerpunktsetzungen. Hieran kann im Sinne einer erfolgreichen Weiterentwicklung angeknüpft werden. Zugleich weist der Standort aber auch gewisse Schwächen und strukturelle Defizite auf, die es in Zukunft abzubauen gilt. Die Stärken und Schwächen bilden die aktuelle Ausgangslage der Zukunftsfelder ab. Den Innovationsakteuren bieten sich anhand der mittel- bis langfristigen Trends neue Zukunftsthemen und Chancen für die zukünftige Entwicklung, die es zu nutzen gilt, um Stärken aus- und Schwächen abzubauen. Daneben bestehen jedoch auch Herausforderungen im externen Umfeld, mit deren Eintreten zu rechnen ist, wenn erforderliche Gegenmaßnahmen ausbleiben und sich rückläufige Entwicklungen im Zuge von Selbstverstärkungsprozessen weiter verschärfen.

In die SWOT-Analysen der sächsischen Zukunftsfelder sind neben den Ergebnissen der vorangegangenen quantitativen Analysen und Bewertungen insbesondere qualitative Einschätzungen eingeflossen, die im Rahmen der Expertengespräche mit Intermediären und Vertretern aus Wirtschaft und Wissenschaft geäußert wurden. Auf Basis dieser Analysen werden die Ergebnisse synoptisch in einem Gesamtprofil für die thematischen Zukunftsfelder Sachsens dokumentiert. In den nachfolgenden Tabellen werden je Zukunftsfeld in einer SWOT-Matrix die wichtigsten Stärken und Schwächen Sachsens (endogene Betrachtung) sowie Chancen und Herausforderungen des Umfelds (exogene Betrachtung) gegenübergestellt. Die SWOT umfasst die zentralen Aussagen aus den vorangegangenen Analysen. Die endogene Betrachtung bezieht sich auf die Leistungsfähigkeit und Entwicklung des korrespondierenden Branchenportfolios (Sekundärstatistik), technologische und wissenschaftliche Stärken (Publikations- und Patentanalysen), die unternehmerischen Innovationsträger (bibliometrische Textanalysen) sowie thematische bzw. strukturelle Stärken und Schwächen (Interviews mit Vertretern des sächsischen Innovationssystems). Die exogene Betrachtung fasst in komprimierter Form die Ausführungen zu den perspektivischen Bedarfen und Trends zusammen (Trendanalyse).

Zukunftsfeld Umwelt: Sachsen ist ein etabliertes Zentrum der Umweltechnik, Wasserwirtschaft und Kreislaufwirtschaft und verfügt über eine Vielzahl spezialisierter Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Zentrale Stärken des Zukunftsfeldes Umwelt sind u.a. das Publikations- und Patentaufkommen, der im Vergleich zu Deutschland überdurchschnittliche Anteil von potenziellen Innovationsträgern sowie die renommierten Forschungszentren und Hochschulen in diesem Bereich. Schwächen lassen sich in u.a. in der Kleinteiligkeit der Unternehmensstruktur und der ausbaufähigen Außendarstellung feststellen. Chancen bestehen u.a. durch die Trends hin zur zirkulären Wirtschaft und Bioökonomie. Herausforderungen liegen u.a. in möglichen Technologiebrüchen im Bereich Wasser, Ressourcen oder Energie.

Tabelle 58: SWOT Zukunftsfeld Umwelt

Stärken (endogen)	Schwächen (endogen)
Sektorale Entwicklung	
<ul style="list-style-type: none"> hoher Spezialisierungsgrad und überdurchschnittlicher Produktivitätszuwachs in der Wasserversorgung und -entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen (LQ = 1,3) 	<ul style="list-style-type: none"> insgesamt Beschäftigungsrückgang für das Zukunftsfeld Umwelt sichtbar (vor allem in der Land- und Forstwirtschaft sowie der Wasserversorgung und -entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen) insgesamt geringe Produktivität und niedrigeres Produktivitätswachstum des Zukunftsfeldes Umwelt im bundesweiten Vergleich
Publikationen und Patente	
<ul style="list-style-type: none"> Zentraler Stärkenbereich hinsichtlich Publikationen; in diesem Bereich auch stark positiver Trend erhebliches Patentaufkommen 	<ul style="list-style-type: none"> Wachstum im Patentbereich nur durchschnittlich
Unternehmerische Innovationsträger	
<ul style="list-style-type: none"> im Vergleich zu Deutschland überdurchschnittlicher Anteil von potenziellen Innovationsträgern im Feld Umwelt 	<ul style="list-style-type: none"> starke Konzentration auf Land- und Forstwirtschaft, Wasserversorgung und -entsorgung sowie Baugewerbe
Thematisch und strukturell	
<ul style="list-style-type: none"> Aktuelle thematische Schwerpunkte: Bioökonomie, Wasserwirtschaft und -forschung, Recycling und Kreislaufwirtschaft, Öko-Systeme der Zukunft, Smarte Modelle und (Umwelt-)Monitoring Renommierte Forschungszentren und Hochschulen: Fachrichtung Hydrowissenschaften als Alleinstellungsmerkmal an der TU Dresden mit Blick auf die gesamtdeutsche Wasserwirtschaft, Vielzahl außeruniversitärer Forschungseinrichtungen Systemdenken: Ganzheitliche Perspektive in der Wasserwirtschaft ist innovativ und wird bereits von sächsischen Kompetenzträgern international umgesetzt Anlagentechnik: Alleinstellungsmerkmale im Anlagenbau, insb. für kompakte, dezentrale Anlagen und Verfahrenstechnik (z.B. Abluft- oder Filtertechniken), der zentrale Innovationen für das Feld Umwelt liefert 	<ul style="list-style-type: none"> wenig große Unternehmen: Die Größe der Unternehmen in Sachsen ist ein Schwachpunkt. Die kleinen und mittleren Unternehmen des Zukunftsfeldes stehen vor der Schwierigkeit, ausreichend Kapital und Personal für langfristige Innovationsprojekte bereitzuhalten Innovationspotenziale: Unternehmen des Zukunftsfeldes schöpfen ihr Potenzial für Innovationen noch nicht voll aus Sensorik, Softwareentwicklung und -technologien: Vorhandene Zukunftskompetenzen noch ausbaufähig Außendarstellung: Die Präsentation der sächsischen Schwerpunkte und Kompetenzen, insbesondere in der Wasserwirtschaft, ist nicht ausreichend Wissenstransfer: Transfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft ist weiter ausbaufähig
Chancen (exogen)	Herausforderungen (exogen)
<ul style="list-style-type: none"> Kreislaufwirtschaft/Circular Economy Aufkommende Bioökonomie globale Wasserversorgung 	<ul style="list-style-type: none"> Technologiebrüche in den Branchen Wasser, Ressourcen, Energie können neue Kompetenzen erfordern Veränderung von Geschäftsmodellen bedingt durch Klimawandel Trendverläufe in der Neo-Ökologie

Quelle: ZEW ISI, Prognos, 2018.

Zukunftsfeld Rohstoffe: Sachsen ist ein historisch gewachsenes Rohstoffland und verfügt über vielfältige geschlossene Innovations- und Wertschöpfungsketten im Feld Rohstoffe. Zent-

rale Stärken des Zukunftsfeldes Rohstoffe sind u.a. das Patentaufkommen, der im Regionenvergleich höchste Anteil von potenziellen Innovationsträgern und die dichte Forschungslandschaft. Schwächen lassen sich u.a. im geringen Publikationsaufkommen und der fehlenden Großindustrie feststellen. Chancen bestehen u.a. durch die zunehmende Bedeutung der Kreislaufwirtschaft und der weltweit steigenden Nachfrage nach Metallen und strategischen Rohstoffen. Herausforderungen liegen u.a. in der zunehmenden Ressourcenknappheit und den volatilen Rohstoffpreisen.

Tabelle 59: SWOT Zukunftsfeld Rohstoffe

Stärken (endogen)	Schwächen (endogen)
Sektorale Entwicklung	
<ul style="list-style-type: none"> hohe Konzentration der Metallindustrie in der sächsischen Gesamtbeschäftigung (LQ=1,16) und im Vergleich zur Gesamtwirtschaft höheres Umsatz- und BWS-Wachstum hohe Bedeutung des Maschinenbaus für das Zukunftsfeld Rohstoffe (LQ=1,16) 	<ul style="list-style-type: none"> deutlicher Rückgang an SvB im Bergbau, darunter in der Gewinnung von Steinen und Erden geringe Spezialisierung in der chemischen Industrie (LQ = 0,5)
Publikationen und Patente	
<ul style="list-style-type: none"> noch nennenswertes Patentaufkommen 	<ul style="list-style-type: none"> geringes Publikationsaufkommen in beiden Bereichen nur durchschnittlicher Trend; merklicher Einbruch bei Patenten
Unternehmerische Innovationsträger	
<ul style="list-style-type: none"> der höchste Anteil von potenziellen Innovationsträgern im Feld Rohstoffe im Regionenvergleich 	<ul style="list-style-type: none"> starke Konzentration der potenziellen Innovationsträger auf die Branchen Wasserversorgung, Baugewerbe und Ingenieurbüros
Thematisch und strukturell	
<ul style="list-style-type: none"> aktuelle thematische Schwerpunkte: Exploration von Rohstoffen, Gewinnung und Aufbereitung von Rohstoffen, Recycling von Sekundärrohstoffen, Weiterverarbeitung von Rohstoffen heimische Lagerstätten: Erze und Spate, Kohle, Steine und Erden, darunter strategische Rohstoffe für Hightech-Produkte (z.B. Lithium, Nickel, Kobalt, Zink, Blei) („Sachsen ist steinreich“) dichte Forschungslandschaft: TU Bergakademie Freiberg europaweit einzige Uni, die die ganze Kette vom Bergwerk bis zum fertigen Produkt abdeckt, u.a. Forschungs- und Lehrbergbau („Wir haben ein eigenes Feldlabor vor der Haustür“) gesamte Innovationskette: Geschlossene Wertschöpfungskreisläufe von Recyclingunternehmen/innovativen Entsorgungsbetrieben bis zu (mittelständischen) Hütten (in Nischenmärkten aktiv) Recycling-Wirtschaft: z.B. Einsatz innovativer Recycling- und Verhüttungs-Verfahren, Verknüpfung von Primär- und Sekundärrohstoffen („Sachsen ist das Herz der Circular Economy“) attraktive Förderquoten: Grundstoffindustrie (z.B. Umwandlung nachwachsender Rohstoffe in Grundstoffe für Pharma, Chemie) kann Magnet für weitere produzierende Unternehmen sein Imagestärke und internationale Wahrnehmung: Sachsen steht für Rohstoffe („Man glaubt den Sachsen, dass sie das Thema wirklich wollen“). Sachsen kann im Bund Vorreiter für Nutzung heimischer Rohstoffe sein 	<ul style="list-style-type: none"> fehlende Großindustrie: Kleinteiligkeit ist eine Schwäche, es fehlen Forschungslabore der Großindustrie (z.B. keine Chemieparcs) Transfer von Forschungsergebnissen: Schwächen in der Überführung neuen Wissens in die industrielle Anwendung Vernetzung: Zusammenarbeit der Kompetenzträger aus Wirtschaft und Wissenschaft hat Potenzial, weiter intensiviert zu werden politische Rahmenbedingungen: teilweise fehlendes Rohstoffbewusstsein, zu geringe Investitionen in zukünftige Innovationsstandorte Weltmarktabhängigkeit: Rohstoff-Sektor ist stark von Weltmarkt abhängig (z.B. werden innovative Recycling-Verfahren unattraktiver, wenn der Weltmarktpreis fällt)
Chancen (exogen)	Herausforderungen (exogen)
<ul style="list-style-type: none"> zunehmende Bedeutung der Kreislaufwirtschaft steigende Nachfrage nach Metallen und weiteren strategischen Rohstoffen Smart Mining 	<ul style="list-style-type: none"> Ressourcenknappheit steigende und volatile Rohstoffpreise internationale Marktdynamiken

Quelle: ZEW, ISI, Prognos, 2018.

Zukunftsfeld Digitale Kommunikation: Sachsen ist das größte Mikroelektronik-Cluster in Europa und verfügt über eine Vielzahl spezialisierter Forschungseinrichtungen in diesem Bereich. Hieraus ergeben sich Schnittstellen zu den anderen Zukunftsfeldern Sachsens. Zentrale Stärken des Zukunftsfeldes Digitale Kommunikation sind u.a. das nennenswerte Publikations-

und Patentaufkommen, die etablierten Clusterstrukturen und die Schnittstellen zu anderen Zukunftsfeldern. Schwächen lassen sich u.a. in dem seit 2010 erheblich einbrechenden Patentaufkommen und der fehlenden Unternehmenszentralen der produzierenden Großunternehmen feststellen. Chancen bestehen u.a. durch den zunehmenden Wertschöpfungsanteil von IKT-Unternehmen und der jüngst von der Europäischen Kommission zugesagten Förderung der Mikroelektronik im Rahmen eines Important Project of Common European Interest (IPCEI) in Sachsen. Herausforderungen liegen u.a. in den Trends der Künstlichen Intelligenz und einem möglichen Fachkräftemangel.

Tabelle 60: SWOT Zukunftsfeld Digitale Kommunikation

Stärken (endogen)	Schwächen (endogen)
Sektorale Entwicklung	
<ul style="list-style-type: none"> insgesamt positivere SvB-, Umsatz-, BWS- und Produktivitätsentwicklung des Zukunftsfeldes Digitale Kommunikation als Gesamtdeutschland insbesondere sehr positive Entwicklung der IT- und Informationsdienstleistungen in Sachsen. 	<ul style="list-style-type: none"> Produktivität des Zukunftsfeldes Digitale Kommunikation liegt insgesamt weiterhin unterhalb des deutschen Durchschnitts
Publikationen und Patente	
<ul style="list-style-type: none"> nennenswertes Publikationsaufkommen; in diesem Bereich auch positiver Trend noch zentrales Stärkenfeld im Bereich Patente 	<ul style="list-style-type: none"> seit 2010 erheblich zurückgehendes Patentaufkommen; Niveau nachhaltig gesunken, keine Erholungstendenz absehbar
Unternehmerische Innovationsträger	
<ul style="list-style-type: none"> Stärken bei Data Analytics und Softwareentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> die potenziellen Innovationsträger konzentrieren sich stark auf den Softwarebereich
Thematisch und strukturell	
<ul style="list-style-type: none"> aktuelle thematische Schwerpunkte: Mikroelektronikproduktion, fünfte Generation der Mobilfunkkommunikation (5G), Hardwarekompetenzen, IT- und Software, Nanoelektronik; weitere Innovationsthemen: Smart City, Smart Production, Künstliche Intelligenz, Robotik, Automation Clusterstrukturen: Größtes europäisches Mikroelektronik-Cluster („Silicon Saxony“) bildet gesamte Innovationskette von Grundlagenforschung bis Produktion von Halbleitertechnologie ab Spezialisierte öffentliche Forschungslandschaft (Universitäten und Forschungseinrichtungen), 5G Lab Germany (einer der größten interdisziplinären Forschungseinheiten IKT), Verbindung zwischen Soft- und Hardware räumliche Nähe: Der Software- und Big-Data-Sektor (ganze Wertschöpfungskette) profitiert von räumlicher Nähe zu relevanten Branchen wie der Mikroelektronik Kooperation: Vernetzung zwischen mittelständischen Unternehmen, Wissenschaft und Industrie ist gut Zusammenarbeit an Schnittstellen zu anderen Zukunftsfeldern: Zusammenwirken von Kompetenzen im Feld Digitale Kommunikation mit anderen Anwendungsfeldern z.B. in Maschinenbau, Medizin/Biotechnologie, Energie, Agrartechnik und Mobilität 	<ul style="list-style-type: none"> Breitbandausbau: teilweise unzureichend, gerade in ländlichen Regionen fehlende Unternehmenszentralen der produzierenden Großunternehmen: kleine und mittelständische Unternehmen überwiegen Branchenübergreifende Vernetzung: Interdisziplinarität und Austausch über Branchengrenzen hinweg ausbaufähig fehlende kritische Masse: Sachsen ist als „Hub“ im digitalen Bereich noch zu wenig entwickelt und hat noch keine kritische Masse, Start-up-Szene ist zu wenig ausgeprägt
Chancen (exogen)	Herausforderungen (exogen)
<ul style="list-style-type: none"> Big-Data-Anwendungen Digital Lifestyle und Sharing Economy Wertschöpfungsanteil von IKT-Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> internationaler Wettbewerb: Der härteste Wettbewerb kommt von außerhalb Europas Künstliche Intelligenz: Veränderte Kompetenzanforderungen und Qualifizierungsprofile Fachkräftemangel und Auswirkungen der Industrie 4.0 Cloud- und Multi-Cloud-Lösungen als Standard für private und Business User

Quelle: ZEW, ISI, Prognos, 2018.

Zukunftsfeld Energie: Sachsen ist ein traditioneller Standort des Maschinen- und Anlagenbaus und ein breit aufgestelltes „Energie-land“. Zentrale Stärken des Zukunftsfeldes Energie sind u.a. das erhebliche Publikations- und Patentaufkommen, der im Vergleich zu Deutschland überdurchschnittliche Anteil von potenziellen Innovationsträgern im Bereich Energie und die Abdeckung relevanter Zukunftsthemen entlang der gesamten Innovationskette. Schwächen lassen sich u.a. in dem merklichen Rückgang der Patenzahlen und der Entfernung zu wichtigen (Industrie-)Kunden feststellen. Chancen bestehen u.a. durch die Weiterentwicklung von Speichertechniken oder die verstärkte Nutzung von Biomasse. Herausforderungen liegen u.a. in der Digitalisierung der Energiewirtschaft und dem Einsatz von 3D-Druck und Robotik in der Errichtung und Wartung von Energienetzen.

Tabelle 61: SWOT Zukunftsfeld Energie

Stärken (endogen)	Schwächen (endogen)
Sektorale Entwicklung	
<ul style="list-style-type: none"> hohe Produktivität, insbesondere in der Energieversorgung vor allem starkes Produktivitätswachstum in der Herstellung von elektrischen Ausrüstungen hoher Spezialisierungsgrad des Maschinenbaus im Zukunftsfeld Energie (LQ = 1,26) 	<ul style="list-style-type: none"> im Vergleich zur Gesamtwirtschaft geringeres SvB-, Umsatz- und BWS-Wachstum für das Zukunftsfeld Energie insbesondere rückläufige Produktivität und geringes BWS-Wachstum in der Energieversorgung
Publikationen und Patente	
<ul style="list-style-type: none"> erhebliches Publikationsaufkommen, positiver Trend noch zentrales Stärkenfeld im Bereich Patente 	<ul style="list-style-type: none"> kürzlich merklicher Rückgang der Patenzahlen
Unternehmerische Innovationsträger	
<ul style="list-style-type: none"> im Vergleich zu Deutschland überdurchschnittlicher Anteil von potenziellen Innovationsträgern im Feld Energie Abdeckung der gesamten Kette von Energieproduktion über -speicherung bis zur -verteilung 	<ul style="list-style-type: none"> von den identifizierten Innovationsträgern stammen wenige Unternehmen aus der Branche der Informations- und Kommunikationstechnologien
Thematisch und strukturell	
<ul style="list-style-type: none"> aktuelle thematische Schwerpunkte: Energiespeicherung, Energiemanagement, Energieeffizienz, Energieanlagentechnik und -verfahrenstechnik, Biomasseverflüssigung Grundlagen- und angewandte Forschung: breit aufgestellte Forschungslandschaft (z.B. Fraunhofer und Universitäten) Einbindung in überregionale FuE-Projekte: Kooperationen und Teilnahme an nationalen und (teilweise internationalen) Forschungsprojekten Marktorientierung: Starke Anwendungsorientierung der Forschungs- und Innovationsaktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> Entfernung zu wichtigen (Industrie-)Kunden: Zentrale Kunden und Anwender sind i.d.R. nicht in der Region verortet Vernetzung: Kooperation innerhalb der Wissenschaft und zwischen Wissenschaft und Wirtschaft weiter ausbaufähig Finanzierung von Innovationsprojekten: Finanzierungsmöglichkeiten für Unternehmen sind eine Schwäche. Daher investieren überwiegend nur große Unternehmen in Projekte mit einem Renditehorizont von mehr als 5 Jahren
Chancen (exogen)	Herausforderungen (exogen)
<ul style="list-style-type: none"> Real-Labore: Langjährige Feldtests, um neue Technologien marktreif zu gestalten Weiterentwicklung von Speichertechniken Biotechnologie in der Energiegewinnung und -effizienz (u.a. organische Photovoltaik) verstärkte Nutzung von Biomasse für Verkehr und Industrie 	<ul style="list-style-type: none"> Digitalisierung der Energiewirtschaft 3D-Druck und Robotik in der Errichtung und Wartung von Energienetzen

Quelle: ZEW, ISI, Prognos, 2018.

Zukunftsfeld Mobilität: Sachsen verfügt über Produktionswerke großer Fahrzeughersteller, eine Vielzahl von Zulieferern und spezialisierten Forschungseinrichtungen. Zentrale Stärken

des Zukunftsfeldes Mobilität sind u.a. das Patentaufkommen und Stärken bei Verkehrs- und Logistiksystemen sowie neuen Fahrzeugkonzepten. Schwächen lassen sich u.a. im geringen Publikationsaufkommen und den fehlenden FuE-Zentralen der Automobilhersteller feststellen. Chancen bestehen u.a. durch die Technologietrends autonomes Fahren und alternative Antriebstechnologien. Herausforderungen liegen u.a. im wachsenden Konkurrenzdruck durch internationale Wettbewerber, in der Veränderung der Wertschöpfungsarchitekturen und in einem möglichen Fachkräftemangel für einzelne Berufsfelder.

Tabelle 62: SWOT Zukunftsfeld Mobilität

Stärken (endogen)	Schwächen (endogen)	
Sektorale Entwicklung		
<ul style="list-style-type: none"> im Vergleich zu den anderen neuen sowie alten Ländern stärkstes SvB-, Umsatz-, BWS- und Produktivitätswachstum für das Zukunftsfeld Mobilität positivste Entwicklungen vor allem im Wirtschaftszweig des Fahrzeugbaus 	<ul style="list-style-type: none"> Produktivitätsniveau des Bundesdurchschnitts noch nicht erreicht 	
Publikationen und Patente		
<ul style="list-style-type: none"> Nennenswertes Patentaufkommen; lange Zeit positiver Trend 	<ul style="list-style-type: none"> geringes Publikationsaufkommen im Publikationsbereich nur durchschnittlicher Trend; kürzlich auch merklicher Rückgang im Bereich Patente 	
Unternehmerische Innovationsträger		
<ul style="list-style-type: none"> Stärken bei Verkehrs- und Logistiksystemen sowie neuen Fahrzeugkonzepten 	<ul style="list-style-type: none"> von den identifizierten Innovationsträgern stammen wenige Unternehmen aus der Branche der Informations- und Kommunikationstechnologien 	
Thematisch und strukturell		
<ul style="list-style-type: none"> aktuelle thematische Schwerpunkte: Intelligente Verkehrssysteme, automatisiertes und autonomes Fahren (insb. Infrastruktur und Verkehrssicherheit), Elektromobilität, Fahrzeugkomponenten, Leichtbau: Weitere Innovationsthemen: Brennstoffzellen, Ladeinfrastruktur für E-Mobilität, Dienstleistungen für Energiemanagement, Lastenmanagement, Abrechnungssysteme Zukunftsthemen: Ein Zentrum des Leichtbaus in Deutschland (z.B. Kompetenz Strukturleichtbau und Funktionsintegration), Co-Präsenz zum Halbleiterstandort, Vorhandensein von Batterierohstoffen Forschungsaktivitäten automatisiertes Fahren: Systemischer Ansatz hinsichtlich Infrastruktur, Vernetzung, Sharing-Konzepte, Verkehrssicherheit, Daten nationale Sichtbarkeit als Produktions- und Innovationsstandort: In wichtigen Zukunftsthemen wie Batterien, Elektrotechnik oder Leichtbau ist Sachsen national sichtbar Anwendungs- und Demonstrationsprojekte der Elektromobilität und des automatisierten Fahrens 	<ul style="list-style-type: none"> fehlende FuE-Zentralen der Automobilhersteller in Sachsen; keine großen Unternehmenszentralen von Automobilzulieferern in Sachsen verortet, dies erschwert Forschungsk Kooperationen Zusammenarbeit und Vernetzung: Regionale Cluster schöpfen Potenzial für die Zusammenführung von Forschungsergebnissen noch nicht aus internationale Sichtbarkeit: Mangelnde Wahrnehmung der sächsischen Forschungs- und Innovationsleistungen Anwendungsorientierung: Transfer und Anwendungsbezug von Forschungsprojekten steigerungsfähig Wirtschaftspolitische Begleitung: Koordinierung von Industrie- und Technologiethemen teilweise eine Schwäche 	
Chancen (exogen)		
<ul style="list-style-type: none"> VW-Unternehmensstrategie zur Elektromobilität: Sachsen kann Leuchtturmregion für E-Mobilität werden; Produktionsbeginn in Zwickau Alternative Antriebstechnologien automatisiertes und autonomes Fahren Komfortelektronik 	Herausforderungen (exogen) <ul style="list-style-type: none"> Wachsender Konkurrenzdruck durch internationale Wettbewerber Veränderung der Wertschöpfungsarchitekturen erhöht Druck auf Automobilzulieferer Fachkräftemangel 	

Quelle: ZEW, ISI, Prognos, 2018.

Zukunftsfeld Gesundheit: In Sachsen besteht eine breite Grundlagenforschung und angewandte Forschung im Feld Gesundheit, die eng mit Unternehmen der Biotechnologie, Pharma und Medizintechnik kooperieren. Zentrale Stärken des Zukunftsfeldes Gesundheit sind u.a.

das Publikations- und Patentaufkommen, die vielfältige Grundlagenforschung und angewandte Forschung und die national wahrnehmbaren Themenschwerpunkte. Schwächen lassen sich u.a. im merklichen Rückgang der Patentaktivitäten, dem im Regionenvergleich geringsten Anteil an Innovationsträgern im Bereich Gesundheit und den fehlenden forschenden Großunternehmen feststellen. Chancen bestehen u.a. durch die Zunahme altersbezogener Krankheitsbilder und die personalisierte Medizin. Herausforderungen liegen u.a. in den durch die Digitalisierung hervorgerufenen Trends des E-Health und Smart Health.

Tabelle 63: SWOT Zukunftsfeld Gesundheit

Stärken (endogen)	Schwächen (endogen)
Sektorale Entwicklung	
<ul style="list-style-type: none"> • höherer BWS-Anteil des Gesundheitswesens an der Gesamtwirtschaft als im bundesweiten Durchschnitt • hoher Produktivitäts- sowie SvB-Zuwachs im Gesundheitswesen 	<ul style="list-style-type: none"> • weiterhin geringe Bedeutung der Pharmaindustrie in Sachsen (LQ = 0,5) trotz positiver SvB-Entwicklung
Publikationen und Patente	
<ul style="list-style-type: none"> • erhebliches Publikationsaufkommen; in diesem Bereich auch stark positiver Trend • nennenswertes Patentaufkommen 	<ul style="list-style-type: none"> • im Patentbereich nur durchschnittlicher Trend; kürzlich zusätzlich merklicher Rückgang
Unternehmerische Innovationsträger	
<ul style="list-style-type: none"> • Stärken in der Health-Care-Industrie 	<ul style="list-style-type: none"> • im Regionenvergleich geringster Anteil an Innovationsträgern im Gesundheitswesen
Thematisch und strukturell	
<ul style="list-style-type: none"> • aktuelle thematische Schwerpunkte: Krebsforschung, Regenerative Medizin, Stammzellenforschung, Genetik, Biotechnologie, Infektionskrankheiten, Metabolik, Diabetes, neurodegenerative Erkrankungen, Bildgebungstechnik, Magnetresonanztomographie, Datenanalysemethoden, Medizintechnik • Grundlagenforschung und angewandte Forschung: Ansiedlungspolitik von Forschungseinrichtungen ab Anfang der 1990er Jahre zahlt sich aus; national wahrnehmbare Schwerpunkte • enge Vernetzung und funktionierende interdisziplinäre Zusammenarbeit: Forschungseinrichtungen, Universitäten/Unikliniken und Unternehmen • Förderlandschaft: Sächsische Technologieförderung schließt erste Phasen klinischer Studien mit ein. Das wird von Unternehmen international wahrgenommen 	<ul style="list-style-type: none"> • fehlende Großunternehmen: keine nennenswerte Großindustrie der Gesundheitswirtschaft und Lebenswissenschaften, die FuE-Aktivitäten durchführen • Umsetzung von Forschungsergebnissen: Bedarf besteht, Innovationen schneller in die Anwendung zu bekommen (z.B. E-Health, Patente, Medizingeräte), Translation der Technologien in die Anwendung • fehlendes (Risiko-)Kapital für KMU: Generell nicht ausreichend Kapital, um die langen Entwicklungszeiträume in den Lebenswissenschaften finanzieren zu können
Chancen (exogen)	Herausforderungen (exogen)
<ul style="list-style-type: none"> • altersbezogene Krankheitsbilder als Treiber der Forschung • personalisierte Medizin und Genombearbeitung • Miniaturisierung in der Medizintechnik 	<ul style="list-style-type: none"> • E-Health und Self-Medication • Smart Health und KI

Quelle: ZEW, ISI, Prognos, 2018.

6. Schlüsseltechnologien

Neben den in Kapitel 5 diskutierten Zukunftsfeldern spielen auch die von der Europäischen Kommission definierten Schlüsseltechnologien eine prominente Rolle in der im Jahr 2013 formulierten Sächsischen Innovationsstrategie. Dies liegt zum einen an dem Querschnittscharakter der Schlüsseltechnologien, die zu etlichen Zukunftsfeldern wichtige Bezüge aufweisen, zum anderen sollte eine Innovationsstrategie für ein deutsches Bundesland auch die Einbettung in die europäische Innovations- und Technologiepolitik sicherstellen. Somit muss der Position Sachsens hinsichtlich der Aktivitäten in diesen Schlüsseltechnologien in einer Studie zum Innovationsstandort Sachsen natürlich Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Hierbei werden wie bei der Betrachtung der sächsischen Position bei den verschiedenen Zukunftsfeldern die wissenschaftlichen Aktivitäten in den Schlüsseltechnologien, die durch Patentanmeldungen erfassbare Kreation von technologischen Entwicklungen und die Innovationsaktivitäten der unternehmerischen Innovationsträger in den Schlüsseltechnologien analysiert. Eine Analyse von Stärken und Schwächen auf Basis von Branchenabgrenzungen, die den Schlüsseltechnologien zugerechnet werden könnten, wird hier nicht vorgenommen. Dem ausgeprägten Querschnittscharakter der Schlüsseltechnologien geschuldet kann eine derartige Abgrenzung für diese nicht vorgenommen werden. Bereiche aus zahlreichen Branchen wären jeweils hier für die einzelnen Schlüsseltechnologien zu berücksichtigen, so dass eine Abgrenzung entstünde, für die keine statistischen Daten verfügbar sind.

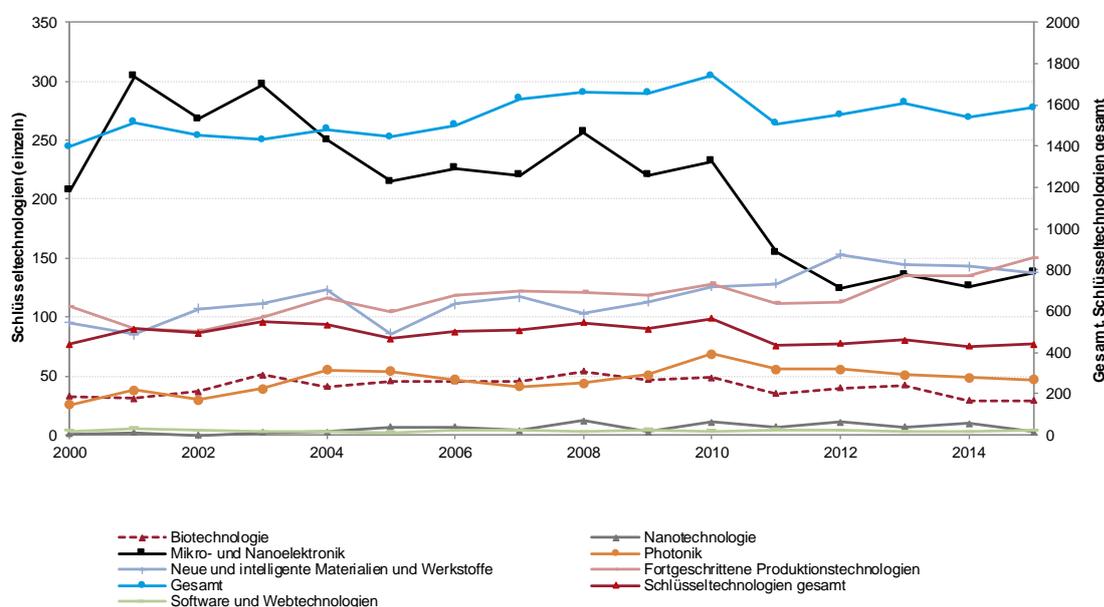
6.1. Technologische und wissenschaftliche Stärken

In diesem Abschnitt werden Stärken und Schwächen des Freistaates im Hinblick auf die folgenden, von der Europäischen Kommission als „Key Enabling Technologies“ (KET) festgelegten Technologien mit Hilfe von Patent- und Publikationsanalysen untersucht: Mikro- und Nanoelektronik, Software und Web-Technologien, Nanotechnologien, Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe, Fortgeschrittene Produktionstechnologien, Photonik und Biotechnologien. Für die vorliegenden Analysen wurden zusätzlich Software und Webtechnologien mit in die Analyse der Schlüsseltechnologien aufgenommen.

Potenziale im technologischen Bereich (Patentanalysen)

In Abbildung 58 ist die Anzahl der Patentanmeldungen Sachsens innerhalb der Schlüsseltechnologien im Vergleich zu den gesamten Patentanmeldungen dargestellt. Ein Blick auf die Abbildung zeigt, dass in den Schlüsseltechnologien (inkl. Software und Webtechnologien) in Sachsen aktuell fast 450 Patente pro Jahr angemeldet werden. Das entspricht einem Anteil von etwa 27 % aller sächsischen Patentanmeldungen. Somit ist mehr als jedes vierte sächsische Patent ein Patent auf Schlüsseltechnologien. Im Zeitraum 2013-2015 ergibt dies einen Anteil von 6 % an allen deutschen Anmeldungen innerhalb der Schlüsseltechnologien (Abbildung 59). Im Verhältnis zu den übrigen neuen Ländern ergibt sich ein Verhältnis von 0,57:1 (Tabelle 64).

Abbildung 58: Anzahl der Patentanmeldungen Sachsens in den Schlüsseltechnologien



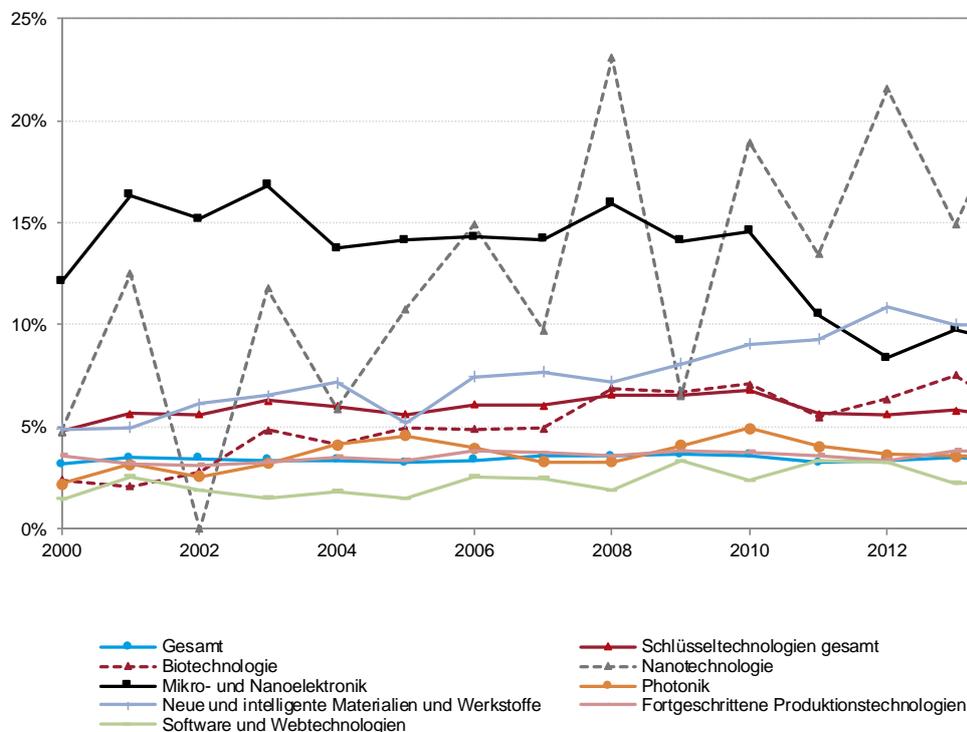
Anmerkung: Linke Achse betrifft Zahlen für die Schlüsseltechnologien einzeln, Rechte Achse betrifft die Gesamtzahlen sowie die Schlüsseltechnologien gesamt.

Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die gemessen an der Patentanzahl größten Schlüsseltechnologien innerhalb Sachsens sind die **Fortgeschrittenen Produktionstechnologien**, die **Mikro- und Nanoelektronik** sowie **Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe**, wobei auf alle drei Felder in den vergangenen Jahren jeweils etwa 150 Anmeldungen pro Jahr entfallen (Abbildung 58). Unterschiede ergeben sich allerdings hinsichtlich der Entwicklung der Felder. Während in der Mikro- und Nanoelektronik seit der Finanzkrise 2008 ein deutlicher Rückgang der Patentanmeldungen erkennbar ist, haben diese im Bereich Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe sowie bei den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien weiter kontinuierlich zugenommen. Das viertgrößte Patentaufkommen unter den Schlüsseltechnologien entfällt in Sachsen auf die

Photonik, gefolgt von der **Biotechnologie**, **Nanotechnologie** und **Software / Webtechnologien** bleiben hinsichtlich der absoluten Patentzahlen die kleinsten Felder.

Abbildung 59: Anteil der Patentanmeldungen Sachsens innerhalb der Schlüsseltechnologien an allen deutschen Patentanmeldungen im jeweiligen Feld, in Prozent



Anmerkung: Die Volatilität im Feld Nanotechnologie ist das Ergebnis kleiner Anmeldezahlen (<10).
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Obwohl in der **Nanotechnologie** absolut nur wenige Patente angemeldet werden, erreicht Sachsen diesbezüglich hohe Anteile an allen deutschen Patentanmeldungen (11 %), wie Abbildung 59 zeigt. Im Vergleich zu den sonstigen neuen Ländern ergibt sich ein Verhältnis von 0,87:1 (Tabelle 64). Ein vergleichbarer Anteil wird mit 10 % im absolut wesentlich bedeutenderen Bereich **Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe** erreicht. Im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern ergibt sich hier sogar ein Verhältnis von 1,08:1. Sächsische Erfinder melden in dieser Schlüsseltechnologie also mehr Patente an als jene aller übrigen neuen Länder zusammen.

Tabelle 64: Patentanmeldungen in den Schlüsseltechnologien, absolut, Anteile an Deutschland insgesamt sowie Verhältnis zu den Anmeldungen der alten Länder und übrigen neuen Länder

2013-2015	Land	gesamt	Schlüssel-technologien gesamt	Biotechnologie	Nanotechnologie	Mikro- und Nanoelektronik	Photonik	Neue Materialien	Fortgeschrittene Produktionstechnologien	Software und Webtechnologien
absolut	Sachsen	4.733	1.330	100	20	400	147	426	420	53
	Deutschland	139.648	23.993	1.649	119	4.255	4.138	4.202	10.883	2.043
	alte Länder	131.192	22.234	1.449	99	4.027	3.725	3.947	10.229	1.735
	übrige neue Länder*	10.077	2.320	295	23	308	486	394	883	349
Anteil / Verhältnis Sachsens an / zu...	Deutschland	3 %	6 %	6 %	17 %	9 %	4 %	10 %	4 %	3 %
	alte Länder	0,04:1	0,06:1	0,07:1	0,20:1	0,10:1	0,04:1	0,11:1	0,04:1	0,03:1
	übrige neue Länder*	0,47:1	0,57:1	0,34:1	0,87:1	1,30:1	0,30:1	1,08:1	0,48:1	0,15:1

Anmerkung: *inkl. Berlin.

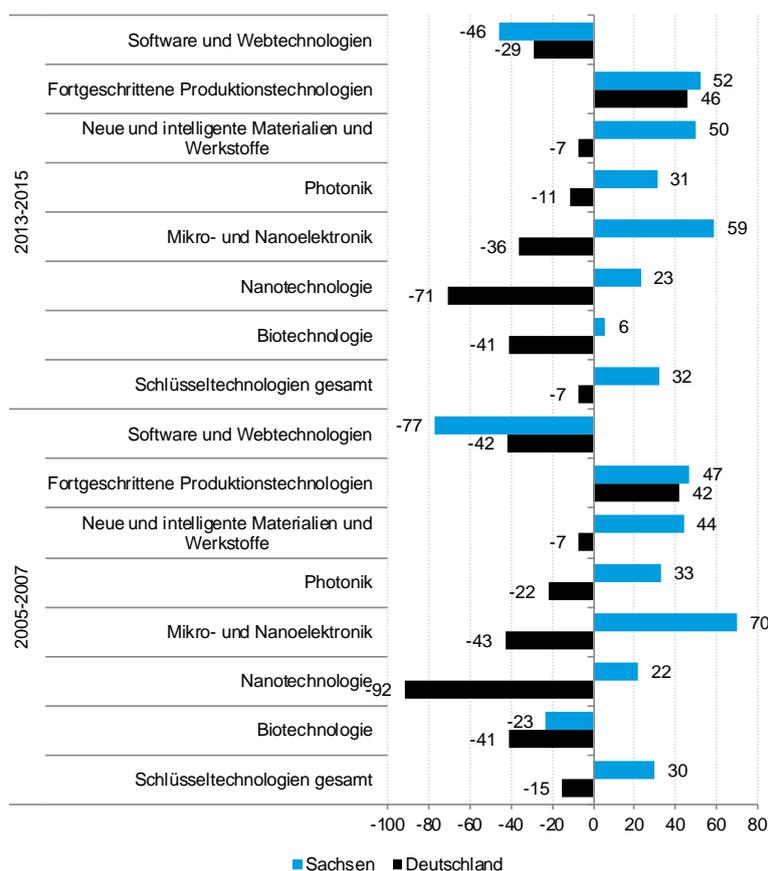
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Der dritthöchste Anteil wird mit 9 % im Bereich **Mikro- und Nanoelektronik** erreicht, in dem in Sachsen noch immer deutlich mehr Patente angemeldet werden als in allen übrigen neuen Ländern zusammen (Verhältnis 1,3:1). Aufgrund der merklich gesunkenen Anmeldezahlen war dieser Anteil jedoch besonders seit 2010 rückläufig und stabilisierte sich erst ab 2012 auf niedrigerem Niveau. In der **Biotechnologie** liegt der Anteil der sächsischen Patentanmeldungen an allen deutschen Anmeldungen bei ca. 5 %. Im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern ergibt sich ein Verhältnis von 0,34:1. Die Felder, in denen Sachsen die geringsten Anteile am deutschen Patentaufkommen erzielt, sind die **Fortgeschrittenen Produktionstechnologien**, die **Photonik** sowie die **Software und Webtechnologien** mit jeweils weniger als 5 %. Dessen ungeachtet ist der Anteil Sachsens an allen deutschen Anmeldungen in allen Schlüsseltechnologien mit 6 % merklich höher als sein Anteil von 3,4 % an allen Anmeldungen. Eine Ausnahme bilden die Software und Webtechnologien, bei denen ein Anteil von 3 % nicht überschritten und im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern lediglich ein Verhältnis von 0,15:1 erreicht wird.

Auch für die Schlüsseltechnologien lässt sich, analog zu den Zukunftsfeldern, der „Revealed Patent Advantage“ (RPA) berechnen. Er setzt den Anteil eines Feldes in einer Region in Relation zum Anteil des Feldes in der Welt (Details zur Methodik siehe Anhang Abschnitt 11.3).

Die resultierenden Spezialisierungsprofile für Sachsen und Deutschland sind in Abbildung 60 dargestellt. Diese verdeutlichen, dass Sachsen in nahezu allen Schlüsseltechnologien eine positive Spezialisierung aufweist und sich damit positiv vom nationalen Profil Deutschlands absetzt. Die geringsten Spezialisierungen finden sich in den Bereichen Software und Webtechnologien sowie Biotechnologie (wenn auch hier leicht im positiven Bereich), in denen auch Deutschland insgesamt keine Spezialisierung aufweist. Positive Spezialisierungswerte für Sachsen finden sich dagegen bei den fortgeschrittenen Produktionstechnologien, den Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen, der Mikro- und Nanoelektronik, der Photonik sowie der Nanotechnologie. Lediglich hinsichtlich der Fortgeschrittenen Produktionstechnologien findet sich eine solche Spezialisierung auch in Deutschland, in allen anderen Bereichen setzt sich Sachsen positiv vom nationalen Mittelwert ab.

Abbildung 60: Patentspezialisierung (RPA) Sachsens in den Schlüsseltechnologien



Anmerkung: Für die Berechnung des RPA wurden transnationale Patentanmeldungen verwendet, da die Darstellung der „Welt“ am DPMA sonst zu verzerrten Werten führen würde.

Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Analyse der Patentanmeldungen nach Anmeldertypen

Im Folgenden wird analysiert, zu welchen Anteilen sächsische Patentanmeldungen innerhalb der Schlüsseltechnologien auf unterschiedliche Anmeldegruppen zurückgehen. Dies geschieht, indem die Angaben zum Anmelder der Patente im Detail analysiert werden und ist in Abbildung 61 differenziert nach Großunternehmen, KMU sowie universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen für den Zeitraum 2013 bis 2015 dargestellt.

Wie bereits in den entsprechenden Analysen zu den Zukunftsfeldern erkennbar wurde, weist Sachsen insgesamt einen überdurchschnittlich hohen Anteil von Anmeldungen aus KMU auf. Die regionale Wirtschaftsstruktur spiegelt, werden etwa 26 % aller sächsischen Anmeldungen von KMU getätigt, während dieser Anteil für Deutschland insgesamt nur 20 % beträgt (Abbildung 61). Der Anteil der Patente aus Großunternehmen ist mit 55 % dagegen entsprechend kleiner als im gesamtdeutschen Durchschnitt (75 %). Bei den Schlüsseltechnologien insgesamt findet sich ein sehr ähnliches Bild. Allerdings sind die KMU-Anteile mit 29 % (vs. 22 % für Deutschland) hier sogar noch etwas höher. Dies trifft in noch stärkerem Maße für die Anmeldungen aus der Wissenschaft zu (25 vs. 9 % in Deutschland).

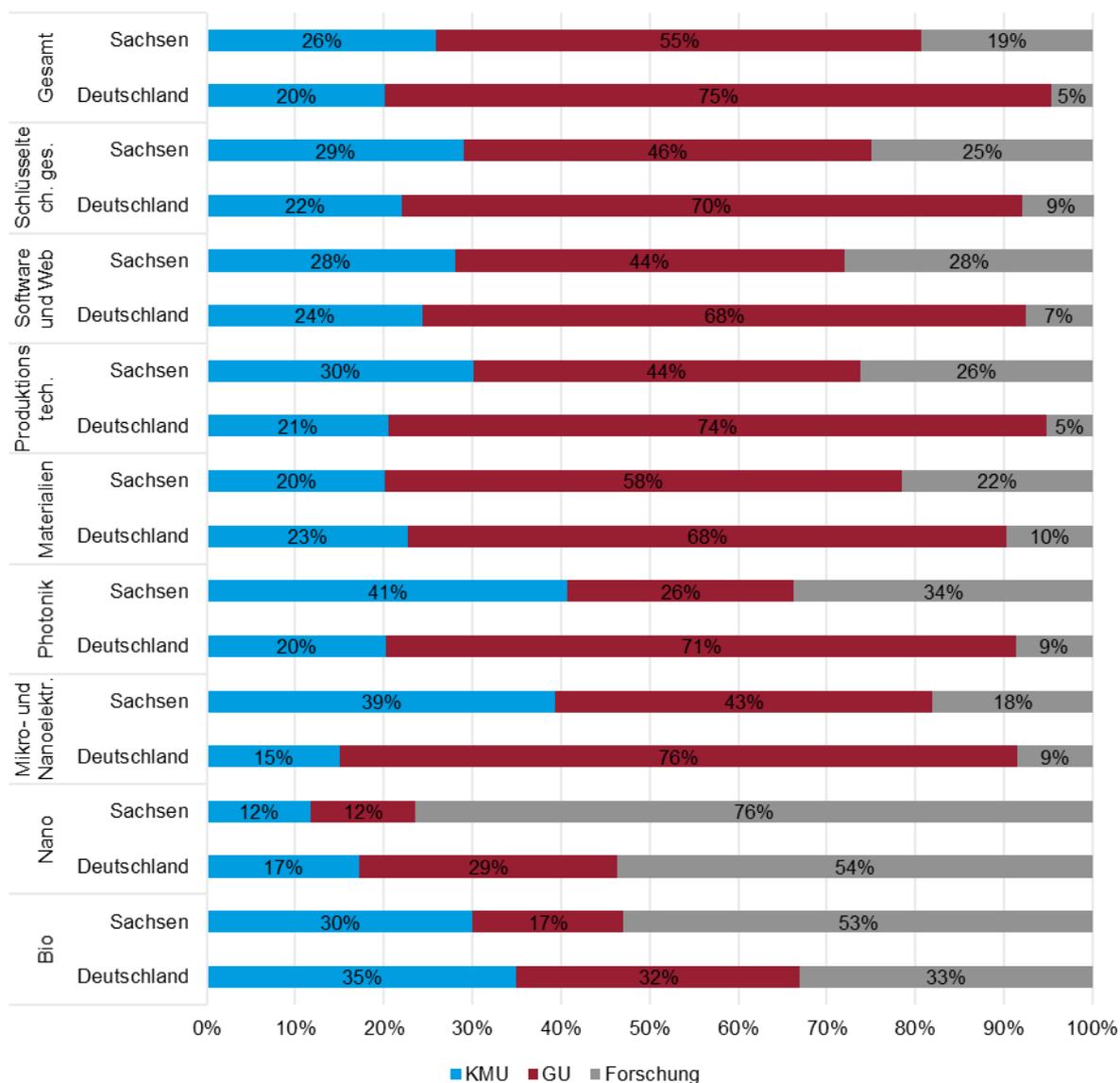
Vergleichbare Strukturen finden sich sowohl bei den Software und Webtechnologien als auch den fortgeschrittenen Produktionstechnologien. Auch in der Photonik und bei der Mikro- und Nanoelektronik lassen sich grundsätzlich ähnliche Muster identifizieren, jedoch ist hier der KMU-Anteil mit 41 % bzw. 39 % noch einmal deutlich höher als bei den anderen Schlüsseltechnologien. Anders verhält es sich bei den neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen. Hier liegt der KMU-Anteil mit 20 % unter dem deutschlandweiten Mittelwert (23 %), wohingegen die Anteile der Forschung auch hier überdurchschnittlich sind. Die mit Abstand höchsten Anteile von Patenten aus der Forschung finden sich in der Nanotechnologie sowie der Biotechnologie. Hier stammt in Sachsen die Mehrzahl aller Patentanmeldungen aus der Wissenschaft (76 % bzw. 53 %). In beiden Fällen liegen die Werte klar über dem landesweiten Mittelwert, in der Biotechnologie liegt diese im landesweiten Mittel bei knapp über 30 %, in Umkehrung der Verhältnisse.

Auch bei den Schlüsseltechnologien werden die hohen Anteile der Patentanmeldungen aus der Forschung besser interpretierbar, wenn man die größten Anmelder¹⁰⁵ innerhalb der einzelnen Technologien im Detail betrachtet (Tabelle 65). Der größte Anmelder innerhalb Sachsens ist bei den Schlüsseltechnologien die Von Ardenne GmbH, unmittelbar gefolgt allerdings von der TU Dresden als öffentlicher Einrichtung. Auch die TU Bergakademie Freiberg sowie die TU Chemnitz melden signifikante Zahlen von Patenten in den Schlüsseltechnologien an.

¹⁰⁵ In Tabelle 65 sind nur sächsische Patentanmelder mit Erfindern aus Sachsen dargestellt. Eine Liste der größten Anmelder deutschlandweit, deren Erfinder in Sachsen lokalisiert sind, findet sich im Anhang (Tabelle 142).

In der Biotechnologie ist die TU Dresden der größte Anmelder innerhalb Sachsens, wobei die Anzahl der Anmelder hier insgesamt überschaubar ist. Hinsichtlich Mikro- und Nanoelektronik sind die Novald GmbH und die Von Ardenne GmbH die größten Anmelder, wobei auch hier die TU Dresden eine wesentliche Rolle spielt. Auch in der Photonik und den Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen führen Novald und die Von Ardenne GmbH das Feld an. Für letztere gilt dies darüber hinaus für die Software und Webtechnologien. In den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien spielen wieder vermehrt Universitäten, vor allem die TU Dresden und die Universität Chemnitz, eine zentrale Rolle.

Abbildung 61: Patentanteile nach Organisationstypen in den Schlüsseltechnologien, 2013-2015



Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 65: Top 10 Patentanmelder in den Schlüsseltechnologien, 2015

Schlüsseltechnologien gesamt	Biotechnologie
Von Ardenne	Technische Universität Dresden
Technische Universität Dresden	Sunfire
Novaled	Universität Leipzig
SILTECTRA	Biotype Diagnostic
Infineon Technologies Dresden	IOT – Innovative Oberflächentechnologie
Technische Universität Bergakademie Freiberg	Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung
Technische Universität Chemnitz	Ökotec-Anlagenbau
Solarworld Innovations	Riboxx
CTF Solar	Verbio Vereinigte Bioenergie
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	Zetascience
Nanotechnologie	Mikro- und Nanoelektronik
Technische Universität Dresden	Novaled
	Von Ardenne
	SILTECTRA
	Infineon Technologies Dresden
	Technische Universität Dresden
	Solarworld Innovations
	Meyer Burger (Germany)
	Infratec Company
	KSG Leiterplatten
	DAS Environmental Expert GmbH
Photonik	Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe
Novaled	Von Ardenne
technische Universität Dresden	Novaled
Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung	Technische Universität Dresden
Fiberware Generalunternehmen für Nachrichtentechnik	Technische Universität Bergakademie Freiberg
Lumiloop	CTF Solar
Von Ardenne	SILTECTRA
Heimann Sensor	Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung
Infratec Company	Solayer
Solarworld Innovations	Purinvent System
Infineon Technologies Dresden	ZAAK Technologies
Fortgeschrittene Produktionstechnologien	Software und Webtechnologien
Technische Universität Dresden	Von Ardenne
SILTECTRA	Fiberware Generalunternehmen für Nachrichtentechnik
Technische Universität Chemnitz	J+P Maschinenbau
Trumpf Sachsen	Lumiloop
Hochschule Mittweida (FH)	Nextbike
WVL-Werkzeug- und Vorrichtungsbau Lichtenstein	Technisat Digital
Rheotec Messtechnik	Technische Universität Dresden
HELMHOLTZ-ZENTRUM DRESDEN-ROSSENDORF	
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden	
HAP Handhabungs-, Automatisierungs- und Präzisionstechnik	

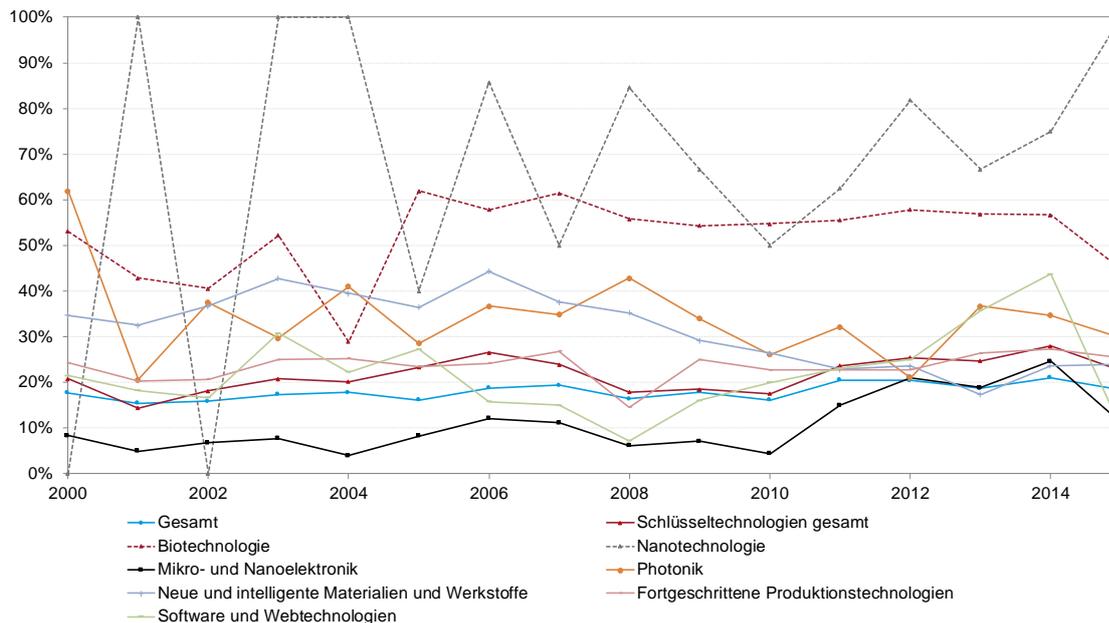
Anmerkung: Nur Patentanmelder mit offiziellem Sitz in Sachsen, keine Zweigstellen bzw. Töchter
 Grün = großer Anteil an allen Publikationen der Top 10 publizierenden Organisationen, grau = mittlerer Anteil an allen Publikationen der Top 10, blau = kleiner Anteil an allen Publikationen der Top 10.
 Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Patentanmeldungen sächsischer Forschungseinrichtungen in den Schlüsseltechnologien

Der Anteil der Patentanmeldungen aus Forschungsorganisationen (Abbildung 62) ist seit 2010 in den Schlüsseltechnologien leicht angestiegen. Mit einem Anteil von aktuell 23 % ist der Anteil der Forschungseinrichtungen am gesamten Patentaufkommen damit bei den Schlüsseltechnologien höher als im sächsischen Durchschnitt (18 %).

Neben dem stark wissenschaftsgetriebenen Bereich der Nanotechnologie, in dem regelmäßig fast alle regionalen Patentanmeldungen auf Forschungseinrichtungen zurückgingen, finden sich sehr hohe Anteile von Anmeldungen aus Forschungseinrichtungen vor allem in der Biotechnologie (~50-60 %). Auch in der Photonik, bei den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien sowie den Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen sind die Anteile von Patenten aus Forschungseinrichtungen leicht überdurchschnittlich. Bei den Software und Webtechnologien sowie bei der Mikro- und Nanoelektronik ist vor allem im letzten Beobachtungsjahr ein leichter Einbruch der Anteile zu beobachten, wodurch der Anteil unter den technologieübergreifenden Durchschnitt zurückgefallen ist.

Abbildung 62: Anteile der Patentanmeldungen aus Forschungsorganisationen, nach Schlüsseltechnologien, in Prozent

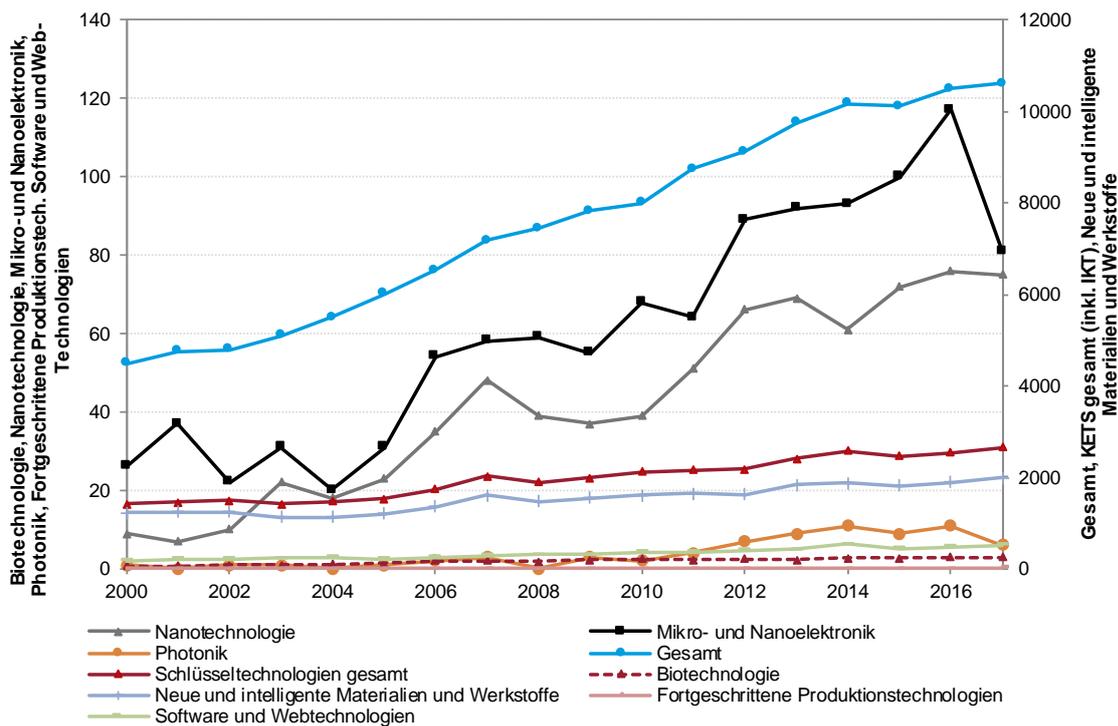


Anmerkung: Die Volatilität in der Nanotechnologie ist das Ergebnis kleiner Anmeldezahlen (<10).
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

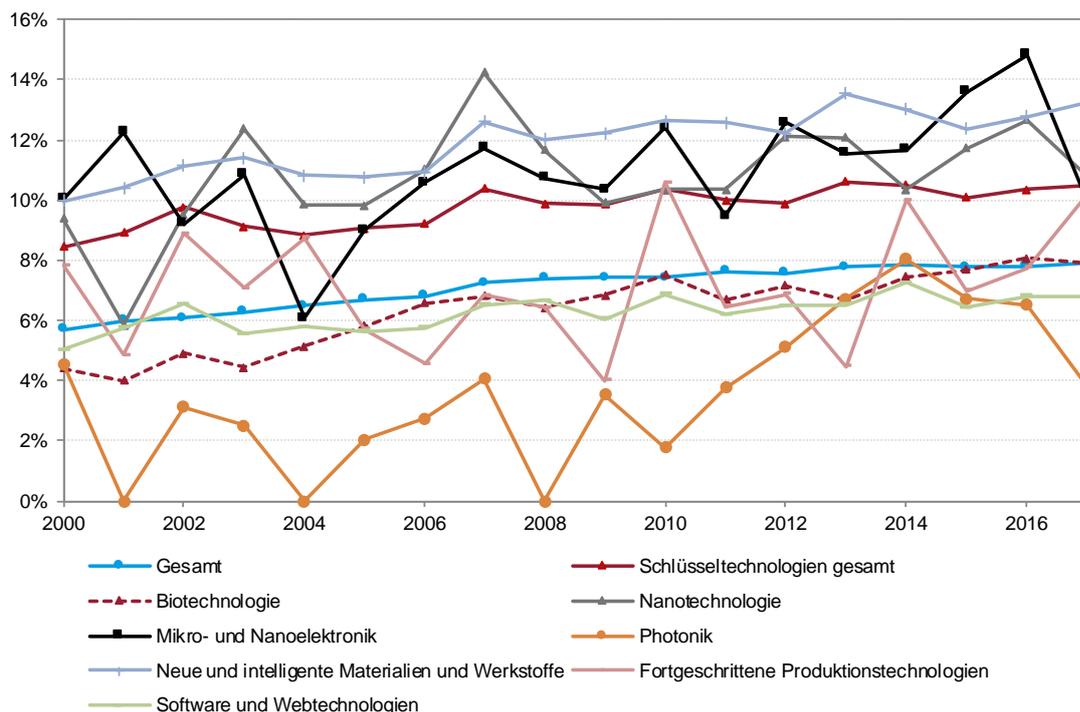
Potenziale im wissenschaftlichen Bereich (Publikationsanalysen)

Auch hinsichtlich der Schlüsseltechnologien lassen sich die Potenziale Sachsens ergänzend mit Hilfe von Publikationsanalysen beleuchten. Die Anzahl der Publikationen sächsischer Wissenschaftler in den Schlüsseltechnologien sowie insgesamt ist in Abbildung 63 dargestellt. Auf den ersten Blick fällt auf, dass die Publikationszahlen in den Schlüsseltechnologien sowie insgesamt in Sachsen stetig angestiegen sind. Aktuell machen die Schlüsseltechnologien 27 % aller sächsischen Publikationen aus, während dieser Anteil in Deutschland nur 16 % beträgt. Dies belegt einen hohen Stellenwert der Schlüsseltechnologien im sächsischen Innovations- und Wissenschaftssystem, wie er auch schon bei den Patenten erkennbar war. Die in der sächsischen Wissenschaft absolut bedeutendste Schlüsseltechnologie sind die **Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffe**. Zu diesem Thema werden im Freistaat zurzeit jährlich fast 2.000 Zeitschriftenartikel veröffentlicht, 13 % aller entsprechenden Publikationen in Deutschland (Abbildung 64).

Abbildung 63: Anzahl der Publikationen Sachsens innerhalb der Schlüsseltechnologien



Anmerkung: Linke Achse betrifft Zahlen für die Biotechnologie, Nanotechnologie, Mikro- und Nanoelektronik, Photonik, Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Software und Webtechnologien. Rechte Achse betrifft die Gesamtzahlen sowie die Schlüsseltechnologien gesamt und des Feld Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe.
 Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 64: Anteil der Publikationen Sachsens innerhalb der Schlüsseltechnologien an allen deutschen Publikationen im jeweiligen Feld

Anmerkung: Die Volatilität in den Feldern Photonik und Fortgeschrittene Produktionstechnologien ist das Ergebnis kleiner Publikationszahlen Sachsens in diesen Feldern (<20 pro Jahr).

Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Trotz eines leichten Rückgangs der absoluten Publikationszahl in 2017 bleibt die **Mikro- und Nanoelektronik** das absolut zweitgrößte Feld, das im Verlauf der Jahre stark gewachsen ist. Knapp 10 % aller deutschen Veröffentlichungen in diesem Bereich stammen aus dem Freistaat. Das Verhältnis zu den Publikationen der übrigen neuen Länder beträgt 0,63:1 (Tabelle 66). Ähnliches gilt für die **Nanotechnologie**. Dieses drittgrößte Feld im sächsischen Portfolio ist für 12 % aller entsprechenden Publikationen in Deutschland verantwortlich. Zu den Schlüsseltechnologien mit geringerem Publikationsoutput gehören **Biotechnologie**, **Fortgeschrittene Produktionstechnologien** sowie **Software und Webtechnologien**. Auch in diesen werden jedoch oft Anteile zwischen 7 und 10 % aller deutschen Publikationen erreicht (bzw. Verhältnisse von 0,35:1 bis 0,58:1 zum Publikationsaufkommen der übrigen neuen Länder). Nur in der **Photonik** kommt Sachsen lediglich auf einen Anteil von 6 % an allen deutschen Publikationen bzw. ein Verhältnis von 0,18:1 zu den Publikationen der übrigen neuen Länder und spielt damit eine eher untergeordnete Rolle.

Tabelle 66: Publikationen innerhalb der Schlüsseltechnologien, absolut und Anteile/Verhältnisse

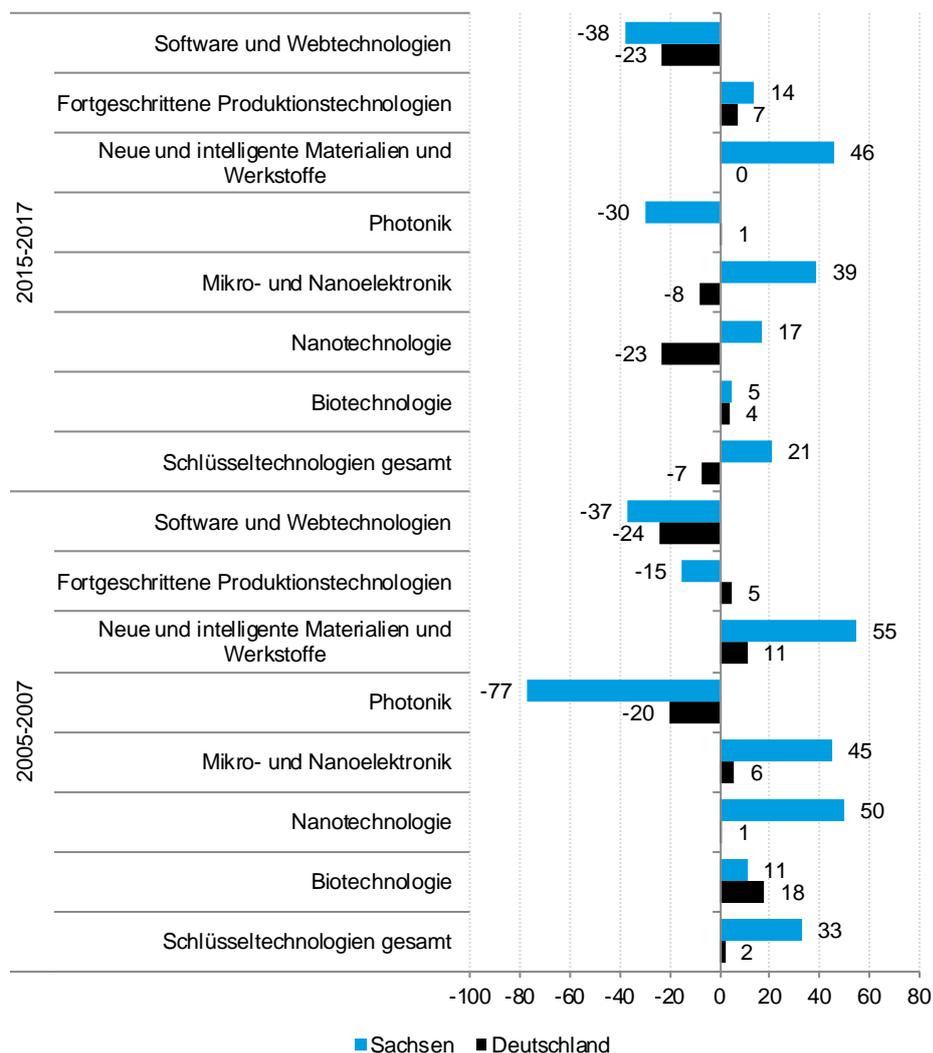
2015-2017	Land	gesamt	Schlüssel- technologien gesamt	Biotechnologie	Nanotechnologie	Mikro- und Nano- elektronik	Photonik	Neue Materialien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtechnologien
absolut	Sachsen	31.210	7.659	721	223	298	26	5.690	42	1.464
	Deutschland	399.059	74.307	9.147	1.906	2.330	459	44.495	499	21.966
	alte Länder	326.843	61.702	7.664	1.569	1.958	348	36.822	402	18.353
	übrige neue Länder*	78.821	13.889	2.032	418	470	141	8.354	73	3.755
Anteil / Verhältnis Sachsens an / zu...	Deutschland	8 %	10 %	8 %	12 %	13 %	6 %	13 %	8 %	7 %
	alte Länder	0,10:1	0,12:1	0,09:1	0,14:1	0,15:1	0,07:1	0,15:1	0,10:1	0,08:1
	übrige neue Länder*	0,40:1	0,55:1	0,35:1	0,53:1	0,63:1	0,18:1	0,68:1	0,58:1	0,39:1

Anmerkung: *inkl. Berlin.

Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Auch für Publikationen lässt sich mit dem „RLA“ ein Spezialisierungsindex berechnen, der den Anteil eines Feldes in einer Region in Relation zum Anteil dieses Feldes in der Welt setzt (Details zur Methodik siehe Anhang Abschnitt 11.3).

Aus diesen Spezialisierungswerten für die einzelnen Schlüsseltechnologien (Abbildung 65) ergibt sich ein ähnliches Bild wie aus der bereits dargestellten Analyse ihrer Anteile am gesamtdeutschen Aufkommen. Sachsen zeigt sich innerhalb der Schlüsseltechnologien deutlich stärker spezialisiert als Deutschland insgesamt. Dies betrifft vor allem die **Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffe**, stark positive Werte finden sich darüber hinaus auch für die **Mikro- und Nanoelektronik** sowie die **Nanotechnologie**, wenngleich diese in beiden merklich rückläufig sind. Leicht positive Werte können auch bei den **Fortgeschrittenen Produktionstechnologien** und der **Biotechnologie** festgestellt werden. In der **Photonik** hingegen weist Sachsen noch immer negative Werte auf, wenngleich sich die Situation seit 2005-2007 merklich verbessert hat. Auch bei den **Software und Webtechnologien** weist Sachsen eine unterdurchschnittliche Spezialisierung auf, die sich im Zeitverlauf auch kaum verändert hat. Insgesamt zeigt sich also ein ähnliches Profil wie in der Patentanalyse, was hinsichtlich der Schlüsseltechnologien eine gute Passfähigkeit zwischen technologischen und wissenschaftlichen Potenzialen andeutet.

Abbildung 65: Publikationsspezialisierung (RLA) Sachsens in den Schlüsseltechnologien

Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Publizierende Organisationen in den Schlüsseltechnologien

Die im Hinblick auf Publikationen in den Schlüsseltechnologien führende Organisation ist die TU Dresden, gefolgt vom IFW Dresden, der Universität Leipzig und der TU Chemnitz (Tabelle 67). Mit Ausnahme des thematisch spezialisierten IFW sind diese zentralen Akteure hinsichtlich fast aller Schlüsseltechnologien von Bedeutung. Mit Ausnahme der Photonik ist die TU Dresden in allen Schlüsseltechnologien die Organisation mit der aktuell höchsten Anzahl an wissenschaftlichen Veröffentlichungen. In der Biotechnologie können darüber hinaus das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ und die Universität Leipzig führende Publikationszahlen vorweisen. In der Photonik ist das Forschungszentrum Rossendorf die größte publizierende Organisation in Sachsen, gefolgt vom Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW) in Dresden.

Tabelle 67: Top 10 publizierende Organisationen in den Schlüsseltechnologien, 2017

<u>Schlüsseltechnologien gesamt</u>	<u>Biotechnologie</u>
Technische Universität Dresden	Technische Universität Dresden
IFW Dresden	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Universität Leipzig	Universität Leipzig
Technische Universität Chemnitz	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	Technische Universität Dresden
TU Bergakademie Freiberg	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden	TU Bergakademie Freiberg
Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe	Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	IFW Dresden
Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme	Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik
<u>Nanotechnologie</u>	<u>Mikro- und Nanoelektronik</u>
Technische Universität Dresden	Technische Universität Dresden
IFW Dresden	IFW Dresden
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden	Technische Universität Chemnitz
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
Technische Universität Chemnitz	Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS
TU Bergakademie Freiberg	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS	TU Bergakademie Freiberg
Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS	Universität Leipzig
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
Universität Leipzig	Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme
<u>Photonik</u>	<u>Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe</u>
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	Technische Universität Dresden
IFW Dresden	IFW Dresden
Technische Universität Dresden	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
Technische Universität Chemnitz	TU Bergakademie Freiberg
	Technische Universität Chemnitz
	Universität Leipzig
	Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe
	Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme
	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
<u>Fortgeschrittene Produktionstechnologien</u>	<u>Software und Webtechnologien</u>
Technische Universität Dresden	Technische Universität Dresden
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU	Technische Universität Chemnitz
Technische Universität Chemnitz	Universität Leipzig
Globalfoundries Inc.	Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	TU Bergakademie Freiberg
GfE Fremat GmbH	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
IFW Dresden	Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig	Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik
TU Bergakademie Freiberg	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
	Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme

Anmerkung: Grün = großer Anteil an allen Publikationen der Top 10 publizierenden Organisationen, grau = mittlerer Anteil an allen Publikationen der Top 10, blau = kleiner Anteil an allen Publikationen der Top 10.
 Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Bedeutung für die regionale Wirtschaft

Eine weitere Möglichkeit, die Bedeutung von Schlüsseltechnologien für die sächsische Wirtschaft zu betrachten, ist der Versuch der Identifizierung von Wirtschaftszweigen, für die diese Technologien eine besondere Rolle spielen. Bereits für den 2014 vorgelegten Bericht zur Identifizierung von Schnittstellen der sächsischen intelligenten Spezialisierung wurde eine solche Zuordnung auf Basis eines Verfahrens erstellt, das dokumentiert, in welchen Branchen deutschlandweit die meisten Patente in Schlüsseltechnologien angemeldet werden. Diese Analyse wurde für diesen Bericht mit weitgehend ähnlichem Ergebnis reproduziert. Die auf diese Weise identifizierten Wirtschaftszweige werden in den folgenden Ausführungen unter dem Begriff „KET-relevante Branchen“ zusammengefasst.

Wie Tabelle 68 zeigt, liegt seit Beginn der 2010er Jahre der Anteil KET-relevanter Branchen in Sachsen mit Blick auf die Anzahl entsprechender Betriebe konstant zwischen ca. 28 und 29 %. Ihr Anteil an der Beschäftigung ist von ca. 35 % Anfang der 2010er Jahre auf ca. 38,6 % seit 2015 ebenso angestiegen wie ihr Anteil am Umsatz, der sich von 44 bis 46 % in den frühen 2010er Jahren auf aktuell zwischen 49 bis 51 % erhöhte. Ihr Anteil am Auslandsumsatz liegt dagegen, von Ausnahmen abgesehen, stabil zwischen 62 und 63 %. Damit liegen sie im Mittel zwischen 5 (Beschäftigung) und 15 % (Auslandsumsatz) über dem deutschen Mittelwert.

Aufgrund der spezifischen, überwiegend nicht stark FuE-orientierten Unternehmensstruktur des sächsischen Automobilsektors wurde in der oben erwähnten Studie zur Identifizierung von Schnittstellen der sächsischen intelligenten Spezialisierung (von 2014) auf seine Einbeziehung in diese vergleichenden Berechnungen verzichtet. Dies sollte vermeiden helfen, dass einer großen Branche, der in Sachsen de facto keine technologiegenerierende Rolle zukommt, fälschlicherweise eine solche zugeschrieben wird.

Tabelle 68: Rolle von KET-relevanten Branchen in Sachsen, 2010-2017

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anzahl Betriebe								
Sachsen	337	356	366	373	370	381	397	382
Deutschland	5.326	5.420	5.601	5.654	5.624	5.731	5.803	5.839
Anteil in Sachsen	27,7 %	28,2 %	28,2 %	28,3 %	28,2 %	28,9 %	29,4 %	28,8 %
Anteil in Dtl.	24,5 %	24,7 %	25,0 %	25,1 %	25,1 %	25,5 %	25,6 %	25,6 %
Beschäftigte								
Sachsen	88.184	88.184	88.184	88.184	88.184	88.184	88.184	88.184
Deutschland	1.733.603	1.806.189	1.865.117	1.887.358	1.916.632	1.947.088	1.969.487	2.002.685
Anteil in Sachsen	34,8 %	35,4 %	35,9 %	36,6 %	37,3 %	38,6 %	38,8 %	38,6 %
Anteil in Dtl.	35,1 %	35,5 %	35,8 %	36,0 %	36,2 %	36,4 %	36,5 %	36,5 %
Umsatz								
Sachsen	21.823	24.773	22.902	22.757	25.131	29.065	28.169	29.387
Deutschland	610.116	682.907	684.339	684.818	696.494	743.707	743.361	787.553
Anteil in Sachsen	46,3 %	46,9 %	44,1 %	44,5 %	46,3 %	51,0 %	49,2 %	48,8 %
Anteil in Dtl.	41,6 %	42,0 %	41,8 %	42,1 %	42,4 %	44,2 %	44,1 %	44,2 %
Auslandsumsatz								
Sachsen	11.368	13.066	12.134	12.385	13.752	15.358	14.227	15.205
Deutschland	357.280	407.919	400.580	413.444	420.251	455.567	450.716	484.028
Anteil in Sachsen	62,7 %	62,6 %	59,6 %	62,2 %	62,6 %	66,6 %	62,4 %	62,8 %
Anteil in Dtl.	52,6 %	54,1 %	52,2 %	53,2 %	53,0 %	54,7 %	53,9 %	54,1 %

Anmerkung: Zahlen für Betriebe mit mehr als 50 Mitarbeitern entsprechend Verfügbarkeit beim Statistischen Landesamt; Anteile am verarbeitenden Gewerbe gesamt; KET-relevante Branchen im Sinne dieser Auswertung sind WZ 201, 203, 205, 231, 234, 239, 244, 256, 261, 265, 267 [keine Daten], 271, 273, 274, 279, 284, 291, 293, 303.

Quelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Statistisches Bundesamt, Sonderauswertungen, ergänzt durch eigene Schätzungen sowie Unternehmensinformationen aus BvD AMADEUS bzw. Hoppenstedt. Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Auch bei dieser Form der Betrachtung (Tabelle 69) ist der Anteil der KET-relevanten Branchen in Sachsen 2017 im Hinblick auf die Anzahl der Betriebe (23,9 %) sowie Beschäftigung (27,7 %) oft höher als im deutschen Mittel (22,2 % und 26,1 %). Bezüglich Umsatz und Auslandsumsatz (19,7 % und 22,7 %) liegt er dagegen, wenn auch geringfügig, unter dem nationalen Mittelwert (21,1 % und 24,4 %).

Darüber hinaus ist, ohne Berücksichtigung des Automobilsektors, seit 2010 keine eindeutige Dynamik zu verzeichnen. Innerhalb einer Schwankungsbreite von +/- 1 % blieben die meisten Anteile stabil, der des Auslandsumsatzes ging sogar merklich zurück, während auf nationaler Ebene graduell positive Entwicklungen zu verzeichnen waren. Diese konnten in Sachsen in den vergangenen Jahren nicht komplett nachvollzogen werden. Aufgrund der insgesamt geringeren Größe des regionalen Wirtschaftssystems kommt es naturgemäß zu größeren Schwankungen, so dass z.B. der in drei Bereichen feststellbare Rückgang 2017 noch nicht als negativer Trend gedeutet werden kann.

Tabelle 69: Rolle von KET-relevanten Branchen in Sachsen (ohne Automobilbranche: WZ291, WZ293)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anzahl Betriebe								
Sachsen	280	298	310	319	311	317	331	317
Deutschland	4.559	4.651	4.833	4.883	4.862	4.959	5.030	5.071
Anteil in Sachsen	23,0 %	23,6 %	23,9 %	24,2 %	23,7 %	24,0 %	24,5 %	23,9 %
Anteil in Dtl.	20,9 %	21,2 %	21,6 %	21,7 %	21,7 %	22,0 %	22,2 %	22,2 %
Beschäftigte								
Sachsen	50.277	54.699	56.997	58.281	58.846	61.710	63.639	63.351
Deutschland	1.252.480	1.317.935	1.357.856	1.363.914	1.379.841	1.398.382	1.406.995	1.429.395
Anteil in Sachsen	26,8 %	27,4 %	27,4 %	27,5 %	27,1 %	27,8 %	28,1 %	27,7 %
Anteil in Dtl.	25,3 %	25,9 %	26,0 %	26,0 %	26,0 %	26,1 %	26,1 %	26,1 %
Umsatz								
Sachsen	9.091	10.712	10.022	10.031	10.644	11.585	11.457	11.890
Deutschland	299.602	340.128	335.658	331.812	338.377	349.323	350.047	376.436
Anteil in Sachsen	19,3 %	20,3 %	19,3 %	19,6 %	19,6 %	20,3 %	20,0 %	19,7 %
Anteil in Dtl.	20,4 %	20,9 %	20,5 %	20,4 %	20,6 %	20,8 %	20,8 %	21,1 %
Auslandsumsatz								
Sachsen	4.419	5.071	4.725	5.033	5.137	5.403	5.081	5.492
Deutschland	160.778	183.167	181.961	183.093	188.305	197.401	200.196	218.337
Anteil in Sachsen	24,4 %	24,3 %	23,2 %	25,3 %	23,4 %	23,4 %	22,3 %	22,7 %
Anteil in Dtl.	23,6 %	24,3 %	23,7 %	23,6 %	23,7 %	23,7 %	23,9 %	24,4 %

Anmerkung: Zahlen für Betriebe mit mehr als 50 Mitarbeitern entsprechend Verfügbarkeit beim Statistischen Landesamt; Anteile am verarbeitenden Gewerbe gesamt; KET-relevante Branchen im Sinne dieser Auswertung sind WZ 201, 203, 205, 231, 234, 239, 244, 256, 261, 265, 267 [keine Daten], 271, 273, 274, 279, 284, 303.

Quelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Statistisches Bundesamt, Sonderauswertungen, ergänzt durch eigene Schätzungen sowie Unternehmensinformationen aus BvD AMADEUS bzw. Hoppenstedt. Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Wenngleich der Anteil KET-relevanter Branchen im Hinblick auf interne FuE-Ausgaben und -Beschäftigung der Wirtschaft nur relativ ungenau auszuweisen ist, vermittelt auch diese, schon in der Vorgängerstudie 2014 dargelegte Betrachtung einige relevante Einsichten.

Zu diesen zählt nicht zuletzt der sowohl national als auch im Freistaat Sachsen rückläufige Anteil von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in KET-relevanten Wirtschaftszweigen (Tabelle 70). Sowohl die Anteile interner FuE-Aufwendungen als auch die Anteile von FuE-Personal sind in Sachsen und in Deutschland insgesamt seit spätestens 2013 um 5-10 % zurückgegangen. Dabei fielen die Rückgänge in Sachsen tendenziell etwas stärker aus.

Auch absolut betrachtet verzeichnete Sachsen zwischen 2011 und 2013 in beiden Bereichen Rückgänge, die zwischen 2013 und 2015 hinsichtlich interner FuE-Aufwendungen erst wieder aufgeholt werden mussten bzw. hinsichtlich des regional beschäftigten FuE-Personals bis heute nicht aufgeholt sind. Demgegenüber stand auf nationaler Ebene in beiden Fällen ein zwar gradueller, aber doch kontinuierlicher Anstieg.

Tabelle 70: FuE-Ausgaben und FuE-Beschäftigung in KET relevanten Branchen

	2011	2013	2015
Interne FuE-Aufwendungen			
Sachsen	522	483	524
Deutschland	21,433	22,760	23,796
Anteil in Sachsen	43.6 %	41.6 %	38.9 %
Anteil in Deutschland	42.0 %	42.5 %	39.0 %
FuE-Personal in Unternehmen			
Sachsen	13,832	11,607	11,865
Deutschland	168,024	173,315	182,654
Anteil in Sachsen	50.0 %	50.2 %	46.2 %
Anteil in Deutschland	47.0 %	48.1 %	45.1 %

Anmerkung: KET-relevante und in öffentlichen Publikationen des Stifterverbandes differenzierbare Branchen sind WZ 20, 22-23, 24-25, 26, 27, 28, und 30 unter Auslassung von WZ 29.

Quelle: Stifterverband für die deutsche Wissenschaft, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Fazit

Aus dem Blickwinkel der **Publikationsanalyse** bilden die **Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffe** die größte Schlüsseltechnologie innerhalb Sachsens, während die zweitgrößte Anzahl an Veröffentlichungen aus der **Mikro- und Nanoelektronik** stammt.

Auch unter dem Blickwinkel der **Patentanalyse** finden sich Schwerpunkte in den Bereichen **Mikro- und Nanoelektronik** sowie **Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe**, hier ergänzt um **Fortgeschrittene Produktionstechnologien**. Seit 2010 sind in der Mikro- und Nanoelektronik jedoch die Patentanmeldezahlen deutlich gesunken, während die diesbezüglichen Aktivitäten in der Schlüsseltechnologie Fortgeschrittene Produktionstechnologien sowie bei den neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen kontinuierlich weiter anstiegen.

Insgesamt legen die Analysen eine **zentrale Bedeutung von Schlüsseltechnologien für das sächsische Innovationssystem** nahe. Rund jede vierte sächsische Patentanmeldung fällt in den Bereich der Schlüsseltechnologien. Zum letzten erfassbaren Zeitpunkt (2015) wurden von sächsischen Erfindern **jährlich ca. 450 Patente in diesem Bereich angemeldet**, was einem Anteil von etwas mehr als 6 % an allen deutschen Patentanmeldungen entspricht. Nimmt man die übrigen neuen Länder als Vergleichsgruppe, ergibt sich ein Verhältnis von 0,57:1.

Auch die Zahl der Publikationen in für Schlüsseltechnologien relevanten Bereichen ist in den vergangenen Jahren stetig angestiegen. **Etwa ein Viertel aller wissenschaftlichen Aktivitäten in Sachsen fällt in diesen Bereich**, während der entsprechende Anteil in Deutschland nur ca. 16 % beträgt. Aktuell werden jährlich fast 2.000 Zeitschriftenartikel sächsischer Autoren

in den Schlüsseltechnologien veröffentlicht, was einem Anteil von 13 % aller deutschen Publikationen bzw. 68 % an den Publikationen der neuen Länder entspricht.

Dies schlägt sich auch in den welt- sowie deutschlandweiten Anteilen Sachsens an Aktivitäten in den Schlüsseltechnologien nieder. Mit Ausnahme des Bereiches der Software und Webtechnologien erreicht der Freistaat **in nahezu jeder Schlüsseltechnologie überdurchschnittliche Anteile und oftmals auch hohe Spezialisierungsgrade.**

Wie bereits in den Gesamtzahlen und auch den Zukunftsfeldern erkennbar war, ist in Sachsen insgesamt der **Anteil von Anmeldungen von KMU und aus der Wissenschaft überdurchschnittlich hoch. Dies ist auch bei den Schlüsseltechnologien der Fall, oft sogar deutlich ausgeprägter als bei Betrachtung des Patentaufkommens insgesamt.**

Abschließend ist festzustellen, dass **Sektoren, die als KET-affin zu identifizieren sind, in Sachsen eine dem bundesweiten Mittel mindestens vergleichbare Rolle einnehmen.** Grundsätzlich besteht damit auch für die Kommerzialisierung relevanter Erkenntnisse in der wirtschaftlichen Praxis eine gute Grundlage.

6.2. Innovationsträger nach Schlüsseltechnologien

Methode

Um Unternehmen zu identifizieren, die in Schlüsseltechnologien innovieren, wurden die Patentanmeldungen aller Unternehmen beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) seit dem Jahr 2005 betrachtet und den jeweiligen Schlüsseltechnologien zugeordnet. Die Zuordnung der Patentanmeldungen zu den Schlüsseltechnologien erfolgt über die internationale Patentklassifikation (IPC) (Tabelle 71). Dabei legen wir bei der Zuordnung der IPC-Codes zu den Schlüsseltechnologien für die Bereiche Mikroelektronik, Nanotechnologien, Neue Materialien, Fortgeschrittene Produktionstechnologien und Photonik die EU-Definition zugrunde (Van de Velde et al. 2013). Für Biotechnologie wird die EU-Definition um die Definition von Eurostat erweitert, welche auch rote und grüne Biotechnologie miteinschließt.¹⁰⁶ Ebenso wird für die Schlüsseltechnologie Software und Webtechnologien auf Basis der Definition von Eurostat gearbeitet.

¹⁰⁶ https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/pat_esms_an2.pdf.

Tabelle 71: Untersuchte Schlüsseltechnologien

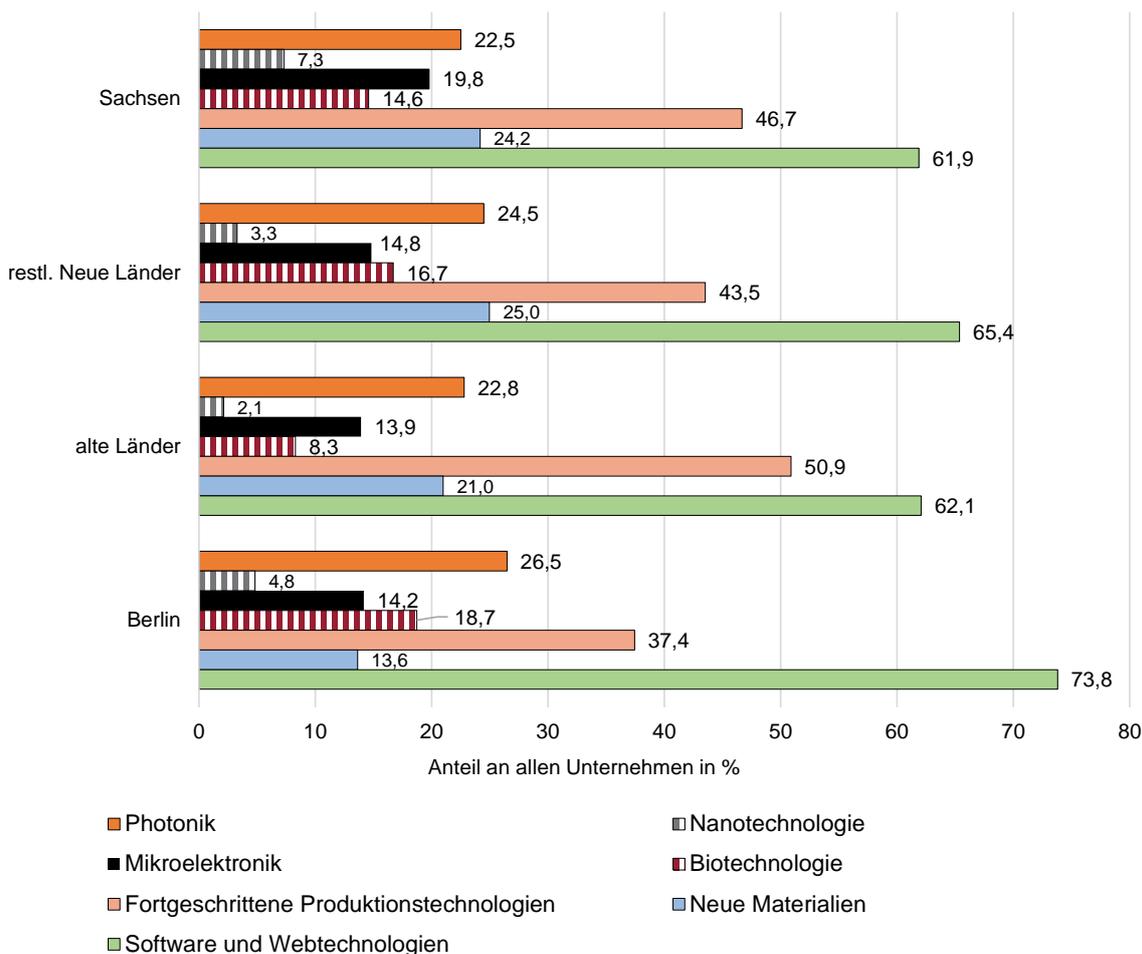
Schlüsseltechnologien	
1	Photonik
2	Nanotechnologien
3	Biotechnologien
4	Neue Materialien
5	Mikroelektronik
6	Fortgeschrittene Produktionstechnologien
7	Software und Webtechnologien

Unternehmen in Schlüsseltechnologien

Es wurden insgesamt 10.486 Unternehmen in Deutschland identifiziert, die im Jahr 2017 wirtschaftlich aktiv waren und seit dem Jahr 2005 in einer der sieben Schlüsseltechnologien ein Patent angemeldet haben. Davon sind 51,9 % der Unternehmen in nur einer Schlüsseltechnologie aktiv, 28,9 % in zwei, 10,7 % in drei, 4,3 % in vier, 2,1 % in fünf, 1,2 % in sechs und 0,9 % in allen sieben Schlüsseltechnologien.

Deutschlandweit sind 62,7 % aller Unternehmen in der Schlüsseltechnologie Software und Webtechnologien tätig, 49,8 % in Fortgeschrittenen Produktionstechnologien, 23,0 % in Photonik, 21,1 % in Neuen Materialien, 14,3 % in Mikroelektronik, 9,5 % in Biotechnologie und 2,5 % in Nanotechnologie. Dabei wurden Unternehmen, die in mehreren Technologien aktiv sind, mehrfach gezählt.

In Sachsen ist damit der Anteil der Unternehmen in vier Schlüsseltechnologien höher als der deutschlandweite Durchschnitt: Neue Materialien (24,2 %), Mikroelektronik (19,8 %), Biotechnologie (14,6 %) und Nanotechnologie (7,3 %). Die Fortgeschrittenen Produktionstechnologien (46,7 %) sind in Sachsen unter den in Schlüsseltechnologien aktiven Unternehmen verglichen mit dem Anteil für Deutschland unterrepräsentiert. Im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern weist Sachsen allerdings einen überdurchschnittlich hohen Anteil von Unternehmen auf, die in Fortgeschrittenen Produktionstechnologien aktiv sind. Der Anteil der Unternehmen, die in Software und Webtechnologien (61,9 %) sowie Photonik (22,5 %) aktiv sind, liegt jeweils nur leicht unter dem deutschlandweiten Durchschnitt.

Abbildung 66: Verteilung der Unternehmen nach Schlüsseltechnologien in Sachsen, den übrigen neuen Ländern, den alten Ländern und Berlin 2017

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Die absolute Anzahl von Unternehmen in Sachsen, die seit 2005 in mindestens einer der sieben Schlüsseltechnologien ein Patent angemeldet haben, liegt bei 480 (Tabelle 72). Dies sind 4,6 % aller Unternehmen in Deutschland, die in Schlüsseltechnologien patentieren. Die meisten Unternehmen finden sich in den Schlüsseltechnologien Software und Webtechnologien (297), sowie den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien (224), gefolgt von den vier Schlüsseltechnologien Neue Materialien (116), Photonik (108), Mikroelektronik (95) und Biotechnologien (70). Die kleinste Schlüsseltechnologie in Bezug auf die Unternehmenszahl sind die Nanotechnologien (35).

Tabelle 72: Anzahl sächsischer Unternehmen in Schlüsseltechnologien, 2017

	Anzahl Unternehmen (Mehrfachzuordnung zu Schlüsseltechnologien möglich)	Anteil an allen Unternehmen in Deutschland in %
Photonik	108	4,5
Nanotechnologien	35	13,3
Biotechnologien	70	7,1
Neue Materialien	116	5,2
Mikroelektronik	95	6,4
Fortgeschrittene Produktionstechnologien	224	4,3
Software und Webtechnologien	297	4,5
Gesamt*	480	4,6

Anmerkung: *ohne Mehrfachzählungen.

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Ebenso wie bei den Zukunftsfeldern zeigt die Branchenverteilung der Unternehmen den sieben Schlüsseltechnologien (Tabelle 73), dass in jeder Schlüsseltechnologie ein großer Anteil der Unternehmen auf relativ wenige Wirtschaftszweige konzentriert ist, dass es aber in allen Schlüsseltechnologien auch zahlreiche Unternehmen gibt, die nicht in einem der „naheliegenden“ Wirtschaftszweige tätig sind. Hervorzuheben ist, dass in allen Schlüsseltechnologien mehr als die Hälfte der sächsischen Unternehmen in den drei Branchengruppen Elektronik/Elektrotechnik, Maschinen- und Fahrzeugbau und Ingenieurbüros/FuE/Werbung anzutreffen ist.

In der Schlüsseltechnologie Photonik ist mehr als die Hälfte der sächsischen Unternehmen in den zwei Branchengruppen Elektronik/Elektrotechnik (34 %) und Ingenieurbüros/FuE/Werbung (22 %) zuzuordnen. Außerdem finden sich relativ viele Unternehmen in dieser Schlüsseltechnologie im Maschinen- und Fahrzeugbau (8 %). In der Nanotechnologie ist mehr als die Hälfte der Unternehmen in den Branchengruppen Ingenieurbüros/FuE/Werbung (31 %) und sonstige Dienstleistungen (20 %) anzutreffen. Weitere Branchengruppen mit einer hohen Unternehmenszahl in den Nanotechnologien sind die Elektroindustrie (14 %) sowie die öffentliche Verwaltung/Bildung/Gesundheit (11 %). In der Biotechnologie stammt der Großteil der Unternehmen aus den Bereichen Ingenieurbüros/FuE/Werbung (39 %) und Chemie/Pharma (11 %). Die Schlüsseltechnologie Neue Materialien weist die drei sektoralen Schwerpunkte Ingenieurbüros/FuE/Werbung (23 %), Maschinen- und Fahrzeugbau (13 %) und Elektronik/Elektrotechnik (11 %) auf. Ebenso konzentrieren sich in der Mikroelektronik 31 % der Unternehmen auf die Branche Elektronik/Elektrotechnik, 22 % auf Ingenieurbüros/FuE/Werbung und 12 % auf den Maschinen- und Fahrzeugbau. Die meisten Unternehmen in der Schlüsseltechnologie Fortgeschrittene Produktionstechnologien finden sich ebenfalls in den Branchen

Elektroindustrie/Elektronik (23 %), Maschinen- und Fahrzeugbau (22 %) sowie Ingenieurbüros/FuE/Werbung (14 %). Auch die Schlüsseltechnologie Software und Webtechnologien weist eine hohe Konzentration auf die Branchen Elektronik/Elektrotechnik (30 %), Ingenieurbüros/FuE/Werbung (19 %) sowie den Maschinen- und Fahrzeugbau (10 %) auf.

Betrachtet man die Größenstruktur der Unternehmen in den sächsischen Schlüsseltechnologien, so zeigt sich, dass sie sich von der Größenstruktur der Unternehmenspopulation in Deutschland insgesamt deutlich unterscheidet. Die allermeisten Unternehmen sind gemessen an der Beschäftigten- oder Umsatzzahl nicht klein, sondern eher mittlere bis große Unternehmen mit mindestens 50 Beschäftigten. Deutschlandweit haben nur 28 % der Unternehmen mit Zukunftsfeldaktivitäten weniger als fünf Beschäftigte (inkl. Selbstständigen-Unternehmen ohne eigene Beschäftigte). In Sachsen ist der Anteil dieser Mikro-Unternehmen, die in Schlüsseltechnologien patentieren, mit 24 % noch niedriger. 7 % (Sachsen: 8 %) der Unternehmen weisen zwischen fünf und neun Beschäftigte auf, 23 % (Sachsen: 29 %) sind Kleinunternehmen mit zehn bis 49 Beschäftigten. Mittlere Unternehmen (50 bis 249 Beschäftigte), die in Schlüsseltechnologien patentieren, stellen in Deutschland 25 % (Sachsen: 28 %) aller Unternehmen dar, 18 % sind Großunternehmen (Sachsen: 11 %).

Tabelle 73: Verteilung der sächsischen Unternehmen in Zukunftsfeldern nach Branchengruppen, in Prozent, 2017

WZ	Bezeichnung	Pho- tonik	Nanotech.	Biotech.	Neue Mate- rialien	Mikro- elektr.	Fortg. Pro- duktions- tech.	Software und Web- tech.	Gesamt
1-3	Land-/Forstwirtschaft	0	0	0	0	0	0	0	0
5-9	Bergbau	0	0	0	0	0	0	0	0
10-12	Nahrung/Getränke	0	3	1	1	1	0	0	0
13-15	Textil/Bekleidung/Leder	2	0	0	1	0	0	1	1
16-18	Holz/Papier/Druck	1	0	0	2	0	0	0	1
19-21	Chemie/Pharma	0	0	11	6	1	0	0	3
22-23	Kunststoff/Steinwaren	1	0	1	9	2	2	2	4
24-25	Metalle/Metallwaren	5	0	1	9	4	8	5	8
26-27	Elektronik/Elektrotechnik	34	14	7	11	31	23	30	22
28-30	Maschinen-/Fahrzeugbau	8	9	6	13	12	22	10	15
31-33	Möbel/Medizintechnik/Reparatur	6	3	6	4	3	4	3	4
35	Energieversorgung	0	0	7	0	1	0	2	2
36-39	Wasserversorgung/Entsorgung	0	0	1	1	1	0	0	1
41-43	Baugewerbe	5	0	0	1	1	1	2	3
45-47	Handel	1	0	0	2	1	2	2	2
49-53	Transport/Logistik	0	0	0	0	0	0	0	0
55-56	Gastgewerbe	0	0	0	0	0	1	1	1
58-63	Information und Kommunikation	1	3	3	0	0	4	6	5
64-66	Banken/Versicherungen	3	3	4	1	2	4	3	4
68-70	Immobil./Rechts-/Untern.-beratung	2	3	0	2	4	2	3	3
71-74	Ingenieurbüros/FuE/Werbung	22	31	39	23	22	14	19	16
77-82	sonstige Unternehmensdienste	0	0	1	1	1	1	1	1
84-89	öff. Verwalt./Bildung/Gesundheit	5	11	3	6	6	3	3	3
90-99	sonstige Dienstleistungen	6	20	7	8	6	4	4	3
			100	100	100	100	100	100	100

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Innovationstätigkeit in den Schlüsseltechnologien

Die Innovationsaktivitäten von Unternehmen in den Schlüsseltechnologien werden analog zum Vorgehen für die Zukunftsfelder analysiert. Von allen identifizierten Unternehmen mit Schlüsseltechnologie-Aktivitäten zählen 334 Unternehmen in Sachsen und 6.882 Unternehmen deutschlandweit zum Berichtskreis der Innovationserhebung, d.h. rund ein Drittel der Unternehmen, die in den Zukunftsfeldern aktiv sind. Aufgrund der geringen Zahl von Beobachtungen in der Innovationserhebung ist eine Differenzierung der Innovationsaktivitäten nach einzelnen Schlüsseltechnologien nicht sinnvoll, da die Ergebnisse zu sehr von einzelnen Unternehmen geprägt wären und die Repräsentativität der Ergebnisse nicht gewährleistet werden kann.

Die 334 sächsischen Unternehmen mit Schlüsseltechnologie-Aktivitäten im Berichtskreis der Innovationserhebung beschäftigten im Jahr 2016 rund 32.000 Mitarbeiter und erzielten einen Umsatz von 12,4 Mrd. Euro. Bezogen auf alle Unternehmen im Berichtskreis der Innovationserhebung liegt der Anteil der Unternehmen mit Schlüsseltechnologie-Aktivitäten bei 2,3 %, wie Tabelle 74 zeigt. Der Anteil der in diesen Unternehmen Beschäftigten an allen Beschäftigten ist mit 5,7 % mehr als doppelt so hoch. Nochmal höher ist der Anteil der Schlüsseltechnologie-Unternehmen am gesamten Umsatz der sächsischen Unternehmen im Berichtskreis der Innovationserhebung; er liegt bei 11,6 %. Für den relativ hohen Umsatzanteil von Schlüsseltechnologie-Unternehmen sind insbesondere umsatzstarke Großunternehmen im Fahrzeugbau, Elektronikindustrie, Maschinenbau und FuE-Dienstleistungen verantwortlich.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Schlüsseltechnologie-Unternehmen für Beschäftigung und Umsatz der sächsischen Wirtschaft (in der Abgrenzung der Innovationserhebung) ist indes geringer als in den übrigen neuen Ländern (inkl. Berlin) und den alten Ländern, obwohl ihr Anteil an allen Unternehmen mit 1,9 % (übrige neue Länder inkl. Berlin) und 2,4 % (alte Länder) etwa vergleichbar ist. In den übrigen neuen Ländern stellen die Schlüsseltechnologie-Unternehmen 10,7 % der Beschäftigten und 21,3 % des Umsatzes. In den alten Ländern liegen die entsprechenden Anteilswerte noch erheblich höher, nämlich bei 32,3 % (Beschäftigte) und 41,0 % (Umsatz).

Zu den Branchengruppen in Sachsen, in denen ein hoher Anteil der Unternehmen im Bereich von Schlüsseltechnologien aktiv ist und in denen ein hoher Anteil der Beschäftigung und des Umsatzes auf Schlüsseltechnologie-Unternehmen entfällt, zählen insbesondere die Elektronik/Elektrotechnik (16 % der Unternehmen, 31 % der Beschäftigten und 37 % des Umsatzes entfallen auf Schlüsseltechnologie-Unternehmen), der Maschinen- und Fahrzeugbau (8 % der

Unternehmen, 19 % der Beschäftigten und 49 % des Umsatzes), Bergbau/Energie/Wasser/Entsorgung (2 % der Unternehmen, 9 % der Beschäftigten und 15 % des Umsatzes) und Ingenieurbüros/FuE (4 % der Unternehmen, 8 % der Beschäftigten und 20 % des Umsatzes).

Wie Tabelle 74 weiterhin zeigt, ist der Anteil, den Schlüsseltechnologie-Unternehmen an allen Innovatoren ausmachen, mit 4,0 % in Sachsen höher als der Anteil an allen Unternehmen (2,3 %). Noch größer ist der Unterschied, wenn Unternehmen mit kontinuierlicher FuE betrachtet werden: 9 % dieser Unternehmen in Sachsen sind in einer der Schlüsseltechnologien aktiv. Im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern und den alten Ländern sind Innovatoren und kontinuierlich forschende Unternehmen in Sachsen allerdings weniger stark auf Schlüsseltechnologien konzentriert. Der Beitrag von Schlüsseltechnologie-Unternehmen zu den gesamten Innovationsausgaben der sächsischen Wirtschaft betrug im Jahr 2016 28,9 %, zu den gesamten Umsätzen mit neuen Produkten steuerten diese Unternehmen 23,5 % bei. In den alten Ländern sind diese Anteile mit 86,2 % (Innovationsausgaben) und 75,1 % (Neuproduktumsatz) um ein Vielfaches höher. Dies liegt daran, dass in den alten Ländern die meisten der ganz großen Unternehmen, auf die ein Großteil der Innovationsausgaben und der Innovationsumsätze entfällt, Schlüsseltechnologie-Aktivitäten aufweisen. Sachsen fällt aber auch im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern zurück, denn dort werden 47,3 % der Innovationsausgaben von Schlüsseltechnologie-Unternehmen getätigt, die gleichzeitig 38,1 % zum Neuproduktumsatz beitragen.

Insgesamt zeigt sich somit auch für die Schlüsseltechnologien (wie schon bei den Zukunftsfeldern), dass die Innovationsaktivitäten der sächsischen Wirtschaft nicht besonders stark auf diese Technologien ausgerichtet sind, d.h. der größte Teil der Innovationsleistung findet außerhalb der Schlüsseltechnologien statt. Ein Grund hierfür ist, dass in Sachsen den KMU ein großes Gewicht im Innovationsgeschehen zukommt, aber die meisten KMU keine Patentaktivitäten aufweisen und von den patentaktiven KMU auch nur relativ wenige in Schlüsseltechnologien Patente angemeldet haben. Zum anderen sind in einigen innovationsstarken Branchen der sächsischen Wirtschaft Schlüsseltechnologien in der EU-Definition kein zentrales Innovationsthema (z.B. Nahrungsmittel, Holz/Papier, Textil, Metallwaren, Teile des Maschinenbaus, IT-Dienstleistungen).

Tabelle 74: Anteil der Schlüsseltechnologien an Unternehmen insgesamt, Beschäftigten, Umsatz, Innovatoren, kontinuierlich forschenden Unternehmen, Innovationsausgaben und Neuproduktumsatz in Sachsen, 2016

WZ	Bezeichnung	Anteil an ... in Sachsen* (in %)						
		Unternehmen	Beschäftigten	Umsatz	Innovatoren	Unt. m. kon-tin. FuE	Innovati-onsausgaben	Neuproduktumsatz
5-9/35-39	Bergb., Energie/Wasser/Entsorg.	2,3	9,4	14,5	1,8	5,0	73,6	44,2
10-12	Nahrung/Getränke/Tabak	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13-15	Textil/Bekleidung/Leder	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16-18	Holz/Papier/Druck	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19-23	Chemie/Pharma/Kunstst./Steinw.	5,3	3,6	1,1	8,0	6,2	8,1	28,5
24-25	Metalle/Metallwaren	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26-27	Elektronik/Elektrotechnik	15,9	30,5	36,8	20,0	23,4	44,2	42,2
28-30	Maschinen-/Fahrzeugbau	8,4	18,8	48,7	11,7	8,6	40,2	20,4
31-33	Möbel/Medizintechnik/Reparatur	1,7	5,5	10,4	3,8	5,1	34,1	5,5
46	Großhandel	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
49-53	Transport/Logistik	0,1	3,3	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0
58-63	Information und Kommunikation	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
64-66	Banken/Versicherungen	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
69-70	Rechts-/Unternehmensberatung	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
71-72	Ingenieurbüros/FuE	4,1	7,8	20,1	7,8	16,8	37,4	36,9
73-74	Werbung/Kreativdienstleistungen	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80-81	Bewachung/Reinigung	0,0	0,0	0,0	0,0	--	0,0	0,0
78-79/82	sonstige Unternehmensdienste	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
insgesamt								
Sachsen		2,3	5,7	11,6	4,0	9,0	28,9	23,5
übrige neue Länder (inkl. Berlin)		1,9	10,7	21,3	4,8	15,4	47,3	38,1
alte Länder		2,4	32,3	41,0	5,1	15,6	86,2	75,1
Deutschland		2,3	29,4	39,0	5,0	15,1	82,7	72,0

Lesehilfe: Unternehmen, die in Schlüsseltechnologien patentieren, machen 2,3 % aller Unternehmen in der Branchengruppe Bergbau, Energie/Wasser/Entsorgung aus, sie stellen 9,4 % der Beschäftigten in dieser Branchengruppe und auf sie entfallen 14,5 % des Umsatzes.

Anmerkung: *im Berichtskreis der Innovationserhebung. Die dargestellten Branchengruppen entsprechen jenen, nach denen die Innovationserhebung Sachsen geschichtet ist.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Ein Vergleich der Innovationskennzahlen der Unternehmen in Schlüsseltechnologien in Sachsen mit Schlüsseltechnologie-Unternehmen in den übrigen neuen Ländern und in den alten Ländern (Tabelle 75) zeigt für Sachsen einen niedrigeren Innovatorenanteil. Insbesondere der Anteil der Unternehmen mit Prozessinnovationen fällt erheblich niedriger aus. Beim Anteil der Unternehmen mit Marktneuheiten ist der Rückstand dagegen weniger groß. Auch beim Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen liegt Sachsen - im Unterschied zu einer Betrachtung über alle Branchen hinweg - zurück. Dafür ist der Anteil der Unternehmen mit gelegentlicher FuE und insbesondere der Anteil von Unternehmen ohne Innovationsaktivitäten merklich höher. Dass 29 % der Schlüsseltechnologie-Unternehmen in Sachsen im Jahr 2016 keine Innovationsaktivitäten aufwiesen, bedeutet, dass diese Unternehmen sich aktuell wohl nicht (zumindest nicht mit Stoßrichtung Innovation) mit Schlüsseltechnologie-Themen befassen, in früheren Jahren dazu aber Patente angemeldet haben. Hier liegt offenbar ein Potenzial für zusätzliche Innovationsaktivitäten der sächsischen Wirtschaft in den Schlüsseltechnologien. Die Innovationsintensität der sächsischen Schlüsseltechnologie-Unternehmen unterscheidet sich dagegen nicht wesentlich von der der Unternehmen in den alten Ländern und in den übrigen neuen Ländern. Die FuE-Intensität ist im Vergleich zu den alten Ländern etwas niedriger. Der Umsatzanteil von Produktinnovationen liegt unter dem Niveau der Vergleichsregionen. Besonders groß ist der Abstand beim Umsatzanteil von Marktneuheiten. Beim Umsatzanteil von Sortimentsneuheiten liegt Sachsen dagegen vor den übrigen neuen Ländern und nur leicht unter dem Niveau der alten Länder.

Tabelle 75: Innovationskennzahlen von Unternehmen in Schlüsseltechnologien in Sachsen, den übrigen neuen Ländern und den alten Ländern, in in Prozent, 2017

	Sachsen	übrige neue Länder (inkl. Berlin)	alte Länder
Innovatorenquote	69,3	89,1	76,6
Anteil Unternehmen mit Produktinnovationen	63,9	78,1	70,5
Anteil Unternehmen mit Prozessinnovationen	36,4	55,7	52,1
Anteil Unternehmen mit Marktneuheiten	35,9	42,0	42,2
Anteil Unternehmen mit kontinuierlicher FuE	52,9	82,0	68,9
Anteil Unternehmen mit gelegentlicher FuE	12,3	5,9	7,3
Anteil innovationsaktive Unternehmen ohne FuE	5,9	4,5	6,7
Anteil nicht innovationsaktive Unternehmen	28,9	7,6	17,1
Anteil der Innovationsausgaben am Umsatz	6,3	6,1	6,4
Anteil der FuE-Ausgaben am Umsatz	3,4	3,5	4,1
Umsatzanteil von Produktinnovationen	16,1	20,4	25,4
Umsatzanteil von Marktneuheiten	1,4	4,1	5,9
Umsatzanteil von Sortimentsneuheiten	4,3	3,6	4,7

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel Berechnungen des ZEW.

Fazit

Von den 10.486 Unternehmen in Deutschland, die 2017 wirtschaftlich aktiv waren und seit 2005 in Schlüsseltechnologien patentiert haben, stammen 480 aus Sachsen (4,6 %). Am häufigsten patentieren Unternehmen in Sachsen in den Schlüsseltechnologien Software und Webtechnologien (61,9 %), Fortgeschrittene Produktionstechnologien (46,7 %), Neue Materialien (24,2 %) und Photonik (22,5 %). In der Nanotechnologie patentieren zwar nur 35 (7,3 %) der sächsischen Unternehmen, jedoch sind in Sachsen im Vergleich zu den übrigen neuen Ländern, den alten Ländern sowie Berlin relativ viele Unternehmen in dieser Schlüsseltechnologie aktiv. Diese Unternehmen sind insbesondere in den Branchen Elektronik/Elektrotechnik, Maschinen-/Fahrzeugbau sowie Ingenieurbüros/FuE angesiedelt. Betrachtet man die Größenstruktur der Unternehmen, so zeigt sich, dass in Sachsen sowie deutschlandweit eher mittlere bis große Unternehmen in Schlüsseltechnologien patentieren.

Insgesamt 334 der Unternehmen in Sachsen und 6882 Unternehmen in ganz Deutschland, die in Schlüsseltechnologien patentieren, stammen aus dem Berichtskreis der Innovationserhebung. Die Innovatorenquote unter diesen Unternehmen ist in Sachsen mit 69 % deutlich niedriger als in den alten Länder (77 %) und den übrigen neuen Ländern (89 %). Auch der Anteil der sächsischen Unternehmen in Schlüsseltechnologien, die kontinuierlich FuE treiben (53 %), liegt deutlich unter dem Durchschnitt für die alten (69 %) und übrigen neuen Länder (82 %). Während sich der Anteil der Innovations- sowie FuE-Ausgaben am Umsatz der sächsischen Schlüsseltechnologie-Unternehmen kaum von dem in Gesamtdeutschland unterscheidet, liegt der Umsatzanteil von Produktinnovationen und insbesondere Marktneuheiten deutlich hinter dem der übrigen neuen Länder sowie der alten Länder.

Dass ein Großteil der Schlüsseltechnologie-Unternehmen in Sachsen im Jahr 2016 keine Innovationsaktivitäten aufgewiesen hat, bedeutet, dass diese Unternehmen sich aktuell wohl nicht mit Schlüsseltechnologie-Themen im Bereich Innovation befassen, in früheren Jahren dazu aber Patente angemeldet haben. Hier zeigt sich ein Potenzial für zusätzliche Innovationsaktivitäten der sächsischen Wirtschaft in den Schlüsseltechnologien.

Darüber hinaus ist die wirtschaftliche Bedeutung der Schlüsseltechnologie-Unternehmen für Beschäftigung und Umsatz der sächsischen Wirtschaft (5,7 % bzw. 11,6 %; in der Abgrenzung der Innovationserhebung) geringer als in den übrigen neuen Ländern und den alten Ländern. In den übrigen neuen Ländern stellen die Schlüsseltechnologie-Unternehmen 10,7 % der Beschäftigten und 21,3 % des Umsatzes. In den alten Ländern liegen die entsprechenden Anteilswerte deutlich höher, bei 32,3 % (Beschäftigte) und 41,0 % (Umsatz).

Insgesamt zeigt sich somit auch für die Schlüsseltechnologien, dass die Innovationsaktivitäten der sächsischen Wirtschaft nicht besonders stark auf diese ausgerichtet sind, d.h. der größte Teil der Innovationsleistung findet außerhalb der Schlüsseltechnologien statt. Dieses Ergebnis liegt auch an dem hier zugrunde gelegten empirischen Zugang, bei dem eine Identifizierung von Unternehmen mit Aktivitäten in einer der Schlüsseltechnologien über Patentanmeldungen stattfindet. Somit können Innovationsaktivitäten von Unternehmen ohne Patentanmeldung nicht berücksichtigt werden. Gerade in Sachsen kommt den KMU ein großes Gewicht im Innovationsgeschehen zu, aber die meisten KMU weisen keine Patentaktivitäten auf, und von den patentaktiven KMU haben auch nur relativ wenige in den Schlüsseltechnologien Patente angemeldet. Darüber hinaus sind in einigen innovationsstarken Branchen der sächsischen Wirtschaft Schlüsseltechnologien in der EU-Definition kein zentrales Innovationsthema (z.B. Nahrungsmittel, Holz/Papier, Textil, Metallwaren, Teile des Maschinenbaus, IT-Dienstleistungen).

6.3. Exkurs: Schnittstellen zwischen Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien

Eines der zentralen Grundprinzipien der Identifizierung möglicher Prioritäten im Rahmen einer Strategie der intelligenten Spezialisierung ist es, jene Zukunftsfelder und WZ-Bereiche zu identifizieren, in denen Schlüsseltechnologien in der regionalen Wirtschaft erzeugt werden bzw. Wirkung entfalten. Im Rahmen der Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen stellt sich, unter Bezugnahme auf die in dieser Expertise herausgearbeiteten „Kristallisationspunkte für Wachstum und Beschäftigung“, darüber hinaus dieselbe Frage auch für die „thematischen Zukunftsfelder“ sowie hinsichtlich der Beziehungen zwischen „Schlüsseltechnologien“ und „thematischen Zukunftsfeldern“.

Um diese abstrakten Beziehungen quantitativ zu konkretisieren, bestehen grundsätzlich zwei bereits in Vorgängerstudien erprobte Möglichkeiten.

Erstens wird von allen Fördernehmern der zentralen Richtlinien RL 06570, RL 06580 (Einzelbetriebliche Projektförderung und Verbundprojektförderung), RL 02147 (KET-Pilotlinienförderung), RL 06700 (Technologietransfer), RL 06740 (InnoPrämie), RL 02181 (Forschung Infra-Pro) und RL 02144 (Markteinführung innovativer Produkte) seit 2015 verbindlich erwartet, ihr Projekt einer konkreten Schlüsseltechnologie und einem thematischen Zukunftsfeld zuzuordnen sowie Angaben zur Branchenzuordnung ihres Betriebes bzw. ihrer Organisation zu machen. Auf diese Weise lässt sich eindeutig feststellen, welche konkreten Zusammenhänge

zwischen den verschiedenen Betrachtungsdimensionen sächsische Wirtschafts- und Wissenschaftsakteure in der Praxis sehen.

Darüber hinaus lassen sich Patentanmeldungen sowohl eindeutig zu Schlüsseltechnologien zuordnen als auch, über das anmeldende Unternehmen, einer konkreten WZ-Klasse. Auf diese Weise lässt sich eindeutig feststellen, wie sich Inventionen in für Schlüsseltechnologien relevante Bereiche in der Praxis über die Branchenfelder der sächsischen Wirtschaft verteilen. Dies lässt sich mit der in Deutschland insgesamt üblichen Verteilung abgleichen (vgl. Vorgängerstudie zur Indikatorik für die Schnittstellen der sächsischen intelligenten Spezialisierung).

Analyse der Förderdaten

Im Hinblick auf die Bedeutung einzelner Schlüsseltechnologien in der Förderung des Freistaates nehmen die **Fortgeschrittenen Produktionstechnologien** mit 463 Förderfällen und einem Gesamtfördervolumen von 83,26 Mio. Euro seit 2015 die bedeutendste Rolle ein (Tabelle 76), gefolgt vom Bereich **Software und Webtechnologien**¹⁰⁷ mit 325 Förderfällen und einem Gesamtfördervolumen von 81,38 Mio. Euro sowie der vergleichbar bedeutenden **Mikro- und Nanoelektronik** mit zwar nur 104 Förderfällen, allerdings einem Gesamtfördervolumen von 148,07 Mio. Euro. In den verbleibenden Schlüsseltechnologien **Neue Materialien** und **Biotechnologie** gab es 134 bzw. 120 Förderfälle sowie Förderungen im Gesamtvolumen von 46,72 Mio. Euro und 48,10 Mio. Euro. Weit weniger bedeutsam blieben die **Nanotechnologien** und die **Photonik** mit 15 bzw. 11 Förderfällen sowie Förderungen mit einem Gesamtvolumen von 3,42 Mio. Euro bzw. 5,93 Mio. Euro.

Im Hinblick auf die Bedeutung einzelner thematischer Zukunftsfelder in der Förderung des Freistaates nimmt das Feld **Umwelt** mit 540 Förderfällen und einem Gesamtfördervolumen von 73,77 Mio. Euro die bedeutendste Rolle ein, gefolgt vom Feld **Digitale Kommunikation** mit 301 Förderfällen und einem Gesamtfördervolumen von 175,60 Mio. Euro. Mit merklichem Abstand folgt das Feld **Gesundheit** mit 194 Förderfällen, aber einem Gesamtfördervolumen von lediglich 65,82 Mio. Euro. In den übrigen Feldern **Mobilität** und **Energie** gab es 97 bzw. 56 Förderfälle sowie Förderungen im Gesamtvolumen von 44,36 Mio. Euro und 32,93 Mio. Euro. Auf den Querschnittsbereich Bildung und Kultur entfielen 2,22 Mio. Euro in acht Förderprojekten.

¹⁰⁷ Die sächsische Förderstatistik verwendet zwar den Begriff „IKT“, erhebliche Überschneidungen sind allerdings mit dem in der neuen Innovationsstrategie vorgesehenen Zukunftsfeld „Software und Webtechnologien“ anzunehmen. Deshalb und zwecks einer einheitlichen Begriffsverwendung, wird in diesem Berichtstext auch bei einem Verweis auf Förderstatistiken der Begriff „Software und Webtechnologien“ verwendet.

Tabelle 76: Übersicht: Rolle der Schlüsseltechnologien im Freistaat Sachsen, seit 2015

	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions-technologien	Software und Webtechnologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nanotechnologien	Neue Materialien	Photonik
in der Förderung des Freistaates							
Förderfälle	120	463	325	104	15	134	11
Gesamtfördervolumen (Mio. Euro)	48,10	83,26	81,38	148,07	3,42	46,72	5,93
in Patenten und Publikationen							
Patente	100	420	53	400	20	426	147
Publikationen	721	42	1.464	298	223	5.690	26

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 77: Übersicht: Rolle der thematischen Zukunftsfelder im Freistaat Sachsen, seit 2015

	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	Umwelt und Rohstoffe
in der Förderung des Freistaates						
Förderfälle	8	301	56	194	97	540
Gesamtfördervolumen (Mio. Euro)	2,22	175,60	32,93	65,82	44,36	73,77
in Patenten und Publikationen						
Patente	n.v.	900	1.272	208	533	410
Publikationen	n.v.	942	963	16.926	158	3.322

Anmerkung: Die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die relative Bedeutung einzelner Schlüsseltechnologien und thematischer Zukunftsfelder im Patentaufkommen des Freistaates wurde bereits in den Kapiteln 1.1 und 1.2 ausgeführt und wird daher an dieser Stelle nicht erneut detailliert dargestellt.

Vor diesem generellen Hintergrund lassen sich innovationsträchtige Schnittstellenbereiche in Sachsen wie folgt identifizieren:

Schlüsseltechnologien

Die zentrale Schlüsseltechnologie **Fortgeschrittene Produktionstechnologien** wird erwartungsgemäß bereits stark von der Industrie getragen, vor allem von WZ28, Maschinenbau, und WZ25, Metallerzeugnisse. Ergänzend spielen auch WZ72 und WZ85, d.h. Forschungsinstitute und Universitäten, eine wesentliche Rolle.

In den **Software** und **Webtechnologien** werden Projekte ebenfalls bereits stark von der Industrie getragen, vor allem im Bereich WZ62, IT-Dienstleistungen, gefolgt von WZ26, Datenverarbeitungsgeräte, sowie WZ72 und WZ85, d.h. Forschungsinstituten und Universitäten.

Abweichend hiervon werden Projekte in der **Mikro-** und **Nanoelektronik** überwiegend von Betrieben im Bereich WZ26, Datenverarbeitungsgeräte, getragen, sowie von WZ72 und WZ85, d.h. Forschungsinstituten und Universitäten.

In der **Biotechnologie** findet sich ein dominierender Schwerpunkt auf WZ72 und WZ85, Forschungsinstitute und Universitäten. Einzig im Bereich WZ21, Pharmazeutik, finden sich erste industriegetriebene Projekte.

Anders stellt sich die Situation in den **Neuen Materialien** dar, wo eine Reihe von Projekten in unterschiedlichen Branchen von vor allem WZ22 - WZ28 finanziert werden, in Summe merklich mehr als von Forschungsinstituten und Universitäten. Mit Blick auf das Volumen der Förderung liegt ein klarer Schwerpunkt im Bereich WZ26, Datenverarbeitungsgeräte.

Auch die Gesamtzahl der Förderungen in **Photonik** und **Nanotechnologien** ist zu gering, um eindeutige Schnittstellen zu identifizieren. In beiden Schlüsseltechnologien liegt ein klarer Schwerpunkt in der Forschung (WZ72 und WZ85). Gewisse industrielle Schwerpunkte finden sich in der Photonik darüber hinaus in WZ 28, Maschinenbau, in den Nanotechnologien in WZ26, Datenverarbeitungsgeräte.

Zukunftsfelder

Wie Tabelle 78 und Tabelle 79 zeigten, wird das bedeutendste thematische Zukunftsfeld **Umwelt** bereits stark von der Industrie getragen, mit Schwerpunkten in WZ28, Maschinenbau (dem industriellen Schwerpunkt mit Blick auf das Fördervolumen), WZ25, Metallerzeugnisse, WZ26, Datenverarbeitungsgeräte, und WZ22, Gummi- und Kunststoffwaren. Darüber hinaus besteht ein starker komplementärer Schwerpunkt in der öffentlichen Forschung (WZ72 und WZ85).

Im thematischen Zukunftsfeld **Digitale Kommunikation** finden sich zentrale industrielle Schwerpunkte erwartungsgemäß in den Bereichen WZ26, Datenverarbeitungsgeräte (dem über alle Felder hinweg deutlichsten Schwerpunkt mit Blick auf das Fördervolumen) und

WZ62, IT-Dienstleistungen, begleitet von einem starken komplementären Schwerpunkt in der öffentlichen Forschung (WZ72 und WZ85).

Im thematischen Zukunftsfeld **Gesundheit** finden sich Förderschwerpunkte vor allem in der öffentlichen Forschung, WZ72 und WZ85, sowie in geringerem Umfang in den Bereichen WZ21, Pharmazeutik (dem industriellen Schwerpunkt mit Blick auf das Fördervolumen), WZ32, sonstige Waren (inkl. medizinische und zahnmedizinische Apparate), sowie auch WZ26, Datenverarbeitungsgeräte. Auch in den thematischen Zukunftsfeldern **Energie** und **Mobilität** besteht dieser Schwerpunkt in der öffentlichen Forschung, WZ72 und WZ85, im Feld Energie vor allem komplementiert mit Projekten im Bereich WZ26, Datenverarbeitungsgeräte, sowie nachgeordnet in den WZ 25, 27, 28 und 62 (Metall, elektrische Geräte und Anlagen, Maschinenbau, IT-Dienstleistungen), im Bereich Mobilität vor allem mit Projekten im Bereich WZ26, Datenverarbeitungsgeräte, sowie nachgeordnet in den WZ22, 29 und 62 (Gummi- und Kunststoffwaren, Fahrzeugbau, IT-Dienstleistungen). Eine nicht unwesentliche Zahl von Förderprojekten (222, ca. 15 %) ließ sich trotz Aufforderung keinem thematischen Zukunftsfeld zuordnen, leicht unterhalb des Werts im Hinblick auf Schlüsseltechnologien (269, ca. 18 %).¹⁰⁸

Schlüsseltechnologien vs. Zukunftsfelder

Im Hinblick auf das in der Förderpraxis identifizierbare Verhältnis thematischer Zukunftsfelder und Schlüsseltechnologien lässt sich – entsprechend der Logik der Innovationsstrategie – in keinem Fall eine eindeutige Zuordnung vornehmen. Zwar werden z.B. alle Projekte im Bereich der Biotechnologie dem thematischen Zukunftsfeld „Umwelt“ zugeordnet, dieses ist allerdings breiter und umfasst auch Projekte in den Schlüsseltechnologien Fortgeschrittene Produktionstechnologien, Software und Webtechnologien und Neue Materialien. Im Wesentlichen lassen sich folgende grundsätzliche Bezüge feststellen (Tabelle 81): Aktivitäten im Zukunftsfeld **Umwelt** beruhen in besonderem Maße auf Fortgeschrittenen Produktionstechnologien. Aktivitäten im Zukunftsfeld **Digitale Kommunikation** beruhen in besonderem Maße auf Software und Webtechnologien sowie Technologien der Mikro- und Nanoelektronik. Auch Aktivitäten im Zukunftsfeld **Mobilität** beruhen in Sachsen in besonderem Maße auf diesen beiden Technologiefeldern. Aktivitäten im Zukunftsfeld **Gesundheit** beruhen in besonderem Maße auf Biotechnologien. Aktivitäten im Zukunftsfeld **Energie** schließlich beruhen mit Blick auf das Fördervolumen vor allem auf Technologien im Bereich Neue Materialien.

Zusammenfassung

Für die im Rahmen der aktuellen sächsischen Innovationsstrategie ausgewiesenen thematischen Zukunftsfelder und Schlüsseltechnologien erwiesen sich vor allem folgende Branchen

¹⁰⁸ Ein Großteil der fehlenden Zuweisungen entfällt mit 133 bzw. 156 Fällen dabei auf die Richtlinie 02144.

6. Schlüsseltechnologien

Analysen zum Innovationsstandort Sachsen

als tragend: WZ26, Datenverarbeitungsgeräte, WZ28, Maschinenbau, WZ62, IT-Dienstleistungen, sowie in begrenzterem Umfang WZ25, Metallerzeugnisse, und WZ21, Pharmazeutik. Darüber hinaus wurde ein sehr erheblicher Teil der betrachteten Förderung des Freistaates an Hochschulen und Forschungseinrichtungen vergeben (WZ72 und WZ85).

Tabelle 78: Anzahl Förderfälle, nach WZ und Zukunftsfeldern, seit 2015

	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 ; 02147; 06700; 06740 sowie RL 02181 & 02144							
Land- und Forstwirtschaft - 01/02							2
Bergbau - 09							1
Nahrungs- und Futtermittel - 10				11			
Getränkeherstellung - 11				1			
Textilien - 13		3	1	1	1	8	16
Bekleidung - 14				3		3	2
Leder und Schuhe - 15				2	1		3
Holz-, Flecht-, Korbwaren - 16	1		1			3	1
Papier, Pappe - 17						2	7
Druckerzeugnisse - 18	1	2				2	3
Chemische Erzeugnisse - 20		1	1			1	12
Pharmaz. Erzeugnisse - 21				21			
Gummi- u. Kunststoffwaren - 22		1		3	2	7	38
Glas, Glaswaren, Keramik - 23		1			1	5	10
Metall - 24						2	10
Metallerzeugnisse - 25	1	8	5	3		29	59
Datenverarbeitungsgeräte - 26	1	55	8	11	14	16	36
Elektrische Ausrüstung - 27		6	7	2	5	9	13
Maschinenbau - 28		15	10	8	4	47	115
Kraftwagen und -teile - 29					7	6	9
sonst. Fahrzeugbau - 30			1	1	3		3
Möbel - 31		1				3	
sonstige Waren - 32		4	1	37	1	6	11
Maschinen/Ausrüstungen - 33		3		2		3	3
Energieversorgung - 35		1	1				
Recycling - 37						1	
Samml./Behdl. v. Abfällen - 38							10
Tiefbau - 42			1				5
Baustellenarbeiten - 43			1			1	6
Handel mit Kfz - 45					2		
Großhandel (ohne Kfz) - 46						2	4
Einzelhandel (ohne Kfz) - 47		3		2	1	5	3
Verlagswesen - 58		1					
Film, Fernsehen, Kino - 59		1					
Recycling - 37		1					
IT-Dienstleistungen - 62		76	4	4	11	13	8
Informations-DL - 63	1	14		1		1	3
Unternehmensberatung - 70				1		2	
Arch.- u. Ing.-Büros - 71		7	2	9	6	6	22
Forschung u. Entwicklung - 72	2	47	13	50	22	22	78
Werbung u. Marktforschung - 73							1
Sonstige freie Tätigkeiten - 74						2	
Vermiet. beweg. Sachen - 77						1	
Gebäudebetreuung - 81						1	1
wirtschaftliche DL - 82		5	2	4	3	4	12
Erziehung und Unterricht - 85	2	49	6	47	19	6	47
Gesundheitswesen - 86		1		2			
Kreative u. künstl. Tätig. - 90	1						
Bibliotheken/Archive/Museen - 91		7					
Sport, Unterhaltung - 93	1	3		4			
Sonstige Dienstleistungen - 96				1		3	3
Exterritoriale Organisationen - 99		1		1			

Hinweis: diese Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 79: Fördervolumen, nach WZ und Zukunftsfeldern, seit 2015

In Tsd. Euro	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 ; 02147; 06700; 06740 sowie RL 02181 & 02144							
Land- und Forstwirtschaft - 01/02							210
Bergbau - 09							2
Nahrungs- und Futtermittel - 10				297			40
Getränkeherstellung - 11				20			
Textilien - 13		303	69	58	896	282	699
Bekleidung - 14				67		44	30
Leder und Schuhe - 15				17	9		28
Holz-, Flecht-, Korbwaren - 16	1		59			23	3
Papier, Pappe - 17						145	112
Druckerzeugnisse - 18	298	22				318	56
Chemische Erzeugnisse - 20		482	20			34	3.449
Pharmaz. Erzeugnisse - 21				8.302			
Gummi- u. Kunststoffwaren - 22		7		176	399	591	1.601
Glas, Glaswaren, Keramik - 23		20			34	189	530
Metall - 24						214	1.657
Metallerzeugnisse - 25	8	500	92	137		3.590	4.404
Datenverarbeitungsgeräte - 26	52	48.621	20.280	2.382	17.342	1.368	7.371
Elektrische Ausrüstung - 27		479	889	332	381	273	762
Maschinenbau - 28		3.441	2.501	1.979	228	3.380	17.923
Kraftwagen und -teile - 29					1.171	707	2.092
sonst. Fahrzeugbau - 30			5	5	755		45
Möbel - 31		20				53	
sonstige Waren - 32		65	14	2.966	10	279	190
Maschinen/Ausrüstungen - 33		347		109		210	50
Energieversorgung - 35		56	20				
Recycling - 37						84	
Samml./Behdl. v. Abfällen - 38							735
Tiefbau - 42			20				89
Baustellenarbeiten - 43			20			72	98
Handel mit Kfz - 45					7		
Großhandel (ohne Kfz) - 46						93	79
Einzelhandel (ohne Kfz) - 47		25		32	10	128	50
Verlagswesen - 58		20					
Film, Fernsehen, Kino - 59		10					
Recycling - 37		38					
IT-Dienstleistungen - 62		10.450	523	257	2.132	627	926
Informations-DL - 63	982	1.370		62		31	566
Unternehmensberatung - 70				8		44	
Arch.- u. Ing.-Büros - 71		394	145	1.944	1.062	192	735
Forschung u. Entwicklung - 72	244	85.715	5.925	25.929	10.014	7.089	25.874
Werbung u. Marktforschung - 73							20
Sonstige freie Tätigkeiten - 74						63	
Vermiet. beweg. Sachen - 77						43	
Gebäudebetreuung - 81						20	20
wirtschaftliche DL - 82		348	1.519	132	634	231	332
Erziehung und Unterricht - 85	754	18.620	1.273	21.212	9.626	1.255	24.670
Gesundheitswesen - 86		8		687			
Kreative u. künstl. Tätig. - 90	20						
Bibliotheken/Archive/Museen - 91		4.948					
Sport, Unterhaltung - 93	21	31		128			
Sonstige Dienstleistungen - 96				41		65	75
Exterritoriale Organisationen - 99				213			

Anmerkung: Diese Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt. Weitere Übersichten zu der Anzahl der Förderfälle und zum Fördervolumen nach WZ und Schlüsseltechnologien können der Tabelle 143 und der Tabelle 144 im Anhang entnommen werden. Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 80: Anzahl Förderfälle, nach Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien, seit 2015

	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions-technologien	Software und Webtechnologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano-technologien	Neue Materialien	Photonik
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
Bildung und Kultur			2			3	
Digitale Kommunikation		15	203	63		1	
Energie		15	10	1		6	7
Gesundheit	86	30	16	2	1	9	
Mobilität		24	50	10		7	
sonstige		40	4	1	12	11	1
Umwelt und Rohstoffe	9	317	25	20	1	82	2
RL 02181							
Digitale Kommunikation			13	4	1		
Energie	1					3	1
Gesundheit	22		1				
Mobilität		2	1				
sonstige				1			

Umwelt und Rohstoffe

Anmerkung: Diese Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt. Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 81: Fördervolumen, nach Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien, seit 2015

in Tsd. Euro	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtechnologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano- technologien	Neue Materialien	Photonik
RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
Bildung und Kultur			1.516			676	
Digitale Kommunikation		4.764	36.855	73.908		1.726	
Energie		5.555	1.259	18		20.113	2.147
Gesundheit	34.004	2.813	4.213	921	20	4.593	
Mobilität		6.456	15.292	18.046		2.395	
sonstige		8.383	1.310	130	2.247	1.974	109
Umwelt und Rohstoffe	1.213	38.293	3.819	9.869	835	9.090	3.251
RL 02181							
Digitale Kommunikation			13.985	44.044	314		
Energie	280					1.556	420
Gesundheit	12.150		3.000				
Mobilität		1.400	133				
sonstige				447			
Umwelt und Rohstoffe							

Anmerkung: Diese Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt. Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Analyse der Patentdaten

Ein Mapping der Patentanmeldungen 2013-2015 (Tabelle 82 und Tabelle 83) unterstreicht die besondere Bedeutung der Schnittstellen zwischen der Elektroindustrie und der Mikro- und Nanoelektronik sowie zwischen dem Maschinenbau und den Neuen Materialien. Diese Grundausrichtung hat sich gegenüber der im Vorgängerbericht für die Jahre 2009-2011 durchgeführten Analyse nicht merklich verändert (vgl. Vorgängerstudie zur Indikatorik für die Schnittstellen der sächsischen intelligenten Spezialisierung).

Tabelle 82: Sektoral-technologisches Patentmapping, Sachsen, 2013-2015¹⁰⁹

	Chemische Industrie	Elektroindustrie	Fahrzeugbau	Maschinenbau	Textilindustrie	sonstige Industrie	FuE-Dienstleister und Universitäten	sonstige
Software und Webtechnologien		5	3	9		3	1	13
Biotechnologie	2	2	1	5		1	7	11
Nanotechnologie	1			1				9
Mikro- und Nanoelektronik	4	114	1	48		7	17	90
Photonik	1	52	7	9			6	28
Neue Materialien	18	21	10	213	1	9	5	78
Fortgeschrittene Produktionstechnologien	2	32	47	78		17	11	86

Quelle: EPA - PATSTAT, BvD ORBIS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 83: Sektoral-technologisches Patentmapping, Deutschland, 2013-2015

	Chemische Industrie	Elektroindustrie	Fahrzeugbau	Maschinenbau	Textilindustrie	sonstige Industrie	FuE-Dienstleister und Universitäten	sonstige
Software und Webtechnologien	10	521	346	241		121	17	246
Biotechnologie	111	39	2	69	3	72	40	97
Nanotechnologie	5	8	2	13		1	2	26
Mikro- und Nanoelektronik	81	1.661	125	935		111	47	437
Photonik	48	1.690	353	460	2	124	60	404
Neue Materialien	782	522	302	661	7	499	47	551
Fortgeschrittene Produktionstechnologien	110	1.533	1.777	3.572	3	433	83	1.299

Quelle: EPA - PATSTAT, BvD ORBIS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Darüber hinaus finden sich relevante Schnittstellen „zweiter Ordnung“ zwischen dem Maschinenbau und den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien, der Elektroindustrie und der Pho-

¹⁰⁹ Weitere Übersichten zu dem sektoral-technologischen Patentmapping 2009-11 für den Freistaat Sachsen und Deutschland können der Tabelle 145 und der Tabelle 146 im Anhang entnommen werden.

tonik sowie dem Fahrzeugbau und den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien. Im landesweiten Vergleich sind diese Schnittstellen in Sachsen allerdings unterdurchschnittlich ausgeprägt. Eine Schnittstelle, die sowohl in Sachsen als auch in Deutschland von sekundärer, aber relevanter Bedeutung ist, ist jene zwischen dem Maschinenbau und der Mikro- und Nanotechnologie.

Im Bereich dieser Schnittstellen „zweiter Ordnung“ ist die Bedeutung der Schnittstelle zwischen dem Maschinenbau und den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien sowie jener zwischen Elektroindustrie und Photonik gestiegen, die jener zwischen dem Maschinenbau und der Mikro- und Nanotechnologie sowie zwischen dem Fahrzeugbau und den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien gleich geblieben, während die frühere Schnittstelle zwischen Elektroindustrie und den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien eher an Bedeutung verloren hat. Nach wie vor lassen sich vor allem in der Textilindustrie sowie hinsichtlich der Technologiefelder Software und Webtechnologien, Biotechnologie und Nanotechnologie zumindest mittels eines Patentmappings keine relevanten Schnittstellen identifizieren.

Insgesamt hat sich Sachsens relative Positionierung zum deutschen Schnittstellenprofil somit in den vergangenen 5 Jahren nicht wesentlich verändert. Der Freistaat Sachsen teilt (und begründet) einige der zentralen Spezialisierungen, durch die sich Deutschland auszeichnet, während in bestimmten anderen Bereichen, wie z.B. dem Fahrzeugbau, klare Abweichungen erkennbar sind. Auch im Maschinenbau unterscheidet sich die technologische Ausrichtung des Freistaates (vor allem in den Neuen Materialien) merklich von der Deutschlands insgesamt (vor allem in den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien).

Obwohl durch übergreifende Trends durchaus einige relative Veränderungen – z.B. im Hinblick auf eine Stärkung der stark „Industrie 4.0“-relevanten Schnittstelle zwischen Maschinenbau und fortgeschrittenen Produktionstechnologien – zu beobachten sind, hat sich das grundsätzliche Gefüge der sektoral-technologischen Schnittstellen im sächsischen Innovationssystem seit den Jahren 2009-2011 nicht fundamental verändert.

Diese Schnittstellen spiegeln sich allgemein betrachtet auch in der sächsischen Förderpraxis der vergangenen Jahre, sodass sie sich z.B. auch im Hinblick auf das an Förderprojekten beteiligte FuE-Personal bzw. Personal verwandte Schwerpunkte feststellen lassen. Diese finden sich an ausgewählten Schnittstellen zwischen 1) dem Zukunftsfeld Digitale Kommunikation und der Mikro- und Nanoelektronik bzw. Software und Webtechnologien, 2) dem Zukunftsfeld Umwelt und den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien sowie 3) dem Zukunftsfeld Gesundheit und den Biotechnologien (Abbildung 67). Darüber hinaus wird in erheblichem Umfang Personal in Projekten in der Schlüsseltechnologie Neue Materialien beschäftigt, das sich allerdings über verschiedene Zukunftsfelder verteilt.

Auch bezüglich der im Rahmen der EU-Förderung erfassten Output- und Ergebnis-Indikatoren lassen sich vergleichbare Schwerpunkte identifizieren.¹¹⁰ Der langfristige erwartete zusätzliche Jahresumsatz ist am höchsten an der Schnittstelle zwischen dem Zukunftsfeld Digitaler Kommunikation und den Bereichen Mikro-/Nanoelektronik bzw. Software und Webtechnologien (zusammen 1,17 Mrd. Euro) gefolgt von den Schnittstellen zwischen dem Zukunftsfeld Umwelt und den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien (588,5 Mio. Euro) sowie dem Zukunftsfeld Gesundheit und den Biotechnologien (258,1 Mio. Euro¹¹¹).

Im Hinblick auf die im Rahmen der Kommerzialisierung von Projektergebnissen zusätzlich zu erwartende Einstellung von Mitarbeitern ist es vor allem die Schnittstelle zwischen dem Zukunftsfeld Umwelt und den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien, die mit den höchsten Erwartungen (416 neue Mitarbeiter) einhergeht, gefolgt von den Schnittstellen zwischen dem Zukunftsfeld Digitale Kommunikation und der Mikro- und Nanoelektronik sowie Software und Webtechnologien (zusammen 386 neue Mitarbeiter). An der Schnittstelle zwischen dem Zukunftsfeld Gesundheit und den Biotechnologien wird hingegen nur mit der Einstellung von 183 neuen Mitarbeitern gerechnet.

Tabelle 84: Anmeldungen am DPMA, Sachsen, 2013-2015

	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions-techno- logien	Software und Web- technologien	Mikro- und Nano- elektronik	Nano- technologien	Neue Materialien	Photonik
Energie	5	47	8	145	5	298	47
Gesundheit	25	9	3	2	3	2	5
Digitale Kommunikation	12	124	52	386	13	69	120
Mobilität	5	26	5	3	1	9	2
Rohstoffe	5	5	0	1	0	8	0
Umwelt	5	16	2	6	0	38	3

Quelle: EPA PATSTAT. Berechnungen des Fraunhofer ISI.

¹¹⁰ Eine Übersicht zu den Outputindikatoren nach Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien können der Tabelle 147 im Anhang entnommen werden.

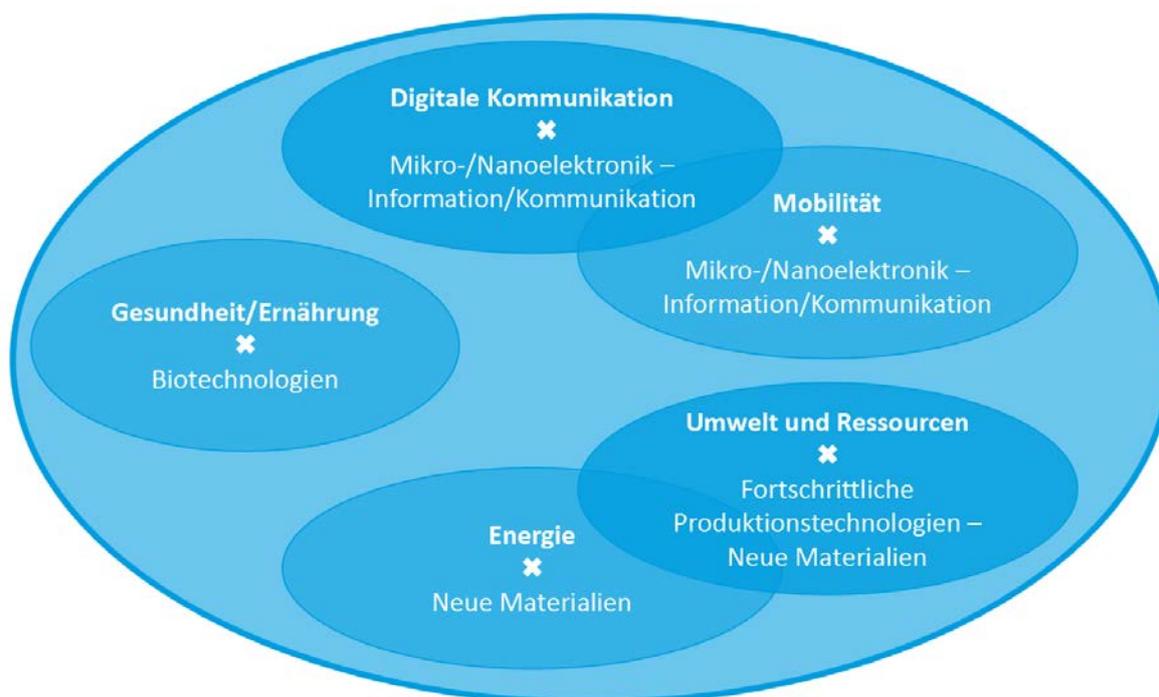
¹¹¹ Korrigiert um einen in der Größenordnung abweichenden, nicht plausiblen Einzelwert von 1,5 Mrd. Euro.

Tabelle 85: Anmeldungen am DPMA, Deutschland, 2013-2015

	Biotechnologien	Fortschrittliche Produktions-technologien	Software und Web-technologien	Mikro- und Nano-elektronik	Nano-technologien	Neue Materialien	Photonik
Energie	39	925	173	1.028	18	2.261	1.897
Gesundheit	688	194	37	34	15	97	97
Digitale Kommunikation	84	3.497	2.004	3.797	62	421	2.477
Mobilität	62	523	142	84	5	263	29
Rohstoffe	43	86	6	9	1	67	5
Umwelt	122	342	31	67	5	790	70

Quelle: EPA – PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 67: Zentrale Schnittstellen des sächsischen Innovationsystems



Quelle: ISI 2018, Darstellung auf Basis der Analyse von Förder- und Patentdaten.

Ergänzende Analyse der Daten aus dem Bereich Innovationsträger

Insgesamt konnten in Sachsen 105 Unternehmen identifiziert werden, die nicht nur anhand von Textanalysen sicher einem Zukunftsfeld zugeordnet werden konnten, sondern auch in mindestens einer Schlüsseltechnologie patentieren. Dieser vergleichsweise überschaubaren Gruppe steht dabei auch in den Zukunftsfeldern eine deutlich größere Zahl an Unternehmen gegenüber, die nicht in Schlüsseltechnologien und häufig auch insgesamt gar nicht patentieren.

Dies unterstreicht, dass sich die Zukunftsfelder als anwendungsgetriebene Innovationsfelder verstehen lassen, deren innovative Dynamik nicht allein auf Technologieentwicklung basiert. Aus dem gleichen Grund lassen sich relevante Schnittstellen nicht allein im Patentportfolio selbst identifizieren, sondern auch mit Blick auf die Entwicklung von Schlüsseltechnologien durch Firmen mit zukunftsfeldbezogenen Tätigkeitsschwerpunkten.

Diese weichen erwartungsgemäß leicht ab. Wie in Tabelle 86 dargestellt, findet sich übereinstimmend mit den vorherigen Ergebnissen im Zukunftsfeld Digitale Kommunikation eine relativ hohe Anzahl von Unternehmen, die in den Schlüsseltechnologien Mikro- und Nanoelektronik sowie Software und Webtechnologien patentieren, im Zukunftsfeld Energie zudem auch in den Schlüsseltechnologien Neue Materialien und Biotechnologie. Darüber hinaus, und abweichend, meldet eine nennenswerte Zahl dem Zukunftsfeld Digitale Kommunikation zugeordneter Unternehmen Patente in den Schlüsseltechnologien Photonik und Fortschrittliche Produktionstechnologien an.

Tabelle 86: Schnittstellen Zukunftsfelder und Schlüsseltechnologien in Sachsen

Anzahl Unternehmen (Auszählung der Stichprobe der Innovationserhebung Sachsen 2016, 2017 und 2018)	Energie	Gesundheit	Digitale Kommunikation	Mobilität	Rohstoffe	Umwelt	Zuordnung in mindestens eines der Zukunftsfelder	patentierend, aber keinem Zukunftsfeld zugeordnet
Photonik	8	3	12	6	4	2	26	82
Nanotechnologie	4	2	3	1	2	0	7	28
Biotechnologie	11	7	5	0	2	5	19	51
Neue Materialien	17	7	12	2	6	2	29	87
Mikro- und Nanoelektronik	12	4	13	5	4	0	26	69
Fortschrittliche Produktionstechnologien	10	5	29	9	5	3	47	177
Software und Webtechnologien	19	11	37	8	5	5	66	231
patentierend in mindestens einer Schlüsseltechnologie	32	18	53	12	9	8	105	375
in keiner Schlüsseltechnologie patentierend (inkl. nicht patentierend)	424	1.667	599	468	409	269	3.652	

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, EPA - PATSTAT, Berechnungen des ZEW.

Ergänzende Analyse der Interviewdaten

Ein besonders auffälliges Ergebnis, das sich ergänzend aus den Interviews ergab, war die im Rahmen des fortschreitenden Digitalisierungsprozesses zunehmende Rolle von Schlüsseltechnologien Software und Webtechnologien sowie Mikro- und Nanoelektronik, denen aus Anwenderperspektive inzwischen in nahezu allen Zukunftsfeldern eine erhebliche Bedeutung zukommen (Tabelle 87). Eine Ausnahme bildet hier lediglich das Zukunftsfeld Rohstoffe im Hinblick auf Mikro- und Nanoelektronik. Auch die Schlüsseltechnologie der Neuen Materialien konnte in allen Zukunftsfeldern als relevant identifiziert werden, wenn auch in sehr unterschiedlicher Weise und Gewichtung. Auch Fortschrittliche Produktionstechnologien erweisen sich in Sachsen im besten Sinne als eine Querschnittstechnologie mit sektorübergreifenden Anwendungsmöglichkeiten. Allein im Zukunftsfeld Umwelt wurde kein konkreter Anknüpfungspunkt identifiziert.

Demgegenüber finden sich Anwendungsmöglichkeiten für Biotechnologien nur in den Zukunftsfeldern Umwelt, Rohstoffe, Digitale Kommunikation und (vor allem) Gesundheit. Auch Anwendungen der Nanotechnologie wirken spezifisch in die Zukunftsfelder Umwelt, Rohstoffe und Digitale Kommunikation hinein und spielen außerhalb dieser eine geringere Rolle.

Zusammenfassend dokumentieren die Interviews somit einen noch breiteren Beitrag der Schlüsseltechnologien zu verschiedenen Zukunftsfeldern, als die vorangehende Analyse der Schwerpunktschnittstellen es vermuten ließ.

Tabelle 87: Schnittstellen Zukunftsfelder und Schlüsseltechnologien

Umwelt	Energie	Rohstoffe	Mobilität	Digitale Kommunikation	Gesundheit
<ul style="list-style-type: none"> • Software und Webtechnologien (z.B. Simulationsmodelle) • Mikro-/Nanoelektronik • Neue Materialien (z.B. Hightech-Materialien) • Biotechnologie (z.B. Abwasserreinigung) • Nanotechnologien (z.B. intelligente Abwasserbehandlung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Software und Webtechnologien • Mikro-/Nanoelektronik • Fortschrittliche Produktionstechnologien • Neue Materialien • Biotechnologie 	<ul style="list-style-type: none"> • Software und Webtechnologien • Fortschrittliche Produktionstechnologien (z.B. neue chemische Verfahren) • Neue Materialien (z.B. Carbon-Kunststoffe, Geopolymere) • Nanotechnologien (z.B. Verbindung Keramik und klassische Baustoffe) 	<ul style="list-style-type: none"> • Software und Webtechnologien • Mikro-/Nanoelektronik • Fortschrittliche Produktionstechnologien • Neue Materialien (z.B. Leichtbau) 	<ul style="list-style-type: none"> • Software und Webtechnologien (z.B. Künstliche Intelligenz) • Mikro-/Nanoelektronik • Fortschrittliche Produktionstechnologien (z.B. Robotik) • Neue Materialien (z.B. für neue Hardware) • Nanotechnologien • Photonik 	<ul style="list-style-type: none"> • Software und Webtechnologien • Mikro-/Nanoelektronik • Fortschrittliche Produktionstechnologien (z.B. für Therapie- und Diagnostik-Apparate) • Neue Materialien • Biotechnologie (z.B. neue Therapien, Diagnostik)

Quelle: ZEW Fraunhofer ISI, Prognos AG, 2018, auf Basis der Interviews.

7. Regionale Unterschiede

Die Befunde aus den in den vorstehenden Kapiteln dargelegten Analysen bescheinigen dem Innovationsstandort Sachsen durchaus eine hohe Forschungs- und Innovationskompetenz. In diesem Kapitel wird untersucht, in welcher Weise FuE-Aktivitäten, Publikationsaktivitäten aus der Wissenschaft, Patentanmeldeaktivitäten und Innovationsaktivitäten der Unternehmen innerhalb Sachsens verteilt sind. Darüber hinaus wird die regionale Verteilung des Gründungsgeschehens innerhalb Sachsens in den so genannten innovativen Branchen analysiert. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit können nicht alle Analysen auf der gleichen regionalen Ebene durchgeführt werden. So können Publikationen und Patente nach Regierungsbezirken, unternehmerische Innovationsaktivitäten nach der regionalen Abgrenzung der „alten“ Kreise und die Betrachtung des Gründungsgeschehens nach den Gemeinden differenziert betrachtet werden.

7.1. Wissenschaft und Technologieentwicklung

FuE-Aktivitäten

Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind in Sachsen regional ungleich verteilt. In allen Betrachtungsdimensionen entfallen mehr als 50 % auf den Regierungsbezirk Dresden, in deutlichem Abstand gefolgt von den Regierungsbezirken Chemnitz und Leipzig (Tabelle 88).

Die herausragende Rolle des Regierungsbezirkes Dresden fällt bei der Betrachtung sowohl unternehmerischer als auch öffentlicher FuE-Aktivitäten deutlich aus (Tabelle 89 und Tabelle 90). Unterschiede zeigen sich dagegen hinsichtlich des Rankings der Bezirke Chemnitz und Leipzig. Liegt bei unternehmerischer FuE Chemnitz vorn, gilt dies umgekehrt für öffentliche Forschungsausgaben, die sich neben ihrem Primärschwerpunkt im Bezirk Dresden vor allem in und um Leipzig konzentrieren.

Tabelle 88: Forschung und Entwicklung in Sachsen – insgesamt (NUTS-2)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
FuE-Aufwendungen								
Sachsen	2,449°	2,475	2,649°	2,778	2,751°	2,865	2,903°	3,093
Dresden	1,453°	1,374	1,506°	1,589	1,586°	1,652	1,692°	1,807
Chemnitz	n/a	586	615°	637	634°	666	684°	676
Leipzig	n/a	515	527°	552	530°	547	528°	611
FuE-Personal								
Sachsen	25,287°	24,316	25,287°	26,034	26,220°	26,735	27,434*	28,073
Dresden	13,465°	12,996	13,465°	13,998	14,000°	11,883	12,995°	14,833
Chemnitz	n/a	6,247	6,591°	6,874	7,038°	9,901	8,922°	7,523
Leipzig	n/a	5,073	5,231°	5,161	5,181°	4,951	5,517°	5,717
Wissenschaftler								
Sachsen	14,607°	15,537	15,829°	16,234	16,759°	17,402	17,095°	17,572
Dresden	6,871°	8,384	8,599°	8,924	9,034°	7,727	7,798°	9,327
Chemnitz	n/a	3,888	3,974°	4,042	4,291°	6,315	5,749°	4,541
Leipzig	n/a	3,266	3,258°	3,268	3,432°	3,359	3,546°	3,703

Anmerkung: *Summe unter Einbeziehung geschätzter Werte.
Quelle: Eurostat, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 89: Forschung und Entwicklung in Sachsen – in Unternehmen (NUTS-2)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
FuE-Aufwendungen								
Sachsen	1,168*	1,090	1,144*	1,198	1,180*	1,162	1,254*	1,346
Dresden	773	640	682*	725	721*	718	793*	869
Chemnitz	n/a	349	355*	360	355*	350	360*	369
Leipzig	n/a	101	107*	113	104*	94	101*	109
FuE-Personal								
Sachsen	11,074*	10,770	11,074*	11,378	11,040*	10,701	11,498*	12,294
Dresden	5,887*	5,696	5,887*	6,077	5,857*	5,636	6,138*	6,639
Chemnitz	n/a	3,865	3,928*	3,991	3,990*	3,989	4,159*	4,328
Leipzig	n/a	1,209	1,259*	1,309	1,193*	1,077	1,202*	1,327
Wissenschaftler								
Sachsen	6,338*	6,285	6,226*	6,166	6,197*	6,228	6,628*	7,028
Dresden	3,769*	3,383	3,407*	3,430	3,364*	3,298	3,620*	3,941
Chemnitz	n/a	2,197	2,075*	1,952	2,107*	2,262	2,241*	2,220
Leipzig	n/a	706	745*	783	725*	667	767*	867

Anmerkung: *Mittelwert aus vorherigem und folgendem Jahr.
Quelle: Eurostat, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 90: Forschung und Entwicklung in Sachsen – in öffentl. Forschung und Hochschulen (NUTS-2)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
FuE-Aufwendungen								
Sachsen	1,281	1,388	1,505	1,582	1,571	1,704	1,649	1,747
Dresden	680	736	824	865	865	934	898	938
Chemnitz	n/a	237	260	277	279	316	324	307
Leipzig	n/a	414	420	439	427	453	426	502
FuE-Personal								
Sachsen	12,724	13,546	14,213	14,656	15,180	16,034	15,936	15,779
Dresden	4,993	7,300	7,578	7,920	8,143	6,248	6,857	8,194
Chemnitz	4,066	2,381	2,663	2,883	3,048	5,912	4,763	3,195
Leipzig	3,665	3,864	3,972	3,853	3,988	3,874	4,315	4,390
Wissenschaftler								
Sachsen	8,269	9,251	9,603	10,069	10,562	11,174	10,467	10,543
Dresden	3,102	5,001	5,192	5,494	5,670	4,429	4,178	5,387
Chemnitz	2,885	1,691	1,899	2,090	2,184	4,053	3,508	2,321
Leipzig	2,282	2,559	2,513	2,485	2,707	2,691	2,779	2,837

Quelle: Eurostat, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Publikationen

Tabelle 91 zeigt die Verteilung der wissenschaftlichen Publikationen über die sächsischen Regierungsbezirke und Landkreise. An etwa 50 % aller Publikationen sind Organisationen aus dem Regierungsbezirk Dresden beteiligt, Organisationen aus dem Regierungsbezirk Leipzig an etwa 39 % aller Veröffentlichungen. Chemnitz trägt mit ca. 11 % einen deutlich geringeren Anteil bei. Alle drei Regierungsbezirke weisen eine ähnlich dynamische Entwicklung auf. Bei einer Betrachtung auf Ebene der Landkreise fällt die insgesamt sehr geringe Anzahl von Veröffentlichungen auf, die Organisationen außerhalb der drei Kernstädte zugeordnet werden können. Die einzige Ausnahme bildet der Landkreis Mittelsachsen, Sitz der TU Bergakademie Freiberg. 2017 waren lediglich 1,6 % aller Publikationen Landkreisen außerhalb der vier Universitätsstandorte zuzuordnen.

1,6 % aller Publikationen entstehen dabei aus Kooperationen zwischen Organisationen der Regierungsbezirke Dresden und Chemnitz, 1,8 % aus solchen zwischen Organisationen der Regierungsbezirke Dresden und Leipzig. Auf Kollaborationen zwischen Organisationen der Regierungsbezirke Chemnitz und Leipzig hingegen entfallen lediglich 1,0 % (siehe Tabelle 92).

Tabelle 91: Anzahl und Anteil der Publikationen der NUTS-2-Regionen (fettgedruckt) sowie Anteil der Publikationen der NUTS-3-Regionen an allen Publikationen Sachsens, 2005-2017

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Chemnitz	660	806	820	827	836	848	1.038	991	1.208	1.218	1.259	1.273	1.197
Chemnitz, kreisfreie Stadt	350	460	452	469	430	436	497	494	605	590	567	639	611
Erzgebirgskreis	12	9	20	14	20	19	30	21	17	13	15	12	7
Mittelsachsen	274	294	294	301	344	369	468	426	547	566	639	587	549
Vogtlandkreis	20	32	41	30	21	14	25	26	21	15	15	13	11
Zwickau	14	17	25	19	26	16	30	30	24	40	32	36	29
Dresden	2.981	3.251	3.711	3.840	4.080	4.201	4.489	4.836	5.002	5.254	5.118	5.449	5.506
Dresden, kreisfreie Stadt	2.882	3.166	3.600	3.740	3.962	4.066	4.371	4.704	4.888	5.148	5.023	5.344	5.410
Bautzen	32	30	30	33	24	30	22	36	23	24	13	17	14
Görlitz	44	36	44	36	56	65	64	67	54	55	57	64	63
Meißen	25	28	24	24	45	41	32	44	46	36	27	20	15
Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	29	28	33	41	33	36	37	37	60	39	28	33	34
Leipzig	2.551	2.669	2.825	3.008	3.122	3.205	3.511	3.660	3.932	4.124	4.119	4.218	4.348
Leipzig, kreisfreie Stadt	2.533	2.640	2.802	2.984	3.095	3.175	3.486	3.624	3.895	4.088	4.098	4.199	4.335
Leipzig, Landkreis	9	19	20	18	33	23	26	27	32	28	12	10	2
Nordsachsen	18	23	15	14	9	19	11	14	26	22	10	12	6

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 92: Anteil Ko-Publikationen zwischen Regierungsbezirken an allen Publikationen, 2012-2017

	Chemnitz - Dresden	Chemnitz - Leipzig	Dresden - Leipzig
Anzahl Ko-Publikationen	1.013	345	1.148
Anteil (an Sachsen gesamt)	1,6 %	1 %	1,8 %

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Patentaktivitäten

Tabelle 93 dokumentiert die Entwicklung der Anzahl aller DPMA-Patentanmeldungen in den sächsischen Regierungsbezirken seit 2005. Trotz leichter Schwankungen ist diesbezüglich eine stabile Rangfolge der Regierungsbezirke festzustellen, angeführt von Dresden mit stets mehr als 900 jährlichen Anmeldungen, gefolgt von Chemnitz mit zwischen 400 und 600 und schließlich Leipzig mit zwischen 200 und 300. Trotz des prozentual starken Aufwuchses von Anmeldungen in Leipzig von 32 % hat sich diese – von jener der Publikationen im wissenschaftlichen Bereich merklich abweichende – Regionalstruktur im Laufe des vergangenen Jahrzehnts nicht wesentlich verändert. Tabelle 94 zeigt ergänzend die Rangfolge der Regierungsbezirke nach Zukunftsfeldern, die grundsätzlich die Gesamtsituation spiegelt. In den Feldern Mobilität, Energie und Digitale Kommunikation ist die Dominanz des Regierungsbezirks

Dresden sogar noch deutlicher ausgeprägt als im Mittelwert (62-65 % vs. 56 %). Der Regierungsbezirk Leipzig erreicht in den Feldern Rohstoffe, Gesundheit und Umwelt überdurchschnittliche Werte, die aber auch in diesen Fällen 25 % kaum überschreiten. Die Anteile des Regierungsbezirks Chemnitz unterscheiden sich mit Ausnahme des Felds Digitale Kommunikation meist nicht wesentlich.

Tabelle 95 dokumentiert die regionale Struktur von Zusammenarbeiten im Technologiebereich, insoweit sich diese durch gemeinsame Patentanmeldungen abbilden lassen. Die erwartungsgemäß stärkste Verbindung findet sich dabei noch zwischen den Regierungsbezirken Dresden und Chemnitz mit immerhin 275 gemeinsamen Patentanmeldungen am DPMA, geringere zwischen den Regierungsbezirken Dresden und Leipzig bzw. den Regierungsbezirken Chemnitz und Leipzig mit 70 bzw. 59 Patentanmeldungen. Der Anteil bezirksübergreifender Ko-Patente an allen Patentanmeldungen liegt damit im Mittel bei 7,9 %. In vielen Zukunftsfeldern findet sich nur wenig Evidenz bezirksübergreifender Kooperationen im Technologiebereich, hierzu zählen die Zukunftsfelder Gesundheit (insgesamt 15 Ko-Patente), Rohstoffe (insgesamt 19), Mobilität (insgesamt 42) und Umwelt (insgesamt 55). Dies ergibt sich allerdings vor allem aus der in diesen Bereichen allgemein geringeren Anzahl von Patentanmeldungen und ist damit nicht notwendigerweise als Nachweis fehlender Kooperationsneigung zu deuten. Mit 6,8 % bzw. 7,3 % liegen die Anteile von Ko-Patenten in den Feldern Gesundheit und Mobilität nur leicht unter dem Mittelwert, mit je 11,9 % in den Feldern Rohstoffe und Umwelt sogar merklich darüber. In den Zukunftsfeldern Energie und Digitale Kommunikation lassen sich demgegenüber umfänglichere Kooperationen von 135 bzw. 93 feststellen, vor allem zwischen den Standorten Dresden und Chemnitz (96 bzw. 58). In diesen Fällen liegt der Anteil bezirksübergreifender Kooperationen bei 9,6 % bzw. 8,6 %. Die Abbildung 132 bis Abbildung 138 im Anhang bieten eine Übersicht über bezirksübergreifende Kooperationsstrukturen insgesamt sowie nach Zukunftsfeldern.

Tabelle 93: Anzahl der Patentanmeldungen am DPMA

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Wachstum 2005-15
Dresden	910	950	1.030	1.006	960	1.025	910	878	962	929	991	9 %
Chemnitz	442	457	528	555	569	585	529	520	593	497	468	6 %
Leipzig	196	187	238	278	287	303	237	273	239	227	259	32 %

Quelle: EPA – PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 94: Anzahl der Patentanmeldungen am DPMA nach Zukunftsfeldern, 2013-2015

	Gesamt	Energie	Gesundheit	Digitale Kommunikation	Mobilität	Rohstoffe	Umwelt
Dresden	2.882	879	98	671	372	65	224
Chemnitz	1.518	372	70	233	166	53	153
Leipzig	725	154	54	175	37	42	87

Quelle: EPA – PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 95: Anzahl Ko-Patentanmeldungen nach Zukunftsfeldern, 2013-2015

	Gesamt	Energie	Gesundheit	Digitale Kommunikation	Mobilität	Rohstoffe	Umwelt
Dresden-Chemnitz	275	96	11	58	37	12	46
Dresden-Leipzig	70	30	1	21	4	5	4
Chemnitz-Leipzig	59	9	3	14	1	2	5
Gesamtanteil	7,9 %	9,6 %	6,8 %	8,6 %	7,3 %	11,9 %	11,9 %

Quelle: EPA – PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

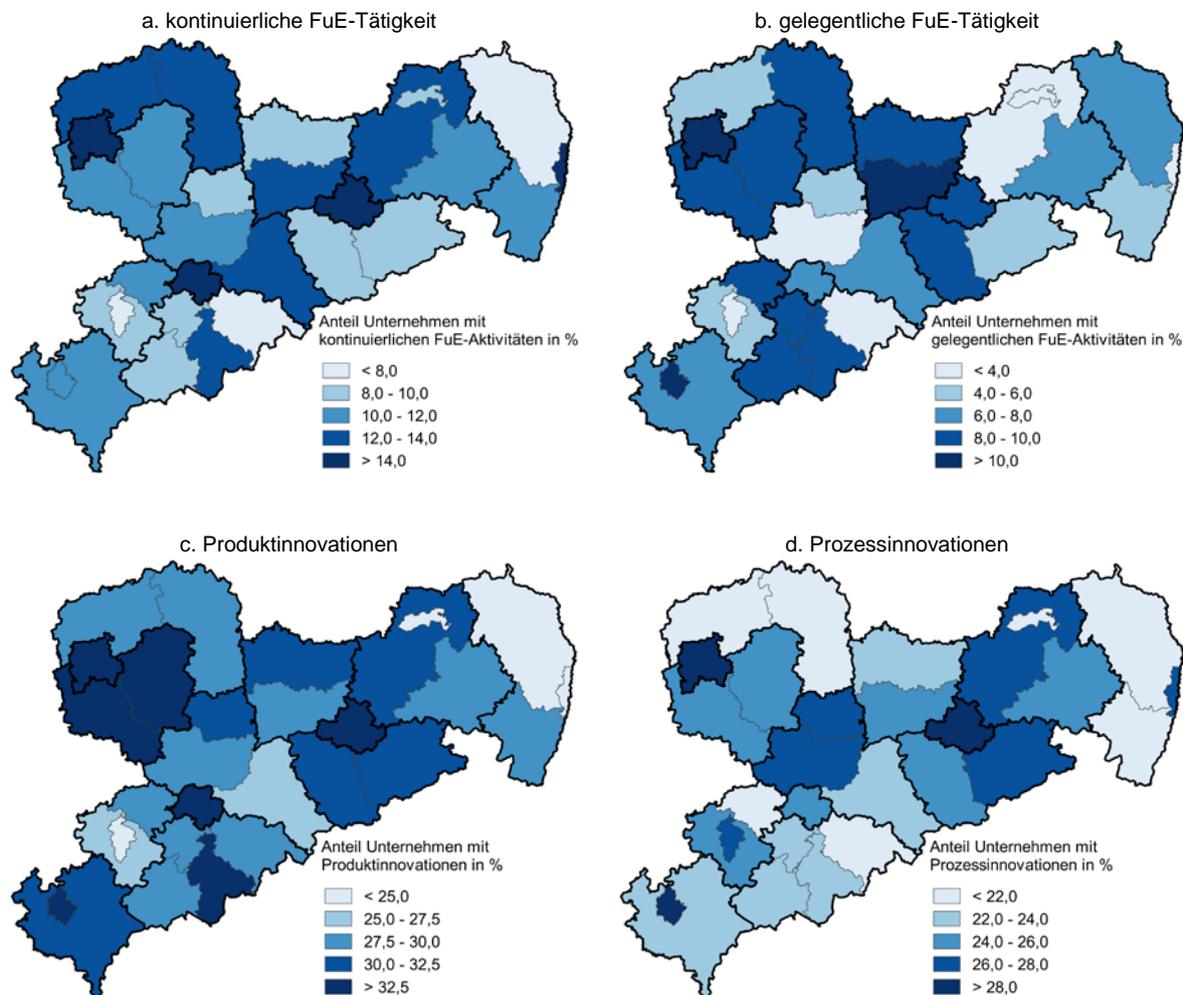
FuE- und Innovationsbeteiligung der Unternehmen

Die Indikatoren zu den FuE-Aufwendungen, zum FuE-Personal und zu den Patentanmeldungen sind stark von den Aktivitäten der Großunternehmen geprägt. Um ergänzend mögliche regionale Disparitäten beim FuE- und Innovationsverhalten der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zu untersuchen, werden Daten der Innovationserhebung Sachsen genutzt. Dabei wird mit Hilfe ökonomischer Modelle ermittelt, ob die FuE- und Innovationsaktivitäten der Unternehmen in einer bestimmten Region¹¹² höher oder niedriger sind, als aufgrund der sektoralen und Größenstruktur des Unternehmensbestands zu erwarten wäre. Die FuE- und Innovationsaktivitäten werden über vier Indikatoren gemessen: kontinuierliche interne FuE-

¹¹² Als Regionseinheit wurden die Landkreise und kreisfreien Städte vor der Kreisreform 2018 herangezogen, da diese eine stärker differenzierte Darstellung regionaler Unterschiede erlaubt.

Aktivitäten, gelegentliche interne FuE-Aktivitäten, Einführung von Produktinnovationen und Einführung von Prozessinnovationen.¹¹³

Abbildung 68: Strukturbereinigte regionale Unterschiede in der FuE- und Innovationsbeteiligung von Unternehmen in Sachsen, 2015-2017



Quelle: Mannheimer Innovationspanel, Referenzjahr 2015-2017, Berechnungen des ZEW.

Es zeigen sich sehr deutliche regionale Unterschiede sowohl bei der FuE- als auch bei der Innovationsbeteiligung. Für den Anteil kontinuierlich FuE betreibender Unternehmen zeigen sich die höchsten Werte für die vier Städte Görlitz, Chemnitz, Dresden und Leipzig. Die niedrigsten Werte sind im früheren niederschlesischen Oberlausitzkreis, im früheren mittleren Erzgebirgskreis und in der Stadt Zwickau zu beobachten. Für den Anteil der Unternehmen mit gelegentlicher FuE-Tätigkeit zeigt sich ein insgesamt ähnliches regionales Muster. Nur in wenigen Kreisen mit einem geringen Anteil von Unternehmen mit kontinuierlicher FuE ist der

¹¹³ Für jeden der vier Indikatoren wird ein Probit-Modell geschätzt, das als erklärende Variablen die Unternehmensgröße, die Branche des Unternehmens sowie Indikatoren für die Regionszugehörigkeit enthält. Aus den geschätzten marginalen Effekten für die Regionsindikatoren werden regionale Indikatorwerte abgeleitet, deren Wertebereich mit den hochgerechneten Anteilswerten konsistent ist.

Anteil der gelegentlich FuE betreibenden Unternehmen überdurchschnittlich hoch. Leipzig und Dresden zeichnen sich bei beiden Indikatoren durch überdurchschnittliche Werte aus.

Der Anteil der Unternehmen mit Produkt- und mit Prozessinnovationen ist ebenfalls in Leipzig und Dresden erheblich höher als im sächsischen Durchschnitt. Eine hohe Produktinnovatorenquote ist außerdem in Chemnitz, Plauen, im südlichen Leipziger Umland sowie im ehemaligen Landkreis Annaberg festzustellen. Prozessinnovatorenquoten sind in den meisten Städten überdurchschnittlich hoch, was auf eine mögliche höhere Kostenbelastung der Unternehmen an diesen Standorten und damit zu einem stärkeren Druck auf Rationalisierung und die Einführung besonders effizienter Verfahren hindeuten kann.

Fazit

Sachsen weist nach wie vor eine starke Konzentration aller wissenschaftlichen Aktivitäten auf die drei Hauptstandorte Dresden, Leipzig und Chemnitz auf. Eine Ausnahme bildet lediglich der Landkreis Mittelsachsen als Standort der TU Bergakademie Freiberg. Bei allgemeiner Betrachtung sticht aus wissenschaftlicher Perspektive unter den drei Hauptstandorten Dresden als deutlich führend heraus, gefolgt von zunächst Leipzig und dann Chemnitz. Durch das unterschiedliche fachwissenschaftliche Profil der betroffenen Hochschulen können in einzelnen Themenfeldern abweichende Reihenfolgen vorliegen.

So liegt im Hinblick auf FuE-Aufwendungen, FuE-Personal sowie beschäftigte Wissenschaftler zwar ebenfalls Dresden im Vergleich der Regierungsbezirke vorn, gefolgt aber von Chemnitz und dann Leipzig. Auch die technologischen Potenziale (gemessen an der Anzahl der Patentanmeldungen) sind nach Dresden in Chemnitz am stärksten ausgeprägt, die Anzahl der Patentanmeldungen im Regierungsbezirk Leipzig erreicht dagegen nicht einmal ein Drittel derer im Regierungsbezirk Dresden. Auf Ebene der Teilregionen liegen die regionalen Unterschiede innerhalb Sachsens insgesamt nicht über dem Schnitt vergleichbarer Flächenländer mittlerer Größe. Im Vergleich zu anderen ostdeutschen und norddeutschen Flächenländern sind sie durch die Verteilung auf immerhin drei zentrale Standorte sogar vergleichsweise moderat.

Die FuE- und Innovationsbeteiligung der Unternehmen weist erhebliche regionale Unterschiede auf, die größer sind als für die Indikatoren zu den FuE-Aufwendungen und zum FuE-Personal. Dies bedeutet, dass sich in der Gruppe der kleinen und mittleren Unternehmen, die ganz wesentlich die Indikatoren zur FuE- und Innovationsbeteiligung bestimmen, besonders starke Stadt-Land-Unterschiede zeigen. KMU in den ländlich geprägten Kreisen betreiben deutlich seltener intern FuE auf einer kontinuierlichen Basis und führen weniger häufig neue Produkte oder Prozesse ein.

Dessen ungeachtet bestehen allgemein erhebliche Unterschiede zwischen urbanen, semiurbanen und ländlichen Räumen. Letztere weisen in der Regel nicht nur geringe Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf, sondern fallen, anders als z.B. in Regionen des deutschen Südwestens, auch hinsichtlich unternehmerischer Innovationsaktivitäten merklich zurück.

7.2. Regionale Aspekte des Gründungsgeschehens

Die Innovationsleistungen einer Region werden nicht nur durch Innovationen etablierter Unternehmen, sondern auch durch das regionale Gründungsgeschehen – insbesondere in forschungs- und wissensintensiven Branchen – widerspiegelt. Über Unternehmensgründungen wird neues Wissen in Produkte und Verfahren transformiert und in den Markt eingeführt, dies ist ein wichtiger Beitrag zur technologischen Leistungsfähigkeit und zwingt auch bestehende Unternehmen zu höheren Innovationsanstrengungen. Das Gründungsgeschehen in Sachsen wurde im letzten Technologiebericht (2018), den das ZEW zusammen mit dem VDI Technologiezentrum für das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr

Box 4: Mannheimer Unternehmenspanel (MUP) des ZEW

Das **Mannheimer Unternehmenspanel (MUP)** ist deutschlandweit die umfangreichste Mikrodatenbasis von Unternehmen (vgl. Bersch et al., 2014b). Zweimal jährlich übermittelt Creditreform einen Komplettabzug seiner umfangreichen Datenbank zur Nutzung für wissenschaftliche Zwecke an das ZEW. Die Speicherung der einzelnen Querschnitte als Panel ermöglicht auch Längsschnittanalysen. Das MUP bildet die Grundgesamtheit der Unternehmen in Deutschland ab – inklusive Kleinstunternehmen und selbstständiger Freiberufler. Die statistische Einheit des MUP ist das rechtlich selbstständige Unternehmen. Creditreform erfasst alle Unternehmen in Deutschland, die in einem „ausreichenden Maße“ wirtschaftsaktiv sind. Um die Unternehmensdaten für die Nutzung als analysierfähiges Panel und insbesondere für die Bestimmung der jährlichen Gründungs- und Schließungszahlen nutzbar zu machen, durchlaufen die Daten am ZEW verschiedene Aufbereitungsprozesse: Bereinigung um Fehleinträge, Identifizierung von Mehrfacherfassungen, Ermittlung des Existenzstatus, Zuordnung zur Hochtechnologiesystematik und der Wissensintensitätssystematik (vgl. Gehrke et al., 2013).

Die Datenbank enthält nach Entfernen der Fehleinträge derzeit Informationen zu knapp 8,4 Mio. Unternehmen. Aktuell sind davon ca. 3 Mio. deutschlandweit im Markt aktiv, also „lebend“ – rund 145.000 von ihnen mit Standort in Sachsen.

(SMWA) erstellt hat, ausführlich beschrieben. Dort zeigte sich, dass Sachsen in den forschungs- und wissensintensiven Branchen innerhalb der Gruppe der neuen Bundesländer eine herausragende Position einnimmt. Im Hightech-Bereich der Industrie (vgl. Box 5) konnte das Gründungsgeschehen an die Entwicklung in den alten Bundesländern anschließen, erreichte im Zeitraum der Jahre 2000 bis 2008 sogar einen höheren Wert als die alten Länder im Durchschnitt. Schwächen weist Sachsen nach den Befunden des Technologieberichts 2018

beim Gründungsgeschehen in den Dienstleistungsbranchen auf, auch in den technologie- und wissensintensiven Branchengruppen – Ausnahme ist hier die Softwarebranche.

Vorgehen

In dieser Studie wird das Gründungsgeschehen im Freistaat Sachsen in einer tiefer aggregierten regionalen Abgrenzung betrachtet und so die kleinräumige Verortung bzw. Verteilung von innovativen Gründungen identifiziert. Datenbasis ist das Mannheimer Unternehmenspanel

Box 5: Hightech- und wissensintensive Branchen

Der Hightech-Sektor umfasst Wirtschaftszweige mit einer hohen Innovationsneigung. Er wird unterteilt in die Hightech-Industrie und die technologieorientierten Dienstleistungen.

Die **Hightech-Industrie** umfasst alle Branchen des verarbeitenden Gewerbes, bei denen der Anteil der FuE-Ausgaben am Umsatz mindestens 2,5 % beträgt.

Hightech-Dienstleistungen umfassen Dienstleistungen mit einem stark technologischen Fokus wie Telekommunikationsdienstleistungen, Datenverarbeitung, **Software**, FuE-Dienstleistungen sowie Architektur – und Ingenieurbüros.

Als **wissensintensive Dienstleistungen** werden die Dienstleistungsbranchen bezeichnet, die hohe Anteile von Akademikern bei den Beschäftigten aufweisen, etwa Unternehmensberatungen, nicht natur- oder technikwissenschaftliche FuE-Unternehmen oder auch Werbungs- und Marketingdienstleister.

(MUP, siehe Box 4). Für einen Vergleich der strukturellen regionalen Unterschiede des Gründungsgeschehens wurden die kleinsten regionalen Verwaltungseinheiten Deutschlands – die Gemeinden – in Gemeindetypen eingeteilt. Diese Einteilung erfolgt nach einer hierarchischen Abstufung der Gemeinden nach Bevölkerungsdichte (vgl. Box 6). Das Zuordnungskriterium orientiert sich zum einen an der Bevölkerungszahl und zum anderen an der Nähe zu Agglomerationszentren (die Kategorisierung und die Verortung der einzelnen Gemeinden in Sach-

sachen ist in Abschnitt 11.4 im Anhang dokumentiert). So werden Umlandgemeinden als Einzugsgebiet von Städten als eigener Gemeindetyp kategorisiert, um die Sogwirkung des Ballungsraums zu berücksichtigen. In Großstädten nebst deren Umlandgemeinden leben 40 % der erwerbsfähigen Bevölkerung Deutschlands. Ebenfalls 40 % der Erwerbsfähigen sind in anderen Städten und deren Umland wohnhaft. Nur 20 % der Bevölkerung verteilen sich auf ländliche Gemeinden.

Befunde

Verteilung

Ein Vergleich der neuen und alten Bundesländer zeigt durchaus unterschiedliche Schwerpunkte des Gründungsgeschehens. Deutlich werden vor allem der Ost-West-Unterschied auf

Box 6: Gemeindetypenhierarchie

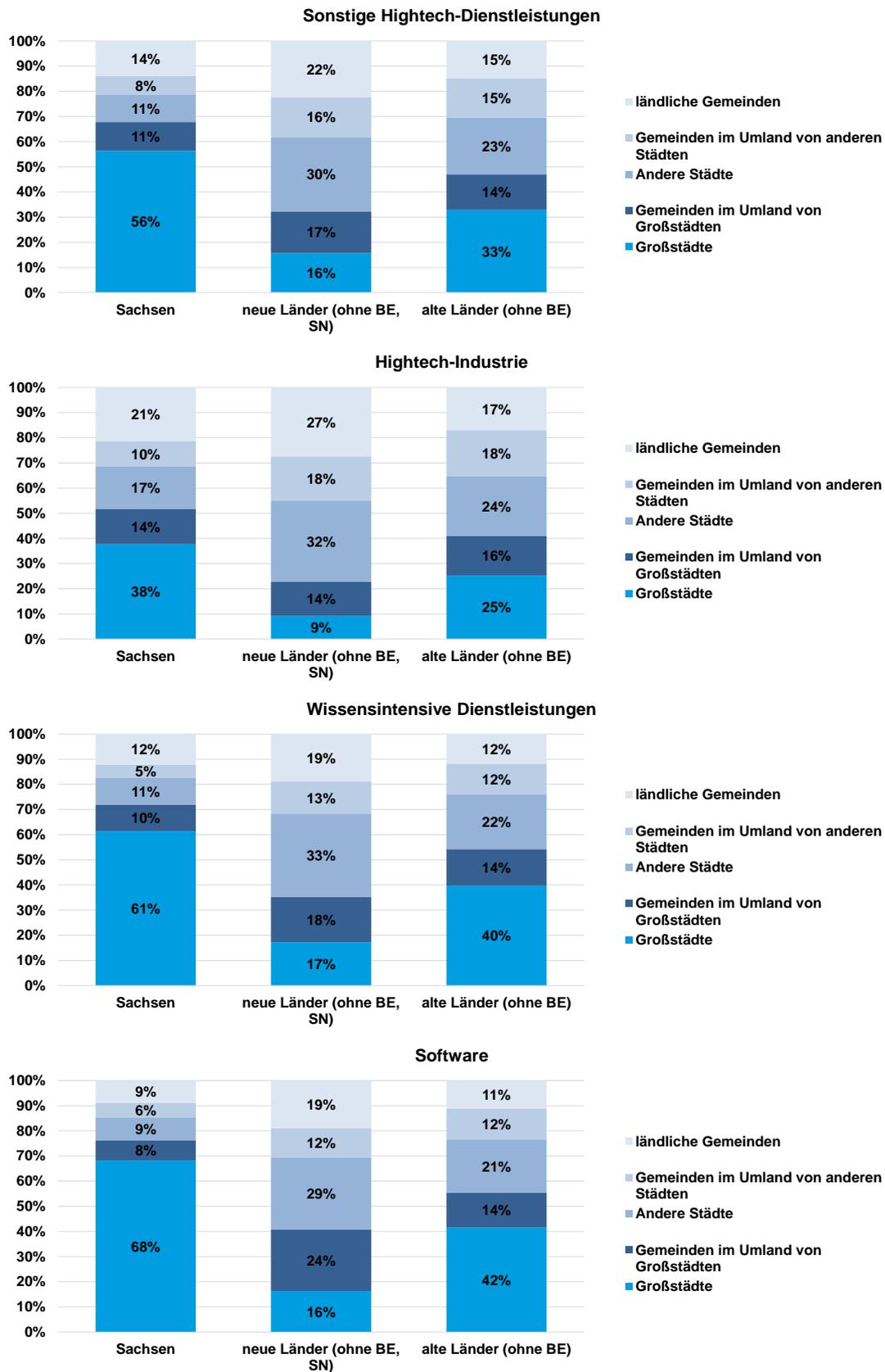
Gemeinden werden hierarchisch einer der fünf Typen zugeordnet:

1. Großstädte: Gemeinden mit mehr als 200.000 Einwohnern
2. Umland von Großstädten: Gemeinden, die an Großstädte angrenzen
3. Andere Städte: Gemeinden mit mehr als 20.000 und weniger als 200.000 Einwohnern, die nicht Umlandgemeinde einer Großstadt sind
4. Umland andere Städte: Gemeinden, die an eine andere Stadt angrenzen und nicht an eine Großstadt
5. Ländliche Gemeinden: Gemeinden mit weniger als 20.000 Einwohnern, die nicht an Groß- und andere Städte angrenzen

der einen und die Besonderheiten Sachsens auf der anderen Seite. In den alten Bundesländern (ohne Berlin) wurden knapp 30 % der Unternehmen der Jahre 2010-2017 in Großstädten gegründet, in den neuen Ländern (ohne Sachsen) sind es lediglich 12 %. Sachsen sticht hervor, weil mehr als 40 % aller Gründungen in den Großstädten Dresden,

Leipzig und Chemnitz zu verorten sind. Die Verteilungen der Gründungen in den **forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen** der vergangenen acht Jahre nach Gemeindetypen und den Vergleichsregionen Sachsen, neue Länder (ohne Berlin und Sachsen) sowie alte Bundesländer ist in Abbildung 69 dargelegt. Das grundsätzliche Muster für die Gründungen insgesamt ist auch für die forschungs- und wissensintensiven Branchengruppen zu erkennen: Das Gros der Gründungstätigkeit in den alten Bundesländern findet in den Ballungsräumen statt (das sind die Großstädte und andere Städte). Die eher ländliche Prägung der neuen Bundesländer (ohne Berlin und Sachsen) spiegelt sich auch in der Gründungstätigkeit wider. Sachsen nimmt aufgrund seiner drei großen Agglomerationskerne und den demgegenüber eher dünn besiedelten Gemeinden eine Sonderstellung ein. Während Hightech-Industrieunternehmen zu einem immerhin noch nennenswerten Anteil auch in ländlichen Regionen errichtet werden, spielt sich das Gründungsgeschehen in den Hightech- und wissensintensiven Dienstleistungen hauptsächlich in Städten ab. In Sachsen ist die schiefe Verteilung zu Gunsten seiner Großstädte besonders ausgeprägt: So sind 68 % der Softwareunternehmen, 56 % der sonstigen Hightech-Dienstleistungen und 61 % der wissensintensiven Dienstleistungen, die zwischen 2010 und 2017 in Sachsen gegründet wurden, in Dresden, Leipzig oder Chemnitz ansässig.

Abbildung 69: Verteilung der Anzahl der Gründungen nach Gemeindetypen, Gründungskohorten, 2010-2017



Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

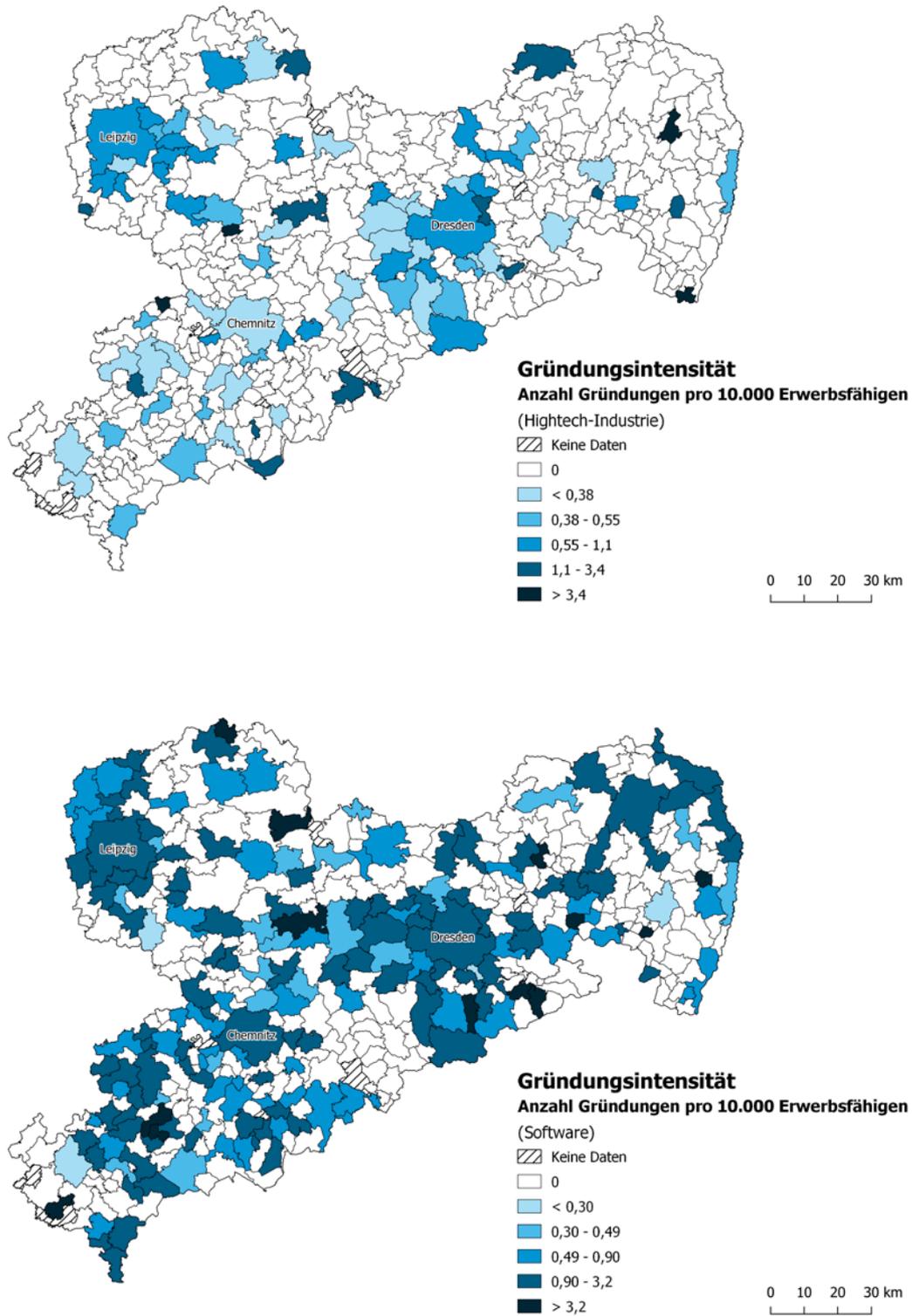
Gründungsintensitäten

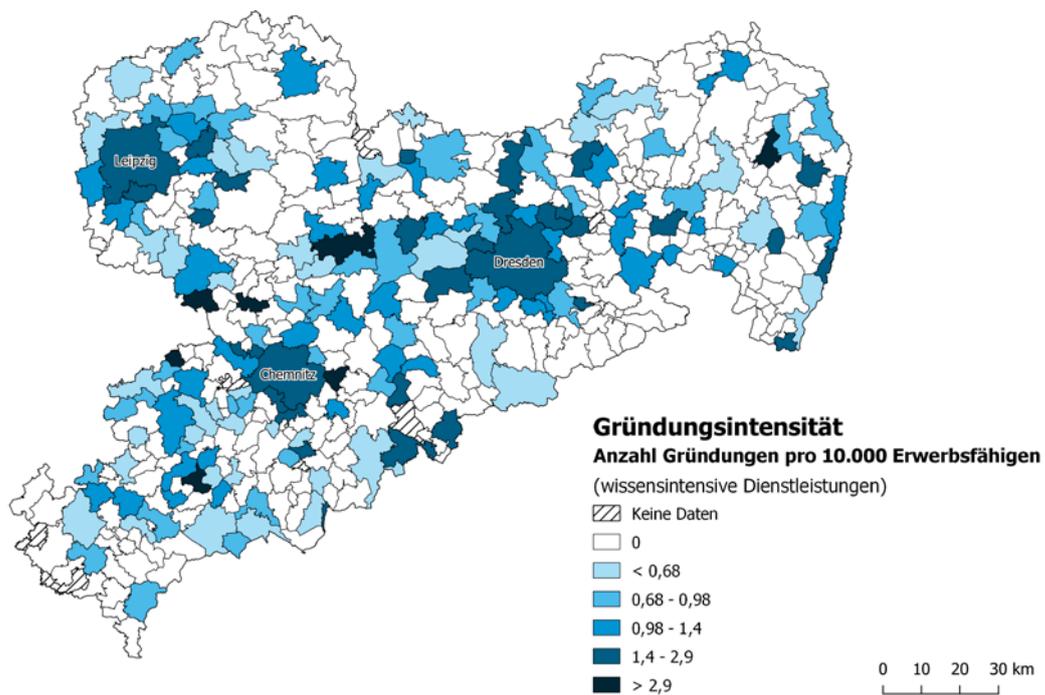
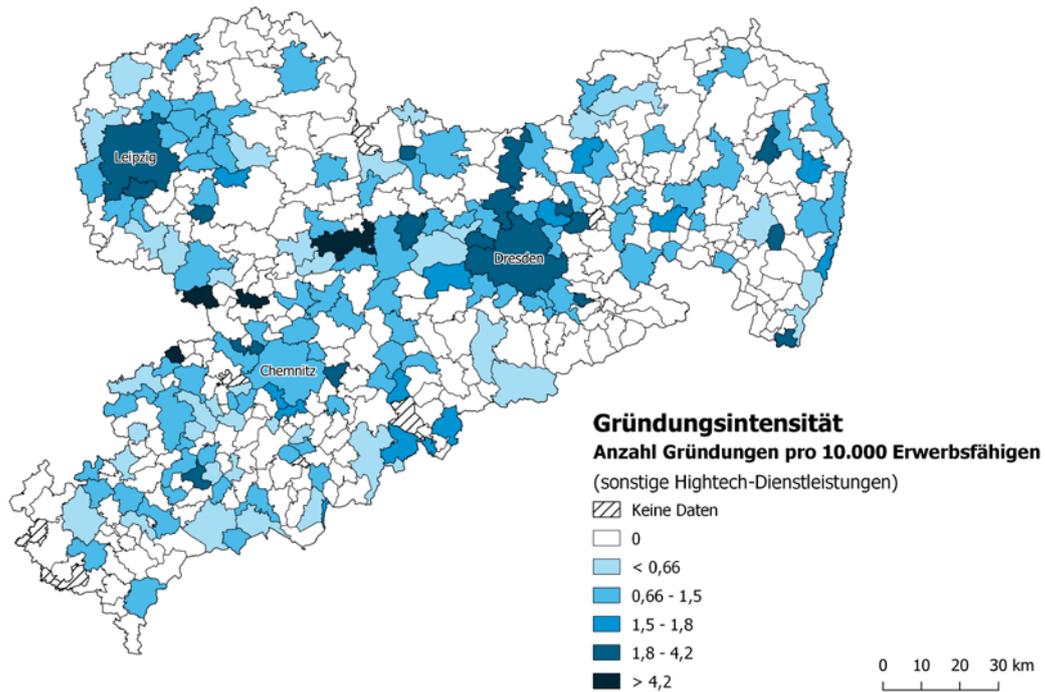
Um das Gründungsgeschehen in unterschiedlich stark besiedelten Regionen und/oder unterschiedlich strukturierten Wirtschaftszweigen miteinander vergleichen zu können, wird als Messgröße die Gründungsintensität verwendet. Diese gibt die Anzahl der Gründungen in einer bestimmten Branchengruppe, in einem bestimmten Jahr, in einer bestimmten Region je 10.000 Erwerbsfähigen in der Region an. Abbildung 70 zeigt vier Landkarten von Sachsen, die die Gründungsintensitäten der einzelnen Hightech- und wissensintensiven Branchen in den Gemeinden darstellen. Die Gründungsintensitäten wurden in Intervalle der jeweiligen univariaten Verteilung eingeteilt: Die erste Kategorie stellt Gemeinden mit keiner Gründung zwischen 2010 und 2017 in dem entsprechenden Wirtschaftsbereich dar. Die nächste Intervallgrenze ist das 25-Prozent-Perzentil der jeweiligen Verteilung, obere Grenze des dritten Intervalls ist der Median (50-Prozent-Perzentil), obere Grenze des vierten/fünften Intervalls ist das 75/95-Prozent-Perzentil. In der Hightech-Industrie sind zwar einige Gemeinden mit sehr hohen Intensitäten in ländlichen Gemeinden auszumachen, diese hohen Werte sind aber ein Resultat der geringen Einwohnerzahl, also eines kleinen Nenners, und kein Resultat einer regen Gründungstätigkeit. Hightech-Kerne sind Dresden und Leipzig inklusive ihrer Umlandgemeinden. Chemnitz verzeichnet dagegen eine geringe Hightech-Gründungsintensität. In Döbeln und einer Umlandgemeinde ist ein weiteres Gebiet mit einer hohen Gründungsintensität in der Hightech-Industrie auszumachen.

Für die Softwarebranche sind in Sachsen deutlich mehr Gemeinden mit hohen Gründungsintensitäten zu beobachten. In den drei Großstädten werden zwischen 0,9 und 3,2 Softwareunternehmen pro 10.000 Erwerbsfähigen gegründet. Die Städte Zwickau und Bautzen und deren Umlandgemeinden fallen als weitere Softwaregründungscluster auf. Die Gründungstätigkeit von sonstigen Hightech-Dienstleistungen ist wiederum stärker auf Leipzig und Dresden konzentriert. Die letzte Grafik in dieser Abbildung zeigt die Gründungsintensitäten wissensintensiver Dienstleistungen. Auch hier wird deutlich, dass sich in Sachsen das Gründungsgeschehen hauptsächlich in den Ballungsräumen Leipzig, Dresden, Chemnitz abspielt. Es sind ansonsten viele weiße Flecken auf der Landkarte zu erkennen.

Die bisherigen Analysen zeigen, dass das Gründungsgeschehen in Sachsens forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen stark auf die drei Großstädte konzentriert ist. Um die räumlich-strukturellen Befunde zu Sachsen als Gründungsstandort im Vergleich zu den anderen neuen und den alten Bundesländern einordnen zu können, werden im Folgenden die Gründungsintensitäten differenziert nach den fünf Gemeindekategorien für die Vergleichsräume Sachsen, alte Bundesländer und neue Bundesländer (ohne Berlin und Sachsen) betrachtet.

Abbildung 70: Gründungsintensität in forschungs- und wissensintensiven Branchen in Sachsen nach Gemeinden, Gründungskohorten, 2010-2017

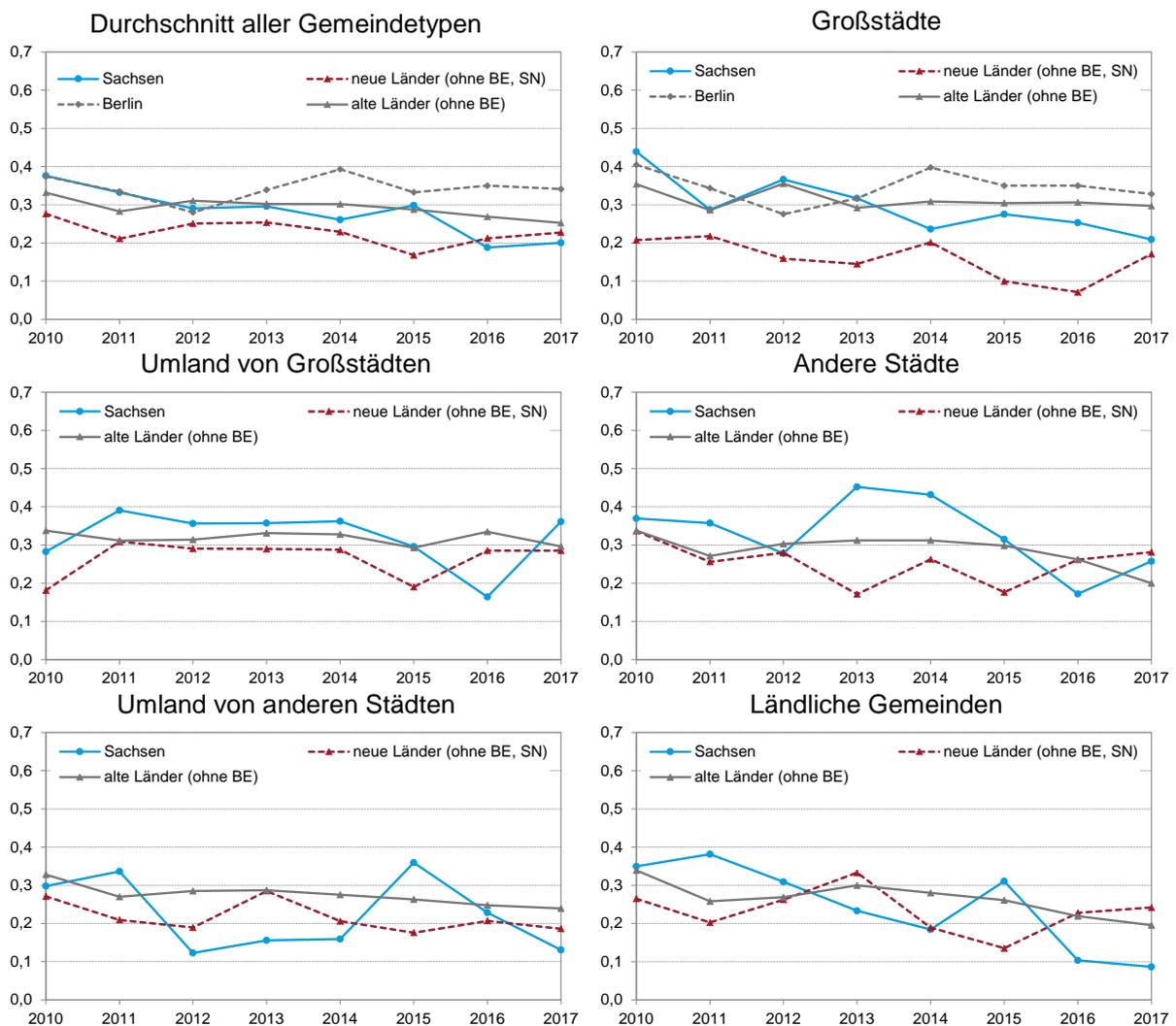




Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Referenzjahr 2010-2017, Berechnungen des ZEW.

Die Gründungsintensitäten in der Hightech-Industrie sind für die verschiedenen Gemeindetypen und Vergleichsregionen in Abbildung 71 dargestellt. Die Gründungsintensität in diesem Wirtschaftszweig ist in Deutschland mit Ausnahme Berlins leicht rückläufig. Insgesamt unterscheiden sich in dieser Branchengruppe die durchschnittlichen Gründungsintensitäten zwischen den unterschiedlichen Gemeindetypen nur wenig. Es zeigt sich, dass die durchschnittliche Gründungsintensität in den sächsischen Großstädten deutlich über der von Großstädten in anderen neuen Bundesländer liegt und von 2010 bis 2013 auf dem Niveau westdeutscher Großstädte war. Seitdem ist eine Spreizung erkennbar: Während die Gründungsintensität in westdeutschen Großstädten bis zum aktuellen Rand konstant geblieben ist, ist für Berlin und für Sachsen ein leichter Rückgang zu beobachten. Auch in den Umlandgemeinden von Leipzig, Dresden und Chemnitz ist bis 2014 eine leicht höhere Gründungsintensität im Hightech-Bereich der Industrie zu konstatieren als in anderen Großstadtumlandregionen. Bei allen anderen

Abbildung 71: Gründungsintensitäten nach unterschiedlichen Gemeindetypen, Hightech-Industrie*

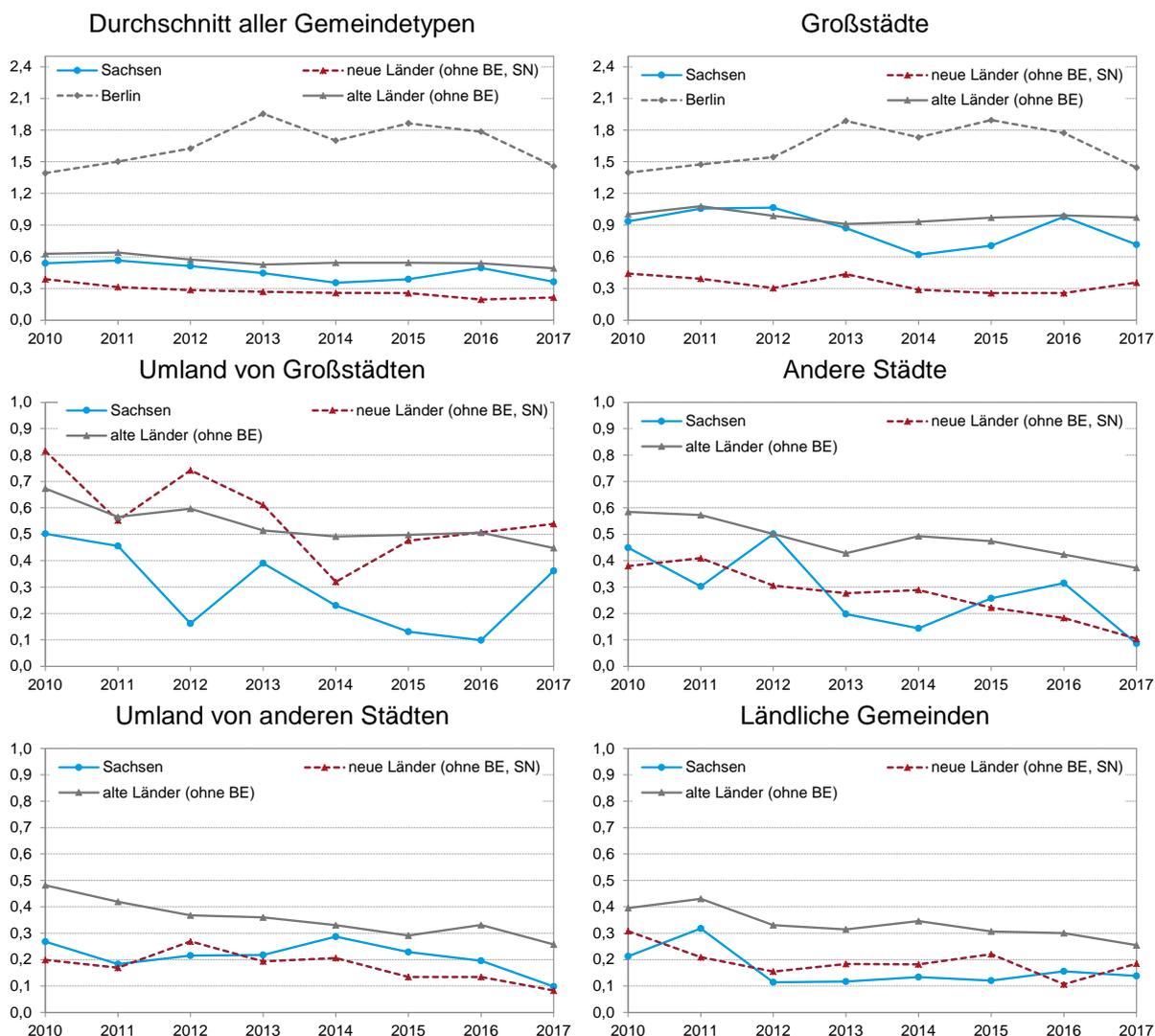


Anmerkung: *Anzahl der Gründungen pro 10.000 Erwerbsfähige.
Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Destatis, Berechnungen des ZEW.

Gemeindetypen ist kein wesentlicher Unterschied der Gründungsintensität zwischen den hier betrachteten Vergleichsregionen auszumachen.

Das Gründungsgeschehen in der Softwarebranche spielt sich hauptsächlich in den Ballungsräumen ab, Berlin ist eindeutig der Schwerpunkt der Gründungstätigkeit (Abbildung 72). Die Software-Gründungsintensitäten in Großstädten in den alten Bundesländern (ohne Berlin) und in Großstädten in Sachsen liegen auf einem ähnlich hohen Niveau, wogegen die Großstädte der anderen neuen Bundesländer deutlich abfallen. Bemerkenswert ist die unterschiedliche Gründungsdynamik im Umland von Großstädten in den neuen Ländern. In Sachsen siedeln sich Softwareunternehmen eher in den Kernregionen der Großstädte als in Umlandgemeinden an. In den anderen neuen Länder sind offenbar die Randgebiete von Ballungsräumen für junge

Abbildung 72: Gründungsintensitäten nach unterschiedlichen Gemeindetypen, Software

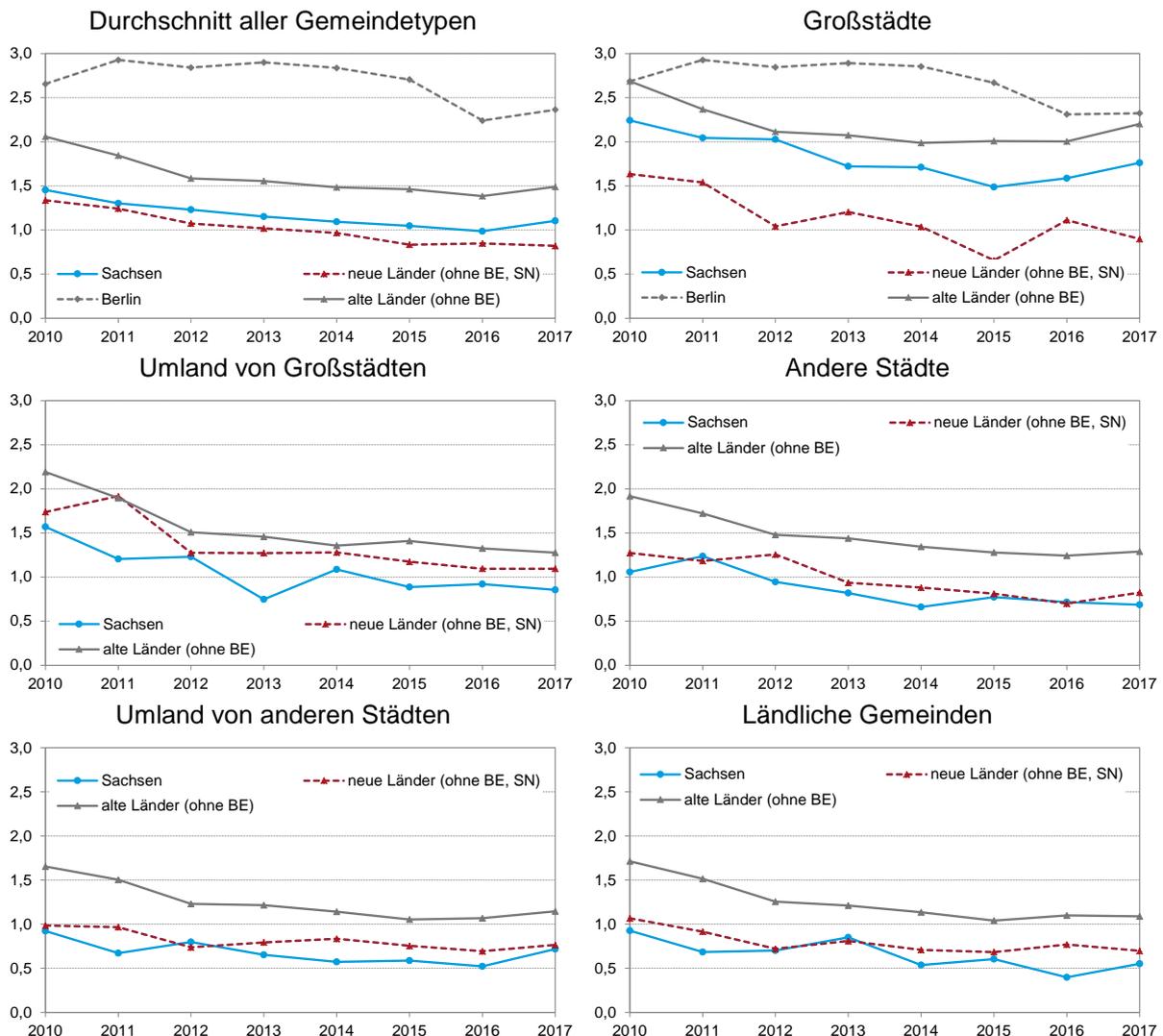


Anmerkung: *Anzahl der Gründungen pro 10.000 Erwerbsfähige.
Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Destatis, Berechnungen des ZEW.

Softwareunternehmen attraktiver als die Großstadt selbst. In anderen Städten, deren Umlandgemeinden und in ländlichen Gebieten ist die Gründungsintensität von Softwareunternehmen in den neuen Bundesländern geringer als in den alten.

Das Gründungsgeschehen von sonstigen Hightech-Dienstleistungen folgt einem ähnlichen Muster wie das der Softwarebranche (Abbildung 73). Die Anzahl der Gründungen pro 10.000 Erwerbsfähigen ist in den Agglomerationsräumen deutlich höher als in anderen Gemeindetypen, auch hier tritt die besondere Bedeutung Berlins zu Tage. Dresden, Leipzig und Chemnitz sind wiederum von besonderer Bedeutung als Gründungsstandort für Hightech-Dienstleister in den neuen Bundesländern. Die dünner besiedelten Regionen in den neuen Ländern weisen gegenüber ähnlichen Gemeinden in den alten Ländern wiederum geringere Gründungsintensitäten auf.

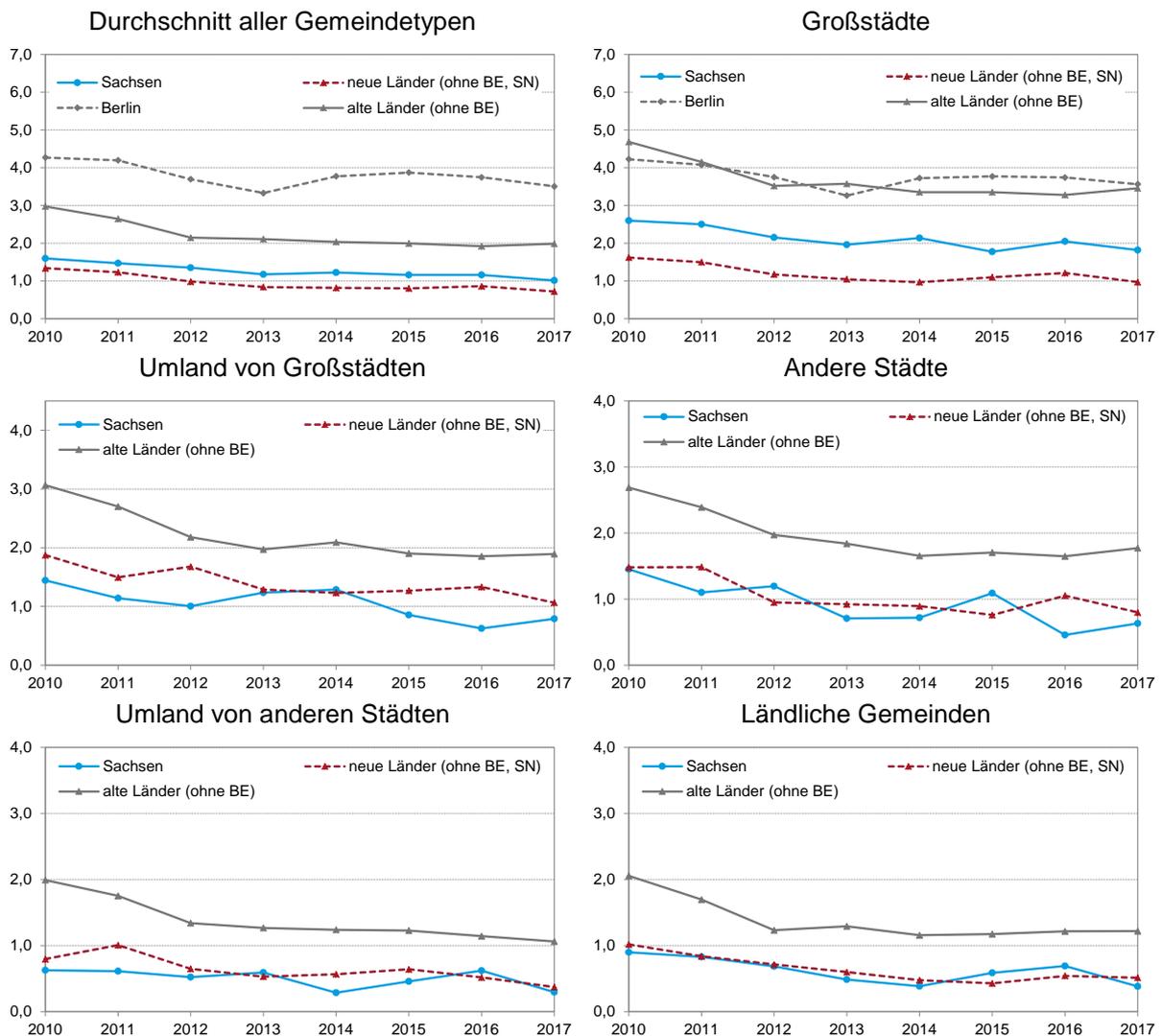
Abbildung 73: Gründungsintensitäten nach unterschiedlichen Gemeindetypen, Sonstige Hightech-Dienstleistungen



Anmerkung: *Anzahl der Gründungen pro 10.000 Erwerbsfähige.
Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Destatis, Berechnungen des ZEW.

Zuletzt wird mit Abbildung 74 das Gründungsgeschehen in den nicht-technologieintensiven, aber wissensintensiven Dienstleistungen betrachtet. Auch hier gibt es deutliche Unterschiede zwischen Großstädten und anderen Gemeindetypen Deutschlands. Berlin hat bei den wissensintensiven Dienstleistern aber nicht die herausragende Bedeutung wie bei den Hightech-Dienstleistungen; auch Großstädte in den alten Bundesländern zeichnen sich auf diesem Gebiet insgesamt durch eine hohe Gründungsintensität aus. Sachsens Großstädte bewegen sich diesbezüglich im Mittelfeld zwischen den alten und den übrigen neuen Bundesländern.

Abbildung 74: Gründungsintensitäten nach unterschiedlichen Gemeindetypen, wissensintensive Dienstleistungen

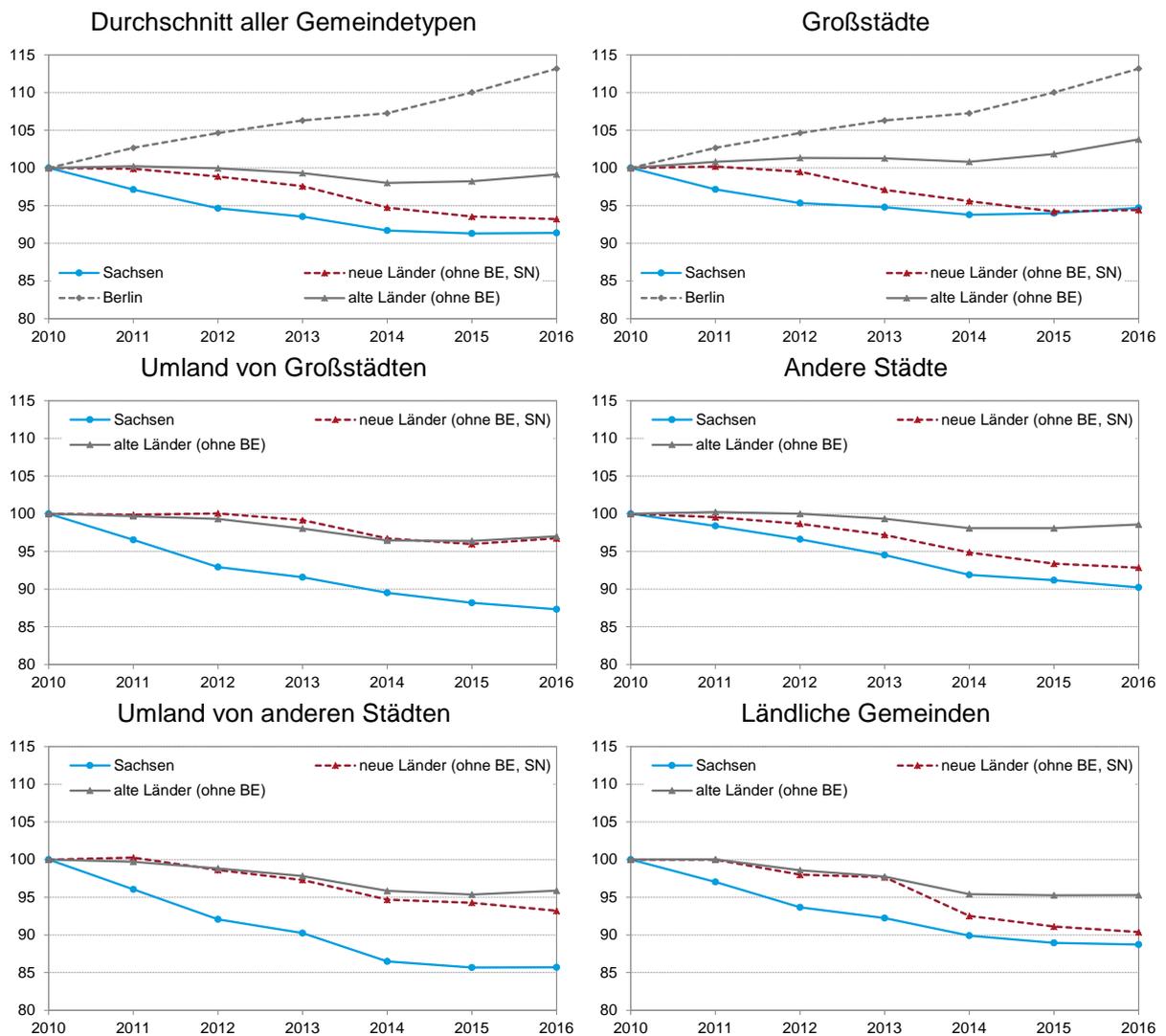


Anmerkung: *Anzahl der Gründungen pro 10.000 Erwerbsfähige.
Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Destatis, Berechnungen des ZEW.

Unternehmensbestand

Abschließend illustrieren die folgenden Zeitreihendarstellungen die Entwicklung des Unternehmensbestandes in Hightech- und wissensintensiven Branchen für die vier Vergleichsregionen und unterschiedliche Gemeindetypen (Abbildung 75). Die Abwärtsdynamik, die in allen Regionen bis auf Berlin und westdeutsche Großstädte zu beobachten ist, ist im Wesentlichen auf das Zurückgehen der Gründungstätigkeit zurückzuführen. Der Anteil von Unternehmensschließungen am Bestand ist in der Tendenz seit 2011 leicht rückläufig. Die negative Abwärtsbewegung des Unternehmensbestandes in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen ist in Sachsen besonders stark ausgeprägt, nur in den sächsischen Großstädten ist seit 2014 eine leichte Konsolidierung eingetreten.

Abbildung 75: Entwicklung des Unternehmensbestandes nach unterschiedlichen Gemeindetypen, Hightech- und wissensintensive Branchen insgesamt (Indexreihe: 2010=100)



Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Fazit

Im Vergleich zu den sonstigen neuen und zu den alten Bundesländern weist das Gründungsgeschehen in Sachsen einige regionale Besonderheiten auf. In den alten Bundesländern fanden knapp 30 % aller Unternehmensgründungen der Jahre 2010-2017 in Großstädten statt, in den neuen Ländern (ohne Sachsen) waren es lediglich 12 %. Sachsen sticht hervor, weil mehr als 40 % aller Gründungen der betrachteten Jahre in den Großstädten Dresden, Leipzig und Chemnitz zu verorten sind. Die Anteile von Gründungen in den Nicht-Großstädten und deren Umlandgemeinden sowie in den ländlichen Gemeinden sind in Sachsen erheblich niedriger als in den Vergleichsräumen.

Dieses Muster findet sich auch, wenn man die regionale Verteilung der Gründungen in den **forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen** der letzten acht Jahre betrachtet. Das Gros der Gründungstätigkeit in den alten Bundesländern findet in den Ballungsräumen statt (das sind die Großstädte und andere Städte). Die eher ländliche Prägung der neuen Bundesländer (ohne Berlin und Sachsen) spiegelt sich auch in der Gründungstätigkeit wider. Sachsen nimmt aufgrund seiner drei großen Agglomerationskerne und der demgegenüber eher dünn besiedelten Gemeinden eine Sonderstellung ein. Während Hightech-Industrieunternehmen zu einem immerhin noch nennenswerten Anteil auch in ländlichen Regionen errichtet werden, spielt sich das Gründungsgeschehen im technologieorientierten- und wissensintensiven Dienstleistungsbereich hauptsächlich in Städten ab. In Sachsen ist die schiefe Verteilung zugunsten seiner Großstädte besonders ausgeprägt: So sind 68 % der Softwareunternehmen, 56 % der technologieorientierten Dienstleistungen und 61 % der wissensintensiven Dienstleistungen, die zwischen 2010 und 2017 gegründet wurden, in Dresden, Leipzig oder Chemnitz ansässig.

Insbesondere für die Dienstleistungsbranchen findet sich das Muster einer sehr starken Konzentration auf die großstädtischen Räume auch dann, wenn nicht die relative Verteilung der Gründungen betrachtet wird, sondern die Gründungsintensitäten (Anzahl der Gründungen in einer Branche in einer Regionenkategorie pro 10.000 Erwerbsfähige der Regionenkategorie) nach den Gemeindetypen.

Diese Entwicklung führt in Sachsen dazu, dass die Unternehmensbestände in den ländlichen Räumen weitaus stärker zurückgehen als in den urbanen Regionen. Die Diskrepanz in den wirtschaftlichen Möglichkeiten zwischen städtischen und ländlichen Regionen nimmt weiter zu. Das führt dazu, dass potenzielle Gründer aufgrund der geringen Anzahl an gewerblichen und privaten Kunden sowie der vergleichsweise geringeren Chancen, bedarfsgerecht Arbeitskräfte zu finden, Standorte in den ländlichen Regionen meiden.

Exkurs: Wagniskapitalfinanzierung

Methode der Transaktionsdatenanalyse

Grundlage für die Analysen zu Wagniskapitaltransaktionen in Deutschland bilden die Transaktionsdatenbank *Zephyr* des Wirtschaftsinformationsverlags *Bureau van Dijk* sowie die Venture-Capital-Transaktionsdaten der Beratungsfirma Majunke Consulting.

Aus der *Zephyr*-Datenbank werden all jene Transaktionen betrachtet, bei denen im Zeitraum 2005 bis 2017 ein Minderheitsanteil an einem deutschen Unternehmen erworben wurde und bei denen die Finanzierung von einem Business Angel, Venture-Capital-Fonds oder Private-Equity-Investor getätigt wurde. Diese Informationen werden mit den Majunke Transaktionen ergänzt, konsolidiert und mit dem Mannheimer Unternehmenspanel verbunden, welches detaillierte Informationen zu den in Deutschland ansässigen Unternehmen und Investoren enthält, die an den Transaktionen beteiligt sind. Die an den Transaktionen beteiligten Investoren werden manuell klassifiziert. Dadurch lassen sich Business Angels, Family Offices, private und öffentliche Investoren sowie Unternehmen und weitere an den Transaktionen beteiligte Investoren unterscheiden.

Der so konstruierte Datensatz kann nicht den Anspruch erheben, repräsentativ für den deutschen Wagniskapitalmarkt zu sein. Es ist anzunehmen, dass insbesondere kleinere Transaktionen, die beispielsweise in sehr junge Unternehmen und von weniger bekannten Investoren getätigt werden, nicht erfasst sind. Des Weiteren werden stille Beteiligungen nicht erfasst. Diese machen beispielsweise bei Business Angels etwa ein Drittel aller Beteiligungen aus (vgl. Egelin u. Gottschalk, 2014).

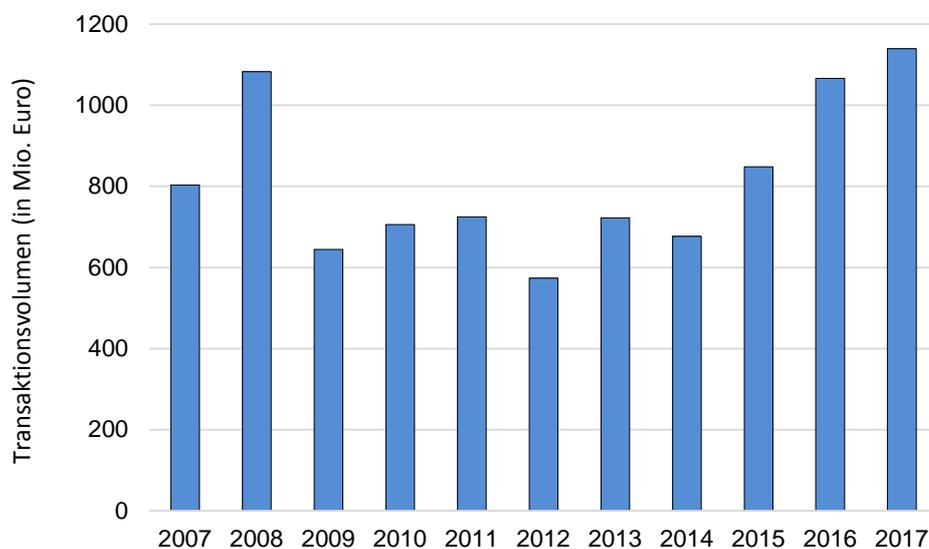
Beteiligungskapitalgeber-Verbandsstatistiken

Ergänzend zu den transaktionsbasierten Statistiken werden die veröffentlichten Statistiken des Bundesverbands Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (BVK) betrachtet. Seit 2016 erhebt der BVK seine Statistiken nicht mehr selbst, sondern nutzt die pan-europäische Statistikplattform European Data Cooperative (EDC) des europäischen Private-Equity Verbands Invest Europe. Die Verbandsstatistiken weisen gegenüber den Transaktionsdaten den Vorteil auf, dass sie auch stille Beteiligungen erfassen. Jedoch ist unklar, inwieweit die Verbandsstatistiken repräsentativ für den gesamten Beteiligungskapitalmarkt sind, da auch die Verbandsstatistiken unter Umständen Transaktionen in sehr junge Unternehmen, die durch unabhängige Investoren getätigt werden, nicht erfassen. Darüber hinaus veröffentlicht der BVK bzw. Invest Europe seit 2016 keine regionalen Statistiken für den Wagniskapitalmarkt mehr. Auch die Altersstruktur der wagniskapitalfinanzierten Unternehmen wird durch die Verbände nicht veröffentlicht.

Insofern sollten die beiden Datensätze als komplementär betrachtet werden. Weder die Transaktionsdaten noch die Verbandsstatistik können allein ein vollständiges Bild des Wagniskapitalmarktes bieten.

Laut BVK wurden, wie Abbildung 76 zeigt, im Jahr 2017 rund 1,14 Mrd. Euro an Wagniskapital in deutsche Unternehmen investiert. Seit 2014 ist das in Deutschland investierte Wagniskapital stetig gewachsen. Im Jahr 2015 wurden rund 849 Mio. Euro an Wagniskapital investiert, 14,5 Mio. Euro davon in Sachsen. In den alten Ländern und Berlin wurden rund 345 bzw. 348 Mio. Euro investiert, und in die übrigen neuen Länder flossen rund 39,4 Mio. Euro.

Abbildung 76: Volumen der Wagniskapitaltransaktionen in Deutschland, 2005–2017



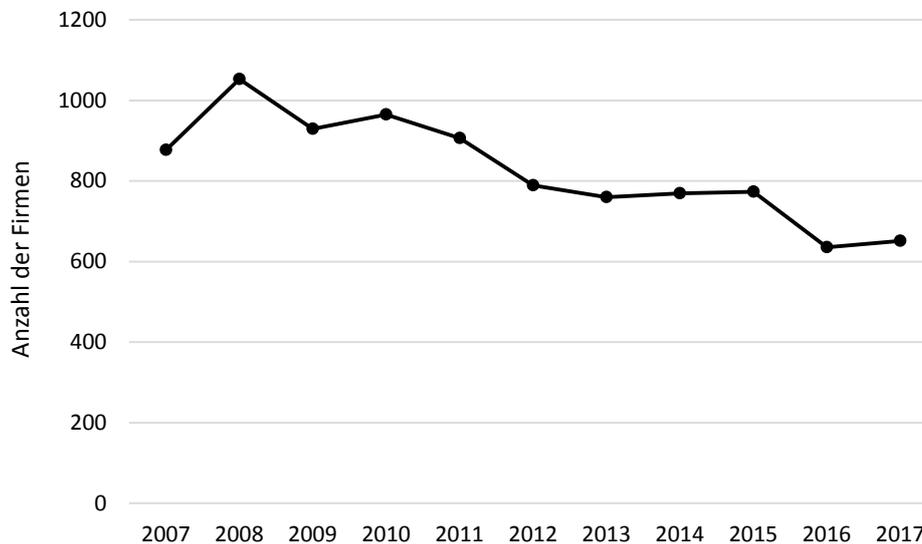
Quelle: BVK, European Data Cooperative (EDC), Berechnungen des ZEW.

Die Anzahl der Firmen, die in Deutschland Wagniskapital erhalten, ist laut den Zahlen des BVK rückläufig (Abbildung 77). Erhielten im Jahr 2008 mehr als 1000 Unternehmen Wagniskapital, lag die Zahl 2017 bei gerade einmal 651. In Bezug auf die wachsenden Investitionsvolumina bedeutet dies, dass im Durchschnitt Unternehmen heute größere Finanzierungsrunden erhalten als vor zehn Jahren. Unklar ist jedoch, wie sich die Finanzierungsvolumina auf die Unternehmen verteilen. Anzunehmen ist, dass wenige erfolgreiche Unternehmen sehr hohe Finanzierungsrunden erhalten und dass dies den Durchschnittswert nach oben zieht (vgl. Zider, 1998).

Betrachtet man den Anteil der Firmen, die Wagniskapital erhalten, an allen Unternehmensgründungen im regionalen Vergleich, so ergeben die Zahlen des BVK, dass im Zeitraum 2013

bis 2015¹¹⁴ im Mittel 1,4 % der sächsischen Unternehmensgründungen Wagniskapital erhielten. Dies liegt über den Werten der alten und neuen Länder (0,3 und 0,5 %), als auch leicht über dem Wert von Berlin (1,3 %).

Abbildung 77: Anzahl der Firmen, die Wagniskapital erhalten, in Deutschland, 2005-2017



Quelle: BVK, European Data Cooperative (EDC), Berechnungen des ZEW.

Wagniskapitaltransaktionen im regionalen Vergleich

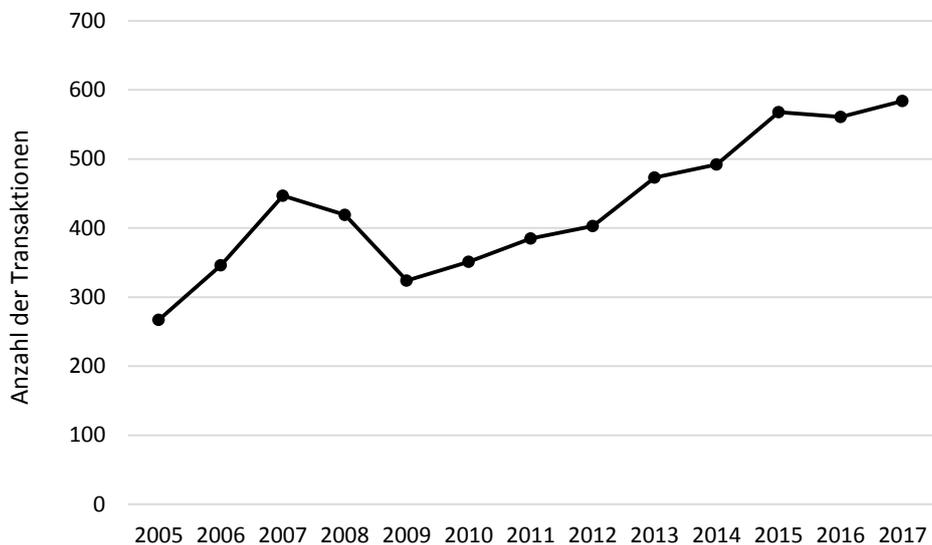
Die Anzahl der in Deutschland getätigten Venture-Capital-Transaktionen haben seit dem Jahr 2009 kontinuierlich zugenommen (Abbildung 78). Wurden 2009 etwas mehr als 300 Venture-Capital-Transaktionen getätigt, hat sich die Zahl im Jahr 2017 auf fast 600 verdoppelt. Diese Entwicklung wird maßgeblich durch die Veränderungen in Berlin vorangetrieben. Im Jahr 2005 entfielen ca. 7 % aller in Deutschland getätigten Venture-Capital-Transaktionen auf Berlin, im Jahr 2017 waren es 38 %. Auch in Sachsen und in den alten Ländern (ohne Berlin) hat die Zahl der Wagniskapitaltransaktionen leicht zugenommen, jedoch in wesentlich geringerem Maße.

In Sachsen ist der Venture-Capital-Markt vergleichsweise gering entwickelt und wenig dynamisch (Abbildung 79). Im gesamten Zeitraum 2005 bis 2017 wurden insgesamt 186 Venture-Capital-Transaktionen in sächsische Unternehmensgründungen identifiziert, dies entspricht im Mittel ca. 14 Transaktionen pro Jahr. Der bisher höchste Wert wurde mit 19 Transaktionen für

¹¹⁴ Zeitraum in dem der BVK regionale Statistiken für den Wagniskapitalmarkt ausgewiesen hat.

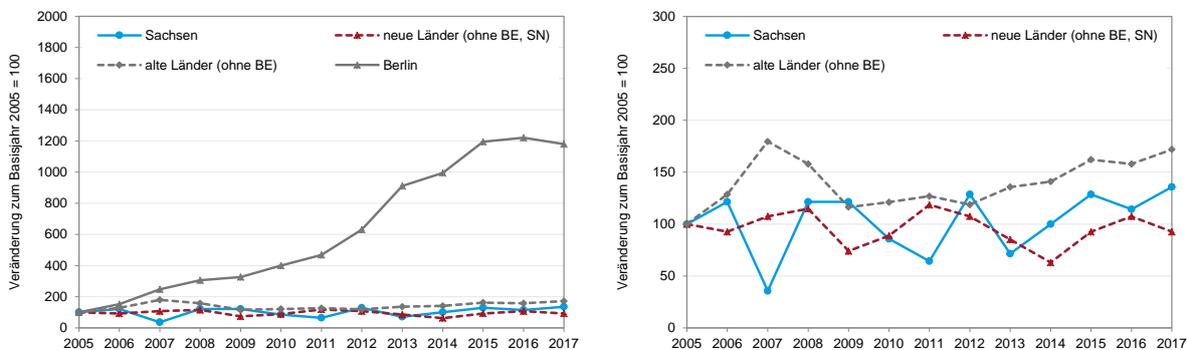
das Jahr 2017 ermittelt. Bezogen auf alle Unternehmensgründungen in forschungs- und wissensintensiven Branchen, erhielten in Sachsen im Jahr 2017 ca. 0,9 % dieser Gründungen Wagniskapital. Dies liegt deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt von 2,6 %.

Abbildung 78: Anzahl Wagniskapitaltransaktionen in Deutschland, 2005-2017

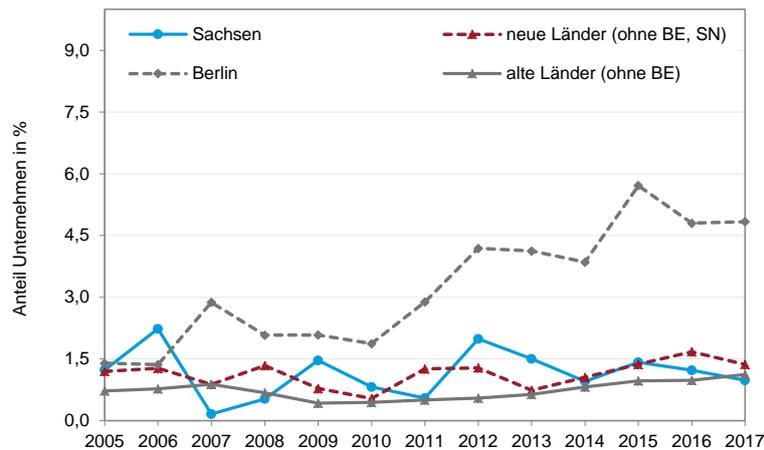


Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Abbildung 79: Veränderung der Anzahl von Wagniskapitaltransaktionen in Deutschland nach Regionen, mit und ohne Berlin, 2005–2017, Index 2005 = 100

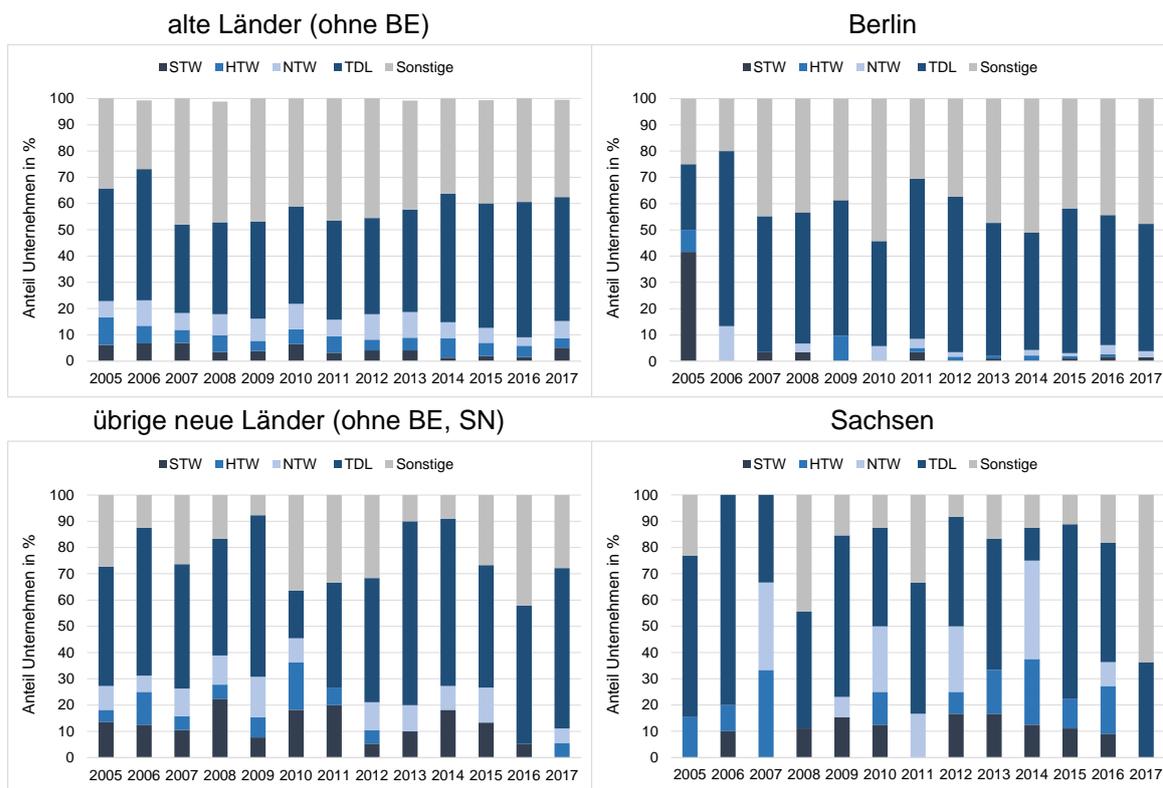


Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Abbildung 80: Anteil wagniskapitalfinanzierter Gründungen an allen forschungs- und wissensintensiven Unternehmensgründungen in Deutschland nach Regionen, 2005-2017

Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Jedoch zeigt sich, dass in Sachsen und den übrigen neuen Ländern (ohne Berlin und Sachsen) Unternehmen, die Wagniskapital erhalten, überdurchschnittlich häufig den forschungsintensiven Branchen des verarbeitenden Gewerbes (Spitzentechnik (STW) und hochwertige Technik (HTW)) angehören (Abbildung 81). In den sonstigen Branchen sind vergleichsweise wenig wagniskapitalfinanzierte Unternehmen festzustellen. Zwischen 2005 und 2017 waren in Sachsen im Durchschnitt ca. 21 % der wagniskapitalfinanzierten Unternehmen in der Spitzentechnik und hochwertigen Technik aktiv, in den übrigen neuen Ländern waren es 17 %, in den alten Ländern 10 % und in Berlin lediglich 3 %. Der Anteil der wagniskapitalfinanzierten Gründungen in den Branchen der technologieorientierten Dienstleistungen lag in diesem Zeitraum in Sachsen bei ca. 48 %, was über dem Wert der alten Länder liegt (ca. 43 %) und in etwa den Anteilen in Berlin und den übrigen neuen Ländern entspricht (50 bzw. 49 %).

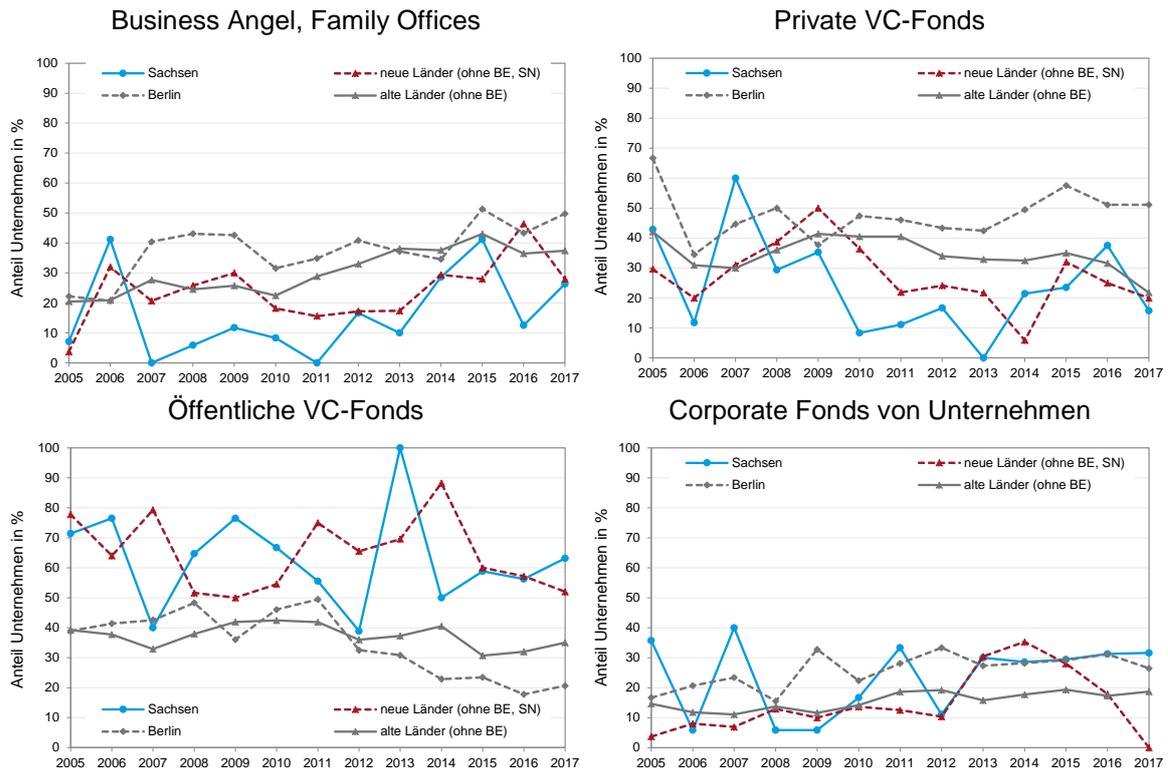
Abbildung 81: Anteil wagniskapitalfinanzierter Unternehmen in Deutschland nach Branchen und Regionen, 2005-2017

Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Wagniskapitalanbieter in Sachsen und im regionalen Vergleich

Betrachtet man die an den Transaktionen beteiligten Wagniskapitalgeber, so zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Regionen. Der Anteil privater Investoren (Business Angels, Family Offices und private renditeorientierte Venture-Capital-Fonds) ist in Sachsen und den übrigen neuen Ländern (ohne Berlin und Sachsen) niedriger als in den alten Ländern und Berlin (Abbildung 81). Business Angel und Family Offices sind 2017 an ca. 24 % (27 %) der in Sachsen (den übrigen neuen Ländern) getätigten Transaktionen beteiligt. In den alten Ländern und Berlin liegt der Anteil bei 35 bzw. 48 %. Demgegenüber sind in Sachsen und den übrigen neuen Ländern öffentliche Investoren im Mittel an 63 % bzw. 65 % der Transaktionen beteiligt, in den alten Ländern und Berlin an 37 bzw. 35 %. Die aktivsten Investoren in Sachsen sind der Technologiegründerfonds Sachsen, der an fast jeder dritten Finanzierung in Sachsen beteiligt ist, der High-Tech-Gründerfonds (jede fünfte Finanzierungsrunde) sowie die KfW (jede achte Finanzierungsrunde). Vergleichsweise hoch ist in Sachsen auch die Beteiligung von etablierten Unternehmen an Wagniskapitalfinanzierungen. Im Durchschnitt geschehen 23 % aller Transaktionen unter Beteiligung eines Corporate-Venture-Capital Fonds oder über direkte Beteiligung eines etablierten Unternehmens. In den übrigen neuen und den alten Ländern liegt der Anteil im Mittel bei ca. 15 %, in Berlin bei ca. 26 %.

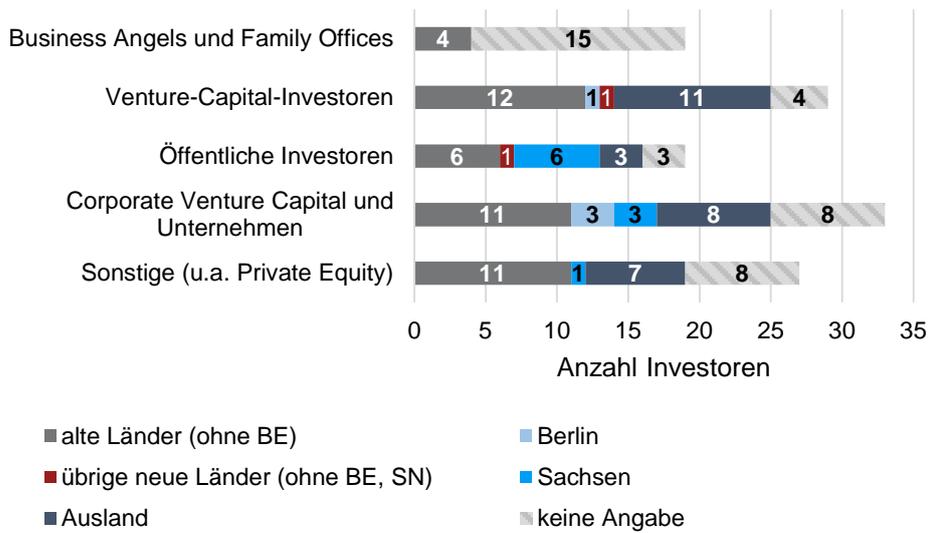
Abbildung 82: Anteil Wagniskapitaltransaktionen in Deutschland nach Typen beteiligter Investoren und Regionen, 2005–2017



Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

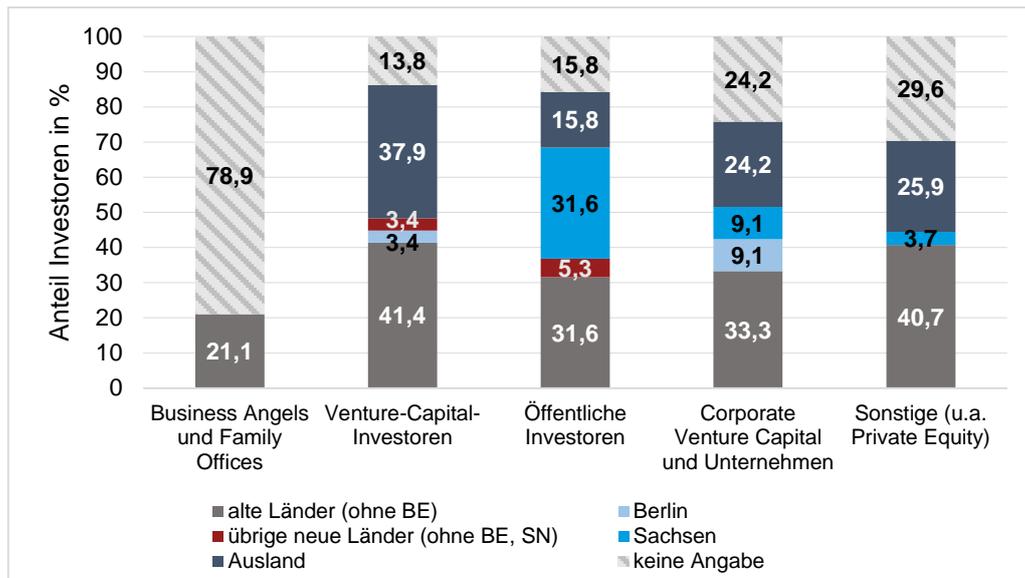
Deutlicher wird das Fehlen privater Venture-Capital-Fonds, wenn man die Herkunft in Sachsen aktiver Wagniskapitalinvestoren betrachtet. Keiner der in den Daten identifizierten privaten Venture-Capital-Fonds hat seinen Sitz in Sachsen und 60 % der in Sachsen ansässigen Investoren sind dem öffentlichen Sektor zuzuordnen (Abbildung 83, Abbildung 84, Abbildung 85). In allen betrachteten Regionen hat in den vergangenen Jahren die Bedeutung von Business Angels und Family Offices zugenommen. Im Jahr 2005 lag der Anteil der von Business Angels finanzierten Transaktionen bei ca. 18 %, in 2017 waren es mit ca. 42 % mehr als doppelt so viele.

Abbildung 83: Anzahl aktiver Wagniskapitalinvestoren nach Typ und Herkunft in Sachsen, 2005–2017



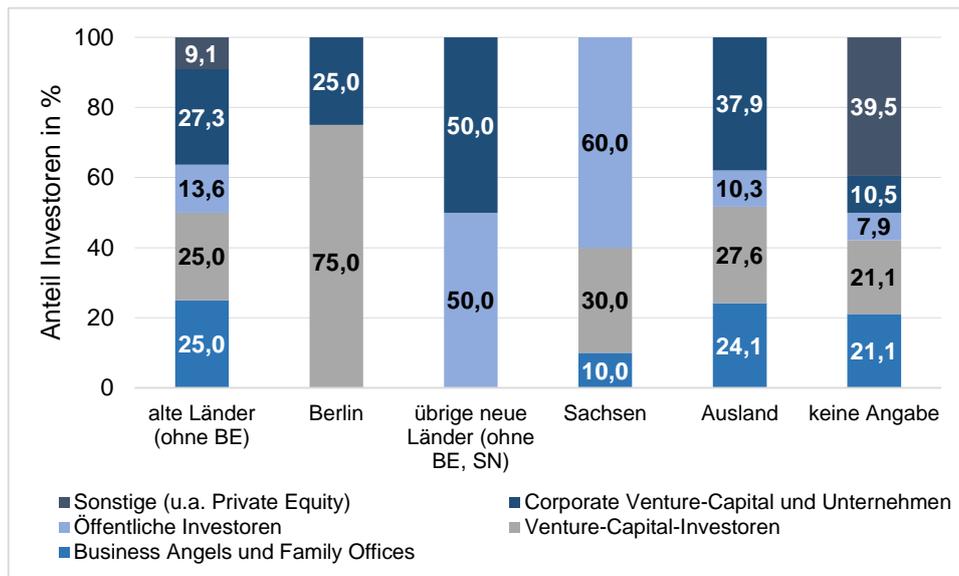
Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Abbildung 84: Anteil aktiver Wagniskapitalinvestoren nach Typ und Herkunft in Sachsen, 2005–2017



Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

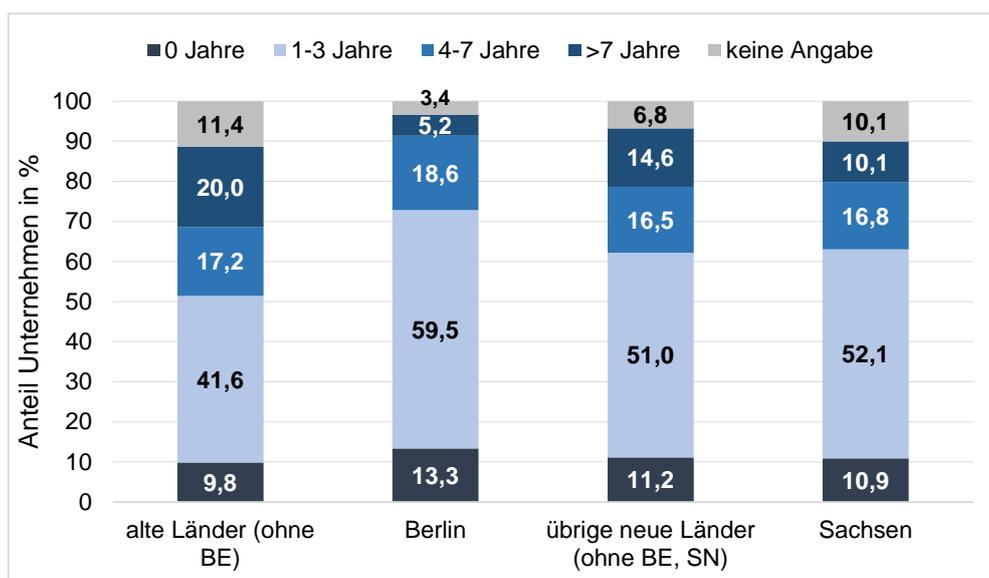
Abbildung 85: Anteil aktiver Wagniskapitalinvestoren nach Herkunft und Typ in Sachsen, 2005–2017



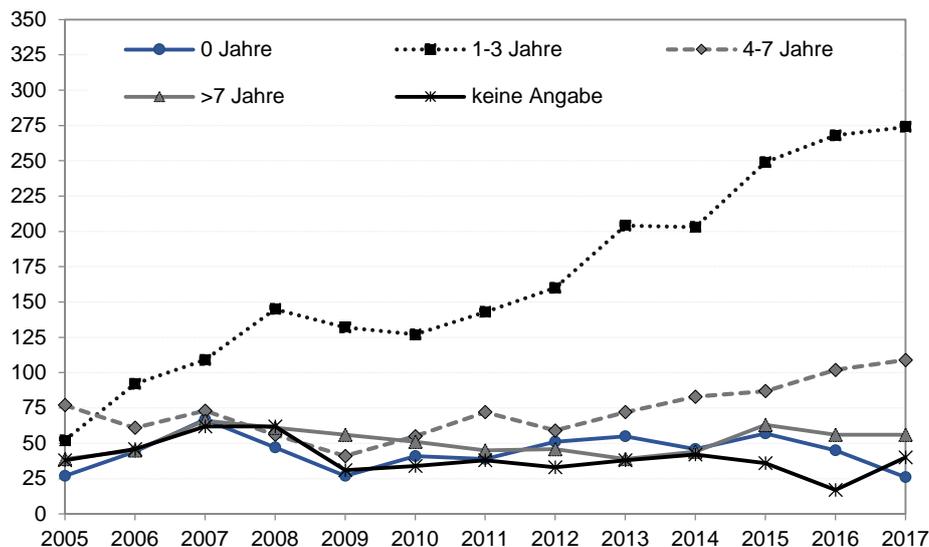
Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Dies spiegelt sich auch in der Altersstruktur der wagniskapitalfinanzierten Gründungen wider. Business Angels engagieren sich typischerweise in der Gründungs- und Frühphase eines Unternehmens. Die Anzahl der Unternehmen, die in den ersten drei Jahren nach Gründung eine Wagniskapitalfinanzierung erhalten, hat seit 2005 deutlich zugenommen und ist bis zum Jahr 2017 um das Fünffache gestiegen (Abbildung 87). In Sachsen und den übrigen neuen Ländern ist die Altersverteilung der Unternehmen nahezu identisch, wobei die ein- bis dreijährigen Unternehmen den größten Anteil ausmachen (Abbildung 86).

Abbildung 86: Anteil wagniskapitalfinanzierter Unternehmen in Deutschland nach Altersklasse und Region, 2005–2017



Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Abbildung 87: Anzahl wagniskapitalfinanzierter Unternehmen in Deutschland nach Altersklassen und Regionen, 2005–2017

Quelle: Bureau van Dijk, Majunke, Mannheimer Unternehmenspanel, Berechnungen des ZEW.

Fazit

Es kann festgehalten werden, dass der Wagniskapitalmarkt in Sachsen vergleichsweise gering entwickelt und wenig dynamisch ist. An der allgemein positiven Entwicklung des Wagniskapitalmarktes in Deutschland konnte Sachsen nur in vergleichsweise geringem Maß profitieren. Der Anteil von Unternehmensgründungen, die Wagniskapital erhalten, hat sich erhöht, jedoch in vergleichsweise geringem Maße und auf niedrigem Niveau.

Der Wagniskapitalmarkt in Sachsen ist stark durch öffentliche Investoren geprägt. Fast zwei Drittel aller Wagniskapitaltransaktionen finden unter Beteiligung eines öffentlichen Investors statt. Die aktivsten Investoren in Sachsen sind der Technologiegründerfonds Sachsen, der High-Tech Gründerfonds (HTGF) und die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Der Großteil der privaten Investoren kommt aus den alten Bundesländern und dem Ausland. Unter den in Sachsen ansässigen Investoren sind Unternehmen und unternehmenseigene Wagniskapitalfonds die größte Gruppe. Private auf Wagniskapitalinvestitionen spezialisierte Fonds mit Sitz in Sachsen konnten in der verwendeten Datenbasis nicht identifiziert werden.

Es zeigt sich allerdings, dass diese für die Gesamtheit der Unternehmen erarbeiteten Befunde nicht für die industriellen Branchen der Spitzen- und hochwertigen Technik gelten. Hinsichtlich dieser Branchen zeigt sich, dass in Sachsen der Anteil an forschungsintensiven Unternehmensgründungen, die Wagniskapital erhalten, gegenüber den anderen Ländern, überdurchschnittlich hoch ist. Ein Fünftel der Unternehmen die zwischen 2005 und 2017 in Sachsen

Wagniskapital erhalten haben, ist in der Spitzentechnik und hochwertigen Technik aktiv. Zudem handelt es sich bei den in Sachsen mit Wagniskapital finanzierten Unternehmen überwiegend um sehr junge Unternehmen. Fast zwei Drittel der Unternehmen die zwischen 2005 und 2017 in Sachsen Wagniskapital erhalten haben, sind unter drei Jahren alt.

8. Internationale Position

Um eine umfassende Einschätzung und Bewertung des Innovationsstandorts Sachsen vornehmen zu können, ist ein Vergleich mit Vergleichsräumen ausschließlich in Deutschland nicht ausreichend. Sachsens Wissenschaft und Wirtschaft stehen im internationalen Wettbewerb und es ist natürlich der Anspruch der Landespolitik, dass der Freistaat auch international wettbewerbsfähig ist. Eine Einordnung Sachsens im internationalen Vergleich wird für einige Innovationsindikatoren sowie für einige Maßzahlen zu wissenschaftlicher und technologischer Position des Freistaates in diesem Kapitel vorgenommen.

8.1. Innovationsindikatoren

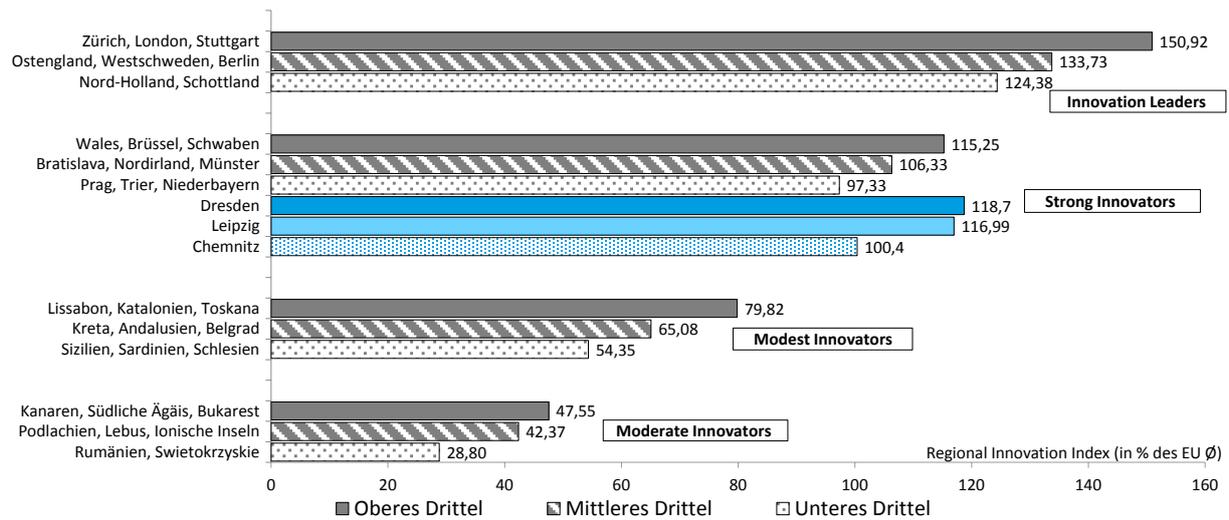
In diesem Abschnitt werden die Innovations- und FuE-Aktivitäten Sachsens im internationalen Vergleich vorgestellt. Die Daten für die hier zugrunde liegenden Analysen basieren auf Innovationsindikatoren aus dem Regional Innovation Scoreboard (RIS), der Regionalen FuE-Statistik sowie der Regionalen strukturellen Unternehmensstatistik.

Der RIS der EU-Kommission bildet aus 18 Einzelindikatoren auf der NUTS-2-Ebene einen *Regional Innovation Index* (RII), wobei der Durchschnitt der regionsspezifischen Einzelindikatoren gebildet und mit dem europaweiten Durchschnittswert in Beziehung gesetzt wird. Darüber hinaus werden die Regionen anhand ihres RII-Indexwertes, und damit in Anhängigkeit von ihrer erzielten Innovationsleistung, in fünf verschiedene Gruppen eingeteilt. Diese Gruppen sind mit einigen Beispielregionen in der Abbildung 88 separat voneinander abgetragen. Regionen mit einem Indexwert größer als 120 % des EU-Durchschnitts werden zu den Innovation Leaders gezählt, Regionen, die 90 bis 120 % vom EU-Score erzielen, zu den Strong Innovators, Regionen, die 50 bis 90 % vom EU-Score erzielen, zu den Modest Innovators, und letztlich Regionen, die weniger als 50 % erzielen, zu den Moderate Innovators. Zusätzlich nimmt die EU eine weitere Klasseneinteilung vor. Innerhalb jeder Leistungsgruppe wird nach der Positionierung der Region unterschieden: Regionen mit einem Score im oberen Drittel einer Gruppe (Balkenfüllung: einfarbig) sowie Regionen, die sich mit ihrem Score im mittleren oder im unteren Drittel platzieren (Balkenfüllung: schraffiert bzw. gepunktet).

Wird ein Vergleich des RII-Indexwertes von Dresden, Leipzig und Chemnitz mit anderen Regionen der EU vorgenommen, erreicht Sachsen eine überdurchschnittlich gute Position. Alle drei sächsischen Regionen sind Teil der Gruppe der Strong Innovators. Hierbei zählen Dresden (118,7 %) und Leipzig (116,99 %) zu dem oberen und Chemnitz (100,4 %) zu dem unteren Drittel dieser Innovatorengruppe. Darüber hinaus werden weitere innovationsstarke Regionen wie z.B. Brüssel, Nordirland oder Prag ebenfalls dieser Gruppe zugeordnet. Demgegenüber

werden innovationsstärkere Regionen, wie z.B. Zürich, London, Westschweden und Nord-Holland, als Innovation Leaders kategorisiert. An dieser Stelle sei auf die Tabelle 148 und Tabelle 149 im Anhang verwiesen, in denen die RII-Indikatorwerte aller betrachteten Regionen aufgeführt sind. Auch die Einteilung der Regionen in die fünf Leistungsgruppen sowie die Positionierung der Regionen innerhalb der Gruppen können dieser Tabelle entnommen werden.

Abbildung 88: Durchschnittswerte des Regional Innovation Indexes für verschiedene Innovatorengruppen, mit Beispielregionen (NUTS-2) in Prozent, 2017



Quelle: Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

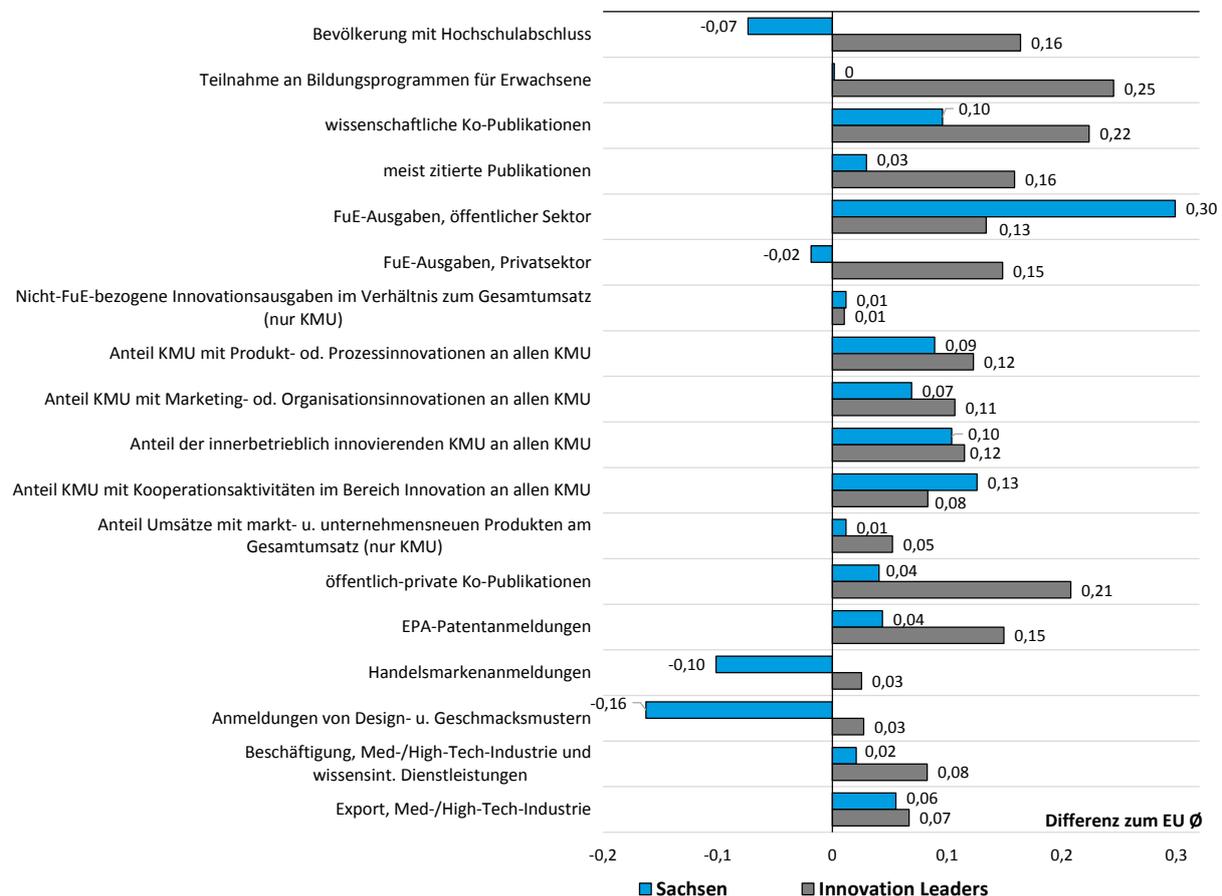
Die vielen unterschiedlichen Einzelindikatoren des RIS weisen ein deutlich detaillierteres Bild auf. So wird in einem nächsten Schritt die Differenz von Sachsen sowie die der Innovation Leaders zum EU-Durchschnitt für jeden Einzelindikator gebildet und im Anschluss miteinander verglichen. Die sich ergebenden Differenzen zum Durchschnitt aller europäischen Regionen sind in der Abbildung 89 als Balkendiagramm für die beiden Gruppen dargestellt (Sachsen mit einem blauen und Innovation Leaders mit einem grauen Balken).

Die Regionen, die als Innovation Leaders gruppiert worden sind, weisen im Durchschnitt für alle Einzelindikatoren höhere Werte als der EU-weite Durchschnitt auf.¹¹⁵ Ebenfalls Sachsen verzeichnet viele positive und nur wenige negative Abweichungen vom EU-Durchschnitt. Letzteres beruht auf vier Indikatoren: *Bevölkerung mit Hochschulabschluss*, *FuE-Ausgaben des Privatsektors*, *Handelsmarkenanmeldungen* und *Anmeldungen von Design- und Geschmacksmustern*. Demgegenüber stehen die von Sachsen erzielten hohen positiven Abweichungen, die gleichzeitig weit über dem Wert der Innovation Leaders liegen. Zu nennen sind insbesondere die *FuE-Ausgaben des Staatssektors* sowie der beträchtliche Anteil an KMUs mit Innovationskooperationen. Außerdem erzielt Sachsen für mehrere Indikatoren eine ähnlich

¹¹⁵ Hier wird nur der Durchschnitt aller Innovation Leaders betrachtet, der individuelle Wert einer einzelnen Region kann sehr wohl für einen Einzelindikator unter dem EU-Durchschnitt liegen.

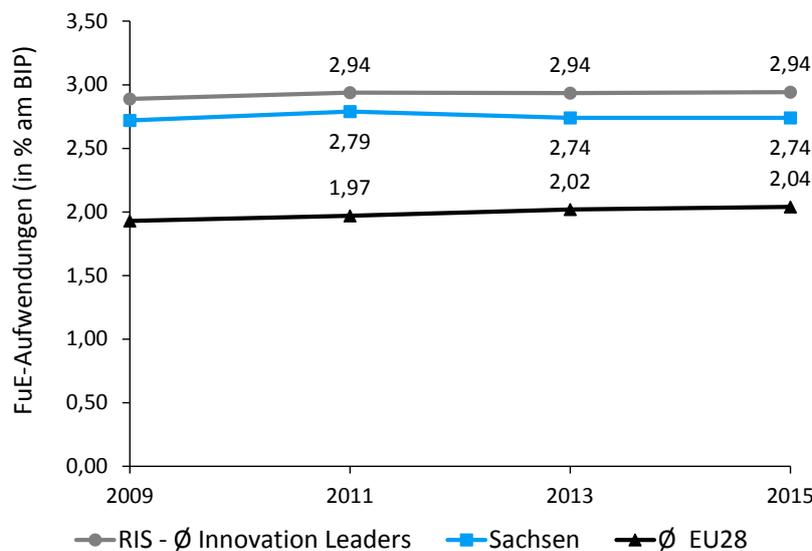
hohe positive Abweichung wie die Regionen der Innovation Leaders. Dies trifft insbesondere für die Indikatoren *nicht-FuE-bezogene Innovationsausgaben*, *innerbetrieblich innovierende KMUs* und *Export der Mittel- und Hochtechnologie-Industrie* zu.

Abbildung 89: RIS Einzelindikatoren - Differenz von Sachsen und Innovation Leaders zum EU-Durchschnitt, 2017



Quelle: Eurostat, Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

Abgesehen von den vielen Indexwerten des Regional Innovation Scoreboards wurden auch einzelne Indikatoren zur Beurteilung der Innovationsleistung Sachsens im internationalen Vergleich herangezogen. In der Abbildung 90 sind die von allen Sektoren insgesamt getätigten FuE-Aufwendungen für den Zeitraum von 2009 bis 2015 skizziert. Neben dem Innovationsstandort Sachsen wurden als internationale Vergleichsregionen der EU-Durchschnitt und der Durchschnitt über die Regionen der im RIS definierten Innovation Leaders herangezogen. Um einen Vergleich von Regionen unterschiedlicher Größe zu ermöglichen, sind die absoluten FuE-Ausgaben als prozentuale Anteile am BIP dargestellt. Dieser Indikator wird ebenfalls als FuE-Intensität bezeichnet.

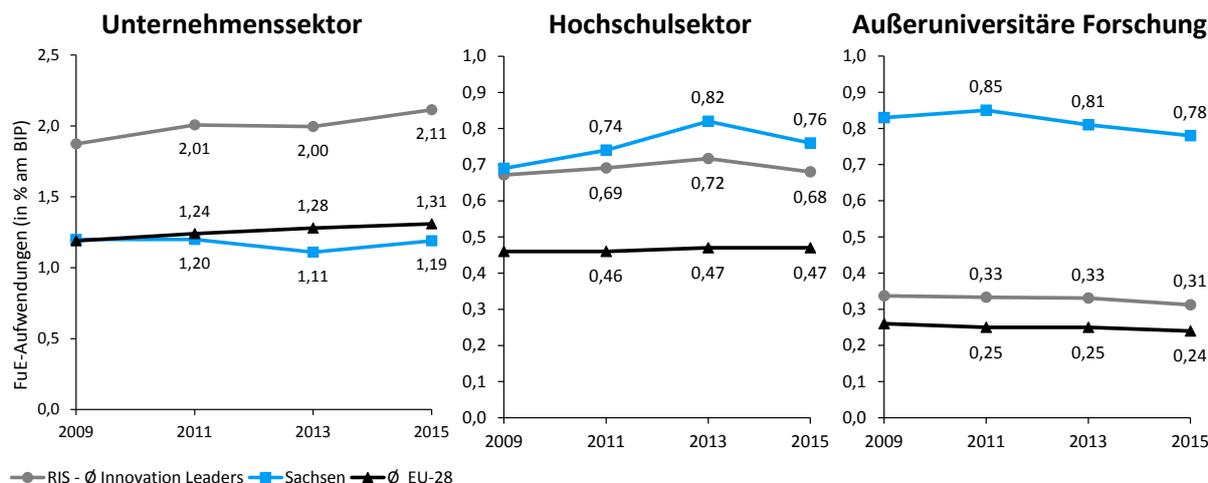
Abbildung 90: Anteil der FuE-Aufwendungen am BIP in Sachsen, EU-28 und RIS Innovation Leaders über alle Sektoren, in Prozent

Quelle: Eurostat, Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

Aus der Abbildung 90 geht hervor, dass sich der Anteil der FuE-Ausgaben zwischen den Jahren 2009 und 2015 in allen Vergleichsregionen sehr konstant mit nur geringfügigen Veränderungen entwickeln hat. Über diesen gesamten Zeitraum hinweg positionierte sich Sachsen mit seinen FuE-Ausgaben, gemessen über alle Sektoren, sehr nahe an den Innovation Leaders und damit weit über dem europäischen Durchschnitt.

Betrachtet man hingegen in Abbildung 91 die FuE-Ausgaben differenziert pro Sektor auf einer weniger aggregierten Ebene, wird deutlich, dass Sachsen diese Position durch eine sehr hohe FuE-Intensität im Hochschulsektor und in der außeruniversitären Forschung erreicht. Im Hochschulsektor liegen die FuE-Ausgaben Sachsens über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg geringfügig und in der außeruniversitären öffentlichen Forschung sehr deutlich über den Durchschnittswerten der Innovation Leaders. Demgegenüber steht eine weniger große FuE-Intensität Sachsens im Unternehmenssektor. Hier liegen die FuE-Ausgaben der Unternehmen seit 2011 dicht unter dem europaweiten Durchschnitt. Somit kann ein großer Anteil aller FuE-Ausgaben und damit die insgesamt gute Positionierung Sachsens hinsichtlich der FuE-Intensität dem Staatssektor zugeschrieben werden. Die einzelnen Indikatorwerte über diesen Zeitraum hinweg und für jeden einzelnen Sektor können der Tabelle 150 im Anhang entnommen werden.

Abbildung 91: Anteil der FuE-Aufwendungen am BIP in Sachsen, EU-28 und RIS Innovation Leaders für verschiedene Sektoren, in Prozent

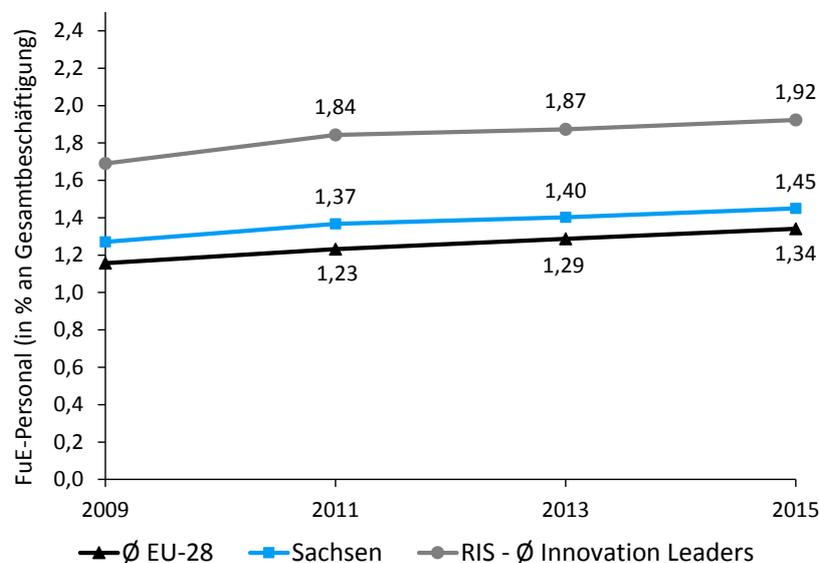


Quelle: Eurostat, Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

Der Anteil des FuE-Personals, gemessen in Vollzeitäquivalenten an der Gesamtbeschäftigung, stellt einen weiteren Indikator dar, der auf internationaler Ebene untersucht worden ist. Auch in diesem Fall wurden die Werte für Sachsen mit dem EU-Durchschnitt und dem Durchschnitt der im RIS als Innovation Leaders definierten Regionen verglichen.

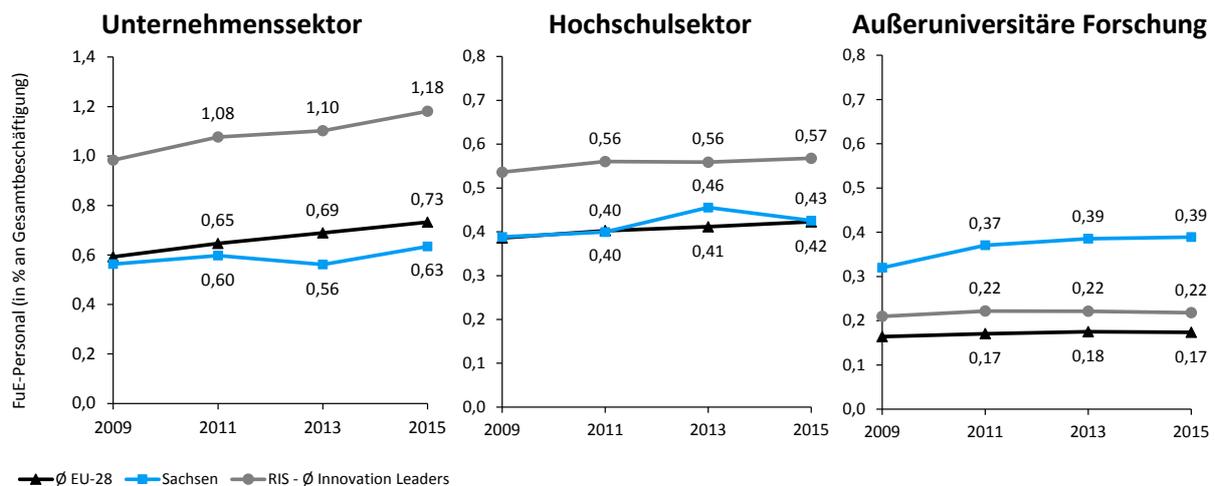
Abbildung 92 zeigt für alle drei Vergleichsregionen einen kontinuierlichen Anstieg für den Anteil an FuE-Personal insgesamt über alle Sektoren. Die Differenz zwischen den drei Vergleichsregionen verläuft äußerst konstant über den gesamten betrachteten Zeitraum von 2009 bis 2015. In Sachsen stieg der Anteil des FuE-Personals von circa 1,27 % im Jahr 2009 auf 1,45 % im Jahr 2015 (siehe blaue Trendlinie). Anders als bei den FuE-Aufwendungen liegt die Position Sachsens bei diesem Indikator für FuE-Personal im Betrachtungszeitraum zwar stets über dem EU-Durchschnitt (vgl. schwarze Trendlinie), zeigt jedoch eine größere Distanz zu den innovationsstärksten Regionen (vgl. graue Trendlinie). So bemisst sich z.B. im Jahr 2015 der Durchschnittswert für europäische Regionen mit 1,34 % und für Innovation Leaders mit 1,92 %.

Abbildung 92: Anteil des FuE-Personals an der Gesamtbeschäftigung in Sachsen, EU-28 und RIS Innovation Leaders über alle Sektoren, in Prozent



Quelle: Eurostat, Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

Um mehr Aufschluss über die Zusammensetzung des insgesamt eingesetzten FuE-Personals einer jeden Vergleichsregion zu erlangen, wurde auch dieser Indikator für jeden Sektor separat erstellt und in Abbildung 93 grafisch veranschaulicht. Ähnlich wie bei den zuvor beschriebenen FuE-Aufwendungen ergibt sich auch hier die insgesamt gute Positionierung Sachsens weniger aufgrund eines hohen FuE-Personaleinsatzes im privaten Unternehmenssektor. In diesem Sektor zeigt Sachsen über den betrachteten Zeitraum hinweg geringere Werte im Vergleich zum europäischen Durchschnitt. So beläuft sich im Unternehmenssektor z.B. im Jahr 2015 Sachsens Anteil an FuE-Personal auf 0,63 %, jedoch beträgt der Durchschnittswert für europäische Regionen 0,73 % und für die Innovation Leaders 1,18 %. Auch der Hochschulsektor in Sachsen kann keinen hohen FuE-Personaleinsatz aufzeigen. Verglichen mit dem EU-Durchschnitt verlaufen die Werte Sachsens parallel und nur im Jahr 2013 geringfügig höher. Auch wenn der FuE-Personaleinsatz Sachsens im Hochschulsektor kontinuierlich unterhalb des Einsatzes der Innovation Leaders liegt, ist die Differenz zu dieser Innovatorengruppe deutlich geringer, als es im Unternehmenssektor der Fall ist. Im Gegensatz dazu liegt in Sachsen der FuE-Personaleinsatz im außeruniversitären Forschungssektor über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg stets über dem Einsatz der Innovation Leaders und der EU. Während der FuE-Personalanteil in diesen Vergleichsregionen konstant blieb, stieg er in Sachsen leicht auf etwa 0,39 % im Jahr 2015. Zum Vergleich: Im Jahr 2015 setzt sich der Durchschnittswert für europäische Regionen auf 0,17 % und für Innovation Leaders auf 0,22 % fest. Die detaillierten Indikatorwerte für alle Sektoren und über alle beobachteten Perioden können der Tabelle 151 im Anhang entnommen werden.

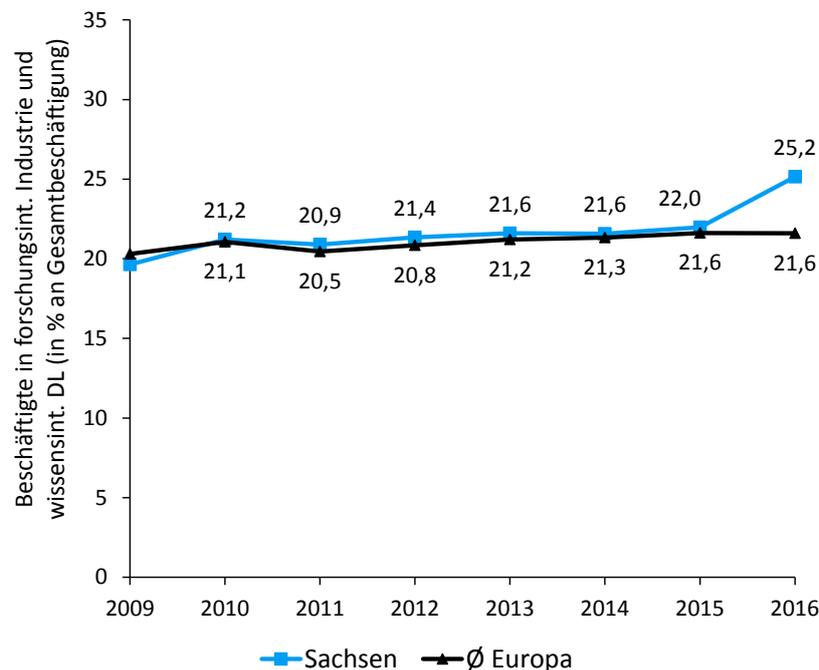
Abbildung 93: Anteil des FuE-Personals an der Gesamtbeschäftigung in Sachsen, EU-28 und RIS Innovation Leaders, in Prozent

Quelle: Eurostat, Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

Mit Blick auf die Anzahl der Beschäftigten in den innovationsrelevanten Wirtschaftszweigen, insbesondere forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen¹¹⁶, zeichnet sich ein ähnliches Bild für Sachsen wie bei den vorherigen Innovationsindikatoren ab. In Abbildung 94 ist der Anteil der Beschäftigten in diesen innovationsrelevanten Wirtschaftszweigen an der Gesamtbeschäftigung für Sachsen und für den europäischen Durchschnitt¹¹⁷ abgetragen. Verglichen mit dem europäischen Durchschnitt kann Sachsen kontinuierlich seit dem Jahr 2010 einen geringfügig höheren Beschäftigtenanteil in den betrachteten Wirtschaftszweigen ausweisen. So steigen der Anteil Sachsens zwischen dem Jahr 2011 und 2015 von 20,9 auf 22 % und der durchschnittliche Beschäftigtenanteil europäischer Länder im selben Zeitraum von 20,5 auf 21,6 %. Im Jahr 2016 kann sich Sachsen stärker vom europäischen Durchschnitt von 21,6 % absetzen und erzielt in den innovationsrelevanten Wirtschaftszweigen eine deutliche Beschäftigungszunahme auf 25,2 % der Gesamtbeschäftigung.

¹¹⁶ Zu den forschungsintensiven Industrien zählen die WZ-Klassen 20, 21, 26, 27, 28, 29 und 30. Zu den wissensintensiven Dienstleistungen zählen die WZ-Klassen 58, 59, 60, 61, 62, 63, 69, 70, 71, 72, 73 und 74.

¹¹⁷ Dieser Indikator für den Durchschnitt europäischer Länder ergibt sich nicht aus dem Durchschnitt der EU-28, sondern verwendet Eurostat-Daten von 25 europäischen Ländern: Belgien, Bulgarien, Tschechien, Dänemark, Deutschland, Estland, Griechenland, Spanien, Frankreich, Italien, Zypern, Lettland, Litauen, Ungarn, Niederlande, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Slowenien, Slowakei, Finnland, Schweden, Vereinigtes Königreich, Norwegen. Fehlende Beobachtungen einzelner Jahre für diese Länder wurden nicht in die Durchschnittsberechnung einbezogen aufgrund von nicht ausreichender Datengrundlage. Letzteres gilt für Malta, Island, Kroatien, Irland und Luxemburg.

Abbildung 94: Anteil der Beschäftigten in den forschungsintensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen an der Gesamtbeschäftigung, in Prozent

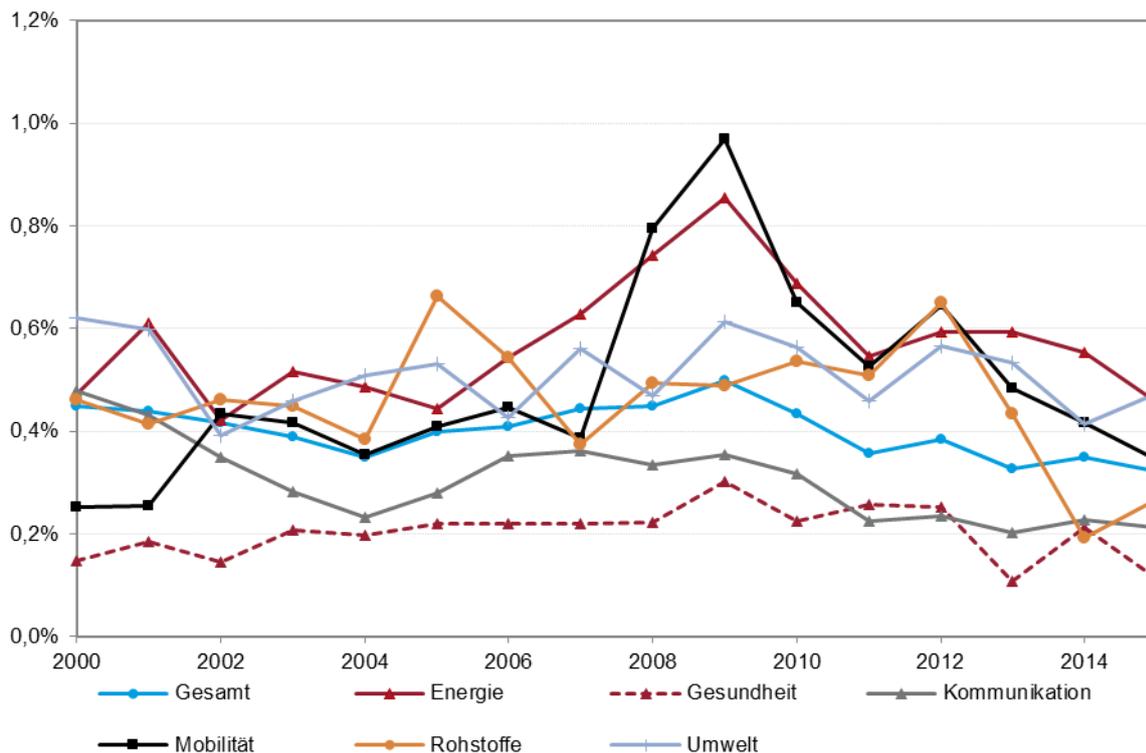
Quelle: Eurostat, Strukturelle Unternehmensstatistik, Berechnungen des ZEW.

8.2. Wissenschaftliche und technologische Position

Technologische Kapazitäten

Zukunftsfelder

Um die internationale Position Sachsens einzuordnen, sind in Abbildung 95 für jedes Zukunftsfeld die Patentanteile des Freistaates an allen Patentanmeldungen weltweit abgetragen. Im Gegensatz zu den vorangegangenen Analysen wurden hier transnationale Patentanmeldungen analysiert, um international vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Insgesamt erreicht Sachsen einen weltweiten Patentanteil von 0,3 %. Im Zukunftsfeld Energie liegt Sachsen mit einem Wert von 0,5 % über dem Durchschnitt; weitere überdurchschnittliche Anteile finden sich in den Zukunftsfeldern Mobilität (0,4 %) sowie Umwelt (0,5 %). Im Zukunftsfeld Gesundheit hingegen ist der Anteil mit 0,1 % unterdurchschnittlich. Das gleiche gilt, wenn auch in etwas geringerem Maße, für das Zukunftsfeld Digitale Kommunikation (0,2 %). Im Zukunftsfeld Rohstoffe wird ein durchschnittlicher Anteil von 0,3 % erreicht.

Abbildung 95: Internationale Positionierung – Anteile Sachsens an allen Patentanmeldungen weltweit, in Prozent

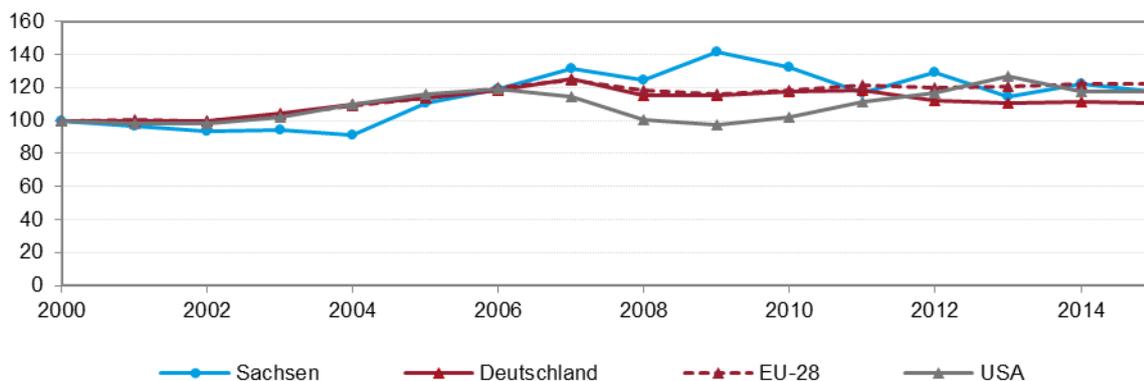
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Um die Entwicklung des Patentaufkommens Sachsens pro Zukunftsfeld besser mit dem anderer Länder vergleichen zu können, ist in Abbildung 96 bis Abbildung 102 die jährliche Zahl der Anmeldungen indiziert auf einen Normwert von 100 im Jahr 2000 abgetragen.

Am aktuellen Rand zeigt sich bei den gesamten Patentanmeldungen eine Stagnation, die jedoch nicht nur für Sachsen, sondern auch für die USA, die EU-28 und Deutschland insgesamt zu beobachten ist. Im Feld Energie ist nach einer starken Wachstumsphase zwischen 2005 und 2009 ein Rückgang der Anmeldezahlen zu beobachten, was für Sachsen in etwas stärkerem Maße als für die Vergleichsländer gilt. Jedoch liegen die Zahlen deutlich über dem Ausgangsniveau von 2000. Bis 2005 war dies auch im Feld Gesundheit der Fall. In den vergangenen Jahren sind die sächsischen Anmeldungen jedoch fast auf das Ausgangsniveau zurückgefallen. Hier muss allerdings erwähnt werden, dass die Anmeldezahlen Sachsens im Feld Gesundheit absolut gesehen vergleichsweise gering ausfallen, weshalb sich auch kleinere Veränderungen stark auf die Wachstumsraten auswirken. Im Feld Digitale Kommunikation war Anfang des neuen Jahrtausends ein Rückgang der Anmeldezahlen zu beobachten. Dieser hat sich allerdings zwischen 2004 und 2006 wieder konsolidiert und Sachsen verbleibt seitdem auf einem relativ konstanten Niveau. Im Zukunftsfeld Mobilität ist vor allem zwischen 2007 und 2009 ein massives Wachstum erkennbar, das allerdings nach der Finanzkrise nicht

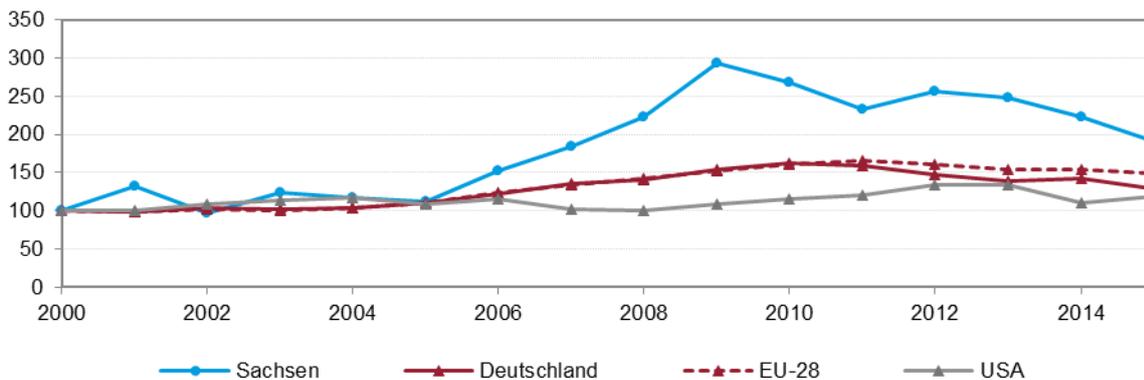
gehalten werden konnte. Jedoch verbleiben die Zahlen in diesem Feld auf einem deutlich höheren Niveau als zu Beginn des Beobachtungszeitraums. Im Zukunftsfeld Rohstoffe war bis 2012 ein relativ konstantes Wachstum erkennbar. Zwischen 2012 und 2014 kam es jedoch zu einem starken Rückgang der Anmeldezahlen; im Jahr 2015 scheint sich hier jedoch wieder ein leichtes Wachstum einzustellen. Auch hier handelt es sich jedoch um ein absolut gesehen vergleichsweise kleines Feld. Im Zukunftsfeld Umwelt zeigt sich ein leichtes, konstantes Wachstum der sächsischen Anmeldungen. Dieses Wachstum ist jedoch weltweit zu beobachten. Auch in den USA, der EU-28 und in Deutschland steigen die Anmeldezahlen.

Abbildung 96: Patentwachstum insgesamt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



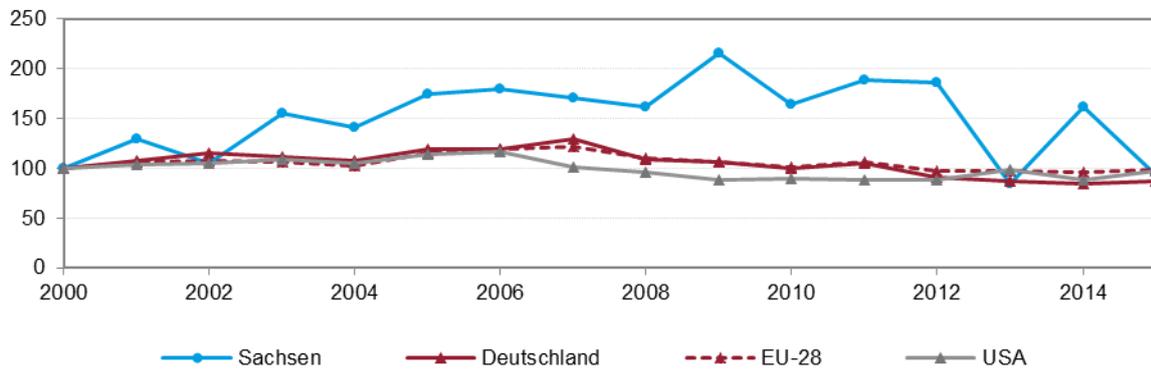
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 97: Patentwachstum Zukunftsfeld Energie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



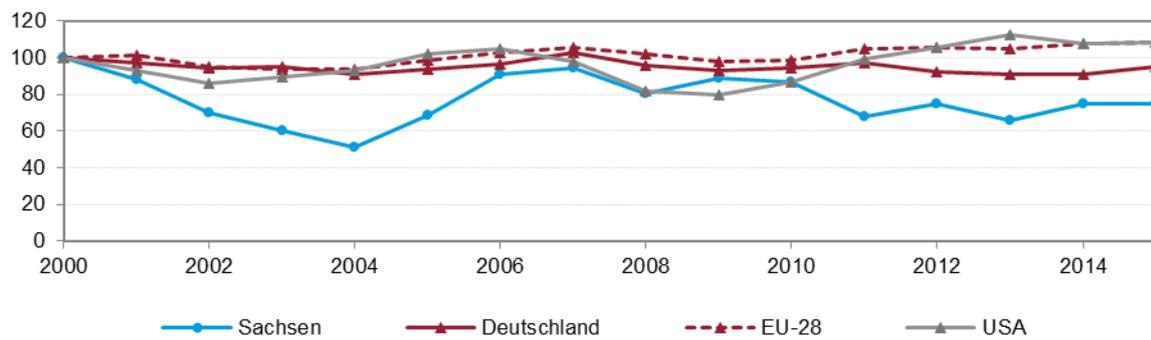
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 98: Patentwachstum Zukunftsfeld Gesundheit, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



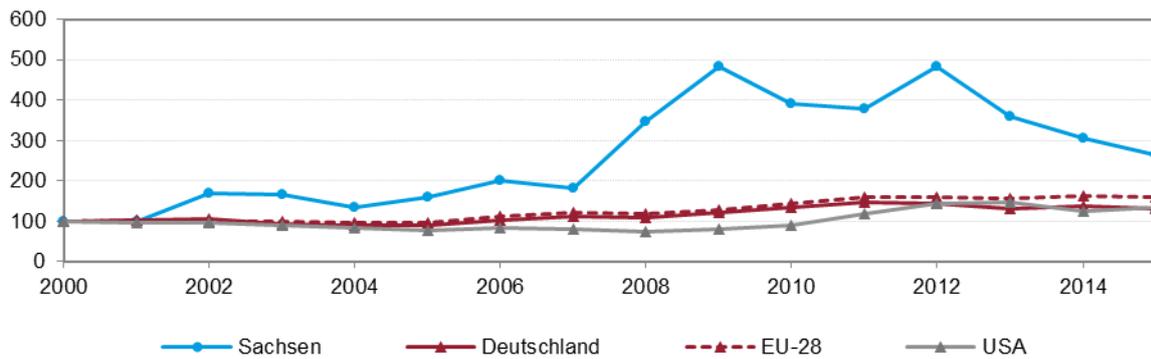
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 99: Patentwachstum Zukunftsfeld Digitale Kommunikation, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



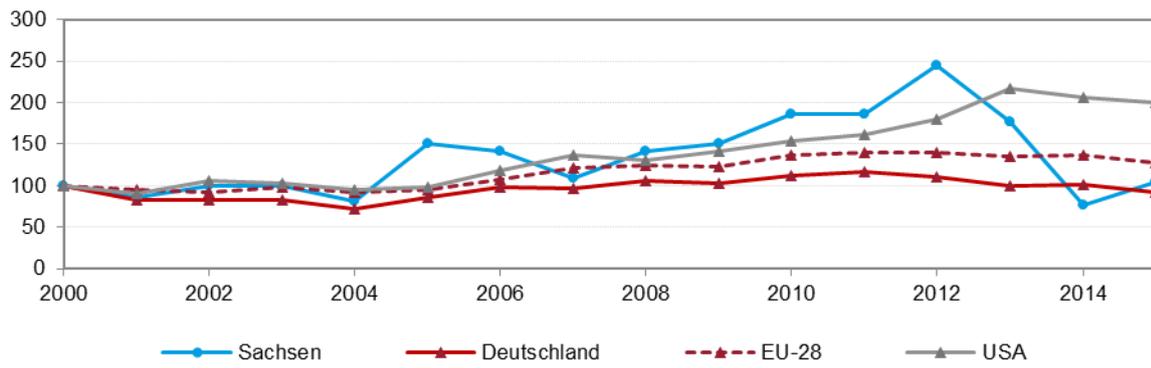
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 100: Patentwachstum Zukunftsfeld Mobilität, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



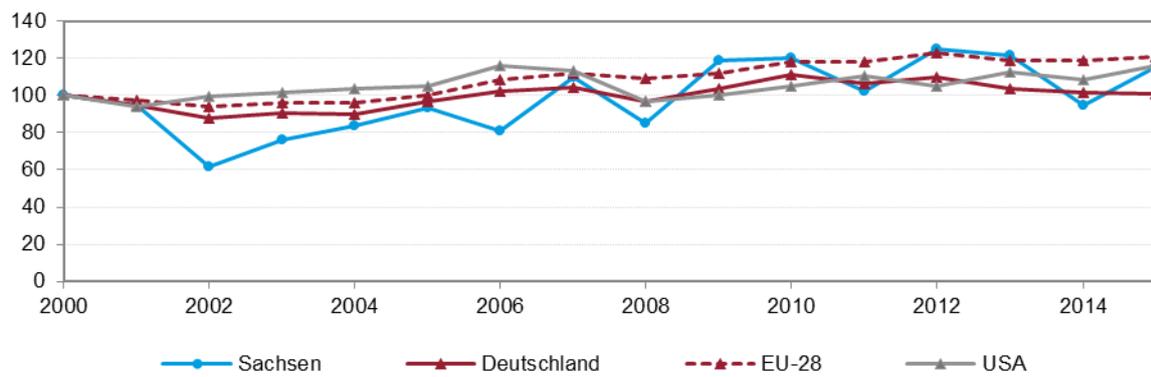
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 101: Patentwachstum Zukunftsfeld Rohstoffe, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 102: Patentwachstum Zukunftsfeld Umwelt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 96: Patentanmeldungen in den Zukunftsfeldern, nach Ländern, absolut und anteilig, 2013-2015

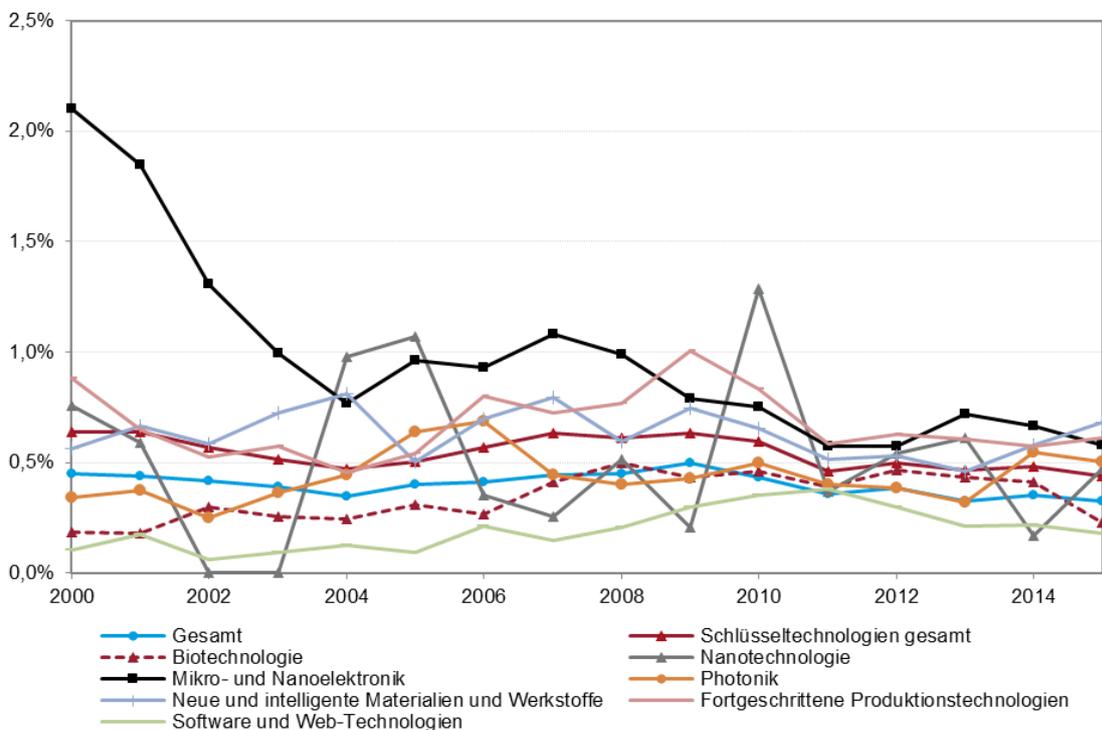
absolut	gesamt	Energie	Gesundheit	Digitale Kommunikation	Mobilität	Rohstoffe	Umwelt
Welt	762.922	105.471	103.549	271.072	51.652	26.401	55.268
EU-28	237.930	35.243	29.460	57.668	17.375	8.434	20.981
DE	91.146	14.557	8.809	18.051	7.659	2.647	8.231
Sachsen	2.543	564	149	583	214	79	262
CH	14.835	1.741	3.015	2.610	713	268	1.067
BE	7.363	917	1.108	2.001	344	242	937
DK	5.754	1.223	941	1.104	221	325	521
ES	8.375	1.317	1.555	1.743	406	273	829
IT	17.832	2.870	2.294	2.288	1.077	532	1.692
FR	38.558	5.399	5.181	10.280	3.746	1.367	3.419
GB	27.857	3.040	4.336	8.359	1.814	1.441	1.934
NL	14.917	2.388	3.099	3.864	498	621	1.528
SE	12.934	1.337	1.177	5.697	690	469	901
FI	6.521	1.099	454	2.960	435	301	667
US	197.973	18.830	40.637	72.739	10.377	9.596	13.289
CA	12.749	1.528	2.282	5.003	723	991	1.103
JP	145.500	29.189	13.727	54.210	14.817	3.416	11.417
KR	49.510	8.193	5.734	23.167	3.718	1.035	2.966
CN	91.022	8.822	6.852	53.367	2.999	1.389	3.129
RU	3.840	486	518	1.308	250	238	249
Anteilig an Welt	gesamt	Energie	Gesundheit	Digitale Kommunikation	Mobilität	Rohstoffe	Umwelt
EU-28	31,2 %	33,4%	28,5%	21,3 %	33,6 %	31,9 %	38,0 %
DE	11,9 %	13,8 %	8,5 %	6,7 %	14,8 %	10,0 %	14,9 %
Sachsen	0,3 %	0,5 %	0,1 %	0,2 %	0,4 %	0,3 %	0,5 %
CH	1,9 %	1,7 %	2,9 %	1,0 %	1,4 %	1,0 %	1,9 %
BE	1,0 %	0,9 %	1,1 %	0,7 %	0,7 %	0,9 %	1,7 %
DK	0,8 %	1,2 %	0,9 %	0,4 %	0,4 %	1,2 %	0,9 %
ES	1,1 %	1,2 %	1,5 %	0,6 %	0,8 %	1,0 %	1,5 %
IT	2,3 %	2,7 %	2,2 %	0,8 %	2,1 %	2,0 %	3,1 %
FR	5,1 %	5,1 %	5,0 %	3,8 %	7,3 %	5,2 %	6,2 %
GB	3,7 %	2,9 %	4,2 %	3,1 %	3,5 %	5,5 %	3,5 %
NL	2,0 %	2,3 %	3,0 %	1,4 %	1,0 %	2,4 %	2,8 %
SE	1,7 %	1,3 %	1,1 %	2,1 %	1,3 %	1,8 %	1,6 %
FI	0,9 %	1,0 %	0,4 %	1,1 %	0,8 %	1,1 %	1,2 %
US	25,9 %	17,9 %	39,2 %	26,8 %	20,1 %	36,3 %	24,0 %
CA	1,7 %	1,4 %	2,2 %	1,8 %	1,4 %	3,8 %	2,0 %
JP	19,1 %	27,7 %	13,3 %	20,0 %	28,7 %	12,9 %	20,7 %
KR	6,5 %	7,8 %	5,5 %	8,5 %	7,2 %	3,9 %	5,4 %
CN	11,9 %	8,4 %	6,6 %	19,7 %	5,8 %	5,3 %	5,7 %
RU	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,9 %	0,5 %

Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Schlüsseltechnologien

Um auch Sachsens Position in den Schlüsseltechnologien international einordnen zu können, sind in Abbildung 103 die Patentanteile Sachsens an den weltweiten Patentanmeldungen pro Schlüsseltechnologie abgetragen. Wie bei den Zukunftsfeldern wurden für die internationalen Vergleiche transnationale Patentanmeldungen analysiert, um international vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. In Abbildung 95 und Tabelle 96 war bereits ersichtlich, dass Sachsen insgesamt einen weltweiten Patentanteil in Zukunftsfeldern von ca. 0,3 % erreicht. In vielen Schlüsseltechnologien erreicht Sachsen indes überdurchschnittlich hohe Patentanteile, so dass der Weltanteil in den Schlüsseltechnologien überdurchschnittliche 0,44 % beträgt. Den aktuell größten Anteil an allen weltweiten Patentanmeldungen erzielt Sachsen in den Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen (0,7 %). In den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien sowie in der Mikro- und Nanoelektronik werden Werte von ca. 0,6 % erreicht, wobei in beiden Feldern in den vergangenen Jahren ein Rückgang zu beobachten ist, der vor allem in der Mikro- und Nanoelektronik relativ stark ausfällt. In der Nanotechnologie und der Photonik liegen die Anteile mit je 0,5 % überdurchschnittlich hoch. In der Biotechnologie liegt Sachsen mit 0,23 % unterhalb des Durchschnitts seiner weltweiten Anmeldungen, auch bei den Software und Webtechnologien werden mit 0,2 % unterdurchschnittliche Anteile erzielt.

Abbildung 103: Internationaler Vergleich – Patentanteile Sachsens an allen Patentanmeldungen weltweit, in Prozent



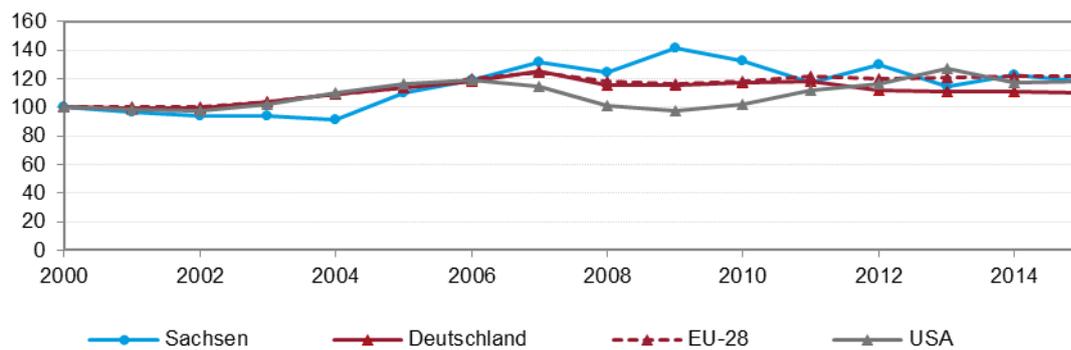
Anmerkung: Die Volatilität in der Nanotechnologie ist das Ergebnis kleiner Anmeldezahlen (<15 p.a.).
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Auch für die Schlüsseltechnologien wurde, zum besseren Vergleich der Entwicklung des Patentaufkommens Sachsens mit dem anderer Länder, in Abbildung 104 bis Abbildung 112 die jährliche Zahl der Anmeldungen indiziert auf einen Normwert von 100 im Jahr 2000 abgetragen.

Am aktuellen Rand zeigt sich bei den gesamten Patentanmeldungen für Schlüsseltechnologien eine Stagnation bzw. sehr geringes Wachstum für Deutschland und die EU-28. Sachsen hingegen kann zwischen 2013 und 2014 ein leichtes Wachstum verzeichnen. In den USA ist im Jahr 2015 erneut ein leichtes Ansteigen der Anmeldezahlen zu beobachten, während die Zahl der Anmeldungen seit Beginn des neuen Jahrtausends, spätestens jedoch seit 2006 merklich zurückgegangen war.

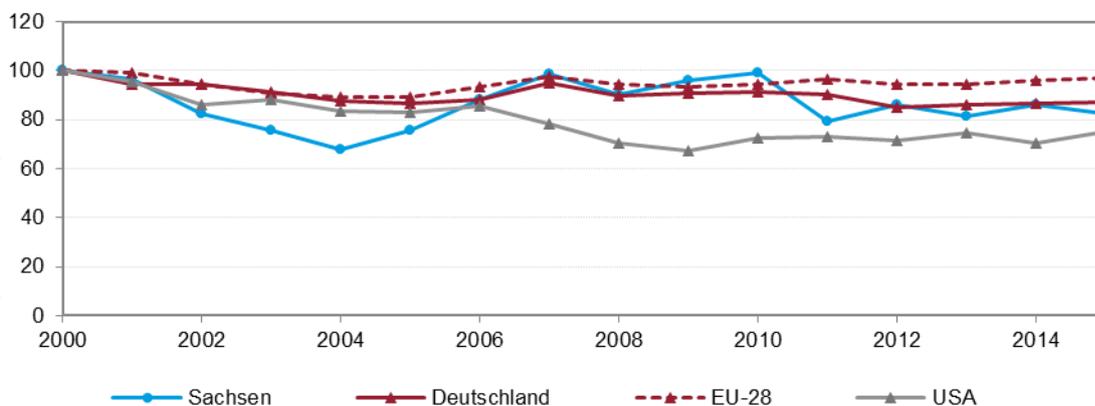
Betrachtet man die Schlüsseltechnologien einzeln, zeigt sich ein differenzierteres Bild. In der Biotechnologie sind die Anmeldezahlen in den USA wie auch in Europa und Deutschland leicht zurückgegangen. In Sachsen ist eine etwas sprunghafte, jedoch insgesamt stagnierende Entwicklung zu beobachten. Hier muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass sächsische Einrichtungen in der Biotechnologie jährlich weniger als 30 Patente anmelden, weswegen es nahezu zwingend zu sprunghaften Entwicklungen der rechnerischen Wachstumsrate kommt. In der Nanotechnologie sind für alle beobachteten Länder Anstiege der Patentanmeldungen bis zum Jahr 2010 zu beobachten. Nach diesem Jahr kommt es zu einem Rückgang der Anmeldungen, der auch für Sachsen zu beobachten ist. Auch hier liegen jedoch vergleichsweise kleine Anmeldezahlen – weniger als zehn pro Jahr für Sachsen und weniger als 50 für Deutschland insgesamt – zugrunde. In der Mikro- und Nanoelektronik ist im internationalen Vergleich ebenfalls ein leicht sinkender Trend erkennbar. Demgegenüber sind die Anmeldezahlen Sachsens bereits seit Beginn der 2000er Jahre deutlich schneller zurückgegangen, Sachsen ist hier deutlich hinter den globalen Trend zurückgefallen. In der Photonik ist ein gegenläufiger Trend erkennbar. Hier stiegen die Anmeldezahlen Sachsens zu verschiedenen Zeitpunkten deutlich stärker als jene Deutschlands, der EU-28 und der USA, auch wenn es nach der Finanzkrise im Jahr 2009 zu einem leichten Einbruch kam, der allerdings durch die Dynamik der vergangenen zwei Jahre vollständig kompensiert wurde. Auch bei den Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen ist in Sachsen vor allem in den letzten beiden Beobachtungsjahren ein überdurchschnittliches Wachstum zu beobachten, das sich positiv vom internationalen Trend absetzt. Bei den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien zeigt sich in allen Ländern in der Analyse Mitte des vergangenen Jahrzehnts nach einem Anwachsen der Anmeldezahlen ein leichter Einbruch, wobei die Zahl der Patentanmeldungen sowohl in Sachsen als auch in den Vergleichsländern spätestens seit 2011 wieder zugenommen hat. Bei den Software und Webtechnologien konnte Sachsen zwischen 2007 und 2010 ein starkes Wachstum verzeichnen, seit 2010 sind die Anmeldezahlen allerdings erneut rückläufig.

Abbildung 104: Patentwachstum insgesamt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



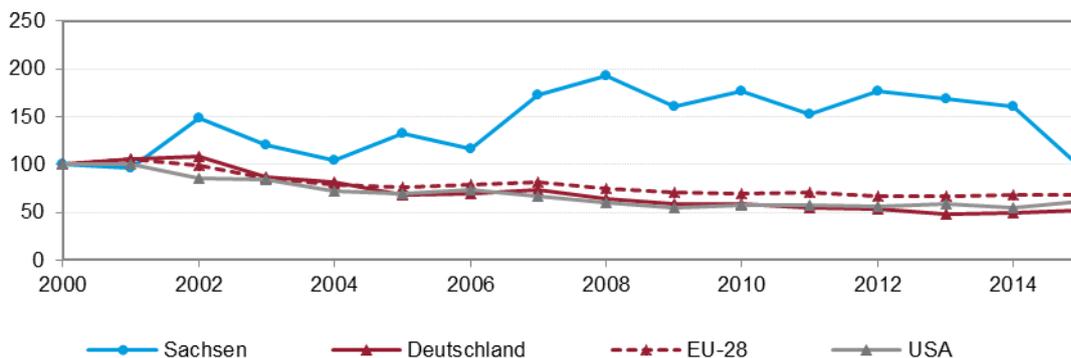
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 105: Patentwachstum in den Schlüsseltechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



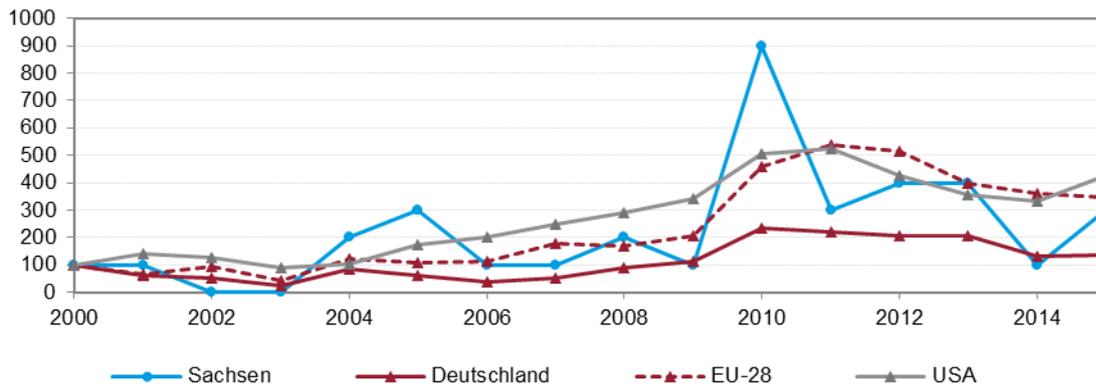
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 106: Patentwachstum Biotechnologie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



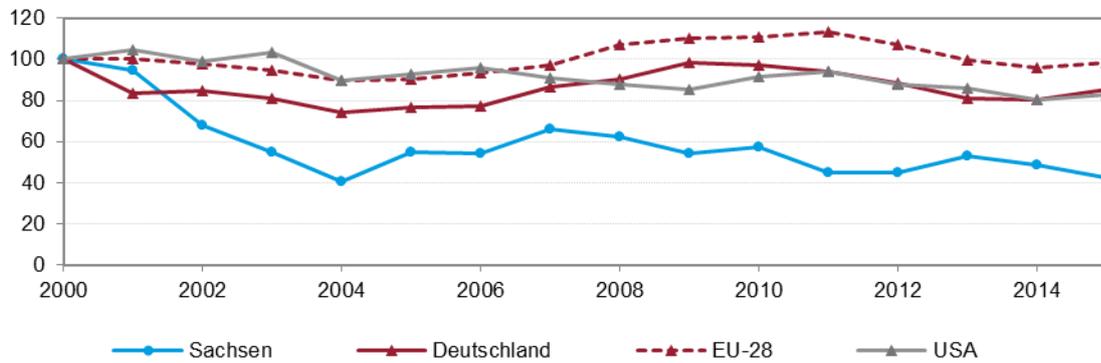
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 107: Patentwachstum Nanotechnologie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



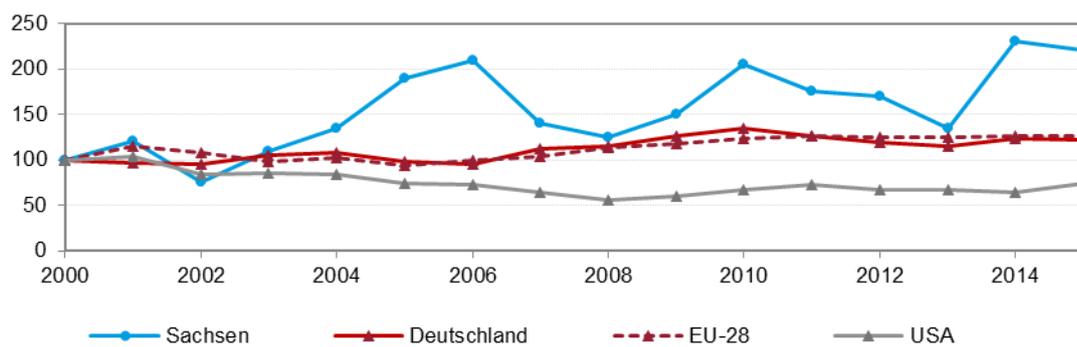
Anmerkung: Die Volatilität im Feld Nanotechnologie resultiert aus kleinen Anmeldezahlen (<10 p.a.).
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 108: Patentwachstum Mikro- und Nanoelektronik, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



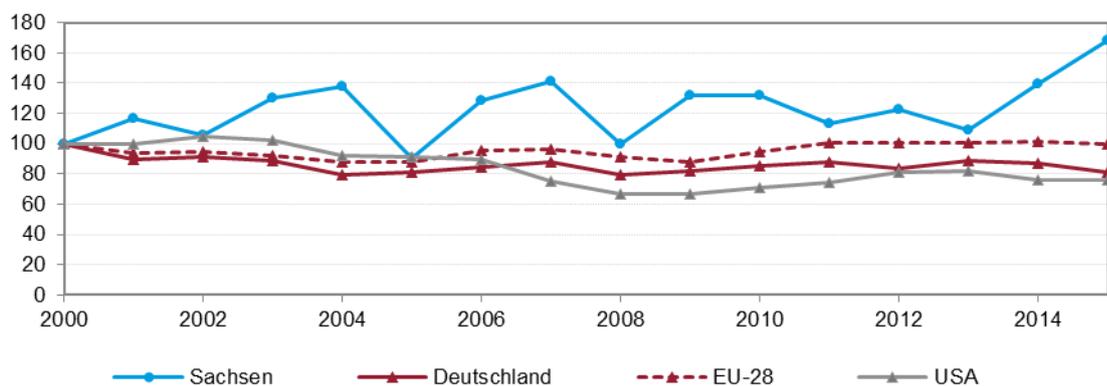
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 109: Patentwachstum Photonik, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



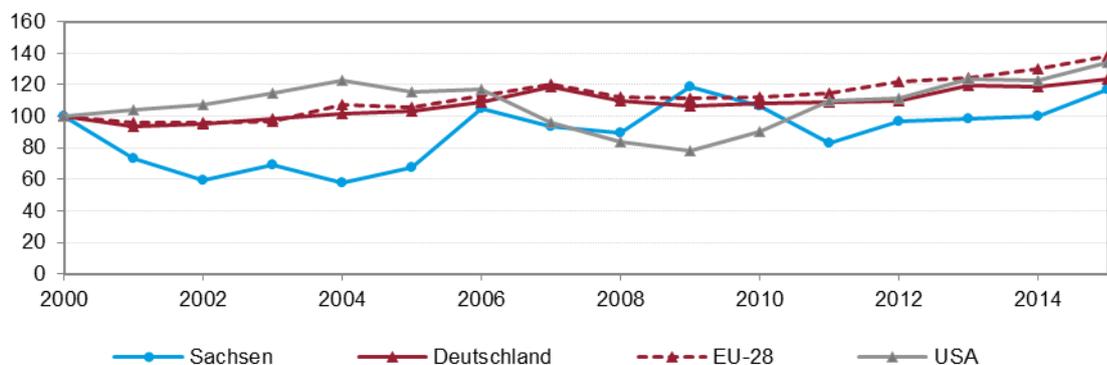
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 110: Patentwachstum Neue Materialien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



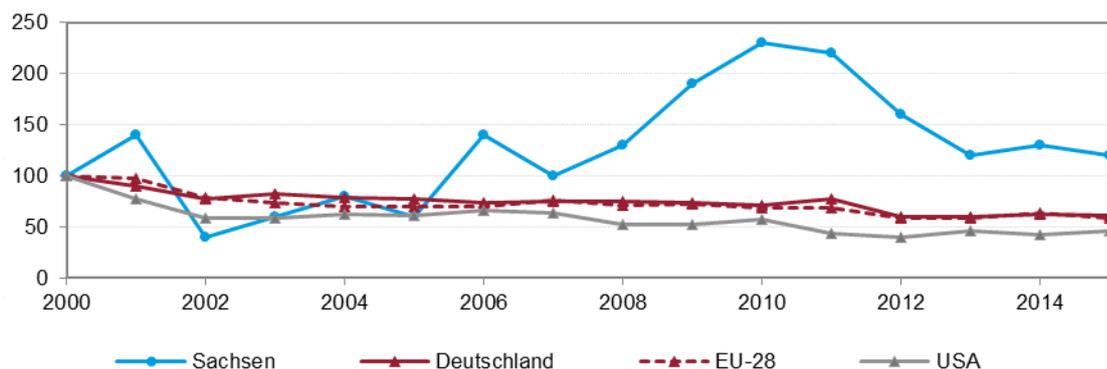
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 111: Patentwachstum Fortgeschrittene Produktionstechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 112: Patentwachstum Software und Webtechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 97: Patente innerhalb der Schlüsseltechnologien, nach Ländern, absolut, 2013-2015

absolut	gesamt	Schlüssel- technologien gesamt	Biotechnologie	Nanotechnologie	Mikro- und Nano- elektronik	Photonik	Neue Materialien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtechnologien
Welt	762.922	158.949	30.015	1.892	37.393	25.538	38.409	31.188	18.330
EU-28	237.930	43.932	8.430	441	6.690	6.762	10.081	12.203	4.809
DE	91.146	17.754	2.307	94	3.056	2.726	4.296	6.114	1.629
Sachsen	2.543	735	106	8	244	117	221	186	37
CH	14.835	2.721	591	30	441	366	642	736	254
BE	7.363	1.807	458	19	362	181	611	170	201
DK	5.754	970	521	13	55	99	83	186	83
ES	8.375	1.580	598	69	124	174	308	346	145
IT	17.832	2.657	452	21	263	374	698	813	284
FR	38.558	7.373	1.597	88	1.137	989	1.952	1.723	768
GB	27.857	4.821	1.415	87	703	624	825	1.113	662
NL	14.917	3.234	741	18	513	944	728	424	261
SE	12.934	1.774	315	22	139	155	433	648	281
FI	6.521	1.147	154	14	132	123	392	255	197
US	197.973	40.900	12.158	592	7.720	4.420	7.479	6.892	5.727
CA	12.749	2.515	744	52	196	402	417	569	503
JP	145.500	42.904	4.459	259	14.345	8.116	15.271	6.781	3.143
KR	49.510	11.001	1.612	161	3.731	2.353	2.682	1.224	1.208
CN	91.022	13.964	1.934	105	4.317	2.977	2.446	2.175	2.031
RU	3.840	649	118	67	80	112	159	139	101

Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 98: Patentanteile innerhalb der Schlüsseltechnologien, nach Ländern, in Prozent 2013-2015

Anteilig an Welt	gesamt	Schlüssel-technologien gesamt	Biotechnologie	Nanotechnologie	Mikro- und Nanoelektronik	Photonik	Neue Materialien	Fortgeschrittene Produktionstechnologien	Software und Webtechnologien
EU-28	31,2 %	27,6 %	28,1 %	23,3 %	17,9 %	26,5 %	26,2 %	39,1 %	26,2 %
DE	11,9 %	11,2 %	7,7 %	5,0 %	8,2 %	10,7 %	11,2 %	19,6 %	8,9 %
Sachsen	0,3 %	0,5 %	0,4 %	0,4 %	0,7 %	0,5 %	0,6 %	0,6 %	0,2 %
CH	1,9 %	1,7 %	2,0 %	1,6 %	1,2 %	1,4 %	1,7 %	2,4 %	1,4 %
BE	1,0 %	1,1 %	1,5 %	1,0 %	1,0 %	0,7 %	1,6 %	0,5 %	1,1 %
DK	0,8 %	0,6 %	1,7 %	0,7 %	0,1 %	0,4 %	0,2 %	0,6 %	0,5 %
ES	1,1 %	1,0 %	2,0 %	3,6 %	0,3 %	0,7 %	0,8 %	1,1 %	0,8 %
IT	2,3 %	1,7 %	1,5 %	1,1 %	0,7 %	1,5 %	1,8 %	2,6 %	1,5 %
FR	5,1 %	4,6 %	5,3 %	4,7 %	3,0 %	3,9 %	5,1 %	5,5 %	4,2 %
GB	3,7 %	3,0 %	4,7 %	4,6 %	1,9 %	2,4 %	2,1 %	3,6 %	3,6 %
NL	2,0 %	2,0 %	2,5 %	1,0 %	1,4 %	3,7 %	1,9 %	1,4 %	1,4 %
SE	1,7 %	1,1 %	1,0 %	1,2 %	0,4 %	0,6 %	1,1 %	2,1 %	1,5 %
FI	0,9 %	0,7 %	0,5 %	0,7 %	0,4 %	0,5 %	1,0 %	0,8 %	1,1 %
US	25,9 %	25,7 %	40,5 %	31,3 %	20,6 %	17,3 %	19,5 %	22,1 %	31,2 %
CA	1,7 %	1,6 %	2,5 %	2,7 %	0,5 %	1,6 %	1,1 %	1,8 %	2,7 %
JP	19,1 %	27,0 %	14,9 %	13,7 %	38,4 %	31,8 %	39,8 %	21,7 %	17,1 %
KR	6,5 %	6,9 %	5,4 %	8,5 %	10,0 %	9,2 %	7,0 %	3,9 %	6,6 %
CN	11,9 %	8,8 %	6,4 %	5,5 %	11,5 %	11,7 %	6,4 %	7,0 %	11,1 %
RU	0,5 %	0,4 %	0,4 %	3,5 %	0,2 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,6 %

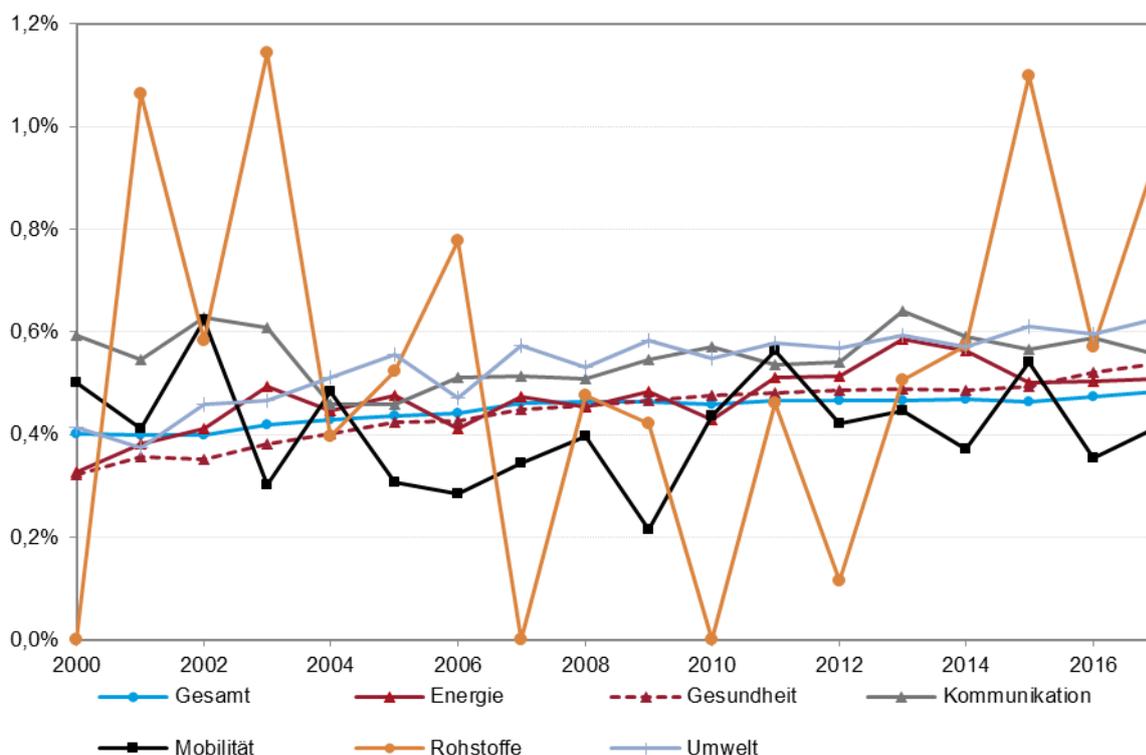
Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Wissenschaftliche Kapazitäten

Zukunftsfelder

Bei den wissenschaftlichen Publikationen in den Zukunftsfeldern erreicht Sachsen, ähnlich wie bei den Patenten, einen weltweiten Anteil von 0,5 % (Abbildung 113). In den Feldern Energie und Gesundheit liegen in Sachsen die durchschnittlichen Anteile bei 0,5 %. Bei Digitale Kommunikation und Umwelt ist der Wert mit 0,6 % leicht überdurchschnittlich, während er bei der Mobilität leicht unterdurchschnittlich (0,4 %) ausfällt. Insgesamt zeigt sich hier also ein recht ausgeglichenes Profil; in jedem Zukunftsfeld ist ein signifikanter Publikationsanteil zu verzeichnen. Dies war auch schon bei den Spezialisierungswerten erkennbar. Der höchste Publikationsanteil Sachsens wird jedoch mit 0,9 % im Feld Rohstoffe erreicht.

Abbildung 113: Publikationsanteile Sachsens an den weltweiten Publikationen in den Zukunftsfeldern, in Prozent



Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

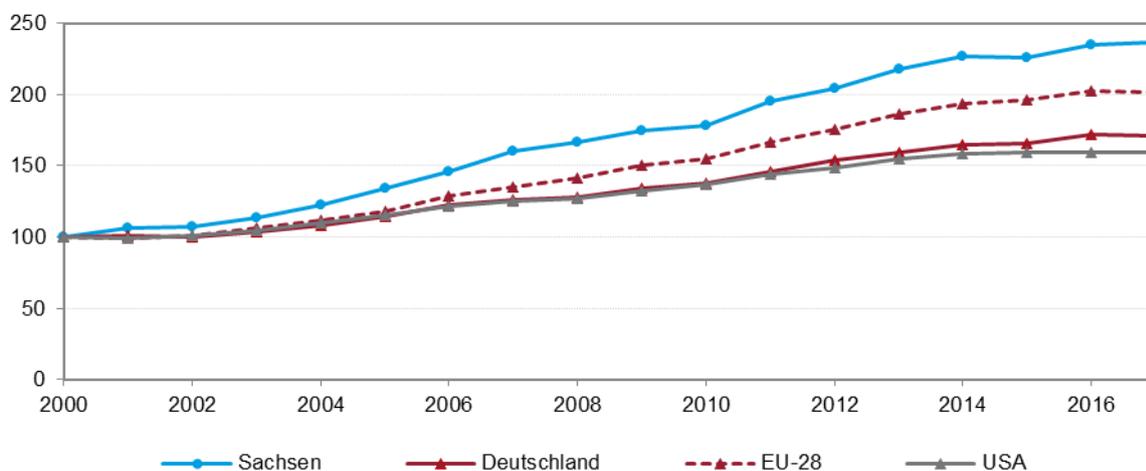
Um die Entwicklung des Aufkommens an Veröffentlichungen in Sachsen pro Zukunftsfeld mit der in anderen Ländern vergleichen zu können, ist in Abbildung 114 bis Abbildung 120 die Zahl der Publikationen pro Jahr indiziert auf einen Normwert von 100 im Jahr 2000 abgetragen.

Insgesamt ist das Publikationswachstum in Sachsen über die Jahre hinweg überdurchschnittlich. Die Zahl akademischer Veröffentlichungen in den Zukunftsfeldern ist in Sachsen stärker gewachsen als in Deutschland, der EU-28 oder den USA.

Dies trifft vor allem für das Zukunftsfeld Energie zu, in dem nach 2010 die Zahl der Publikationen massiv eingebrochen ist. Auch in den Feldern Gesundheit, Digitale Kommunikation und Umwelt finden sich wachsende Publikationszahlen, wobei hier über die Jahre eher stetige Wachstumsraten zu verzeichnen waren. Das Feld Mobilität entwickelt sich stärker als das Feld Energie, insbesondere durch einen eher sprunghaften Anstieg nach 2009. Im Zukunftsfeld Rohstoffe stagnierte die Zahl der Publikationen bis ca. 2012. Seitdem werden relativ betrachtet mehr Publikationen verzeichnet, wenngleich ihre absolute Zahl sehr gering bleibt.

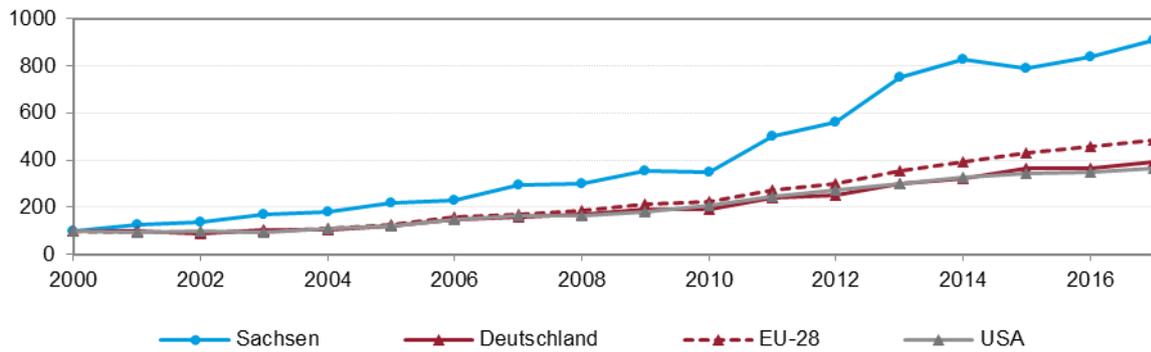
Vom internationalen Trend positiv absetzen konnte sich Sachsen bislang nur in den Zukunftsfeldern Energie, Gesundheit und Umwelt. Insbesondere im Feld Digitale Kommunikation hielt der Freistaat lediglich mit der europäischen Entwicklung Schritt.

Abbildung 114: Publikationswachstum insgesamt, internationaler Trendvergleich , Index 2000=100



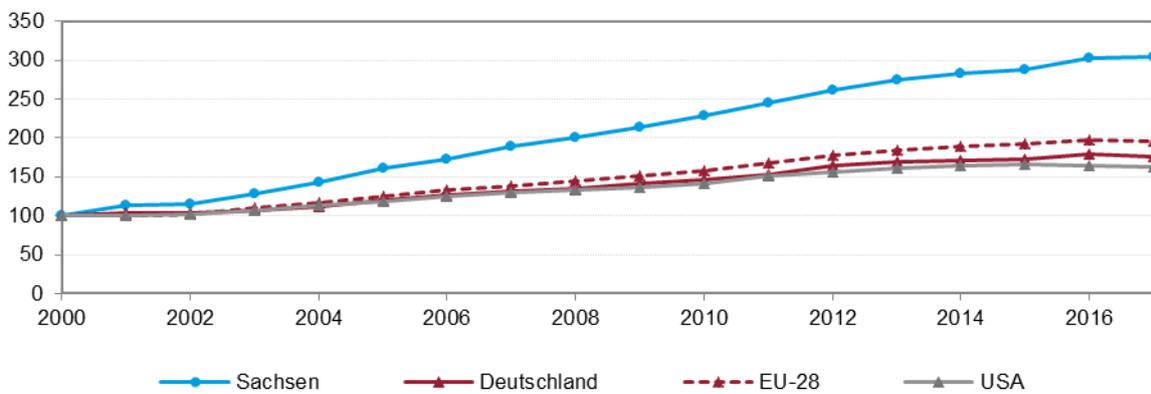
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 115: Publikationswachstum Zukunftsfeld Energie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



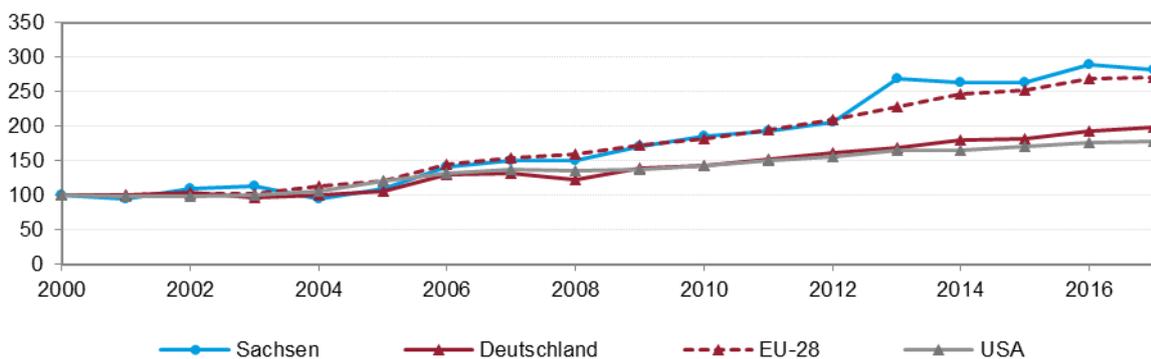
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 116: Publikationswachstum Zukunftsfeld Gesundheit, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



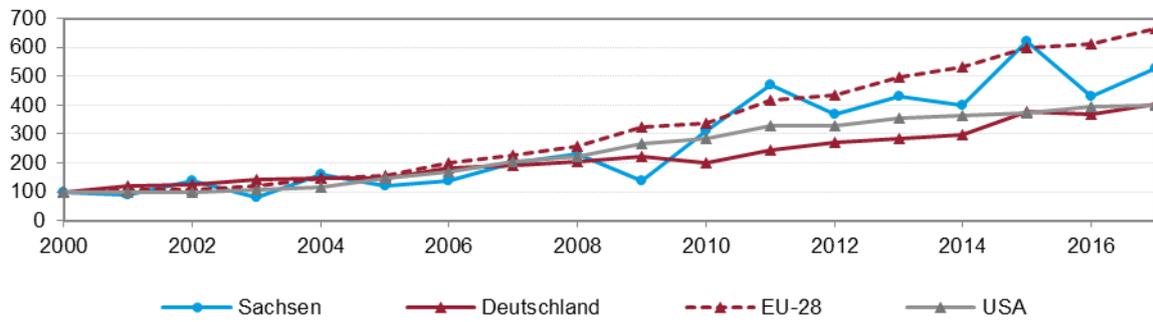
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 117: Publikationswachstum Zukunftsfeld Digitale Kommunikation, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



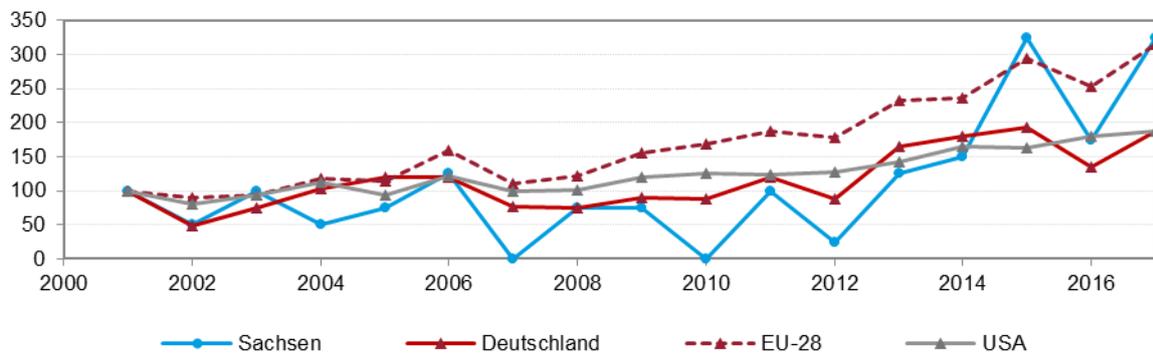
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 118: Publikationswachstum Zukunftsfeld Mobilität, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



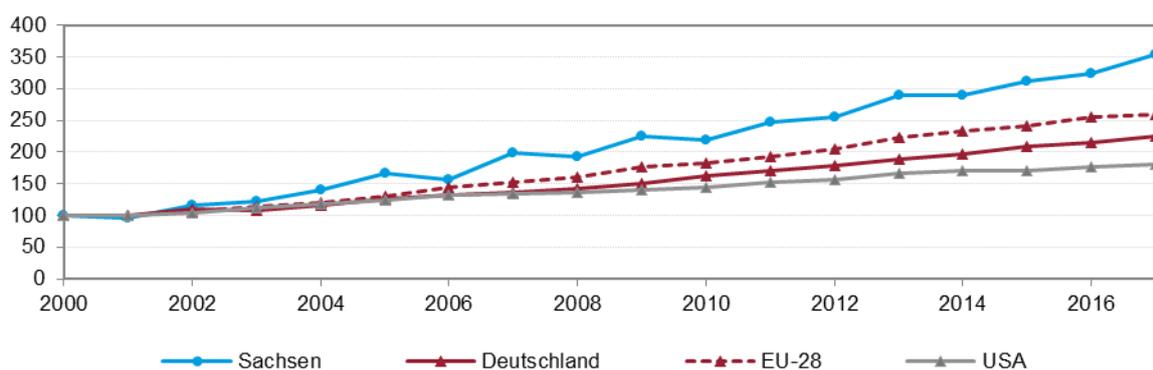
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 119: Publikationswachstum Zukunftsfeld Rohstoffe, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



Anmerkung: Die Volatilität ist das Ergebnis kleiner Publikationszahlen (<15 pro Jahr), im Jahr 2000 beträgt der Wert 0, daher wurde für diesen Vergleich das Startjahr 2001 gewählt.
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 120: Publikationswachstum Zukunftsfeld Umwelt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 99: Publikationen innerhalb der Zukunftsfelder, nach Ländern, absolut und anteilig, 2015-2017

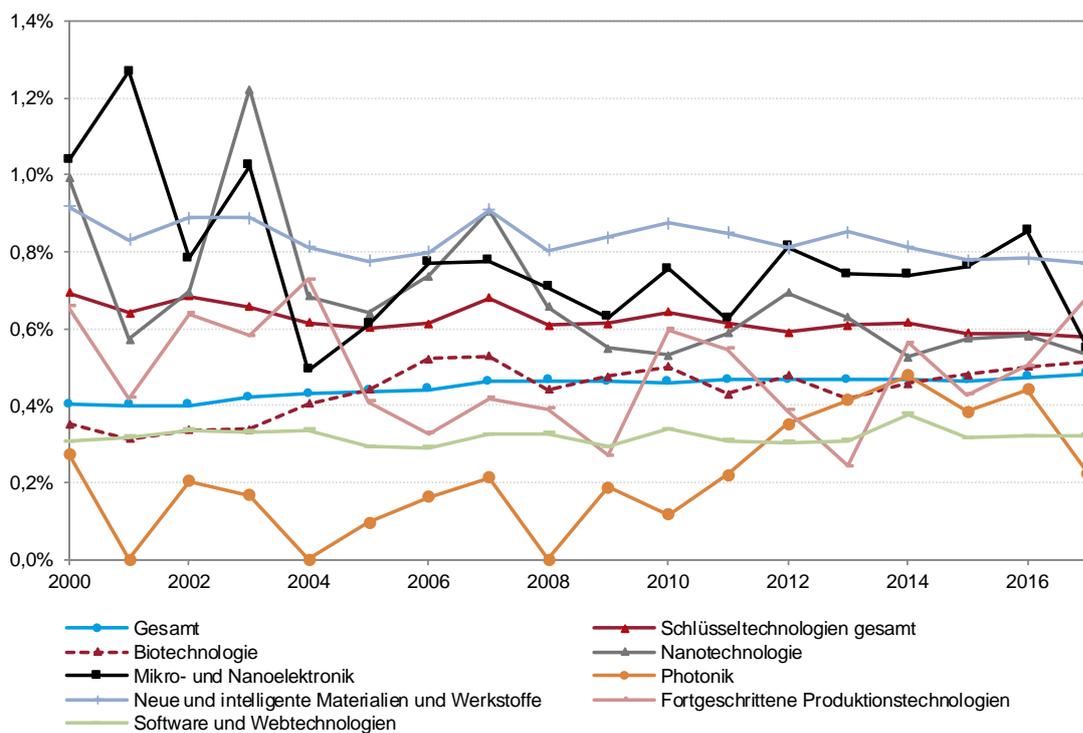
absolut	gesamt	Energie	Gesundheit	Digitale Kommunikation	Mobilität	Rohstoffe	Umwelt
Welt	6.587.159	190.707	3.273.203	215.413	36.370	3.787	543.062
EU-28	2.514.305	59.488	1.350.653	58.390	11.946	1.008	230.012
DE	399.059	11.073	221.835	13.346	2.003	160	32.042
Sachsen	31.210	963	16.926	1.239	158	33	3.322
CH	111.631	2.718	69.160	3.379	421	47	10.579
BE	80.311	1.697	46.894	2.326	299	27	7.362
DK	66.685	1.819	42.092	1.596	264	19	7.305
ES	226.218	5.660	115.459	6.995	1.176	61	22.298
IT	259.457	6.457	142.548	8.176	1.433	96	21.199
FR	275.966	6.132	141.557	8.236	1.136	110	23.498
GB	458.553	9.396	258.075	12.395	1.979	184	40.558
NL	143.732	2.657	92.194	3.720	528	43	13.685
SE	98.379	2.847	57.910	2.944	552	49	10.929
FI	46.222	1.246	22.527	1.832	236	23	6.107
US	1.509.636	32.202	926.072	41.151	6.799	577	125.117
CA	246.787	5.587	141.491	6.812	1.231	160	27.218
JP	293.017	8.670	171.182	9.228	1.219	99	16.813
KR	209.258	11.974	101.366	11.118	1.644	61	13.378
CN	1.237.518	61.224	472.662	55.432	8.267	1.554	109.107
RU	176.007	3.592	39.271	6.419	594	253	10.514
Anteilig an Welt	gesamt	Energie	Gesundheit	Digitale Kommunikation	Mobilität	Rohstoffe	Umwelt
EU-28	38,2 %	31,2 %	41,3 %	27,1 %	32,8 %	26,6 %	42,4 %
DE	6,1 %	5,8 %	6,8 %	6,2 %	5,5 %	4,2 %	5,9 %
Sachsen	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,4 %	0,9 %	0,6 %
CH	1,7 %	1,4 %	2,1 %	1,6 %	1,2 %	1,2 %	1,9 %
BE	1,2 %	0,9 %	1,4 %	1,1 %	0,8 %	0,7 %	1,4 %
DK	1,0 %	1,0 %	1,3 %	0,7 %	0,7 %	0,5 %	1,3 %
ES	3,4 %	3,0 %	3,5 %	3,2 %	3,2 %	1,6 %	4,1 %
IT	3,9 %	3,4 %	4,4 %	3,8 %	3,9 %	2,5 %	3,9 %
FR	4,2 %	3,2 %	4,3 %	3,8 %	3,1 %	2,9 %	4,3 %
GB	7,0 %	4,9 %	7,9 %	5,8 %	5,4 %	4,9 %	7,5 %
NL	2,2 %	1,4 %	2,8 %	1,7 %	1,5 %	1,1 %	2,5 %
SE	1,5 %	1,5 %	1,8 %	1,4 %	1,5 %	1,3 %	2,0 %
FI	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,9 %	0,6 %	0,6 %	1,1 %
US	22,9 %	16,9 %	28,3 %	19,1 %	18,7 %	15,2 %	23,0 %
CA	3,7 %	2,9 %	4,3 %	3,2 %	3,4 %	4,2 %	5,0 %
JP	4,4 %	4,5 %	5,2 %	4,3 %	3,4 %	2,6 %	3,1 %
KR	3,2 %	6,3 %	3,1 %	5,2 %	4,5 %	1,6 %	2,5 %
CN	18,8 %	32,1 %	14,4 %	25,7 %	22,7 %	41,0 %	20,1 %
RU	2,7 %	1,9 %	1,2 %	3,0 %	1,6 %	6,7 %	1,9 %

Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Schlüsseltechnologien

Bei den wissenschaftlichen Publikationen in Schlüsseltechnologien erreicht Sachsen einen weltweiten Anteil von 0,6 %. Dies liegt, wie auch bei den Patenten, über dem sächsischen Durchschnitt aller wissenschaftlicher Publikationen von 0,5 % (Abbildung 121). In der Biotechnologie, der Nanotechnologie und der Mikro- und Nanoelektronik liegen die durchschnittlichen Anteile in Sachsen bei 0,5-0,6 %, wobei dies bei der Mikro- und Nanoelektronik nur ein aktueller Effekt zu sein scheint. Bis 2016 wurden in dieser Schlüsseltechnologie noch weit überdurchschnittliche Anteile von 0,9 % erreicht. Unterdurchschnittliche Anteile von 0,2 bzw. 0,3 % erzielt Sachsen in der Photonik bzw. bei den Software und Webtechnologien. In den Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen sowie den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien liegen hingegen die Anteile mit 0,8 bzw. 0,7 % deutlich über dem Durchschnitt.

Abbildung 121: Publikationsanteile Sachsens an den weltweiten Publikationen innerhalb der Schlüsseltechnologien, in Prozent



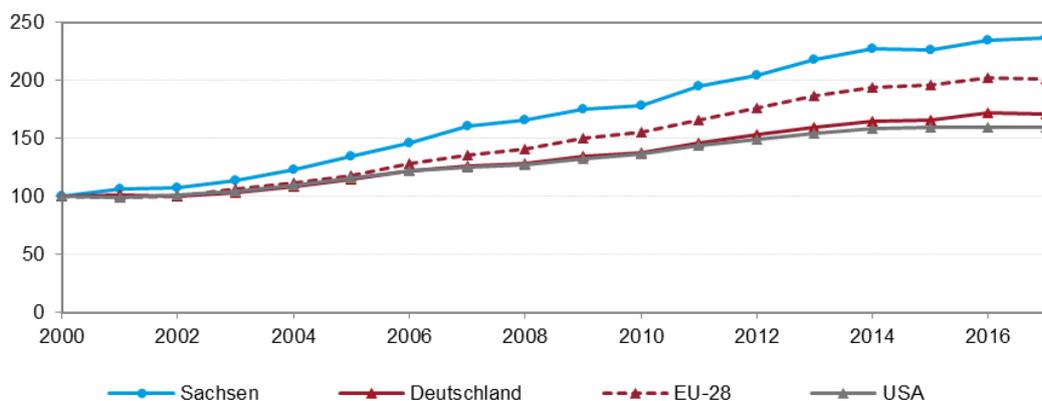
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Auch für die Schlüsseltechnologien wurde in Abbildung 122 bis Abbildung 130 die jährliche Zahl der Publikationen indiziert auf einen Normwert von 100 im Jahr 2000 abgetragen, um die Entwicklung der Zahl der Veröffentlichungen Sachsens mit der anderer Länder besser vergleichen zu können.

Lenkt man den Blick auf das Wachstum der Publikationen in den Schlüsseltechnologien, so ist seit dem Jahr 2000 für alle Länder ein weitgehend kontinuierliches Wachstum zu erkennen, wobei Sachsen sowie die EU-28 vergleichsweise hohe Wachstumsraten vorweisen können. In den USA und Deutschland fällt das Wachstum etwas geringer aus.

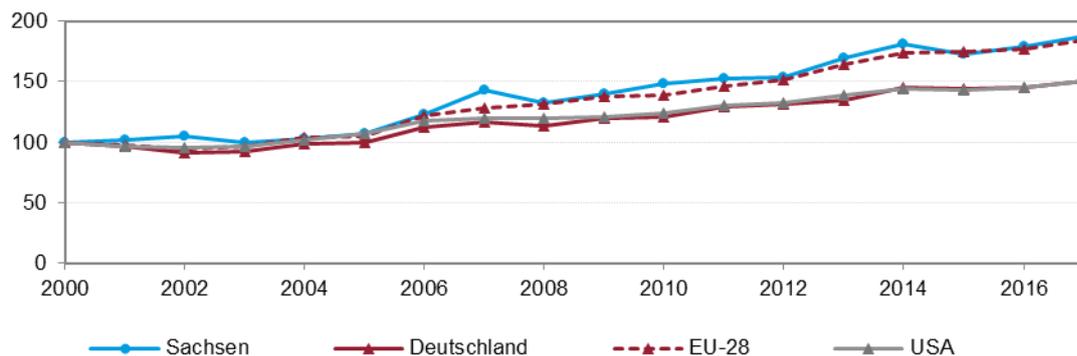
Beim Vergleich der einzelnen Felder wird deutlich, dass Sachsen in der Biotechnologie ein starkes Publikationswachstum zeigt, das deutlich über die Werte von Deutschland, der EU-28 und den USA hinausgeht. In der Nanotechnologie kam es seit 2010 zu einem leichten Abflachen der Wachstumsraten für Sachsen sowie Deutschland insgesamt, während die Publikationszahlen in der EU-28 noch kontinuierlich ansteigen. Bei der Mikro- und Nanoelektronik zeigt Sachsen, wie auch die EU-28, die stärksten Wachstumsraten, wobei es 2017 zu einem Rückgang der Publikationszahlen im Vergleich zu 2016 kam. In der Photonik ist weltweit ein kontinuierliches Wachstum der Publikationen erkennbar, wobei die USA hier niedrigere Wachstumsraten aufweisen als Deutschland und die EU-28. In Sachsen haben die Publikationszahlen in diesem Feld vor allem zwischen 2010 und 2014 stark zugenommen, indes hat sich das Wachstum seit 2014 wieder etwas verlangsamt. Erneut ist hierbei zu berücksichtigen, dass das geringe Publikationsaufkommen Sachsens in der Photonik schon aus rechnerischen Gründen zu sprunghaften Wachstumsraten führt. Bei den Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen zeigt Sachsen im internationalen Vergleich herausragende Wachstumsraten bei einer gleichzeitig hohen Zahl an Veröffentlichungen. Hohe Wachstumsraten werden vor allem seit 2013 auch bei den Fortgeschrittenen Produktionstechnologien erreicht. Jedoch ist hier die absolute Zahl der Veröffentlichungen deutlich geringer (kleiner 20 pro Jahr), weshalb auch hier die Wachstumsraten schwanken. In Software und Webtechnologien zeigt sich ähnlich wie bei den Neuen und intelligenten Materialien und Werkstoffen seit dem Jahr 2000 ein kontinuierliches und signifikantes Wachstum.

Abbildung 122: Publikationswachstum insgesamt, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



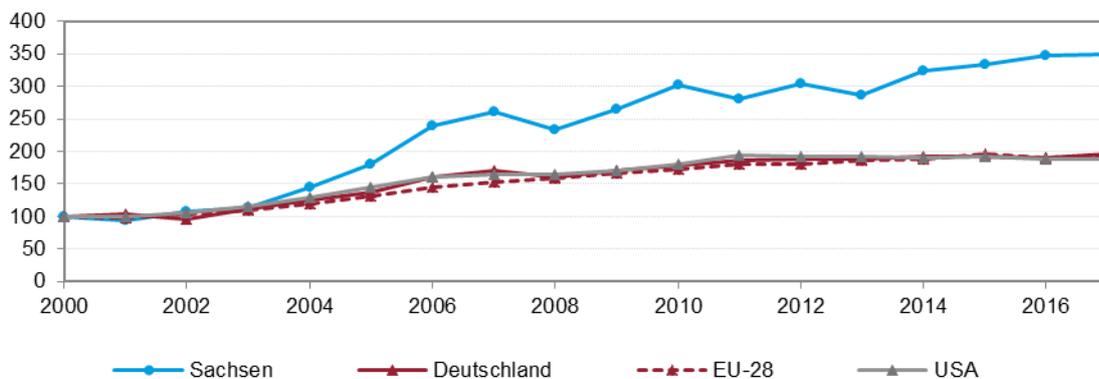
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 123: Publikationswachstum in den Schlüsseltechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



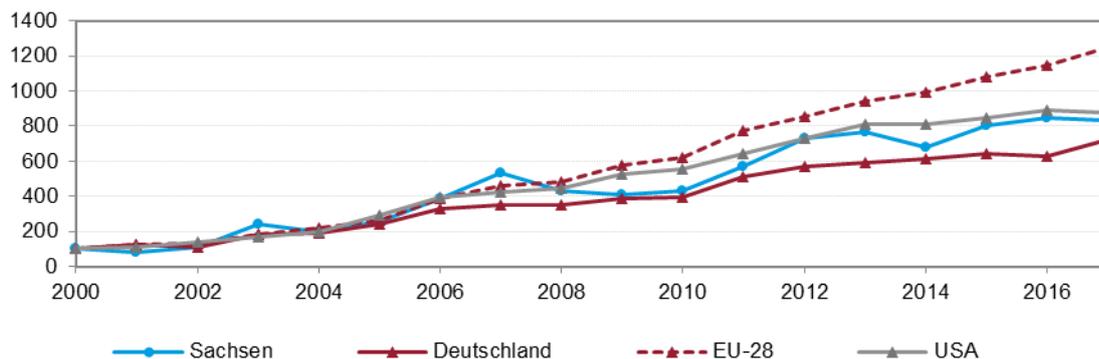
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 124: Publikationswachstum Biotechnologie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



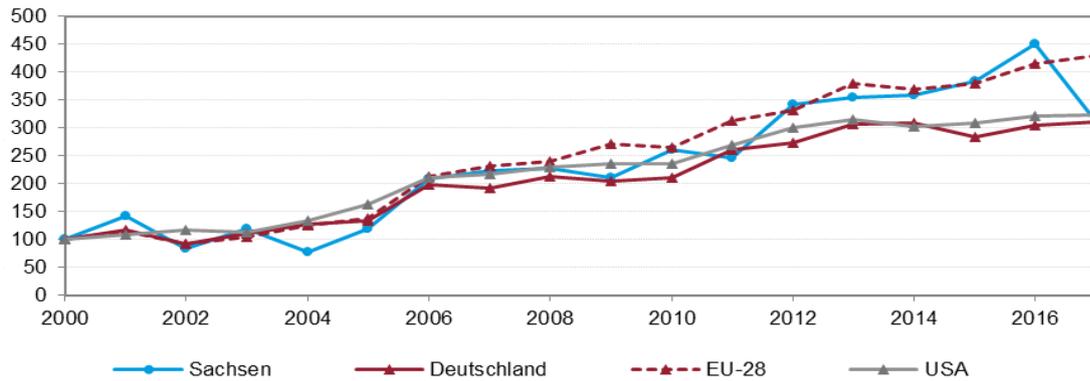
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 125: Publikationswachstum Nanotechnologie, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



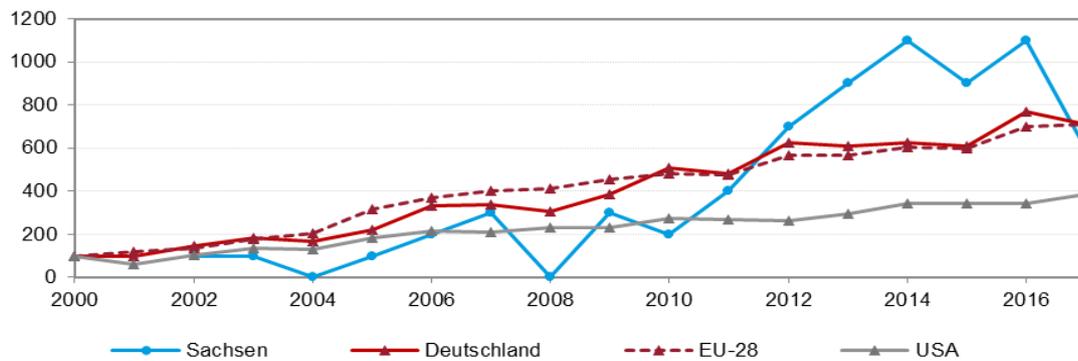
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 126: Publikationswachstum Mikro- und Nanoelektronik, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



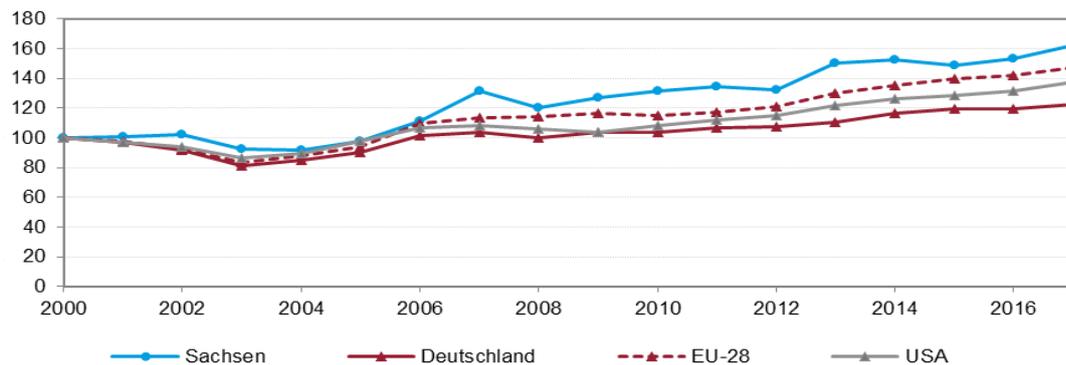
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 127: Publikationswachstum Photonik, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



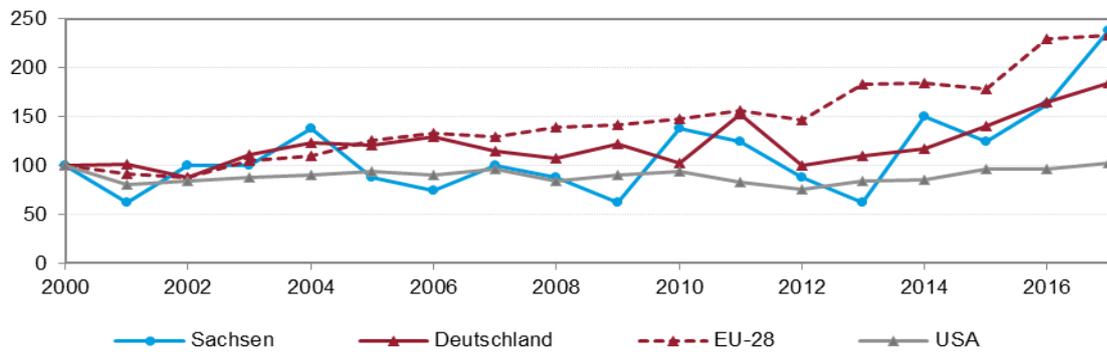
Anmerkung: Die Volatilität in den ist das Ergebnis kleiner Publikationszahlen (<20 pro Jahr).
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 128: Publikationswachstum Neue Materialien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



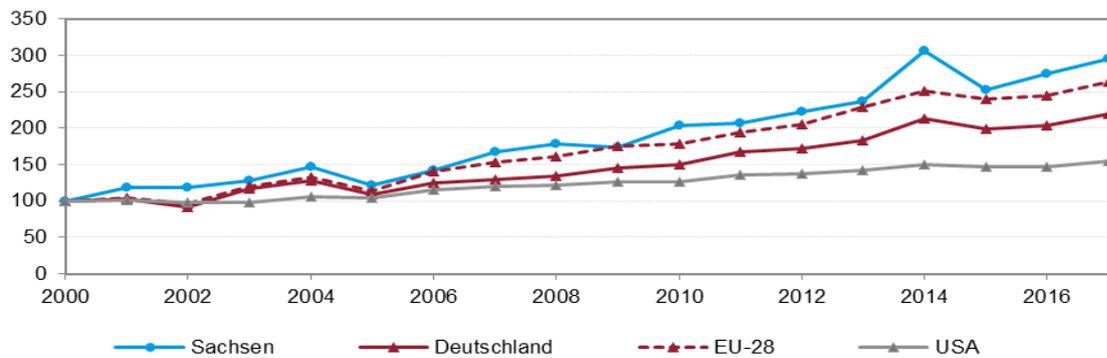
Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 129: Publikationswachstum fortgeschrittene Produktionstechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



Anmerkung: Die Volatilität ist das Ergebnis kleiner Publikationszahlen (<20 pro Jahr).
 Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 130: Publikationswachstum Software und Webtechnologien, internationaler Trendvergleich, Index 2000=100



Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 100: Publikationen innerhalb der Schlüsseltechnologien, nach Ländern, absolut, 2015-2017

absolut	gesamt	Schlüssel-technologien gesamt	Biotechnologie	Nanotechnologie	Mikro- und Nano-elektronik	Photonik	Neue Materialien	Fortgeschrittene Produktionstechnologien	Software und Webtechnologien
Welt	6.587.159	1.310.235	144.770	51.279	41.576	7.516	732.407	7.704	458.520
EU-28	2.514.305	403.772	49.631	10.189	11.808	2.568	211.332	2.361	150.612
DE	399.059	74.307	9.147	2.495	2.330	459	44.495	499	21.966
Sachsen	31.210	7.659	721	284	298	26	5.690	42	1.464
CH	111.631	16.391	2.263	595	543	116	9.059	65	5.404
BE	80.311	12.947	2.032	399	337	114	6.554	65	4.691
DK	66.685	8.756	1.820	290	232	114	3.627	39	3.440
ES	226.218	38.110	5.415	987	819	250	17.553	251	15.959
IT	259.457	41.306	5.076	1.518	1.345	277	19.261	288	17.591
FR	275.966	53.424	5.207	1.907	1.907	407	29.568	245	19.452
GB	458.553	64.286	7.571	2.034	1.848	480	30.698	361	27.552
NL	143.732	17.778	2.997	551	470	113	7.635	78	7.626
SE	98.379	15.572	1.875	609	465	52	8.262	73	5.682
FI	46.222	8.915	942	257	212	39	4.264	57	3.908
US	1.509.636	217.823	28.700	7.054	5.307	1.381	109.181	1.054	85.926
CA	246.787	37.480	4.512	1.099	947	326	16.815	273	17.039
JP	293.017	61.350	7.087	2.461	2.227	288	40.192	215	14.727
KR	209.258	65.618	8.718	3.101	2.264	186	38.518	289	20.061
CN	1.237.518	396.393	32.846	16.615	15.323	2.521	246.613	2.439	123.583
RU	176.007	40.244	2.519	955	985	246	30.584	111	8.016

Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 101: Publikationen innerhalb der Schlüsseltechnologien, nach Ländern, absolut, 2015-2017

Anteilig an Welt	Gesamt	Schlüssel-technologien gesamt	Biotechnologie	Nanotechnologie	Mikro- und Nanoelektronik	Photonik	Neue Materialien	Fortgeschrittene Produktionstechnologien	Software und Webtechnologien
EU-28	38,2 %	30,8 %	34,3 %	19,9 %	28,4 %	34,2 %	28,9 %	30,6 %	32,8 %
DE	6,1 %	5,7 %	6,3 %	4,9 %	5,6 %	6,1 %	6,1 %	6,5 %	4,8 %
Sachsen	0,5 %	0,6 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,3 %	0,8 %	0,5 %	0,3 %
CH	1,7 %	1,3 %	1,6 %	1,2 %	1,3 %	1,5 %	1,2 %	0,8 %	1,2 %
BE	1,2 %	1,0 %	1,4 %	0,8 %	0,8 %	1,5 %	0,9 %	0,8 %	1,0 %
DK	1,0 %	0,7 %	1,3 %	0,6 %	0,6 %	1,5 %	0,5 %	0,5 %	0,8 %
ES	3,4 %	2,9 %	3,7 %	1,9 %	2,0 %	3,3 %	2,4 %	3,3 %	3,5 %
IT	3,9 %	3,2 %	3,5 %	3,0 %	3,2 %	3,7 %	2,6 %	3,7 %	3,8 %
FR	4,2 %	4,1 %	3,6 %	3,7 %	4,6 %	5,4 %	4,0 %	3,2 %	4,2 %
GB	7,0 %	4,9 %	5,2 %	4,0 %	4,4 %	6,4 %	4,2 %	4,7 %	6,0 %
NL	2,2 %	1,4 %	2,1 %	1,1 %	1,1 %	1,5 %	1,0 %	1,0 %	1,7 %
SE	1,5 %	1,2 %	1,3 %	1,2 %	1,1 %	0,7 %	1,1 %	0,9 %	1,2 %
FI	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,9 %
US	22,9 %	16,6 %	19,8 %	13,8 %	12,8 %	18,4 %	14,9 %	13,7 %	18,7 %
CA	3,7 %	2,9 %	3,1 %	2,1 %	2,3 %	4,3 %	2,3 %	3,5 %	3,7 %
JP	4,4 %	4,7 %	4,9 %	4,8 %	5,4 %	3,8 %	5,5 %	2,8 %	3,2 %
KR	3,2 %	5,0 %	6,0 %	6,0 %	5,4 %	2,5 %	5,3 %	3,8 %	4,4 %
CN	18,8 %	30,3 %	22,7 %	32,4 %	36,9 %	33,5 %	33,7 %	31,7 %	27,0 %
RU	2,7 %	3,1 %	1,7 %	1,9 %	2,4 %	3,3 %	4,2 %	1,4 %	1,7 %

Quelle: Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Internationale Verflechtungen

In einem weiteren Schritt können internationale Verflechtungen sächsischer Wissenschaftler mit Hilfe internationaler Ko-Patente und Ko-Publikationen¹¹⁸ analysiert werden. Dies ist in Tabelle 102 dargestellt. Kooperationsstrukturen weisen auf die Internationalisierung von Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten hin. Da bei jeder Zusammenarbeit zusätzlich davon ausgegangen werden kann, dass Wissen ausgetauscht wird, ermöglicht die Analyse von Kooperationen auch gleichzeitig Aussagen über internationale Wissensflüsse. Insgesamt zeigt sich, dass 13 % aller Patente Sachsens internationale Ko-Patente sind. Dies liegt nur leicht unter dem deutschen Anteil von 14 %. Bei den Publikationen zeigt sich jedoch ein gegenläufiger Effekt. Hier liegt Sachsen mit einem Anteil von 55 % leicht über dem deutschlandweiten Mittel (53 %). Insgesamt machen sächsische Ko-Patente etwa 3 % aller deutschen Ko-Patente aus, hinsichtlich Ko-Publikationen ist der Anteil mit 8 % deutlich höher.

Tabelle 102: Anteile der Ko-Patente und Ko-Publikationen Sachsens im Vergleich zu Gesamtdeutschland, nach Zukunftsfeldern, in Prozent

Anteil Ko-Patente (2013-2015)	Anteil Deutschland	Anteil Sachsen	Anteil Sachsen an Ko-Patenten aus Deutschland
gesamt	14 %	13 %	3 %
Energie	14 %	11 %	3 %
Gesundheit	25 %	27 %	2 %
Digitale Kommunikation	17 %	16 %	3 %
Mobilität	12 %	8 %	2 %
Rohstoffe	16 %	12 %	2 %
Umwelt	16 %	8 %	2 %
Anteil Ko-Publikationen (2015-2017)	Anteil Deutschland	Anteil Sachsen	Anteil Sachsen an Ko-Publikationen aus Deutschland
gesamt	53 %	55 %	8 %
Energie	53 %	53 %	9 %
Gesundheit	51 %	54 %	8 %
Digitale Kommunikation	58 %	55 %	9 %
Mobilität	49 %	42 %	7 %
Rohstoffe	68 %	61 %	19 %
Umwelt	61 %	62 %	11 %

Quelle: EPA - PATSTAT, Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die höchsten Ko-Patentierungsanteile werden mit 27 % im Zukunftsfeld Gesundheit erreicht, in dem die internationalen Kooperationsaktivitäten sächsischer Erfinder über dem deutschen Durchschnitt (25 %) liegen. Darauf folgen die Felder Digitale Kommunikation, Rohstoffe und

¹¹⁸ Internationale Ko-Patente sind dabei definiert als Patent mit Erfindern aus unterschiedlichen Ländern. Internationale Ko-Publikationen sind Publikationen mit Autoren aus unterschiedlichen Ländern.

Energie mit Anteilen von mehr als 10 %. Der höchste Anteil von Ko-Publikationen findet sich hingegen im Feld Umwelt, in Sachsen (62 %) wie auch in Deutschland insgesamt (61 %). Das Feld mit dem zweitgrößten Publikationsanteil ist das Feld Rohstoffe, gefolgt von der Digitalen Kommunikation, der Gesundheit und der Energie mit ähnlich hohen Anteilen.

In einem letzten Schritt werden auch bei den Schlüsseltechnologien internationale Verflechtungen sächsischer Wissenschaftler mit Hilfe internationaler Ko-Patente und Ko-Publikationen analysiert. Dies ist in Tabelle 103 dargestellt. Es zeigt sich, dass 15 % aller Patente Sachsens

Tabelle 103: Anteile der Ko-Patente und Ko-Publikationen Sachsens im Vergleich zu Gesamtdeutschland, nach Schlüsseltechnologien, in Prozent

Anteil Ko-Patente (2013-2015)	Anteil Deutschland	Anteil Sachsen	Anteil Sachsen an Ko-Patenten aus Deutschland
gesamt	14 %	13 %	3 %
Schlüsseltechnologien gesamt	16 %	15 %	4 %
Biotechnologie	26 %	15 %	4 %
Nanotechnologie	36 %	61 %	12 %
Mikro- und Nanoelektronik	15 %	15 %	8 %
Photonik	13 %	9 %	3 %
Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe	23 %	17 %	4 %
Fortgeschrittene Produktionstechnologien	10 %	6 %	2 %
Software und Webtechnologien	14 %	13 %	4 %
Anteil Ko-Publikationen (2015-2017)	Anteil Deutschland	Anteil Sachsen	Anteil Sachsen an Ko-Publikationen aus Deutschland
gesamt	53 %	55 %	8 %
Schlüsseltechnologien gesamt	54 %	55 %	11 %
Biotechnologie	54 %	48 %	7 %
Nanotechnologie	68 %	65 %	11 %
Mikro- und Nanoelektronik	59 %	56 %	12 %
Photonik	61 %	64 %	5 %
Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe	56 %	58 %	13 %
Fortgeschrittene Produktionstechnologien	31 %	26 %	7 %
Software und Webtechnologien	51 %	47 %	6 %

Quelle: EPA - PATSTAT, Elsevier - SCOPUS, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

auf Schlüsseltechnologien internationale Ko-Patente sind, was etwa dem deutschen Wert (16 %) entspricht. Bei den Publikationen zeigen sich Ko-Publikationsanteile in Sachsen von 55 % in den Schlüsseltechnologien. Dieser Wert beläuft sich in Deutschland auf 54 %. Insgesamt machen die sächsischen Ko-Patente in Schlüsseltechnologien etwa 4 % aller deutschen Ko-Patente auf Schlüsseltechnologien aus; wie bei den Zukunftsfeldern ist auch bei den Ko-Publikationen der Anteil mit 11 % deutlich höher.

Die höchsten Ko-Patentierungsanteile erreicht Sachsen mit 61 % in der Nanotechnologie, gegenüber 36 % in Deutschland. Darauf folgen mit deutlichem Abstand Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe (17 %), Biotechnologie (15 %), Mikro- und Nanoelektronik (15 %) sowie Software und Webtechnologien (13 %). Ein ähnliches Bild, jedoch mit deutlich höheren Anteilen insgesamt, zeigt sich bei den Publikationen. Auch hier hat die Nanotechnologie die größten Anteile, jedoch direkt gefolgt von der Photonik. Darauf folgen Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe, die Mikro- und Nanoelektronik, die Biotechnologie und die Software und Webtechnologien.

Fazit

Mit Blick auf den Regional Innovation Index positionieren sich die betrachteten sächsischen Regionen im europäischen Vergleich in der zweitstärksten Innovatorengruppe, der Gruppe der Strong Innovators. Innerhalb dieser Gruppe sind Dresden und Leipzig dem oberen und Chemnitz dem unteren Drittel zuzuordnen. Darüber hinaus zeigen die Einzelindikatoren des **Regional Innovation Scoreboards**, dass Sachsen eine relative **Stärke hinsichtlich der Anzahl an kollaborierenden und innovierenden KMUs** aufweist. In diesem Bereich erzielt Sachsen einen überdurchschnittlich hohen Indikatorwert, und zwar nicht nur gegenüber der EU, sondern auch gegenüber der stärksten Innovatorengruppe, den Innovation Leaders. Außerdem erlangt Sachsen einen mit den Innovation Leaders vergleichbaren hohen positiven Wert für die Einzelindikatoren bei nicht-FuE-basierten Innovationsausgaben, intern innovierenden KMUs und dem Export von Mittel- und Hochtechnologieprodukten. Auffällig ist jedoch, dass Sachsen **überdurchschnittlich hohe FuE-Ausgaben des Staatssektors** sowie unterdurchschnittliche Werte für Bevölkerung mit Hochschulabschluss, FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors sowie Marken- und Designanmeldungen aufweist.

Für die betrachteten Innovationsindikatoren, **FuE-Aufwendungen, FuE-Personal** sowie **Beschäftigte in innovationsrelevanten Wirtschaftszweigen**, kann übergreifend und über den Betrachtungszeitraum hinweg festgestellt werden, dass sich Sachsen **stets über dem europäischen Durchschnitt** positioniert. Bei einer disaggregierteren Betrachtung der FuE-Auf-

wendungen und des FuE-Personals auf der Ebene der Sektoren wird deutlich, dass die geringfügig unterdurchschnittlichen Werte im Unternehmenssektor durch höhere Indikatorwerte im Hochschulsektor sowie in der außeruniversitären Forschung kompensiert werden können.

Unter Trendgesichtspunkten ist festzustellen, dass sich Sachsens technologische Potenziale im Zukunftsfeld **Digitale Kommunikation** seit ca. 2010 nur unterdurchschnittlich entwickelt haben. Auch im Hinblick auf wissenschaftliche Potenziale konnte hier zwar noch der deutsche, nicht aber der gesamteuropäische Trend übertroffen werden.

Eindeutig **überdurchschnittlich** entwickelten sich demgegenüber die teils auch absolut stark wachsenden **wissenschaftlichen Potenziale** in den **Zukunftsfeldern Gesundheit, Energie und Umwelt**. Lange galt dies zumindest in den Feldern Gesundheit und Energie auch für die **technologischen Potenziale**. Allerdings zeigen sich hier zurzeit – trotz der im Feld Energie absolut weiter steigenden Aktivitäten – Anzeichen einer im internationalen Vergleich negativen Trendwende. Im **Zukunftsfeld Umwelt** haben sich die technologischen Potenziale schon seit einiger Zeit eher durchschnittlich entwickelt. Im **Zukunftsfeld Mobilität** hingegen zeigten sich lange Zeit **überdurchschnittliche Entwicklungen im technologischen Bereich**, begleitet von lediglich durchschnittlichen Entwicklungen im wissenschaftlichen Bereich.

Insgesamt durchschnittlich stellen sich demgegenüber die Entwicklungen im schon absolut betrachtet nicht sehr zentralen **Zukunftsfeld Rohstoffe** dar. Die Entwicklung der wissenschaftlichen Potenziale liegt hier zwar noch über dem deutschen, nicht aber mehr über dem europäischen Trend, und jene der technologischen Potenziale ist kürzlich eingebrochen.

Aus Perspektive der **Schlüsseltechnologien** sind **wissenschaftsseitig** nur in den absolut weniger relevanten Bereichen Biotechnologie und Fortschrittliche Produktionstechnologien überdurchschnittliche Entwicklungen zu beobachten, in der **Mikro- und Nanoelektronik** kam es **kürzlich zu einem erheblichen Einbruch**. Unter den absolut betrachtet relevanten Feldern finden sich **technologiseitig** in den **Neuen Materialien** und **Photonik überdurchschnittliche** Entwicklungen. Die **Mikro- und Nanoelektronik** entwickeln sich demgegenüber schon seit einigen Jahren unterdurchschnittlich.

Während sich die Aktivitäten im wissenschaftlichen Bereich also entweder in den globalen Trend einordnen oder darüber hinaus gehen, zeigen sich **aus technologischer Perspektive Anzeichen verstärkter Vulnerabilität**. Ein Element dessen ist der in den Zukunftsfeldern Energie, Mobilität, Gesundheit und Rohstoffe **zu beobachtende Verlust an Dynamik**. Ein weiteres Element ist die **strukturelle Schwächung im Feld Digitale Kommunikation**, das sich von der Insolvenz zentraler FuE-Akteure nie ganz erholt hat.

Hinsichtlich des Patentaufkommens in den einzelnen Zukunftsfeldern erreicht der Freistaat in den meisten Zukunftsfeldern **ca. die Hälfte des Niveaus führender europäischer Regionen**,

sodass auch in dieser Hinsicht eine Einordnung als „Strong Innovator“ mit führender Position unter den auf die Spitze unmittelbar folgenden Regionen angemessen erscheint.

Zusammenfassend ist Sachsens **technologische Position** unter Einbeziehung der internationalen Perspektive somit als zwar **kurzfristig, aber nicht nachhaltig gesichert** einzuschätzen. In den vergangenen Jahren hat die vormals vorhandene Dynamik in unterschiedlichen Bereichen nachgelassen bzw. wurde durch maßgebliche Einzelereignisse in Mitleidenschaft gezogen. Dies gibt Hinweise auf eine **strukturelle Vulnerabilität**, die auch in Zukunft ein bewusstes Handeln der politisch verantwortlichen Akteure erforderlich machen wird.

Sachsens **wissenschaftliche Position erscheint demgegenüber auch im internationalen Vergleich gesichert**. Der Trend der wissenschaftlichen Publikationstätigkeit ist in vielen Bereichen mindestens durchschnittlich, oft auch überdurchschnittlich. Sachsen **hält in verschiedenen Bereichen mit globalen wissenschaftlichen Entwicklungen Schritt**, darunter teils auch in jenen, in denen sich bis vor kurzem auch die technologischen Aktivitäten in der Region nachhaltig positiv entwickelt hatten.

9. Gesamtschau und Resümee

Die Befunde der in dieser Studie vorgenommenen Analysen zum Innovationsstandort Sachsen zeigen, dass das Forschungs- und Innovationspotenzial der wissenschaftlichen Einrichtungen und der Unternehmen in Sachsen grundsätzlich gute Voraussetzungen bietet, um auch in Zukunft auf etlichen Feldern im Innovationswettbewerb mithalten zu können. Diese Potenziale bilden die Basis, auf der ein Konzept zur Weiterentwicklung der Sächsischen Innovationsstrategie aus dem Jahr 2013 aufbauen kann. Bei der Weiterentwicklung sind zum einen die gewachsenen Strukturen und Spezifika des Freistaates zu berücksichtigen, zum anderen müssen wirtschaftliche, technologische und wissenschaftliche Veränderungen und Neuentwicklungen seit 2013 einbezogen werden. Durch die Einbeziehung von nichttechnischen Ansätzen zur Weiterentwicklung des Wissens, ergänzt und erweitert diese Studie die Erkenntnisse aus den Sächsischen Technologieberichten 2015 und 2018.

In den vergangenen Jahrzehnten war in Sachsen die öffentliche Förderung von Forschung und Innovation sowohl für wissenschaftliche Akteure als auch für innovierende Unternehmen überaus bedeutsam. Nicht zuletzt aus den Europäischen Struktur- und Investitionsfonds (ESIFonds) standen dem Freistaat hierzu Mittel in erheblicher Höhe zur Verfügung. Es ist davon auszugehen, dass dies auch in Zukunft der Fall sein wird, wenn auch wegen der zu erwartenden Einschnitte in geringerem Umfang. In ihrer Wirkung auf das regionale Innovationsgeschehen werden diese ergänzt durch Landesmittel sowie parallel zum Einsatz kommende Bundesmittel. Für die Gesamtheit der auf Ebene des Freistaates zur Verfügung stehenden Gestaltungsmöglichkeiten gilt es, für die kommende EU-Förderperiode eine zukunftsweisende Innovationsstrategie zu entwerfen.

Dieses Kapitel fasst zunächst die Kernerkenntnisse hinsichtlich der **Innovationspotenziale** aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie der Vernetzung und Kooperation dieser beiden Bereiche bewertend zusammen. Anschließend werden die Befunde zu den Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien, die die herausragenden inhaltlichen Bereiche der Innovationstrategie 2013 darstellen, bewertet und Schlussfolgerungen für eine Aktualisierung der Innovationsstrategie gezogen. Dabei werden seitherige Entwicklungen in Wissenschaft, Technologiecreation und Innovationstätigkeit in diesen Bereichen genauso berücksichtigt, wie aktuelle Einschätzungen von Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Innovationsintermediären. Aus diesem breiten Kranz werden **Themenfelder** identifiziert, die von **einer aktualisierten Innovationsstrategie** adressiert werden können und für die die in Sachsen vorhandene wissenschaftliche und unternehmerische Expertise, bei entsprechender Weiterentwicklung und Abmilderung vorhandener Schwächen, grundsätzlich eine gute Basis bildet. Hieran schließt sich die Bewertung

wichtiger Ergebnisse der Analysen dieser Studie an. Thematisiert werden die **regionalen Unterschiede** hinsichtlich der Forschungs- und Innovationsaktivitäten sowie des Gründungsgeschehens in den forschungs- und wissensintensiven Branchen innerhalb des Freistaates und die **Position Sachsens im Vergleich zu anderen europäischen Regionen**. Dieses Kapitel schließt mit einigen **Überlegungen zu einer innovationsorientierten Wirtschaftspolitik** und zu möglichen Zielkonflikten, unter denen eine solche Politik konzipiert werden muss.

Innovationspotenziale

Wissenschaft

Sachsen verfügt über ein national und international gut positioniertes Hochschul- und Forschungssystem. Der Anteil des Freistaates am deutschen Wissenschaftsgeschehen übersteigt seinen Beitrag zum Wirtschaftsgeschehen merklich. Der Schwerpunkt der Ressourcen und Aktivitäten liegt im Freistaat in den Ingenieurwissenschaften, aber auch die übrigen Naturwissenschaften sowie die Humanmedizin sind überdurchschnittlich vertreten.

Insgesamt ist das sächsische Hochschulsystem drittmittelstark. Regelmäßige Erfolge werden sowohl bei nationalen als auch bei internationalen Fördergebern erzielt. Der Freistaat partizipiert seinem Anteil an Deutschlands wissenschaftlichen Aktivitäten entsprechend an renommierten Förderungen wie ERC-Grants, Humboldt-Stipendien etc.

Ein Großteil der Drittmittelerfolge entfällt auf wenige Universitäten, darunter nahezu 70 % auf die TU Dresden und die Universität Leipzig. Der Umfang der eingeworbenen europäischen Forschungsmittel ist im Bundesvergleich in letzter Zeit merklich zurückgegangen.

Im Verlauf des vergangenen Jahrzehnts hat sich die Zahl der Veröffentlichungen sächsischer Wissenschaftler überdurchschnittlich positiv entwickelt, mit dem Ergebnis, dass auch der Anteil des Freistaates am deutschen Publikationsaufkommen merklich zugenommen hat. Die über bibliometrische Kennziffern messbare Qualität wissenschaftlicher Veröffentlichungen aus Sachsen entspricht in etwa dem Durchschnitt des deutschen Wissenschaftssystems.

Zusammenfassend ist Sachsens Wissenschaftssystem somit sowohl national als auch international als wettbewerbsfähig anzusehen. Dabei zeigen sich deutliche Konzentrationen der Aktivitäten und Ergebnisse in thematischer (Fokus auf technische Wissenschaften), organisatorischer (Fokus auf Universitäten und große Wissenschaftsorganisationen) und regionaler (Fokus auf Dresden und Leipzig) Hinsicht. Diese sind innovationspolitisch und bei der Weiterentwicklung der Innovationsstrategie zu berücksichtigen. In einigen Bereichen findet sich keine zur Ausrichtung der Wissenschaftseinrichtungen korrespondierende Unternehmensstruktur,

was sich u.a. in den Ingenieurwissenschaften auch auf die wissenschaftliche Forschung selbst nachteilig auswirken kann.

Wirtschaft

Die hervorstechendste Besonderheit der **Innovationsaktivitäten** sächsischer Unternehmen ist der im Vergleich zu anderen Regionen in Deutschland hohe Anteil von Unternehmen mit kontinuierlichen internen FuE-Aktivitäten. Hier zeigt sich ein enger Zusammenhang mit der in Sachsen deutlich weiter verbreiteten Förderung von FuE-aktiven Unternehmen. Zudem ist der Anteil der Unternehmen, die FuE-Aufträge an Dritte vergeben (FuE-Dienstleister, Hochschulen, Forschungseinrichtungen), höher als im bundesweiten Durchschnitt. Diese in Sachsen weiter verbreiteten FuE-Aktivitäten haben allerdings keine höheren Anteile von Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen als in Deutschland insgesamt zur Folge.

Die FuE-Ausgaben der Unternehmen in Sachsen sind – gemessen am Umsatz des Wirtschaftssektors – trotz des höheren Anteils von Unternehmen, die FuE betreiben, niedriger als im bundesweiten Durchschnitt. Dies liegt primär daran, dass die Großunternehmen in Sachsen geringere FuE-Ausgaben in Relation zum Umsatz aufweisen als Großunternehmen in den alten Ländern. Bei KMU in Sachsen dagegen sind die FuE-Ausgaben in Relation zum Umsatz im Vergleich zu anderen Regionen in Deutschland hoch. Aus sektoraler Sicht besonders auffällig ist das fast vollständige Fehlen von größeren FuE betreibenden Unternehmen im Automobilbau, die in den alten Ländern das mit weitem Abstand höchste FuE-Ausgabenvolumen aufweisen. In Sachsen liegen die sektoralen Schwerpunkte der Innovationen in den Branchen Software, Elektronik, FuE-Dienstleistungen und Ingenieurbüros sowie Maschinenbau. Ein wichtiges Ziel sächsischer Innovationspolitik kann darin liegen, große Unternehmen mit Produktionsstandorten in Sachsen dazu zu bewegen, an diesen Standorten auch FuE-Abteilungen anzusiedeln.

Für den Innovationserfolg der sächsischen Wirtschaft spielt allerdings der Automobilbau, gemeinsam mit dem Maschinenbau, allerdings eine sehr große Rolle. Fast die Hälfte des Umsatzes, den sächsische Unternehmen mit Produktinnovationen erzielen, geht auf diese beiden Branchengruppen zurück. Der sächsische Automobilbau weist dabei ein modernes, junges Produktportfolio auf, dem allerdings nur in geringem Umfang eigene Entwicklungsaktivitäten vor Ort gegenüberstehen; die Innovationsimpulse kommen aus den FuE-Abteilungen an anderen Standorten.

Das wichtigste externe Innovationshemmnis für die Unternehmen in Sachsen ist aktuell der Fachkräftemangel. Der Mangel an geeignetem Fachpersonal am Arbeitsmarkt hemmt jedes fünfte sächsische Unternehmen stark. In den anderen neuen Ländern ist dieses Hemmnis

noch weiter verbreitet, in den alten Ländern dagegen seltener anzutreffen. Um diesem Innovationshemmnis zu begegnen, müssen Sachsens Unternehmen im Wettbewerb um qualifizierte Mitarbeiter mit den Unternehmen anderer Regionen mithalten können. Dafür ist es ganz entscheidend, dass sich Sachsen den Ruf der Offenheit für zuwandernde Fachkräfte aus dem In- und Ausland erhält bzw. ihn wieder erwirbt.

Innovationsträger sind Unternehmen, die mit ihren anspruchsvollen **Innovationsstrategien** die Innovationsleistung der sächsischen Wirtschaft wesentlich bestimmen, neue innovative Lösungen hervorbringen und damit ein Motor des innovationsbasierten Strukturwandels sind. Der Anteil dieser Unternehmen ist in Sachsen im Maschinen- und Fahrzeugbau und in der Elektroindustrie besonders hoch. Eine größere Zahl solcher Innovationsträger findet sich außerdem bei Ingenieurbüros, FuE-Dienstleistungen sowie IT-Dienstleistungen.

Innovationsträger zeichnen sich durch eine hohe Kooperationsneigung, einen hohen Anteil öffentlich geförderter Unternehmen, eine hohe Exportorientierung und eine überdurchschnittliche Produktivität aus. Sie sind also nicht nur besonders innovativ, sondern auch wirtschaftlich besonders erfolgreich.

Auch Unternehmen, die keine eigene FuE-Tätigkeit aufweisen, können anspruchsvolle Innovationsstrategien verfolgen. Diese können anhand hoher Innovationsausgaben und der Einführung von Marktneuheiten identifiziert werden. Solche nicht forschenden Innovationsträger gibt es in Sachsen nur etwa halb so viele wie forschende Innovationsträger. Die nicht forschenden Innovationsträger sind deutlich kleiner als die forschenden, und sie sind vor allem außerhalb der forschungsintensiven Industrie zu finden (Konsumgüter, Metallwaren, Grundstoffe und Materialbearbeitung).

Für den Produktinnovationserfolg der Unternehmen in Sachsen spielt die eigene FuE-Tätigkeit eine besonders große Rolle. Zum einen bedeutet dies, dass forschende Unternehmen ihre FuE-Ergebnisse effektiv in Umsatzerlöse im Markt umsetzen können. Zum anderen weist es aber auch auf Schwächen bei den nicht forschenden Unternehmen hin, die in Sachsen stärker als in anderen Regionen gegenüber den forschenden Unternehmen zurückfallen. Dies liegt vermutlich an der größeren Verbreitung einer FuE-basierten Innovationsstrategie (die u.a. ein Ergebnis des umfangreichen Angebots an FuE-Förderung ist). Es ist zu vermuten, dass, nicht zuletzt durch die breite FuE-Förderung in Sachsen, dort auch Unternehmen FuE betreiben, die dies, hätten sie ihren Standort außerhalb des Freistaates, keine FuE-Tätigkeit aufweisen würden. Dadurch entfällt in Sachsen ein größerer Teil der Innovationserfolge auf die Gruppe der forschenden Unternehmen, während die nicht forschenden Unternehmen zu einem geringeren Teil innovationsstarke Unternehmen einschließen. Interessant ist dabei, dass die FuE-Tätigkeit in Sachsen primär auf die produktseitigen Innovationserfolge positiv wirkt, nicht aber

auf den Prozessinnovationserfolg. Die starke FuE-Ausrichtung der Innovationsstrategien der sächsischen Unternehmen trägt zwar zu höheren Innovationserfolgen im Freistaat bei, es ist jedoch zu vermuten, dass bei den Investitionen in neues Wissen jenseits von FuE gerade in Sachsen noch ein größeres Potenzial liegt (gerade auch bei nichttechnischen Innovationen), um die Innovationsperformance der sächsischen Wirtschaft weiter zu steigern. Konzepte, die auf eine Verbreiterung der Basis der nicht forschenden Innovatoren abzielen und diese auch bei ihren Innovationsbemühungen unterstützen, sollten bei Weiterentwicklung der Innovationsstrategie berücksichtigt werden.

Vernetzung und Kooperationen

Die Zusammenarbeit von Unternehmen mit wissenschaftlichen Einrichtungen ist in Sachsen weiter verbreitet als in anderen Regionen Deutschlands. Die Unternehmen nutzen dabei sehr unterschiedliche Kanäle für den Wissensaustausch. Diese reichen von Forschungskooperationen, die in gemeinsame Publikationen münden, bis zur informellen Zusammenarbeit. Die wichtigsten Partner auf Wissenschaftsseite sind Technische Universitäten, Fachhochschulen, Fraunhofer-Institute und gemeinnützige Industrieforschungseinrichtungen.

Mehr als die Hälfte der kooperierenden Unternehmen hat öffentliche Förderungen für die Wissenschaftszusammenarbeit genutzt. Die wichtigsten Förderprogramme hinsichtlich der Anzahl der erreichten Unternehmen sind Bundesprogramme (vor allem ZIM sowie BMBF-Fachprogramme inkl. Unternehmen Region). Landesförderungen und EU-Förderungen erreichen demgegenüber deutlich weniger Unternehmen. Die Interaktion zwischen Wirtschaft und Wissenschaft wird außerdem über ein gut ausgebautes Netzwerk an intermediären Organisationen und Unterstützungsinfrastruktur gefördert.

Die Kooperationen von Unternehmen sind in Sachsen sehr stark regional ausgerichtet. Mehr als 80 % der Kooperationspartner der Unternehmen stammen aus dem Freistaat. Dies gilt für Wissenschaftskooperationen ebenso wie für Innovationskooperationen mit Unternehmenspartnern. Für die Wissenschaftseinrichtungen stellt sich dies dagegen anders dar. Gemessen an den Ko-Publikationen finden die Wissenschaftseinrichtungen die meisten ihrer Unternehmenspartner außerhalb des Freistaates. Dies verweist auf das bereits angesprochene Problem, dass Wissenschaftseinrichtungen teilweise die korrespondierenden Unternehmen im Freistaat fehlen.

Mögliche Themenfelder einer weiterentwickelten Innovationsstrategie

Die Analysen zu Zukunftsfeldern, Schlüsseltechnologien und weiteren Bereichen unternehmerischer Innovationstätigkeit zeigen, dass die durch die Zukunftsfelder abgesteckten Themenbereiche auch zukünftig hinreichend thematische Chancen bieten, die durch Kompetenz und Expertise aus der Wissenschaft und Wirtschaft des Freistaates erfolgversprechend in Angriff genommen werden können. Diese Felder können somit grundsätzlich weiterhin Grundlage der Ausrichtung der weiterentwickelten Innovationsstrategie sein. Allerdings sollte darauf geachtet werden, innerhalb der Zukunftsfelder thematische Konkretisierungen vorzunehmen, die Schlüsseltechnologien einzubeziehen und auch vielversprechende Themen außerhalb der derzeitigen Schlüsseltechnologien und Zukunftsfelder nicht zu vernachlässigen.

Die hier vorgenommenen Überlegungen zur Identifikation von Themenfeldern, die eine wichtige Grundlage der weiterentwickelten Innovationsstrategie bilden können, basieren auf Analysen wirtschaftlicher Aktivitäten an den Schnittstellen von Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien. Empirisch werden sie abgeleitet aus einer Analyse von Patentanmeldungen sowie den Leistungsangeboten sächsischer Unternehmen, die in den vergangenen vier Jahren Marktneuheiten eingeführt haben, und aus den durch Interviews gewonnenen Einschätzungen zu erfolgversprechenden Themenfeldern von 60 Wissenschaftlern, Unternehmensvertretern, Intermediären und externen Experten.

Die Betrachtung der Patentanmeldungen (sozusagen der Vorstufe einer technologischen Entwicklung auf dem Weg zur Marktfähigkeit) und der Leistungsangebote sächsischer Innovationsträger mit Marktneuheiten geben Hinweise auf die in Sachsen vorhandenen Schnittstellen zwischen Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien und damit auf die Bereiche, in denen Sachsens technologische Stärken wirtschaftlich wirksam werden können. So zeigt sich die Bedeutung des Zukunftsfelds Digitale Kommunikation für die Schlüsseltechnologien Fortgeschrittene Produktionstechnologien, für Mikro- und Nanoelektronik, für Photonik, aber auch für Neue Materialien und Werkstoffe. Die Schlüsseltechnologie Mikro- und Nanoelektronik hat nicht nur für das nahe liegende Zukunftsfeld Digitale Kommunikation Bedeutung, sondern auch für das Zukunftsfeld Energie, für die die Schlüsseltechnologie Neue Materialien und Werkstoffe ebenfalls bedeutend ist.

Es zeigen sich einige Veränderungen im Vergleich zu jener Ausgangslage, die 2013 für die Erstellung der damaligen Innovationsstrategie Sachsens maßgeblich war. So weist das Zukunftsfeld Digitale Kommunikation im Vergleich zum damaligen Zeitpunkt breitere Schnittstellenbereiche zu anderen Anwendungsfeldern auf. Die Anwendungsbereiche von sowohl Mikro-

und Nanoelektronik als auch Software- und Webtechnologien haben sich in den letzten Jahren so maßgeblich verbreitert, dass aktuell kaum noch von einem eindeutig abgrenzbaren Anwendungsbereich digitaler Technologien gesprochen werden kann. Vor diesem Hintergrund wurde die implizite sprachliche Verengung des Anwendungsbereiches digitaler Technologien auf das spezifische Feld „Kommunikation“ von mehreren der interviewten Fachexperten bemängelt. Auch die Schlüsseltechnologien der Neuen Materialien und Werkstoffe gewinnen in unterschiedlichen Anwendungsbereichen an Bedeutung, während das Zukunftsfeld Energie auf einer breiteren technologischen Basis als zuvor fußt.

Auf Basis der Erkenntnisse aus den genannten unterschiedlichen empirischen Analysen wurden mögliche Themenfelder für die neue Innovationsstrategie sowie deren Bezüge zu den Branchen der Wirtschaft abgeleitet (Abbildung 131). In der Abbildung zeigen die senkrechten Blöcke die für Sachsen als chancenreich identifizierten Themenfelder. Die „Kreise“ darüber benennen die Schnittstellen aus Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien, die die technologische Grundlage dynamischer Entwicklungen in diesen Themenfeldern bilden können. Die grünen Blöcke unter den Themenfeldern symbolisieren jene Branchen, deren Unternehmen die Ergebnisse von Innovationsaktivitäten in den verschiedenen Themenfeldern wirtschaftlich umsetzen und von ihnen profitieren könnten.

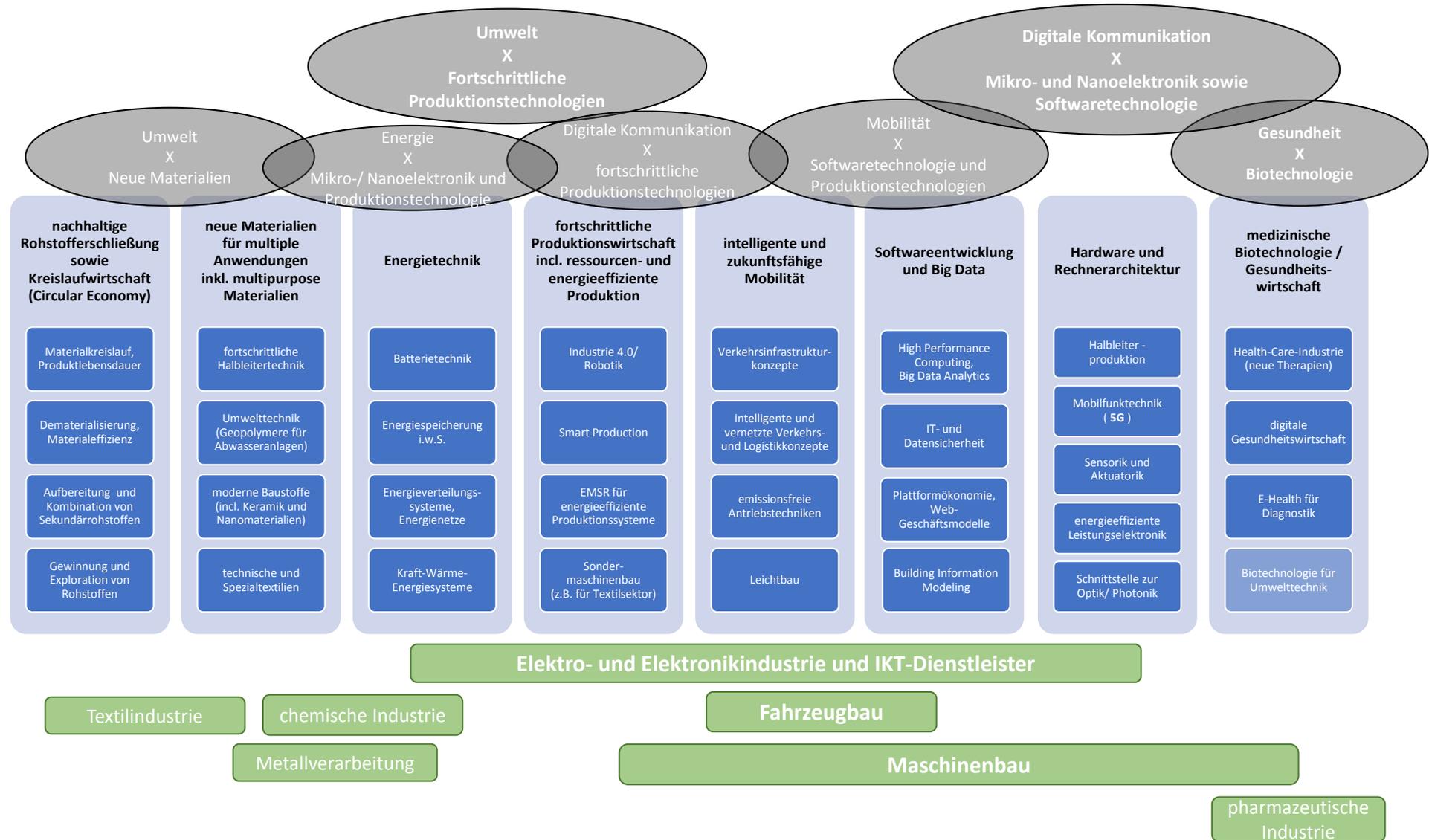
In Abbildung 131 sind auch solche Themenfelder benannt, in denen Sachsens Unternehmen nennenswert aktiv sind und entsprechende Innovationserfolge aufweisen, ohne dass diese konkreten Zukunftsfeldern zugewiesen werden können. Dies gilt beispielsweise für den Sondermaschinenbau oder technische Textilien. Auch auf die regionalen Kompetenzen in den Bereichen der Schlüsseltechnologien greifen die innovationaktiven Unternehmen nicht notwendiger Weise zurück. Solche wirtschaftlich nicht unbedeutenden Innovationsaktivitäten in Sachsen sollten in der weiterentwickelten Innovationsstrategie Beachtung finden.

In vielen Bereichen befassen sich Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen bei ihren Innovationsaktivitäten bzw. bei ihrer Forschung mit neuen Technologien oder Problemlösungen, die nur in Kombination mit anderen Erkenntnissen oder Technologien – oft auch aus ganz anderen Forschungs- oder Technologiefeldern – in komplexen Systemen oder Vernetzungen ihr wirtschaftliches Potenzial entfalten können. So tragen die einzelnen Unternehmen oder Institute oft nur einzelne Bausteine zu der Lösung eines gesellschaftlichen Problems bei, da die Umsetzung von ganzheitlichen Konzepten nicht gut gelingt. Um die tatsächliche Tauglichkeit solch ganzheitlicher Ansätze unter realen Bedingungen zu prüfen, sollte erwogen werden, entsprechende Systeme als große „Pilotprojekte“ unter Realbedingungen („Real-Labore“) zu installieren. Dies kann nur unter einer starken Koordination geschehen; unter freier Zusammenarbeit der Marktteilnehmer ist so etwas kaum realisierbar. Als Themenbereiche zur Zu-

sammenführung von Teilelementen aus Wissenschaft, Unternehmen und öffentlicher Administration in ganzheitlichen Systemen böten sich beispielsweise „Modellregionen-Mobilitätswende“ oder „CO₂-neutrale Energieversorgung in Modell-Stadtquartieren“ an.

Auf der anderen Seite sollte bei Überlegungen zur Weiterentwicklung der Innovationsstrategie berücksichtigt werden, dass es sich bei dem Innovationssystem Sachsens um das eines hinsichtlich der absoluten Anzahl der Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen sowie der absoluten Wirtschaftskraft, eher kleinen Landes handelt. In innovationsstarken Regionen Deutschlands bilden nicht zuletzt die Forschungsstandorte von Großunternehmen zentrale Knoten in den regionalen Innovationssystemen, die regionale Innovationskooperationen mit kleinere Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen dynamisieren und bündeln. In Sachsen sind aber nur wenige große Unternehmen mit umfangreichen FuE-Kapazitäten ansässig.

Abbildung 131: Themenfelder, Schnittstellen, Branchenbezüge



Quelle: ZEW, ISI, Prognos 2018

In den Zukunftsfeldern, und darüber hinaus, stellen sich somit aktuell Herausforderungen, die durch das ausschließliche Zusammenwirken sächsischer Akteure in aller Regel nicht, oder zumindest nicht befriedigend, gelöst werden können. Vielmehr erfordern sie das Zusammenwirken mehrerer großer Akteure aus unterschiedlichen Branchen. Daher ist es wichtig mit der weiterentwickelten Innovationsstrategie die Offenheit und die Kooperationsoptionen mit Innovationsakteuren außerhalb des Freistaates offen zu halten und auch zu unterstützen. Zukünftige Förderpolitik sollte darauf hinwirken, sächsische Innovationsakteure möglichst gut im überregionalen Innovationsgeschehen zu positionieren, sodass sie ihre spezifischen Stärken in der Übernahme bestimmter Segmente einer Problemlösung voll ausspielen und gleichzeitig von Kompetenzen außerhalb des Freistaates profitieren können. Nicht zuletzt auf diese Weise können regional ansässige Unternehmen überregional sichtbare Alleinstellungsmerkmale entwickeln und dadurch dazu beitragen, vor Ort Wertschöpfung und Beschäftigung zu generieren.

Regionale Unterschiede in Sachsen

Sachsen weist nach wie vor eine starke Konzentration der **wissenschaftlichen Aktivitäten** (Forschungspersonal, Publikationsaufkommen, Wissenschaftspatente, Drittmittel) auf die drei Hauptstandorte Dresden, Leipzig und Chemnitz auf, mit einem eindeutigen Schwerpunkt auf Dresden. Eine Ausnahme bildet noch der Landkreis Mittelsachsen als Standort der TU Bergakademie Freiberg. Auf Ebene der Teilregionen liegen die regionalen Unterschiede innerhalb Sachsens insgesamt nicht über dem Schnitt vergleichbarer Flächenländer mittlerer Größe. Im Vergleich zu anderen ostdeutschen oder norddeutschen Flächenländern sind sie durch die Verteilung auf immerhin drei zentrale Standorte sogar vergleichsweise moderat.

Die **FuE- und Innovationsbeteiligung der Unternehmen** weist in Sachsen erhebliche regionale Unterschiede auf, die größer sind als für die Indikatoren zu den FuE-Aufwendungen und zum FuE-Personal. Dies bedeutet, dass sich in der Gruppe der kleinen und mittleren Unternehmen, die ganz wesentlich die Indikatoren zur FuE- und Innovationsbeteiligung bestimmen, besonders starke Stadt-Land-Unterschiede zeigen. KMU in den ländlich geprägten Kreisen betreiben deutlich seltener intern FuE auf einer kontinuierlichen Basis und führen seltener neue Produkte oder Prozesse ein.

Im Vergleich zu den sonstigen neuen und zu den alten Bundesländern weist das **Gründungsgeschehen** in Sachsen einige regionale Besonderheiten auf. In den alten Bundesländern wurde knapp ein Drittel der neuen Unternehmen der Jahre 2010-2017 in Großstädten gegründet, in den neuen Ländern (ohne Sachsen) war es ein reichliches Zehntel. Sachsen sticht hervor, weil mehr als 40 % aller Gründungen der betrachteten Jahre in den Großstädten Dres-

den, Leipzig und Chemnitz zu verorten sind. Die Anteile von Gründungen in den Nicht-Großstädten und deren Umlandgemeinden sowie in den ländlichen Gemeinden sind in Sachsen erheblich niedriger als in den Vergleichsräumen.

Dieses Muster findet sich auch, wenn man die regionale Verteilung der Gründungen in den **forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen** der letzten acht Jahre betrachtet. Das Gros der Gründungstätigkeit in den alten Bundesländern findet in den Ballungsräumen statt (das sind die Großstädte und andere Städte). Die eher ländliche Prägung der neuen Bundesländer (ohne Berlin und Sachsen) spiegelt sich auch in der Gründungstätigkeit wider. Sachsen nimmt aufgrund seiner drei großen Agglomerationskerne und der demgegenüber eher dünn besiedelten Gemeinden eine Sonderstellung ein. Während Hightech-Industrieunternehmen zu einem immerhin noch nennenswerten Anteil auch in ländlichen Regionen gegründet werden, spielt sich das Gründungsgeschehen im technologieorientierten und wissensintensiven Dienstleistungsbereich hauptsächlich in den Städten ab. In Sachsen ist die ungleiche Verteilung zugunsten seiner Großstädte besonders ausgeprägt.

Diese Entwicklung führt in Sachsen dazu, dass die Unternehmensbestände in den ländlichen Räumen weitaus stärker zurückgehen als in den urbanen Regionen. Die Diskrepanz in den wirtschaftlichen Möglichkeiten zwischen städtischen und ländlichen Regionen nimmt weiter zu. Das führt dazu, dass potenzielle Gründer aufgrund der geringen Anzahl an gewerblichen und privaten Kunden sowie der vergleichsweise geringeren Chancen, bedarfsgerecht Arbeitskräfte zu finden, Standorte in den ländlichen Regionen eher noch mehr meiden.

Sachsens Position im Vergleich europäischer Regionen

Im Regional Innovation Scoreboard der Europäischen Kommission, das die **Innovationsleistung von Regionen** anhand von 13 Indikatoren untersucht, positionieren sich die sächsischen Regionen in der zweitstärksten Gruppe, den „Strong Innovators“. Innerhalb dieser Gruppe sind die Regierungsbezirke Dresden und Leipzig dem oberen Drittel zuzuordnen, während der Regierungsbezirk Chemnitz dem unteren Drittel angehört. Auch im internationalen Regionenvergleich weist Sachsen eine relative Stärke bei der Anzahl von KMU mit Innovationskooperationen auf. Der sächsische Indikatorwert ist hier nicht nur gegenüber der EU, sondern auch im Vergleich zur stärksten Gruppe, den „Innovation Leaders“, überdurchschnittlich. Außerdem erreicht Sachsen einen mit den „Innovation Leaders“ vergleichbar hohen Wert bei den Einzelindikatoren „nicht-FuE-basierte Innovationsausgaben“, „intern innovierende KMU“ und „Export von Mittel- und Hochtechnologiewaren“. Auffällig ist jedoch, dass Sachsen zwar überdurchschnittlich hohe FuE-Ausgaben des Staatssektors, aber unterdurchschnittliche FuE-Ausgaben

des Unternehmenssektors aufweist. Außerdem ist in Sachsen der Anteil der Bevölkerung mit Hochschulabschluss im Regionenvergleich eher niedrig.

Bei den drei zentralen Innovationsindikatoren „FuE-Aufwendungen“, „FuE-Personal“ und „Beschäftigte in innovationsorientierten Wirtschaftszweigen“ positioniert sich Sachsen stets über dem europäischen Durchschnitt. Bei einer disaggregierten Betrachtung der FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals nach Sektoren wird deutlich, dass die geringfügig unterdurchschnittlichen Werte im Unternehmenssektor durch höhere Indikatorwerte im Hochschulsektor sowie in der außeruniversitären Forschung kompensiert werden.

Hinsichtlich der internationalen Position Sachsens in den einzelnen Zukunftsfeldern ist festzustellen, dass sich Sachsens **technologische Potenziale** (gemessen über die Anzahl der Patentanmeldungen) im Zukunftsfeld Digitale Kommunikation seit ca. 2010 nur unterdurchschnittlich entwickelt haben. Im Hinblick auf die **wissenschaftlichen Potenziale** (gemessen über die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen) konnte zwar der deutsche, nicht aber der gesamteuropäische Trend übertroffen werden.

Eindeutig überdurchschnittlich entwickelten sich demgegenüber die wissenschaftlichen Potenziale in den Zukunftsfeldern Gesundheit, Energie und Umwelt. Lange galt dies in den Feldern Gesundheit und Energie auch für die technologischen Potenziale. Allerdings zeigen sich hier im internationalen Vergleich Anzeichen einer negativen Trendwende. Im Zukunftsfeld Umwelt haben sich die technologischen Potenziale schon seit einiger Zeit eher durchschnittlich entwickelt. Im Zukunftsfeld Mobilität hingegen zeigten sich lange Zeit im internationalen Vergleich überdurchschnittliche Entwicklungen im technologischen Bereich, begleitet von lediglich durchschnittlichen Entwicklungen im wissenschaftlichen Bereich.

Insgesamt durchschnittlich stellen sich demgegenüber die Entwicklungen im Zukunftsfeld Rohstoffe dar. Die Entwicklung der wissenschaftlichen Potenziale liegt hier zwar noch über dem deutschen, aber nicht mehr über dem europäischen Trend, und die Entwicklung der technologischen Potenziale ist jüngst stark zurückgegangen. Dies verdeutlicht den insgesamt für den Rohstoffsektor in Deutschland zu beobachtenden Strukturwandel.

Hinsichtlich der Schlüsseltechnologien sind wissenschaftsseitig (Anzahl der Publikationen) nur in den eher kleineren Bereichen Biotechnologie und Fortschrittliche Produktionstechnologien überdurchschnittliche Entwicklungen festzustellen, in der Mikro- und Nanoelektronik kam es kürzlich zu einem erheblichen Rückgang. Technologieseitig (Anzahl der Patentanmeldungen) finden für Neue Materialien sowie Photonik überdurchschnittliche Entwicklungen statt. Die Entwicklung in der Mikro- und Nanoelektronik ist hingegen schon seit einigen Jahren unterdurchschnittlich.

Während die Aktivitäten im wissenschaftlichen Bereich also entweder in etwa dem globalen Trend entsprechen oder ihn sogar übertreffen, zeigen sich aus technologischer Perspektive durchaus negative Tendenzen. So beispielsweise in den Zukunftsfeldern Energie, Mobilität, Gesundheit und Rohstoffe; sie weisen einen Verlust an Dynamik auf. Oder auch in der strukturellen Schwächung im Feld Digitale Kommunikation, das sich von der Insolvenz zentraler FuE-Akteure nie ganz erholt hat. In den vergangenen Jahren hat also die vormals vorhandene positive Dynamik in einigen Bereichen nachgelassen bzw. wurde durch maßgebliche Einzeleignisse beeinträchtigt.

Sachsens wissenschaftliche Position indes erscheint im Vergleich zur Technologieentwicklung auch im internationalen Vergleich weitgehend stabil. Der Trend der wissenschaftlichen Publikationstätigkeit ist in vielen Bereichen mindestens durchschnittlich, oft auch überdurchschnittlich. Sachsen hält in verschiedenen Bereichen mit globalen wissenschaftlichen Entwicklungen Schritt, darunter auch in jenen, in denen sich bis vor kurzem auch die technologischen Aktivitäten in der Region nachhaltig positiv entwickelt hatten.

Überlegungen zu einer innovationsorientierten Wirtschaftspolitik

Die Analysen im Rahmen dieser Studie belegen, dass Wissenschaft und Wirtschaft in Sachsen in zahlreichen Wissenschafts- und Technologiefeldern nach wie vor über hohe FuE-Kompetenzen und Expertise verfügen. Zudem arbeiten viele sächsische Unternehmen mit anspruchsvollen Innovationsstrategien an der Umsetzung dieser Kompetenzen in Marktangebote. Dadurch kann für Sachsen in etlichen technologischen Bereichen eine starke, teilweise auch führende Position konstatiert werden. Diese Stärke zeigt sich auch in thematischen Schwerpunkten der Zukunftsfelder (gemäß der 2013er Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen) und den Schlüsseltechnologien. Allerdings sind in einigen Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien in jüngerer Zeit auch negative Entwicklungen zu verzeichnen. Diese betreffen eher die Technologieentwicklung oder die ökonomische Entwicklung innerhalb einiger Zukunftsfelder (wie Umwelt oder Energie) und weniger die wissenschaftliche Basis. Auch ist die Anzahl der forschungsstarken Innovationsträger nicht so groß und damit deren inhaltliches Spektrum noch nicht so breit, wie es für das Wissenschaftssystem als korrespondierender Unternehmensbestand wünschenswert wäre.

Mit Blick auf die technologische Leistungsfähigkeit des Innovationstandorts Sachsen und die Position der sächsischen Wirtschaft im Innovationswettbewerb auf den nationalen und internationalen Märkten spricht aber nach wie vor einiges für eine Innovationsstrategie, die einem

Spezialisierungsansatz folgt und auf die vorhandenen Stärken setzt. Durch eine solche Strategie kann die Innovationspolitik Entwicklungen anstoßen, welche die Durchsetzungskraft der sächsischen Innovationsakteure auf den Märkten weiter festigt – gerade wegen der schon starken Position. Eine Spezialisierungsstrategie, die vorhandene Ressourcen auf nicht zu viele, aber besonders erfolgversprechende Optionen bündelt, lässt eben wegen der durch sie möglichen hohen Durchsetzungskraft zunächst eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit und damit höhere Erträge erwarten.

Allerdings birgt eine Strategie der Spezialisierung, wenn diese zu eng auf zu wenige Bereiche ausgerichtet ist, auch Risiken, denn die Konzentration auf wenige technologische Bereiche kann zu Abhängigkeiten von diesen und von den sie nutzenden Unternehmen führen. Aktuell zeigt sich dies bereits zu einem gewissen Grad für den Bereich der Mikro- und Nanoelektronik. Kommt es aufgrund von externen Ursachen (Handelspolitik, Nachfrageänderungen, Umweltanforderungen u.v.m.) zu nachhaltigen negativen Veränderungen, kann daraus dann ein Problem für die Gesamtwirtschaft des Freistaates resultieren. Eine innovationspolitische Strategie sollte offen genug sein und zu enge Spezialisierungen vermeiden, um nicht das Entstehen von Strukturen zu fördern, die beharrend wirken könnten.

Die Befunde dieser Studie zeigen, dass sich unter dem Dach der Zukunftsfelder und der Schlüsseltechnologien bereits jetzt zahlreiche technologische und nicht-technologische Bereiche und Geschäftsmodelle durch entsprechende Kompetenz bei den Innovationsakteuren als „Zielkorridore“ einer Spezialisierungsstrategie anbieten. Gerade die Einbeziehung der Schlüsseltechnologien bietet einen hinreichend großen technologischen Raum dafür. Wichtig erscheint insbesondere die weitere Stärkung der Digitalen Kommunikation sowie der Software- und Webtechnologien, da ihnen eine außerordentliche Querschnittsrelevanz für zahlreiche Themenfelder in den anderen Zukunftsfeldern zukommt. Es sollte aber auch erfolgversprechenden Ansätzen an den Rändern, Schnittstellen und ggf. auch außerhalb der Zukunftsfelder und Schlüsseltechnologien Aufmerksamkeit geschenkt und ihnen, falls sie Erfolgspotenziale aufweisen, eine Unterstützung nicht versagt werden. Hierbei kann die Verfolgung einer „Related-Variety“-Strategie, bei der die Unternehmen neue Strategien nahe bei den vorhandenen Stärken suchen, oder auch einer „Hidden-Champions“-Strategie (Kombination von technologischer Kompetenz und Kundennähe in Nischenmärkten), bei der die konkrete Technologie auch außerhalb von typischen Spezialisierungsfeldern liegen kann, eine Rolle spielen.

Neben den in der Gesamtschau positiven Befunden zur Position des Innovationsstandorts Sachsen insgesamt hat die Studie auch gezeigt, dass sich die Innovationskapazitäten der wissenschaftlichen Einrichtungen und auch die der innovationsstarken Unternehmen auf wenige Regionen Sachsens konzentrieren. Dies sind insbesondere die drei Großstädte Dresden, Leipzig und Chemnitz sowie deren direktes Umland und einige wenige andere Städte. Die

Betrachtung der Gründungstätigkeit in den für die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung besonders wichtigen forschungs- und wissensintensiven Branchen folgt diesem Muster. Die Konzentration der Innovationskapazitäten wird durch eine Konzentration der Wirtschaftsaktivitäten noch verstärkt. Zukünftigen wirtschaftlichen Erfolg sehen die Gründer fast ausschließlich in den urbanen Regionen und nicht im ländlichen Raum, wie die Standortentscheidungen von neuen Unternehmen zeigen. Dies hat auch seine Gründe. Die regionale Konzentration von Innovationskapazitäten erleichtert Kooperationen zwischen den Innovationsakteuren und erweitert die Spillover-Optionen erheblich. Dies ist gerade für Strategien der Smart-Specialisation von Bedeutung, ist doch dafür eine kritische Mindestmasse an Innovationskapazitäten nötig, die oft nur in den Konzentrationen der sächsischen Agglomerationsräume zu finden ist.

Aus diesen Befunden kann durchaus ein Zielkonflikt für die Wirtschafts- und Strukturpolitik des Landes resultieren. Wachstumsfördernde Innovationspolitik auf der einen Seite, welche auf eine Stärkung der Kompetenzzentren fokussiert, und klassische Regionalpolitik auf der anderen Seite, die einen Abbau von Disparitäten als ein wesentliches Ziel verfolgt, verlangen unterschiedliche Strategien. Allerdings kann auch die Einbindung wichtiger Einzelakteure außerhalb der Zentren Sachsens als ein wichtiger Beitrag zur Stärkung des (regionalen) Innovationssystems insgesamt betrachtet werden.

Somit ist eine Politik gefragt, die in ihrer Gesamtheit darauf abzielt, die Vorteile von Spezialisierung und regionaler Konzentration mit dem Erfordernis der Entwicklung peripherer Regionen in Einklang zu bringen. Wichtig ist hierbei nicht unbedingt, dass die Standorte von Innovationskapazitäten breit über das Land verteilt sind, sondern dass die Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Arbeitskräfte ländlicher Regionen durch innovative Infrastruktur und Vernetzung (moderne ÖPNV-Anbindung, Breitbandnetz, Mobilfunkstandard mindestens 4G) an die Entwicklung der Zentren angebunden sind. Das Ziel einer möglichst breiten regionalen Verteilung der Standorte von Innovationskapazitäten sollte kein Selbstzweck sein. Statt dessen sollte versucht werden, bestehende Aktivitätsschwerpunkte und Kompetenzen ländlicher Regionen in die durch führende Zentren getriebene Entwicklung des Freistaates einzu beziehen bzw. einbezogen zu halten, um einer weiteren Verschärfung regionaler Disparitäten vorzubeugen.

Insgesamt kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass sich sowohl der Zuschnitt der definierten Zukunftsfelder als auch die von der EU benannten Schlüsseltechnologien nach wie vor für eine Weiterentwicklung der sächsischen Innovationsstrategie eignen. In den benannten Themenbereichen setzen die Zukunftsfelder an den bestehenden Kompetenzen der sächsischen Innovationsakteure aus Wissenschaft und Wirtschaft an und bieten weiterhin vielfältige Zukunftspotenziale.

In einer weiterentwickelten Innovationsstrategie sollten jedoch innerhalb der Zukunftsfelder an aktuelle Entwicklungen angepasste thematische Konkretisierungen vorgenommen werden. Außerdem empfiehlt es sich, relevante potenzialträchtige Themen außerhalb der Zukunftsfelder und Schlüsseltechnologien zu berücksichtigen.

10. Literatur

- Blind, K., Edler, J., Frietsch, R., Schmoch, U. (2006), Motives to patent: Empirical evidence from Germany. *Research Policy* 35, 655–672.
- Egel, J., S. Gottschalk (2014), Finanzierung von jungen Unternehmen in Deutschland durch Privatinvestoren, Auswertungen aus dem KfW/ZEW Gründungspanel, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim.
- European Secretariat for Cluster Analysis (2015), Stress Test der Sächsischen Innovationsstrategie mit Fokus auf die Ausgestaltung der Clusterförderung, Berlin.
- Fagerberg, J. (2004), Innovation: A Guide to the Literature, in: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Hrsg.), *Innovation*. Oxford University Press, Oxford, pp. 1–28.
- Freeman, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*. Pinter Publishers, London.
- Gehrke, B., R. Frietsch, P. Neuhäusler und C. Rammer (2013), Neuabgrenzung forschungsintensiver Industrien und Güter, NIW/ISI/ZEW-Listen 2012, Studien zum deutschen Innovationssystem 8-2013, Hannover, Karlsruhe, Mannheim.
- Grupp, H. (1997), *Messung und Erklärung des technischen Wandels: Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*. Springer-Verlag GmbH, Berlin, Heidelberg.
- Günterberg, B., G. Kayser (2004), SMEs in Germany - Facts and Figures 2004, IfM-Materialien Nr. 161, Institut für Mittelstandsforschung Bonn.
- Heimer, T., F. Berger, K. Enekel, A. Radauer, L. Talmon-Gros, R. John, M. Jöstingmeier, T. Köhler, K. Pflanz, C. Ritter (2016): *Ökonomische und verwaltungstechnische Grundlagen einer möglichen öffentlichen Förderung von nichttechnischen Innovationen*. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Frankfurt et al.: Technopolis, ISIconsult, VDI/VDE-IT.
- OECD, Eurostat (2005), *Oslo-Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition. Paris: OECD Publishing.
- OECD, Eurostat (2018), *Oslo-Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 4th Edition. Paris: OECD Publishing.
- Rammer, C., D. Czarnitzki, A. Spielkamp (2009), Innovation Success of Non-R&D-Performers: Substituting Technology by Management in SMEs, *Small Business Economics* 33, 35–58.
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (Hrsg.) (2013), *Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen*, Dresden.

- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (Hrsg.) (2018), Sächsischer Technologiebericht 2018, Studie von VDI Technologiezentrum und Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Dresden.
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (Hrsg.) (2015), Sächsischer Technologiebericht 2015, Studie von VDI Technologiezentrum und Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Dresden.
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2018), Innovationsverhalten der sächsischen Wirtschaft. Datenreport zur Befragungswelle 2017. Dresden.
- Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2018), Innovationsverhalten der sächsischen Wirtschaft. Datenreport zur Befragungswelle 2017. Dresden.
- Schubert, T., H. Grupp (2011), Tests and confidence intervals for a class of scientometric, technological and economic specialization ratios. *Applied Economics* 43 (8), 941–950.
- Spielkamp, A., C. Rammer (2006), Balanceakt Innovation – Erfolgsfaktoren im Innovationsmanagement kleiner und mittlerer Unternehmen, ZEW-Dokumentation Nr. 06-04, Mannheim.
- Van de Velde, E., C. Rammer, M. de Heide, F. Pinaud, A. Verbeek, B. Gehrke, K. Mertens, P. Debergh, P. Schliessler, F. van der Zee, M. Butter (2013), Feasibility study for an EU, Monitoring Mechanism on Key Enabling Technologies, EU KETs Observatory.
- Zider, B. (1998), How venture capital works. *Harvard Business Review*, 76(6), 131-139.

11. Anhang

11.1. Sektorale Abgrenzung der Zukunftsfelder für die Branchenanalyse

Tabelle 104: Abgrenzung der Zukunftsfelder nach der Wirtschaftszweiggliederung in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen nach WZ, 2008

Zukunftsfeld	WZ-2-Stel-ler (A*38)	Beschreibung
Umwelt	1 -3 (AA)	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
	10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln
	16-18 (CC)	Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen
	28	Maschinenbau (Anteil Umwelt)
	36-39 (EA)	Wasserversorgung; Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen u.Ä.
Energie	27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen
	28	Maschinenbau (Anteil Energie)
	35	Energieversorgung
Rohstoffe	05-09 (BA)	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden
	19	Kokerei und Mineralölverarbeitung
	20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen
	22-23 (CG)	Herstellung von Gummi-, Kunststoff- und Glaswaren, Keramik u.Ä.
	24-25 (CH)	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen
	28	Maschinenbau (Anteil Rohstoffe)
Mobilität	28	Maschinenbau (Anteil Mobilität)
	29-30 (CL)	Fahrzeugbau (Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen, Sonstiger Fahrzeugbau)
	49-53 (HA)	Verkehr und Lagerei
Gesundheit	21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
	86	Gesundheitswesen
Digitale Kommunikation	26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen
	28	Maschinenbau (Anteil Digitale Komm.)
	61	Telekommunikation
	62-63 (JC)	Informationstechnologische Dienstleistungen; Informationsdienstleistungen

Quelle: Prognos AG, 2018, auf Basis der Wirtschaftszweiggliederung in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen nach WZ-2008.

Tabelle 105: Methode der Verteilung des Maschinenbaus auf die Zukunftsfelder

Die Berechnung basiert auf der ZEW-Methode der Zuordnung der sächsischen Innovationsträger zu Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien (siehe auch Kapitel 3 – Analyse der Innovationsträger). In den Berechnungen wurden die innovativen Unternehmen (und deren Beschäftigte) der Branche Maschinenbau, die das ZEW irgendeinem Zukunftsfeld zuordnen konnte, auf die Zukunftsfelder verteilt.¹¹⁹ Diese Quoten wurde genutzt, um alle Maschinenbauunternehmen (somit nicht nur die Innovationsträger) den Zukunftsfeldern anteilig zuzuordnen. Hierbei wird implizit die Annahme gemacht, dass sich alle Unternehmen des Maschinenbaus (auch diejenigen, die sich vom ZEW keinem Zukunftsfeld direkt zuordnen ließen) gemäß dieser Verteilung auf alle sechs Zukunftsfelder verteilen lassen.¹²⁰

Diese Annahme wurde gemacht, da bei der Branchenanalyse nicht nur die Innovationsträger, sondern auch die Unternehmen im Fokus stehen, die **potenziell** in den Zukunftsfeldern auf dem Markt Aktivitäten entfalten können. Somit wird versucht den „Wirkungsraum“ des Maschinenbaus hinsichtlich **potenzieller Zukunftsfeldaktivitäten besser zu erfassen.**

Tabelle 106: Abgrenzung der Zukunftsfelder nach der Wirtschaftszweiggliederung in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen nach WZ 2008 für die Prognose bis 2040

Zukunftsfeld	WZ-2-Steller (A*38)	Beschreibung
Umwelt	1 -3 (AA)	Land-/Forstwirtschaft Fischerei
	10-12 (CA)	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln; Getränkeherstellung; Tabakverarbeitung
	16-18 (CC)	Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen
	36-39 (EA)	Wasserversorgung; Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen u.Ä.
Energie	27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen
	28	Maschinenbau
	35	Energieversorgung
Rohstoffe	05-09 (BA)	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden
	19	Kokerei und Mineralölverarbeitung
	20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen
	22-23 (CG)	Herstellung von Gummi-, Kunststoff- und Glaswaren, Keramik u.Ä.
	24-25 (CH)	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen
Mobilität	29-30 (CL)	Fahrzeugbau (Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen, Sonstiger Fahrzeugbau)
	49-53 (HA)	Verkehr und Lagerei
Gesundheit	21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
	86-88 (Q)	Gesundheits- und Sozialwesen
Digitale Kommunikation	26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen
	61-63 (J)	Information und Kommunikation

¹¹⁹ Insgesamt konnten knapp 17 % der innovativen Maschinenbauunternehmen in Sachsen direkt den Zukunftsfeldern zugeordnet werden.

¹²⁰ Mehrfachzuordnungen von Beschäftigten zu den Zukunftsfeldern sind möglich. Dem Zukunftsfeld Gesundheit wurde kein Maschinenbauunternehmen zugeteilt, da kaum Innovationsträger aus dem Maschinenbau diesem Bereich effektiv zugeordnet wurden (in Sachsen nur knapp 0,6 %).

11.2. Tabellen und Abbildungen

Tabelle 107: Berufsgruppen mit Fachkräfte-Engpässen in Sachsen und deren Bedeutung für die sächsischen Zukunftsfelder (Mai 2017 bis April 2018) (sortiert nach abgeschlossener Vakanzzeit)

Anforderungsniveau	Berufsgruppen (nach Bundesagentur für Arbeit)	abgeschlossene Vakanzzeit in Tagen	Arbeitslose je Arbeitsstelle	Bestand SV-pflichtig Beschäftigte 2017	Relevantes sächsisches Zukunftsfeld (eigene Zuordnung)
Experten	Experten insgesamt	74	2,8	211.783	
	434 Softwareentwicklung und Programmierung	134	0,9	5.367	Digitale Kommunikation
	263 Elektrotechnik	128	0,9	3.989	Energie, Mobilität
	611 Einkauf und Vertrieb	110	4,1	4.950	kein spezifisches Zukunftsfeld
	431 Informatik	110	0,6	1.007	Digitale Kommunikation
	621 Verkauf (ohne Produktspezialisierung)	104	1,3	4.819	kein spezifisches Zukunftsfeld
	311 Bauplanung u. -überwachung, Architektur	99	1,2	8.520	kein spezifisches Zukunftsfeld
	251 Maschinenbau- und Betriebstechnik	93	2,1	2.989	Energie
	814 Human- und Zahnmedizin	86	3,2	13.315	Gesundheit
	841 Lehrtätigkeit an allgemeinbild. Schulen	76	2,8	32.268	kein spezifisches Zukunftsfeld
	273 Technische Produktionsplanung, -steuerung	74	3,4	8.270	kein spezifisches Zukunftsfeld
	831 Erziehung, Sozialarbeit, Heilerziehungspflege	61	0,8	13.672	kein spezifisches Zukunftsfeld
	713 Unternehmensorganisation und -strategie	59	4,6	17.471	kein spezifisches Zukunftsfeld
Spezialisten	Spezialisten insgesamt	100	2,2	189.142	
	242 Metallbearbeitung	135	1,4	1.781	Rohstoffe, Mobilität
	252 Fahrzeug-, Luft-, Raumfahrt-, Schiffbautechnik	120	1,1	2.298	Mobilität
	817 Nicht-ärztliche Therapie und Heilkunde	118	0,5	14.235	Gesundheit
	611 Einkauf und Vertrieb	116	2,4	14.337	kein spezifisches Zukunftsfeld
	433 IT-Netzwerktechnik, IT-Koord., IT-Administr., IT-Orga.	111	2,8	4.392	Digitale Kommunikation
	272 Techn. Zeichnen, Konstruktion, Modellbau	101	1,6	5.754	kein spezifisches Zukunftsfeld
	921 Werbung und Marketing	101	2,8	6.932	kein spezifisches Zukunftsfeld
	713 Unternehmensorganisation und -strategie	98	4,8	13.559	kein spezifisches Zukunftsfeld

	273 Technische Produktionsplanung, -steuerung	87	1,7	11.913	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	722 Rechnungswesen, Controlling und Revision	56	2,0	15.591	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
Fachkräfte	Fachkräfte insgesamt	99	3,0	951.370	
	342 Klempnerei, Sanitär, Heizung, Klimatechnik	193	0,4	10.266	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	331 Bodenverlegung	183	1,3	2.850	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	262 Energietechnik	182	0,5	21.443	Energie
	245 Feinwerk- und Werkzeugtechnik	171	1,2	5.677	Rohstoffe, Mobilität
	263 Elektrotechnik	159	1,5	12.760	Energie, Mobilität
	821 Altenpflege	151	0,1	18.969	Gesundheit
	823 Körperpflege	148	1,8	10.175	Gesundheit
	244 Metallbau und Schweißtechnik	145	1,2	19.402	Rohstoffe, Mobilität
	252 Fahrzeug-, Luft-, Raumfahrt-, Schiffbautechnik	142	0,7	23.150	Mobilität
	222 Farb- und Lacktechnik	141	1,0	3.238	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	223 Holzbe- und -verarbeitung	139	2,0	9.742	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	825 Medizin-, Orthopädie- und Reha-technik	134	0,8	4.908	Gesundheit
	321 Hochbau	134	2,0	18.633	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	242 Metallbearbeitung	129	1,4	22.580	Rohstoffe, Mobilität
	322 Tiefbau	128	1,6	6.907	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	292 Lebensmittel- u. Genussmittelherstellung	125	1,2	10.360	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	525 Bau- und Transportgeräteführung	124	2,7	6.396	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	343 Ver- und Entsorgung	123	1,4	5.050	Umwelt, Energie
	333 Aus-, Trockenbau. Iso., Zimmer., Glas., Roll.bau	122	2,3	7.028	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	813 Gesundh., Krankenpfl., Rettungsd., Geburtsh.	121	0,6	40.340	Gesundheit
	332 Maler., Stuckat., Bauwerksabd., Bautenschutz	117	3,0	7.369	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	251 Maschinenbau- und Betriebstechnik	116	3,5	43.843	Energie, Mobilität
	521 Fahrzeugführung im Straßenverkehr	116	3,1	48.466	Mobilität
	221 Kunststoff, Kautschukherstellung, -verarbeitung	114	0,9	5.177	Rohstoffe, Mobilität
	261 Mechatronik und Automatisierungstechnik	110	0,4	5.293	Energie, Mobilität
	721 Versicherungs- u. Finanzdienstleistungen	106	1,7	16.428	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>

	273 Technische Produktionsplanung, -steuerung	103	5,1	8.469	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	633 Gastronomie	102	2,0	19.168	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	112 Tierwirtschaft	102	1,4	3.141	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>
	272 Techn. Zeichnen, Konstruktion, Modellbau	97	1,8	4.589	<i>kein spezifisches Zukunftsfeld</i>

Quelle: Prognos AG, 2018, Fachkräfte-Engpassanalyse und Berufe auf einen Blick der Bundesagentur für Arbeit, Zuordnung der Zukunftsfelder durch die Prognos AG.

Tabelle 108: Akademische Bildungsangebote der Hochschulen in den Zukunftsfeldern (Auswahl relevanter Fakultäten sächsischer Hochschulen)

Hochschulen (Auswahl)		Zukunftsfeld Umwelt	Zukunftsfeld Rohstoffe
Universitäten	Technische Universität Dresden	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Umweltwissenschaften • Fakultät Biologie • Fakultät Physik 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Chemie und Lebensmittelchemie • Fakultät Umweltwissenschaften • Fakultät Bauingenieurwesen
	Universität Leipzig	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät für Lebenswissenschaften • Fakultät für Physik und Geowissenschaften • Fakultät für Chemie und Mineralogie 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät für Chemie und Mineralogie • Fakultät für Lebenswissenschaften • Fakultät für Physik und Geowissenschaften
	Technische Universität Bergakademie Freiberg	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau • Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik • Fakultät für Chemie und Physik 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau • Fakultät Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie • Fakultät für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik
	Technische Universität Chemnitz	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät für Naturwissenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät für Naturwissenschaften
Fachhochschulen	Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Landbau/Umwelt/Chemie • Fakultät Bauingenieurwesen • Fakultät Geoinformation 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Landbau/Umwelt/Chemie • Fakultät Bauingenieurwesen • Fakultät Maschinenbau
	Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Informatik, Mathematik und Naturwissenschaften • Fakultät Bauwesen • Fakultät Maschinenbau und Energietechnik 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Informatik, Mathematik und Naturwissenschaften • Fakultät Bauwesen
	Westfälische Hochschule Zwickau	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Kraftfahrzeugtechnik • Fakultät Physikalische Technik/Informatik 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Automobil- und Maschinenbau
	Fachhochschule Dresden	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • -
	Hochschule für Telekommunikation Leipzig (FH)	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • -
	Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften • Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Ingenieurwissenschaften • Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen
	Hochschule Zittau/Görlitz	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Natur- und Umweltwissenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Natur- und Umweltwissenschaften • Fakultät Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen
Hochschulen (Auswahl)		Zukunftsfeld Digitale Kommunikation	Zukunftsfeld Energie
Universität	Technische Universität Dresden	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Informatik • Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Physik • Fakultät Maschinenwesen • Fakultät Bauingenieurwesen

	Universität Leipzig	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Mathematik und Informatik Fakultät Sozialwissenschaften und Philosophie Fakultät Wirtschaftswissenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Physik und Geowissenschaften Fakultät Lebenswissenschaften Fakultät Wirtschaftswissenschaften
	Technische Universität Bergakademie Freiberg	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Mathematik und Informatik Fakultät Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik Fakultät Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie 	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Chemie und Physik Fakultät Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau Fakultät Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik
	Technische Universität Chemnitz	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Informatik Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik Fakultät Philosophie 	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik Fakultät Naturwissenschaften
Fachhochschulen	Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Informatik/Mathematik Fakultät Elektrotechnik Fakultät Geoinformation 	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Elektrotechnik
	Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Informatik, Mathematik und Naturwissenschaften Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik Fakultät Medien 	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Maschinenbau und Energietechnik Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik Fakultät Informatik, Mathematik und Naturwissenschaften
	Westfälische Hochschule Zwickau	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Elektrotechnik Fakultät Physikalische Technik/Informatik 	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Kraftfahrzeugtechnik Fakultät Automobil- und Maschinenbau Fakultät Elektrotechnik
	Fachhochschule Dresden	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Design 	<ul style="list-style-type: none"> -
	Hochschule für Telekommunikation Leipzig (FH)	<ul style="list-style-type: none"> Informations- und Kommunikationstechnik Telekommunikationsinformatik Wirtschaftsinformatik 	<ul style="list-style-type: none"> -
	Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften Fakultät Medien Fakultät Ingenieurwissenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Ingenieurwissenschaften Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen
	Hochschule Zittau/Görlitz	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Elektrotechnik und Informatik Fakultät Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen 	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Elektrotechnik und Informatik Fakultät Maschinenwesen Fakultät Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen
Hochschulen (Auswahl)		Zukunftsfeld Mobilität	Zukunftsfeld Gesundheit
Universitäts-	Technische Universität Dresden	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Verkehrswissenschaften Fakultät Maschinenwesen Fakultät Bauingenieurwesen 	<ul style="list-style-type: none"> Fakultät Medizin Fakultät Biologie Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik

	Universität Leipzig	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Wirtschaftswissenschaften • Fakultät Lebenswissenschaften • Fakultät Medizin 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Medizin • Fakultät Sportwissenschaften • Fakultät Lebenswissenschaften
	Technische Universität Bergakademie Freiberg	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik • Fakultät Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Chemie und Physik • Fakultät Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie
	Technische Universität Chemnitz	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Maschinenbau • Fakultät Naturwissenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik • Fakultät Human- und Sozialwissenschaften • Fakultät Naturwissenschaften
Fachhochschulen	Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Maschinenbau • Fakultät Elektrotechnik • Fakultät Geoinformation 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Wirtschaftswissenschaften • Fakultät Landbau/Umwelt/Chemie
	Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Maschinenbau und Energietechnik • Fakultät Bauwesen • Fakultät Informatik, Mathematik und Naturwissenschaften • Fakultät Wirtschaftswissenschaft und Wirtschaftsingenieurwesen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Architektur und Sozialwissenschaften • Fakultät Wirtschaftswissenschaft und Wirtschaftsingenieurwesen
	Westfälische Hochschule Zwickau	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Automobil- und Maschinenbau • Fakultät Kraftfahrzeugtechnik • Fakultät Elektrotechnik • Fakultät Wirtschaftswissenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Gesundheits- und Pflegewissenschaften • Fakultät Physikalische Technik/Informatik • Fakultät Elektrotechnik
	Fachhochschule Dresden	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Betriebswirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Angewandte Sozialwissenschaften
	Hochschule für Telekommunikation Leipzig (FH)	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Wirtschaftsinformatik 	<ul style="list-style-type: none"> • -
	Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen • Fakultät Ingenieurwissenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Soziale Arbeit • Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften • Fakultät Ingenieurwissenschaften
	Hochschule Zittau/Görlitz	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen • Fakultät Maschinenwesen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fakultät Sozialwissenschaften • Fakultät Management- und Kulturwissenschaften • Fakultät Natur- und Umweltwissenschaften

Quelle: Prognos AG, 2018, Desk Research.

Tabelle 109: Darstellung der Beschäftigung der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen

	Anzahl SvB 2017, SN	Entwicklung SvB 2008-2017, SN	Anteil an Gesamtwirtschaft, 2017, SN	Lokalisations- quotient 2017, SN
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	19.940	-13,0 %	1,3 %	1,64
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	30.742	0,7 %	1,9 %	1,00
Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen	19.294	0,0 %	1,2 %	1,06
Maschinenbau (Umwelt)	1.618	-3,5 %	0,1 %	1,09
Wasserversorg.Entsorg., Beseitig.v.Umweltverschm.	15.532	-7,5 %	1,0 %	1,30
Umwelt	87.126	-4,5 %	5,5 %	1,17
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	17.185	1,2 %	1,1 %	0,98
Maschinenbau (Energie)	15.092	-3,5 %	1,0 %	1,26
Energieversorgung	11.744	-1,5 %	0,7 %	1,05
Energie	44.021	-1,2 %	2,8 %	1,08
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	2.156	-21,0 %	0,1 %	0,64
Kokerei und Mineralölverarbeitung	170	-40,6 %	0,0 %	0,14
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	7.612	0,7 %	0,5 %	0,47
Herstellung von Gummi-, Kunststoff- und Glaswaren, Keramik u.ä.	27.127	5,8 %	1,7 %	0,93
Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	62.540	8,3 %	4,0 %	1,16
Maschinenbau (Rohstoffe)	6.436	-3,5 %	0,4 %	1,16
Rohstoffe	106.041	5,4 %	6,7 %	0,97
Maschinenbau (Mobilität)	8.178	-3,5 %	0,5 %	0,56
Fahrzeugbau	44.154	46,7 %	2,8 %	0,83
Verkehr und Lagerei	86.741	19,8 %	5,5 %	1,03
Mobilität	139.073	25,3 %	8,8 %	0,92
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	3.263	30,1 %	0,2 %	0,45
Gesundheitswesen	119.767	27,3 %	7,6 %	1,02
Gesundheit	123.030	27,4 %	7,8 %	0,98
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	22.238	3,8 %	1,4 %	1,10
Maschinenbau (Digitale Komm.)	19.308	-3,5 %	1,2 %	0,66
Telekommunikation	3.308	-40,2 %	0,2 %	1,14
Informationstechnologische Dienstleistungen; Informationsdienstleistungen	29.155	59,1 %	1,8 %	0,82
Digitale Kommunikation	74.009	13,3 %	4,7 %	0,84

Quelle: Bundesagentur für Arbeit, Destatis, Berechnungen der Prognos AG.

Tabelle 110: Darstellung des Umsatzes der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen

	Umsatz in Tsd. EUR 2016, SN	Entwicklung Umsatz 2009-2016, SN	Entwicklung Umsatz, 2009-2016, DE
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	2.413.919	28,7 %	45,8 %
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	3.255.480	3,4 %	17,5 %
Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen	1.983.469	20,7 %	11,7 %
Maschinenbau (Umwelt)	257.877	58,7 %	33,9 %
Wasserversorg.Entsorg.,Beseitig.v.Umweltverschm.	1.815.510	22,1 %	26,3 %
Umwelt	9.726.255	17,0 %	19,9 %
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	1.494.166	84,6 %	32,1 %
Maschinenbau (Energie)	2.404.592	58,7 %	33,9 %
Energieversorgung	14.327.738	-1,6 %	6,8 %
Energie	18.226.496	7,9 %	13,5 %
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	180.119	-19,2 %	-18,0 %
Kokerei und Mineralölverarbeitung	25.141	6,7 %	-25,9 %
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	768.336	20,3 %	13,0 %
Herstellung von Gummi-, Kunststoff- und Glaswaren, Keramik u.ä.	3.079.428	66,4 %	32,7 %
Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	6.357.394	43,0 %	28,9 %
Maschinenbau (Rohstoffe)	1.025.477	58,7 %	33,9 %
Rohstoffe	11.435.895	46,1 %	11,8 %
Maschinenbau (Mobilität)	1.302.959	58,7 %	34,1 %
Fahrzeugbau	2.960.296	97,0 %	66,3 %
Verkehr und Lagerei	4.441.275	44,0 %	15,2 %
Mobilität	8.704.530	60,9 %	45,8 %
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	292.681	-25,9 %	38,6 %
Gesundheitswesen	2.323.756	59,3 %	46,1 %
Gesundheit	2.616.437	41,2 %	42,1 %
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	4.867.355	1,5 %	16,2 %
Maschinenbau (Digitale Komm.)	3.076.430	58,7 %	34,1 %
Telekommunikation	108.205	140,6 %	-6,8 %
Informationstechnologische Dienstleistungen; Informationsdienstleistungen	2.419.776	110,7 %	49,2 %
Digitale Kommunikation	10.471.766	32,1 %	23,2 %

Quelle: Destatis, Berechnungen der Prognos AG.

Tabelle 111: Darstellung der Bruttowertschöpfung (BWS) der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen

	BWS in Mio. EUR 2016, SN	Entwicklung BWS 2009-2016, SN	Entwicklung BWS, 2009-2016, DE
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	706	10,2 %	7,0%
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	1.107	0,8 %	19,3%
Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen	1.115	5,0 %	18,3%
Maschinenbau (Umwelt)	115	31,4 %	51,4%
Wasserversorg.Entsorg.,Beseitig.v.Umweltverschm.	1.451	23,8 %	30,1%
Umwelt	4.495	10,7 %	20,2%
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	1.344	116,5 %	39,1%
Maschinenbau (Energie)	1.073	31,4 %	51,4%
Energieversorgung	2.358	-13,5 %	-16,9%
Energie	4.774	14,7 %	10,2%
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	372	42,8 %	-8,1%
Kokerei und Mineralölverarbeitung	245	53,2 %	9,0%
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	888	5,4 %	38,4%
Herstellung von Gummi-, Kunststoff- und Glaswaren, Keramik u.ä.	1.559	20,7 %	37,9%
Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	3.220	32,0 %	45,2 %
Maschinenbau (Rohstoffe)	457	31,4 %	51,4 %
Rohstoffe	6.741	26,2 %	39,3 %
Maschinenbau (Mobilität)	581	31,4 %	51,4 %
Fahrzeugbau	5.225	170,5 %	102,2 %
Verkehr und Lagerei	5.811	35,9 %	24,2 %
Mobilität	11.617	74,7 %	55,0 %
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	242	-10,8 %	2,9 %
Gesundheitswesen	7.029	43,8 %	34,8 %
Gesundheit	7.271	40,9 %	30,1 %
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	2.088	30,2 %	28,3 %
Maschinenbau (Digitale Komm.)	1.372	121,1 %	42,9 %
Telekommunikation	877	31,4 %	51,4 %
Informationstechnologische Dienstleistungen; Informationsdienstleistungen	2.254	-14,8 %	-10,0 %
Digitale Kommunikation	6.591	77,3 %	61,4 %

Quelle: VGRdL, Berechnungen der Prognos AG.

Tabelle 112: Darstellung der Produktivität der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen

	Produktivität in Mio. EUR, 2016, SN	Entwicklung Produktivität 2009-2016, SN	Entwicklung Produktivität 2009-2016, DE
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	24.811	21,1 %	15,3 %
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	29.589	-0,2 %	20,4 %
Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen	44.568	2,0 %	28,3 %
Maschinenbau (Umwelt)	61.450	18,3 %	41,7 %
Wasserversorg.Entsorg. Beseitig.v.Umweltverschm.	81.144	32,2 %	21,3 %
Umwelt	40.618	13,4 %	24,2 %
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	54.347	101,2 %	30,5 %
Maschinenbau (Energie)	61.450	18,3 %	41,7 %
Energieversorgung	189.575	-12,5 %	-17,2 %
Energie	87.414	7,6 %	4,9 %
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	108.468	40,1 %	18,3 %
Kokerei und Mineralölverarbeitung	1.341.532	118,7 %	20,2 %
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	91.444	-4,7 %	30,6 %
Herstellung von Gummi-, Kunststoff- und Glaswaren, Keramik u.ä.	49.679	8,2 %	30,3 %
Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	47.024	19,3 %	38,8 %
Maschinenbau (Rohstoffe)	61.450	18,3 %	41,7 %
Rohstoffe	55.886	14,1 %	33,6 %
Maschinenbau (Mobilität)	61.450	18,3 %	42 %
Fahrzeugbau	134.035	107,9 %	86 %
Verkehr und Lagerei	53.993	24,3 %	14 %
Mobilität	74.440	53,3 %	42 %
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	75.509	-33 %	-2 %
Gesundheitswesen	46.264	21 %	15 %
Gesundheit	46.868	19 %	11 %
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	100.267	92,5 %	37,7 %
Maschinenbau (Digitale Komm.)	61.450	18,3 %	41,7 %
Telekommunikation	168.025	3,1 %	23,6 %
Informationstechnologische Dienstleistungen; Informationsdienstleistungen	73.956	37,4 %	38,7 %
Digitale Kommunikation	83.588	32,9 %	31,2 %

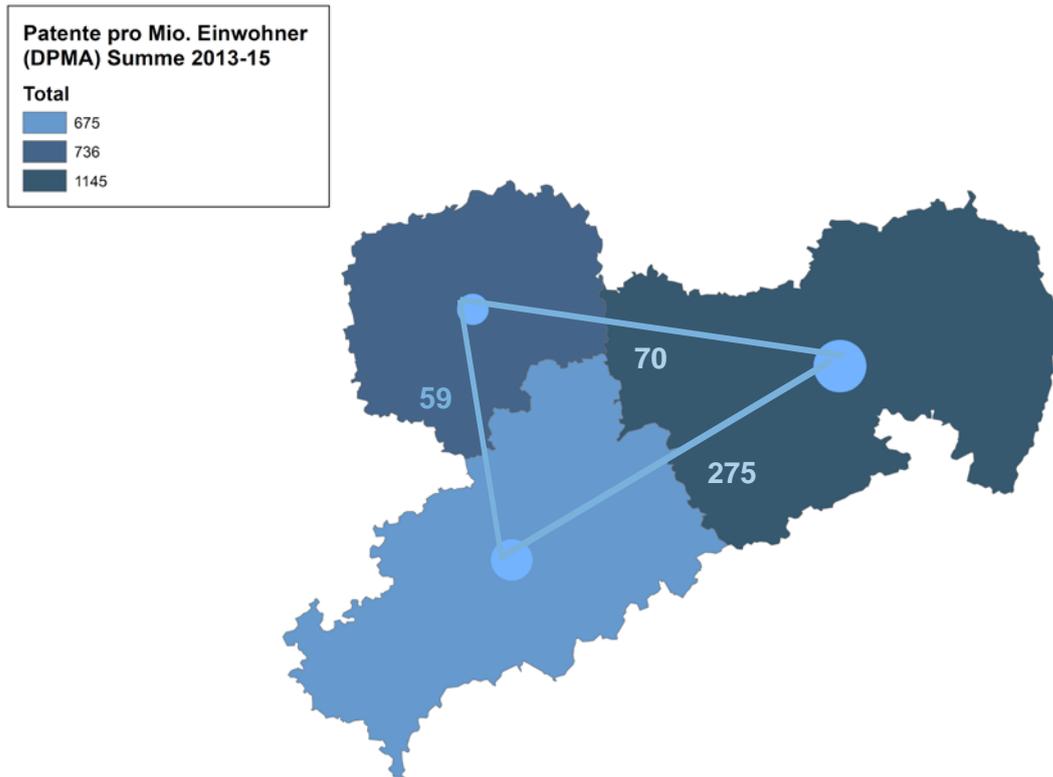
Quelle: VGRdL, Berechnungen der Prognos AG.

Tabelle 113: Darstellung der BWS-Prognose der Branchen innerhalb der Zukunftsfelder in Sachsen

(BWS in Mrd. EUR, Basisjahr = 2010)	BWS in Mrd. EUR 2018, DE	BWS in Mrd. EUR 2040, DE	Entwicklung BWS, 2018-240, DE
Land-/Forstwirtschaft Fischerei	16,1	15,2	-5,2 %
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln; Getränkeherstellung; Tabakverarbeitung	49,0	53,4	9,0 %
Herstellung von Holzwaren, Papier und Druckerzeugnissen	25,8	28,2	9,3 %
Wasserversorg.Entsorg. Beseitig.v.Umweltverschm.	31,7	38,3	20,9 %
Umwelt	122,5	135,1	10,3 %
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	40,2	40,9	41,6 %
Maschinenbau	89,7	91,7	94,0 %
Energieversorgung	53,5	54,0	54,6 %
Energie	183,3	186,7	190,3 %
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	4,5	3,3	-26,1 %
Kokerei und Mineralölverarbeitung	3,8	3,1	-19,9 %
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	43,2	55,4	28,2 %
Herstellung von Gummi-, Kunststoff- und Glaswaren, Keramik u.ä.	42,9	46,6	8,6 %
Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	73,4	83,0	13,1 %
Rohstoffe	167,9	191,4	14,0 %
Fahrzeugbau (Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen, Sonstiger Fahrzeugbau)	138,7	194,8	40,4 %
Verkehr und Lagerei	116,1	168,4	45,0 %
Mobilität	254,8	363,1	42,5 %
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	22,8	34,1	49,6 %
Gesundheits- und Sozialwesen	195,0	241,0	23,6 %
Gesundheit	217,8	275,0	26,3 %
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	46,5	76,5	64,5 %
Information und Kommunikation	148,7	236,0	58,7 %
Digitale Kommunikation	195,2	312,5	60,1 %

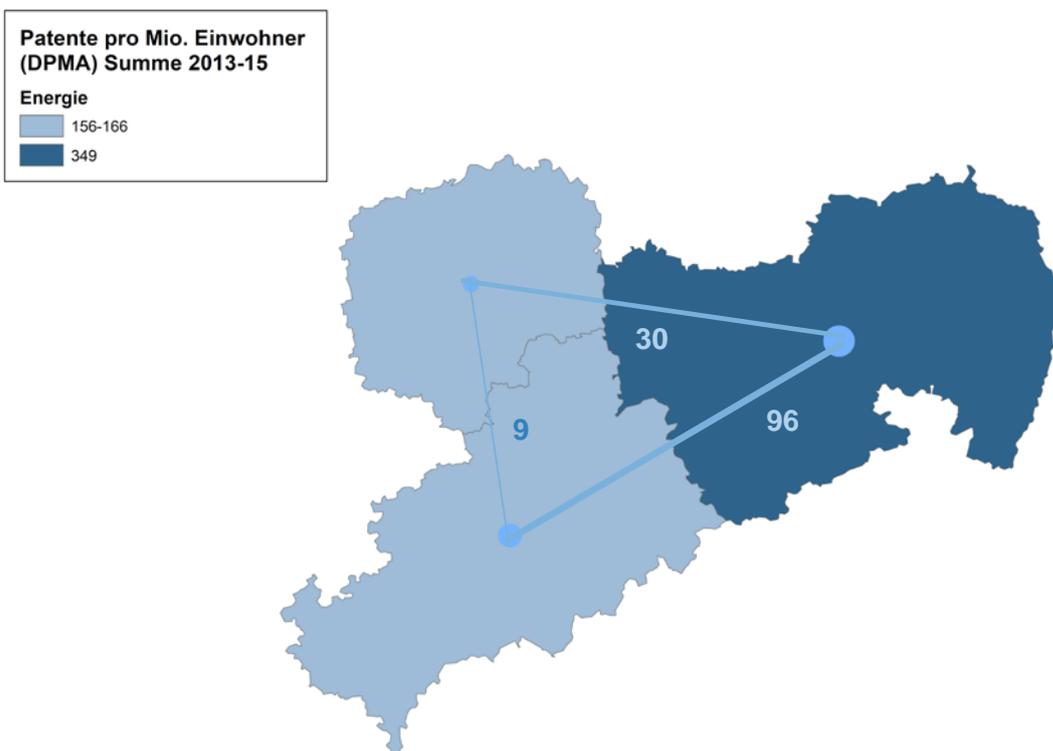
Quelle: Prognos Economic Outlook, Berechnungen der Prognos AG.

Abbildung 132: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA)



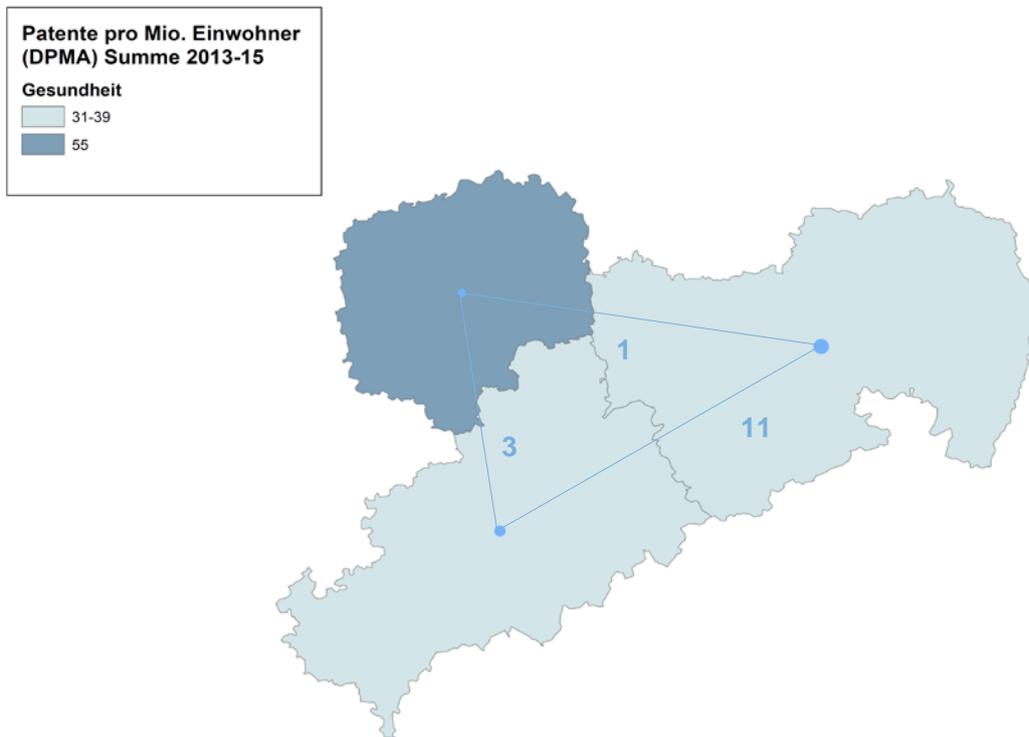
Quelle: basierend auf EPO Worldwide Patent Statistical Database, Karte ESRI ArcMap, Analysen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 133: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Energie



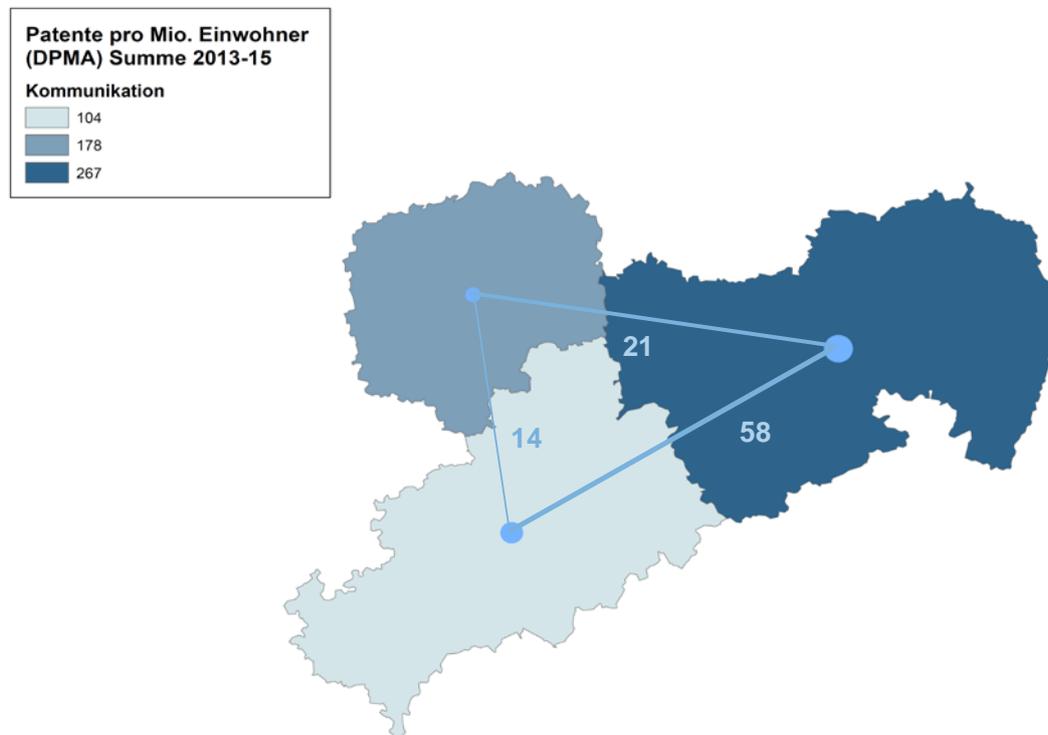
Quelle: basierend auf EPO Worldwide Patent Statistical Database, Karte ESRI ArcMap, Analysen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 134: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Gesundheit



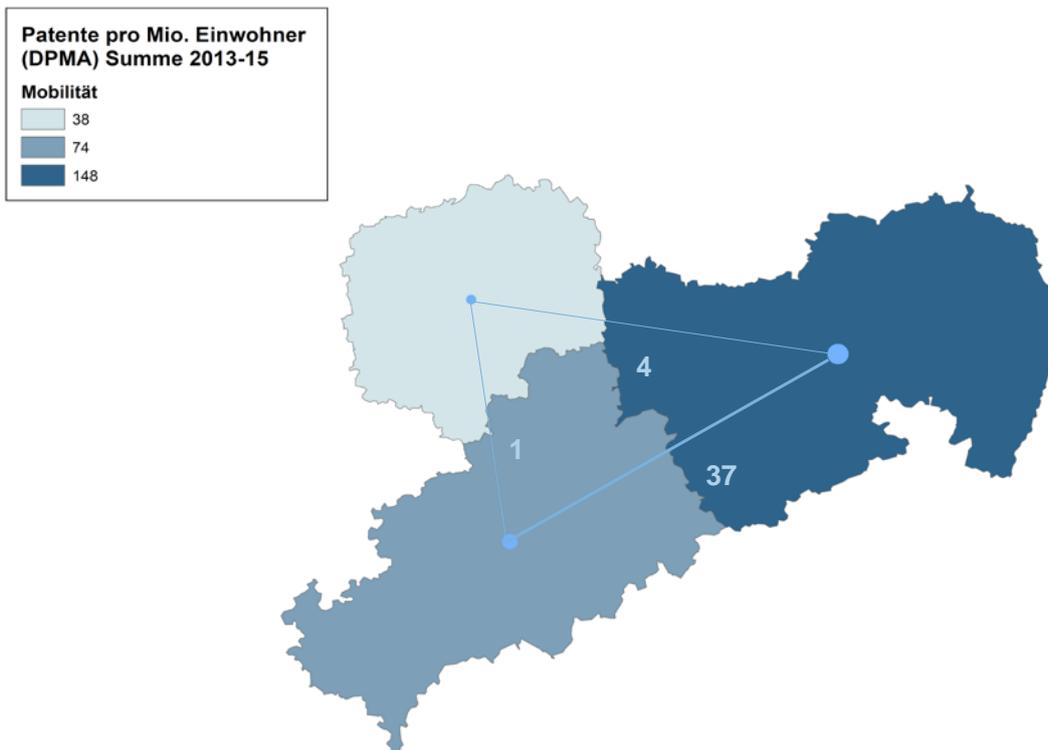
Quelle: basierend auf EPO Worldwide Patent Statistical Database, Karte ESRI ArcMap, Analysen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 135: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Digit. Komm.



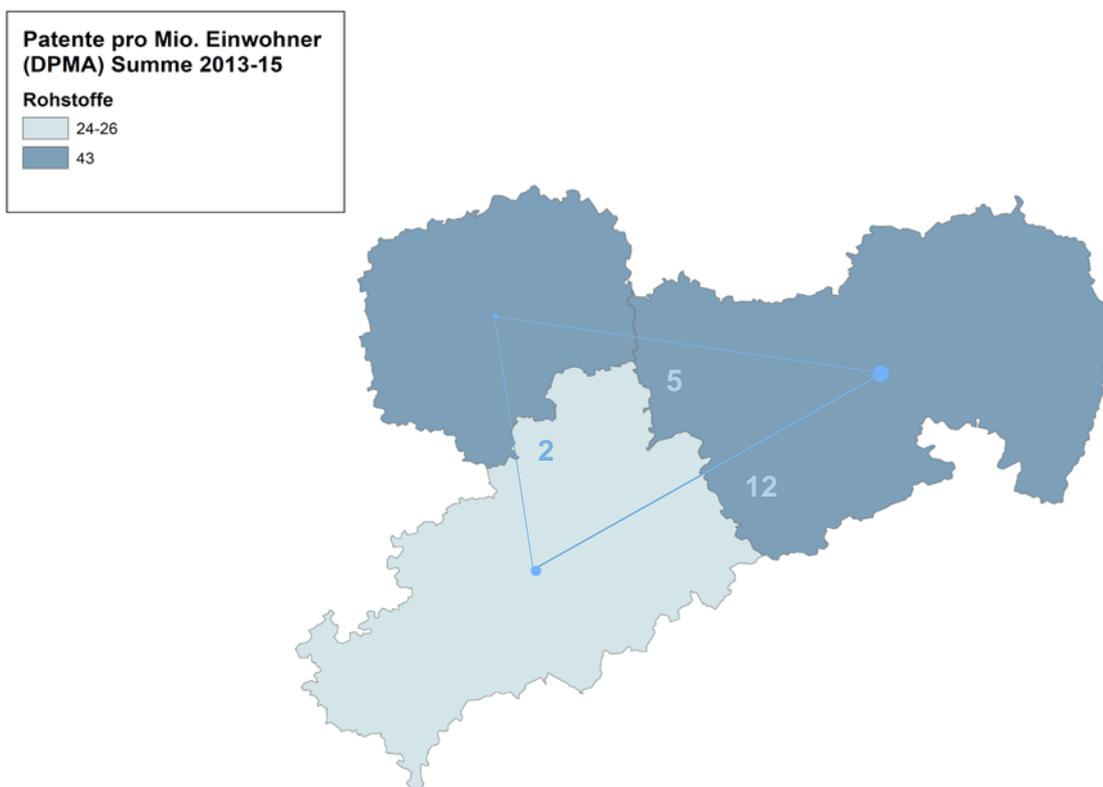
Quelle: basierend auf EPO Worldwide Patent Statistical Database, Karte ESRI ArcMap, Analysen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 136: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Mobilität



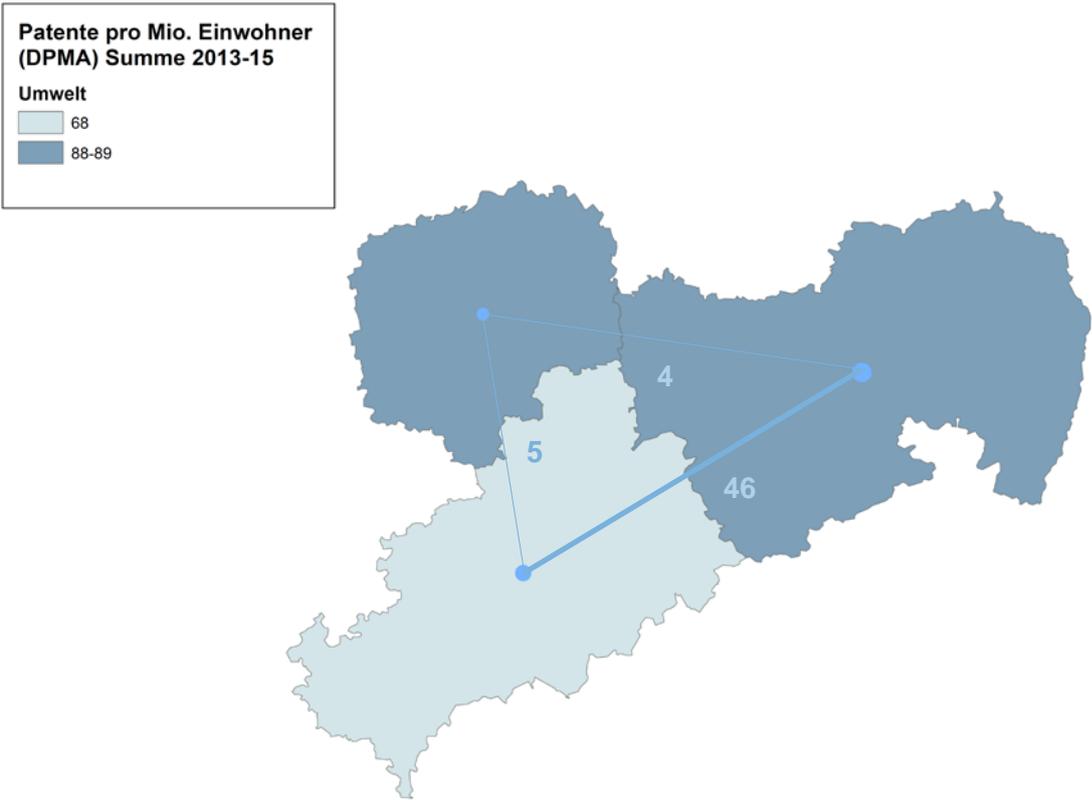
Quelle: basierend auf EPO Worldwide Patent Statistical Database, Karte ESRI ArcMap, Analysen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 137: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Rohstoffe



Quelle: basierend auf EPO Worldwide Patent Statistical Database, Karte ESRI ArcMap, Analysen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 138: Patentanmeldungen nach Regierungsbezirken (DPMA): Zukunftsfeld Umwelt



Quelle: basierend auf EPO Worldwide Patent Statistical Database, Karte ESRI ArcMap, Analysen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 114: Einflussfaktoren des Umsatzes mit neuen Produkten 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen

Zielvariable: Umsatzanteil von Produktinnovationen	Sachsen	andere neue Länder	Berlin	alte Länder
Spezifikation 1: Komponenten der Innovationsausgaben				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	0,328**	0,173**	0,303**	0,140**
Investitionen für Innovationen (je Umsatz)	0,157	0,182*	0,043	0,022
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	-0,059	0,266*	-0,016	0,129*
Alter (in Jahren, log)	-4,320**	-1,640	-6,691**	-2,754**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-2,851**	-0,781	-1,622	-1,512**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	3,442	11,430*	13,870**	9,394**
Bonitätseinstufung	-1,750	-1,778	-1,906	-0,982
Exportaktivität	3,626	-0,938	1,942	-0,077
R ²	0,185	0,155	0,239	0,132
Anzahl Beobachtungen	623	504	441	2.812
Spezifikation 2: gesamte Innovationsausgaben und Art der FuE-Tätigkeit				
gesamte Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,115**	0,200**	0,029+	0,058**
kontinuierliche interne FuE	10,610**	-2,895	5,225	2,458*
gelegentliche interne FuE	-1,039	-7,356*	-3,973	-0,750
externe FuE	-0,995	1,351	0,85	0,258
Alter (in Jahren, log)	-2,639+	-2,119	-6,110**	-2,559**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-3,169**	-0,592	-2,050*	-1,697**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	1,044	9,837*	17,770**	9,347**
Bonitätseinstufung	-2,032	-1,309	-1,288	-0,885
Exportaktivität	-1,024	-2,593	1,440	-0,668
R ²	0,166	0,163	0,201	0,126
Anzahl Beobachtungen	707	571	493	3.191
Spezifikation 3: Innovationsausgaben und andere Investitionen				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	0,285**	0,180+	0,717**	0,078*
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,660*	0,159	-0,362**	0,192*
Sachanlageinvestitionen (je Umsatz)	-0,196	0,386+	0,279	-0,026
Softwareausgaben (je Umsatz)	-0,684	0,526	1,328+	-0,002
Weiterbildungsaufwendungen (je Mitarbeiter)	-4,248	-4,967	-7,779*	-0,060
Marketingaufwendungen (je Umsatz)	1,241+	1,241	1,284**	0,225+
Alter (in Jahren, log)	-2,234	-0,661	-9,156**	-2,027**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-1,466	-1,060	-2,835+	-2,515**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	2,335	6,110	5,146	10,040**
Bonitätseinstufung	0,004	-2,296	-3,688	0,641
Exportaktivität	-4,325	1,280	0,640	1,636
R ²	0,255	0,273	0,506	0,140
Anzahl Beobachtungen	247	223	181	1.168

Schätzergebnisse von OLS-Regressionen; dargestellt sind marginale Effekte.

+, *, **: statistisch signifikant bei 10 %, 5 %, 1 % Fehlerwahrscheinlichkeit. Signifikante marginale Effekte sind fett gedruckt.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 115: Einflussfaktoren des Umsatzes mit Marktneuheiten 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen

Zielvariable: Umsatzanteil von Marktneuheiten	Sachsen	andere neue Länder	Berlin	alte Länder
Spezifikation 1: Komponenten der Innovationsausgaben				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	0,251**	0,181**	0,171**	0,141**
Investitionen für Innovationen (je Umsatz)	-0,044	0,091+	0,163+	0,063**
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,123+	0,376**	-0,011	-0,019*
Alter (in Jahren, log)	-3,047**	-1,755+	-4,837**	-1,155**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,674	-0,147	0,689	-0,551**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	1,955	6,458*	4,095	5,346**
Bonitätseinstufung	-1,666+	-1,187	-2,215	-0,377
Exportaktivität	2,067	-2,044	3,081	1,694*
R ²	0,217	0,220	0,163	0,154
Anzahl Beobachtungen	612	498	428	2.756
Spezifikation 2: gesamte Innovationsausgaben und Art der FuE-Tätigkeit				
gesamte Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,109**	0,189**	0,016	0,038**
kontinuierliche interne FuE	2,732	3,578*	8,313**	3,415**
gelegentliche interne FuE	-1,243	0,564	-0,275	0,143
externe FuE	1,374	3,633**	-0,666	0,904
Alter (in Jahren, log)	-1,879*	-1,568+	-4,879**	-0,956**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,732	-0,393	-0,294	-0,945**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	4,128	4,474	5,093	5,522**
Bonitätseinstufung	-2,167*	-0,789	-0,820	-0,659
Exportaktivität	0,158	-3,079*	2,056	1,001
R ²	0,161	0,228	0,155	0,131
Anzahl Beobachtungen	695	562	479	3.144
Spezifikation 3: Innovationsausgaben und andere Investitionen				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	0,285**	0,150**	0,268*	0,112**
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,774**	0,094	-0,146+	-0,007
Sachanlageinvestitionen (je Umsatz)	-0,059	-0,113	0,122	0,017
Softwareausgaben (je Umsatz)	-0,967	1,243**	-0,044	0,090
Weiterbildungsaufwendungen (je Mitarbeiter)	0,156	-4,005*	-1,779	0,774+
Marketingaufwendungen (je Umsatz)	0,484	1,549**	-0,002	0,234**
Alter (in Jahren, log)	-1,528	-0,063	-6,607**	-0,811*
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,247	-0,660	-0,189	-0,844**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	-1,946	2,449	8,188	6,054**
Bonitätseinstufung	-0,308	1,736	1,825	-0,142
Exportaktivität	-2,005	-0,051	2,620	1,275
R ²	0,373	0,451	0,231	0,188
Anzahl Beobachtungen	246	221	177	1.149

Schätzergebnisse von OLS-Regressionen; dargestellt sind marginale Effekte.

+, *, **: statistisch signifikant bei 10 %, 5 %, 1 % Fehlerwahrscheinlichkeit. Signifikante marginale Effekte sind fett gedruckt.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 116: Einflussfaktoren des Umsatzes mit Sortimentsneuheiten 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen

Zielvariable: Umsatzanteil von Sortimentsneuheiten	Sachsen	andere neue Länder	Berlin	alte Länder
Spezifikation 1: Komponenten der Innovationsausgaben				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	0,281**	0,079*	0,195**	0,077**
Investitionen für Innovationen (je Umsatz)	-0,038	0,059	0,146	0,053**
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	-0,055	0,174*	-0,001	0,005
Alter (in Jahren, log)	-4,916**	-0,791	-6,518**	-1,209**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,905	-0,863+	-0,451	-0,761**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	5,279+	2,957	5,414	5,911**
Bonitätseinstufung	-0,725	1,679	0,494	-0,531
Exportaktivität	1,346	2,814+	-1,573	0,928
R ²	0,234	0,120	0,212	0,118
Anzahl Beobachtungen	613	505	430	2.745
Spezifikation 2: gesamte Innovationsausgaben und Art der FuE-Tätigkeit				
gesamte Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,099**	0,083**	0,026*	0,034**
kontinuierliche interne FuE	6,393**	1,298	4,020	2,034**
gelegentliche interne FuE	-0,123	-1,330	1,909	0,227
externe FuE	1,322	1,872	-0,952	0,656
Alter (in Jahren, log)	-3,630**	-0,891	-7,681**	-0,947**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-1,165*	-0,876+	-0,406	-1,014**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	4,009	1,821	7,296*	5,470**
Bonitätseinstufung	-0,947	1,582	0,722	-0,518
Exportaktivität	-0,577	1,823	-2,620	0,598
R ²	0,182	0,118	0,190	0,108
Anzahl Beobachtungen	702	573	480	3.127
Spezifikation 3: Innovationsausgaben und andere Investitionen				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	0,221**	0,168**	0,179	0,007
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	-0,054	-0,139	0,034	0,038**
Sachanlageinvestitionen (je Umsatz)	-0,066	0,129	0,130	-0,038
Softwareausgaben (je Umsatz)	-0,448	1,392**	0,787	0,110*
Weiterbildungsaufwendungen (je Mitarbeiter)	0,361	-0,249	-1,744	0,821+
Marketingaufwendungen (je Umsatz)	0,231	0,459	-0,181	0,179*
Alter (in Jahren, log)	-2,712*	1,454	-9,048**	-1,103**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,530	-1,483+	-1,518	-0,916**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	1,702	-3,868	4,852	6,043**
Bonitätseinstufung	0,111	1,532	1,822	-0,275
Exportaktivität	-1,233	3,931+	-1,330	0,086
R ²	0,271	0,319	0,354	0,135
Anzahl Beobachtungen	248	224	179	1.148

Schätzergebnisse von OLS-Regressionen; dargestellt sind marginale Effekte.

+, *, **: statistisch signifikant bei 10 %, 5 %, 1 % Fehlerwahrscheinlichkeit. Signifikante marginale Effekte sind fett gedruckt.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 117: Einflussfaktoren der Kostensenkung durch Prozessinnovationen 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen

Zielvariable: Anteil der reduzierten Stückkosten	Sachsen	andere neue Länder	Berlin	alte Länder
Spezifikation 1: Komponenten der Innovationsausgaben				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	0,003	0,096*	0,115**	0,059**
Investitionen für Innovationen (je Umsatz)	0,052	0,059*	0,282**	0,077**
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	-0,012	-0,007	0,018*	0,007
Alter (in Jahren, log)	-1,130+	-0,460	-2,443*	-0,417+
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,444	0,217	0,221	-0,252*
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	-5,175*	-2,769	4,267+	0,896
Bonitätseinstufung	-0,110	-1,749*	-0,833	-0,468
Exportaktivität	0,514	-1,595	-0,952	1,451**
R ²	0,076	0,115	0,315	0,061
Anzahl Beobachtungen	409	364	264	1.936
Spezifikation 2: gesamte Innovationsausgaben und Art der FuE-Tätigkeit				
gesamte Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,024	0,045*	0,032**	0,024**
kontinuierliche interne FuE	0,065	0,094	3,266+	2,097**
gelegentliche interne FuE	-0,640	-0,395	-0,182	1,131*
externe FuE	-1,196	1,294	-1,153	-0,178
Alter (in Jahren, log)	-0,721	-0,513	-1,947*	-0,413+
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,332	-0,059	-0,400	-0,485**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	-4,089*	-2,821	4,983*	0,513
Bonitätseinstufung	-0,450	-1,624*	-1,347	-0,665*
Exportaktivität	0,597	-1,436	-0,603	1,556**
R ²	0,068	0,098	0,205	0,056
Anzahl Beobachtungen	457	408	297	2.181
Spezifikation 3: Innovationsausgaben und andere Investitionen				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	-0,031	0,048	0,002	0,102**
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	-0,019	0,052	0,110+	0,002
Sachanlageinvestitionen (je Umsatz)	-0,028	-0,064	-0,090	0,056+
Softwareausgaben (je Umsatz)	0,281	-0,031	0,512	0,242**
Weiterbildungsaufwendungen (je Mitarbeiter)	1,355	1,598	-2,909+	0,084
Marketingaufwendungen (je Umsatz)	0,021	0,032	0,190	0,183+
Alter (in Jahren, log)	-1,554+	-0,438	-2,643*	-0,239
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,276	0,309	0,080	-0,111
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	-11,220**	-6,766+	7,925*	-0,335
Bonitätseinstufung	0,997	0,151	-1,517	-0,788
Exportaktivität	1,256	0,597	-2,468	1,348+
R ²	0,202	0,226	0,564	0,108
Anzahl Beobachtungen	175	162	95	851

Schätzergebnisse von OLS-Regressionen; dargestellt sind marginale Effekte.

+, *, **: statistisch signifikant bei 10 %, 5 %, 1 % Fehlerwahrscheinlichkeit. Signifikante marginale Effekte sind fett gedruckt.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 118: Einflussfaktoren der Qualitätsverbesserung durch Prozessinnovationen 2015-2017 in Unternehmen aus Sachsen, den anderen neuen Ländern, Berlin und den alten Ländern: Ergebnisse von Regressionsmodellen

Zielvariable: Prozentualer Umsatzanstieg	Sachsen	andere neue Länder	Berlin	alte Länder
Spezifikation 1: Komponenten der Innovationsausgaben				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	-0,016	0,078	0,022	0,174**
Investitionen für Innovationen (je Umsatz)	0,013	0,125**	0,314**	-0,035
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,145+	-0,067	-0,003	0,016
Alter (in Jahren, log)	-0,977	-0,981	-2,522*	-0,735**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,854+	-1,414**	-0,650	-1,039**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	0,763	-6,985*	5,521*	1,096
Bonitätseinstufung	-0,300	0,125	0,453	0,147
Exportaktivität	1,964	2,254	-0,349	-0,906
R ²	0,076	0,196	0,229	0,130
Anzahl Beobachtungen	401	341	261	1.822
Spezifikation 2: gesamte Innovationsausgaben und Art der FuE-Tätigkeit				
gesamte Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,043	0,057*	0,003	0,057**
kontinuierliche interne FuE	1,750	1,133	0,562	1,931**
gelegentliche interne FuE	2,873*	-2,374	-0,602	0,649
externe FuE	0,711	1,470	2,109	0,162
Alter (in Jahren, log)	-0,828	-1,276+	-3,485**	-0,769**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,817+	-1,620**	-1,302*	-1,247**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	0,473	-7,845**	7,518**	1,148
Bonitätseinstufung	-0,350	-0,453	2,309+	-0,176
Exportaktivität	0,460	0,984	-0,984	-0,921
R ²	0,085	0,210	0,186	0,106
Anzahl Beobachtungen	445	374	294	2.018
Spezifikation 3: Innovationsausgaben und andere Investitionen				
FuE-Ausgaben (je Umsatz)	-0,031	0,003	-0,036	0,044+
sonstige Innovationsausgaben (je Umsatz)	0,473**	0,153	-0,024	0,163**
Sachanlageinvestitionen (je Umsatz)	-0,050	0,142	0,106	-0,005
Softwareausgaben (je Umsatz)	1,442	-0,299	0,784+	0,179*
Weiterbildungsaufwendungen (je Mitarbeiter)	0,113	-0,103	4,396*	0,017
Marketingaufwendungen (je Umsatz)	0,042	0,088	-0,183	0,205*
Alter (in Jahren, log)	-2,707*	-0,526	-4,257**	-1,063**
Größe (Beschäftigtenzahl, log)	-0,108	-1,488*	-0,065	-1,211**
Anteil Beschäftigte mit Hochschulabschluss	2,047	-4,960	9,493*	-1,061
Bonitätseinstufung	-1,277	-1,476	0,528	0,321
Exportaktivität	0,600	1,934	-1,512	0,124
R ²	0,203	0,364	0,422	0,176
Anzahl Beobachtungen	173	156	94	826

Schätzergebnisse von OLS-Regressionen; dargestellt sind marginale Effekte.

+, *, **: statistisch signifikant bei 10 %, 5 %, 1 % Fehlerwahrscheinlichkeit. Signifikante marginale Effekte sind fett gedruckt.

Quelle: ZEW Innovationserhebung Sachsen, Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 119: Transfer und Gründungsinfrastrukturen in Sachsen, 2018

Standort	Art des Angebotes	Name	Betreibermodell	World Wide Web (Stand 11.02.19)
Annaberg-Buchholz	Gründernetzwerk	Wirtschaftsförderung Erzgebirge GmbH	Wirtschaftsförderung / Kommunal	http://www.wfe-erzgebirge.de/
Bautzen	Co-Working	AGORA LAUSITZ	Unternehmen	http://www.agora-lausitz.de/post-kreative.php
Bautzen	Technologie- und Gründerzentren	Technologie Zentrum Bautzen	Hochschule	http://www.tgz-bautzen.de/
Chemnitz	Co-Working	Kabinettstückchen	Privatwirtschaftlich	https://coworking-spaces.info/kabinettstueckchen-cc-coworking-chemnitz
Chemnitz	Co-Working	Zammwerk	Privatwirtschaftlich	https://www.zammwerk.de/
Chemnitz	Co-Working	Business Village	Privatwirtschaftlich	https://business-village.de/
Chemnitz	Technologie- und Gründerzentren	Technologie Zentrum Chemnitz GmbH	Hochschule	http://www.tcc-chemnitz.de/
Chemnitz	Inkubator	Q-Hub	Privatwirtschaftlich	https://q-hub.de/
Chemnitz	Technologie- und Gründerzentren	Smart Systems Campus Chemnitz	Wirtschaftsförderung / Kommunal	https://www.cwe-chemnitz.de/wirtschaft/standort-wirtschaft/gewerbeflaechen/kommunale-gewerbeflaechen/smart-systems-campus-technologie-campus/
Chemnitz	Makerspace	Fablab Chemnitz	Privatwirtschaftlich	https://fablabchemnitz.de/ueber-uns/
Chemnitz/Freiberg/Mittweida/Zwickau	Inkubator	Saxeed	Wirtschaftsförderung / Kommunal	https://www.saxeed.net/

Standort	Art des Angebotes	Name	Betreibermodell	World Wide Web (Stand 11.02.19)
Dresden	Co-Working	Collab&Couch Co-Working	Privatwirtschaftlich	https://coworking-spaces.info/collab-couch-co-working
Dresden	Co-Working	Impact Loft Coworking	Privatwirtschaftlich	https://coworking-spaces.info/impact-loft-coworking
Dresden	Co-Working	Impact Hub Dresden	Privatwirtschaftlich	https://dresden.impacthub.net/
Dresden	Co-Working	Impact Loft Coworking	Privatwirtschaftlich	http://impactloft.de/
Dresden	Gründernetzwerk	Organic Electronics Saxony e.V.	Verein	https://oes-net.de/
Dresden	Gründernetzwerk	FutureSax	Wirtschaftsförderung / Kommunal	https://www.futuresax.de/ueber-uns/initiative#initiative1
Dresden	Inkubator	The Shire	Privatwirtschaftlich	http://coworking-in-dresden.de/spaces/the-shire/
Dresden	Inkubator	Life Science Inkubator	Wirtschaftsförderung / Kommunal	http://www.lsi-sachsen.de/willkommen/
Dresden	Inkubator	BioInnovationsZentrumDresden	Wirtschaftsförderung / Kommunal	https://www.tzdresden.de/tz-dresden-englisch-startseite.html
Dresden	Technologie- und Gründerzentren	HighTech Startbahn GmbH	Privatwirtschaftlich	https://inkubator.hightech-startbahn.de/de/startseite/
Dresden	Technologie- und Gründerzentren	Technologie Zentrum Dresden	Hochschule	https://www.tzdresden.de/

Standort	Art des Angebotes	Name	Betreibermodell	World Wide Web (Stand 11.02.19)
Dresden	Inkubator	BioInnovationsZentrumDresden	Wirtschaftsförderung / Kommunal	https://www.tzdresden.de/bioz-location.html
Dresden	Technologie- und Gründerzentren	NanoelektronikZentrum-Dresden	Wirtschaftsförderung / Kommunal	https://www.nanodresden.de/de/ueberblick.html
Dresden	Makerspace	SLUB Makerspace	Privatwirtschaftlich	https://www.slub-dresden.de/service/arbeitsplaetze-arbeitsraeume/makerspace/
Freiberg	Co-Working	Coworking Space FreiWerk	Privatwirtschaftlich	https://coworking-spaces.info/coworking-space-freiwerk
Freiberg	Technologie- und Gründerzentren	GIZEF GmbH - Zentrum für Innovation und Unternehmertum, Freiberg	Privatwirtschaftlich	http://www.gizef.de/
Glaubitz	Technologie- und Gründerzentren	ZTS - Zentrum für Technologiestrukturentwicklung Region Riesa / Großenhain GmbH	Privatwirtschaftlich	https://www.zts.de/seite.php?info=gesellschaft
Görlitz	Co-Working	KoLABORacja e.V.	Privatwirtschaftlich	https://www.facebook.com/KoLABORacja/
Hoyerswerda	Businessplan-Wettbewerb	Wirtschaftsinitiative Lausitz e.V.	Öffentliche Trägerschaft / weitere Vereine	https://www.wil-ev.de/index.php/home.html
Hoyerswerda	Gründernetzwerk	LAUTECH GmbH	Privatwirtschaftlich	https://www.lautech.de/
Hoyerswerda	Technologie- und Gründerzentren	Innovations Centrum Meissen GmbH (ICM)	Privatwirtschaftlich	https://www.lautech.de/

Standort	Art des Angebotes	Name	Betreibermodell	World Wide Web (Stand 11.02.19)
Leipzig	Co-Working	Basislager Coworking	Privatwirtschaftlich	https://www.basislager.co/
Leipzig	Co-Working	Die Villa Leipzig	Privatwirtschaftlich	https://die-villa-leipzig.de/
Leipzig	Co-Working	Contorhaus Coworking Leipzig	Privatwirtschaftlich	https://contorhaus-leipzig.de/
Leipzig	Co-Working	Raumstation Coworking Leipzig	Privatwirtschaftlich	http://www.raumstation-coworking.de/
Leipzig	Co-Working	Chaos Coworking	Privatwirtschaftlich	http://www.chaos-coworking.de/start.html
Leipzig	Co-Working	South L.E. Desktops	Privatwirtschaftlich	https://www.south-le-desktops.de/
Leipzig	Technologie- und Gründerzentren	Bio City	Wirtschaftsförderung / Kommunal	https://bio-city-leipzig.de/willkommen
Leipzig	Gründernetzwerk	Handwerkskammer zu Leipzig	Wirtschaftsförderung / Kommunal	https://www.hwk-leipzig.de/3.0.index.html?ctx=2
Leipzig	Technologie- und Gründerzentren	Business & Innovation Centre (BIC)	Privatwirtschaftlich	https://www.lgh-leipzig.de/objekte/business-innovation-centre-leipzig/
Leipzig	Makerspace	Makerspace Leipzig	Privatwirtschaftlich	http://makerspace-leipzig.de/ueber-uns/
Meißen	Technologie- und Gründerzentren	Innovations Centrum Meissen GmbH (ICM)	Privatwirtschaftlich	http://www.icm-tgz.de/
Mittweida	Technologie- und Gründerzentren	TechnologiePark Mittweida GmbH (TPM)	Privatwirtschaftlich	https://tpmmw.wordpress.com/
Plauen	Co-Working	FreiRaum	Privatwirtschaftlich	http://www.freiraum-plauen.de/

Standort	Art des Angebotes	Name	Betreibermodell	World Wide Web (Stand 11.02.19)
Plauen	Co-Working	Wilke Haus	Privatwirtschaftlich	http://wilkehaus.de/
Radeberg	Technologie- und Gründerzentren	ROTECH - Rossendorfer Technologiezentrum	Wirtschaftsförderung / Kommunal	http://www.tz-rotech.de/front_content.php
Zwickau	Co-Working	Coworking Zwickau	Privatwirtschaftlich	http://www.cowo-zwickau.de/
Zwickau	Technologie- und Gründerzentren	Business & Innovation Centre (BIC)	Privatwirtschaftlich	https://bic-zwickau.de/

Quelle: Prognos AG, 2018, Desk-Research.

Tabelle 120: FuE-Personal während des Projekts [137], nach WZ und Schlüsseltechnologien

	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtechnologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano- technologien	Neue Materialien	Photonik
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01							
WZ 02	1						
WZ 09							
WZ 10		1					
WZ 13		2				3	
WZ 14							
WZ 15						2	
WZ 16							
WZ 17							
WZ 18							
WZ 20		1		2		3	
WZ 21	18					8	
WZ 22	1	3				1	
WZ 23		1				2	
WZ 24		2					
WZ 25	1	11					
WZ 26	3	6	26	8	1	33	
WZ 27		2	1	1			1
WZ 28	2	34	6	2	1	2	4
WZ 29		10					
WZ 30							
WZ 31							
WZ 32	2	1	1				1
WZ 33			1	1			
WZ 35		1					
WZ 38							
WZ 42							
WZ 43							
WZ 45							
WZ 46							
WZ 47		2					
WZ 58							
WZ 59							
WZ 62			60				
WZ 63			8				
WZ 70			1				
WZ 71	2	4	2				
WZ 72	34	7	19	18	1	8	1
WZ 73							
WZ 81							
WZ 82		5	2				
WZ 85	28	24	48	13	4	7	
WZ 86							
WZ 90							
WZ 93							
RL 02181							
WZ 72	-	-	-	-	-	-	-
WZ 85	-	-	-	-	-	-	-
WZ 91	-	-	-	-	-	-	-
WZ 99	-	-	-	-	-	-	-

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 121: FuE-Personal während des Projekts [137], nach WZ und Zukunftsfeldern

	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01							
WZ 02							1
WZ 09							
WZ 10							1
WZ 13					3		2
WZ 14							
WZ 15					2		
WZ 16							
WZ 17							
WZ 18						1	
WZ 20		1					5
WZ 21				28			
WZ 22				1			4
WZ 23		1					2
WZ 24							2
WZ 25		1		1		4	6
WZ 26		29	26	9	3	2	8
WZ 27		1	1	2			1
WZ 28		10	1	3	1	6	36
WZ 29					1	6	3
WZ 30					5		
WZ 31							
WZ 32			1	4			
WZ 33		2					
WZ 35			1				
WZ 38							
WZ 42							
WZ 43							
WZ 45							
WZ 46							
WZ 47							2
WZ 58							
WZ 59							
WZ 62		53			7		
WZ 63	3	5					
WZ 70				1			
WZ 71				3	2		6
WZ 72		22	6	40	8	5	16
WZ 73							
WZ 81							
WZ 82		2	2	1		1	2
WZ 85	3	49	2	33	17	5	20
WZ 86							
WZ 90							
WZ 93							
RL 02181							
WZ 72	-	-	-	-	-	-	-
WZ 85	-	-	-	-	-	-	-
WZ 91	-	-	-	-	-	-	-
WZ 99	-	-	-	-	-	-	-

Anmerkung: die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 122: Am Projekt beteiligte Mitarbeiter [141], nach WZ und Schlüsseltechnologien

	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtechnologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano- technologien	Neue Materialien	Photonik
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01							
WZ 02	2						
WZ 09							
WZ 10		11					
WZ 13		14	17			19	
WZ 14		1					
WZ 15						236	
WZ 16							
WZ 17		4					
WZ 18		4	1			7	
WZ 20	3	8		30		23	
WZ 21	73	5				2	
WZ 22	14	126				28	
WZ 23		89				11	
WZ 24		18		12		19	1
WZ 25	2	195	15		11	399	
WZ 26	22	79	227	190	16	68	1
WZ 27		39	14	3		2	6
WZ 28	30	420	57	25	10	108	24
WZ 29		80	1				
WZ 30		2					
WZ 31			1				
WZ 32	6	13	34		5	20	1
WZ 33			4	1			
WZ 35		4	1				
WZ 38		8					
WZ 42		4					
WZ 43						2	
WZ 45							
WZ 46		2					
WZ 47		3					
WZ 58							
WZ 59							
WZ 62	1	9	339	3			
WZ 63			34				
WZ 70			1				
WZ 71	9	19	13	3		39	
WZ 72	166	140	99	124	17	43	8
WZ 73							
WZ 81		2					
WZ 82		20	17	1			
WZ 85	30	52	105	64	2	24	
WZ 86			13				
WZ 90							
WZ 93							
RL 02181							
WZ 72	-	-	-	-	-	-	-
WZ 85	-	-	-	-	-	-	-
WZ 91	-	-	-	-	-	-	-
WZ 99	-	-	-	-	-	-	-

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 123: Am Projekt beteiligte Mitarbeiter [141], nach WZ und Zukunftsfeldern

	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01							
WZ 02							2
WZ 09							
WZ 10				9			2
WZ 13		17	2		15	4	12
WZ 14							1
WZ 15				222	14		
WZ 16	1						
WZ 17						1	3
WZ 18	7	1				4	4
WZ 20		7	12				56
WZ 21				95			
WZ 22				14	9	81	64
WZ 23		80				6	14
WZ 24						18	32
WZ 25		15	5	20		448	149
WZ 26		287	50	62	75	37	101
WZ 27		9	16	28	4		10
WZ 28		93	104	40	12	185	371
WZ 29					30	13	41
WZ 30				2	25		
WZ 31		1					
WZ 32		1	1	58	1	2	23
WZ 33		5					
WZ 35		1	4				
WZ 38							17
WZ 42							6
WZ 43			2				6
WZ 45					1		
WZ 46							2
WZ 47							3
WZ 58							
WZ 59							
WZ 62		261	16	8	48	2	17
WZ 63	5	25					4
WZ 70				1		1	
WZ 71		6	2	27	10	4	57
WZ 72	1	180	17	181	56	57	162
WZ 73							
WZ 81						2	2
WZ 82		6	10	8	11	2	12
WZ 85	4	142	5	40	42	2	43
WZ 86				13			
WZ 90	1						
WZ 93							
RL 02181							
WZ 72	-	-	-	-	-	-	-
WZ 85	-	-	-	-	-	-	-
WZ 91	-	-	-	-	-	-	-
WZ 99	-	-	-	-	-	-	-

Anmerkung: die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 124: Erwarteter zusätzlicher Jahresumsatz [133], nach WZ und Schlüsseltechnologien

in Tsd. Euro	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtech- nologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano- technologien	Neue Materialien	Photonik
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01		25					
WZ 02	322						
WZ 09							
WZ 10	50	1.090					
WZ 13		5.175	240			3.745	
WZ 14		260					
WZ 15		150				580	
WZ 16							
WZ 17		710					
WZ 18		260				1.000	
WZ 20	500	500		11.099		6.000	
WZ 21	104.290	550				13.800	
WZ 22	625	11.991				10.856	
WZ 23		1.850				2.450	
WZ 24		2.630		560		1.130	500
WZ 25	2.550	20.735	540		325	3.800	
WZ 26	1.885	22.995	111.156	1018019	4.300	67.070	860
WZ 27		12.871	17.750	450		200	10.000
WZ 28	3.870	957.125	3.970	13.500	3.180	7.590	60.000
WZ 29		149.705					
WZ 30		5.145				200	
WZ 31			20				
WZ 32	1.460	1.767	14.190		270	1.230	120
WZ 33		150	300	750		40	
WZ 35		1.000	120				
WZ 38		766		100			
WZ 42		310					
WZ 43		1.300				160	
WZ 45							
WZ 46		210					
WZ 47	600	250	100				
WZ 58							
WZ 59			30				
WZ 62	24	420	63.356	760			
WZ 63		100	8.643				
WZ 70			100				
WZ 71	81.450	2.670	8.125	20.180		650	
WZ 72	1.644.397	8.298	15.178	5.075	700	2.070	450
WZ 73		100					
WZ 81		100					
WZ 82		2.595	1.145	250		250	
WZ 85	1.000		200				
WZ 86			700				
WZ 90							
WZ 93			140.068				
RL 02181							
WZ 72	-	-	-	-	-	-	-
WZ 85	-	-	-	-	-	-	-
WZ 91	-	-	-	-	-	-	-
WZ 99	-	-	-	-	-	-	-

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 125: Erwarteter zusätzlicher Jahresumsatz [133], nach WZ und Zukunftsfeldern

Euro 1.000	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01							25
WZ 02							322
WZ 09							
WZ 10				1.325			315
WZ 13		740	940		2.500	145	4.835
WZ 14				20			240
WZ 15				200	100		430
WZ 16	15					70	
WZ 17						60	975
WZ 18	1.000					375	260
WZ 20		7.732	100				12.097
WZ 21				130.140			
WZ 22				725	9.800	1.920	11.172
WZ 23		300				600	3.400
WZ 24						650	4.170
WZ 25		900	1.445	535		5.445	20.530
WZ 26		930.117	62.540	6.075	196.177	2.667	31.309
WZ 27		13.420	15.900	4.406	720	60	7.205
WZ 28		11.520	28.240	5.520	1.457	536.579	534.309
WZ 29					44.900	1.585	104.080
WZ 30				35	30.060		5.250
WZ 31		20					
WZ 32		1.310	120	18.093	100	500	1.114
WZ 33		1.050					190
WZ 35		120	1.000				
WZ 38							2.254
WZ 42			150				760
WZ 43			60				1510
WZ 45					80		
WZ 46							270
WZ 47		100		600		100	250
WZ 58							
WZ 59		30					
WZ 62		56.501	2.028	1.549	2.300	120	2.062
WZ 63	4.600	3.030					1.113
WZ 70				100		60	
WZ 71		3.620	1.500	3.545	2.100	155	103.360
WZ 72	100	16.908	1.577	1.644.347	3.190	3.790	9.711
WZ 73							100
WZ 81						50	100
WZ 82		520	500	195	600	840	2.855
WZ 85		200		1.000			
WZ 86				700			
WZ 90	20						
WZ 93		140.068		825			
RL 02181							
WZ 72	-	-	-	-	-	-	-
WZ 85	-	-	-	-	-	-	-
WZ 91	-	-	-	-	-	-	-
WZ 99	-	-	-	-	-	-	-

Anmerkung: die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 126: Neu einzustellende Personen für Verwertung [139], nach WZ und Schlüsseltechnologien

	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtechnologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano- technologien	Neue Materialien	Photonik
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01							
WZ 02	3						
WZ 09							
WZ 10	1	3					
WZ 13		14	3			56	
WZ 14		3					
WZ 15						3	
WZ 16							
WZ 17		5					
WZ 18		2					
WZ 20		1		31		26	
WZ 21	78	2				11	
WZ 22	1	47				26	
WZ 23		7				6	
WZ 24		6		1		2	1
WZ 25	3	70	3		1	19	
WZ 26	6	32	68	34	2	35	1
WZ 27		24	9	2			3
WZ 28	12	176	15	18	6	16	8
WZ 29		115					
WZ 30		3				1	
WZ 31			1				
WZ 32	5	9	9		1	6	
WZ 33		2	1	3		1	
WZ 35		2					
WZ 38		3		1			
WZ 42		5					
WZ 43		3				3	
WZ 45							
WZ 46		3					
WZ 47	2	1	1				
WZ 58							
WZ 59							
WZ 62		1	241	4			
WZ 63			22				
WZ 70			2				
WZ 71	6	9	25	1		5	
WZ 72	79	33	15	8	4	10	3
WZ 73							
WZ 81		1					
WZ 82		12	11				
WZ 85			2				
WZ 86			3				
WZ 90							
WZ 93			2				
RL 02181							
WZ 72	-	-	-	-	-	-	-
WZ 85	-	-	-	-	-	-	-
WZ 91	-	-	-	-	-	-	-
WZ 99	-	-	-	-	-	-	-

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 127: Neu einzustellende Personen für Verwertung [139], nach WZ und Zukunftsfeldern

	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01							
WZ 02							3
WZ 09							
WZ 10				4			1
WZ 13		4	2		50	2	15
WZ 14				1			2
WZ 15					2		1
WZ 16	1						
WZ 17						1	4
WZ 18							2
WZ 20		25	2				38
WZ 21				94			
WZ 22				1	20	6	49
WZ 23						6	7
WZ 24						1	9
WZ 25		5	2	5		20	68
WZ 26		80	10	11	28	9	45
WZ 27		8	5	9	3	2	15
WZ 28		29	23	15	8	27	180
WZ 29					19	3	94
WZ 30				1	21		2
WZ 31		1					
WZ 32		3		22			6
WZ 33		4					3
WZ 35			2				
WZ 38							6
WZ 42			1				4
WZ 43			1				5
WZ 45					1		
WZ 46							3
WZ 47		1		2		1	1
WZ 58							
WZ 59							
WZ 62		225	7	2	8		4
WZ 63	3	16					3
WZ 70				2			
WZ 71		6	6	13	5	2	21
WZ 72	1	13	7	78	9	9	39
WZ 73							
WZ 81							1
WZ 82		5	6	1	6	1	7
WZ 85		2					
WZ 86				3			
WZ 90	1						
WZ 93		2		4			
RL 02181							
WZ 72	-	-	-	-	-	-	-
WZ 85	-	-	-	-	-	-	-
WZ 91	-	-	-	-	-	-	-
WZ 99	-	-	-	-	-	-	-

Anmerkung: die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 128: Anzahl Förderfälle, nach WZ und Schlüsseltechnologien

	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Web- technologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano- technologien	Neue Materialien	Photonik
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
Landwirtschaft - 01		1					
Forstwirtschaft - 02	1						
Bergbau - 09		1					
Nahrungs- und Futtermittel - 10	1	5					
Textilien - 13		14	2			8	
Bekleidung - 14		3					
Leder und Schuhe - 15		1				4	
Holz-, Flecht-, Korbwaren - 16		1					
Papier, Pappe - 17		6					
Druckerzeugnisse - 18		3	2			1	
Chemische Erzeugnisse - 20	1	1		3		5	
Pharmaz. Erzeugnisse - 21	13	2				3	
Gummi- u. Kunststoffwaren - 22	2	30	1			12	
Glas, Glaswaren, Keramik - 23		5				8	
Metall - 24		7		1		3	1
Metallerzeugnisse - 25	2	60	4		2	10	
Datenverarbeitungsgeräte - 26	5	22	46	41	2	6	2
Elektrische Ausrüstung - 27		11	11	2		1	1
Maschinenbau - 28	3	116	11	3	2	13	2
Kraftwagen und -teile - 29		15	1				
sonst. Fahrzeugbau - 30		4				1	
Möbel - 31			1				
sonstige Waren - 32	3	13	7		2	7	1
Maschinen/Ausrüstungen - 33		2	2	1		1	
Energieversorgung - 35		1	1				
Samml./Behndl. v. Abfällen - 38		5		1			
Tiefbau - 42		5					
Baustellenarbeiten - 43		2				2	
Handel mit Kfz - 45							
Großhandel (ohne Kfz) - 46		3					
Einzelhandel (ohne Kfz) - 47	1	3	3				
Verlagswesen - 58			1				
Film, Fernsehen, Kino - 59			1				
IT-Dienstleistungen - 62	1	2	86	1			
Informations-DL - 63		1	16				
Unternehmensberatung - 70			1				
Arch.- u. Ing.-Büros - 71	5	10	11	4		6	
Forschung u. Entwicklung - 72	34	54	38	29	4	14	3
Werbung u. Marktforschung - 73		1					
Gebäudebetreuung - 81		1					
wirtschaftliche DL - 82		9	9	1		1	
Erziehung und Unterricht - 85	24	21	50	10	2	13	
Gesundheitswesen - 86			2				
Kreative u. künstler. Tätig. - 90							
Sports, Unterhaltung - 93			3				
RL 02181							
Forschung u. Entwicklung - 72	5	8	3	2	1	9	
Erziehung und Unterricht - 85	18	14	5	4		6	1
Bibliotheken/Archive/Museen - 91			7				
Exterritoriale Organisationen - 99	1			1			

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Quelle: Förderdaten des SWMA. Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 129: Anzahl Förderfälle, nach WZ und Zukunftsfeldern

	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
Landwirtschaft - 01							1
Forstwirtschaft - 02							1
Bergbau - 09							1
Nahrungs- und Futtermittel - 10				5			2
Textilien - 13		3	1		1	3	16
Bekleidung - 14				2			2
Leder und Schuhe - 15				2	1		3
Holz-, Flecht-, Korbwaren - 16	1					2	1
Papier, Pappe - 17						1	6
Druckerzeugnisse - 18	1	2				1	3
Chemische Erzeugnisse - 20		1	1				11
Pharmaz. Erzeugnisse - 21				20			
Gummi- u. Kunststoffwaren - 22		1		3	2	4	37
Glas, Glaswaren, Keramik - 23		1				2	10
Metall - 24						2	10
Metallerzeugnisse - 25	1	8	4	3		11	58
Datenverarbeitungsgeräte - 26		55	5	11	14	7	36
Elektrische Ausrüstung - 27		6	5	1	4	3	12
Maschinenbau - 28		15	9	6	4	18	110
Kraftwagen und -teile - 29					6	3	9
sonst. Fahrzeugbau - 30			1	1	2		3
Möbel - 31		1					
sonstige Waren - 32		4	1	26	1	2	11
Maschinen/Ausrüstungen - 33		3					3
Energieversorgung - 35		1	1				
Samml./Behdl. v. Abfällen - 38							8
Tiefbau - 42			1				5
Baustellenarbeiten - 43			1				5
Handel mit Kfz - 45					1		
Großhandel (ohne Kfz) - 46							4
Einzelhandel (ohne Kfz) - 47		2		2	1	1	3
Verlagswesen - 58		1					
Film, Fernsehen, Kino - 59		1					
IT-Dienstleistungen - 62		65	4	3	11	1	6
Informations-DL - 63	1	13					3
Unternehmensberatung - 70				1		1	
Arch.- u. Ing.-Büros - 71		7	1	8	5	2	22
Forschung u. Entwicklung - 72	1	41	9	41	21	18	63
Werbung u. Marktforschung - 73							1
Gebäudebetreuung - 81						1	1
wirtschaftliche DL - 82		4	2	3	3	1	12
Erziehung und Unterricht - 85	2	43	5	29	17	4	26
Gesundheitswesen - 86		1		1			
Kreative u. künstler. Tätig. - 90	1						
Sports, Unterhaltung - 93		3		2			
RL 02181							
Forschung u. Entwicklung - 72	-	5	4	5	1		14
Erziehung und Unterricht - 85	-	6	1	18	2	1	21
Bibliotheken/Archive/Museen - 91	-	7					
Exterritoriale Organisationen - 99	-	1		1			

Anmerkung: die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 130: Fördervolumen, nach WZ und Schlüsseltechnologien

in Tsd. Euro	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtechnolo- gien	Mikro- und Nanoelektronik	Nanotechnologien	Neue Materialien	Photonik
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01		11,0					
WZ 02	198,6						
WZ 09		2,1					
WZ 10	4,0	86,0					
WZ 13		738,9	292,8			1.013,2	
WZ 14		50,0					
WZ 15		7,4				37,5	
WZ 16		2,6					
WZ 17		95,5					
WZ 18		56,0	21,8			298,1	
WZ 20	143,6	137,1		2.710,0		696,4	
WZ 21	5.196,8	40,0				1.640,9	
WZ 22	172,4	1.432,9	7,2			915,6	
WZ 23		206,3				446,9	
WZ 24		1.223,2		145,5		393,4	108,8
WZ 25	342,3	6.414,5	220,6		180,8	523,2	
WZ 26	1.113,5	3.858,6	11.082,8	56.881,8	955,2	22.505,0	83,4
WZ 27		1.064,6	666,6	249,2		10,0	583,9
WZ 28	1.569,6	15.112,8	2.248,1	1.602,5	466,6	1.589,7	1.497,6
WZ 29		3.401,1	150,0				
WZ 30		38,0				18,7	
WZ 31			20,0				
WZ 32	451,2	215,3	1.650,6		112,8	192,8	13,5
WZ 33		29,5	282,4	65,0		20,0	
WZ 35		19,6	56,2				
WZ 38		464,5		6,0			
WZ 42		74,2					
WZ 43		26,1				39,8	
WZ 45							
WZ 46		58,8					
WZ 47	18,6	50,0	29,9				
WZ 58			20,0				
WZ 59			10,0				
WZ 62	5,1	347,9	13.321,8	273,0			
WZ 63		7,6	2.910,3				
WZ 70			7,9				
WZ 71	551,3	830,1	1.208,9	283,4		277,0	
WZ 72	18.726,1	18.659,9	14.468,2	36.259,3	1.051,8	6.720,9	3.219,6
WZ 73		20,0					
WZ 81		20,0					
WZ 82		1.745,1	880,0	9,2		20,0	
WZ 85	6.724,4	9.717,8	14.004,0	4.406,7	334,0	3.209,3	
WZ 86			673,5				
WZ 90							
WZ 93			31,4				
RL 02181							
WZ 72	2.051,4	2.966,8	5.446,9	42.968,6	314,5	2.652,2	
WZ 85	10.615,0	14.029,6	6.723,4	2.210,1		3.496,2	420,0
WZ 91			4.947,5				
WZ 99	212,5						

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 131: Fördervolumen, nach WZ und Zukunftsfeldern

in Tsd. Euro	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740							
WZ 01							11,0
WZ 02							198,6
WZ 09							2,1
WZ 10				68,5			40,0
WZ 13		302,8	68,7		896,1	78,8	698,5
WZ 14				40,0			30,0
WZ 15				17,1	9,0		27,8
WZ 16	0,8					7,3	2,6
WZ 17						20,0	95,5
WZ 18	298,1	21,8				291,3	56,0
WZ 20		482,4	20,0				3.404,6
WZ 21				8.250,9			
WZ 22		7,2		176,0	399,0	440,5	1.541,7
WZ 23		20,0				103,2	530,0
WZ 24						214,0	1.656,9
WZ 25	7,6	499,6	69,3	137,4		2.893,2	4.293,8
WZ 26		48.621,1	20.233,1	2.382,3	17342,1	973,3	7.371,4
WZ 27		478,5	827,4	293,0	305,7	33,8	719,6
WZ 28		3.441,3	2.378,8	1.955,7	228,3	2.315,8	17.767,2
WZ 29					1.108,9	576,1	2.092,1
WZ 30			4,5	5,0	630,1		44,7
WZ 31		20,0					
WZ 32		64,5	13,5	2.453,4	9,9	112,8	189,6
WZ 33		347,4					49,5
WZ 35		56,2	19,6				
WZ 38							722,0
WZ 42			20,0				89,3
WZ 43			19,8				69,3
WZ 45					2,1		
WZ 46							78,8
WZ 47		19,9		31,6	10,0	20,0	50,0
WZ 58		20,0					
WZ 59		10,0					
WZ 62		9.996,9	523,3	219,1	2.131,8	179,8	896,9
WZ 63	982,1	1.370,0					565,8
WZ 70				7,9		19,5	
WZ 71		394,3	20,0	1.892,8	1.010,9	40,0	734,5
WZ 72	158,3	36.995,3	4.090,0	23.260,5	9.880,8	6.930,8	21.771,1
WZ 73							20,0
WZ 81						20,0	20,0
WZ 82		223,3	1.518,8	37,1	633,7	144,5	331,6
WZ 85	754,2	13.820,8	852,8	8.046,5	8.226,1	788,7	7.151,2
WZ 86		8,4		665,0			
WZ 90	20,0						
WZ 93		31,4		24,0			
RL 02181							
WZ 72	-	48.597,3	1.835,3	2.477,8	132,7		4.063,3
WZ 85	-	4.798,7	420	13.165,3	1.399,5	446,8	17.519,0
WZ 91	-	4.947,5					
WZ 99	-			212,5			

Anmerkung: Die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Auf null gerundete Werte ausgelassen

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 132: Anzahl Förderfälle, nach WZ und Schlüsseltechnologien RL 02144

	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions-technologien	Software und Web-technologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano-technologien	Neue Materialien	Photonik
RL 02144							
Nahrungs- und Futtermittel - 10		1					
Getränkeherstellung - 11							
Textilien - 13		1			1		
Bekleidung - 14							
Holz-, Flecht-, Korbwaren - 16						1	
Papier, Pappe - 17					1		
Druckerzeugnisse - 18							
Chemische Erzeugnisse - 20			1				
Pharmaz. Erzeugnisse - 21							
Gummi- u. Kunststoffwaren - 22					1		
Glas, Glaswaren, Keramik - 23					3		
Metallerzeugnisse - 25			2			1	
Datenverarbeitungsgeräte - 26			2		1		
Elektrische Ausrüstung - 27			2	1		2	
Maschinenbau - 28	1	4				1	1
Kraftwagen und -teile - 29							
sonst. Fahrzeugbau - 30							
Möbel - 31							
sonstige Waren - 32		1	2				
Maschinen/Ausrüstungen - 33		1					
Recycling - 37							
Samml./Behdl. v. Abfällen - 38							
Baustellenarbeiten - 43			1				
Handel mit Kfz - 45							
Großhandel (ohne Kfz) - 46					1		
Einzelhandel (ohne Kfz) - 47			1				
Telekommunikation - 61			1				
IT-Dienstleistungen - 62			20				
Informations-DL - 63			2				
Unternehmensberatung - 70							
Arch.- u. Ing.-Büros - 71							
Forschung u. Entwicklung - 72	1		4				1
Sonstige freie Tätigkeiten - 74			1				
Vermiet. beweg. Sachen - 77						1	
wirtschaftliche DL - 82			1				
Erziehung und Unterricht - 85							
Gesundheitswesen - 86							
Sport, Unterhaltung - 93			1				
Sonstige Dienstleistungen - 96			1		1		

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Quelle: Förderdaten des SWMA. Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 133: Anzahl Förderfälle, nach WZ und Zukunftsfeldern RL 02144

	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
RL 02144							
Nahrungs- und Futtermittel - 10				6			
Getränkeherstellung - 11				1			
Textilien - 13				1		5	
Bekleidung - 14				1		3	
Holz-, Flecht-, Korbwaren - 16			1			1	
Papier, Pappe - 17						1	1
Druckerzeugnisse - 18						1	
Chemische Erzeugnisse - 20						1	1
Pharmaz. Erzeugnisse - 21				1			
Gummi- u. Kunststoffwaren - 22						3	1
Glas, Glaswaren, Keramik - 23					1	3	
Metallerzeugnisse - 25			1			18	1
Datenverarbeitungsgeräte - 26	1		3			9	
Elektrische Ausrüstung - 27			2	1	1	6	1
Maschinenbau - 28			1	2		29	5
Kraftwagen und -teile - 29					1	3	
sonst. Fahrzeugbau - 30					1		
Möbel - 31						3	
sonstige Waren - 32				11		4	
Maschinen/Ausrüstungen - 33				2		3	
Recycling - 37						1	
Samml./Behdl. v. Abfällen - 38							2
Baustellenarbeiten - 43						1	1
Handel mit Kfz - 45					1		
Großhandel (ohne Kfz) - 46						2	
Einzelhandel (ohne Kfz) - 47		1				4	
Telekommunikation - 61		1					
IT-Dienstleistungen - 62		11		1		12	2
Informations-DL - 63		1		1		1	
Unternehmensberatung - 70						1	
Arch.- u. Ing.-Büros - 71			1	1	1	4	
Forschung u. Entwicklung - 72	1	1		4		4	1
Sonstige freie Tätigkeiten - 74						2	
Vermiet. beweg. Sachen - 77						1	
wirtschaftliche DL - 82		1		1		3	
Erziehung und Unterricht - 85						1	
Gesundheitswesen - 86				1			
Sport, Unterhaltung - 93	1			2			
Sonstige Dienstleistungen - 96				1		3	3

Anmerkung: die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Quelle: Förderdaten des SWMA. Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 134: Fördervolumen, nach WZ und Schlüsseltechnologien RL 02144

Euro	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtechnologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nanotechnologien	Neue Materialien	Photonik
RL 02144							
WZ 10		25.000					
WZ 11							
WZ 13		10.908			73.533		
WZ 14							
WZ 16						59.063	
WZ 17					16.068		
WZ 18							
WZ 20			34.219				
WZ 21							
WZ 22					59.019		
WZ 23					103.221		
WZ 25			43.750			51.790	
WZ 26			134.743		12.006		
WZ 27			117.221	36.208		94.934	
WZ 28	11.898	79.990				88.875	11.898
WZ 29							
WZ 30							
WZ 31							
WZ 32		36.250	80.119				
WZ 33		55.438					
WZ 37							
WZ 38							
WZ 43			72.493				
WZ 45							
WZ 46					39.170		
WZ 47			5.121				
WZ 61			38.364				
WZ 62			830.269				
WZ 63			31.250				
WZ 70							
WZ 71							
WZ 72	32.500		256.944				32.500
WZ 74			61.566				
WZ 77						43.238	
WZ 82			125.000				
WZ 85							
WZ 86							
WZ 93			88.860				
WZ 96			40.996		11.129		

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 135: Fördervolumen, nach WZ und Zukunftsfeldern RL 02144

Euro	Bildung und Kultur	Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	sonstige	Umwelt und Rohstoffe
RL 02144							
WZ 10				228.788			
WZ 11				20.000			
WZ 13				57.500		203.509	
WZ 14				27.041		44.349	
WZ 16			59.063			15.956	
WZ 17						125.000	16.068
WZ 18						26.255	
WZ 20						34.219	44.385
WZ 21				51.540			
WZ 22						150.259	59.019
WZ 23					33.703	85.321	
WZ 25			22.384			696.383	110.500
WZ 26	52.245		47.198			395.034	
WZ 27			61.315	39.228	75.254	238.811	41.968
WZ 28			122.263	23.616		1.063.925	155.939
WZ 29					62.500	130.484	
WZ 30					125.000		
WZ 31						52.518	
WZ 32				512.859		165.988	
WZ 33				109.375		209.823	
WZ 37						83.841	
WZ 38							12.924
WZ 43						72.493	28.234
WZ 45					4.678		
WZ 46						93.233	
WZ 47		5.121				107.765	
WZ 61		38.364					
WZ 62		452.827		37.418		447.103	28.951
WZ 63		0		62.249		31.250	
WZ 70						24.625	
WZ 71			125.000	50.776	51.014	152.019	
WZ 72	85.563	122.510		191.175		158.503	39.258
WZ 74						63.134	
WZ 77						43.238	
WZ 82		125.000		95.179		86.029	
WZ 85						19.021	
WZ 86				22.144			
WZ 93	21.050			103.548			
WZ 96				40.996		65.356	75.129

Anmerkung: die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 136: Zuordnung Koordinierter DFG-Programme in Sachsen zu den Zukunftsfeldern der Innovationsstrategie

Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	Umwelt	Sonstige
<p>SPP 1894 Volunteered Geographic Information: Interpretation, Visualisierung and Social Computing TU Dresden</p>	<p>SFB 96 Thermo-Energetische Gestaltung von Werkzeugmaschinen TU Dresden</p>	<p>SFB 79 Werkstoffe für die Geweberegeneration im systemisch erkrankten Knochen TU Dresden</p>	<p>FOR 2089 Dauerhafte Straßenbefestigungen für zukünftige Verkehrsbelastungen TU Dresden</p>	<p>SFB 102 Polymere unter Zwangsbedingungen: eingeschränkte und kontrollierte molekulare Ordnung und Beweglichkeit Universität Leipzig</p>	<p>GRK 2011 Interaktion Grammatischer Bausteine Universität Leipzig</p>
<p>SPP 1796 High Frequency Flexible Bendable Electronics for Wireless Communication Systems (FFLexCom) TU Dresden</p>	<p>SFB 912 HAEC - Highly Adaptive Energy-Efficient Computing TU Dresden</p>	<p>SFB 83 Molekulare Architektur und zelluläre Funktionen von Lipid/Protein Komplexen TU Dresden</p>	<p>FOR 1897 Verlustarme Elektrobleche für die Elektromobilität TU Freiberg</p>	<p>SFB 692 Hochfeste aluminiumbasierte Leichtbauwerkstoffe für Sicherheitsbauteile TU Chemnitz</p>	<p>SFB 940 Volition und kognitive Kontrolle: Mechanismen, Modulatoren, Dysfunktionen TU Dresden</p>
<p>GRK 1763 Quantitative Logiken und Automaten TU Dresden</p>	<p>SPP 1599 Caloric effects in ferroic materials: New concepts for cooling IFW Dresden</p>	<p>SFB 127 Biologie der Xenogenen Zell-, Gewebe- und Organtransplantation TU Dresden</p>	<p>SFB 799 TRIP-Matrix-Composite - Design von zähen, umwandlungsverstärkten Verbundwerkstoffen und Strukturen TU Freiberg</p>	<p>SFB 1199 Verräumlichungsprozesse unter Globalisierungsbedingungen Universität Leipzig</p>	
<p>GRK 1907 RoSI: Rollenbasierte Software-Infrastrukturen für durchgängig-kontextsensitive Systeme TU Dresden</p>	<p>SPP 1648 Software for Exascale Computing TU Dresden</p>	<p>SFB 205 Die Nebenniere: Zentrales Relais in Gesundheit und Krankheit TU Dresden</p>	<p>SFB 920 Multifunktionale Filter für die Metallschmelzefiltration - ein Beitrag zu Zero Defect Materials TU Freiberg</p>	<p>SFB 1285 Invektivität. Konstellationen und Dynamiken der Herabsetzung TU Dresden</p>	

Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	Umwelt	Sonstige
<p>GRK 2323 Förderliche Gestaltung cyber-physischer Produktionssysteme TU Dresden</p>	<p>SPP 1708 „Materialsynthese nahe Raumtemperatur TU Dresden</p>	<p>SFB 1052 Mechanismen der Adipositas Universität Leipzig</p>		<p>SPP 1294 Atmospheric and Earth system research with the „High Altitude and Long Range Research Aircraft“ Universität Leipzig</p>	<p>FOR 2344 Multiple Secularities - Beyond the West, beyond Modernities Universität Leipzig</p>
<p>SFB 762 Funktionalität oxidischer Grenzflächen Universität Leipzig</p>		<p>SPP 1782 Epithelial intercellular junctions as dynamic hubs to integrate forces, signals and cell behaviour Universität Leipzig</p>		<p>SPP 2005 Rheologie reaktiver, multiskaliger, mehrphasiger Baustoffsysteme (Beanspruchung von Frischbeton) TU Dresden</p>	<p>GRK 1504 Masse, Spektrum, Symmetrie: Teilchenphysik in der Ära des Large Hadron Colliders HU Berlin TU Dresden</p>
		<p>SPP 2084 µBONE: Kolonisierung und Interaktionen von Tumorzellen innerhalb des Knochenmilieus TU Dresden</p>		<p>SFB 639 Textilverstärkte Verbundkomponenten für funktionsintegrierende Mischbauweisen bei Leichtbauanwendungen TU Dresden</p>	<p>SFB 67 Seasonal temperature acclimation in Drosophila Universität Leipzig</p>
		<p>FOR 1451 Exploring mechanisms underlying the relationship between biodiversity and ecosystem functioning Universität Leipzig</p>		<p>GRK 2118 Verknüpfung von Biodiversitätsforschung und Bewegungsökologie in dyn. Agrarlandschaften UFZ Leipzig</p>	<p>FOR 2682 Seasonal temperature acclimation in Drosophila TU Dresden</p>
		<p>FOR 1617 Learning & habitization as predictors of the</p>		<p>GRK 2250 Impaktsicherheit von Baukonstruktionen durch</p>	<p>GRK 2324 Die Rolle von Baum-Baum-Interaktionen in lokalen</p>

Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	Umwelt	Sonstige
		development & maintenance of alcoholism Charité, TU Dresden		mineralisch gebundene Komposite TU Dresden	Nachbarschaften in subtropischen Wäldern Universität Leipzig
		FOR 2038 Nanopatterned Organic Matrices in Biological Silica Mineralization TU Dresden			SFB 1143 Korrelierter Magnetismus: Von Frustration zu Topologie TU Dresden
		FOR 2149 Aufklärung des Signalverhaltens von Adhäsions-GPCR Universität Leipzig			SFB 172 Klimarelevante Atmosphären- und Oberflächenprozesse und Rückkopplungsmechanismen (AC) ³ Universität Leipzig
		FOR 2599 Tissue type two responses: Mechanisms of induction and regulation TU Dresden			SPP 1681 Feldgesteuerte Partikel-Matrix-Wechselwirkungen TU Dresden
		GRK 2251 Immunologische und zellbasierte Strategien bei metabolischen Erkrankungen TU Dresden			SPP 1886 Polymorphe Unschärfemodellierungen für den numerischen Entwurf von Strukturen TU Dresden
		SFB 237 „Nukleinsäure-Immunität“			SPP 2045

Digitale Kommunikation	Energie	Gesundheit	Mobilität	Umwelt	Sonstige
		TU Dresden			Mehrdimensionale Fraktionierung von Feinstpartikelsystemen
					TU Freiberg
					FOR 2177 Integrierte chemische Mikrolaboratorien (In-CheM)
					Universität Leipzig
					FOR 2433 Schaltbare metallorganische Gerüstverbindungen (MOF-Switches)
					TU Dresden
					GRK 1621 Itineranter Magnetismus und Supraleitung in intermetallischen Verbindungen
					TU Dresden
					GRK 1865 Hydrogel-Basierte Mikrosysteme
					TU Dresden

Anmerkung: Eigene Zuordnung auf Basis der Analyse der Langtexte bzgl. Forschungsgegenstand und möglichen Anwendungsbereichen, keine DFG-Programme konnten dem Zukunftsfeld Rohstoffe zugeordnet werden.

Quelle: DFG-Onlinestatistik, interne Dokumentationen des SMWK, Zuordnung des Fraunhofer ISI.

Tabelle 137: Drittmittel sächsischer Hochschulen in Tsd. Euro, 2011-2016

Drittmittel nach Drittmittelgeber Sachsen					
	öffentliche Drittmittel (Bund und Länder)	DFG	Wirtschaft	EU	gesamt
2006	84.269	49.715	49.745	19.972	218.200
2007	93.676	56.756	57.200	20.994	245.870
2008	121.174	75.438	66.669	22.066	306.260
2009	123.442	81.090	67.474	51.447	343.419
2010	154.454	100.565	77.862	71.340	423.717
2011	162.514	106.532	76.865	69.452	436.825
2012	172.222	117.147	79.780	85.041	479.086
2013	188.992	131.322	93.453	97.759	541.675
2014	191.169	130.722	84.557	104.105	539.355
2015	187.710	162.692	79.047	82.548	541.358
2016	195.448	153.120	75.787	54.089	512.903

Quelle: Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes, Sonderauswertung, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 138: Durchschnittliche feldspezifische Zittrate nach Fächergruppen, 2013-2015

	Sachsen	Deutschland
Agrar- und Biowissenschaften	1,3	1,1
Kunst und Geisteswissenschaften	0,9	0,6
Biochemie, Genetik und Molekularbiologie	1,7	1,5
Management und Buchhaltung	0,7	1,3
Verfahrenstechnik	1,1	1,3
Chemie	1,1	1,2
Informatik	1,1	1,1
Entscheidungswissenschaften	1,0	1,1
Zahnmedizin	1,4	1,8
Geowissenschaften und Planetologie	1,1	1,2
Wirtschaft, Ökonometrie und Finanzen	1,1	1,3
Energie	1,3	1,5
Ingenieurwesen	1,1	1,1
Umweltwissenschaften	1,7	1,5
Gesundheitsberufe	2,0	1,8
Immunologie und Mikrobiologie	2,8	2,7
Materialwissenschaften	1,1	1,2
Mathematik	0,6	0,7
Medizin	2,3	2,1
Multidisziplinär	3,9	3,3
Neurowissenschaften	3,0	2,6
Pflege	4,6	2,9
Pharmakologie, Toxikologie und Pharmazie	1,3	1,1
Physik und Astronomie	1,2	1,3
Psychologie	1,5	1,2
Sozialwissenschaften	1,3	0,9
Veterinärmedizin	1,0	1,0

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 139: Exzellenzrate, 2005-2015

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Sachsen	9 %	9 %	9 %	9 %	9 %	11 %	11 %	12 %	11 %	11 %	12 %
Deutschland	9 %	9 %	9 %	10 %	10 %	11 %	11 %	11 %	11 %	11 %	11 %

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 140: Durchschnittliche Anzahl der Publikationen je Autor nach Fächergruppen, 2013-2017

	Sachsen	Deutschland
Agrar- und Biowissenschaften	1,6	1,5
Kunst und Geisteswissenschaften	1,2	1,2
Biochemie, Genetik und Molekularbiologie	1,7	1,7
Management und Buchhaltung	1,2	1,3
Verfahrenstechnik	1,5	1,5
Chemie	1,9	1,8
Informatik	1,3	1,3
Entscheidungswissenschaften	1,2	1,2
Zahnmedizin	1,5	1,8
Geowissenschaften und Planetologie	1,8	2,2
Wirtschaft, Ökonometrie und Finanzen	1,3	1,3
Energie	1,4	1,4
Ingenieurwesen	1,7	1,9
Umweltwissenschaften	1,6	1,5
Gesundheitsberufe	1,2	1,3
Immunologie und Mikrobiologie	1,4	1,5
Materialwissenschaften	2,0	1,8
Mathematik	1,4	1,5
Medizin	2,3	2,3
Multidisziplinär	1,2	1,1
Neurowissenschaften	1,7	1,7
Pflege	1,3	1,4
Pharmakologie, Toxikologie und Pharmazie	1,3	1,4
Physik und Astronomie	2,5	3,8
Psychologie	1,7	1,6
Sozialwissenschaften	1,3	1,3
Veterinärmedizin	1,6	1,5

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 141: Top10 Patentanmelder in den Zukunftsfeldern (inkl. Anmelder außerhalb Sachsens), 2015

<u>Gesamt</u>	<u>Energie</u>
KBA (Koenig & Bauer AG)	Von Ardenne
FRAUNHOFER	Robert Bosch
Technische Universität Dresden	Daimler
Von Ardenne	FRAUNHOFER
Siemens	Siemens
Robert Bosch	Technische Universität Dresden
Volkswagen	Volkswagen
Daimler	Li-Tec Battery
Endress+Hauser Conducta GmbH+Co. KG	Thyssen Krupp
Thyssen Krupp	Solarworld Innovations
<u>Gesundheit</u>	<u>Digitale Kommunikation</u>
Technische Universität Dresden	FRAUNHOFER
FRAUNHOFER	Technische Universität Dresden
Universität Leipzig	Novaled
Siemens Healthcare	Von Ardenne
B. Braun Melsungen	Robert Bosch
Drägerwerk AG & Co. KGaA	Infineon Technologies Dresden
Endress+Hauser Conducta GmbH+Co. KG	Sillectra
GETEMED Medizin- und Informationstechnik	KBA (Koenig & Bauer AG)
	Endress+Hauser Conducta GmbH+Co. KG
	Siemens
<u>Mobilität</u>	<u>Rohstoffe</u>
Robert Bosch	Technische Universität Bergakademie Freiberg
Daimler	Robert Bosch
Li-Tec Battery	DAS Environmental Expert
FRAUNHOFER	Sunfire
Thyssen Krupp	ULT
Volkswagen	FRAUNHOFER
IAV Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr	IAV Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr
Siemens	LMBV Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft
Technische Universität Dresden	MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT
Bombardier Transportation	Thyssen Krupp
<u>Umwelt</u>	
FRAUNHOFER	
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden	
Technische Universität Dresden	
Robert Bosch	
Siemens	
COTESA	
DAS Environmental Expert	
Sunfire	
ULT	
Endress+Hauser Conducta GmbH+Co. KG	

Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 142: Top10 Patentanmelder in den Schlüsseltechnologien (inkl. Anmelder außerhalb Sachsens), 2015

Schlüsseltechnologien gesamt	Biotechnologie
Von Ardenne	Technische Universität Dresden
FRAUNHOFER	Climeworks
Technische Universität Dresden	FRAUNHOFER
Novaled	Sunfire
Sillectra	Universität Leipzig
Endress+Hauser Conducta GmbH+Co.	Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
SIEMENS	Endress+Hauser Conducta GmbH+Co.
Infineon Technologies Dresden	Friedrich-Schiller-Universität Jena
Technische Universität Bergakademie Freiberg	IOT – Innovative Oberflächentechnologie
Continental Automotive	Thyssen Krupp
Nanotechnologie	Mikro- und Nanoelektronik
Technische Universität Dresden	Novaled
FRAUNHOFER	Von Ardenne
	Infineon Technologies Dresden
	Sillectra
	Technische Universität Dresden
	FRAUNHOFER
	Endress & Hauser
	Solarworld Innovations
	Continental Automotive
	Meyer Burger (Germany)
Photonik	Neue und intelligente Materialien und Werkstoffe
Novaled	Von Ardenne
FRAUNHOFER	FRAUNHOFER
Technische Universität Dresden	Novaled
Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung	Technische Universität Dresden
Fiberware Generalunternehmen für Nachrichtentechnik	Technische Universität Bergakademie Freiberg
Endress+Hauser Conducta GmbH+Co.	CTF Solar
Porsche	Wacker-Chemie
Lumiloop	Sillectra
Von Ardenne	Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung
Heimann Sensor	Danzer
Fortgeschrittene Produktionstechnologien	Software und Webtechnologien
FRAUNHOFER	Swiss Timing
Endress+Hauser Conducta GmbH+Co.	Volkswagen
Technische Universität Dresden	Von Ardenne
Siemens	Centrotherm Photovoltaics
Sillectra	Fiberware Generalunternehmen für Nachrichtentechnik
Robert Bosch	FRAUNHOFER
Thyssen Krupp	J+P Maschinenbau
Technische Universität Chemnitz	Lumiloop
Porsche	Nextbike
Thyssen Krupp	Technisat Digital

Quelle: EPA - PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 143: Anzahl Förderfälle, nach WZ und Schlüsseltechnologien

	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions-technologien	Software und Web-technologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano-technologien	Neue Materialien	Photonik
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 ; 02147; 06700; 06740 sowie RL 02181, 02144							
Landwirtschaft - 01		1					
Forstwirtschaft - 02	1						
Bergbau - 09		1					
Nahrungs- und Futtermittel - 10	1	6					
Textilien - 13		15	2		1	8	
Bekleidung - 14		3					
Leder und Schuhe - 15		1				4	
Holz-, Flecht-, Korbwaren - 16		1				1	
Papier, Pappe - 17		6			1		
Druckerzeugnisse - 18		3	2			1	
Chemische Erzeugnisse - 20	1	1	1	3		5	
Pharmaz. Erzeugnisse - 21	13	2				3	
Gummi- u. Kunststoffwaren - 22	2	30	1		1	12	
Glas, Glaswaren, Keramik - 23		5			3	8	
Metall - 24		7		1		3	1
Metallerzeugnisse - 25	2	60	6		2	11	
Datenverarbeitungsgeräte - 26	5	22	48	41	3	6	2
Elektrische Ausrüstung - 27		11	13	3		3	1
Maschinenbau - 28	4	120	11	3	2	14	3
Kraftwagen und -teile - 29		15	1				
sonst. Fahrzeugbau - 30		4				1	
Möbel - 31			1				
sonstige Waren - 32	3	14	9		2	7	1
Maschinen/Ausrüstungen - 33		3	2	1		1	
Energieversorgung - 35		1	1				
Recycling - 37							
Samml./Behdl. v. Abfällen - 38		5		1			
Tiefbau - 42		5					
Baustellenarbeiten - 43		2	1			2	
Handel mit Kfz - 45							
Großhandel (ohne Kfz) - 46		3			1		
Einzelhandel (ohne Kfz) - 47	1	3	4				
Verlagswesen - 58			1				
Film, Fernsehen, Kino - 59			1				
Recycling - 37			1				
IT-Dienstleistungen - 62	1	2	106	1			
Informations-DL - 63		1	18				
Unternehmensberatung - 70			1				
Arch.- u. Ing.-Büros - 71	5	10	11	4		6	
Forschung u. Entwicklung - 72	40	62	45	31	5	23	4
Werbung u. Marktforschung - 73		1					
Sonstige freie Tätigkeiten - 74			1				
Vermiet. beweg. Sachen - 77						1	
Gebäudebetreuung - 81		1					
wirtschaftliche DL - 82		9	10	1		1	
Erziehung und Unterricht - 85	42	35	55	14	2	19	1
Gesundheitswesen - 86			2				
Kreative u. künstler. Tätig. - 90							
Bibliotheken/Archive/Museen - 91			7				
Sport, Unterhaltung - 93			4				
Sonstige Dienstleistungen - 96			1		1		
Exterritoriale Organisationen - 99	1			1			

Hinweis: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Quelle: Förderdaten des SWMA. Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 144: Fördervolumen, nach WZ und Schlüsseltechnologien

in Tsd. Euro	Biotechnologien	Fortgeschrittene Produktions- technologien	Software und Webtechnologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nano- technologien	Neue Materialien	Photonik
EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 ; 02147; 06700; 06740 sowie RL 02181, 02144							
Landwirtschaft - 01		11					
Forstwirtschaft - 02	199						
Bergbau - 09		2					
Nahrungs- und Futtermittel - 10	4	111					
Textilien - 13		750	293		74	1.013	
Bekleidung - 14		50					
Leder und Schuhe - 15		7				38	
Holz-, Flecht-, Korbwaren - 16		3				59	
Papier, Pappe - 17		96			16		
Druckerzeugnisse - 18		56	22			298	
Chemische Erzeugnisse - 20	144	137	34	2.710		696	
Pharmaz. Erzeugnisse - 21	5.197	40				1.641	
Gummi- u. Kunststoffwaren - 22	172	1.433	7		59	916	
Glas, Glaswaren, Keramik - 23		206			103	447	
Metall - 24		1.223		146		393	109
Metallerzeugnisse - 25	342	6.415	264		181	575	
Datenverarbeitungsgeräte - 26	1.114	3.859	11.218	56.882	967	22.505	83
Elektrische Ausrüstung - 27		1.065	784	285		105	584
Maschinenbau - 28	1.581	15.193	2.248	1.603	467	1.679	1.509
Kraftwagen und -teile - 29		3.401	150				
sonst. Fahrzeugbau - 30		38				19	
Möbel - 31			20				
sonstige Waren - 32	451	252	1.731		113	193	14
Maschinen/Ausrüstungen - 33		85	282	65		20	
Energieversorgung - 35		20	56				
Recycling - 37							
Samml./Behdl. v. Abfällen - 38		465		6			
Tiefbau - 42		74					
Baustellenarbeiten - 43		26	72			40	
Handel mit Kfz - 45							
Großhandel (ohne Kfz) - 46		59			39		
Einzelhandel (ohne Kfz) - 47	19	50	35				
Verlagswesen - 58			20				
Film, Fernsehen, Kino - 59			10				
Recycling - 37			38				
IT-Dienstleistungen - 62	5	348	14.152	273			
Informations-DL - 63		8	2.942				
Unternehmensberatung - 70			8				
Arch.- u. Ing.-Büros - 71	551	830	1.209	283		277	
Forschung u. Entwicklung - 72	20.810	21.627	20.172	79.228	1.366	9.373	3.252
Werbung u. Marktforschung - 73		20					
Sonstige freie Tätigkeiten - 74			62				
Vermiet. beweg. Sachen - 77						43	
Gebäudebetreuung - 81		20					
wirtschaftliche DL - 82		1.745	1.005	9		20	
Erziehung und Unterricht - 85	17.339	23.747	20.727	6.617	334	6.706	420
Gesundheitswesen - 86			674				
Kreative u. künstler. Tätig. - 90							
Bibliotheken/Archive/Museen - 91			4.948				
Sport, Unterhaltung - 93			120				
Sonstige Dienstleistungen - 96			41		11		
Exterritoriale Organisationen - 99	213						

Anmerkung: Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA. Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 145: Sektoral-technologisches Patentmapping 2009-2011, Freistaat Sachsen

	Chemische Industrie	Elektroindustrie	Fahrzeugbau	Maschinenbau	Textilindustrie	sonstige Industrie	FuE-Dienstleister und Universitäten	sonstige
Biotechnologie	1	7		1		2	6	3
Nanotechnologie	4	5				1	8	2
Mikro- und Nanoelektronik	4	98	13	61		2	48	14
Photonik	4	35	3	14		1	8	19
Neue Materialien	28	14	8	167	1	7	9	6
Fortgeschrittene Produktionstechnologien	4	89	49	29		16	2	31

Anmerkung: Software und Webtechnologien waren 2014 nicht Gegenstand der Analysen.
 Quelle: EPA PATSTAT und BvD ORBIS, Analysen des Fraunhofer ISI 2014.

Tabelle 146: Sektoral-technologisches Patentmapping 2009-2011, Deutschland

	Chemische Industrie	Elektroindustrie	Fahrzeugbau	Maschinenbau	Textilindustrie	sonstige Industrie	FuE-Dienstleister und Universitäten	sonstige
Biotechnologie	102	97	11	29		80	58	56
Nanotechnologie	55	96	20	5		32	35	12
Mikro- und Nanoelektronik	192	1.513	606	233		230	134	141
Photonik	56	1.804	334	85	1	163	78	186
Neue Materialien	974	353	377	315	10	567	60	95
Fortgeschrittene Produktionstechnologien	90	2.408	2.391	1.148	4	355	143	329

Anmerkung: Software und Webtechnologien waren 2014 nicht Gegenstand der Analysen.
 Quelle: EPA PATSTAT und BvD ORBIS, Analysen des Fraunhofer ISI 2014.

Tabelle 147: Outputindikatoren, nach Zukunftsfeldern und Schlüsseltechnologien

EFRE-Förderung: RL 06570; 06580 sowie RL 02147; 06700; 06740	Biotechnologien	Fortschrittliche Produktions-technologien	Software und Web-technologien	Mikro- und Nanoelektronik	Nanotechnologien	Neue Materialien	Photonik
FuE-Personal während des Projektes [137]							
Bildung und Kultur			5			1	
Digitale Kommunikation		13	120	31		5	
Energie		4	2			26	2
Gesundheit	80	11	5	1		11	
Mobilität		5	25	6		5	
Sonstige		15	2		6	2	
Umwelt und Rohstoffe	4	64	6	6	1	17	4
Am Projekt beteiligte Mitarbeiter [141]							
Bildung und Kultur			7			9	
Digitale Kommunikation		139	658	324		6	
Energie		43	34			55	25
Gesundheit	332	118	73	7	3	240	
Mobilität		83	137	50		49	
Sonstige		286	26		51	468	1
Umwelt und Rohstoffe	11	693	40	75	7	217	15
Erwarteter zusätzlicher Jahresumsatz [133] in Tsd.Euro							
Bildung und Kultur			4.600			1.100	
Digitale Kommunikation		8.970	299.789	874.447		5.000	
Energie		13.447	9.528			61.100	21.080
Gesundheit	258.101*	12.602	16.330	1.522	120	15.200	
Mobilität		49.067	48.807	155.130		10.900	
Sonstige		541.254	527		5.155	2.500	500
Umwelt und Rohstoffe	84.172	588.463	6.350	39.644	3.500	27.021	50.350
Neu einzustellende Personen für kommerzielle Verwertung [139]							
Bildung und Kultur			3			1	
Digitale Kommunikation		14	314	72		20	
Energie		26	15			10	6
Gesundheit	183	35	14	3	1	15	
Mobilität		40	52			65	
Sonstige		52	4		12	9	1
Umwelt und Rohstoffe	10	416	20	28	1	102	9

Anmerkung: *in diesem Feld wurde der Wert eines Förderfalles herausgerechnet, der aufgrund seines extremen Abweichens in der Größenordnung mit hoher Wahrscheinlichkeit als Tippfehler einzuordnen ist.

Die Förderdatenanalyse folgt der verfügbaren empirischen Grundlage. In dieser werden die Zukunftsfelder Umwelt und Rohstoffe zusammengefasst. Zusätzlich erfolgt die Ausweisung eines Förderbereiches „Bildung und Kultur“, der kein Zukunftsfeld im engeren Sinne darstellt. Der in der Quelle eigentlich verwendete Begriff „IKT“ wird hier zur Vereinheitlichung „Software und Webtechnologie“ bezeichnet.

Auf null gerundete Werte ausgelassen.

Quelle: Förderdaten des SWMA, Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 148: Regional Innovation Index der RIS-Regionen aus den Innovatorengruppen Innovation Leaders und Strong Innovators, in Prozent, 2017

Innovation Leader (mehr als 20 % über EU Ø)					
(+) Region im oberen Drittel		(-) Region im mittleren Drittel		(-) Region im unteren Drittel	
Zürich	178,3	Etelä-Suomi	139,5	Helsinki-Uusimaa	128,6
Nordwestschweiz	166,4	Berlin	139,1	Noord-Holland	127,5
Stockholm	165,1	East of England	139,1	Île de France	127,4
Zentralschweiz	155,0	Trøndelag	139,0	Zuid-Holland	127,3
Hovedstaden	154,9	Karlsruhe	138,8	North East	126,6
Ticino	152,5	Västsverige	138,3	Gelderland	126,1
Ostschweiz	149,6	Utrecht	136,6	Scotland	125,9
South East	148,2	East Midlands	134,2	Groningen	125,0
Région lémanique	147,9	Midtjylland	133,3	Limburg	124,0
Östra Mellansverige	146,3	South West	132,1	Darmstadt	123,9
Oberbayern	143,2	Oslo og Akershus	130,8	Hamburg	123,7
Espace Mittelland	143,0	Noord-Brabant	130,3	Vlaams Gewest	123,3
Tübingen	141,9	Yorkshire and The Humber	130,2	North West	123,0
Sydsverige	141,8	Freiburg	130,1	Rheinhessen-Pfalz	122,8
London	141,1	Braunschweig	129,4	Centre-Est	122,7
Stuttgart	139,6	Mittelfranken	129,1	Länsi-Suomi	122,2
		Köln	128,8	Övre Norrland	121,8
		West Midlands	128,6	Unterfranken	121,2
				Bremen	120,2
Ø Klassenscore:	150,92		133,73		124,38
Strong Innovators (zw. 90 % und 120 % des EU Ø)					
(+) Region im oberen Drittel		(-) Region im mittleren Drittel		(-) Region im unteren Drittel	
Wales	119,4	Detmold	109,7	Koblenz	102,2
Südösterreich	119,4	Flevoland	109,6	Zahodna Slovenija	102,0
Ostösterreich	119,3	Schleswig-Holstein	109,5	Ouest	101,8
Dresden	118,7	Northern Ireland	109,5	Mellersta Norrland	101,6
Overijssel	118,0	Nordjylland	108,8	Chemnitz	100,4
Syddanmark	117,3	Münster	108,2	Agder og Rogaland	100,2
Leipzig	117,0	Est	108,0	Brandenburg	99,8
Gießen	116,0	Düsseldorf	107,6	Mecklenburg-Vorpommern	99,5
Southern and Eastern	115,6	Thüringen	107,4	Lüneburg	99,3
Westösterreich	115,5	Oberpfalz	106,8	Trier	99,1
Pohjois- ja Itä-Suomi	115,2	Drenthe	106,2	Praha	99,0
Vestlandet	114,8	Nord-Norge	106,1	Nord - Pas-de-Calais	98,8
Région de Bruxelles-Capitale	114,8	Région Wallonne	106,0	Sør-Østlandet	95,5
Hannover	114,3	Border, Midland and Western	104,2	Friesland	95,0
Sjælland	113,7	Bratislavský kraj	104,1	Bassin Parisien	94,8
Schwaben	111,7	Zeeland	103,6	Weser-Ems	93,2
Arnsberg	111,7	Kassel	103,0	País Vasco	91,4
Sud-Ouest	111,3	Méditerranée	103,0	Sachsen-Anhalt	91,2
Oberfranken	111,2	Norra Mellansverige	102,7	Niederbayern	91,0
Småland med öarna	110,3	Saarland	102,5	Hedmark og Oppland	90,8
Ø Klassenscore:	115,25		106,33		97,33

Quelle: Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 149: Regional Innovation Index der RIS-Regionen aus den Innovatorengruppen Moderate und Modest Innovators , in Prozent, 2017

Moderate Innovators (zw. 50 % und 90 % des EU Ø)					
(+) Region im oberen Drittel		(-) Region im mittleren Drittel		(-) Region im unteren Drittel	
Cataluña	88,5	Galicia	71,6	Puglia	58,5
Jihovýchod	88,5	Moravskoslezsko	70,4	Nyugat-Dunántúl	58,2
Lisboa	88,2	Západné Slovensko	69,6	Basilicata	57,9
Friuli-Venezia Giulia	87,8	Liguria	69,6	Campania	57,8
Vzhodna Slovenija	86,6	Kriti	69,5	Calabria	57,8
Comunidad de Madrid	85,9	Provincia Autonoma Bolzano/Bozen	69,4	Thessalia	57,7
Comunidad Foral de Navarra	85,5	Marche	69,4	Észak-Alföld	57,6
Centro	85,0	Alentejo	68,4	Severozápad	57,5
Severovýchod	84,7	Principado de Asturias	66,7	Malopolskie	57,2
Střední Morava	80,3	Castilla y León	66,6	Dolnoslaskie	56,9
Emilia-Romagna	79,9	Šumadija and Western Serbia	66,2	Extremadura	55,3
Piemonte	79,8	Región de Murcia	66,2	Pomorskie	55,0
Norte	79,6	Stredné Slovensko	66,1	Região Autónoma da Madeira	55,0
Lombardia	79,6	Vojvodina	65,7	Dél-Dunántúl	53,6
Veneto	79,4	Kentriki Makedonia	65,6	Algarve	53,5
Provincia Autonoma Trento	78,4	Andalucía	65,1	Voreio Aigaio	53,2
Aragón	78,0	Abruzzo	64,5	Kontinentalna Hrvatska	53,0
Közép-Magyarország	77,6	Mazowieckie	63,6	Ipeiros	52,9
Comunidad Valenciana	76,5	Dytiki Ellada	63,1	Região Autónoma dos Açores	52,9
Toscana	75,5	Belgrade	62,3	Stereia Ellada	52,4
La Rioja	75,3	Közép-Dunántúl	61,3	Sardegna	52,4
Jihozápad	75,0	Dytiki Makedonia	61,3	Anatoliki Makedonia, Thraki	52,0
Attiki	74,9	Molise	61,0	Podkarpackie	51,8
Umbria	74,3	Dél-Alföld	60,7	Jadranska Hrvatska	51,5
Lazio	73,6	Southern and Eastern Serbia	60,5	Sicilia	51,3
Střední Čechy	72,9	Castilla-la Mancha	59,8	Yugozapadna i yuzhna tsentralna Bulgaria	51,3
Cantabria	71,9	Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	59,0	Észak-Magyarország	51,2
Východné Slovensko	71,9	Illes Balears	59,0	Lódzkie	50,4
				Slaskie	50,3
Ø Klassenscore:	79,82		65,08		54,35
Modest Innovators (weniger als 50 % des EU Ø)					
(+) Region im oberen Drittel		(-) Region im mittleren Drittel		(-) Region im unteren Drittel	
Wielkopolskie	49,3	Kujawsko-Pomorskie	46,3	Swietokrzyskie	36,8
Canarias	47,9	Podlaskie	45,5	Vest	35,0
Lubelskie	47,4	Opolskie	43,7	Centru	30,7
Notio Aigaio	47,2	Ionia Nisia	41,8	Nord-Vest	28,4
Bucuresti - Ilfov	47,2	Lubuskie	41,1	Sud - Muntenia	26,9
Zachodniopomorskie	47,0	Severna i iztochna Bulgaria	39,3	Sud-Est	26,4
Peloponnisos	46,8	Warminsko-Mazurskie	38,9	Sud-Vest Oltenia	23,3
				Nord-Est	23,0
Ø Klassenscore:	47,55		42,37		28,80

Quelle: Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 150: Anteil interner FuE-Aufwendungen am BIP für Sachsen, RIS Innovation Leaders und EU-28, in Prozent

	2009	2011	2013	2015
Sachsen				
alle Sektoren	2,72	2,79	2,74	2,74
Unternehmenssektor	1,20	1,20	1,11	1,19
Hochschulsektor	0,69	0,74	0,82	0,76
außeruniversitäre Forschung	0,83	0,85	0,81	0,78
RIS - Ø Innovation Leaders				
alle Sektoren	2,89	2,94	2,94	2,94
Unternehmenssektor	1,87	2,01	2,00	2,11
Hochschulsektor	0,67	0,69	0,72	0,68
außeruniversitäre Forschung	0,34	0,33	0,33	0,31
Ø EU-28				
alle Sektoren	1,93	1,97	2,02	2,04
Unternehmenssektor	1,19	1,24	1,28	1,31
Hochschulsektor	0,46	0,46	0,47	0,47
außeruniversitäre Forschung	0,26	0,25	0,25	0,24

Quelle: Eurostat, Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

Tabelle 151: Anteil des FuE-Personals an der Gesamtbeschäftigung für Sachsen, RIS Innovation Leaders und EU-28, in Prozent

	2009	2011	2013	2015
Sachsen				
alle Sektoren	1,27	1,37	1,40	1,45
Unternehmenssektor	0,56	0,60	0,56	0,63
Hochschulsektor	0,39	0,40	0,46	0,43
außeruniversitäre Forschung	0,32	0,37	0,39	0,39
RIS - Ø Innovation Leaders				
alle Sektoren	1,69	1,84	1,87	1,92
Unternehmenssektor	0,98	1,08	1,10	1,18
Hochschulsektor	0,54	0,56	0,56	0,57
außeruniversitäre Forschung	0,21	0,22	0,22	0,22
Ø EU-28				
alle Sektoren	1,16	1,23	1,29	1,34
Unternehmenssektor	0,59	0,65	0,69	0,73
Hochschulsektor	0,39	0,40	0,41	0,42
außeruniversitäre Forschung	0,16	0,17	0,18	0,17

Quelle: Eurostat, Regional Innovation Scoreboard, Berechnungen des ZEW.

11.3. Datenquellen und Methoden

Als Datenbasis für die Patentanalysen dient die „EPO Worldwide Patent Statistical Database Patent Statistical Database“ (PATSTAT), die Patentdaten von mehr als 80 Patentämtern weltweit gebündelt zur Verfügung stellt.

Innerhalb dieser Studie werden transnationale Patentanmeldungen sowie Patente für den deutschen Markt analysiert. Transnationale Patentanmeldungen sind Patente, die entweder über das Patent Cooperation Treaty Verfahren (PCT) der World Intellectual Property Organisation (WIPO) oder direkt am Europäischen Patentamt (EPA) angemeldet wurden. Der Vorteil transnationaler Patente liegt, neben der etwas besseren zeitlichen Verfügbarkeit, in der internationalen Vergleichbarkeit der Daten, da Patentanmeldungen von Ländern ohne Heimvorteile an Heimatämtern interpretiert werden können. Patente für den deutschen Markt sind definiert als alle direkten Anmeldungen am Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) plus alle PCT- und EPA-Anmeldungen deutscher Anmelder unter Ausschluss von Doppelzählungen. Mit Hilfe dieser Abgrenzung werden somit alle Patente gezählt, die früher oder später Schutzwirkung in Deutschland haben, was vor allem für die Vergleichbarkeit der sächsischen Patentanmeldungen innerhalb Deutschlands von Interesse ist.¹²¹

Zur Abgrenzung der Zukunftsfelder und Schlüsseltechnologien wurde die Internationale Patentklassifikation (IPC) in Kombination mit Schlüsselwörtern verwendet, in der Patente – unterschieden nach ihren technischen Implikationen – eingeordnet werden.

Alle Patente werden nach dem Jahr ihrer weltweit ersten Anmeldung, dem sogenannten Prioritätsjahr, ausgewertet, da dieses das Datum ist, welches dem tatsächlichen Forschungsgeschehen am nächsten kommt. Weiterhin werden die vorliegenden Patentstatistiken basierend auf dem „Erfinderland“, das heißt dem Sitzland (bzw. Bundesland) des auf dem Patent genannten Erfinders, ausgewertet. Für spezielle Analysen wird jedoch auch nach dem Typ des Patentanmelders, das heißt Großunternehmen, KMU, Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie Einzelerfindern, unterschieden. Anmelder mit mehr als 500 Mitarbeitern und mehr als drei Patentanmeldungen wurden hierbei als große Unternehmen klassifiziert (Günterberg und Kayser, 2004).

Für die bibliometrischen Analysen wurden Daten aus der von Elsevier bereitgestellten Datenbank Scopus verwendet. Scopus ist eine bibliografische Datenbank mit mehr als 18.000 erfassten Zeitschriften, Periodika, Tagungsberichten und Buchreihen aus verschiedenen Disziplinen. Es werden jährlich mehr als eine Million Forschungsbeiträge weltweit in der Datenbank

¹²¹ Diesem Konzept liegt die Annahme zugrunde, dass alle Anmeldungen deutscher Anmelder am EPA bzw. über das PCT-Verfahren früher oder später an das DPMA weitergeleitet werden.

zusammengeführt und für bibliometrische Analysen zugänglich gemacht. In der Datenbank sind Titel, Abstract, Autoren und deren institutionelle Zuordnung, das Publikationsjahr, der Zeitschriftentitel und eine Klassifizierung wissenschaftlicher Disziplinen enthalten. Scopus hat nicht nur eine große Länderabdeckung, sondern bietet auch eine breite Abdeckung der Publikationen innerhalb der Disziplinen.

Neben den absoluten Zahlen und Anteilen werden für die Patentindikatoren und die bibliometrischen Indikatoren Spezialisierungsmaße, nämlich der „Revealed Patent Advantage (RPA)“ und der „Revealed Literature Advantage“ (RLA), berechnet.

Der RPA oder auch der „relative Patentanteil“ ist einer der prominentesten Indikatoren zur Messung der technologischen Spezialisierung von Ländern oder Regionen (Grupp, 1997; Schubert und Grupp, 2011).

Der Indikator berechnet sich wie folgt:

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

Der RPA misst für das Land i in der Technologie j den Anteil der Patente des Landes i an der Technologie j im Vergleich zum weltweiten Anteil der Patente an der Technologie j . Positive Vorzeichen bedeuten, dass ein Feld ein höheres Gewicht innerhalb des jeweiligen Landes als in der Welt einnimmt. Man spricht dann von einer positiven Spezialisierung eines Landes. Umgekehrt symbolisiert ein negatives Vorzeichen eine unterdurchschnittliche Spezialisierung. Der RPA ermöglicht dadurch den Vergleich der relativen Stellung von Feldern innerhalb des Technologieportfolios eines Landes, unabhängig von Größenunterschieden.¹²² Der Indikator wird analog auch für die Publikationen berechnet und interpretiert.

¹²² Die tanhyp-log-Transformation ändert diese allgemeine Interpretation nicht, aber sie symmetrisiert diesen Indikator, indem sie ihn auf ein Intervall von -100 bis +100 normiert.

11.4. Gemeindehierarchie in Sachsen

Tabelle 152: Liste der Gemeinden Sachsens nach Typen, Stand 2018

1	Leipzig	56	Mülsen	111	Klingenberg	166	Kitzsch
2	Dresden	57	Stollberg/ Erzgebirge	112	Neukieritzsch	167	Rackwitz
3	Chemnitz	58	Bischofs-werda	113	Neukirchen/Erzgebirge	168	Bennewitz
4	Zwickau	59	Oelnitz/ Erzgebirge	114	Böhlen	169	Weischlitz
5	Plauen	60	Flöha	115	Sohland an der Spree	170	Olbersdorf
6	Görlitz	61	Nossen	116	Glashütte	171	Niederwiesa
7	Freiberg	62	Burgstädt	117	Machern	172	Bad Schlema
8	Bautzen	63	Bannewitz	118	Großröhrsdorf	173	Arnsdorf
9	Freital	64	Oelsnitz/ Vogtland	119	Lichtentanne	174	Malschwitz
10	Pirna	65	Weinböhma	120	Bernsdorf	175	Ehrenfriedersdorf
11	Radebeul	66	Klipphausen	121	Sehmatal	176	Striegistal
12	Hoyerswerda	67	Frohburg	122	Rodewisch	177	Cunewalde
13	Riesa	68	Wilkau-Haßlau	123	Schirgiswalde-Kirschau	178	Rothenburg/Oberlausitz
14	Grimma	69	Ottendorf-Okrilla	124	Dohna	179	Hartenstein
15	Meißen	70	Sebnitz	125	Thalheim/Erzgebirge	180	Augustusburg
16	Zittau	71	Brand-Erbisdorf	126	Pegau	181	Boxberg/Oberlausitz
17	Delitzsch	72	Brandis	127	Burkhardtsdorf	182	Schönheide
18	Markkleeberg	73	Niesky	128	Mügeln	183	Kreischa
19	Limbach-Oberfrohna	74	Zschopau	129	Herrnhut	184	Ebersbach
20	Döbeln	75	Zwenkau	130	Rötha	185	Königsbrück
21	Glauchau	76	Waldheim	131	Lossatal	186	Rabenau
22	Reichenbach im Vogtland	77	Penig	132	Grünhain-Beierfeld	187	Lenzenau
23	Werdau	78	Olbernhau	133	Oberlungwitz	188	Hartmannsdorf
24	Coswig	79	Lauter-Bernsbach	134	Rochlitz	189	Dahlen
25	Annaberg-Buchholz	80	Colditz	135	Wittichenau	190	Wachau
26	Torgau	81	Klingenthal	136	Bobritzsch-Hilbersdorf	191	Rosenbach/Vogtland
27	Borna	82	Naunhof	137	Zeithain	192	Geringswalde
28	Crimmit-schau	83	Hainichen	138	Großschirma	193	Großdubrau
29	Auerbach/ Vogtland	84	Lößnitz	139	Stolpen	194	Dürrröhrsdorf-Dittersbach
30	Radeberg	85	Lauta	140	Bad Gottleuba-Berggieß- hübel	195	Beilrode
31	Großenhain	86	Borsdorf	141	Jahnsdorf/Erzgebirge	196	Eppendorf
32	Schkeuditz	87	Kirchberg	142	Nünchritz	197	Gelenau/Erzgebirge
33	Marienberg	88	Leisnig	143	Großschönau	198	Doberschau-Gaußig
34	Schwarzen-berg/ Erzgebirge	89	Moritzburg	144	Breitenbrunn/Erzgebirge	199	Elsterberg
35	Weißwasser/ Oberlausitz	90	Falkenstein/Vogtland	145	Tharandt	200	Johanngeorgenstadt
36	Heidenau	91	Lugau/Erzgebirge	146	Geithain	201	Crottendorf
37	Wurzen	92	Bad Lausick	147	Thum	202	Haselbachtal
38	Aue	93	Oederan	148	Lohsa	203	Doberschütz
39	Eilenburg	94	Altenberg	149	Großpösna	204	Waldenburg
40	Markran-städt	95	Treuen	150	Zschorlau	205	Gersdorf
41	Taucha	96	Bad Düben	151	Wernsdorf	206	Markersdorf
42	Kamenz	97	Pockau-Lengefeld	152	Fraureuth	207	Netzschkau
43	Löbau	98	Belgern-Schildau	153	Wiedemar	208	Niederau
44	Mittweida	99	Markneukirchen	154	Oderwitz	209	Neukirchen/Pleiße
45	Hohenstein-Ernstthal	100	Reinsdorf	155	Raschau-Markersbach	210	Wolkenstein
46	Meerane	101	Roßwein	156	Halsbrücke	211	Regis-Breitlingen
47	Oschatz	102	Eibenstock	157	Orebach	212	Trebsen/Mulde
48	Dippoldis-walde	103	Pulsnitz	158	Pausa-Mühltruff	213	Gornau/Erzgebirge
49	Franken-berg/ Sachsen	104	Groitzsch	159	Mockrehna	214	Krostitz
50	Schneeberg	105	Kottmar	160	Reichenbach/Oberlausitz	215	Thiendorf
51	Wilsdruff	106	Radeburg	161	Adorf/Vogtland	216	Amtsberg
52	Neustadt in Sachsen	107	Gröditz	162	Wilthen	217	Strehla
53	Ebersbach-Neugersdorf	108	Hartha	163	Neukirch/Lausitz	218	Seifhennersdorf
54	Zwönitz	109	Lichtenau	164	Callenberg	219	Bad Elster
55	Lichtenstein/ Sachsen	110	Lengenfeld	165	Lommatsch	220	Laußig

221	Rossau	276	Röderaue	331	Schönteichen	386	Trossin
222	Bad Schandau	277	Großharthau	332	Obergurig	387	Zschaitz-Ottewig
223	Hohndorf	278	Lichtenberg/Erzgebirge	333	Löbnitz	388	Mühlental
224	Wildenfels	279	Demitz-Thumitz	334	Heinsdorfergrund	389	Quitzdorf am See
225	Mittelherwigsdorf	280	Königshain-Wiederau	335	Hirschstein	390	Niederdorf
226	Bad Muskau	281	Niederwürschnitz	336	Rechenberg-Bienenmühle	391	Elstertrebnitz
227	Ostrau	282	Burkau	337	Crinitzberg	392	Hähnichen
228	Leutersdorf	283	Neuhausen/Erzgebirge	338	Gornsdorf	393	Triebel/Vogtland
229	Langenbernsdorf	284	Ellefeld	339	Dohma	394	Hirschfeld
230	Thallwitz	285	Kohren-Sahlis	340	Arzberg	395	Eichigt
231	Geyer	286	Pöhl	341	Gohrisch	396	Bösenbrunn
232	Krauschwitz	287	Lampertswalde	342	Altmittweida	397	Königshain
233	Elsterheide	288	Kubschütz	343	Bad Brambach	398	Nebelschütz
234	Parthenstein	289	Rietschen	344	Hohendubrau	399	Beiersdorf
235	Königswartha	290	Schleife	345	Müglitztal	400	Tannenberg
236	Grünhainichen	291	Mulda/ Sachsen	346	Spreetal	401	Schönbach
237	Großrückerswalde	292	Schwepnitz	347	Lawalde	402	Dorfhain
238	Neusalza-Spremberg	293	Auerbach	348	Wechselburg	403	Räckelwitz
239	Mildenaue	294	Langenweißbach	349	Schönfeld	404	Groß Düben
240	Bernstadt auf dem Eigen	295	Weißborn/Erzgebirge	350	Sayda	405	Hartmannsdorf-Reichenau
241	Leubsdorf	296	Großhartmannsdorf	351	Laußnitz	406	Oberwiera
242	Thermalbad Wiesenbad	297	Dommitzsch	352	Seelitz	407	Theuma
243	Belgershain	298	Struppen	353	Horka	408	Deutschneudorf
244	Oberschöna	299	Kodersdorf	354	Grünbach	409	Crostwitz
245	Hohnstein	300	Neschwitz	355	Neißeau	410	Dürrhennersdorf
246	Stützengrün	301	Schöpstal	356	Vierkirchen	411	Neustadt/Vogtland
247	St. Egidien	302	Ohorn	357	Wülknitz	412	Mücka
248	Diera-Zehren	303	Waldhufen	358	Ralbitz-Rosenthal	413	Börnichen/Erzgebirge
249	Erlau	304	Schönwölkau	359	Narsdorf	414	Großnaundorf
250	Priestewitz	305	Schlettau	360	Remse	415	Reuth
251	Schöneck/Vogtland	306	Taura	361	Neukirch	416	Bergen
252	Weißenberg	307	Oppach	362	Rosenthal-Bielatal	417	Frankenthal
253	Claußnitz	308	Pfaffroda	363	Steina	418	Rathmannsdorf
254	Radibor	309	Bärenstein	364	Stadt Wehlen	419	Trebbendorf
255	Stauchitz	310	Ostritz	365	Lichtenberg	420	Schönberg
256	Muldenhammer	311	Naundorf	366	Gablenz	421	Kreba-Neudorf
257	Göda	312	Hochkirch	367	Rosenbach	422	Puschwitz
258	Lohmen	313	Bockau	368	Jonsdorf	423	Hermsdorf/Erzgebirge
259	Jesewitz	314	Oßling	369	Dorfchemnitz	424	Heidersdorf
260	Schmölln-Putzkau	315	Königswalde	370	Hainewalde	425	Zettlitz
261	Liebschützberg	316	Cavertitz	371	Königsfeld	426	Rathen
262	Neumark	317	Niederfrohna	372	Werda		
263	Steinigtwolmsdorf	318	Bernsdorf	373	Schönau-Berzdorf auf dem Eigen		
264	Brettnig-Hauswalde	319	Seiffen/Erzgebirge	374	Limbach		
265	Reinsberg	320	Bahretal	375	Elsnig		
266	Elterlein	321	Kriebstein	376	Tirpersdorf		
267	Zschepplin	322	Oberwiesenthal	377	Otterwisch		
268	Frauenstein	323	Glaubitz	378	Oybin		
269	Großolbersdorf	324	Neuensalz	379	Rammenau		
270	Steinberg	325	Königstein/Sächsische Schweiz	380	Liebstadt		
271	Elstra	326	Scheibenberg	381	Hartmannsdorf bei Kircheng		
272	Großweitzschen	327	Bertsdorf-Hörnitz	382	Weißkeißel		
273	Käbschütztal	328	Mühlau	383	Reinhardtsdorf-Schöna		
274	Jöhstadt	329	Panschwitz-Kuckau	384	Großschweidnitz		
275	Großpostwitz/Oberlausitz	330	Dreiheide	385	Dennheritz		

Legende

Großstädte
Umlandgemeinden von Großstädten
andere Städte
Umlandgemeinden anderer Städte
ländliche Gemeinden

Abbildung 139: Gemeinden in Sachsen, nach Typen, Stand 2018

