

Endbericht

Schlüsseltechnologien und technologische Zukunftsfelder in Ostdeutschland

Bestandsaufnahme und Potenziale

Auftraggeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Ansprechpartner: Dr. Thomas Stehnen (Prognos AG)



© iStock - monstArrr_.jpg

Ort, Datum Berlin, 31. März 2022

Endbericht

Schlüsseltechnologien und technologische Zukunftsfelder in Ostdeutschland

Bestandsaufnahme und Potenziale

Von

Dr. Thomas Stehnken

Dr. Elena Aminova

Dr. Benjamin Klement

Im Auftrag des

Bundesministerium für Wirtschaft und Klima-
schutz

Abschlussdatum

31.03.2021

Das Unternehmen im Überblick

Prognos – wir geben Orientierung.

Wer heute die richtigen Entscheidungen für morgen treffen will, benötigt gesicherte Grundlagen. Prognos liefert sie – unabhängig, wissenschaftlich fundiert und praxisnah. Seit 1959 erarbeiten wir Analysen für Unternehmen, Verbände, Stiftungen und öffentliche Auftraggeber. Nah an ihrer Seite verschaffen wir unseren Kunden den nötigen Gestaltungsspielraum für die Zukunft – durch Forschung, Beratung und Begleitung. Die bewährten Modelle der Prognos AG liefern die Basis für belastbare Prognosen und Szenarien. Mit rund 180 Expertinnen und Experten ist das Unternehmen an neun Standorten vertreten: Basel, Berlin, Bremen, Brüssel, Düsseldorf, Freiburg, Hamburg, München und Stuttgart. Die Projektteams arbeiten interdisziplinär, verbinden Theorie und Praxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Unser Ziel ist stets das eine: Ihnen einen Vorsprung zu verschaffen, im Wissen, im Wettbewerb, in der Zeit.

Geschäftsführer

Christian Böllhoff

Rechtsform

Aktiengesellschaft nach schweizerischem Recht; Sitz der Gesellschaft: Basel
Handelsregisternummer
CH-270.3.003.262-6

Präsident des Verwaltungsrates

Dr. Jan Giller

Handelsregisternummer

Berlin HRB 87447 B

Gründungsjahr

1959

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer

DE 122787052

Arbeitssprachen

Deutsch, Englisch, Französisch

Hauptsitz

Prognos AG

St. Alban-Vorstadt 24
4052 Basel | Schweiz
Tel.: +41 61 3273-310
Fax: +41 61 3273-300

Prognos AG

Résidence Palace, Block C
Rue de la Loi 155
1040 Brüssel | Belgien
Tel: +32 280 89-947

Prognos AG

Hermannstraße 13
(c/o WeWork)
20095 Hamburg | Deutschland
Tel.: +49 40 554 37 00-28

Weitere Standorte

Prognos AG

Goethestr. 85
10623 Berlin | Deutschland
Tel.: +49 30 5200 59-210
Fax: +49 30 5200 59-201

Prognos AG

Werdener Straße 4
40227 Düsseldorf | Deutschland
Tel.: +49 211 913 16-110
Fax: +49 211 913 16-141

Prognos AG

Nymphenburger Str. 14
80335 München | Deutschland
Tel.: +49 89 954 1586-710
Fax: +49 89 954 1586-719

Prognos AG

Domshof 21
28195 Bremen | Deutschland
Tel.: +49 421 845 16-410
Fax: +49 421 845 16-428

Prognos AG

Heinrich-von-Stephan-Str. 17
79100 Freiburg | Deutschland
Tel.: +49 761 766 1164-810
Fax: +49 761 766 1164-820

Prognos AG

Eberhardstr. 12
70173 Stuttgart | Deutschland
Tel.: +49 711 3209-610
Fax: +49 711 3209-609

info@prognos.com | www.prognos.com | www.twitter.com/prognos_ag

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XIII
1 Einleitung	15
2 Hintergrund zu den Schlüsseltechnologien	16
3 Methodisches Konzept der Studie	19
3.1 Desk Research	19
3.2 Erstellung von Akteurslandschaften	20
3.3 Kompetenzanalyse	21
3.4 Entwicklungspfade einzelner Technologiefelder	22
3.5 Entwicklung der Handlungsempfehlungen	23
4 Stand der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland	24
4.1 Allgemeine Aspekte zur Akteurslandschaft	24
4.2 Kompetenzanalyse auf Basis von Publikationen und Patenten	25
4.3 Zusammenfassung auf Ebene der Technologiefelder	30
5 Akteurslandschaft und Kompetenzanalyse der einzelnen Schlüsseltechnologien	32
5.1 Augmented Reality / Virtual Reality	32
5.2 Batterietechnologie	36
5.3 Big Data	41
5.4 Biotechnologie	46
5.5 Blockchain	51
5.6 Internet of Things	56
5.7 Künstliche Intelligenz	61

5.8	Mikroelektronik	66
5.9	Neue Werkstoffe	71
5.10	Photonik	76
5.11	Quantentechnologie	81
5.12	Recycling	86
5.13	Robotik	90
5.14	Wasserstofftechnologie	94
6	Beurteilung der Ausprägung der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland	99
6.1	Entwicklungspfade der einzelnen Technologiefelder – wo kann die Reise hingehen?	102
6.2	SWOT-Analyse Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland	107
7	Denkanstöße: Lessons Learned aus anderen Regionen und mögliche Handlungsfelder für die Politik in Ostdeutschland	110
7.1	Lessons Learned aus Fallbeispielen anderer Regionen	110
7.2	Handlungsfelder zur Stärkung der Wirtschaftsentwicklung in den neuen Bundesländern durch Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland	113
7.2.1	Handlungsfeld 1: Gründungsförderung	114
7.2.2	Handlungsfeld 2: Wissens- und Technologietransfer	115
7.2.3	Handlungsfeld 3: Ansiedlungen	117
8	Handlungsempfehlungen	119
	Anhang	123
	Anlage A – Ergebnisse der STEEP-Analyse und Zukunftsszenario	124
	Anlage B – Top 10 publizierende Organisationen der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland	125
	Anlage C – Top 10 AutorInnen der Schlüsseltechnologien	134
	Anlage D – Top 10 patentierende Unternehmen der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland	143
	Anlage E – Fallstudien erfolgreicher Regionen	150
	Quellenverzeichnis	156
	Impressum	158

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Publikationen in den Schlüsseltechnologien in OstDE	26
Tabelle 2: Patentanalyse der Schlüsseltechnologien in OstDE	27
Tabelle 3: Schlüsseltechnologien mit den meisten Stellenangeboten in OstDE	29
Tabelle 4: Patentanmeldungen in der Schlüsseltechnologie AR/VR nach Herkunft und Organisationstyp	36
Tabelle 5: Patentanmeldungen in der ST Batterietechnologie nach Herkunft und Organisationstyp	41
Tabelle 6: Patentanmeldungen in der ST Big Data nach Herkunft und Organisationstyp	46
Tabelle 7: Patentanmeldungen in der ST Biotechnologie nach Herkunft und Organisationstyp	51
Tabelle 8: Patentanmeldungen in der ST Blockchain nach Herkunft und Organisationstyp	56
Tabelle 9: Patentanmeldungen in der Schlüsseltechnologie IoT nach Herkunft und Organisationstyp	61
Tabelle 10: Patentanmeldungen in der ST KI nach Herkunft und Organisationstyp	66
Tabelle 11: Patentanmeldungen in der ST Mikroelektronik nach Herkunft und Organisationstyp	71
Tabelle 12: Patentanmeldungen in der ST Neue Werkstoffe nach Herkunft und Organisationstyp	76
Tabelle 13: Patentanmeldungen in der ST Photonik nach Herkunft und Organisationstyp	81
Tabelle 14: Patentanmeldungen in der ST Quantentechnologie nach Herkunft und Organisationstyp	86
Tabelle 15: Patentanmeldungen in der Schlüsseltechnologie Recycling nach Herkunft und Organisationstyp	90
Tabelle 16: Patentanmeldungen in der ST Robotik nach Herkunft und Organisationstyp	94

Tabelle 17: Patentanmeldungen in der ST Wasserstofftechnologie nach Herkunft und Organisationstyp	99
Tabelle 18: Heatmap der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland	101
Tabelle 19: Übersicht über durchgeführte Fallstudien zur Ideensammlung	111
Tabelle 20: Lessons Learned aus ausgewählten Fallstudien: Akteursdimension	112
Tabelle 21: Lessons Learned aus ausgewählten Fallstudien: Netzwerkdimension	112
Tabelle 22: Lessons Learned aus ausgewählten Fallstudien: Institutionelle Dimension	113
Tabelle 23: Top 10 publizierende Organisationen: AR/VR	126
Tabelle 24: Top 10 publizierende Organisationen: Batterietechnologie	127
Tabelle 25: Top 10 publizierende Organisationen: Big Data	127
Tabelle 26: Top 10 publizierende Organisationen: Biotechnologie	128
Tabelle 27: Top 10 publizierende Organisationen: Blockchain	128
Tabelle 28: Top 10 publizierende Organisationen: Internet of Things	129
Tabelle 29: Top 10 publizierende Organisationen: Künstliche Intelligenz	129
Tabelle 30: Top 10 publizierende Organisationen: Mikroelektronik	130
Tabelle 31: Top 10 publizierende Organisationen: Neue Werkstoffe	130
Tabelle 32: Top 10 publizierende Organisationen: Photonik	131
Tabelle 33: Top 10 publizierende Organisationen: Quantentechnologie	131
Tabelle 34: Top 10 publizierende Organisationen: Recycling	132
Tabelle 35: Top 10 publizierende Organisationen: Robotik	132
Tabelle 36: Top 10 publizierende Organisationen: Wasserstofftechnologie	133
Tabelle 37: Top AutorInnen: AR/VR	134
Tabelle 38: Top AutorInnen: Batterietechnologie	134
Tabelle 39: Top AutorInnen: Big Data	135
Tabelle 40: Top AutorInnen: Biotechnologie	136
Tabelle 41: Top AutorInnen: Blockchain	136

Tabelle 42: Top AutorInnen: IoT	137
Tabelle 43: Top AutorInnen: Künstliche Intelligenz	137
Tabelle 44: Top AutorInnen: Mikroelektronik	138
Tabelle 45: Top AutorInnen: Neue Werkstoffe	139
Tabelle 46: Top AutorInnen: Photonik	139
Tabelle 47: Top AutorInnen: Quantentechnologie	140
Tabelle 48: Top AutorInnen: Recycling	140
Tabelle 49: Top AutorInnen: Robotik	141
Tabelle 50: Top AutorInnen: Wasserstofftechnologie	142
Tabelle 51 – Top 10 patentierende Unternehmen: AR/AR	143
Tabelle 52: Top 10 patentierende Unternehmen: Batterietechnologie	144
Tabelle 53: Top 10 patentierende Unternehmen: Big Data	144
Tabelle 54: Top 10 patentierende Unternehmen: Biotechnologie	145
Tabelle 55: Top 10 patentierende Unternehmen: Blockchain	145
Tabelle 56: Top 10 patentierende Unternehmen: Internet of Things	146
Tabelle 57: Top 10 patentierende Unternehmen: Künstliche Intelligenz	146
Tabelle 58: Top 10 patentierende Unternehmen: Mikroelektronik	147
Tabelle 59: Top 10 patentierende Unternehmen: Neue Werkstoffe	147
Tabelle 60: Top 10 patentierende Unternehmen: Photonik	148
Tabelle 61: Top 10 patentierende Unternehmen: Recycling	148
Tabelle 62: Top 10 patentierende Unternehmen: Robotik	149
Tabelle 63: Top 10 patentierende Unternehmen: Wasserstofftechnologie	149

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zuordnung der Schlüsseltechnologien zu Technologiefeldern	20
Abbildung 2: Anzahl Unternehmen & Forschungseinrichtungen in Ostdeutschland	25
Abbildung 3: Anzahl patentierender Unternehmen in den Schlüsseltechnologien in OstDE nach Stadt	28
Abbildung 4: Schlüsselbegriffe der Forschung an AR/VR in OstDE	32
Abbildung 5: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich AR / VR in OstDE	33
Abbildung 6: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST AR / VR	34
Abbildung 7: Verteilung der Unternehmen im Bereich AR / VR in OstDE	35
Abbildung 8: Schlüsselbegriffe der Forschung an der ST Batterietechnologie in OstDE	37
Abbildung 9: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Batterietechnologie in OstDE	38
Abbildung 10: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Batterietechnologie	39
Abbildung 11: Verteilung der Unternehmen im Bereich Batterietechnologie in OstDE	40
Abbildung 12: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Big Data in Ostdeutschland	42
Abbildung 13: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Big Data in OstDE	43
Abbildung 14: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Big Data	44
Abbildung 15: Verteilung der Unternehmen im Bereich Big Data in OstDE	45
Abbildung 16: Schlüsselbegriffe der Forschung zur Biotechnologie in Ostdeutschland	47
Abbildung 17: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Biotechnologie in OstDE	48
Abbildung 18: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Biotechnologie	49
Abbildung 19: Verteilung der Unternehmen im Bereich Biotechnologie in OstDE	50
Abbildung 20: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Blockchain in Ostdeutschland	52

Abbildung 21: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Blockchain in OstDE	53
Abbildung 22: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Blockchain	54
Abbildung 23: Verteilung der Unternehmen im Bereich Blockchain in OstDE	55
Abbildung 24: Schlüsselbegriffe der Forschung zum IoT in OstDE	57
Abbildung 25: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich IoT in OstDE	58
Abbildung 26: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie IoT	59
Abbildung 27: Verteilung der Unternehmen im Bereich IoT in OstDE	60
Abbildung 28: Schlüsselbegriffe der Forschung zu KI in OstDE	62
Abbildung 29: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich KI in OstDE	63
Abbildung 30: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie KI	64
Abbildung 31: Verteilung der Unternehmen in OstDE im Bereich KI	65
Abbildung 32: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Mikroelektronik in OstDE	67
Abbildung 33: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Mikroelektronik in OstDE	68
Abbildung 34: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Mikroelektronik	69
Abbildung 35: Verteilung der Unternehmen im Bereich Mikroelektronik in OstDE	70
Abbildung 36: Schlüsselbegriffe der Forschung im Bereich Neue Werkstoffe in OstDE	72
Abbildung 37: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Neue Werkstoffe in OstDE	73
Abbildung 38: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Neue Werkstoffe	74
Abbildung 39: Verteilung der Unternehmen im Bereich Neue Werkstoffe in OstDE	75
Abbildung 40: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Photonik in OstDE	77
Abbildung 41: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen in OstDE im Bereich Photonik	78
Abbildung 42: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Photonik	79

Abbildung 43: Verteilung der Unternehmen im Bereich Photonik in OstDE	80
Abbildung 44: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Quantentechnologie in OstDE	82
Abbildung 45: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Quantentechnologie in OstDE	83
Abbildung 46: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Quantentechnologie	84
Abbildung 47: Verteilung der Unternehmen im Bereich Quantentechnologie in OstDE	85
Abbildung 48: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Recycling in Ostdeutschland	86
Abbildung 49: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Recycling in OstDE	87
Abbildung 50: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Recycling	88
Abbildung 51: Verteilung der Unternehmen im Bereich Recycling in OstDE	89
Abbildung 52: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Robotik in OstDE	90
Abbildung 53: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Robotik in OstDE	91
Abbildung 54: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Robotik	92
Abbildung 55: Verteilung der Unternehmen im Bereich Robotik in OstDE	93
Abbildung 56: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Wasserstofftechnologie in OstDE	95
Abbildung 57: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Wasserstofftechnologie in OstDE	96
Abbildung 58: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Wasserstofftechnologie	97
Abbildung 59: Verteilung der Unternehmen im Bereich Wasserstofftechnologie in OstDE	98
Abbildung 60: Ergebnisse der SWOT-Analysen für die Schlüsseltechnologien in OstDE	109
Abbildung 61: Handlungsempfehlungen zur Förderung von Gründungen in Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland	114
Abbildung 62: Handlungsempfehlungen zur Förderung des Wissens- und Technologietransfers in den Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern	116

Abbildung 63: Handlungsempfehlungen zur Förderung von Ansiedlungen in Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern	117
Abbildung 64: STEEP-Analyse, 29 Einflussfaktoren	124

Abkürzungsverzeichnis

ABL	Alte Bundesländer
AR/ VR	Augmented Reality/ Virtual Reality
BB	Brandenburg
BE	Berlin
BMWK	Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CPC	Cooperative Patent Classification
DE	Deutschland
DOCDB	Master-Dokumentationsdatenbank des EPA
EPA	Europäisches Patentamt
FuE	Forschung und Entwicklung
IoT	Internet of Things
IPC	International Patent Classification
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Klein und mittelständische Unternehmen
MV	Mecklenburg-Vorpommern
NBL	Neue Bundesländer
OstDE	Ostdeutschland
PCT	Patent Cooperation Treaty
SA	Sachsen-Anhalt
SN	Sachsen
ST	Schlüsseltechnologie
TH	Thüringen

TRL	Technology Readiness Level
WestDE	Westdeutschland
WIPO	World Intellectual Property Organization

1 Einleitung

Neue Technologien rufen Veränderungen in nahezu allen gesellschaftlichen, politischen und ökonomischen Bereichen hervor. Von neuen Antriebstechnologien im Fahrzeugbau über strategisch wichtige Technologien wie das Internet of Things, die nahezu alle Produktions- und Lebensbereiche durchdringen, bis hin zu disruptiven Forschungsfeldern wie der Quantentechnologie – Schlüsseltechnologien beschleunigen und prägen entscheidend diesen Wandel, indem sie die Grundlage für zahlreiche Applikationen in unterschiedlichen Anwendungsfeldern bereitstellen. Die Kenntnis und Anwendung solcher Schlüsseltechnologien stellen daher eine wichtige Grundlage für die Innovationskraft und die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit eines Landes dar.

Gleichzeitig sind mit ihnen auch Herausforderungen verbunden, da sie die Wachstumsbeiträge etablierter Schlüsseltechnologien in wichtigen Wirtschaftszweigen in Frage stellen. Dies hat u. a. zur Folge, dass neue Wertschöpfungsketten aufgebaut und Geschäftsmodelle verändert bzw. neu entwickelt werden müssen, und neue Arbeitsplätze entstehen, wo alte wegfallen. Diese engen Verflechtungen von technologischen und positiven wie negativen ökonomischen Entwicklungen geben den technologischen Kompetenzen eines Landes eine hohe strategische Bedeutung.

Die technologische Entwicklung ist dabei nicht unbeeinflusst von gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, politischen und ökologischen Faktoren. Globale Megatrends wie demografischer Wandel, Klimawandel, Fachkräftemangel, neue Umwelt- und Mobilitätsanforderungen sowie Digitalisierung prägen die potenzielle Entwicklung von Technologien. Diesen und anderen vorhersehbaren Einflüssen entsprechend verfolgt die Analyse der Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern letztlich folgende Zielsetzungen:

1. Technologiepotenziale erkennen, um endogene Stärken weiterzuentwickeln,
2. mögliche Gestaltungsvarianten erkennen und diskutieren, um neue Perspektiven für Prozesse der Spezialisierung aufzuzeigen sowie
3. zukunftsorientierte Politikoptionen für Bund und Länder zu benennen, um schlüssig und abgestimmt prospektive Technologien als Grundlage einer verbesserten Wertschöpfung zu fördern.

Die vorliegende Studie hat zum Ziel, einen möglichst vollständigen Überblick über die Akteurinnen und Akteure, die in ausgewählten Schlüsseltechnologien tätig sind, zu geben und daneben eine Potenzial- und Wettbewerbsbewertung der einzelnen Schlüsseltechnologien und daraus abgeleitete Handlungsempfehlungen zu präsentieren. Im Auftrag des Beauftragten für Ostdeutschland fokussiert die Untersuchung auf Schlüsseltechnologien und technologische Zukunftsfelder sowie die daraus resultierenden Chancen für Innovation und Wachstum in den ostdeutschen Bundesländern.

Bei der Diskussion um Schlüsseltechnologien ist zu bedenken, dass die räumliche Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland große Unterschiede aufweist. Der Wirtschaftssektor in Ostdeutschland leistet im Vergleich zu den westdeutschen Unternehmen einen geringeren Beitrag zu den gesamten FuE-Ausgaben (zu den strukturellen Unterschieden in den FuE-Ausgaben zwischen West- und Ostdeutschland siehe Ihle et al. 2020). Dagegen wird im Bundesvergleich ein überdurchschnittlicher Anteil der FuE-Aufwendungen in den Hochschulen und den außeruniversitären Forschungseinrichtungen erbracht. Die Rückstände in der Forschung der Unternehmen können

damit nur teilweise kompensiert werden. Zu erklären ist dies durch Unterschiede in der Sektor- und Größenstruktur der Unternehmen. Sowohl forschungsintensive Industrien als auch Großunternehmen mit zentralen Forschungseinheiten sind in Ostdeutschland unterrepräsentiert, überrepräsentiert sind dagegen kleine und mittelständische Unternehmen. Gleichzeitig sind sie nach wie vor durch eine schwächere Wertschöpfung gekennzeichnet, sodass den Innovationsaktivitäten nicht gleichwertige Markterfolge gegenüberstehen.

Die Studie basiert auf einem **umfangreichen empirischen Gerüst**. In einem ersten Arbeitsschritt wird die Liste der zu betrachtenden Technologien mit dem Auftraggeber abgestimmt. Auf Basis von Patent- und Publikationsanalysen und **der Nutzung von teilanonymisierten Förderdaten von BMBF und BMWK** sowie mehreren Workshops und Round Tables wird in einem zweiten Schritt die Beteiligung von Akteurinnen und Akteuren aus den neuen Bundesländern an der Entwicklung an gegenwärtigen und zukünftigen Schlüsseltechnologien herausgearbeitet. Des Weiteren werden diese Befunde genutzt, um mithilfe angewandter Methoden der Zukunftsforschung Konzepte für Entwicklungspfade dieser Technologien zu erarbeiten. Auf dieser empirischen Basis werden abschließend **wirtschaftspolitische Handlungsfelder und -optionen** abgeleitet.

2 Hintergrund zu den Schlüsseltechnologien

Eine verbreitete Einteilung von Technologien, die besonders relevant für Innovations- und FuE-Aktivitäten ist, wird durch den Technologielebenszyklus beschrieben. Demnach lassen sich Marktpotenziale einer Technologie in vier Phasen einteilen: Entstehung, Wachstum, Reife und Abschöpfung (Little 1986). Über den Zeitverlauf lassen sich dort entweder Basistechnologien, Schrittmachertechnologien und Schlüsseltechnologien einordnen. Basistechnologien haben die Wachstumsphase überschritten und bieten keine Differenzierung gegenüber Wettbewerberinnen und Wettbewerbern. Schrittmachertechnologien stehen noch ganz am Anfang des Lebenszyklus. Bezüglich ihrer technischen Realisierbarkeit und Anwendungspotenziale herrscht noch große Unsicherheit (Müller-Prothmann & Dörr 2009). Schlüsseltechnologien stehen hingegen in der Mitte des Lebenszyklus, in einer starken Wachstumsphase, die erhebliche Differenzierungspotenziale gegenüber Wettbewerberinnen und Wettbewerbern ermöglicht (ebd.). Dies bedeutet, dass sie einen signifikanten Einfluss auf die aktuellen Wettbewerbspositionen in der Branche haben, jedoch eine solide Komponente des Technologiespektrums der Branche sind. Dabei sind sie nicht allen Marktteilnehmerinnen und -teilnehmern zugänglich (Bullinger 1994).

Der Begriff Schlüsseltechnologie ist nicht klar definiert und weist einige Unschärfen auf. Die unterschiedlichen Konzepte von Schlüsseltechnologien haben verschiedene Merkmale, seien es technologische, innovationsökonomische, marktseitige oder systemische Merkmale. Mehrere Definitionen lassen sich als ein Konzept einer Schlüsseltechnologie verstehen, etwa die Konzepte von Key Enabling Technologies oder General Purpose Technologies. Eine zentrale Eigenschaft von General Purpose Technologies ist ihre **herausgehobene Bedeutung für andere Technologien** (Bekar et al. 2018). Diese Technologien befördern Innovationen in anderen technologischen Bereichen (Jovanovic und Rousseau 2005). Entsprechend groß ist ihre ökonomische Bedeutung.

Große Bedeutung für die Forschungs- und Innovationspolitik weist das Konzept von Key Enabling Technologies (KET) der Europäischen Kommission auf. Bei den KET handelt es sich um **potenziell**

strukturverändernde Technologien. In diesem Konzept werden Schlüsseltechnologien durch eine deutlich größere Anzahl von Merkmalen charakterisiert als bei dem Konzept der General Purpose Technologies. Die Key Enabling Technologies sind wissensintensiv, haben eine hohe FuE-Intensität, schnelle Innovationszyklen, hohe Investitionsausgaben und sind mit hochqualifizierten Arbeitsplätzen verbunden. Sie ermöglichen Prozess-, Waren- und Dienstleistungsinnovationen in sämtlichen Wirtschaftsbereichen und sind von systemischer Relevanz. Diese Technologien sind für die ökonomische, auch regional-ökonomische Entwicklung (Smart Specialisation) besonders relevant (Europäische Kommission 2009). Auf europäischer Ebene ist dieses Konzept jüngst in Richtung **Advanced Technologies for Industry (ATI) weiterentwickelt** und dabei der KET-Ansatz mit dem der digitalen Transformation verbunden worden.¹



Eigenschaften von Schlüsseltechnologien

Sie sind „**Game Changer**“: Schlüsseltechnologien sind disruptiv, sie leiten langfristige Wachstumszyklen ein und mischen die Karten im Wirtschaftsgeschehen neu (Leistungsbeschreibung).

Sie bringen **Markterfolge** mit sich: Eine Technologie wird zur Schlüsseltechnologie, wenn durch sie Wettbewerbs- und Markterfolge errungen werden können (Gablers WILexikon).

Sie zeichnen sich durch eine **breite Anwendbarkeit** aus: Schlüsseltechnologien sind Treiber für Innovationen und die Grundlage für neue Produkte und Verfahren in unterschiedlichen Wirtschaftssektoren (acatech 2020).

Schlüsseltechnologien sind Treiber für Innovationen und die **Grundlage** für neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in **unterschiedlichen Wirtschaftssektoren**, die darüber hinaus weite gesamtgesellschaftliche Auswirkungen haben können. Damit verbunden sind auch hohe Markt- und Wettbewerbschancen. Um Unternehmen wettbewerbsfähig zu machen und ein langfristiges wirtschaftliches Wachstum, Wohlstand und neue Arbeitsplätze zu schaffen, sind Schlüsseltechnologien deshalb ein zentrales Element innovationspolitischer Fördermaßnahmen in Deutschland und Europa.

Die vom Auftraggeber zunächst vorgegebenen Technologien, die in die Analyse mit aufgenommen werden sollten, wurden einem kritischen Abgleich mit bestehenden Übersichten zu Schlüsseltechnologien unterzogen. Ziel dabei war es, eine Liste von möglichst klar voneinander abgrenzbaren Technologien zu erhalten und auf Sammelbegriffe wie z. B. „Life Sciences“ oder Konzepte wie „Industrie 4.0“ oder „Materialeffizienz“ zu verzichten. Der Abgleich mit den ATIs und anderen Übersichten (z. B. ISI 2020) zeigte, dass die Technologien Robotik und Augmented Reality mit in die Analyse aufgenommen werden sollten. In mehreren Abstimmungsrunden und durch den Input von Expertinnen und Experten in mehreren Round Tables wurden die folgenden 14 Technologien mit in die Analyse aufgenommen. In Anlehnung an die ATI-Definition der Europäischen Kommission werden die in der vorliegenden Studie betrachteten Schlüsseltechnologien wie folgt beschrieben:

¹ <https://ati.ec.europa.eu/>

- 1. Augmented/Virtual Reality (AR/VR):** Augmented-Reality-Geräte überlagern digitale Informationen oder Objekte mit der aktuellen Sicht einer Person auf die Realität. Auf diese Weise kann diese ihre Umgebung sehen und gleichzeitig den AR-Inhalt wahrnehmen. Virtual-Reality-Geräte versetzen Menschen in eine völlig neue Realität und verdecken die Sicht auf seine bisherige Wahrnehmung.
- 2. Batterietechnologien:** Batterietechnologien sind Technologien, die die Speicherung elektrischer Energie auf Grundlage elektrochemischer Prozesse ermöglichen.
- 3. Big Data:** Big Data ist ein Begriff, der die kontinuierliche Zunahme von Daten und die für ihre Erfassung, Speicherung, Verwaltung und Analyse erforderlichen Technologien beschreibt. Bei den Big-Data-Technologien handelt es sich um eine neue Generation von Technologien und Architekturen, die darauf ausgelegt sind, aus sehr großen Mengen unterschiedlichster Daten einen wirtschaftlichen Nutzen zu ziehen, indem sie eine schnelle Erfassung, Entdeckung und/oder Analyse ermöglichen.
- 4. Biotechnologie:** Biotechnologie umfasst die Nutzung von Mikroorganismen oder Bestandteilen von Mikroorganismen wie Enzymen, um industriell nutzbare Produkte auf effizientere Weise (z. B. mit geringerem Energieverbrauch oder weniger Nebenprodukten) herzustellen oder Stoffe und chemische Bausteine mit spezifischen Fähigkeiten zu erzeugen, die herkömmliche petrochemische Verfahren nicht bieten können.
- 5. Blockchain:** Blockchain ist ein digitales, verteiltes Hauptbuch (ledger) für Transaktionen. Die Technologie der verteilten Hauptbücher ermöglicht das Hinzufügen neuer Transaktionen zu einer bestehenden Transaktionskette mithilfe einer sicheren digitalen oder kryptografischen Signatur. Die Blockchain-Technologie ermöglicht es, dass die Daten in einem Netzwerk von Instanzen oder „Knoten“ existieren, sodass Kopien des Hauptbuchs existieren, anstatt in einer zentralen Instanz verwaltet zu werden.
- 6. Internet der Dinge (IoT):** Das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) bezeichnet ein Netz intelligenter, miteinander verbundener Geräte und Dienste. Das IoT ist eine Ansammlung von Endpunkten, die eindeutig identifizierbar sind und über ein Netz bidirektional kommunizieren. Das Internet der Dinge stützt sich auf vernetzte Sensoren, um Produkte, Systeme und Netze aus der Ferne zu verbinden, zu verfolgen und zu verwalten.
- 7. Künstliche Intelligenz (KI):** Künstliche Intelligenz ist ein Begriff für Maschinen, die menschenähnliche kognitive Funktionen ausführen (z. B. Lernen, Verstehen, Schlussfolgern oder Interagieren). Während sich einige Aspekte wie Sensoren, Chips, Roboter sowie bestimmte Anwendungen wie autonomes Fahren, Logistik oder medizinische Instrumente auf Hardwarekomponenten beziehen, ist ein relevanter Teil der KI in Algorithmen und Software verwurzelt.
- 8. Mikroelektronik:** Die Mikro- und Nanoelektronik befasst sich mit Halbleiterkomponenten und hochgradig miniaturisierten elektronischen Teilsystemen und deren Integration in größere Produkte und Systeme. Sie umfassen die Herstellung, den Entwurf, das Packaging und die Prüfung von Transistoren im Nanomaßstab bis hin zu mikroskaligen Systemen, die mehrere Funktionen auf einem Chip integrieren.
- 9. Neue Werkstoffe:** Neue Werkstoffe führen sowohl zu neuen, kostengünstigeren Substituten für bestehende Werkstoffe als auch zu neuen Produkten und Dienstleistungen mit höherem Mehrwert. Neue Werkstoffe bieten erhebliche Verbesserungen in einer Vielzahl von Bereichen, z. B. in der Luft- und Raumfahrt, im Verkehrswesen, im Bauwesen und im Gesundheitswesen. Sie erleichtern das Recycling, verringern sowohl den Kohlenstoffausstoß wie auch den Energiebedarf und reduzieren den Bedarf an Rohstoffen, die in Europa knapp sind.
- 10. Photonik:** Die Photonik ist ein multidisziplinäres Gebiet, das sich mit Licht befasst und dessen Erzeugung, Erkennung und Verwaltung umfasst. Sie bildet u. a. die technologische Grundlage für die wirtschaftliche Umwandlung von Sonnenlicht in Elektrizität, die für die Erzeugung erneuerbarer Energien wichtig ist, sowie für eine Vielzahl elektronischer Komponenten und Geräte wie Fotodioden, LEDs und Laser.

- 11. Quantentechnologien:** Quantentechnologien sind Technologien, die gezielt auf der Nutzung von Quanteneffekten basieren. Die gezielte Einwirkung auf Quantenzustände und ihre Kopplung untereinander ermöglicht dabei eine Vielzahl neuer Anwendungen. Man unterteilt diese üblicherweise in Quantensensorik, -kommunikation und -computing.
- 12. Recyclingtechnologien:** Recyclingtechnologien umfassen Technologien und Verfahren zur Aufbereitung und Wiederverwertbarkeit von Abfällen aller Art.
- 13. Robotik:** Robotik ist eine Technologie, die sich mit dem Entwurf, dem Bau, der Implementierung und dem Betrieb von Robotern befasst. Die Robotik wird häufig in drei Kategorien eingeteilt: 1. anwendungsspezifisch, 2. Mehrzweck, 3. kognitiv.
- 14. Wasserstofftechnologien:** Wasserstofftechnologien umfassen alle Technologien, die im Zusammenhang mit der Herstellung, der Speicherung, des Transports und der Nutzung von Wasserstoff stehen.

3 Methodisches Konzept der Studie

Die vorliegende Studie stützt sich auf ein breites Methodenrepertoire. Unterschiedliche qualitative und quantitative Methoden bilden den Grundstein der Analysen. Im Folgenden werden die Ansätze der Primär- und Sekundärdatenerhebung dargestellt, die eine solide empirische Basis für die Studie darstellen.

3.1 Desk Research

Vorrangiges Ziel des Desk Research war die Identifikation von Schlüsseltechnologien, die über ein signifikantes zukünftiges Marktpotential verfügen. Die Technologien wurden in sechs Themenfelder gebündelt (siehe Abbildung 1):

1. Ressourcensparende Technologien
2. Energie
3. Technologien für Gesundheit
4. Mobilität
5. Technologien für intelligente Produktion sowie
6. Optische Technologien und Mikrosystemtechnik

Die ursprüngliche Liste von Technologien wurde durch Erkenntnisse aus weiteren Studien (ATI Methodological report,² KFW Zukunftstechnologien³) präzisiert. Ergänzt und validiert wurden die Ergebnisse durch eine **fokussierte Status-quo-Analyse sowie durch Round Tables** aus den jeweiligen Disziplinen.⁴

Zu den Round Tables wurden Expertinnen und Experten zu dem jeweiligen Technologiefeld eingeladen. Zentrales Auswahlkriterium war die technologische Expertise bzw. die Branchenkenntnis.

² vgl. [Advanced Technologies for Industry - Methodological report | Advanced Technologies for Industry \(europa.eu\)](#)

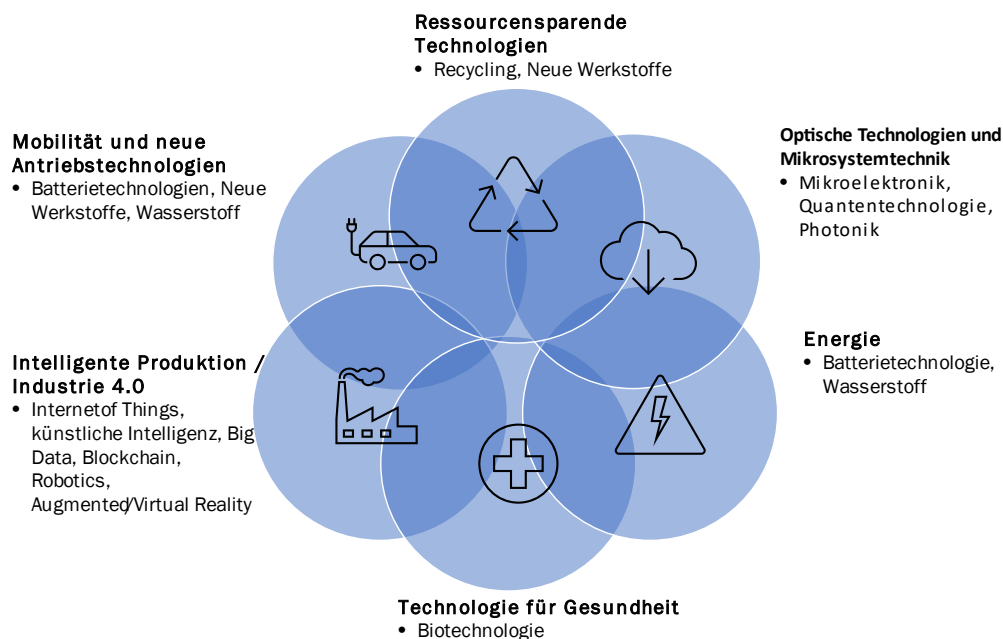
³ vgl. [Fokus-Nr.-321-Maerz-2021-Zukunftstechnologien.pdf \(kfw.de\)](#)

⁴ Zum Themenfeld Gesundheit konnte aufgrund der geringen Teilnehmerzahl kein Round Table durchgeführt werden. Die Erkenntnisse wurden durch das ergänzende Desk Research sowie durch einzelne Interviews mit Expertinnen und Experten gewonnen.

Da die Durchführung aufgrund der COVID-19-Pandemie auf Online-Formate beschränkt war, wurden vier bis sechs Expertinnen und Experten zu den jeweiligen Round Tables eingeladen. Während der Round Tables wurden zu den ermittelten Schlüsseltechnologien Schlüsselwörter und Teiltechnologien, durch die sich das jeweilige Technologiefeld definieren lässt, identifiziert. Die Technologiefelder selbst wurden durch weitere relevante Technologien ergänzt. So wurden beispielsweise in dem Technologiefeld „Ressourcensparende Technologien“ für Ostdeutschland wichtige Technologien wie Nanotechnologie oder Leichtbau unter „Neue Werkstoffe“ gefasst. Dies diente lediglich dem Zweck der Komplexitätsreduktion. Im zweiten Teil der Round Tables wurden sogenannte Use-Cases (Anwendungsfelder), die zukünftig ein starkes Entwicklungspotenzial entfalten könnten, ausgewählt und umfassend diskutiert. Die Auswahl der Anwendungsfelder basierte auf dem Expertenwissen und hat keine weitere empirische Fundierung erfahren. Daher wurde auf eine weitere wirtschaftliche Potenzialbewertung an dieser Stelle verzichtet.

Mithilfe der Round Tables wurde die Liste der ursprünglich ausgewählten Schlüsseltechnologien auf insgesamt 14 Technologien reduziert, die als Grundlage für weitere Analyseschritte dienen.

Abbildung 1: Zuordnung der Schlüsseltechnologien zu Technologiefeldern



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG 2021

3.2 Erstellung von Akteurslandschaften

Mit dem Ziel, eine erste Schärfung von Aktivitäten vorzunehmen, die mit einzelnen Technologien einhergehen, wurde eine Analyse der Forschungseinrichtungen durchgeführt. Ziel war es, einen ersten Überblick über die vorhandenen Akteurinnen und Akteure zu gewinnen. **Die Identifikation und Zuordnung der Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu den jeweiligen Schlüsseltechnologien ist in mehreren Schritten erfolgt:**

1. Nach endgültiger Festlegung der Schlüsseltechnologien wurden den jeweiligen Technologien Schlüsselbegriffe (Keywords) zugeordnet. Anschließend wurden diese um weitere Schlüsselbegriffe von den Expertinnen und Experten aus den Round Tables ergänzt. Im Ergebnis lagen 14 Schlüsseltechnologien mit jeweils 15 bis 50 relevanten Schlüsselbegriffen pro Technologie vor.
2. Darauf aufbauend wurden die Daten aus den Förderprogrammen des BMBF sowie des BMWK verwendet. Der in den Daten hinterlegte Firmenname, das Thema des Förderprogramms und die Leistungsplansystematik wurden verknüpft und anschließend auf Überschneidungen mit den Keywords untersucht. Wenn ein Keyword in dem Text auftauchte, wurde das Unternehmen bzw. die Forschungseinrichtung der entsprechenden Technologie zugeordnet. Dabei wurden nur Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus den neuen Bundesländern berücksichtigt. Die Förderdaten haben die Besonderheit, dass bei Forschungseinrichtungen wie der Fraunhofer-Gesellschaft nach Ort und Forschungsschwerpunkt unterschieden wird und die Universitäten bis auf Fakultätsebene differenziert betrachtet werden können. Das ermöglicht einen detaillierten Überblick der Forschungslandschaft in den neuen Bundesländern.
3. Zusätzlich zur Auswertung der Förderdaten wurde das Big Data Tool MAPEGY eingesetzt. MAPEGY nutzt maschinelle Intelligenz, um große Datenmengen zu analysieren und relevante Erkenntnisse und Informationen zu gewinnen. Auf Basis der Keywords erstellt das Programm eine Liste mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen sowie der Niederlassung für jede Schlüsseltechnologie. Diese Daten wurden anschließend mit den Förderdaten zusammengeführt.
4. Im letzten Schritt wurden Unternehmensdaten aus der Patentanalyse ergänzt. Die Nutzung mehrerer Datenquellen erweiterte nicht nur die Anzahl der identifizierten Unternehmen und Forschungseinrichtungen, sondern war auch wichtig zur Qualitätssicherung der Ergebnisse.

Im Ergebnis stand eine Liste mit Unternehmen und Forschungseinrichtungen in den ostdeutschen Ländern und dem dazugehörigen Ort für jede Schlüsseltechnologie. Den Ortsnamen wurden anschließend Kreisschlüssel zugeordnet, sodass die örtliche Konzentration von Unternehmen und Forschungseinrichtungen bis auf Kreisebene dargestellt werden konnte.

3.3 Kompetenzanalyse

Zu den 14 ausgewählten Technologien wurden im Anschluss mithilfe der erfassten Schlüsselwörter jeweils eine **Publikations- und eine Patentanalyse** durchgeführt, um die **Kompetenzen in Ostdeutschland** zu erfassen. Während die Publikationen vor allem die Forschungskompetenzen messen, zeigen Patentanmeldungen an, welchem neuen Wissen auch ökonomische Verwertbarkeit eingeräumt wird. Der Betrachtungszeitraum umfasste bei beiden Analysen die Jahre 2011 bis 2020.

Mithilfe der Literaturdatenbank Scopus und ihrer Analyse-Plattform SciVal wurden jene wissenschaftlichen **Publikationen** (peer-reviewte Fachzeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge und Bücher) erfasst, deren Titel oder Abstract eines der Schlüsselwörter einer Schlüsseltechnologie enthält und von mindestens einer Autorin oder einem Autor verfasst wurden, die oder der zu einer ostdeutschen Organisation gehört, die in Ostdeutschland angesiedelt ist. Zu jeder Schlüsseltechnologie wurden Informationen zu der Größe des Forschungsfeldes, wie beispielsweise der Anzahl von Publikationen und den beteiligten Organisationen, ausgewertet.

Für die **Patentanalyse** wurde PATSTAT genutzt, um die transnationalen Patentfamilien⁵ zu identifizieren, welche zu den Schlüsseltechnologien gehören und mindestens einen Erfinder nennen, dessen Wohnort in den neuen Bundesländern liegt. Zusätzlich zu den Schlüsselwörtern wurden dazu passende Technologieklassen im IPC- und CPC-System genutzt, um die Zugehörigkeit zu Schlüsseltechnologien festzustellen. Die Erfinderstandorte wurden verwendet, da die anmeldende Organisation im Großteil der Fälle ihren Hauptsitz in den Patentdaten vermerkt. Somit werden beispielsweise alle Patente der Fraunhofer-Gesellschaft der Zentralverwaltung in München zugeordnet und die Erfindungen von VW-Mitarbeiterinnen und -mitarbeitern in Zwickau oder Chemnitz dem VW-Hauptsitz in Wolfsburg. Das genutzte „Erfinderprinzip“ ermöglicht es, diese Anmeldenderinnen und Anmelder außerhalb der neuen Bundesländer, welche auf ostdeutsches Know-how der Erfinderinnen und Erfinder zugreifen, zu erfassen. Anhand dieses Datensatzes ließen sich die technologischen Kompetenzen in Ostdeutschland durch die Anzahl der transnationalen Patentfamilien und ihre Dynamik, die Anzahl der Erfinderinnen und Erfinder, die anmeldenden Organisationen sowie ihre Organisationsform messen.⁶

In Ergänzung zu diesen etablierten Indikatoren der Kompetenzanalyse wurde durch eine **Analyse von Stellenangeboten** auf indeed.de exploriert, inwiefern die verschiedenen Schlüsseltechnologien auf dem Arbeitsmarkt nachgefragt werden. Durch die Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt ließen sich Rückschlüsse über den **Entwicklungsstand bzw. die derzeitige Nutzung und Anwendung** der Schlüsseltechnologien in den ostdeutschen Unternehmen ziehen. Hierzu wurden mithilfe der Schlüsselwortlisten Abfragen nach Stellenanzeigen in den jeweiligen Bundesländern getätigt. Hierbei wurden nur Vollzeitstellen und direkt von Arbeitgeberinnen und -gebern aufgebene Stellenausschreibungen in die Berechnung einbezogen, Stellenanzeigen von Personalvermittlungsgesellschaften oder freie Praktikumsplätze wurden nicht betrachtet.

3.4 Entwicklungspfade einzelner Technologiefelder

Ergänzend zu den Technologielandschaften wurde eine **Trendanalyse** durchgeführt, um den Einfluss übergeordneter Markt- und Technologietrends zu untersuchen. Hierbei kamen sowohl anwendungsbezogene Einflüsse wie auch globale technologische Entwicklungen zum Tragen. Ziel war dabei, Kontextinformationen zu den zukünftigen Trends und Entwicklungen als eine Grundlage für eine **STEEP-Analyse** zu gewinnen.⁷ In dieser Analyse wurde angestrebt, möglichst viele Faktoren, die die Entwicklung und den Verlauf von Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland beeinträchtigen können, zu identifizieren und zu benennen. Dabei wurden die Einflussfaktoren in fünf Gruppen untergegliedert: soziale, technologische, ökonomische, ökologische sowie politische Faktoren.

Die gebündelten Ergebnisse aller voranstehenden Methoden dienen schließlich als Basis für **einen Strategie-Workshop**. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer haben alle einen Anwendungshintergrund und kommen aus den neuen Bundesländern. Dies war ein entscheidendes Kriterium,

⁵ Die Patentämter gruppieren Patentanmeldungen, die denselben oder ähnlichen technischen Inhalt betreffen, in sogenannte Patentfamilien ein. Dies ist nötig, um Doppelzählungen zu vermeiden, da eine Erfindung zumeist in mehreren Patentämtern gleichzeitig angemeldet wird. In dieser Studie werden die DOCDB-Patentfamilien genutzt. „Transnational sind Patentfamilien dann, wenn eine Familie sowohl eine Anmeldung im WIPO im PCT-Verfahren sowohl am EPA enthält. Dadurch werden vor allem jene ‚Weltmarkt-Patente‘ gemessen, deren Schutz sich auf die gesamte Welt bezieht“ (Frietsch & Schmoch 2010).

⁶ Es ist zu beachten, dass Patente von mehreren Organisationen angemeldet werden können. In allen Analysen dieses Berichts wird die Zählweise whole-counting genutzt, bei welchem ein Patent in Gänze einer Anmelderin bzw. einem Anmelder oder einem Ort zugeordnet wird. Dies ist nötig, da bei der Alternative, dem fractional counting, ein Aufteilen der Patente erfolgt, welches impliziert, dass Patente mit mehreren Anmeldenderinnen bzw. Anmeldern weniger wert sind. Dabei deuten solche Patentanmeldungen oftmals auf komplexe Technologien, welche Kooperationen erfordern.

⁷ Das englische Akronym STEEP steht für „social, technological, economic, ecological and political“.

um die Bottom-up-Perspektive zu bekommen. Als Vorbereitung für den Workshop wurden von den Teilnehmenden Annahmen in einer Vorab-Online-Befragung auf ihre Wahrscheinlichkeit hin bewertet. Die von der Mehrheit der Teilnehmenden als wahrscheinlicher bewerteten Annahmen bildeten dann das Grundgerüst für die Erarbeitung eines Szenarios mit dem Zeithorizont 2036. Ziel war es dabei, weitere **plausible technologische Entwicklungen** zu bestimmen, die Rolle der Fördermaßnahmen und der Profiteurinnen und Profiteure zu diskutieren sowie Herausforderungen und neue Ökosysteme für die einzelnen Technologien zu identifizieren. Abschließend wurde für die **Technologiefelder eine SWOT-Analyse** durchgeführt.

3.5 Entwicklung der Handlungsempfehlungen

Die Handlungsempfehlungen basieren zum einen auf den empirischen Befunden und zum anderen auf einem qualitativen Ansatz, mit dessen Hilfe wirtschafts- und innovationspolitische Optionen zur Förderung von Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern erarbeitet wurden. Zu den genutzten Methoden zählen Fallstudien zu Best-Practices aus beispielhaften, in den Schlüsseltechnologien erfolgreichen Regionen sowie ein Expertenhearing. Auf Basis dieser Methoden wurden Handlungsempfehlungen entwickelt, die sowohl regionspezifische als auch technologie-spezifische Empfehlungen enthalten.

Die **Fallstudien** wurden zu neun Regionen erstellt und zeigen auf, mit welchen Förderinstrumenten und Maßnahmen dazu beigetragen wurde, dass die gewählten Schlüsseltechnologien ein Treiber der regionalen Wirtschaftsentwicklung wurden. Diese Fallstudien sind ein zentraler Part des Handlungskonzepts, da sie als Ideensammlung fungieren, welche die Entwicklung von Handlungsempfehlungen inspiriert.

Die Ergebnisse aus den vorigen Schritten und den Fallstudien wurden in einem **Expertenhearing** mit elf Vertreterinnen und Vertretern aus Ministerien und Agenturen des Bundes sowie der neuen Bundesländer diskutiert. Hierbei wurden die Förderbedarfe und Förderideen präsentiert, bewertet und diskutiert. Während des Expertenhearings gab es drei parallellaufende Sessions in drei Gruppenräumen mit jeweils drei bis vier Personen, in denen jeweils eins der folgenden Handlungsfelder besprochen wurde: **Gründungen, Wissens- und Technologietransfer** sowie **Ansiedlungen**. In den Sessions gaben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Statements zu den folgenden Leitfragen ab und diskutierten gemeinsam darüber.

Gründungen: „Wie entstehen in Zukunft in Ostdeutschland neue Unternehmen in den Schlüsseltechnologien?“

Wissens- und Technologietransfer: „Wie gelangt exzellente Forschung in den Schlüsseltechnologien zu den bestehenden Unternehmen in den Regionen Ostdeutschlands?“

Ansiedlungen: „Wie wird in Zukunft die Ansiedlung auswärtiger Unternehmen der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland gestärkt?“

4 Stand der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland

Eine der zentralen Aufgaben dieser Studie ist es, einen möglichst kompletten Überblick über die Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft zu bekommen, die in den ostdeutschen Ländern in den jeweiligen Schlüsseltechnologien tätig sind. Angesichts der oben skizzierten Eigenschaften von Schlüsseltechnologien ist die einfache Darstellung der Firmensitze oder Forschungsstandorte allein jedoch nicht zielführend. Um das derzeitige und zukünftige endogene Potenzial der Technologien bewerten zu können, müssen die Akteurinnen und Akteure sowie die Technologien daher in den wirtschafts- und innovationspolitischen Kontext eingeordnet werden. **Bevor die Darstellung der einzelnen Schlüsseltechnologien erfolgt, werden daher zunächst übergeordnete und vergleichende Aspekte der Technologiellandschaften, der Publikations- und Patentanalyse sowie der Trendanalyse dargestellt.**

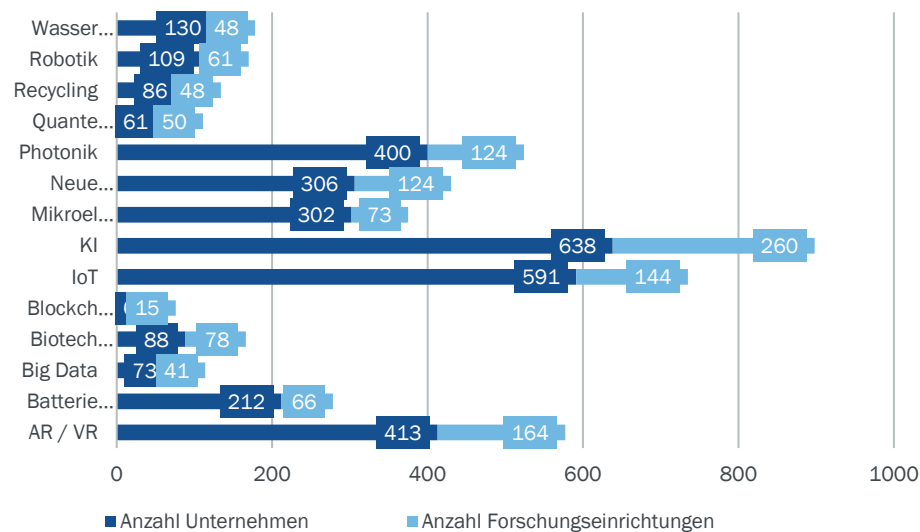
4.1 Allgemeine Aspekte zur Akteurslandschaft

Nach Auswertung der verfügbaren Daten zeigte sich, dass die Akteurinnen und Akteure in den Technologiebereichen künstliche Intelligenz (KI) sowie Internet of Things (IoT) zahlenmäßig am stärksten in den neuen Bundesländern vertreten sind (Abbildung 3). Insbesondere KI ist auf Basis der Analyse sowohl hinsichtlich der unternehmerischen Tätigkeiten als auch in der Forschung sehr breit aufgestellt. Das Internet of Things ist zwar im Vergleich zur KI in der Forschung ein weniger relevantes Thema, wird jedoch von einer großen Anzahl an Unternehmen genutzt. Dies ist ein Indiz für die breite Anwendbarkeit beider Technologien. Auffällig dabei ist zudem der **große Anteil an Unternehmen in Berlin** in beiden Technologien. Ein ähnlicher Trend ist auch im Bereich Augmented/Virtual Reality festzustellen. Genau wie die KI und das IoT zeichnet diese Technologie eine breite Anwendbarkeit und ein Schwerpunkt unternehmerischer Tätigkeiten in diesem Bereich in Berlin aus. Dies ist wenig verwunderlich angesichts der großen Berliner Start-up-Szene und dem Schwerpunkt dieser im Bereich der Digitalisierung (vgl. Berliner Startup Monitor 2020).

Ebenfalls zahlreich vertreten in den ostdeutschen Bundesländern sind Unternehmen und Forschungseinrichtungen **in den Bereichen Photonik, Mikroelektronik, neue Werkstoffe und Batterietechnologie**. Manche Technologien, wie neue Werkstoffe, sind dabei vergleichsweise stärker in der Forschung aufgestellt, wohingegen andere Technologien, wie die Photonik, bereits stärker in der Anwendung sind. Dies ist nicht zuletzt auch vom **Reifegrad der jeweiligen Technologien abhängig**. Bezüglich der Verteilung der Unternehmen ist Sachsen neben Berlin sowohl im Bereich der unternehmerischen Tätigkeiten und insbesondere auch in der Forschung am meisten vertreten. Dabei ist der Raum **Dresden** (u. a. im Bereich neue Werkstoffe), aber auch **Jena** und **Chemnitz** (insbesondere Photonik und Mikroelektronik) hervorzuheben.

Auf der anderen Seite sind Technologien wie **Recycling, Quantentechnologie, Big Data** oder **Blockchain**, sowohl was die Anzahl der Forschungseinrichtungen als auch die Anzahl der Unternehmen betrifft, zum derzeitigen Zeitpunkt in den neuen Bundesländern **relativ schwach aufgestellt**. Ein möglicher Grund könnte der geringe Reifegrad der Technologien sein (z. B. Quantentechnologie).

Abbildung 2: Anzahl Unternehmen & Forschungseinrichtungen in Ostdeutschland



Quelle: Eigene Darstellung⁸
2021

© Prognos AG

4.2 Kompetenzanalyse auf Basis von Publikationen und Patenten

Die Analyse von Publikationen und Patenten ermöglicht die Analyse der Kompetenzen in Forschung und Entwicklung. Während Publikationen vor allem die Forschungsseite abdecken, zeigen Patentanmeldungen vor allem auf, welches neue Wissen von Unternehmen als derart vermarktbar eingestuft wird, dass es als schützenswert im Sinne des Patentrechts erachtet wird. Ergänzt werden diese etablierten Indikatoren von Kompetenzen hier mit einer Analyse von nachgefragten Kompetenzen durch eine Darstellung von technologiespezifischen Stellenangeboten.

Die **Publikationsanalyse** (vgl. Tabelle 1) zeigt anhand des Lokalisationsquotient auf, in welchen Schlüsseltechnologien eine Spezialisierung der wissenschaftlichen Kompetenzen in den Neuen Bundesländern (mit und ohne Berlin) festzustellen ist. Ein Wert von größer 1 signalisiert dabei, dass der Anteil der Publikationen in den Schlüsseltechnologien in den Neuen Bundesländern größer ist, als er angesichts der Anzahl der Publikationen zu erwarten wäre. Dies ist insbesondere in der Photonik, der Mikroelektronik, der Quantentechnologie und der Biotechnologie der Fall. **Demnach liegen die technologischen Kompetenzen der neuen Bundesländer also besonders in den Technologiefeldern „Optik & Mikrosystemtechnik“ und „Technologien für die Gesundheit“.**

⁸ Universitäten wurden bis auf Fakultätsebene differenziert betrachtet.

Tabelle 1: Publikationen in den Schlüsseltechnologien in OstDE

Schlüsseltechnologie	Lokalisationsquotient (>1: Spezialisierung, <1: Keine Spezialisierung)			Publikationen Anzahl OstDE
	DE	OstDE	OstDE ohne Bln.	
Photonik	1,41	1,60	1,58	32.896
Mikroelektronik	1,09	1,32	1,26	13.981
Biotechnologie	1,05	1,07	0,99	12.460
Künstliche Intelligenz	0,89	0,62	0,60	7.863
Neue Werkstoffe	0,74	0,77	0,92	7.607
Recycling	0,71	0,50	0,78	5.105
Quantentechnologie	1,38	1,32	1,46	3.866
Robotik	1,18	0,61	0,65	3.020
Big Data	0,89	0,78	0,80	2.283
Batterietechnologie	0,92	0,70	0,77	2.044
Wasserstoff	0,85	0,75	0,69	1.763
IoT	0,97	0,63	0,61	1.705
AR/VR	1,38	0,79	0,78	1.180
Blockchain	0,76	0,39	0,31	647

Quelle: Eigene Berechnung nach SciVal (2021)

© Prognos AG 2021

Blau hinterlegt sind jene Schlüsseltechnologien, in denen in Ostdeutschland ein höherer Lokalisierungsquotient vorliegt als in Deutschland, also im Vergleich zu den alten Bundesländern **überdurchschnittliche Kompetenzen** bestehen. Neben den bereits erwähnten Schlüsseltechnologien trifft dies in den Bereichen **Neue Werkstoffe und Recycling** zu. Zudem ermöglicht der Vergleich zwischen den Lokalisationsquotienten für die ostdeutschen Ländern mit und ohne Berlin die Verdeutlichung eines „Berlin-Effekts“. Hier ist z. B. im Bereich der Biotechnologie zu erkennen, dass die neuen Bundesländer nur aufgrund der Bundeshauptstadt eine Spezialisierung aufweisen. Interessanterweise zeigt sich jedoch auch in einigen Schlüsseltechnologien (Neue Werkstoffe, Recycling, Quantentechnologie, Robotik, Big Data) der umgekehrte Effekt, dass ohne Berlin höhere Spezialisierungswerte erreicht werden.

Die Publikationsanalyse zeigt auch die Schwächen der ostdeutschen Forschungslandschaft auf. In den Bereichen Robotik und Augmented/Virtual Reality ist beispielsweise festzustellen, dass Deutschland zwar eine Spezialisierung aufweist, diese jedoch nicht in den neuen Bundesländern zu erkennen ist. **Insbesondere die Schlüsseltechnologien des Technologiefeldes Intelligente Produktion, welche essenzielle Kompetenzen der Digitalisierung umfassen (Künstliche Intelligenz, Blockchain, IoT, Big Data), schneiden bzgl. der Forschung in den neuen Bundesländern nicht gut ab.**

Im Vergleich zur Publikationsanalyse werden marktnahe Inventionen von einer **Patentanalyse** erfasst. Hier werden ähnlich wie bei der Publikationsanalyse Lokalisierungsquotienten gebildet und zwischen Ost- und Westdeutschland verglichen, um die Stärken der neuen Bundesländer zu identifizieren. **Am stärksten ist die Patent-Position der neuen Bundesländer im Bereich Photonik** – hier liegt der Lokalisationsquotient im globalen Bezugsraum bei 1,53 – es werden also im globalen Vergleich 53 % mehr Patente angemeldet, als zu erwarten wäre. Auch im deutschen Vergleich weisen die neuen Bundesländer eine Spezialisierung auf. **Eine starke Spezialisierung weisen die neuen Bundesländer außerdem in den Bereichen Biotechnologie, Recycling und Blockchain auf.** Der Lokalisationsquotient hängt stark vom Bezugsraum ab – so kann in den neuen Bundesländern im deutschen Vergleich eine Spezialisierung vorliegen, aber nicht im globalen Vergleich. Dies tritt u. a. ein, wenn eine Schlüsseltechnologie allgemein in Deutschland nicht besonders

stark vertreten ist, aber in den neuen Bundesländern im Vergleich zu den alten Bundesländern überproportional viele Patente angemeldet werden. Dies ist der Fall in den Schlüsseltechnologien Mikroelektronik, KI, IoT und AR/VR.

Tabelle 2: Patentanalyse der Schlüsseltechnologien in OstDE

Schlüsseltechnologie	Lokalisationsquotient			Patente
	(>1: Spezialisierung, <1: Keine Spezialisierung)			Anzahl
	DE vs. Welt	OstDE vs. Welt	OstDE vs. DE	OstDE
Mikroelektronik	0,68	0,79	1,15	1.602
Batterietechnologien	1,16	1,09	0,94	752
Photonik	1,24	1,53	1,24	700
Neue Werkstoffe	0,92	0,86	0,94	539
Biotechnologie	0,58	1,00	1,72	516
KI	0,53	0,61	1,14	400
IoT	0,73	0,78	1,07	307
Wasserstoff	1,33	0,98	0,74	305
AR/VR	0,44	0,64	1,44	259
Robotik	1,10	0,73	0,67	167
Recycling	0,76	1,14	1,50	105
Big Data	0,44	0,41	0,95	36
Blockchain	0,49	1,01	2,07	25
Quantentechnologie	0,45	0,38	0,83	5

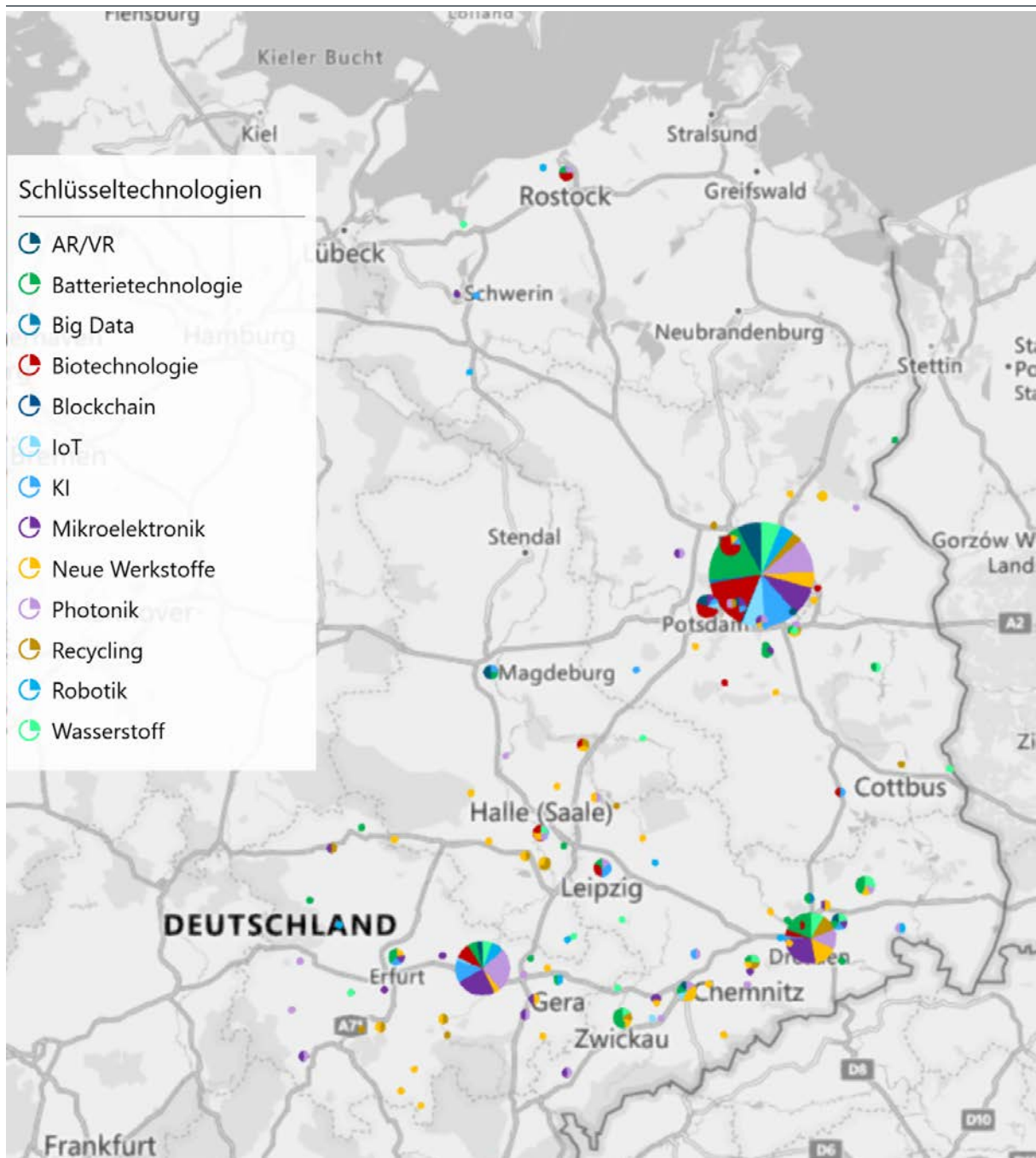
Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

Hinweis: Fettung = Spezialisierung des Staats bzw. der Region

© Prognos AG 2021

Des Weiteren werden durch die Patentanalysen Unternehmen erfasst, welche auch in die Akteurslandschaft einfließen. Da in den Patentanmeldungen adressgenaue Angaben zu Anmeldern und Anmeldern gemacht werden, können zudem Karten erstellt werden, welche die geografischen Schwerpunkte der Schlüsseltechnologien darstellen (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3: Anzahl patentierender Unternehmen in den Schlüsseltechnologien in OstDE nach Stadt



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung nach PATSTAT (2021)

© Prognos AG 2021

Diese verdeutlichen vor allem die **Dominanz von Berlin, Dresden und Jena als Technologiestandorte** der ostdeutschen Länder. Dabei weist Berlin eine starke Diversifizierung auf, mit besonderen Stärken in den Bereichen Batterietechnologien und Biotechnologie, während Dresden und Jena besondere Stärken in den Bereichen Mikroelektronik und Photonik aufweisen. Abseits dieser drei Städte ist das Patentaufkommen sehr gering. Vereinzelt gibt es leichte Häufungen von patentierenden Unternehmen, wie beispielweise in Westsachsen, im Berliner Umland oder in

Mitteldeutschland. Auffällig erscheint, dass sogar Leipzig, welche in den letzten zehn Jahren eine starke demografische und wirtschaftliche Dynamik aufwies, bezüglich der Patentanmeldungen klar im Hintertreffen steht. Die Situation in manchen ländlicheren Regionen (vor allem in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen-Anhalt), in denen kein einziges Unternehmen in den letzten zehn Jahren Patente in den Schlüsseltechnologien angemeldet hat, ist auffällig.

Es gehört zum „europäischen Paradox“ (Dosi et al. 2006), dass die Exzellenz von Forschung und Entwicklung nicht zwangsläufig auch dort zu Beschäftigung und Wertschöpfung führt, wo sie durchgeführt wird. Daher ist es nötig, einen Indikator zu erfassen, der anzeigt, in welchen Regionen der neuen Bundesländer auch Schlüsseltechnologien von Unternehmen eingesetzt werden. Dies lässt sich durch die **Analyse von Stellenangeboten** (Tabelle 3) aufzeigen, da diese verdeutlichen, in welchen Städten und von welchen Arbeitgeberinnen und -gebern Kompetenzen in den entsprechenden Bereichen gesucht werden. Zudem spiegelt der Arbeitsmarkt auch die **Dynamik einer Technologie** wider. Es muss an dieser Stelle betont werden, dass diese Analyse nicht alle Stellenangebote mit Schlüsseltechnologiebezug erfassen kann, sondern aufgrund der imperfekten Übersetzung von Technologie zu Arbeitsmarktbedürfnissen nur eine grobe Annäherung der Realität darstellen kann.

Tabelle 3: Schlüsseltechnologien mit den meisten Stellenangeboten in OstDE

Schlüssel- technologie	Anzahl von Stellenangeboten							DE	Anteil OstDE in %	Spez. OstDE LQ
	BB	BE	MV	SA	SN	TH	NBL			
<i>Alle Stellenanzeigen</i>	22.930	63.233	13.381	23.725	47.634	24.487	195.390	981.799	19,9	1,0
Künstliche Intelligenz	80	2.893	45	161	499	136	3.814	15.110	25,2	1,3
Photonik	221	2.221	75	163	575	544	3.799	17.070	22,3	1,1
Big Data	54	1.907	22	34	356	60	2.433	11.301	21,5	1,1
IoT	106	1.252	48	62	500	125	2.093	11.030	19,0	1,0
Recycling	224	261	76	241	277	106	1.185	5.606	21,1	1,1
Batterie- technologie	112	510	24	48	377	109	1.180	8.755	13,5	0,7
Blockchain	18	718	5	24	36	7	808	2.639	30,6	1,5
Robotik	62	185	7	27	240	89	610	4.462	13,7	0,7
Biotechnologie	31	255	48	78	93	74	579	4.096	14,1	0,7
Neue Werkstoffe	16	131	10	66	127	56	406	2.849	14,3	0,7
AR/VR	5	255	-	18	73	40	391	1.757	22,3	1,1
Mikroelektronik	24	107	3	3	187	49	373	1.623	23,0	1,2

Wasserstoff	18	90	4	8	87	18	225	1.821	12,4	0,6
Quanten- technologien	-	73	1	10	8	3	95	285	33,3	1,7

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Indeed.de, Ende Februar 2022

Fettung = Spezialisierung im Bundesland bzw. in Ostdeutschland (Lokalisationsquotient >1)

© Prognos AG 2021

Die meisten Schlüsseltechnologie-relevanten Stellen werden in den neuen Bundesländern in den Bereichen KI, Photonik, Big Data, IoT und Recycling angeboten. Da der Lokalisationsquotient über 1 liegt, kann man hier auch von einer Spezialisierung in Ostdeutschland auf diese Schlüsseltechnologien sprechen. Die höchste Spezialisierung weisen die neuen Bundesländer wiederum im Bereich Quantentechnologien auf, welcher jedoch noch zahlenmäßig sehr klein ist. **Beträchtlich ist der Beitrag Berlins** als Arbeitsmarkt: Ca. 75 % der ostdeutschen Stellen mit Bezug zu KI werden in Berlin angeboten. Ähnlich verhält es sich bei Big Data, AR/VR und Quantentechnologie. Die anderen Bundesländer Ostdeutschlands hingegen können jeweils nur eine bis zwei Spezialisierungen aufweisen. Bei der Analyse von Stellenanzeigen ist allerdings zu bedenken, dass es sich immer nur um eine Momentaufnahme handelt. Eine Vorabanalyse aus dem Dezember 2021 ergab beispielsweise den höchsten Lokalisationsquotient im Feld Batterietechnologie – dies war auf eine Einstellungswelle im Zuge der Tesla-Ansiedlung in Brandenburg zurückzuführen, welche Ende Februar 2022 schwächer ausgeprägt war.

4.3 Zusammenfassung auf Ebene der Technologiefelder

Während die Akteurslandschaft nur Aussagen über die Quantität der Forschungs- und Unternehmenslandschaft zulässt, lassen sich mit Hinzunahme der Publikations- und Patentanalyse auch Aussagen über die Qualität der Forschungs- und Unternehmenslandschaft treffen. Zweifelsohne lässt sich feststellen, dass der **Bereich der optischen Technologien und Mikrosystemtechnik** in der Forschung sehr gut abgedeckt ist und auch im nationalen und internationalen Vergleich eine Vorreiterrolle einnimmt. Die Technologien Mikroelektronik und Photonik sind als Zugpferde der heutigen und zukünftigen Entwicklung in Ostdeutschland anzusehen.

Der Bereich **Gesundheit** ist zwar quantitativ unterrepräsentiert, weist aber eine hohe Forschungsqualität auf, die in enger Verbindung mit den Forschungstätigkeiten der Charité – Universitätsmedizin Berlin zu sehen ist. Die quantitativ am stärksten vertretenen Akteurinnen und Akteure aus dem Technologiefeld **Intelligente Produktion** (KI, IoT, AR/VR) sind mit Blick auf die Forschungsqualität in den neuen Bundesländern dagegen nur unzureichend aufgestellt. Die Daten aus der Analyse der Stellenangebote bestätigen zwar, dass breite Anwendungen und große Nachfrage auf unternehmerischer Ebene in diesen Technologien bestehen, allerdings mit sehr starkem Fokus auf Berlin. Die Technologien Big Data und Blockchain spielen, sowohl was die Quantität als auch die Qualität der Forschung betrifft, nur eine untergeordnete Rolle.

Im Bereich **Energie und Mobilität** ergibt sich das Bild, dass die Batterietechnologie zwar im Forschungssektor weit entfernt von einer Vorreiterrolle ist, die Tätigkeiten von Tesla aber durchaus einen erheblichen Einfluss auf den Arbeitsmarkt haben. Das Feld Wasserstofftechnologie spielt im Forschungsbereich bis dato nur eine untergeordnete Rolle, wobei die unternehmerischen Tätigkeiten der Firma Sunfire sowie die Forschungsaktivitäten der TU Berlin und HPS Home Power Solutions die Regionen um Berlin und Dresden durchaus zu relevanten Akteuren aufsteigen lassen können.

Im Technologiefeld der **ressourcensparenden Technologien** weisen die Daten zu neuen Werkstoffen, die auch im Bereich Mobilität von Bedeutung sind, sowohl was die Quantität als auch die Qualität der Forschungslandschaft betrifft, im nationalen Vergleich auf ein überdurchschnittliches Niveau hin. Die unternehmerischen Tätigkeiten dagegen scheinen zum derzeitigen Zeitpunkt deutlich geringer auszufallen. Das Thema Recycling ist bisher auch noch ein vergleichsweise kleines Feld, weist aber im nationalen Vergleich überdurchschnittliche Kompetenzen im Forschungssektor auf, auch wenn die Anzahl der Forschungseinrichtungen relativ gering ist.

hinaus in Rostock (Mecklenburg-Vorpommern) sowie in Magdeburg (Sachsen-Anhalt) und in Jena (Thüringen) angesiedelt.

Abbildung 5: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich AR / VR in OstDE

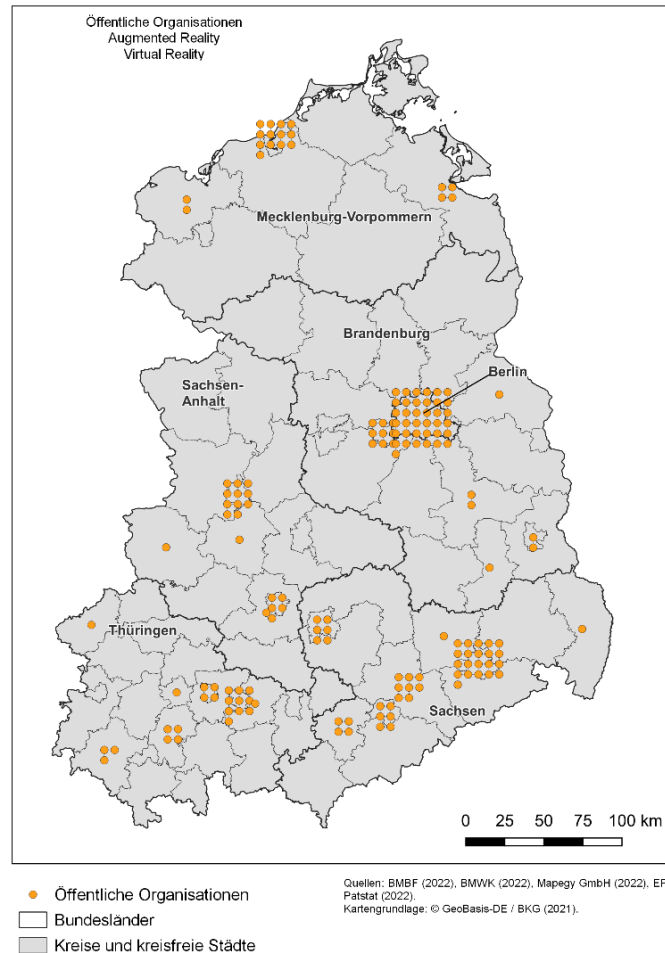
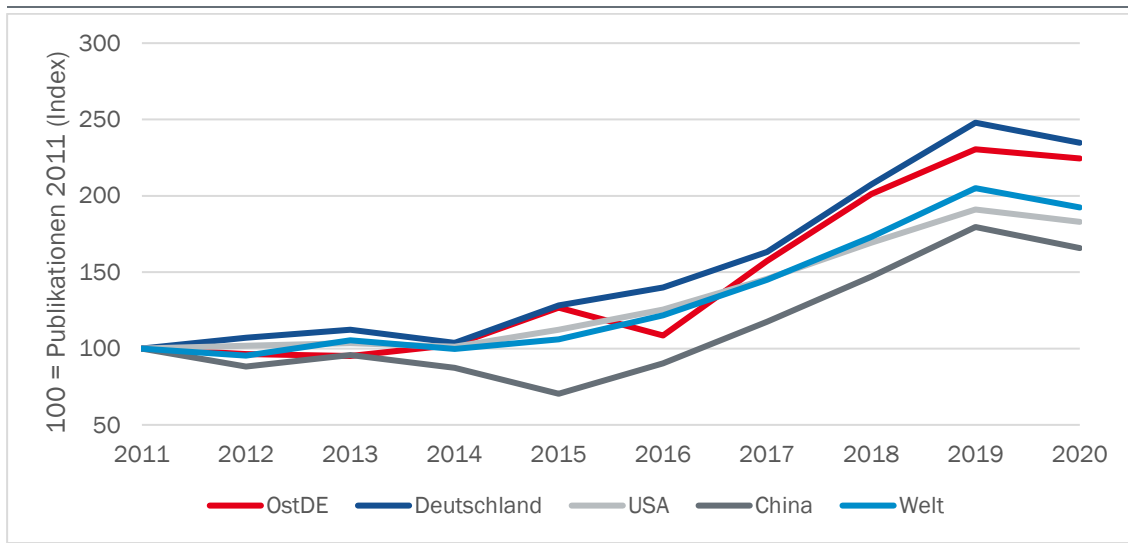


Abbildung 6 zeigt fast eine Verdopplung der weltweiten Publikationen in den letzten zehn Jahren im Bereich AR/VR. Während die Dynamik bis 2015 noch relativ schwach war, ist seitdem eine deutliche Zunahme zu beobachten, wobei der Trend in Ostdeutschland die weltweite Dynamik sogar deutlich überschreitet. Höhere Publikationsaktivitäten als in Ostdeutschland sind nur in Gesamtdeutschland festzustellen. Sowohl die USA als auch China fallen dagegen deutlich ab.

Abbildung 6: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST AR / VR



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

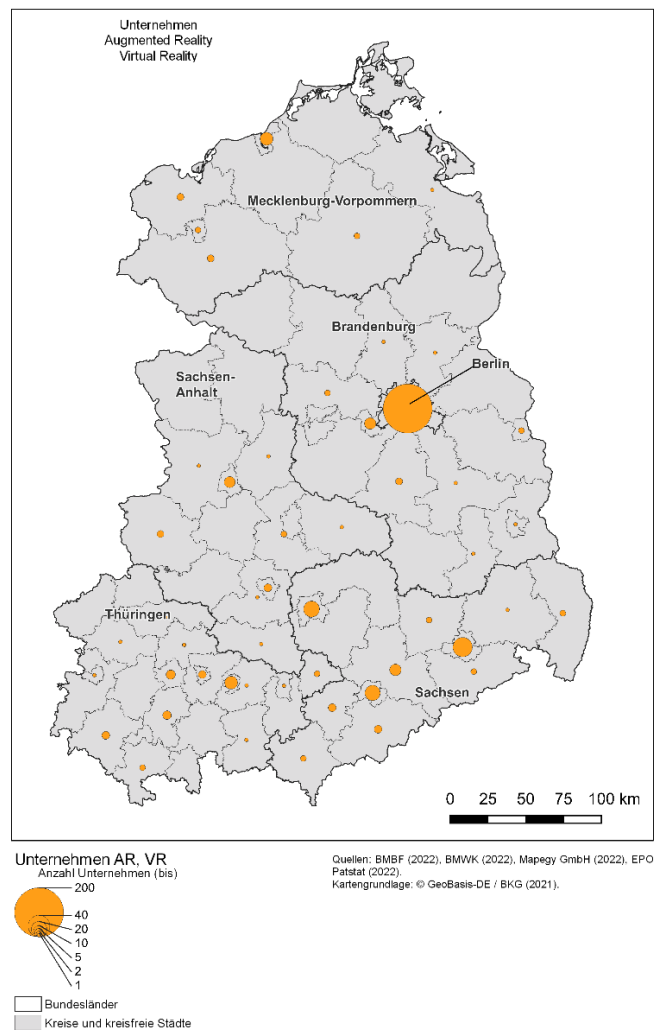
© Prognos AG 2021

Doch wo sind die Kompetenzen in dieser Schlüsseltechnologie besonders konzentriert und welche Einrichtungen treiben die technologische Entwicklung in den neuen Bundesländern? Auf Ebene der Organisationen werden in Tabelle 23 (Anlage B) die stärksten Forschungseinrichtungen anhand der Anzahl von Publikationen und der Anzahl von Zitationen je Publikationen der Organisationen dargestellt, also anhand der Quantität und wissenschaftlichen Resonanz gemessen. Bezüglich der Anzahl der Publikationen ist dabei die TU Berlin an erster Stelle, gefolgt von der TU Dresden und der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Die höchste wissenschaftliche Resonanz weisen das Fraunhofer HHI (Berlin), die Universität Potsdam und die Charité – Universitätsmedizin Berlin auf.

Anwendungsperspektive

Neben den Forschungsaktivitäten sollen aber auch die unternehmerischen Tätigkeiten im Bereich AR/VR betrachtet werden, denn der Erfolg am Markt stellt ein zentrales Merkmal einer Schlüsseltechnologie dar. Auf Basis unserer Datenanalyse konnten wir eine Anzahl von insgesamt 413 Unternehmen identifizieren, die in diesem Bereich tätig sind. Dieser sehr hohe Wert spricht zunächst einmal für eine breite Anwendung dieser Technologie. Ein Blick auf die Verteilung (vgl. Abbildung 7) zeigt, dass die größte Anzahl an Unternehmen in Berlin angesiedelt ist. Es fällt auf, dass die Konzentration der Unternehmen auf den Standort Berlin im Vergleich zu den Forschungseinrichtungen deutlich größer ist. Zwar gibt es einige kleinere Hubs, z. B. in Dresden, Chemnitz, Leipzig, Jena oder Rostock, diese fallen im Verhältnis zu Berlin jedoch deutlich ab.

Abbildung 7: Verteilung der Unternehmen im Bereich AR / VR in OstDE



Während die Anzahl und Zitationen der Publikationen vorrangig Indikatoren für die Qualität der Forschung darstellen, soll die Patentanalyse als Indikator zur Bewertung der Qualität der unternehmerischen Tätigkeiten dienen. In Tabelle 4 sind die anmeldenden Organisationen, die unter Beteiligung ostdeutscher Erfindinnen und Erfindern entstanden sind, nach Typ und Herkunft aufgelistet. Wie vermutet, werden die meisten Patentanmeldungen von Unternehmen vorgenommen. Von den betrachteten Patentanmeldungen im Bereich AR/VR sitzen etwas mehr Unternehmen in Ostdeutschland und vergleichsweise weniger im Ausland und im Rest Deutschlands. Dagegen ist der Anteil der Patentanmeldungen im Rest Deutschlands mehr als das doppelt so hoch wie in Ostdeutschland – und das, obwohl nur die Patente, die unter Beteiligung von Erfindinnen und Erfindern in Ostdeutschland entstanden sind, betrachtet wurden. Grund dafür ist, dass die Patentanmeldungen in der Regel am Hauptsitz der Organisation vorgenommen werden. Diese Ausprägung ist typisch für das ostdeutsche Innovationssystem und offenbart ein Problem, dass die Wertschöpfung oftmals außerhalb stattfindet, obwohl das Wissen in Ostdeutschland kreiert wird.

Tabelle 4: Patentanmeldungen in der Schlüsseltechnologie AR/VR nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	29	33,3	59	22,8
	AuF	1	1,1	1	0,4
	Hochschule	5	5,7	9	3,5
ABL	Unternehmen	23	26,4	141	54,4
	AuF	4	4,6	21	8,1
	Hochschule				
Ausland	Unternehmen	24	27,6	41	15,8
	AuF				
	Hochschule	1	1,1	1	0,4
Gesamt		87		259	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden.

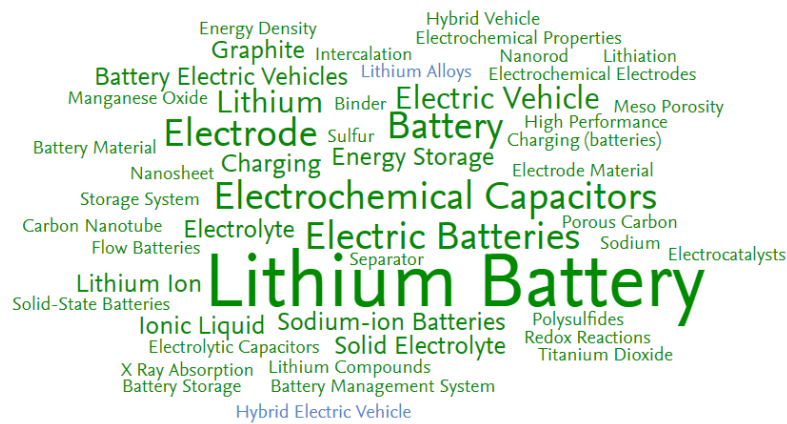
Ein Blick auf die Top 10 patentierenden Unternehmen in Ostdeutschland (Anlage D, Tabelle 51) bestätigt, dass nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ der Schwerpunkt der unternehmerischen Tätigkeiten in Berlin ist. So haben sechs der Top 10 patentierenden Unternehmen ihren Hauptsitz in Berlin.

5.2 Batterietechnologie

Forschungsschwerpunkte

In der Schlüsseltechnologie Batterietechnologie wird – wie an der Keyphrase-Analyse in Abbildung 8 abzulesen ist – größtenteils an Lithium-Ionen-Batterien, Natrium-Ionen-Batterien (Natrium-Ion) und Lithium-Schwefel-Batterien geforscht. Ebenfalls bedeutsam ist die Rolle der Materialforschung und Nanotechnologie in diesem Bereich, wie an der Häufigkeit von Begriffen wie *Nanotubes*, *Nanosheets* oder *Nanorod* zu erkennen ist. Ein weiterer großer Teil der Forschung beschäftigt sich mit der Nutzung von Batterien in Fahrzeugen, wie Schlüsselbegriffe wie *Battery management system*, *electric vehicle*, *hybrid vehicle* oder *charging* verdeutlichen. Dabei ist vor allem die Energiedichte (*energy density*) eine erstrebenswerte Eigenschaft der Batterien, da sie entscheidend für die Reichweite von Elektrofahrzeugen ist.

Abbildung 8: Schlüsselbegriffe der Forschung an der ST Batterietechnologie in OstDE

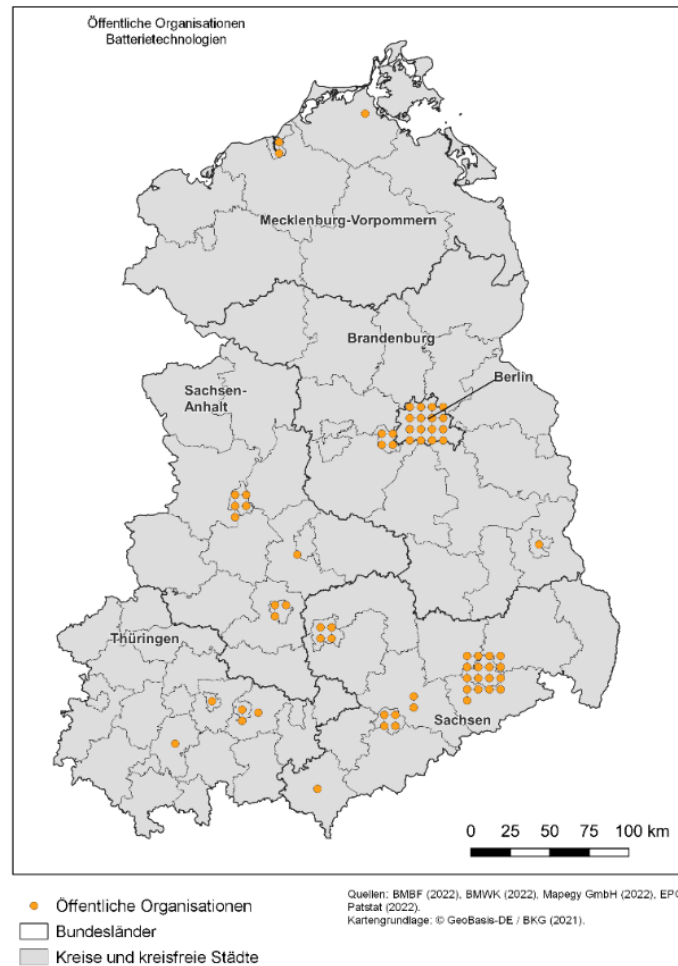


Quelle: SciVal

Hinweis: Größe des Worts: Bedeutung des Schlüsselbegriffs; Blau = seit 2011 sinkende Bedeutung, Grün = seit 2011 steigende Bedeutung

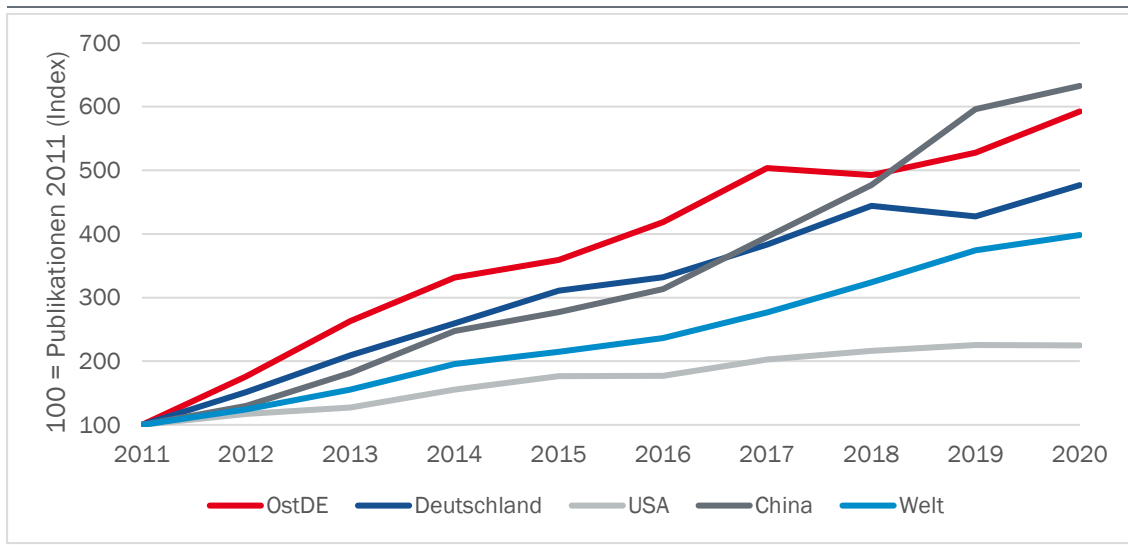
Nach Auswertung der Daten konnten wir eine Gesamtzahl von 66 Forschungseinrichtungen mit Forschungsaktivitäten im Bereich Batterietechnologie in Ostdeutschland identifizieren. Jede Forschungseinrichtung ist in Abbildung 9 mit einem Punkt markiert. Hinsichtlich der Verteilung der Forschungseinrichtungen in Ostdeutschland sind zwei Regionen als Forschungshubs festzuhalten: Berlin und Dresden. Kleinere Forschungshubs sind zudem in der Region um Leipzig, Chemnitz, Magdeburg und Potsdam angesiedelt. Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern fallen dagegen etwas ab.

Abbildung 9: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Batterietechnologie in OstDE



Betrachtet man die Publikationsaktivitäten im Bereich Batterietechnologie, lässt sich eine für Schlüsseltechnologien typische hohe Dynamik feststellen (siehe Abbildung 10). So hat sich die Anzahl der jährlich veröffentlichten Publikationen weltweit fast vervierfacht. Die Dynamik in den ostdeutschen Ländern übertrifft diese Dynamik sogar und liegt nur knapp unter der Dynamik der chinesischen Forschung.

Abbildung 10: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Batterietechnologie



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

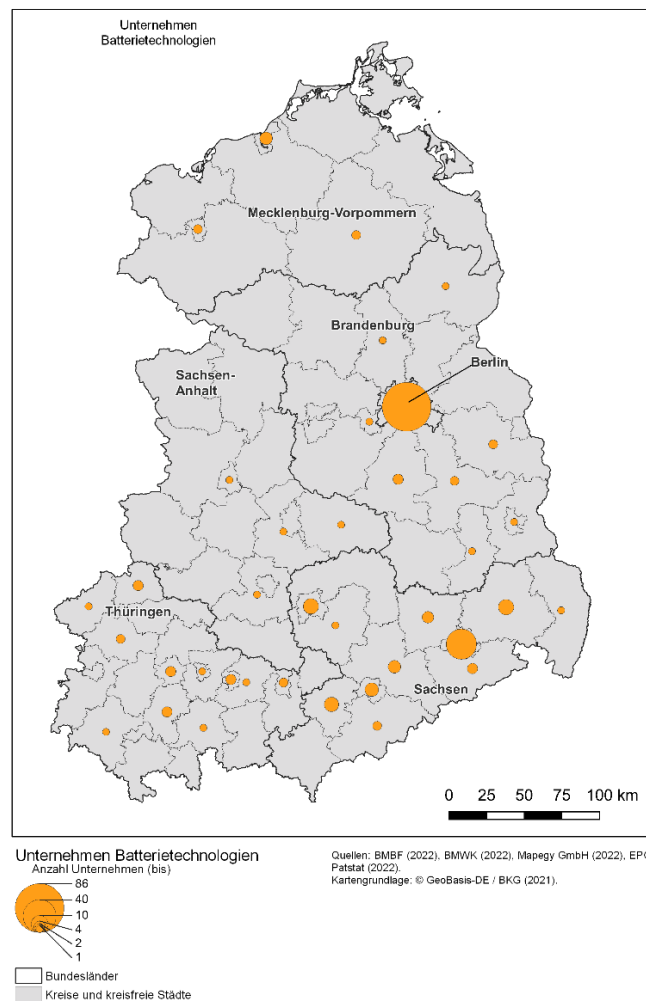
© Prognos AG 2021

Dabei ist vor allem die Rolle der technischen Universitäten, insbesondere der TU Dresden, herauszuheben, welche die Liste der forschenden Einrichtungen anführen. Bemerkenswert ist, dass etwa jede fünfte Publikation in dieser ST unter Beteiligung der TU Dresden verfasst und dabei durchschnittlich 48-mal zitiert wird. Auch die TU Chemnitz, die Friedrich-Schiller-Universität Jena, das Leibniz IFW und das Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung liegen, gemessen an der Quantität der Publikationen und ihrer wissenschaftlichen Bedeutung, in den Top 10. Die meisten Organisationen aus beiden Top-10-Listen stammen aus Berlin, während keine Einrichtung aus Mecklenburg-Vorpommern vertreten ist.

Anwendungsperspektive

Um Aussagen darüber treffen zu können, ob sich Forschungsaktivitäten auch im unternehmerischen Markterfolg widerspiegelt, blicken wir auf die Unternehmenslandschaft in Ostdeutschland im Bereich Batterietechnologie (siehe Abbildung 11). Im Rahmen der Analyse ließen sich 212 Unternehmen identifizieren, die im Feld Batterietechnologie tätig sind. Ähnlich zu der Verteilung der Forschungseinrichtungen sind die meisten Unternehmen im Raum Berlin, gefolgt von Dresden, angesiedelt. Kleinere Hubs sind zudem in Chemnitz, Zwickau und Kamenz (alles Sachsen) zu finden. Es ist wenig überraschend, dass sich dort, wo viel Forschungsaktivität herrscht, auch entsprechende Unternehmen ansiedeln. Dies könnte ein Indiz für einen funktionierenden Wissenstransfer von der Theorie in die Praxis sein.

Abbildung 11: Verteilung der Unternehmen im Bereich Batterietechnologien in OstDE



Bezüglich der Verwertung des Wissens sind die Patente, die unter Beteiligung von Erfinderinnen und Erfindern in Ostdeutschland entstanden sind, ein wichtiger Indikator. Eine Betrachtung der anmeldenden Organisationen nach Typ und Herkunft in Tabelle 5 zeigt auf, dass zwar die meisten Patentanmeldungen von Unternehmen vorgenommen werden, diese jedoch als Anmeldeort einen Ort in den alten Bundesländern (ABL) angeben. Die in den Patentanmeldungen genannte Adresse der Organisation ist in fast allen Fällen der Hauptsitz der Organisation. Er kann als Ort verstanden werden, an dem das Wissen der Erfinderinnen und Erfinder verwertet wird. Im Bereich Batterietechnologien fällt auf, dass Unternehmen außerhalb Ostdeutschlands an mehr als der doppelten Zahl von Patentfamilien beteiligt sind als die in Ostdeutschland ansässigen Unternehmen. Obwohl hier Patentanmeldungen unter Beteiligung ostdeutscher Erfinderinnen und Erfinder gezählt wurden, werden diese von mehr Unternehmen aus den alten Bundesländern (97) als aus den neuen Bundesländern (94) angemeldet. Dies verdeutlicht nochmals eine zentrale Herausforderung des ostdeutschen Innovationssystems: dass die ansässigen Unternehmen zumeist Niederlassungen sind, welche keine Hauptsitzfunktion ausüben. Somit besteht die große Gefahr, dass in Ostdeutschland kreiertes Wissen in andere Regionen Deutschlands oder das Ausland abfließt und an den jeweiligen Hauptsitzen darüber entschieden wird, wo dieses Wissen zu Beschäftigung und Wertschöpfung führt.

Tabelle 5: Patentanmeldungen in der ST Batterietechnologien nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	94	36,6	220	29,3
	AuF	9	3,5	15	2,0
	Hochschule	9	3,5	30	4,0
ABL	Unternehmen	97	37,7	403	53,6
	AuF	2	0,8	44	5,9
	Hochschule	6	2,3	6	0,8
Ausland	Unternehmen	37	14,4	65	8,6
	AuF	3	1,2	5	0,7
	Hochschule	2	0,8	2	0,3
Gesamt		257		752	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden

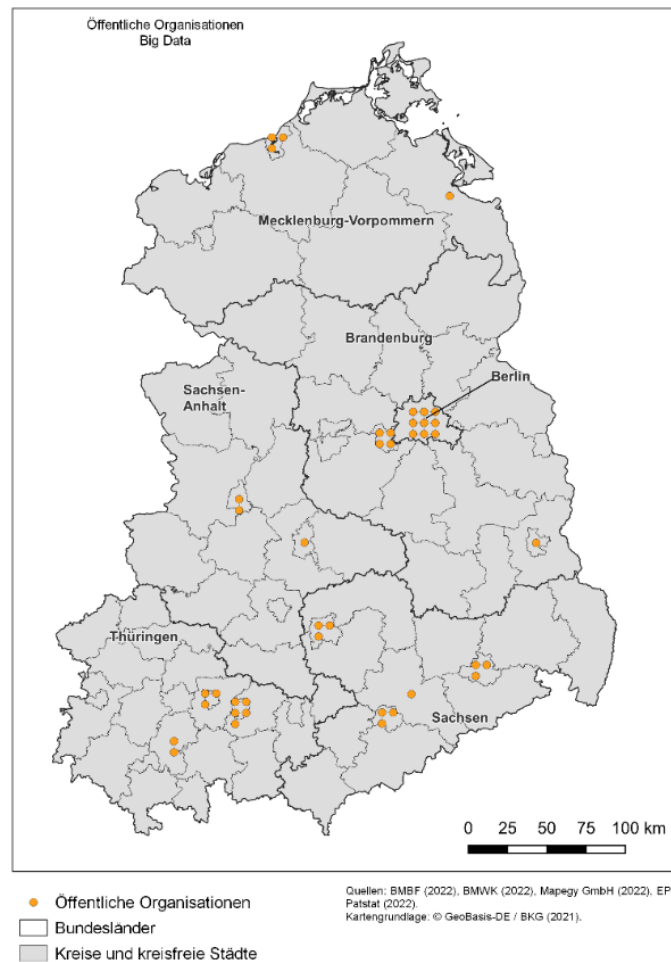
Von diesem Umstand geprägt ist ebenfalls die Liste der Top 10 patentierenden Unternehmen aus den neuen Bundesländern. Selbst bei den sechs der zehn führenden Unternehmen mit Hauptsitz in Ostdeutschland (Li-Tec Battery [jetzt Accumotive], Bombardier Transportation, Hagenuk KMT, GE Energy Power Conversion, Diehl Metal, Bombardier Primove) handelt es sich derzeit faktisch um Tochtergesellschaften (von Daimler, Alstom, Megger, General Electric, Diehl Metall, IPT Group).

5.3 Big Data

Forschungsschwerpunkte

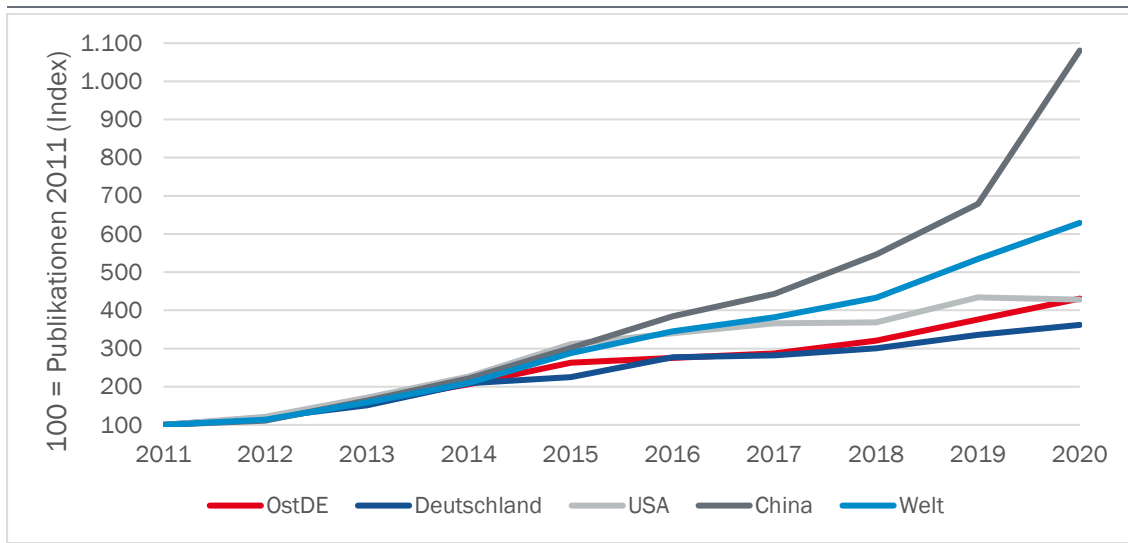
Die Forschung im Bereich Big Data beschäftigt sich mit der Gewinnung (*mining*), Verwaltung (*management*), Speicherung (*storage, cloud computing*) und Visualisierung (*visualization*) großer Datenbestände (vgl. Abbildung 12). Durch die Fähigkeit, große Mengen an Daten zu verarbeiten, ist diese Technologie Grundlage für weitere Schlüsseltechnologien wie KI oder IoT. Weitere mögliche Anwendungsfelder wie Industrie 4.0 oder Bioinformatik gehen ebenfalls aus der Keyphrase-Analyse hervor.

Abbildung 13: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Big Data in OstDE



Hinsichtlich der Qualität der Forschung bestätigt sich das Bild, dass die Forschung zum Thema Big Data in Ostdeutschland nicht mit dem weltweiten Niveau mithalten kann. Zwar haben sich die Publikationsaktivitäten in den letzten Jahren mehr als vervielfacht und damit eine höhere Dynamik als in Gesamtdeutschland. Allerdings hat sich die weltweite Dynamik in dem gleichen Zeitraum mehr als versechsfacht. In China sind die Publikationsaktivitäten sogar knapp elfmal so hoch wie noch vor zehn Jahren.

Abbildung 14: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Big Data



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

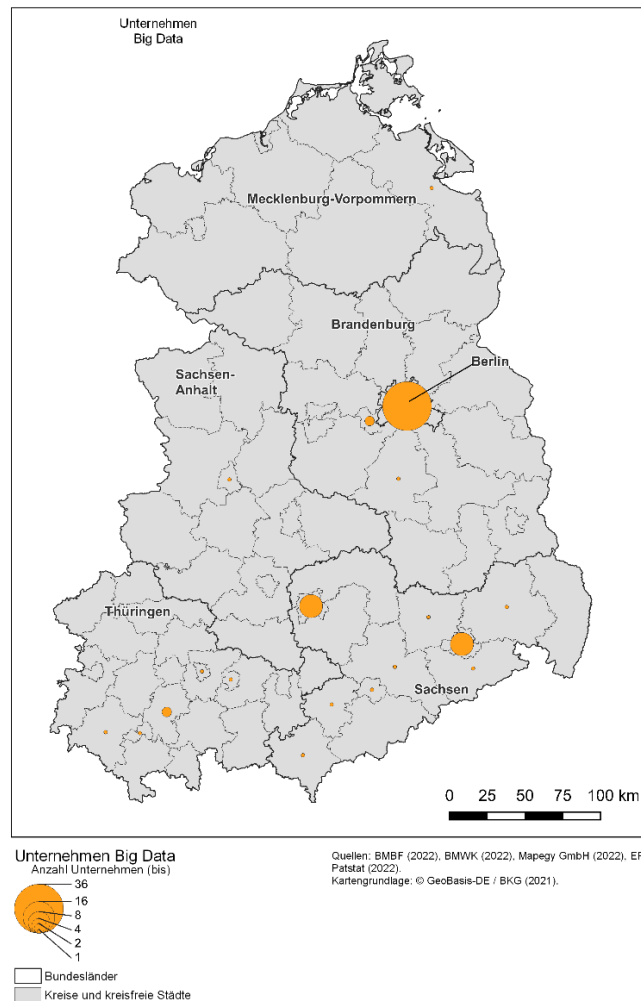
© Prognos AG 2021

Tabelle 25 (Anlage B) gibt Aufschluss darüber, welche ostdeutschen Organisationen am meisten Publikationen aufweisen und wie oft diese wiederum zitiert werden. Dabei sind die TU Dresden und die TU Berlin die Universitäten mit den meisten Publikationen. Dagegen sind die FU Berlin, die Friedrich-Schiller-Universität Jena, HU Berlin und die Charité – Universitätsmedizin Berlin die Forschungseinrichtungen mit den meisten Zitationen je Publikation. Damit bestätigt sich, dass Berlin nicht nur in der Quantität, sondern auch in der Qualität der Forschung Vorreiter in Ostdeutschland im Bereich Big Data ist.

Anwendungsperspektive

Auch im Hinblick auf die Unternehmenslandschaft zeigt sich, dass das Thema Big Data in Ostdeutschland quantitativ relativ schwach aufgestellt ist. So konnte nur eine Anzahl von 73 Unternehmen identifiziert werden, die im Bereich Big Data tätig sind. Zudem bestätigt sich das Bild einer starken Konzentration der Unternehmen am Standort Berlin (vgl. Abbildung 15). Daneben finden sich nur in Leipzig und Dresden kleinere Hubs. In allen anderen Regionen der ostdeutschen Länder spielt das Thema Big Data auf unternehmerischer Ebene nahezu keine Rolle.

Abbildung 15: Verteilung der Unternehmen im Bereich Big Data in OstDE



Unter den Patentanmeldungen mit Beteiligung ostdeutscher Erfinderinnen und Erfinder sind fast ausschließlich Unternehmen. Diese sitzen zwar etwas häufiger in den alten Bundesländern, der größte Anteil an Patentfamilien kommt dennoch aus Ostdeutschland. Damit ergibt sich hier ein etwas konträres Bild im Vergleich zu den anderen Schlüsseltechnologien.

Tabelle 6: Patentanmeldungen in der ST Big Data nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	6	30,0	12	33,3
	AuF	1	5,0	1	2,8
	Hochschule	1	5,0	1	2,8
ABL	Unternehmen	8	40,0	8	22,2
	AuF	2	10,0	2	5,6
	Hochschule				
Ausland	Unternehmen	2	10,0	4	11,1
	AuF				
	Hochschule				
Gesamt		20		36	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden.

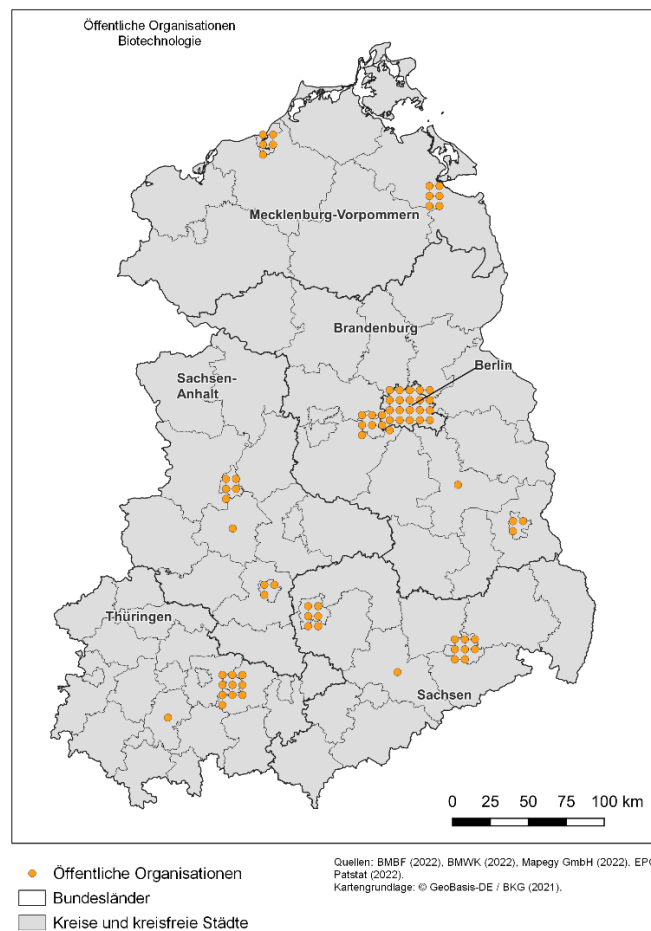
Zugpferd dieser Entwicklung ist die Bundesdruckerei, die sechs Patentfamilien im Bereich Big Data angemeldet hat (vgl. Anlage D, Tabelle 53). Die weiteren fünf patentierenden Unternehmen, die jeweils nur eine bzw. zwei Patentfamilien angemeldet haben, sitzen alle in Sachsen und Berlin. In anderen ostdeutschen Bundesländern dagegen konnten keine patentierenden Unternehmen identifiziert werden.

5.4 Biotechnologie

Forschungsschwerpunkte

Die Forschung zur Biotechnologie umfasst ein sehr breites Feld. Der Fokus unserer Betrachtung liegt auf der medizinischen Biotechnologie. Ein Thema, das in der Forschung zur medizinischen Biotechnologie in Ostdeutschland von besonderer Bedeutung ist, ist die personalisierte Medizin (*immunotherapy* und *personalized medicine*). Das Thema Krebsforschung (unter anderem *oncology, cancer*) im Zusammenhang mit dem Thema Genetik (z. B. *gene editing, MicroRNA*) stehen dabei im Zentrum der Forschung (vgl. Abbildung 16).

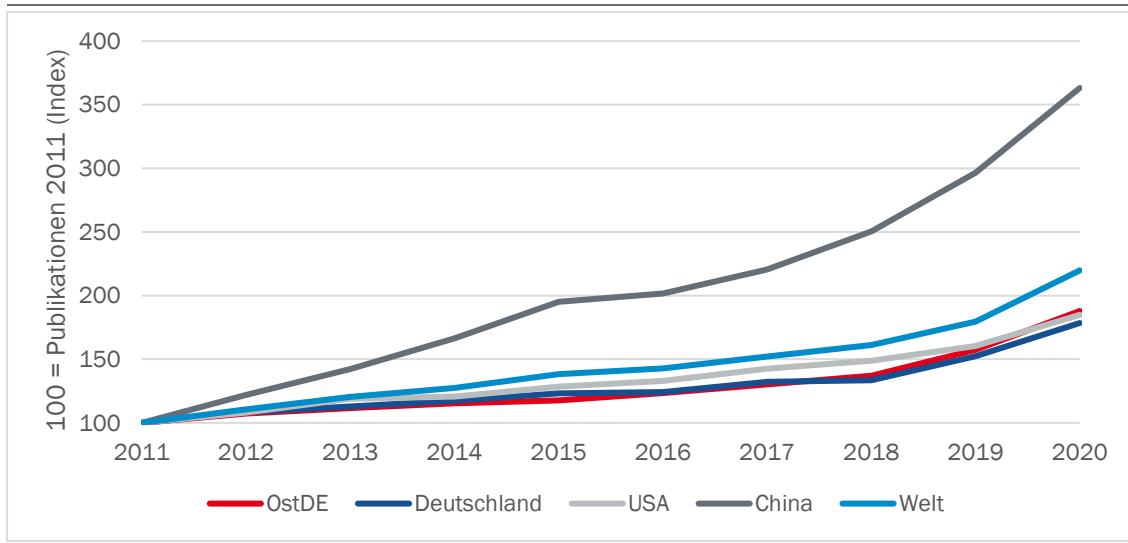
Abbildung 17: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Biotechnologie in OstDE



Ein Blick auf die Publikationsaktivitäten in der Biotechnologie zeigt eine hohe Dynamik in den letzten zehn Jahren.⁹ Die Publikationen haben sich im Zeitraum von 2011 bis 2020 weltweit mehr als verdoppelt. Doch auch hier gibt es starke regionale Unterschiede. Während sich die Publikationen in China im Bereich Biotechnologien beinahe vervierfacht haben, ist die Dynamik in Gesamtdeutschland, USA und Ostdeutschland deutlich darunter und auch unter dem weltweiten Durchschnitt.

⁹ Diese Dynamik wird erwartungsgemäß durch den Beginn der COVID-19-Pandemie im Jahr 2020 in den Folgejahren noch deutlich zunehmen.

Abbildung 18: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Biotechnologie



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

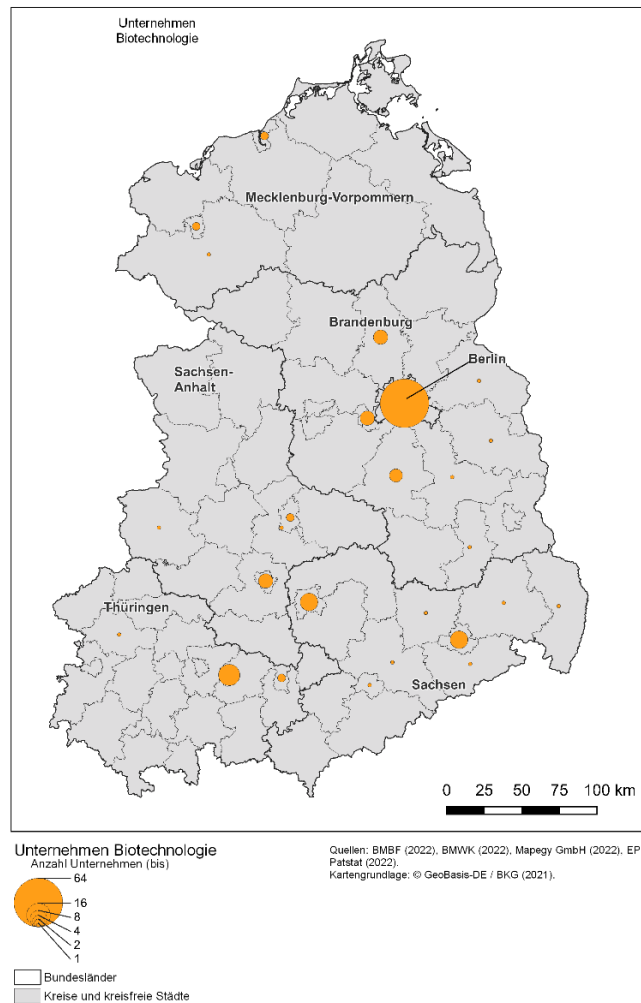
© Prognos AG 2021

Zur genaueren Betrachtung der Konzentration der Forschungsaktivitäten dient Tabelle 26 (Anlage B). Diese zeigt, dass die Forschungseinrichtung mit den mit Abstand meisten Publikationen (3136) die Charité – Universitätsmedizin Berlin ist. Gefolgt wird diese von der TU Dresden sowie der Universität Leipzig und FU Berlin. Hinsichtlich der Zitationen je Publikation ist das Friedrich-Loeffler-Institut in Greifswald und das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft in Berlin. Auffällig ist zudem, dass die Charité – Universitätsmedizin Berlin nicht nur durch eine enorme Quantität an Publikationen auffällt, sondern diese auch sehr viel zitiert werden, was für eine hohe Qualität spricht. Die Forschungsaktivitäten der Charité – Universitätsmedizin Berlin sind daher ein absoluter Leuchtturm im Bereich Biotechnologien.

Anwendungsperspektive

Auf Unternehmensebene wurden insgesamt 88 Unternehmen identifiziert, die im Bereich Biotechnologien tätig sind. Ähnlich zur Forschungslandschaft ist der Schwerpunkt der unternehmerischen Tätigkeiten im Bereich Biotechnologien in Berlin (Abbildung 19). Andere Regionen in den ostdeutschen Ländern, in denen Unternehmen identifiziert wurden, fallen dagegen deutlich ab. Nur in Leipzig, Dresden, Jena und Halle (Saale) wurden kleinere Ballungsgebiete von Unternehmen aus dem Bereich Biotechnologien festgestellt.

Abbildung 19: Verteilung der Unternehmen im Bereich Biotechnologie in OstDE



Ein Blick auf die Patentanmeldungen im Bereich Biotechnologien in Tabelle 7 zeigt, dass diese im Gegensatz zu den meisten anderen Schlüsseltechnologien nicht durch Organisationen aus den alten Bundesländern getrieben sind, sondern tatsächlich durch ostdeutsche Patentanmelderinnen und -anmelder aus Wirtschaft und Forschung. Zudem besteht in diesem Bereich im Vergleich zu den hier betrachteten Schlüsseltechnologien die stärkste Vernetzung mit ausländischen Forschungseinrichtungen.

Tabelle 7: Patentanmeldungen in der ST Biotechnologien nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	69	26,5	216	41,9
	AuF	19	7,3	56	10,9
	Hochschule	15	5,8	74	14,3
ABL	Unternehmen	46	17,7	99	19,2
	AuF	14	5,4	75	14,5
	Hochschule	17	6,5	26	5,0
Ausland	Unternehmen	34	13,1	52	10,1
	AuF	16	6,2	25	4,8
	Hochschule	32	12,3	41	7,9
Gesamt		260		516	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden.

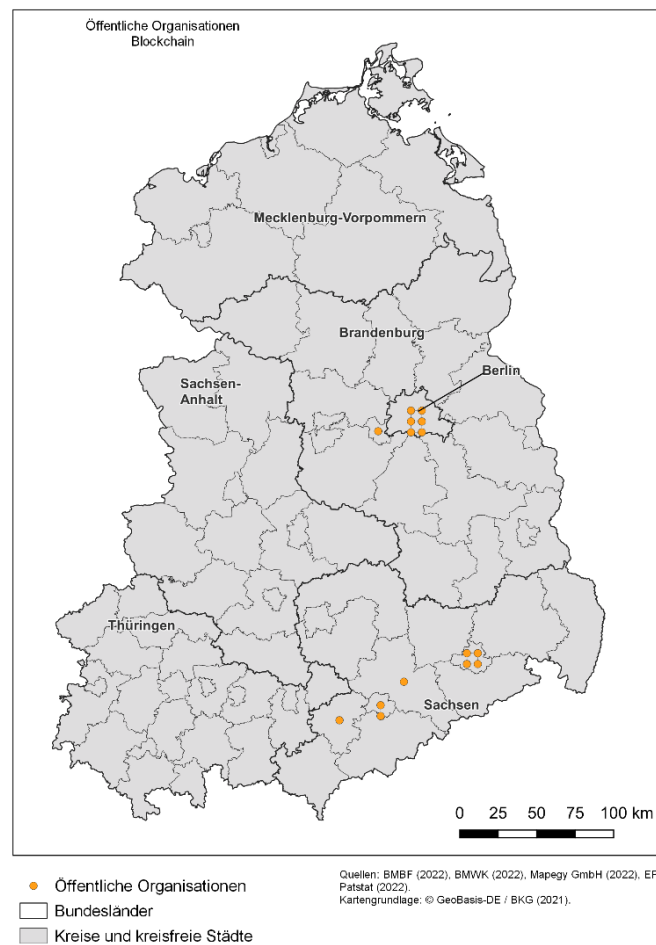
Im Gegensatz dazu liegt auf Platz eins der patentierenden Unternehmen im Bereich Biotechnologie in Ostdeutschland mit der Bayer AG eine Firma mit Hauptsitz in Nordrhein-Westfalen, und auch die zweitplatzierte Firma Epiontis (jetzt: Precision for Medicine) hat ihren Hauptsitz nicht in Ostdeutschland. Dennoch fällt auf, dass viele der Unternehmen, vermutlich aufgrund der Nähe zur Charité – Universitätsmedizin Berlin, in Berlin angesiedelt sind. Zudem sitzt sowohl in Sachsen-Anhalt (Navigo Proteins), Brandenburg (Adrenomed) sowie Sachsen (Riboxx) eine Firma unter den Top 10 patentierenden Unternehmen im Bereich Biotechnologie.

5.5 Blockchain

Forschungsschwerpunkte

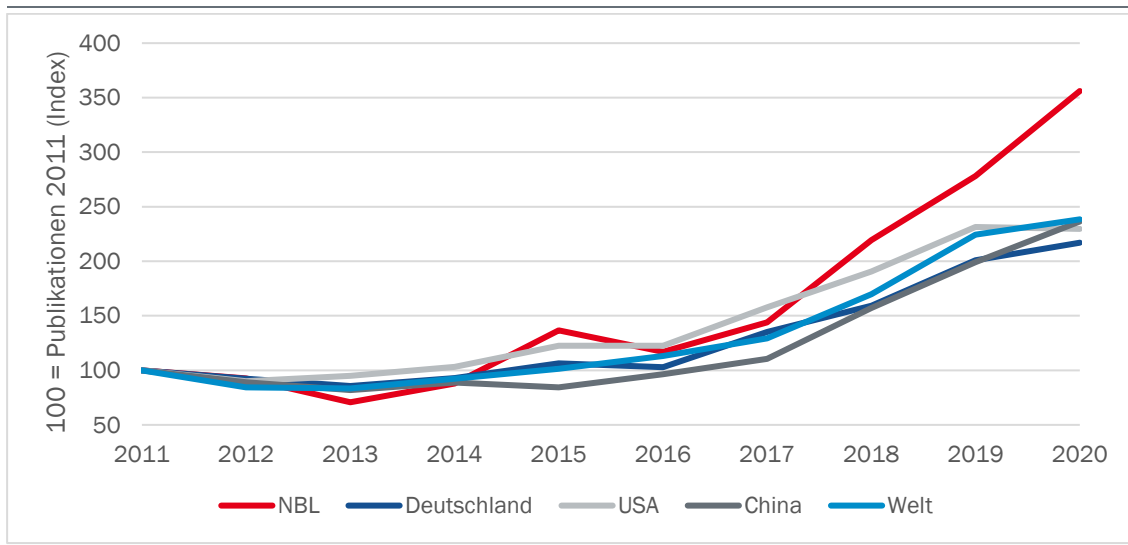
Die Forschung im Bereich Blockchain ist eng verknüpft mit der Anwendung der Technologie z.B. im Bereich *Cryptocurrency*, *Bitcoin*, *Resource Management* und *Supply Chain* (vgl. Abbildung 20). Auch die Verwaltung über das Peer-to-peer-Netzwerk, das Verfahren der *Cryptography*, sowie die Distributed-Ledger-Technologie als solche sind Bestandteil des wissenschaftlichen Diskurses. Zudem wird eine Querverbindung zur Schlüsseltechnologie Quantentechnologie (unter anderem *Quantum Cryptography*, *Quantum Communication*, *Quantum Entanglement*) ersichtlich. Dieser wird zugesprochen, mit zunehmender Leistung in der Lage zu sein, Blockchain-Technologien zu knacken.

Abbildung 21: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Blockchain in OstDE



Im Kontrast zu der geringen Anzahl an Forschungseinrichtungen in Ostdeutschland zeigt die Dynamik der Publikationsaktivitäten ein anderes Bild. Hier ist in Ostdeutschland im Vergleich zu den Vergleichsstaaten und auch im weltweiten Vergleich eine deutlich höhere Dynamik zu beobachten. Während sich die weltweite Dynamik seit 2011 fast verdoppelt hat, ist sie in den ostdeutschen Ländern sogar um mehr als das Dreifache angestiegen (vgl. Abbildung 22).

Abbildung 22: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Blockchain



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

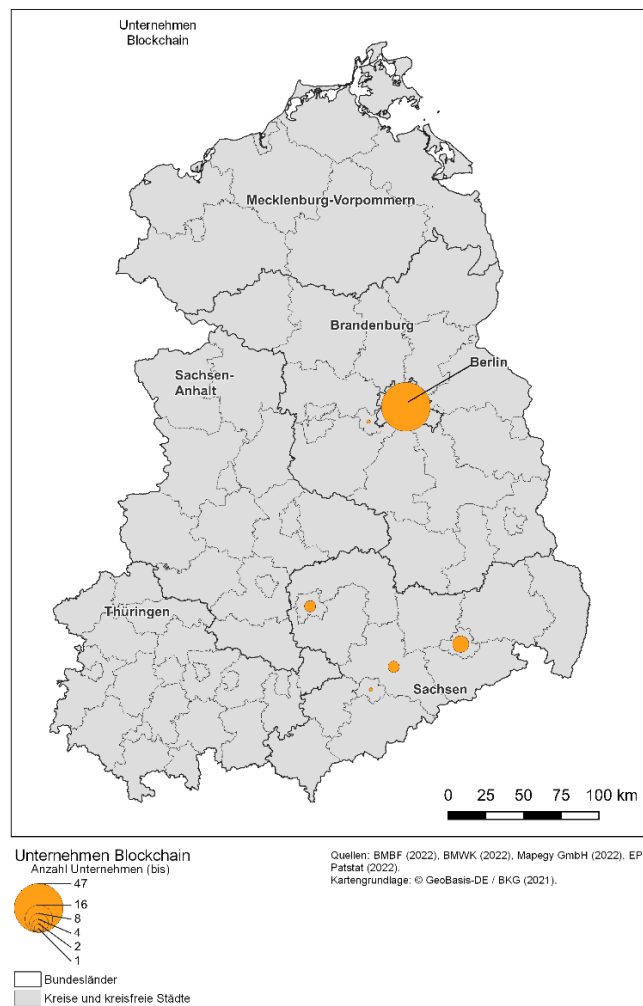
© Prognos AG 2021

Verantwortlich für die relativ hohen Publikationsaktivitäten in Ostdeutschland im Bereich Blockchain ist in erster Linie die TU Berlin (vgl. Anlage B, Tabelle 26). Weiterhin ist zu sehen, dass die meisten Zitate je Publikation das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung aufweist, gefolgt von der HU Berlin und der FU Berlin. Die Dominanz des Raumes Berlin ist demnach nicht nur in der Quantität, sondern auch in der Qualität der Forschung im Bereich Blockchain zu beobachten.

Anwendungsperspektive

Die Unternehmenslandschaft in Ostdeutschland im Bereich Blockchain hat ähnlich zur Forschungslandschaft einen starken Fokus auf den Standort Berlin. In Abbildung 23 ist zu erkennen, dass ein Großteil der 61 identifizierten Unternehmen, die im Bereich Blockchain tätig sind, in Berlin angesiedelt sind. Darüber hinaus sitzen einige der identifizierten Unternehmen in Dresden, Leipzig und Chemnitz. Wie zuvor bereits an der Forschungslandschaft gesehen, findet das Thema Blockchain auch im unternehmerischen Kontext außerhalb Berlins und Sachsens in den ostdeutschen Bundesländern kaum statt.

Abbildung 23: Verteilung der Unternehmen im Bereich Blockchain in OstDE



Es gibt, wie in Tabelle 8 zu erkennen ist, im Bereich Blockchain nur sehr wenig Patentaktivität. Umso interessanter ist es zu sehen, wie dieses Feld offenbar nicht durch die Forschung getrieben ist, sondern durch Unternehmen. Auch hier stechen Unternehmen der alten Bundesländer hervor, auf welche mehr als 50 % aller Patentanmeldungen fallen.

Tabelle 8: Patentanmeldungen in der ST Blockchain nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	2	25,0	9	36,0
	AuF				
	Hochschule	1	12,5	3	12,0
ABL	Unternehmen	3	37,5	13	52,0
	AuF				
	Hochschule				
Ausland	Unternehmen	2	25,0	4	16,0
	AuF				
	Hochschule				
Gesamt		8		25	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden

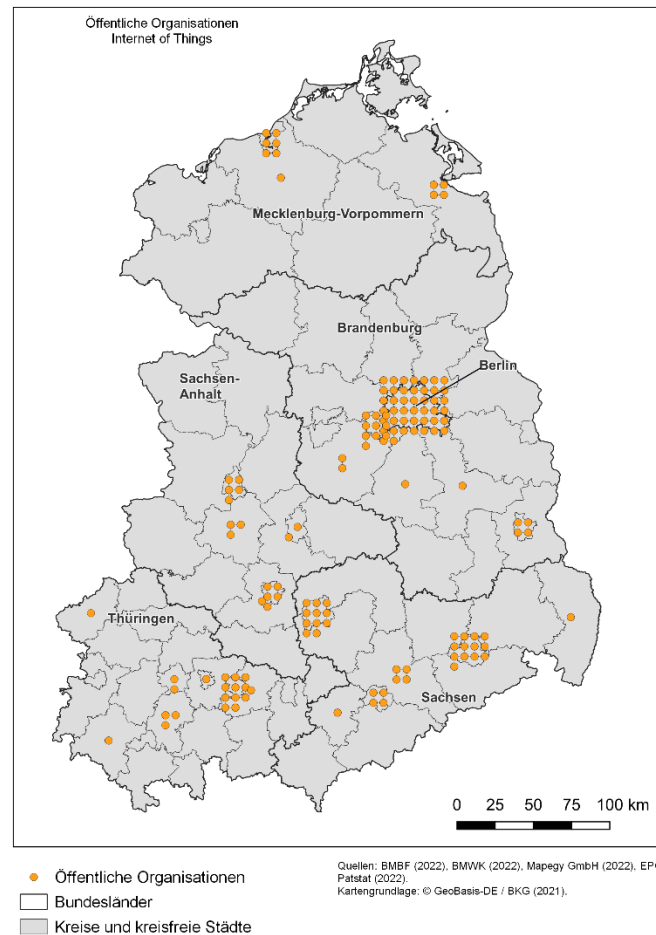
Wenig überraschend sind auch die beiden patentierenden Unternehmen im Bereich Blockchain in Ostdeutschland in Berlin bzw. Sachsen (Mittweida) angesiedelt (vgl. Anlage D, Tabelle 54).

5.6 Internet of Things

Forschungsschwerpunkte

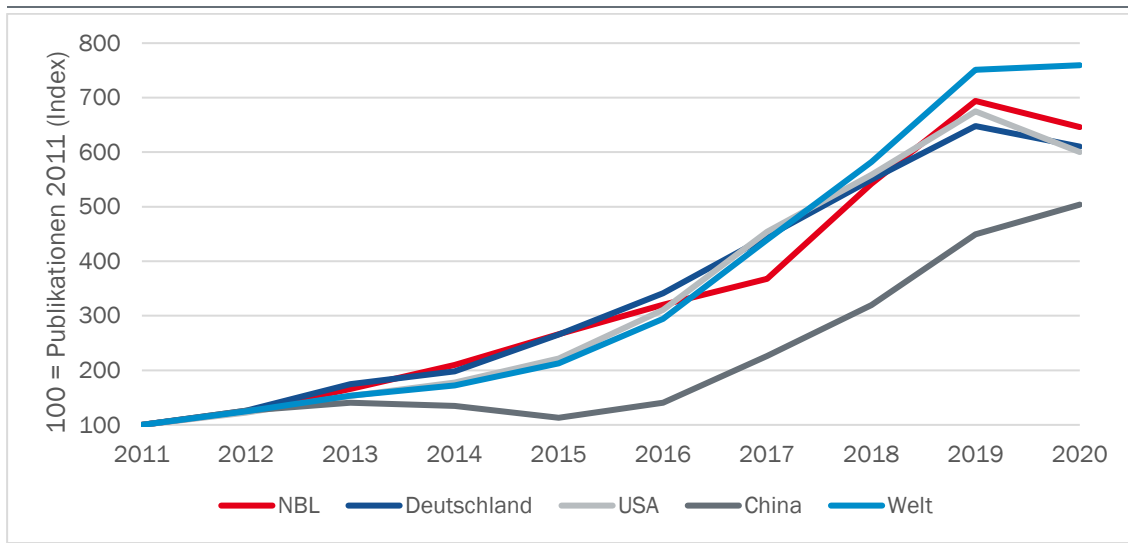
Die Keyphrase-Analyse in Abbildung 24 im Bereich IoT verdeutlicht die breite Anwendung dieser Technologie. Dabei springen insbesondere die Anwendungen in den Bereichen *Smart City* und *Smart Home*, aber auch in der *Industrie 4.0* ins Auge. Dabei bestehen auch einige Querverbindungen zu anderen Schlüsseltechnologien wie *Robotics* oder *Blockchain*, die ebenfalls als Schlüsselbegriffe der Forschung zum Internet of Things in Ostdeutschland auftauchen.

Abbildung 25: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich IoT in OstDE



Im Hinblick auf die Publikationsaktivitäten ist weltweit eine sehr hohe Dynamik zu beobachten (vgl. Abbildung 26). So haben sich die Publikationsaktivitäten in den letzten zehn Jahren weltweit fast verachtfacht, wobei die Dynamik in den letzten Jahren leicht nachgelassen hat. Die Dynamik der Publikationsaktivitäten in Ostdeutschland übersteigt dabei leicht die Dynamik in Gesamtdeutschland und den USA. China dagegen fällt etwas ab.

Abbildung 26: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie IoT



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

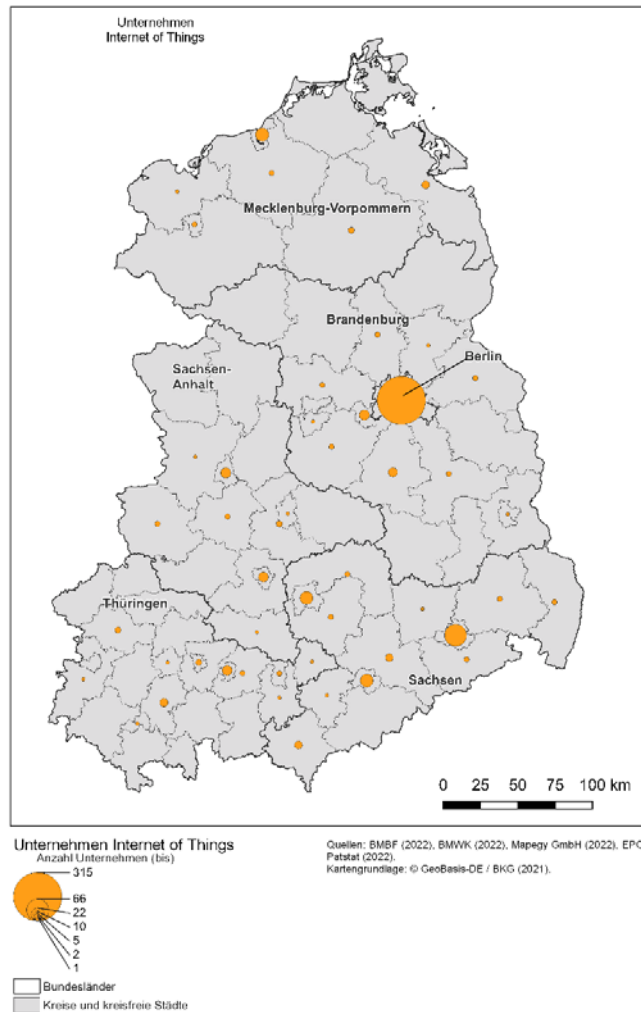
© Prognos AG 2021

Tabelle 28 (Anlage B) gibt Aufschluss darüber, welche Organisationen in Ostdeutschland am meisten publizieren. Die am meisten publizierenden Organisationen im Bereich IoT sind die TU Berlin und die TU Dresden. Letztere zeichnet sich nicht nur durch eine hohe Anzahl an Publikationen aus, sondern auch durch eine hohe Anzahl an Zitationen je Publikation; in dieser Hinsicht wird die TU Dresden nur von der HU Berlin überboten. Einmal mehr wird die Vorreiterrolle von Dresden und Berlin in der Forschungslandschaft deutlich.

Anwendungsperspektive

Dieser Trend bestätigt sich auch bei einem Blick auf die Verteilung der Unternehmen im Bereich IoT in Ostdeutschland in Abbildung 27. Berlin und Dresden bilden Hubs in der Anwendung von IoT. Zudem sind kleinere Schwerpunkte für Unternehmensansiedlungen quer über Ostdeutschland verteilt. Insgesamt konnten 591 Unternehmen identifiziert werden, die im Bereich IoT tätig sind. Dieser sehr hohe Wert spricht für eine breite Anwendung dieser Technologie.

Abbildung 27: Verteilung der Unternehmen im Bereich IoT in OstDE



Patente aus Ostdeutschland in der Schlüsseltechnologie IoT werden vor allem von Unternehmen aus den alten Bundesländern und aus dem Ausland angemeldet. Die Zahl internationaler Patentanmeldungen ist sogar genauso groß wie die von jenen aus Ostdeutschland. Dies ist bedenklich, wenn man an die Implikationen für die technologische Souveränität Deutschlands denkt. Immerhin haben die anmeldenden Unternehmen aus dem Ausland ihren Firmensitz überwiegend in Europa, wie z. B. die führenden Unternehmen Nokia Networks, Here Global und Gemalto/Thales.

Tabelle 9: Patentanmeldungen in der Schlüsseltechnologie IoT nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	22	22,7	87	28,3
	AuF	1	1,0	1	0,3
	Hochschule	2	2,1	4	1,3
ABL	Unternehmen	42	43,3	173	56,4
	AuF	2	2,1	11	3,6
	Hochschule	3	3,1	4	1,3
Ausland	Unternehmen	24	24,7	46	15,0
	AuF				
	Hochschule	1	1,0	1	0,3
Gesamt		97		307	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden.

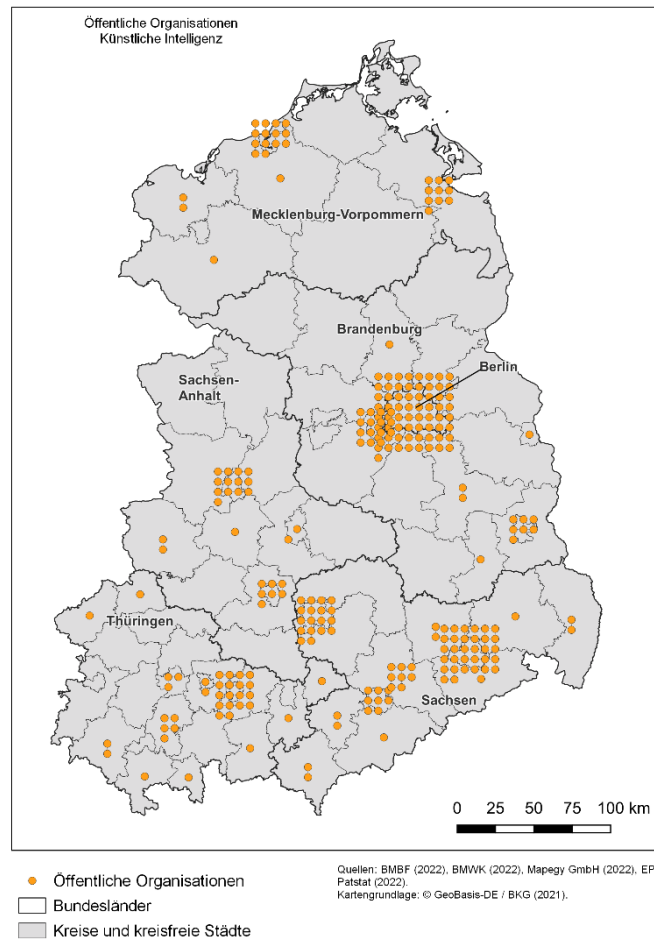
Ein Blick auf die Top 10 patentierenden Unternehmen bestätigt, dass auch in der Anwendung der Standort Berlin sowohl hinsichtlich der Quantität als auch Qualität der unternehmerischen Tätigkeiten im Bereich IoT in Ostdeutschland der absolute Vorreiter ist. Neben der Bundesdruckerei, die für ein Großteil der Patentanmeldungen verantwortlich ist, stammen sieben von neun der patentierenden Unternehmen aus Berlin.

5.7 Künstliche Intelligenz

Forschungsschwerpunkte

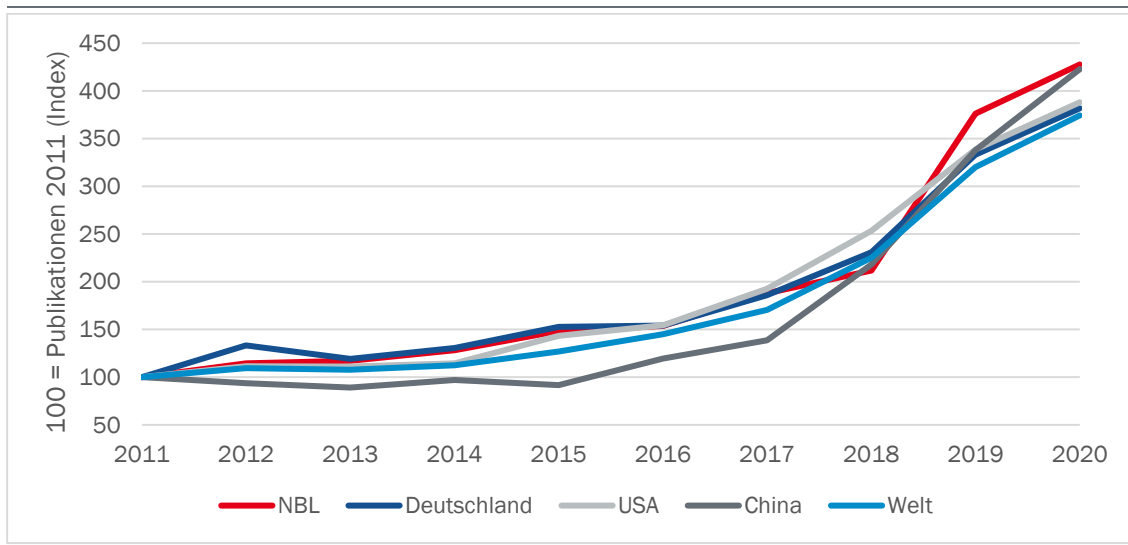
Die Schlüsselbegriffe, die in der Forschung im Bereich KI besonders relevant sind, sind *Transfer of Learning* und *Deep Learning*. Auch Querverbindungen zu anderen Schlüsseltechnologien, wie *Big Data*, *Robotics* oder *Microelectronics* tauchen in der Keyphrase-Analyse auf. Diese Begriffe unterstreichen die breite Anwendung dieser Schlüsseltechnologie.

Abbildung 29: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich KI in OstDE



Bezüglich der Dynamik der Publikationsaktivitäten in der KI ergibt sich ein relativ einheitliches Bild. Unabhängig von der regionalen Spezifizierung hat sich die Dynamik seit 2011 stetig entwickelt. Dabei liegt die Dynamik in Ostdeutschland sogar leicht über dem deutschen und weltweiten Schnitt. Mit einer Vervielfachung der Dynamik der Publikationsaktivitäten liegen die ostdeutschen Bundesländer gleichauf mit China.

Abbildung 30: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie KI



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

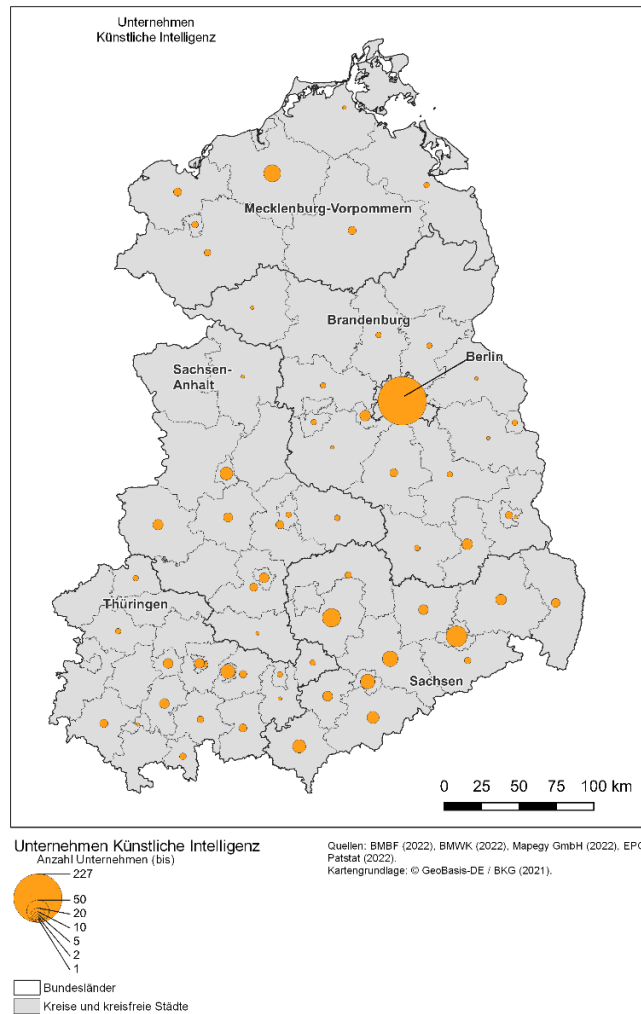
© Prognos AG 2021

Das relativ verteilte Bild der Forschungslandschaft mit Schwerpunkt in Berlin im Bereich KI in Ostdeutschland bestätigt sich auch mit Blick auf Tabelle 29 (Anlage B). Hiernach sind die TU Berlin, die TU Dresden, die Charité – Universitätsmedizin Berlin, die HU Berlin und die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg die Forschungseinrichtungen mit der höchsten Anzahl an Publikationen. Die höchste Anzahl an Zitationen je Publikation weist die Charité – Universitätsmedizin Berlin auf, gefolgt von der HU Berlin, der TU Berlin und der Universität Potsdam.

Anwendungsperspektive

Die Verteilung der Unternehmenslandschaft ist vergleichbar mit der der Forschungslandschaft. So liegt der Schwerpunkt der unternehmerischen Tätigkeiten in Ostdeutschland im Bereich KI ebenfalls im Raum Berlin (vgl. Abbildung 31). Aber auch im Rest Ostdeutschlands ist eine Vielzahl kleinerer Hubs an Unternehmen, die im Bereich KI tätig sind, angesiedelt. Mit einer Gesamtanzahl von 638 Unternehmen ist KI die Schlüsseltechnologie, der die meisten Unternehmen zugeordnet werden konnten. Diese Tatsache spricht für eine breite Anwendung der Technologie.

Abbildung 31: Verteilung der Unternehmen in OstDE im Bereich KI



In der Schlüsseltechnologie KI lässt sich feststellen, dass patentierende Organisationen überdurchschnittlich häufig aus dem Ausland kommen (Tabelle 10). Auffällig ist zudem die geringe Beteiligung ausländischer Forschungseinrichtungen an ostdeutschen Patentanmeldungen.

Tabelle 10: Patentanmeldungen in der ST KI nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	53	35,6	152	38,0
	AuF	3	2,0	4	1,0
	Hochschule	13	8,7	34	8,5
ABL	Unternehmen	33	22,1	138	34,5
	AuF	6	4,0	41	10,3
	Hochschule	2	1,3	2	0,5
Ausland	Unternehmen	35	23,5	46	11,5
	AuF	2	1,3	2	0,5
	Hochschule	2	1,3	2	0,5
Gesamt		149		400	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden

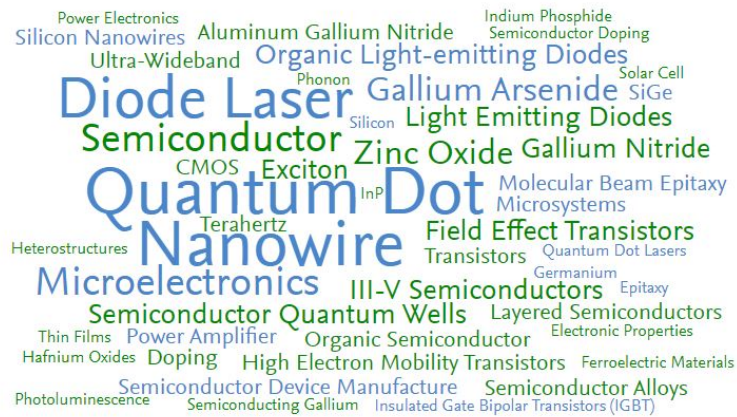
Wie auch bei vielen anderen Schlüsseltechnologien belegt in der KI die Bundesdruckerei den ersten Platz unter den patentierenden Unternehmen (Anlage D, Tabelle 57), gefolgt von Carl Zeiss in Jena und Sensometric Instruments in Teltow (Brandenburg). Aus der Tabelle wird deutlich, dass sich im Bereich KI nicht nur Berliner Unternehmen, sondern insbesondere auch Unternehmen aus Jena am Markt etablieren können.

5.8 Mikroelektronik

Forschungsschwerpunkte

Im Bereich der Mikroelektronik wird in den neuen Bundesländern besonders viel zu *Quantum dots*, *Diodenlasern* und *Nanodrähten* geforscht. Hier zeigt sich die enge Verbindung zum Feld Photonik. Zudem wird die Forschung zu III-V-Halbleitern unter Nutzung von Galliumarsenid in Abbildung 32 sehr deutlich.

Abbildung 32: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Mikroelektronik in OstDE

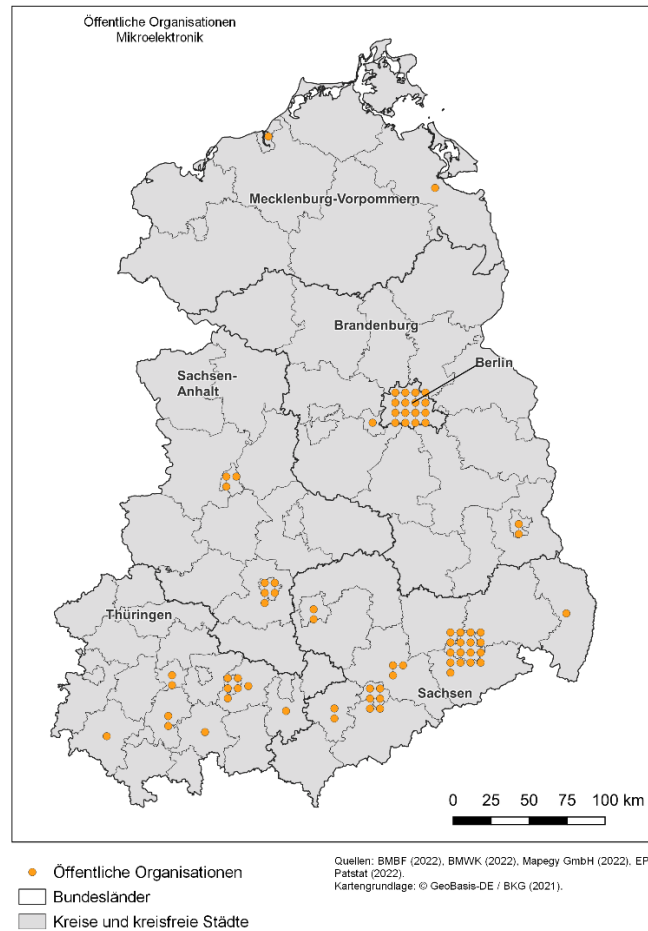


Quelle: SciVal

Hinweis: Größe des Worts: Bedeutung des Schlüsselbegriffs; Blau = seit 2011 sinkende Bedeutung, Grün = seit 2011 steigende Bedeutung

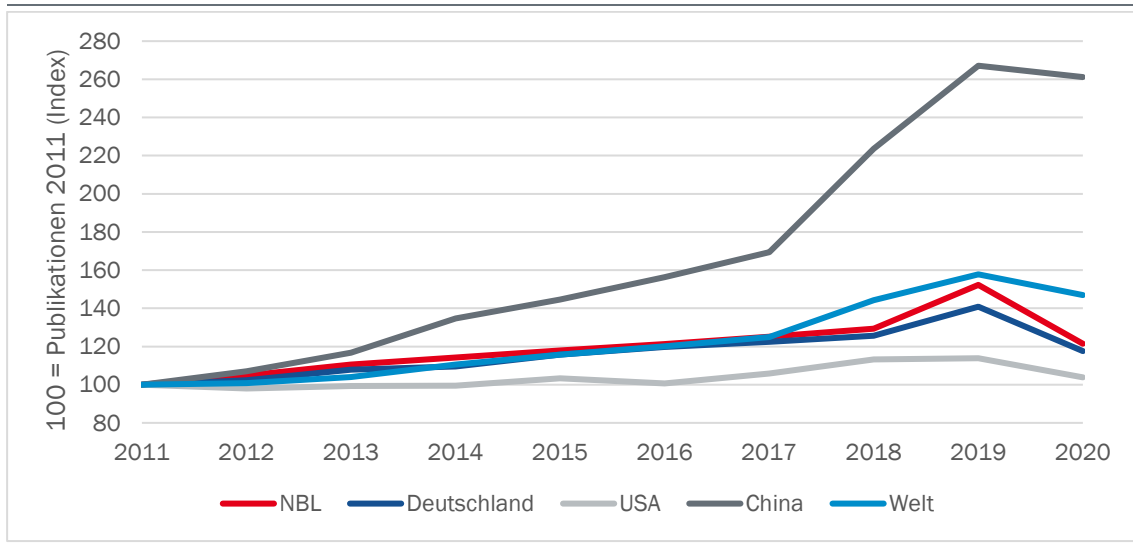
Die Mikroelektronik ist in der Forschung traditionell stark aufgestellt in Ostdeutschland, insbesondere im Raum Sachsen. Dies bestätigt auch die Datenanalyse. Insgesamt konnten 73 Forschungseinrichtungen identifiziert werden, wovon ein Großteil im Raum Dresden, gefolgt von Berlin angesiedelt ist. Weitere kleinere Forschungszentren sind über Sachsen und Thüringen sowie den Süden Sachsen-Anhalts verteilt. Die Dichte der Forschungseinrichtungen nimmt ab, umso weiter nördlich man sich bewegt (vgl. Abbildung 33).

Abbildung 33: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Mikroelektronik in OstDE



Die Schlüsseltechnologie Mikroelektronik existiert bereits seit Jahrzehnten. Deswegen ist die Dynamik der Publikationsaktivitäten (siehe Abbildung 34) nicht so rapide wie in anderen Schlüsseltechnologien. Die Publikationsdynamik ist in den neuen Bundesländern zwar größer als in Deutschland insgesamt, liegt aber deutlich hinter der Entwicklung in China. Dies kann sicherlich auch durch den rasanten Aufholprozess der chinesischen Forschung in den letzten zehn Jahren erklärt werden.

Abbildung 34: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Mikroelektronik



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

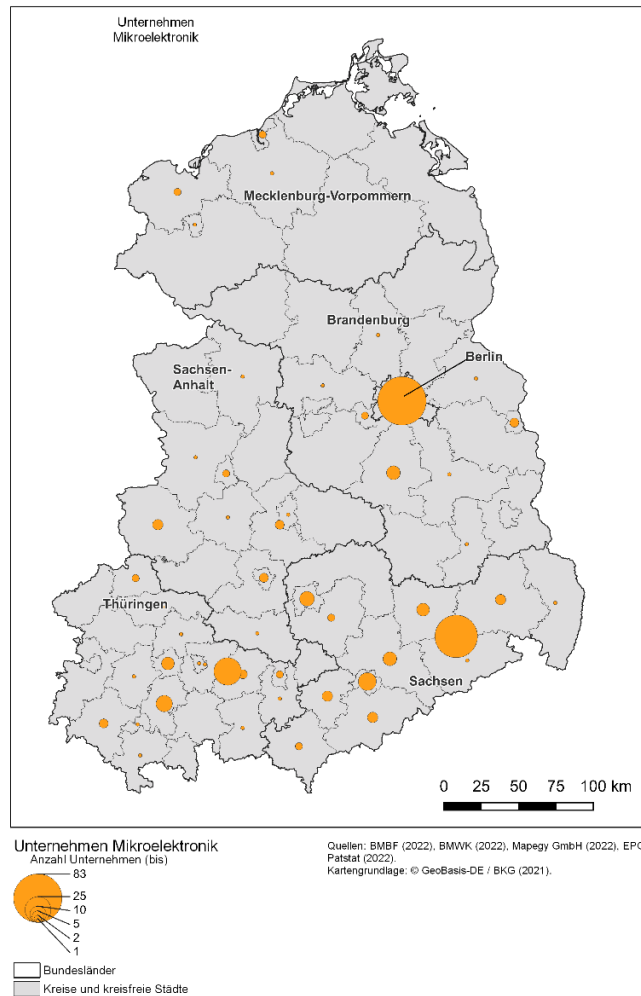
© Prognos AG 2021

Im Bereich Mikroelektronik sind technische Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen führend in den neuen Bundesländern. Allen voran steht die TU Dresden, gefolgt von der TU Berlin. Es lassen sich Hotspots der Mikroelektronik-Forschung in Sachsen, Berlin und Thüringen identifizieren, welche mit jeweils zwei Forschungseinrichtungen in den Top 10 platziert sind (vgl. Anlage B, Tabelle 30).

Anwendungsperspektive

In Bezug auf die Unternehmen, die in den ostdeutschen Ländern im Bereich Mikroelektronik tätig sind, bestätigt sich, dass Dresden und Berlin auch die Zentren der unternehmerischen Tätigkeiten sind. Eine Vielzahl der insgesamt 302 Unternehmen, die im Bereich Mikroelektronik tätig sind, ist zudem im Rest von Sachsen und in Thüringen zahlreich angesiedelt. Richtung Norden nimmt auch die Dichte an Unternehmen aus der Mikroelektronik ab (siehe Abbildung 35).

Abbildung 35: Verteilung der Unternehmen im Bereich Mikroelektronik in OstDE



Patente in der Schlüsseltechnologie Mikroelektronik werden überdurchschnittlich häufig von außeruniversitären Forschungseinrichtungen angemeldet (Tabelle 30). Auffällig ist, dass hier – anders als in vielen anderen Schlüsseltechnologien – patentierende Unternehmen mit Hauptsitz in den neuen Bundesländern zahlenmäßig denen aus den alten Bundesländern überlegen sind.

Tabelle 11: Patentanmeldungen in der ST Mikroelektronik nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	178	35,9	499	31,1
	AuF	29	5,8	118	7,4
	Hochschule	19	3,8	107	6,7
ABL	Unternehmen	140	28,2	470	29,3
	AuF	10	2,0	254	15,9
	Hochschule	13	2,6	21	1,3
Ausland	Unternehmen	95	19,2	249	15,5
	AuF	3	0,6	5	0,3
	Hochschule	13	2,6	13	0,8
Gesamt		496		1.602	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden

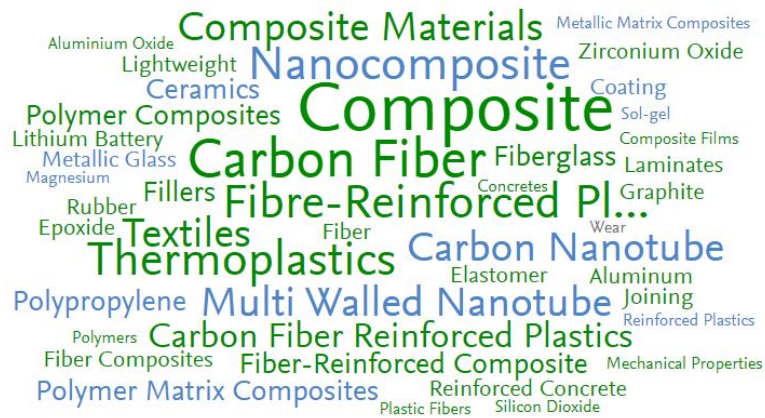
In der Schlüsseltechnologie Mikroelektronik sind zahlreiche ostdeutsche Unternehmen mit mehr als 20 angemeldeten Patentfamilien vertreten – dies ist insbesondere im Vergleich zu anderen Schlüsseltechnologien eine erfreuliche Tatsache. Führend sind die Ausgründung der TU Dresden Novalled (OLED-Technologie), das Berliner Spezialchemie-Unternehmen Atotech, das Optikunternehmen Carl Zeiss Microscopy und der 2010 gegründete Siliziumkarbidspezialist Siltecta.

5.9 Neue Werkstoffe

Forschungsschwerpunkte

Dieses Forschungsfeld enthält die Schlüsseltechnologie Leichtbau sowie die Forschung an neuen Werkstoffen, welche die Einsparung von Ressourcen ermöglichen. Die Abbildung 36 zeigt die wichtigsten Schlüsselbegriffe der Forschung zu neuen Werkstoffen in Ostdeutschland in den Jahren 2011 bis 2020. Begriffe aus dem Leichtbau wie *Composite*, *Carbon Fiber*, *Fiber-Reinforced Plastics*, *Composite Materials*, *Thermoplastics* oder auch *Textiles* fallen besonders auf. Diese haben seit 2011 an Bedeutung hinzugewonnen. Mit den stärksten Bedeutungszuwachs hat der Begriff *Lithium Battery* erfahren (Steigerung um über 300 %). Begriffe wie *Multi Walled Nanotube*, *Nanocomposite* oder *Carbon Nanotube* verlieren hingegen an Relevanz, wie die wissenschaftliche Publikationstätigkeit in diesem Bereich zeigt.

Abbildung 36: Schlüsselbegriffe der Forschung im Bereich Neue Werkstoffe in OstDE

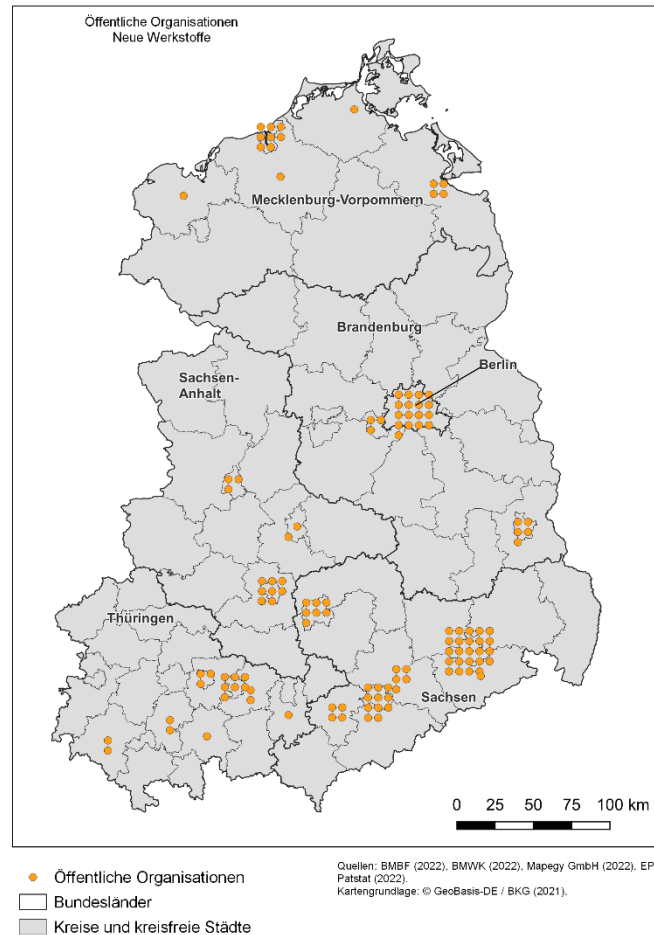


Quelle: SciVal

Hinweis: Größe des Worts: Bedeutung des Schlüsselbegriffs; Blau = seit 2011 sinkende Bedeutung, Grün = seit 2011 steigende Bedeutung

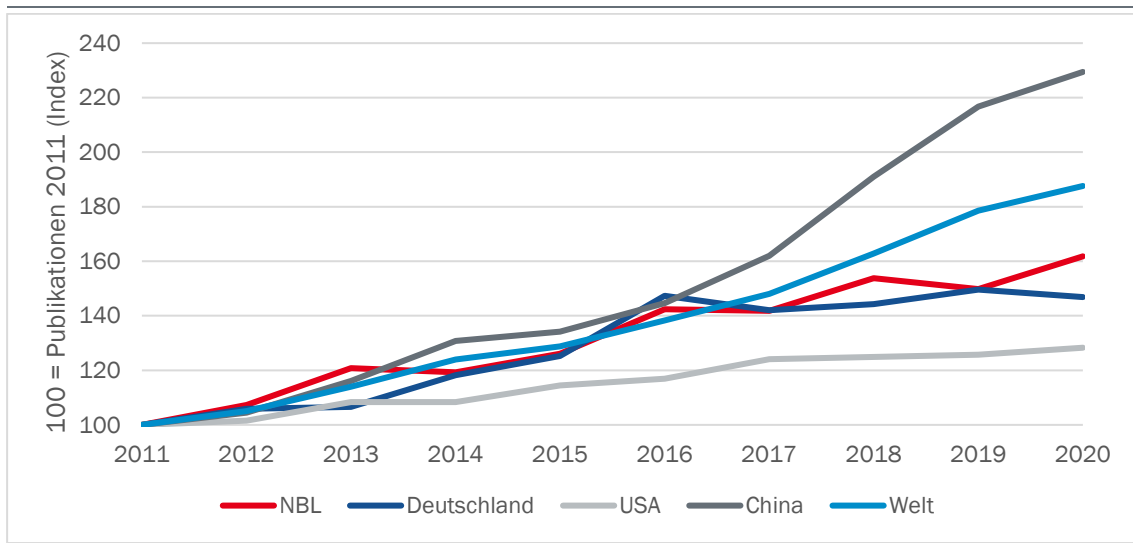
Im Bereich Neue Werkstoffe wurden auf Basis der Datenanalyse insgesamt 124 öffentliche Forschungseinrichtungen identifiziert, die in Ostdeutschland tätig sind. Diese Forschungseinrichtungen sitzen zumeist im Raum Dresden und Berlin (vgl. Abbildung 37). Insbesondere Sachsen weist eine dicht besiedelte Forschungslandschaft auf (unter anderem Leipzig und Chemnitz). Aber auch in Thüringen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern gibt es einige Forschungshubs. Wie in der Liste der Top AutorInnen in diesem Feld erkenntlich ist (siehe Tabelle 45), sind diese oftmals an Lehrstühlen zu finden, welche hauptsächlich an den Themen Leichtbau, Polymeren oder Textiltechnik forschen.

Abbildung 37: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Neue Werkstoffe in OstDE



In Abbildung 38 ist die Dynamik der Publikationsaktivitäten im Bereich Neue Werkstoffe in den Jahren 2011 bis 2020 dargestellt. Zu sehen ist, dass sich die Dynamik in den neuen Bundesländern im Vergleich zum bundesdeutschen Schnitt in den letzten Jahren gesteigert hat. Im Jahr 2020 haben sich die Publikationsaktivitäten in den neuen Bundesländern um ca. 60 % erhöht – in Gesamtdeutschland lediglich um knapp 50 %. Damit liegt Deutschland allerdings noch deutlich über den US-amerikanischen Aktivitäten: diese haben sich um nur knappe 30 % gesteigert. Die globale Dynamik ist um ca. 80 % gestiegen, mit weitem Abstand liegt, ähnlich wie in den anderen Schlüsseltechnologien auch, die chinesische Publikationsaktivität; diese hat sich seit 2011 mehr als verdoppelt.

Abbildung 38: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Neue Werkstoffe



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

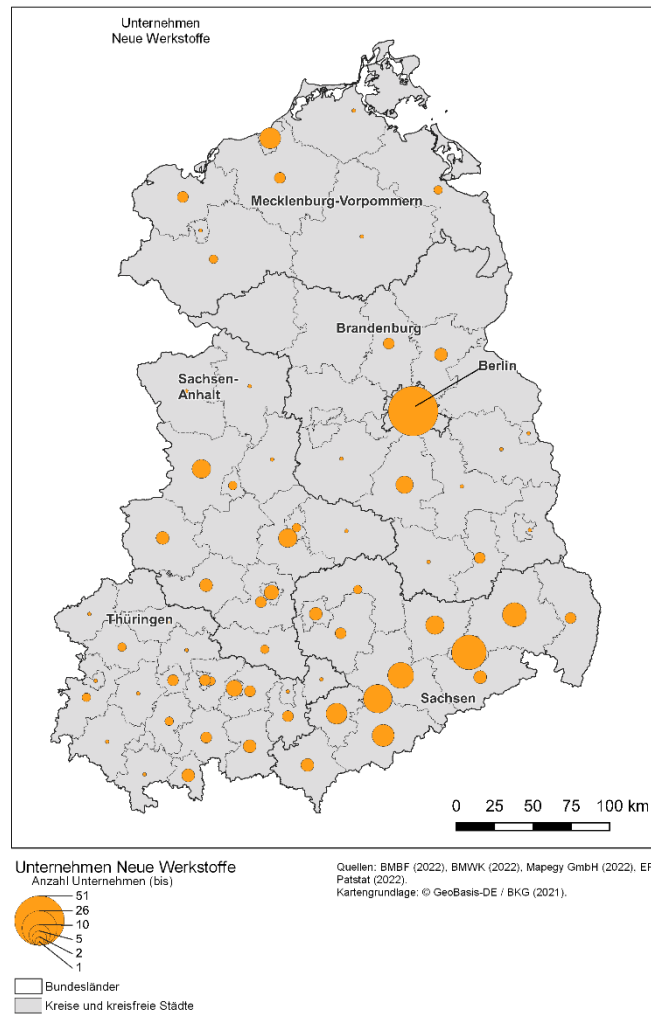
© Prognos AG 2021

Auf Basis von SciVal-Daten sind in Tabelle 31 (Anhang B) die zehn publikationsstärksten Organisationen im Bereich Neue Werkstoffe in den neuen Bundesländern dargestellt. Mit deutlichem Abstand liegt hier die TU Dresden vorn. Allgemein lässt sich feststellen, dass die Hochschulen der publikationsstärkste Organisationstyp sind, gefolgt von außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Dresden zeigt sich, gemeinsam mit Berlin, als stärkster Standort – das Bundesland Sachsen ist besonders leistungsfähig in dieser Schlüsseltechnologie.

Anwendungsperspektive

Ähnlich zur den Forschungsschwerpunkten sind die Unternehmen, die in Ostdeutschland im Bereich der neuen Werkstoffe tätig sind, hauptsächlich in Sachsen und Berlin angesiedelt (vgl. Abbildung 39). Teile dieser Dynamik gehen auf spezielle Anwendungsfelder wie den Leichtbau zurück, in dem etwa die Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH ein wichtiger patentierender Akteur ist. Zudem gibt es eine hohe Unternehmensdichte in Thüringen sowie in Teilen Sachsen-Anhalts. Kleinere Schwerpunkte unternehmerischer Tätigkeiten sind in nahezu allen Teilen Ostdeutschlands zu finden. Wie breit das Thema neue Werkstoffe ist, bestätigt auch die hohe Gesamtzahl von Unternehmen (306), die im Rahmen der Datenauswertung identifiziert wurden.

Abbildung 39: Verteilung der Unternehmen im Bereich Neue Werkstoffe in OstDE



In der Schlüsseltechnologie Neue Werkstoffe sind unter den betrachteten Schlüsseltechnologien am häufigsten außeruniversitäre Forschungseinrichtungen aus den neuen Bundesländern an Patenten ostdeutscher Erfinderinnen und Erfinder beteiligt. Gleichzeitig sind auch ausländische Organisationen stark vertreten im ostdeutschen Patentgeschehen (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12: Patentanmeldungen in der ST Neue Werkstoffe nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	84	33,2	201	37,3
	AuF	7	2,8	59	10,9
	Hochschule	8	3,2	10	1,9
ABL	Unternehmen	54	21,3	105	19,5
	AuF	4	1,6	5	0,9
	Hochschule	5	2,0	9	1,7
Ausland	Unternehmen	67	26,5	151	28,0
	AuF	11	4,3	23	4,3
	Hochschule	14	5,5	31	5,8
Gesamt		253		539	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden.

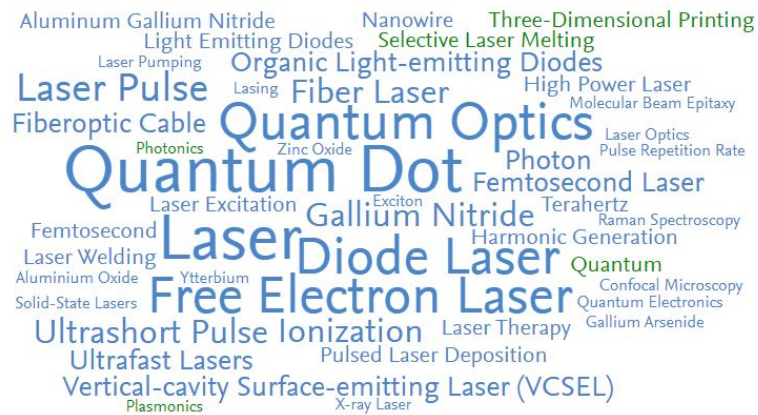
Die Unternehmenslandschaft im Bereich Neue Werkstoffe in Ostdeutschland unterscheidet sich nicht großartig von der Forschungslandschaft. Die insgesamt 306 identifizierten Unternehmen sitzen überwiegend im Raum Sachsen (Dresden, Chemnitz, Leipzig) und Berlin (siehe Anhang D, Tabelle 59). Davon abgesehen ergibt sich ein relativ ausgeglichenes Bild mit leicht abnehmender Unternehmensdichte Richtung Norden.

5.10 Photonik

Forschungsschwerpunkte

In Abbildung 40 werden die wichtigsten Schlüsselbegriffe der Photonik-Forschung in den Jahren 2011 bis 2020 abgetragen. Besonders hervorzuheben sind Begriffe wie *Quantum Dot*, *Quantum Optics*, *Laser*, *Diode Laser* oder *Free Electron Laser*. Auffällig ist, dass die meisten der hier dargestellten Begriffe seit 2011 einen deutlichen Bedeutungsrückgang erfahren – abzulesen am Rückgang der wissenschaftlichen Outputs in diesem Bereich. Besonderen Bedeutungszuwachs haben hingegen die Begriffe *Three-Dimensional Printing* (Zuwachs seit 2011 um ca. 1000 %) oder *Selective Laser Melting* (Zuwachs um ca. 500 %) erfahren.

Abbildung 40: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Photonik in OstDE

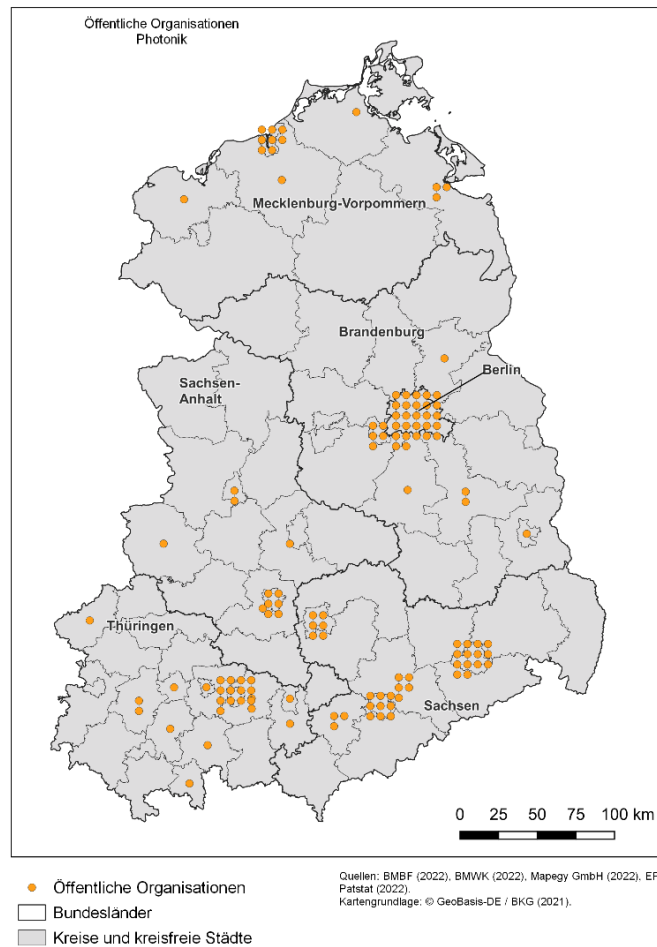


Quelle: SciVal

Hinweis: Größe des Worts: Bedeutung des Schlüsselbegriffs; Blau = seit 2011 sinkende Bedeutung, Grün = seit 2011 steigende Bedeutung

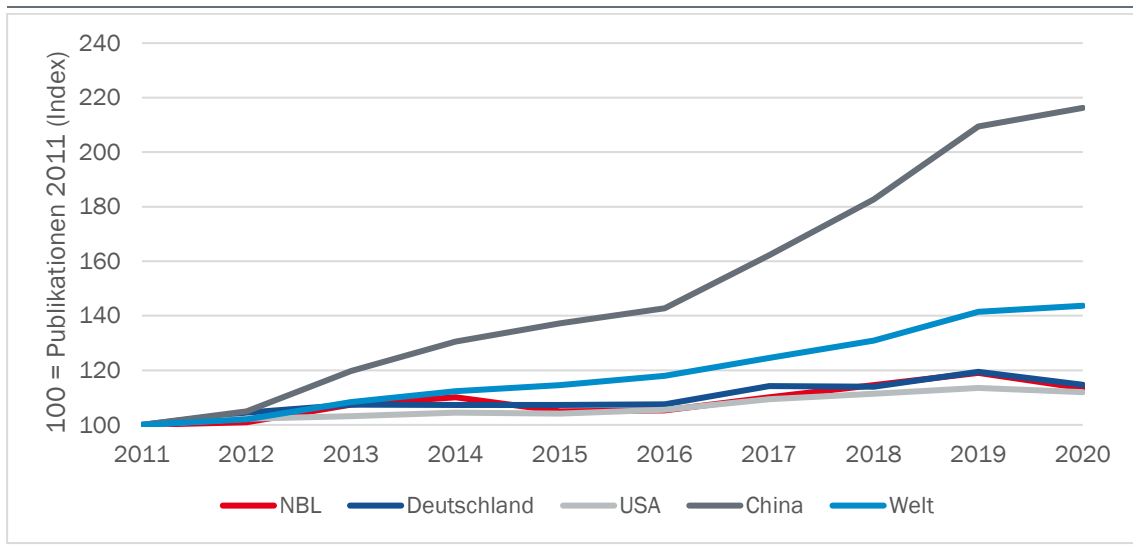
Im Bereich Photonik wurden insgesamt 124 öffentliche Forschungseinrichtungen in Ostdeutschland identifiziert. Aus Abbildung 41 geht hervor, dass sich die Verteilung dieser Forschungseinrichtungen über alle Bundesländer erstreckt. Forschungszentren finden sich in Berlin sowie insbesondere in Dresden und Jena. Auch in Chemnitz, Leipzig und Rostock haben sich kleinere Forschungshubs angesiedelt.

Abbildung 41: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen in OstDE im Bereich Photonik



In Abbildung 42 ist die Publikationsdynamik im Bereich der Photonik in den Jahren 2011 bis 2020 abgetragen. Zu erkennen ist, dass sich die Publikationsdynamiken in diesem Bereich in den neuen Bundesländern, ebenso wie im bundesdeutschen und im US-amerikanischen Raum, auf einem ähnlichen Level bewegen. Alle drei liegen deutlich unter dem globalen Durchschnitt, welcher im Jahr 2020 um knapp 50 % gestiegen ist. Demgegenüber haben sich die chinesischen Publikationsaktivitäten in diesem Zeitraum mehr als verdoppelt.

Abbildung 42: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Photonik



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

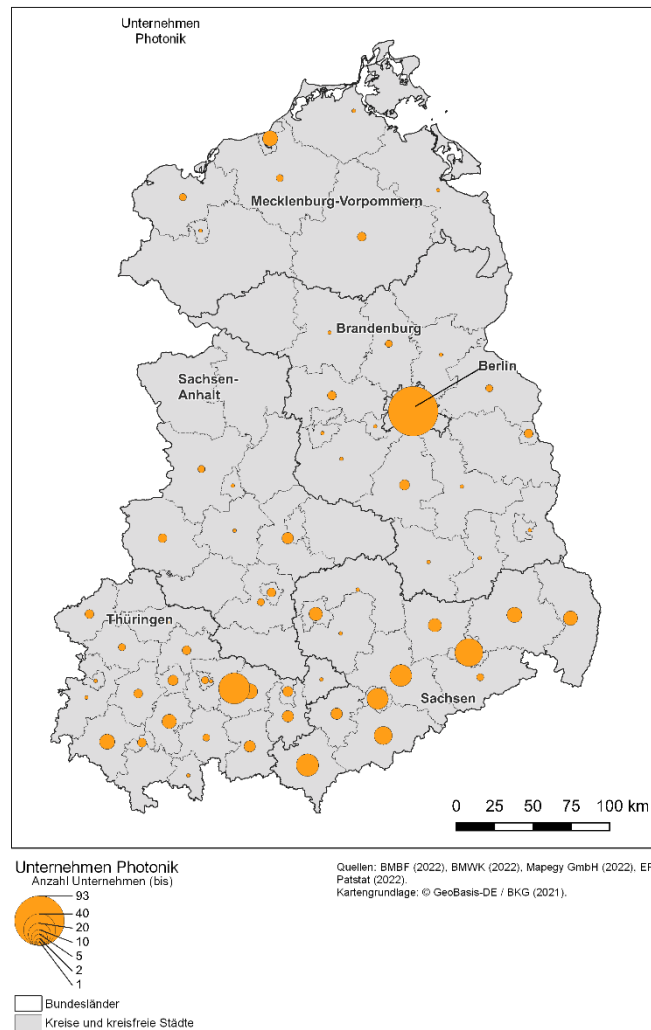
© Prognos AG 2021

Auf Basis von SciVal-Daten ließen sich in Tabelle 32 (Anlage B) die zehn publikationsstärksten Organisationen im Bereich der Photonik in den neuen Bundesländern identifizieren. Die Friedrich-Schiller-Universität in Jena weist dabei die höchste Publikationsanzahl auf, insgesamt dominieren die Hochschulen als publikationsstärkster Organisationstyp in diesem Bereich. Stark vertreten sind auch die Hochschulen aus Berlin sowie das Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie.

Anwendungsperspektive

Die 400 Unternehmen, die in Ostdeutschland im Bereich Photonik tätig sind, sind hauptsächlich im Raum Sachsen, Thüringen und Berlin angesiedelt (vgl. Abbildung 43). Hier ist die Dichte an Forschungseinrichtungen und Unternehmen hoch, in den Bundesländern Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg dagegen deutlich niedriger.

Abbildung 43: Verteilung der Unternehmen im Bereich Photonik in OstDE



Selbst in so einer starken Schlüsseltechnologie wie Photonik werden die Patentanmeldungen ostdeutscher Erfinderrinnen und Erfinder oftmals westdeutschen Unternehmen zugeordnet, wie Tabelle 13 zeigt. Besonders viele Patente werden durch die süddeutschen Unternehmen Siemens, Cynora und Wavelight angemeldet.

Tabelle 13: Patentanmeldungen in der ST Photonik nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	74	32,0	245	35,0
	AuF	13	5,6	37	5,3
	Hochschule	11	4,8	59	8,4
ABL	Unternehmen	81	35,1	297	42,4
	AuF	9	3,9	97	13,9
	Hochschule	3	1,3	3	0,4
Ausland	Unternehmen	35	15,2	53	7,6
	AuF	5	2,2	6	0,9
	Hochschule	2	0,9	2	0,3
Gesamt		231		700	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden

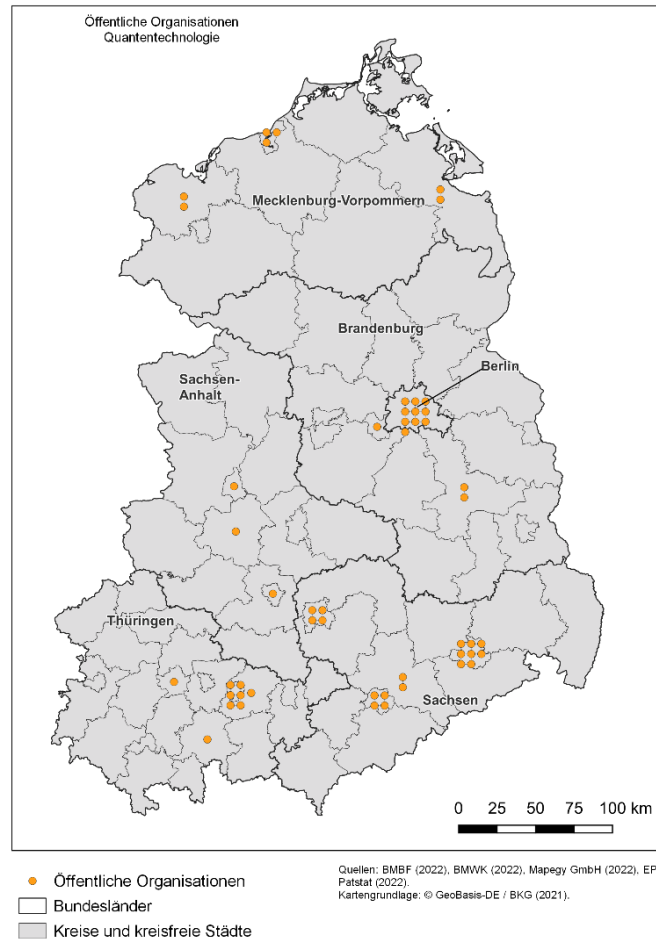
Aus Tabelle 60 (Anlage D) ist abzulesen, dass der Standort Dresden nicht nur in der Forschung im Bereich Photonik sehr stark ist, sondern auch in der Anwendung ein Vorreiter in Ostdeutschland ist. Das zeigt sich anhand der beiden patentstärksten Unternehmen Novaled und Siltectura, wobei Letzteres zur Infineon Technologies AG gehört, die ihren Hauptsitz in der Nähe von München hat. Auffällig ist zudem, dass gleich drei der Top 10 patentierenden Unternehmen im Bereich Photonik in Jena sitzen.

5.11 Quantentechnologien

Forschungsschwerpunkte

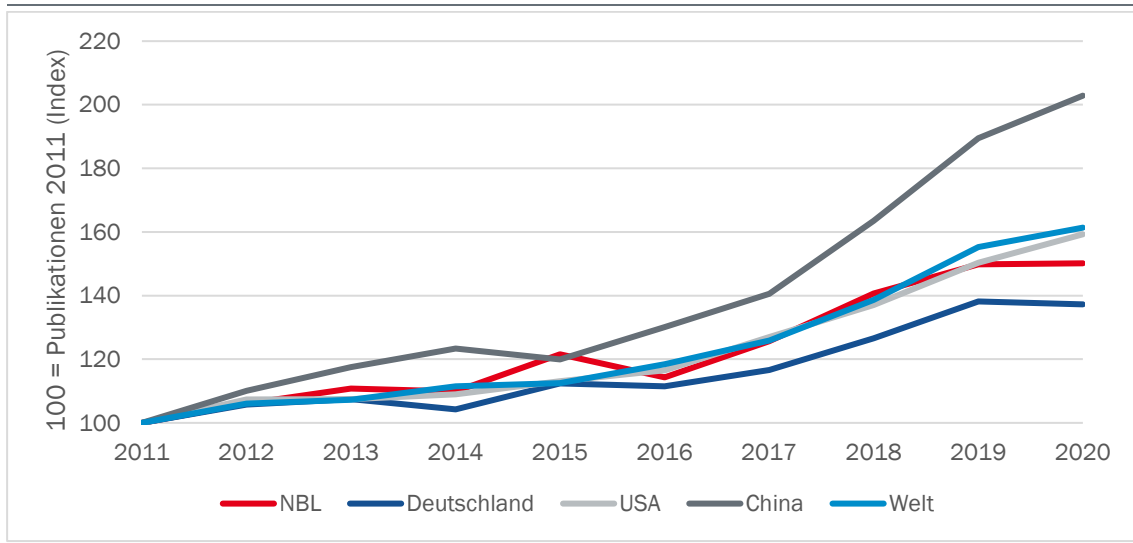
In Abbildung 44 sind die Schlüsselbegriffe der Quantentechnologienforschung in den neuen Bundesländern abgebildet. Am stärksten fallen die Begriffe rund um „Quantum“ auf, wie zum Beispiel *Quantum*, *Quantum Dot*, *Quantum Entanglement* – bei letzterem ist die wissenschaftliche Publikationstätigkeit seit 2011 um ca. 180 % gestiegen. Ebenfalls an Relevanz gewonnen haben die Begriffe *Hamiltonian* und *Spin*. Nur die wenigsten aufgeführten Schlüsselbegriffe haben an Bedeutung abgenommen – so beispielsweise die Begriffe *Quantum Electronics*, *Magnets*, *Spin Chains* oder *Antiferromagnet*.

Abbildung 45: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Quantentechnologie in OstDE



Aus Abbildung 46 lässt sich auf Basis von Scopus-Daten die Publikationsdynamik im Bereich der Quantentechnologien in den Jahren 2011 bis 2020 erkennen. Hiernach konnten die neuen Bundesländer ihre Aktivitäten in diesem Bereich um 50 % (2020) steigern, bundesweit lediglich um knapp 40 %. Deutschland liegt damit deutlich hinter den globalen Aktivitäten, die 2020 im Vergleich zu 2011 um ca. 60 % gestiegen sind, ebenso wie die US-amerikanischen Aktivitäten. Die höchste Steigerung lässt sich abermals bei den chinesischen Publikationstätigkeiten erkennen: Diese haben sich seit 2011 verdoppelt.

Abbildung 46: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Quantentechnologie



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

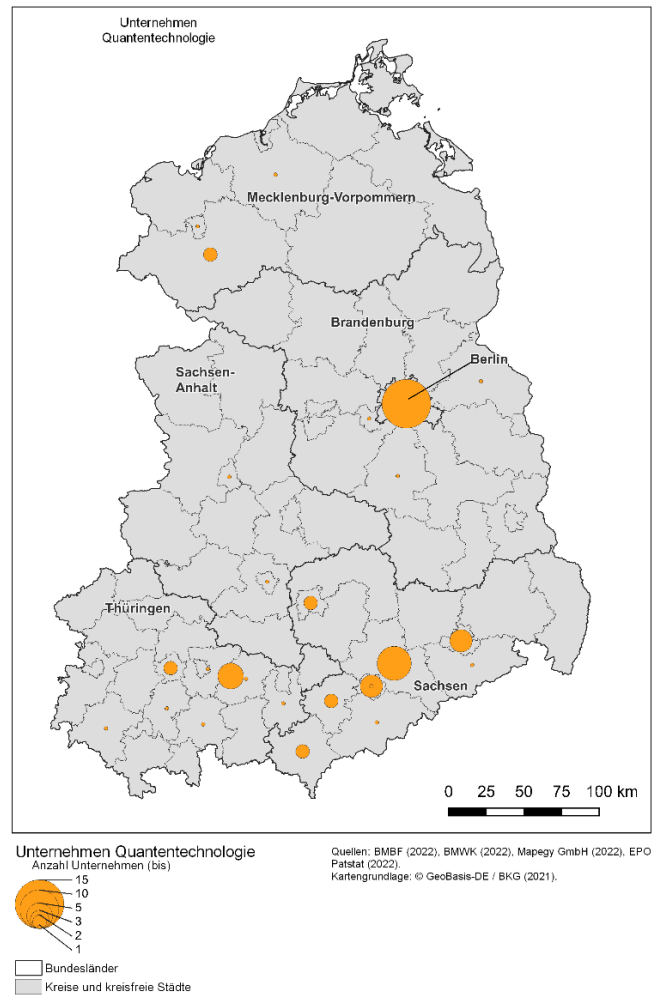
© Prognos AG 2021

In Tabelle 33 (Anlage B) sind die Top 10 publizierenden Organisationen der neuen Bundesländer im Bereich Quantentechnologien dargestellt. Auffällig ist, dass Organisationen aus Dresden stark vertreten sind – allen voran das Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, gefolgt von der TU Dresden, dem Leibniz IFW und an achter Stelle vom Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe. Außerdem sind die TU, die FU und HU Berlin in den Top 10 verortet. Die größte Anzahl an Zitationen je Publikationen weist das Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe auf.

Anwendungsperspektive

Hinsichtlich der Unternehmensaktivitäten ist erkennbar, dass es bis dato nur sehr wenige Unternehmen gibt, die in Ostdeutschland im Bereich Quantentechnologie tätig sind. Die geringe Anzahl von nur 61 Unternehmen, insbesondere im Verhältnis zu den 50 Forschungseinrichtungen, ist ein Indiz dafür, dass diese Schlüsseltechnologie noch nicht so stark in der Praxis verankert ist. Die in diesem Bereich tätigen Unternehmen sind hauptsächlich in Berlin, Sachsen und Thüringen angesiedelt. Auffällig dabei ist die hohe Dichte an Unternehmen in Mittweida (Sachsen).

Abbildung 47: Verteilung der Unternehmen im Bereich Quantentechnologie in OstDE

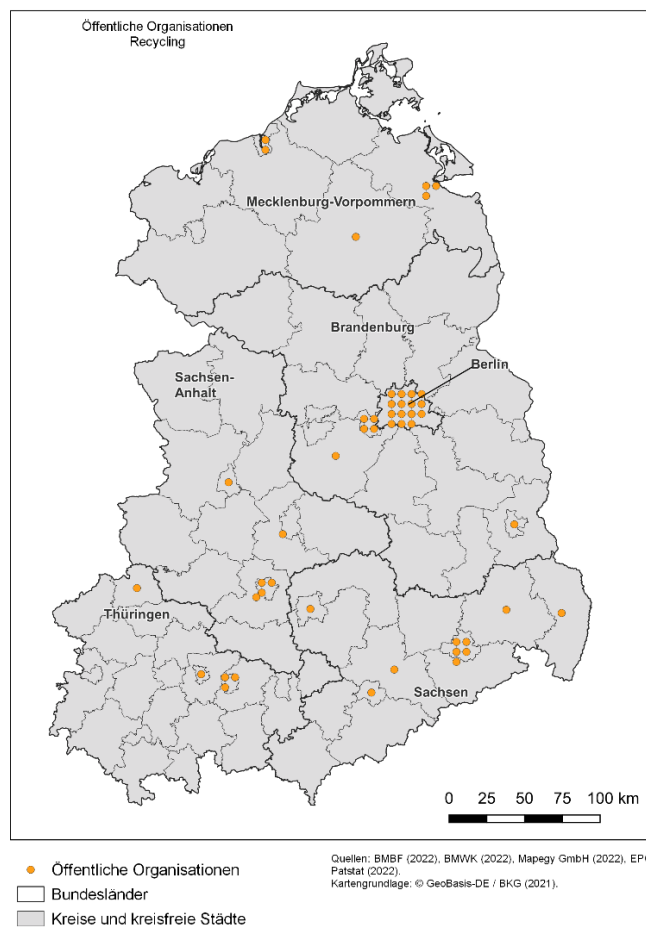


Im noch sehr jungen Feld Quantentechnologien wurden insgesamt bis jetzt nur sehr wenige Patente angemeldet. Dass das TRL noch niedrig liegt, ist auch daran zu erkennen, dass sich vor allem Forschungseinrichtungen unter den Patentmeldungen in Tabelle 14 finden.

Hinweis: Größe des Worts: Bedeutung des Schlüsselbegriffs; Blau = seit 2011 sinkende Bedeutung, grün = seit 2011 steigende Bedeutung

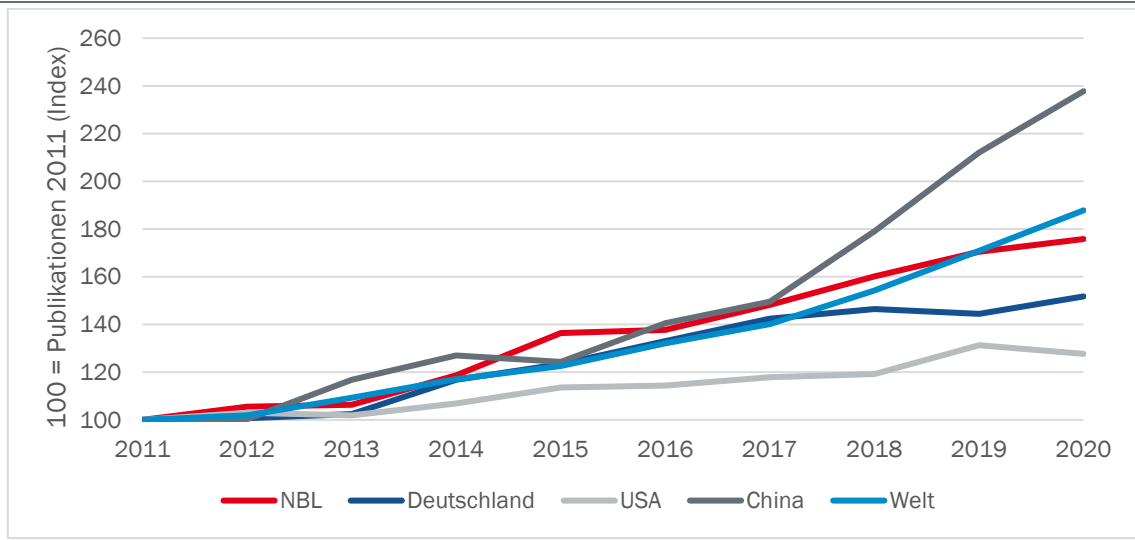
In der Schlüsseltechnologie Recycling konnten 48 Forschungseinrichtungen in Ostdeutschland identifiziert werden. Diese sind hauptsächlich angesiedelt am Standort Berlin, aber auch in Dresden, Potsdam, Halle und Greifswald gibt es kleinere Hubs an Forschungseinrichtungen, die sich mit dem Thema Recycling beschäftigen (vgl. Abbildung 49).

Abbildung 49: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Recycling in OstDE



Die Abbildung 50 zeigt die Dynamik der Publikationsaktivitäten im Recycling-Bereich in den Jahren 2011 bis 2020. Hiernach haben sich die Aktivitäten in den neuen Bundesländern in diesem Bereich um knapp 80 % im Jahr 2020 gesteigert und liegen damit deutlich über den bundesweiten Aktivitäten, die bis 2020 nur um 50 % gestiegen sind. Die weltweiten Publikationstätigkeiten haben von 2011 bis 2020 um knapp 90 % zugenommen. Allen voran liegt China, wo sich die Aktivitäten mehr als verdoppelt haben und damit im Jahr 2020 bei knapp 240 % lagen. Zum Vergleich: Die globalen Publikationsaktivitäten lagen 2020 bei lediglich 188 %.

Abbildung 50: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Recycling



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

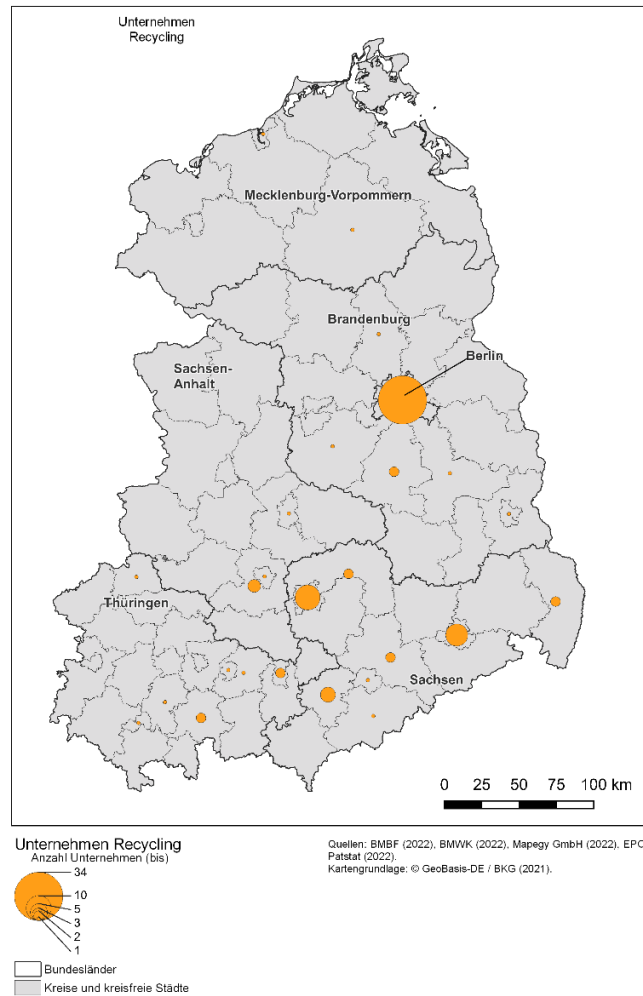
© Prognos AG 2021

Tabelle 34 (Anlage B) führt die Top 10 publizierenden Organisationen der neuen Bundesländer im Bereich Recycling auf. Am stärksten ist hier die TU Dresden, gefolgt von der TU Berlin. Die FU und HU Berlin sind ebenfalls vertreten. Als Organisationstyp dominiert die Hochschule, zwei weitere Top-Organisationen sind außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig und die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Berlin). Die höchste Anzahl an Zitationen je Publikationen weist die Friedrich-Schiller-Universität Jena auf.

Anwendungsperspektive

Auch die Unternehmenslandschaft in Ostdeutschland im Bereich Recycling ist quantitativ relativ klein aufgestellt. Die insgesamt 86 Unternehmen konzentrieren sich dabei auf den Raum Berlin, Sachsen (Dresden, Leipzig) und zu Teilen Thüringen (vgl. Abbildung 51). Obwohl in Mecklenburg-Vorpommern durchaus Forschungseinrichtungen im Bereich Recycling angesiedelt sind, wurden dort keine Unternehmen identifiziert, die sich mit dem Thema beschäftigen. Auch in Sachsen-Anhalt und Brandenburg finden sich nur vereinzelt Unternehmen.

Abbildung 51: Verteilung der Unternehmen im Bereich Recycling in OstDE



Die Schlüsseltechnologie Recycling ist hinsichtlich des Organisationstyps (Tabelle 15) besonders hervorzuheben, da mit 42,9 % die meisten einheimischen Unternehmen Patente in diesem Bereich anmelden.

Tabelle 15: Patentanmeldungen in der Schlüsseltechnologie Recycling nach Herkunft und Organisationsstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	33	42,9	42	40,0
	AuF	3	3,9	3	2,9
	Hochschule	3	3,9	4	3,8
ABL	Unternehmen	26	33,8	30	28,6
	AuF	2	2,6	7	6,7
	Hochschule	1	1,3	1	1,0
Ausland	Unternehmen	8	10,4	8	7,6
	AuF	1	1,3	1	1,0
	Hochschule				
Gesamt		77		105	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

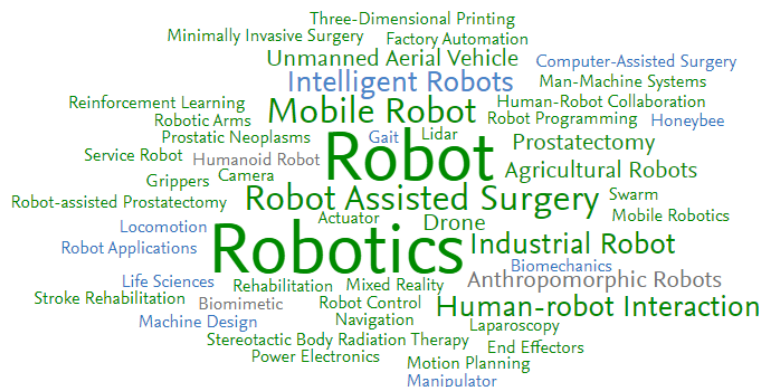
Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden.

5.13 Robotik

Forschungsschwerpunkte

Abbildung 52 gibt Auskunft über die Bedeutung bestimmter Schlüsselbegriffe im Bereich der Robotik in Ostdeutschland zwischen 2011 und 2020. Es zeigt sich, dass vor allem die Begriffe *Robotics* und *Robot* deutlich an Bedeutung gewonnen haben, ebenso wie der Begriff *Robot Assisted Surgery*. Auch die Bedeutung der Begriffe *Mobile Robot*, *Industrial Robot* oder *Human-robot Interaction* ist gestiegen. Begriffe wie *Intelligent Robots*, *Computer-Assisted Surgery* oder *Anthropomorphic Robots* sind zwar nach wie vor relevant, haben seit 2011 allerdings deutlich an Relevanz eingebüßt.

Abbildung 52: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Robotik in OstDE

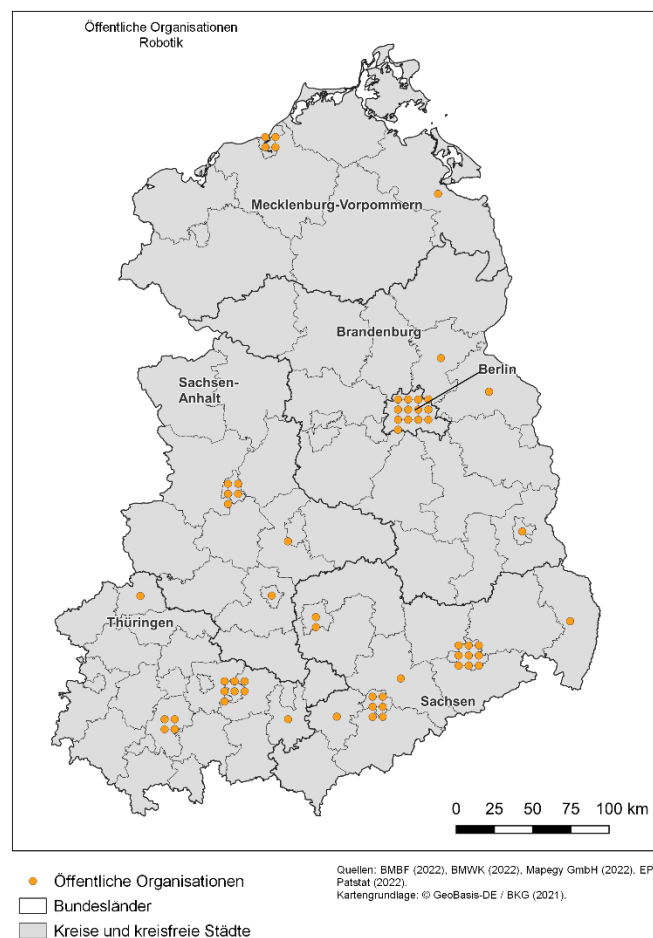


Quelle: SciVal

Hinweis: Größe des Worts: Bedeutung des Schlüsselbegriffs; Blau = seit 2011 sinkende Bedeutung, Grün = seit 2011 steigende Bedeutung

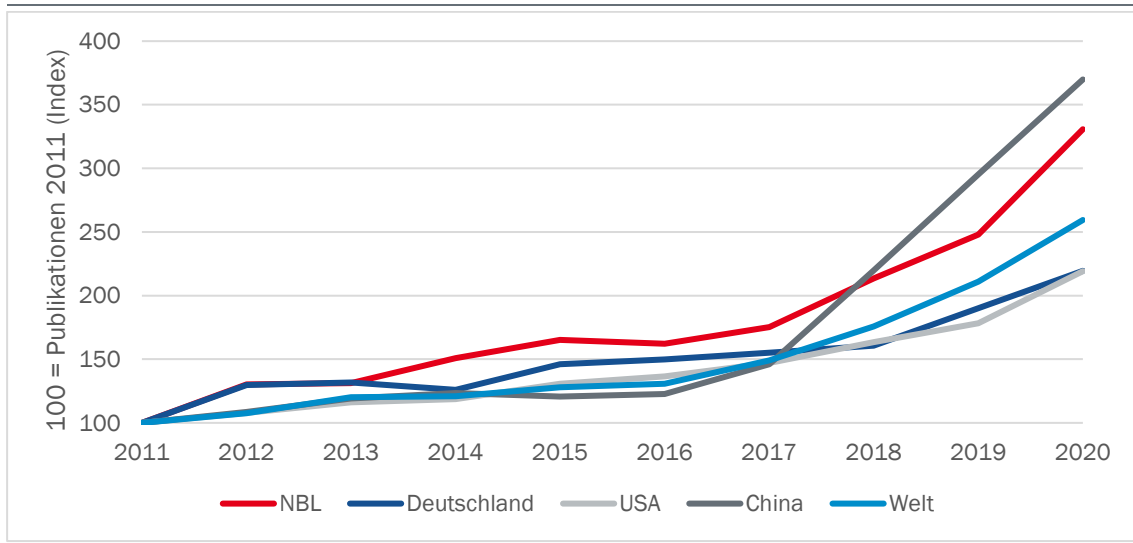
Mit einer Anzahl von 61 öffentlichen Forschungseinrichtungen in den ostdeutschen Bundesländern ist die Forschungslandschaft in der Schlüsseltechnologie Robotik quantitativ relativ dünn besiedelt. In Abbildung 53 ist zu sehen, dass die meisten dieser Forschungseinrichtungen in Berlin, Dresden, Chemnitz, Jena und Magdeburg sitzen.

Abbildung 53: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Robotik in OstDE



An Abbildung 54 lässt sich auf Basis der Scopus-Daten die Dynamik der Publikationsaktivitäten im Bereich der Robotik erkennen. Die Publikationstätigkeiten haben sich in diesem Bereich in den Jahren 2011 bis 2020 deutlich gesteigert. In den neuen Bundesländern haben sich die Aktivitäten in diesem Zeitraum mehr als verdreifacht, in China sogar fast vervierfacht. Die USA und Deutschland insgesamt liegen deutlich darunter, hier haben sich die Aktivitäten lediglich verdoppelt und liegen somit deutlich unter dem globalen Schnitt.

Abbildung 54: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der Schlüsseltechnologie Robotik



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

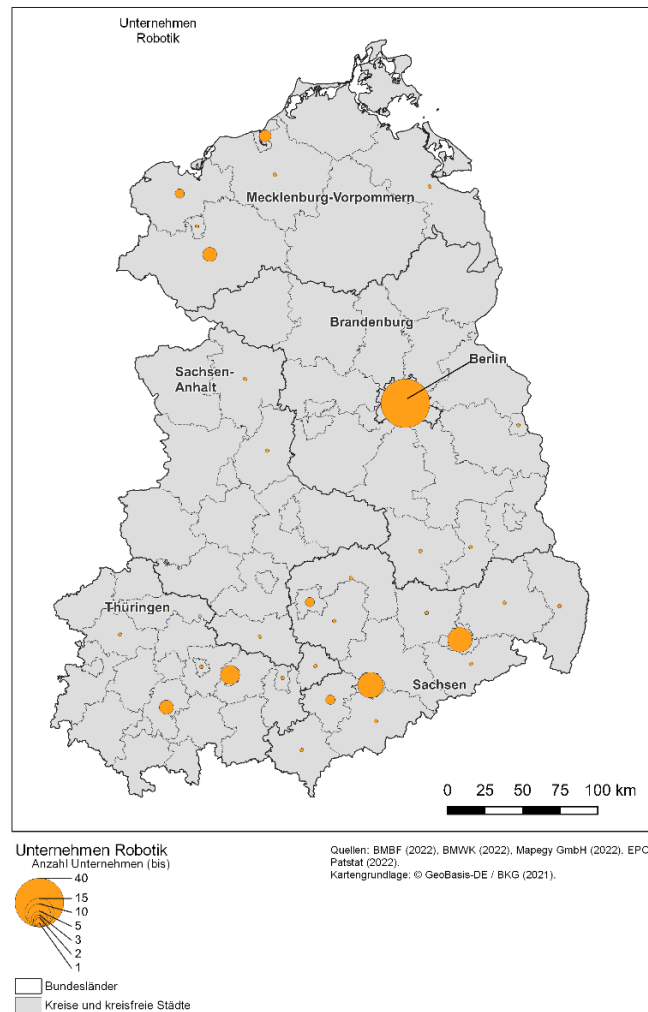
© Prognos AG 2021

Auf Grundlage der SciVal-Daten ließen sich die Top 10 publizierenden Organisationen der neuen Bundesländer im Robotik-Bereich ausmachen (siehe Anlage B, Tabelle 35). Der dominierende Organisationstyp sind hier die Hochschulen, vier davon in Berlin (TU Berlin, Charité – Universitätsmedizin Berlin sowie die HU und FU Berlin). Ebenfalls häufig vertreten sind Hochschulen aus Sachsen (allen voran die TU Dresden, danach folgend die TU Chemnitz und die Universität Leipzig). Bei der Universität Leipzig sticht die Kennzahl der Zitate je Publikation hervor, diese ist in Relation zu den anderen am höchsten (34,9) bei vergleichsweise geringerer Publikationsanzahl.

Anwendungsperspektive

Die Unternehmenslandschaft im Bereich Robotik in Ostdeutschland besteht aus einer Gesamtzahl von 109 Unternehmen. Diese meisten davon haben ihren Sitz in Berlin und auch in Sachsen (Dresden, Chemnitz), aber auch in Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern sind einige Unternehmen angesiedelt, die in diesem Bereich tätig sind (siehe Abbildung 55).

Abbildung 55: Verteilung der Unternehmen im Bereich Robotik in OstDE



Im Bereich Robotik (Tabelle 16) findet sich mit 51,9 % der höchste Anteil von patentanmeldenden Unternehmen aus den alten Bundesländern unter den betrachteten Schlüsseltechnologien. Außerdem werden knapp 60 % der Patente von ostdeutschen Erfinderinnen und Erfindern von Unternehmen aus den alten Bundesländern angemeldet. Insbesondere Volkswagen, Siemens, Kuka und Vorwerk sind hierbei führend. Auffällig ist zudem die geringe Vernetzung mit auswärtigen Forschungseinrichtungen.

Tabelle 16: Patentanmeldungen in der ST Robotik nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	22	27,8	38	22,8
	AuF	1	1,3	2	1,2
	Hochschule	5	6,3	8	4,8
ABL	Unternehmen	41	51,9	99	59,3
	AuF	1	1,3	9	5,4
	Hochschule				
Ausland	Unternehmen	9	11,4	12	7,2
	AuF				
	Hochschule				
Gesamt			79	167	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden.

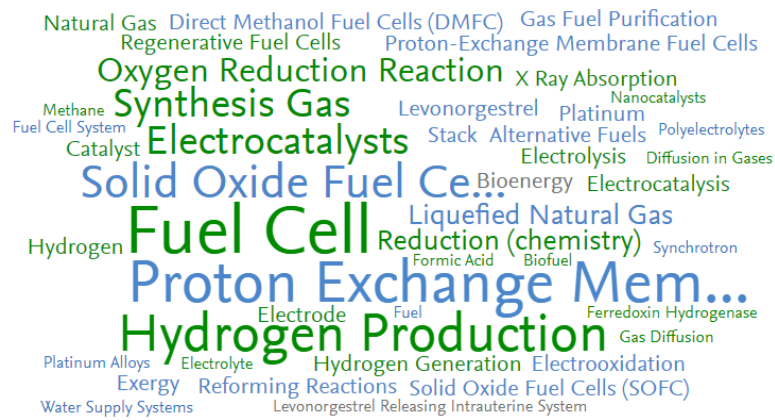
Vier der insgesamt zehn Unternehmen mit den meisten Patentanmeldungen im Bereich Robotik sind in Thüringen angesiedelt, darunter das mit Abstand patentstärkste Unternehmen Avateramedical, ein Medizintechnikhersteller aus Jena (siehe Anlage D, Tabelle 62). Die restlichen Top 10 der patentierenden Unternehmen verteilen sich auf Sachsen und Berlin.

5.14 Wasserstofftechnologie

Forschungsschwerpunkte

In Abbildung 56 lassen sich die wichtigsten Schlüsselbegriffe der Forschung zur Wasserstofftechnologie in den neuen Bundesländern entnehmen. Demnach stechen vor allem die Schlüsselbegriffe *Brennstoffzellen* und *Wasserstoffproduktion* hervor, die seit 2011 stark an Bedeutung gewonnen haben. Vor allem bei *Wasserstoff* hat sich die wissenschaftliche Publikationstätigkeit seit 2011 um knapp 200 % erhöht. Ferner intensivieren sich auch die Begriffe *Elektrokatalyse*, *Oxygen-Reduktion-Reaktion* und *Synthesegas*. Hiermit verbunden sind auch die *Elektrolyse*, *Regenerative Brennstoffzellen* oder die *Chemie-Reduktion*. Die Begriffe *Protonen-Austausch-Membran* und *Festoxidbrennstoffzelle* haben dagegen seit 2011 deutlich an Relevanz verloren.

Abbildung 56: Schlüsselbegriffe der Forschung zu Wasserstofftechnologie in OstDE



Quelle: SciVal

Hinweis: Größe des Worts: Bedeutung des Schlüsselbegriffs; Blau = seit 2011 sinkende Bedeutung, Grün = seit 2011 steigende Bedeutung

Im Rahmen der Datenanalyse wurden in Ostdeutschland 48 öffentliche Forschungseinrichtungen identifiziert, die im Bereich Wasserstofftechnologie aktiv sind. In Abbildung 57 ist zu sehen, dass die meisten Forschungseinrichtungen in Berlin sitzen, gefolgt von Chemnitz. Auch im restlichen Teil Sachsens, in Thüringen sowie in Sachsen-Anhalt sind einige Forschungseinrichtungen angesiedelt.

Abbildung 57: Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen im Bereich Wasserstofftechnologie in OstDE

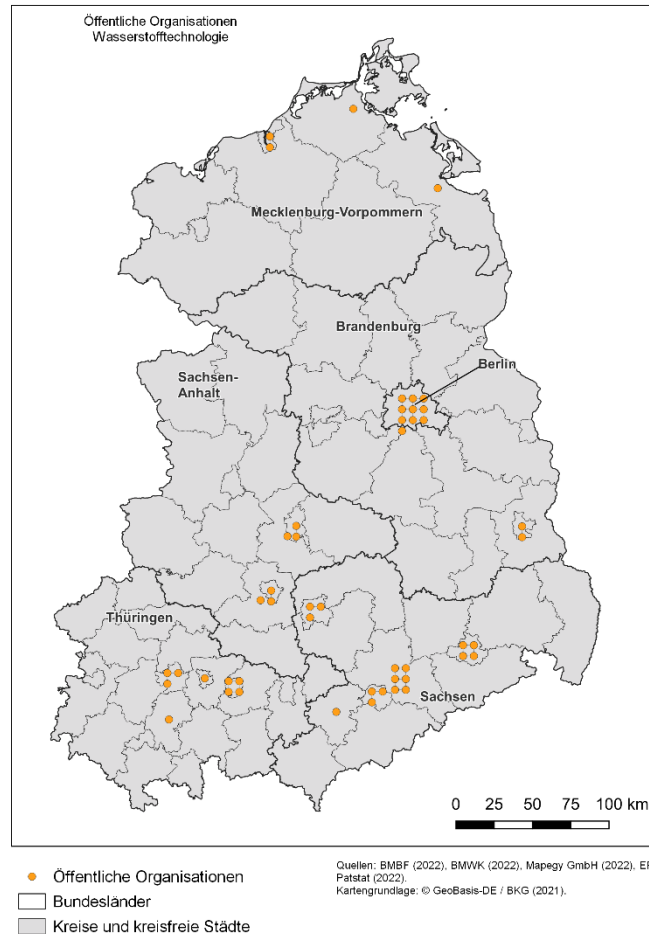
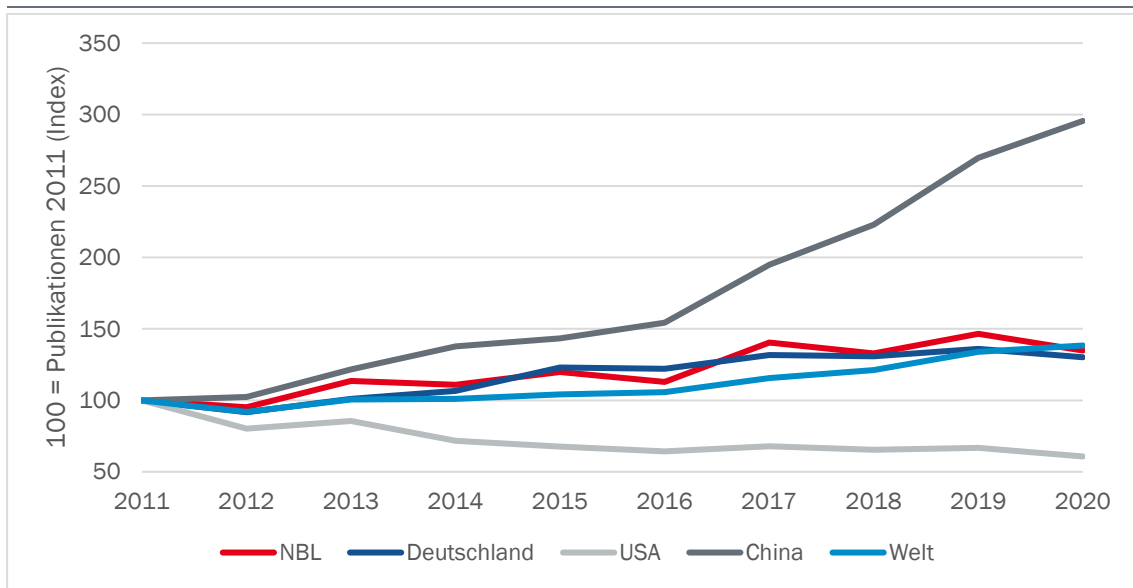


Abbildung 58 zeigt, dass die neuen Bundesländer ihre Publikationsaktivität im Jahr 2020 im Vergleich zu 2011 um ca. 50 % steigern können, womit sie sowohl über dem bundesdeutschen als auch über dem globalen Durchschnitt liegen. Deutlich darunter liegt die US-amerikanische Publikationsaktivität, die sich im Vergleich zu 2011 um ca. 30 % verringert hat. Einzig die chinesische Publikationstätigkeit übersteigt alle anderen deutlich: Diese hat sich bis zum Jahr 2020 fast verdreifacht.

Abbildung 58: Dynamik der Publikationsaktivitäten in der ST Wasserstofftechnologie



Quelle: Eigene Berechnung nach Scopus

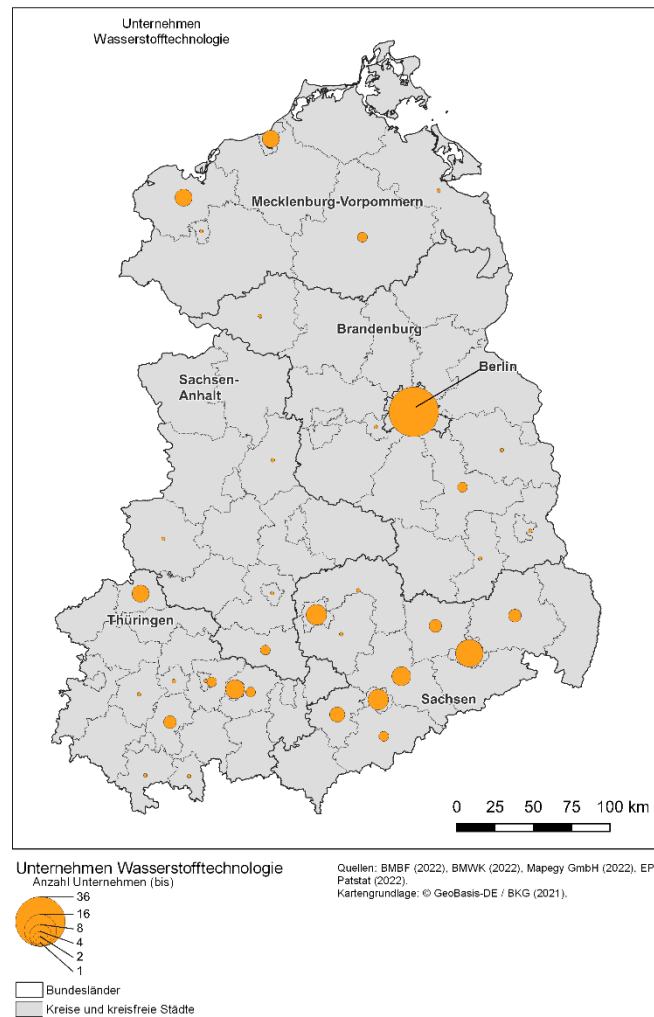
© Prognos AG 2021

In Tabelle 36 (Anlage B) sind die Top 10 der publizierenden Organisationen der neuen Bundesländer im Bereich der Wasserstofftechnologie aufgeführt. Es zeigt sich, dass vor allem Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen in dieser Schlüsseltechnologie publizierend tätig sind, wobei die meisten Organisationen in Berlin sitzen (TU Berlin, Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie, Fritz-Haber-Institut und die FU Berlin). Auch Magdeburger Forschungseinrichtungen stechen hier besonders hervor.

Anwendungsperspektive

Die 130 identifizierten Unternehmen, die im Bereich Wasserstofftechnologien tätig sind, verteilen sich über alle ostdeutschen Bundesländer. Abbildung 59 zeigt, dass die meisten Unternehmen ihren Sitz in Berlin haben. Aber auch in Sachsen (unter anderem Dresden, Leipzig, Chemnitz) und Thüringen sind einige Unternehmen angesiedelt. Kleinere Ballungsräume mit Unternehmensansiedlungen finden sich auch in Mecklenburg-Vorpommern. Dagegen sitzen in Sachsen-Anhalt und Brandenburg kaum Unternehmen, die im Bereich Wasserstofftechnologien aktiv sind.

Abbildung 59: Verteilung der Unternehmen im Bereich Wasserstofftechnologie in OstDE



Die patentanmeldenden Organisationen im Bereich Wasserstofftechnologie sind häufig nicht in den neuen Bundesländern beheimatet (siehe Tabelle 17). Die meisten Unternehmen kommen aus den alten Bundesländern, unter anderem sind hier Siemens, Volkswagen und Linde hervorzuheben. Besonders auffällig ist zudem der hohe Anteil von Patentanmeldungen aus dem Ausland. Zu diesen gehören Unternehmen wie Shell (NL), General Electric (US) und Borealis (AT).

Tabelle 17: Patentanmeldungen in der ST Wasserstofftechnologie nach Herkunft und Organisationstyp

Herkunft	Typ	Anzahl Organisationen	Anteil in %	Anzahl Patentfamilien	Anteil in %
OstDE	Unternehmen	36	25,7	57	18,7
	AuF	10	7,1	13	4,3
	Hochschule	10	7,1	21	6,9
ABL	Unternehmen	52	37,1	169	55,4
	AuF	2	1,4	21	6,9
	Hochschule	2	1,4	2	0,7
Ausland	Unternehmen	23	16,4	42	13,8
	AuF	3	2,1	4	1,3
	Hochschule	2	1,4	2	0,7
Gesamt		140		305	

Quelle: Eigene Berechnung nach PATSTAT

© Prognos AG 2021

Hinweis: Ein Patent kann von mehreren Organisationen gemeinsam angemeldet werden.

Die Firma Sunfire ist das absolute Zugpferd im Bereich Wasserstofftechnologien in Ostdeutschland. Dies bestätigt sich auch mit Blick auf die Anzahl der Patentanmeldungen (siehe Anlage D, Tabelle 63). Das zweitstärkste Unternehmen Bombardier hat dagegen seinen Hauptsitz in Kanada.

6 Beurteilung der Ausprägung der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland

Aus der Vielzahl von Informationen in den vorherigen Kapiteln lässt sich die Stärke der verschiedenen Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern ableiten. Die Analysen der verschiedenen Indikatoren aus den Kapiteln 4 und 5 wurden dazu in Tabelle 18 in Form einer Heatmap visualisiert. Die Indikatoren wurden unterschieden in „Forschung“, „Verwertbare Forschung“, „Marktrelevanz“ und „Innovationsförderung“, um die verschiedenen Aspekte, an denen politische Unterstützung ansetzen kann, aufzuzeigen. Es wurde darauf geachtet, dass nicht nur absolute Werte als Indikatoren genutzt werden (z. B. Anzahl Forschungseinrichtungen), sondern auch relative Werte (z. B. Lokalisationsquotienten (LQ)), um einerseits die quantitative Bedeutung einer Schlüsseltechnologie, aber auch ihre qualitative Ausprägung in dieser Heatmap abzudecken.

Für alle genutzten Indikatoren wurden Rangfolgen der Schlüsseltechnologien auf Basis der jeweiligen Rohdaten gebildet. Alle Indikatoren werden danach durch einen gleichgewichteten Mittelwert in einen „mittleren Rang“ überführt. Für die gewählten Indikatoren liegt die Schlüsseltechnologie Photonik mit einem Wert von 3,0 also durchschnittlich auf dem dritten Platz. Dieser mittlere Rang zeigt auf, wie die Stärke der Schlüsseltechnologien in den ostdeutschen Bundesländern bewertet werden kann. Eine Schlüsseltechnologie ist umso stärker, je niedriger der „mittlere Rang“ ist.

Mithilfe dieses Stärke-Indikators können die Schlüsseltechnologien nach ihrem Förderbedarf bewertet werden. Hierbei wird den beiden Schlüsseltechnologien mit den besten mittleren Rängen die Kategorie „Stärken stärken“ zugeordnet. In diesen Schlüsseltechnologien gilt es, Stärken und vor allem Chancen zu nutzen. Die restlichen zwölf Schlüsseltechnologien werden anhand der Kategorien „förderwürdig“ und „Förderbedarfe“ bewertet. Während erstere Kategorie Schlüsseltechnologien beinhaltet, welche ein gemischtes Bild aus Stärken und Schwächen aufzeigen, weisen die Schlüsseltechnologien auf den letzten Rängen überwiegend Schwächen auf. Während es bei den Schlüsseltechnologien auf den Rängen fünf bis neun darum gehen sollte, vor allem Schwächen zu reduzieren und Stärken auszubauen, sollte bei den letzten fünf Schlüsseltechnologien primär darauf geachtet werden, Schwächen und Risiken zu beheben und zu reduzieren.

„Stärken stärken“: Die stärksten Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern

Die stärksten Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern sind diesem Bewertungsschema folgend Photonik und Mikroelektronik. Die Photonik ist traditionellerweise in Ostdeutschland gut aufgestellt – sie ist in allen Indikatoren unter den Top-5-Schlüsseltechnologien zu finden. Gefolgt wird sie von der Mikroelektronik, welche vereinzelte Schwächen in der Patentintensität im globalen Vergleich und bezüglich der derzeit angebotenen Stellen aufweist. Diese Schlüsseltechnologien eignen sich besonders gut, um die Stärken und Chancen zu nutzen, welche in der SWOT-Analyse in Kapitel 6 aufgeführt werden.

Förderwürdige Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland: Stärken ausbauen, Schwächen reduzieren

Die Schlüsseltechnologien Biotechnologie und KI folgen auf den Plätzen drei und vier; hierbei beachtet die Biotechnologie vor allem durch ihre marktnahe Forschung und die KI durch ihre hohe Marktrelevanz. Auf den Rängen fünf bis neun befinden sich Schlüsseltechnologien, welche eine Mischung aus Stärken und Schwächen in ihrer Ausprägung in Ostdeutschland aufweisen. Hierzu lassen sich die Schlüsseltechnologien Neue Werkstoffe, Batterietechnologien, IoT, AR/VR und Recycling zählen. Es ist nicht einfach, konkrete Muster ausfindig zu machen. Während in den Schlüsseltechnologien Recycling und Batterietechnologien vor allem die Grundlagenforschung ausbaufähig erscheint, ist der Wissens- und Technologietransfer (also die vermarktbare Forschung) vor allem in IoT und AR/VR zu stärken. Die Marktrelevanz ist in allen Schlüsseltechnologien von Stärken und Schwächen gekennzeichnet. Deutliche Defizite weisen die Felder Batterietechnologie und Recycling in der Innovationsförderung auf – hier erscheint die Förderung ostdeutscher Akteurinnen und Akteure noch ausbaufähig.

Schlüsseltechnologien mit Förderbedarfen

Auf den Rängen zehn bis 14 finden sich Schlüsseltechnologien, die mit Blick auf quantitative Indikatoren, die sich auf absolute Werte beziehen, schlechter abschneiden. Diese Schlüsseltechnologien sind also noch weit davon entfernt, eine kritische Masse vorzuweisen, unter anderem auch, weil sie noch sehr jung sind (Blockchain, Quantentechnologien). Diese weisen allerdings gerade, was die relative Positionierung Ostdeutschlands betrifft, sehr gute Platzierungen auf. Beide bieten zahlreiche Stellenangebote, Patente oder Publikationen. Bis auf die Schlüsseltechnologie Wasserstofftechnologien weisen all diese Bereiche schlechte Platzierungen hinsichtlich der Berücksichtigung ostdeutscher Akteurinnen und Akteure in der Innovationsförderung auf, was die Förderbedarfe noch einmal unterstreicht. Besonders auffällig ist das Feld Robotik, welches in keinem Indikator eine überdurchschnittliche Platzierung erreicht.

Tabelle 18: Heatmap der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland

# Schlüsseltechnologie	Bewertung	Forschung				Verwertbare Forschung				Marktrelevanz				Innovationsförderung		
		Mittlerer Rang	Anzahl Forschungseinrichtungen	Anzahl Publikationen LQ (vs Welt)	LQ (vs DE) Publikationen	Anzahl Patentanmelder (Forschung)	Anzahl Patente	LQ (Welt) Patente	LQ (DE) Patente	Anzahl Unternehmen	Anzahl Patentanmelder (Wirtschaft)	Anzahl Stellenanzeigen	LQ Stellenanzeigen	Anzahl geförderter Akteure in den NBL	Anteil geförderter Akteure aus den NBL	
1 Photonik	Stärken stärken	3,0	4	1	1	2	4	3	1	5	4	3	2	5	5	2
2 Mikroelektronik		3,9	7	2	3	1	1	1	8	6	6	1	12	4	2	1
3 Biotechnologie	Kritische Masse schaffen	5,5	6	3	4	4	2	5	5	2	8	4	9	10	9	6
4 KI		5,7	1	4	11	10	7	6	12	7	1	6	1	3	1	10
5 Neue Werkstoffe		6,4	4	5	7	3	3	4	7	11	5	4	10	10	4	13
6 Batterietechnologien		7,0	8	10	9	8	6	2	3	10	7	2	6	10	9	8
7 IoT		7,3	3	12	10	11	11	7	9	8	2	10	4	9	3	3
8 AR / VR		7,6	2	13	5	12	8	9	11	4	3	9	11	5	6	9
9 Recycling		7,9	11	6	13	9	8	11	2	3	11	8	5	5	13	5
10 Wasserstoff		8,8	11	11	8	6	5	8	6	13	9	7	13	14	8	4
11 Big Data	Förderbedarfe	9,9	13	9	6	7	12	12	13	9	12	12	3	5	14	11
12 Quantentechnologien		10,1	10	7	2	5	13	14	14	12	13	14	14	1	11	12
12 Blockchain		10,1	14	14	14	14	14	13	4	1	13	13	7	2	12	7
14 Robotik		10,2	9	8	12	13	8	10	10	14	10	10	8	10	7	14

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung nach Daten von Mapegy, Scopus, SciVal, PATSTAT, Indeed.de, BMBF, BMWK
 Hinweis: LQ = Lokalisationsquotient, welcher die Spezialisierung der NBL im Vergleich zum jeweiligen Bezugsraum anzeigt.

© Prognos AG 2021

6.1 Entwicklungspfade der einzelnen Technologiefelder – wo kann die Reise hingehen?

Ein weiteres Ziel dieser Studie war es, einen Ausblick auf die Potenziale und Hemmnisse der Anwendung dieser Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland zu geben. Da die Komplexität sowohl aufgrund der bestehenden Querverbindungen untereinander (z. B. Batterietechnologie als zentrale Technologie im Energie- und im Mobilitätsbereich) als auch aufgrund der Einbettung der Schlüsseltechnologien in größere Infrastruktursysteme (z. B. Wasserstofftechnologie) zu groß ist, wird hier die Ebene der Technologiefelder betrachtet. Um die möglichen technologischen Entwicklungen in den sechs in dieser Studie definierten Technologiefeldern zu analysieren, wurde ein Strategie-Workshop durchgeführt. Auf Basis der empirischen Ergebnisse und eines eigens entwickelten Szenarios diskutierten Expertinnen und Experten aus Anwenderperspektive die Frage, welche Voraussetzungen erfüllt sein sollten, damit sich die Technologien in Zukunft entwickeln können und welche technologischen Pfade sich vor diesem Hintergrund abzeichnen.¹⁰

Als wichtigste Faktoren zur Erreichung des Zukunftsszenarios identifizierten die Teilnehmenden die **Stärkung einer Gründungskultur**, das **Aufbauen regionaler Ökosysteme** sowie die **Erhöhung von Transfers zwischen Universitäten und Unternehmen**. Diese Dreiteilung der Ergebnisse findet sich auch in den folgenden Kapiteln wieder.

Zur **Stärkung der Gründungskultur** sollte die Bereitschaft, persönlich ökonomische Risiken einzugehen, insbesondere bei jungen Menschen erhöht werden. Dafür sollte ein Umfeld geschaffen werden, dass auch ein etwaiges Scheitern eines Unternehmens abfängt und nicht langfristig existenzbedrohend wirkt. In dieses Umfeld ist auch die notwendige höhere Wertschätzung des Unternehmertums als eine gesellschaftspolitische Aufgabe einzugliedern. Ein weiterer wichtiger Aspekt zur Stärkung der Gründungskultur betrifft eine höhere Agilität der Verwaltung insbesondere in Bezug auf unterschiedliche Genehmigungsverfahren. Unter diesen Bedingungen wäre es laut den Expertinnen und Experten möglich, dass zukünftige Generationen bereit sind, häufiger ein ökonomisches Risiko einzugehen und dadurch mehr Start-ups in Ostdeutschland heranwachsen.

Zum **Ausbau von regionalen Ökosystemen** in den Schlüsseltechnologien sollte in den nächsten Jahren die Schaffung von Hotspots für Start-ups nach dem Vorbild von Berlin oder Leipzig in den Fokus rücken. Dazu sollten verstärkt regionale Förderprogramme finanziert und mit Maßnahmen von Bund und Ländern koordiniert werden. Einen weiteren Stellhebel sahen die Teilnehmenden in einem flächendeckenden Ausbau der digitalen Infrastruktur in den nächsten fünf Jahren, sodass auch ländliche Regionen an einem schnellen Datenaustausch als Voraussetzung für die Erbringung von Dienstleistungen und die Steuerung von Prozessen partizipieren können. Ähnlich verhält es sich mit der Verkehrsinfrastruktur – es sollte gewährleistet werden, dass regionale Zentren auch mit öffentlichen Verkehrsmitteln gut erreichbar sind.

Als weiteren wichtigen Meilenstein zur Erreichung des Zukunftsbilds wird die **Verbesserung und Intensivierung des Transfers zwischen Universitäten und Unternehmen** erachtet. Problematisch erscheint hier, dass KMU zu wenig von der differenzierten und leistungsfähigen Forschungslandschaft profitieren. Daher sollte die Durchlässigkeit zwischen Forschung und Praxis erhöht werden.


Um technologische Pfade noch konkreter zu skizzieren, wurde die Entwicklung Ostdeutschlands bis 2036 in den sechs Technologiefeldern **Mobilität, Gesundheit** sowie **optische Technologien**

¹⁰ Das Zukunftsszenario skizzierte ein spekulatives Zukunftsbild für das Jahr 2036. Das Szenario beschreibt bewusst keine Vorbedingungen für das Eintreten des Szenarios, da es Bestandteil des Workshops war, diese zu bestimmen. Das Szenario umreißt also gezielt ein Zukunftsbild des Jahres 2036, ohne den Weg ins Szenario nachzuzeichnen.

und Mikrosystemtechnik, Energie, Ressourcensparende Technologien und Intelligente Produktion differenziert voneinander betrachtet.

Im Bereich **Mobilität** ist der Wandel vom Verbrennungsmotor zur Elektromobilität eingeleitet. Dabei sind die Voraussetzungen in Ostdeutschland durch die Ansiedlung der großen Automobil- und Batteriekonzerne wie Tesla in Grünheide (Mark), BASF (Schwarzheide), CATL (Erfurt), Farasis (Bitterfeld-Wolfen), VW (Zwickau) oder Porsche (Leipzig) auf der Produktionsseite z. T. gut. Auf der anderen Seite verändern sich viele Zulieferstrukturen im Automobilsektor drastisch, wovon viele ostdeutsche KMU betroffen sind. Daher ist davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren zwar viele neue Arbeitsplätze entstehen, aber ebenso viele wegfallen. Problematisch ist dabei insbesondere eine voraussichtlich geringe und sehr spezialisierte Nachfrage für qualifizierte Arbeitskräfte, da die hochmodernen Produktionsanlagen einen sehr hohen Automatisierungsgrad aufweisen. Der Gestaltung regionaler Ökosysteme, in denen auch KMU einen Platz finden, kommt somit eine besondere Bedeutung zu. Standorte von Großunternehmen und Forschungseinrichtungen sollten also bestmöglich regional vernetzt werden.

Das bestehende Cluster im Bereich Batterietechnologien (FuE, Tesla, CATL etc.) bietet eine gute Voraussetzung, um sich als relevanter Akteur beim Strukturwandel zur E-Mobilität zu etablieren. Um die Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen zu verringern, sollte zukünftig die Materialentwicklung mit der Perspektive eines Verzichts auf kritische Rohstoffe eine wichtige Rolle einnehmen. Den Expertinnen und Experten zufolge werden in den nächsten zehn Jahren auch klassische Werkstoffe zum Fahrzeugbau (z. B. Aluminium) relevant bleiben. Unter dem Gesichtspunkt der Klimaneutralität wird das Thema Recycling und Zirkularität als sehr wichtig angesehen. Durch die Ansiedlung von BASF, aber auch durch den Chemiestandort Leuna bieten sich in diesem Bereich gute Voraussetzungen. Weitere Kompetenzen, z. B. in der Leistungselektronik oder im Maschinen- und Anlagenbau, werden zudem für die Produktion von E-Fahrzeugen wichtig sein. Es ist daher realistisch, dass innerhalb der nächsten zehn Jahre regionale Ökosysteme rund um das Thema Elektromobilität entstehen können. Dabei ist es wichtig, dass die regionalen Akteurinnen und Akteure in diese neuen Strukturen integriert werden, um sicherzustellen, dass diese ebenfalls vom Wandel profitieren. Das Thema Wasserstoff hingegen wird den Expertinnen und Experten zufolge im Bereich der Mobilität in den nächsten zehn bis 15 Jahren nur eine ungeordnete Rolle spielen und höchstens im Bereich der Nutzfahrzeuge Anwendung finden. Nichtsdestotrotz spielt die Technologie, insbesondere in der Industrie, eine wichtige Rolle und könnte in dezentraler Herstellung in Ostdeutschland relevant werden.



Das bestehende Cluster im Bereich Batterietechnologie (FuE, Tesla, CATL etc.) bietet eine gute Voraussetzung, um sich als relevanter Akteur beim Strukturwandel zur E-Mobilität zu etablieren.

Im **Gesundheitsbereich** wurde eine fokussierte Betrachtung der Molekularbiologie vorgenommen. Die zugrundeliegenden Technologien bilden die Grundlage für eine personalisierte Medizin, mit der sich die Qualität der Leistungserbringung in Diagnostik und Therapie deutlich verbessern würde. Eine breite Anwendung von CRISPR/Cas im Humanbereich wird für den Zeitraum bis 2036 nicht erwartet. Zentren der Gesundheitsforschung im Bereich der Molekularbiologie finden sich in der Hauptstadtregion sowie im Raum Leipzig-Halle. Sowohl in der außeruniversitären Forschung als auch in den Universitäten, mit dem Leuchtturm der Charité – Universitätsmedizin Berlin, finden sich eine Vielzahl grundlagen- und anwendungsorientierter Forschungsschwerpunkte. Diese bilden eine gute Voraussetzung für den Transfer und die Verwertung des Know-hows. Allerdings wird die kommerzielle Verwertung der Forschungsergebnisse durch zwei wesentliche strukturelle Defizite gebremst. Es fehlt an korrespondierenden forschenden Großunternehmen in der Region und an einer dynamischen Start-up-Kultur außerhalb der Ballungsräume Berlin, Leipzig und Dresden.

Wesentliches Ziel bleibt, „kritische Massen“ zu erzeugen, in denen Forschung, Transfer, Kommerzialisierung Hand in Hand gehen.

Neben einer eher schwach ausgeprägten Gründungsbereitschaft aus den Forschungseinrichtungen heraus zeigen sich hier zudem Finanzierungsprobleme. In der Forschungsförderung können junge Unternehmen häufig nicht die erforderlichen Bonitätsnachweise erbringen, sodass sie in den entsprechenden Programmen von Bund und Ländern keine Berücksichtigung finden. Bei den erforderlichen klinischen Studien finden junge Unternehmen in der zweiten oder dritten Finanzierungsrunde nur selten Kapitalgeberinnen und -geber. Die technologischen Herausforderungen liegen vor allem darin, den aktuellen Forschungsstand in die Anwendung zu bringen. Hierzu zeichnen sich folgende Perspektiven ab: Die vorhandenen „Inseln“ der Forschung müssten sowohl untereinander als auch mit anderen Communities, wie der IT-Branche, stärker vernetzt werden. Mit der Bioinformatik ist hier eine wichtige Disziplin bereits etabliert worden – vor allem in Leipzig, Berlin und Dresden, aber auch in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt und in der Metropolregion Berlin hat sich ein starker und gründungsauffiner IT-Sektor entwickelt. Hier lassen sich unter anderem durch die stärkere Nutzung künstlicher Intelligenz deutliche Innovationssprünge erwarten. Start-up-Zentren und Wissenschaftsparks bieten eine Infrastruktur, die von neu gegründeten oder jungen Unternehmen genutzt werden kann; gleiches gilt für transferorientierte Cluster-Strukturen insbesondere in der Hauptstadtregion. Wesentliches Ziel bleibt, „kritische Massen“ zu erzeugen, in denen Forschung, Transfer, Kommerzialisierung Hand in Hand gehen können. Dies bildet wiederum die Voraussetzung, hochwertige Produktion und die Anwendung von Spitzentechnologien in Ostdeutschland zu ermöglichen.

Im Bereich **optische Technologien und Mikrosystemtechnik** besteht die größte Herausforderung darin, dass die technologiespezifische Wertschöpfungstiefe in Ostdeutschland erhöht wird. Vor allem dank der Technologiezentren Dresden (Silicon Saxony) und Jena bestehen exzellente Wissensbestände auch an den Schnittstellen zur Mikroelektronik, die noch zu wenig in Unternehmen umgesetzt werden. Ein oder mehrere starke industrielle Player mit hohen Forschungsambitionen wären notwendig, um die Perspektiven Deutschlands und Europas als Produzenten in diesen dynamischen und technologisch eng vernetzten Technologiebereichen zu erhöhen. Die aktuell ansässige Produktion birgt die Gefahr, dass Deutschland durch weitere Krisen am Weltmarkt, den Chipmangel und andere technologische Abhängigkeiten in seiner industriellen Leistungskraft stark geschwächt wird. Dies kann durch die Attraktion ausländischer Investitionen und den Aufbau einheimischer Unternehmen gelingen.¹¹ Die Expertinnen und Experten sehen Ostdeutschland hierbei gut positioniert, um hierzu entscheidende Beiträge zu leisten. So stellt Sachsen bereits heute den größten Mikroelektronik-/IKT-Standort Europas dar, den es im Zuge europäischer Strategien zum Aufbau von Halbleiterproduktionskapazitäten auszubauen gilt. Gerade kleinere Standorte wie Jena (zahlreiche Hersteller photonischer Komponenten) oder Erfurt (X-Fab) leiden derzeit allerdings unter einem geringeren Bekanntheitsgrad.

Sachsen stellt heute den größten Mikroelektronik-/IKT-Standort Europas dar, den es im Zuge europäischer Strategien zum Aufbau von Halbleiterproduktionskapazitäten auszubauen gilt.

Der Zustand der Datennetze darf 2036 zudem kein hindernder Faktor mehr sein, sondern es muss Ziel sein, Verbindungen mit den höchsten Geschwindigkeiten bereitstellen. Dem Infrastrukturausbau kommt damit eine herausgehobene Bedeutung zu. Begleitend sollten Ansiedlungsbemühungen für starke IT-Unternehmen erfolgen und darauf hingewirkt werden, dass Fachkräfte in technologiespezifischem Produktions- und Fertigungs-Know-how qualifiziert werden, Berufsbilder zukunftsgerecht angepasst werden und bereits in den Schulen der MINT-Bereich gestärkt wird.

¹¹ Die Ankündigung von Intel, in Magdeburg eine Chipfabrik aufzubauen, wurde einen Monat vor Fertigstellung dieser Studie verkündet.

Mit der Ansiedlung großer Industrieunternehmen kann ein Umfeld geschaffen werden, in dem Start-ups entstehen und KMU Wachstumsperspektiven entwickeln können, sodass sich regionale Netzwerke bilden, die nicht einfach in andere Regionen übertragen werden können. Dazu benötigen die Akteure auch eine berechenbare, vorausschauende Technologiepolitik, die durch innovationsorientierte Beschaffung die Nachfragesituation für neue Technologien sichert. Beispiele für bereits existierende Cluster- oder Netzwerkstrukturen gibt es in Ostdeutschland bereits (z. B. Mikroelektronik, Photonik, Leichtbau etc.)

Im Bereich **Energie** steht Ostdeutschland der Strukturwandel bevor. Dem zugrunde liegt der für das Jahr 2038 anvisierte Kohleausstieg, der potenziell mit hoher Arbeitslosigkeit und Abwanderung verbunden wird. Auf der anderen Seite bietet der Kohleausstieg gute Voraussetzungen für den Ausbau der Technologien im Energiebereich, da für die Gestaltung des Strukturwandels umfangreiche finanzielle Mittel bereitgestellt werden. Es ist davon auszugehen, dass sowohl die Wasserstoff- als auch die Batterieproduktion bis zum Jahr 2036 deutlich steigen werden. Grundvoraussetzung dafür ist der weitere Ausbau der digitalen Infrastruktur, der Stromnetze und die Erschließung der erneuerbaren Energien. Für KMU im Energiesektor eröffnen sich hier vielfältige Wachstumsmöglichkeiten. Diese Entwicklung kann entlang der gesamten Wertschöpfungskette erfolgen und bezieht bei der Anpassung und Weiterentwicklung der oben genannten Technologien auch handwerkliche Berufe und Know-how mit ein.

Es ist davon auszugehen, dass die industrielle Wasserstoffproduktion (Elektrolyse, aber auch grüner und türkiser Wasserstoff) bis zum Jahr 2036 in größerem Umfang am Markt etabliert ist. Gerade im Bereich Recycling und Second Life von Batterien stellen sich noch viele Forschungsfragen, die eine Intensivierung der FuE-Aktivitäten rechtfertigen. Insgesamt ist bis zum Jahr 2036 eine neue Generation an Batterien mit längeren Lebenszyklus zu erwarten. Als signifikante Hemmnisse auf dem Weg zum Zielbild werden bürokratische Hürden, starke Unterschiede der Energieinfrastruktur zwischen Stadt und Land, mangelnde private Finanzierung für Innovationsvorhaben und Markterschließung sowie eine aggressive Preispolitik von großen Konzernen gesehen.

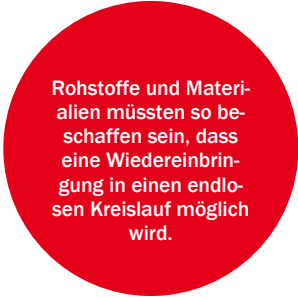
Bei der Energieversorgung ist eine Steigerung des CO₂-Preises zu erwarten. Für den Standort problematisch erweisen kann sich die Abhängigkeit Deutschlands von ausländischen Energielieferungen. Die entsprechenden Technologien zur Erzeugung von Energie, z. B. aus Photovoltaik-, Wind- und Wasserstoffanlagen sind vorhanden und werden zukünftig im Wirkungsgrad effizienter werden und zugleich im Preis sinken. Regionale und lokale Insellösungen können eine wichtige Rolle, z. B. beim Ausbau von „grünen Gewerbegebieten“, spielen. Derzeit zeichnet sich ab, dass in zehn bis 15 Jahren 60 % der Industriegebiete „grün“ sein könnten, d. h. mindestens eine CO₂-freie oder sogar CO₂-negative Energiebilanz aufweisen werden. Eine entsprechende Ausgestaltung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) sowie die Neuverhandlung der in Kürze auslaufenden kommunalen Konzessionsverträge mit den Netzbetreibern auf eine feste Quote an erneuerbaren Energien, könnten hier weitere Treiber sein.

Querschnittsaspekte von Wasserstoff

Grüner Wasserstoff bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten in den Technologiefeldern „Energie“, „Mobilität“ und unterschiedlichen industriellen Anwendungen. Die Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung unterstreicht die Möglichkeiten für die CO₂-

Reduktion in Industrie und Verkehr. Die Regionen an der Ostseeküste bieten hohes Potenzial zur Wasserstoffproduktion und mit dem Hafen Rostock sowie Gasverbindungen nach Tschechien und Polen wäre Deutschland ein möglicher Energieknotenpunkt. Trotz der hohen notwendigen Investitionen für den weiteren Ausbau der Infrastruktur (Generierung, Speicherung, Verteilung) sind gute Ausgangsbedingungen für die Anwendung auch z. B. durch die Gründung des Wasserstoffzentrums HIC in Chemnitz gegeben, welches im Verbund mit Forschungsinstituten und der Automobilindustrie Antriebstechnologien entwickeln möchte. **Das Beispiel verdeutlicht, dass die Entwicklung, Förderung und Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Schlüsseltechnologien nicht isoliert betrachtet werden dürfen, sondern nur im systemischen Zusammenspiel von guter Infrastruktur, gut ausgebildeten Arbeitskräften und der Kooperation von Wirtschaft, Politik und Gesellschaft gelingen kann.**

Hinsichtlich **ressourcensparender Technologien** ergeben sich mehrere Entwicklungspfade, die seitens der Expertinnen und Experten vorgeschlagen wurden. Beim Recycling müssten Rohstoffe und Materialien so beschaffen sein, dass eine Wiedereinbringung in einen Kreislauf möglich wird. Dies gilt genauso für Baurohstoffe wie für Konsumgüter. Dies setzt voraus, dass Produzentinnen und Produzenten verpflichtet würden, die Bestandteile ihrer Güter zu katalogisieren und Vorgaben für ein fachgerechtes Recycling zu machen. Auch Technologien der künstlichen Intelligenz könnten mittels intelligenter Bilderfassung hier zukünftig zum Einsatz kommen.




Rohstoffe und Materialien müssten so beschaffen sein, dass eine Wiedereinbringung in einen endlosen Kreislauf möglich wird.

Im Bereich der neuen Materialien rücken Verpackungen immer weiter in den Blick, die insbesondere im Pharma-, Kosmetik- und Lebensmittelbereich für große Mengen an Abfall sorgen. Vonseiten der EU-Gesetzgebung werden hier Entwicklungen bei den Recyclingquoten erwartet. Unter ressourcensparenden Technologien ist die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft bei der Produktion neuer Lebensmittel und Proteinsysteme in die Überlegungen einzubeziehen. Eine vollständige Umstellung auf kunststofffreie Papierverpackungen bleibt fraglich, allerdings könnte zukünftig auf nachwachsende Rohstoffe zurückgegriffen werden (faserbasierte Materialien bei der Verpackungsherstellung). Für die Lausitz, mit ihren weitläufigen Freiflächen, könnten sich Möglichkeiten für nachhaltigen Anbau solcher Pflanzen ergeben. Auch der Einsatz und die Verbesserung des 3D-Drucks könnten zukünftig dazu beitragen, nachhaltigere Verpackungsmaterialien herzustellen und gleichzeitig widerstandsfähige Maschinenteile zu entwickeln, die in Produktionsanlagen verbaut werden können.

Hinsichtlich des Zielbilds im Bereich der **Intelligenten Produktion** spielt insbesondere die künstliche Intelligenz (KI) eine zentrale Rolle. Als wichtige Meilensteine der zukünftigen Entwicklung gelten hier der Ausbau der digitalen Infrastruktur, die Stärkung der KI-Kompetenzen in kleinen und mittleren Unternehmen sowie eine starke Vernetzung der Forschungslandschaft.

Der Ausbau der digitalen Infrastruktur, beispielsweise durch Initiativen regionaler Gigabit-Strategien (z. B. Berlin, Sachsen-Anhalt), die die Versorgung mit Glasfaserinternet bis 2025 sicherstellen sollen, gilt als Voraussetzung für eine Stärkung der Kapazitäten im Bereich der KI oder des IoT in Ostdeutschland. Dies würde einerseits den etablierten kleinen und mittleren Unternehmen zugutekommen, die dadurch in ihren Kompetenzen im Umgang und Einsatz mit neuen Technologien gestärkt werden. Für die Ansiedlung neuer Unternehmen stellt die digitale Infrastruktur einen zentralen Standortfaktor dar. Unternehmen mit intelligenter Produktion, wie z. B. der Automobilhersteller VW und BMW in Sachsen, Tesla in Brandenburg oder die geplante Fabrik des Chipherstellers Intel bei Magdeburg können dabei als Vorreiter eines neu entstehenden Industrie-4.0-Schwerpunkts in Ostdeutschland stehen.



Der Ausbau der digitalen Infrastruktur gilt als Voraussetzung für eine Stärkung der Kapazitäten im Bereich der KI oder des IoT in Ostdeutschland.

Problematisch wird dabei gesehen, dass sich zumeist weder Firmenzentralen noch FuE-Abteilungen in den ostdeutschen Ländern ansiedeln. Um qualifizierte Fachkräfte anzulocken und zu halten, sollten als weitere Meilensteine die Ansiedlung von Start-ups und Zulieferunternehmen in der Peripherie der Konzerne sichergestellt werden sowie die Attraktivität des ländlichen Raums gewährleistet sein. Die bereits gut aufgestellte Forschungs- und Hochschullandschaft in Ostdeutschland sollte überregional stark mit Cluster-Initiativen sowie Forschungs- und Transferinitiativen vernetzt sein. Ein nächster Schritt für den Ausbau der ostdeutschen Kapazitäten in der intelligenten Produktion ist die Ausarbeitung landesspezifischer KI-Strategien – dort sticht bisher nur der Freistaat Sachsen hervor – oder sogar einer KI-Gesamtstrategie für Ostdeutschland.

6.2 SWOT-Analyse Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland

Im Rahmen des Strategie-Workshops wurde mit den Expertinnen und Experten auch eine Betrachtung der Stärken, Schwächen, Chancen und Herausforderungen mit Blick auf die Anwendung der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland durchgeführt. Ziel war es, die Bottom-up-Perspektive der Technologie-Analysen und die Sicht der Anwenderinnen und Anwender einzufangen. Dadurch konnten die strukturellen Voraussetzungen in Ostdeutschland aus unterschiedlichen Perspektiven in der Analyse berücksichtigt werden.

Dabei wurde in allen Technologiefeldern die differenziert und gut ausgebaute Forschungslandschaft als **Stärke** Ostdeutschlands hervorgehoben. In den Bereichen der optischen Technologien und Mikrosystemtechnik sowie im Bereich der Energietechnologien wurde auch auf den gut etablierten, aber dennoch ausbaufähigen Transfer von der Forschung in die Praxis hingewiesen. Als weitere Stärke Ostdeutschlands wurde die zentrale Lage im Herzen Europas unterstrichen, die kurze Transportwege und gut entwickelte Absatzmärkte verspricht. Im Unterschied zum Westen Deutschlands kommt dazu der Vorteil, dass ein verhältnismäßig großes Freiflächenpotenzial vorhanden ist, sodass sich große Produktionsstätten ansiedeln können. Weitere Stärken wurden im technologiefeldspezifischen Kontext genannt. Die optischen Technologien und Mikrosystemtechnik stützen sich auf einen seit Langem bestehenden technologischen Entwicklungspfad in Ostdeutschland. Insbesondere der Raum Dresden gehört hier mit seinen Unternehmen zu den Weltmarktführern. Entsprechend liegt eine hohe fachliche Kompetenz vor, und in Kombination mit den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen steht ein großer Pool an hochqualifizierten Fachkräften zur Verfügung. Die bestehenden Kompetenzen werden auch im Bereich der Mobilität als Stärke angesehen. Weiterhin wird die Ansiedlung des Clusters Batterietechnologie (vgl. Entwicklungspfad) als Stärke sowohl im Bereich der Mobilität als auch im Bereich der Energie angesehen. Im Technologiefeld Gesundheit bestehen ebenfalls gut entwickelte

Cluster aus Forschungseinrichtungen, Hochschulen und forschenden KMU. Dabei wurde zum einen die Region Berlin-Brandenburg genannt mit der Charité – Universitätsmedizin Berlin als Leuchtturm und dem Wissenschaftspark in Berlin-Buch sowie die Start-up-Zentren in der Region Dresden, Leipzig. Diese starken Cluster sind es auch, die in einigen Ballungsräumen der neuen Bundesländer Wachstumsinseln erzeugt haben, in deren Folge auch die demografische Situation deutlich entspannter ist als in strukturschwachen Regionen. Dies ist insofern für die Bedeutung der Schlüsseltechnologien relevant, da offenkundig leistungsfähige Standorte Fachkräfte anziehen und damit dem übergeordneten Trend eines Fachkräftemangels entgegenwirken.

Auch hinsichtlich der **Schwächen** gab es technologiefeldübergreifende Gemeinsamkeiten. Dabei wurde die große Diskrepanz zwischen Stadt und Land sowie der nach wie vor unzureichende Ausbau der digitalen Infrastruktur von nahezu allen Expertinnen und Experten genannt. Auch das Fehlen von Hauptsitzen forschender Großunternehmen und der damit einhergehende Mangel an Kapital wurde in allen Bereichen als Schwäche identifiziert. Dies führt zu geringen privaten Investitionen in Forschung und Entwicklung, sodass die in Ostdeutschland ansässigen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sich oftmals mit Unternehmen außerhalb Ostdeutschlands vernetzen und Verwertungswege beschreiten. Unterschiede in der Unternehmenslandschaft der Technologiefelder gibt es dennoch. Im Energiebereich sind Konzernstrukturen klar definiert, wohingegen im Bereich Mobilität das Problem eher an fehlenden Stammwerken der Automobilkonzerne festgemacht wird; im Bereich der Gesundheit fehlt es insgesamt an großen Spitzenunternehmen. So wird in den meisten Schlüsseltechnologien in den ostdeutschen Ländern keine ausreichend große kritische Masse erreicht.

Hinsichtlich der Stadt-Land-Diskrepanz wird die Veränderung der ländlichen Regionen als branchenübergreifende **Chance** begriffen. Die Entstehung neuer Arbeitszeitmodelle und die Flexibilisierung der Arbeitsorte im Zuge der COVID-19-Pandemie werten ländliche Regionen, auch in Ostdeutschland, stark auf. Auch die Abwanderung der Arbeitskräfte scheint sich in den meisten Branchen mittlerweile abzuschwächen. So ist zumindest der Wanderungssaldo zwischen Ost- und Westdeutschland nahezu ausgeglichen. Aufbauend auf den bestehenden Stärken der Region wurde als weitere Chance die Überführung traditioneller Kompetenzen in Zukunftsbranchen genannt, z. B. in der Mikroelektronik in Dresden oder am Chemiestandort Leuna. Die dort bestehende Expertise, ausgezeichnete Forschung sowie gut ausgebildete Arbeitskräfte bilden ein gutes Fundament, um in den zukünftigen Schlüsselbranchen eine entscheidende Rolle zu spielen. Dass im Rahmen des Strukturwandels in den Braunkohlerevieren die Diversifizierung der Wirtschaftsstruktur gefördert werden soll, wird hierbei auch als Chance für erfolgreiche Prozesse der Regionalentwicklung verstanden. Insgesamt wurde Ostdeutschland als attraktiver Standort für Ansiedlungen gesehen. Für die Nutzung dieser Standortvorteile benötigt es aus Expertensicht auch eine länderübergreifende Verzahnung der leistungsfähigsten Akteurinnen und Akteure zur Erhöhung der Sichtbarkeit und damit zur Steigerung der Attraktivität gegenüber ausländischen oder westdeutschen Investoren. Als interessante Zukunftsbranchen wurden beispielsweise im Bereich Mobilität das Batterierecycling, die Quantentechnologie, Brennstoffzellenentwicklung sowie die Materialentwicklung unter Verzicht auf kritische Rohstoffe genannt. Hier gibt es derzeit noch „Windows of Opportunities“, welche zur Entstehung von „eigenen“ Start-ups sehr gut geeignet sind. Die Ansiedlung der großen Batteriefabriken könnte in diesem Feld Ausgangspunkt für die Entstehung großer Cluster werden.

Abbildung 60: Ergebnisse der SWOT-Analysen für die Schlüsseltechnologien in OstDE

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> • Forschungslandschaft • Zentrale Lage in Europa mit Flächenpotenzial • Bedeutende Cluster im Bereich Mikroelektronik (DD), Optik/Photonik (J), Batterie (BB), Life Sciences (B/L) • Gründerszene B / L / DD • Hohe Zuwanderung in einzelnen Wachstumsinseln 	<ul style="list-style-type: none"> • Große Unterschiede zwischen Stadt und Land (Infrastruktur, Demografie, Offenheit) • Fehlendes privates Kapital für Gründungen und FuE • Fehlende Hauptsitze, forschende Großunternehmen • Starke Forschung wird nicht durch lokale KMU, sondern an anderen Orten verwertet • Geringe Vertretung ostdeutscher Interessen in Bundespolitik • Kritische Masse nicht erreicht
<ul style="list-style-type: none"> • Ausgeglichener Wanderungssaldo zwischen Ost und West • Nutzung von „Windows of opportunities“ in neuen Branchen (Batterie-, Quanten-, Wasserstofftechnologie) • Renaissance traditioneller Industriezweige (z.B. Bioökonomie) • Strukturwandel als Chance • Attraktiver Standort für Ansiedlungen • Bundesländerübergreifende Verzahnung der Stärken 	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere Polarisierung der Gesellschaft und Regionen • Demografische Entwicklung führt zu Fachkräftemangel • Image der neuen Bundesländer schreckt ausländische Fachkräfte ab • Gefahr, dass Osten „aufgegeben wird“ • Abhängigkeit von USA / China in Schlüsseltechnologien • Abwanderung von Gründungen nach Westdeutschland / Ausland
Chancen	Herausforderungen

Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG 2021

Die **Herausforderungen** sind hingegen vor allem struktureller und sozialer Natur. Die bereits oben ausgeführte Stadt-Land-Diskrepanz, der fehlende Ausbau der digitalen Infrastruktur, die demografische Entwicklung und die daraus resultierende Polarisierung der Gesellschaft und Regionen führen an vielen Orten nicht nur zu einer eingeschränkten Attraktivität, sondern auch zu einer eingeschränkten Wettbewerbsfähigkeit. Diese äußern sich in Fachkräftemangel, einem negativen Image gegenüber Investorinnen und Investoren, das darüber hinaus geprägt wird von einem Bild einer unzureichend entwickelten Infrastruktur. Besonders der Fachkräftemangel kann sich im Hinblick auf Entscheidungen zu Ansiedlungen oder Gründungen als gravierender Mangel im

Hinblick auf die Entwicklung von Schlüsseltechnologien erweisen. Die gesellschaftliche Polarisierung und Fremdenfeindlichkeit prägen auch heute noch das Image Ostdeutschlands im Ausland. Dies schränkt die Anwerbung und den Verbleib von hochqualifizierten Forschenden und Fachkräften in den ostdeutschen Ländern ein. Werden diese sozialen Probleme und das daraus resultierende Image nicht behoben, sehen einige Expertinnen und Experten die Gefahr, dass „der Osten aufgegeben“ wird, sobald politische Förderung nicht die erwünschten Effekte mit sich bringt. Dass die USA und China in einzelnen Technologiebereichen als dominierende Treiber von technischen Entwicklungen und als Plattformbetreiber eine marktbeherrschende Stellung innehaben, schränkt die Entwicklungsmöglichkeiten Ostdeutschlands bei einzelnen Schlüsseltechnologien stark ein. Als weitere Herausforderungen werden im Bereich der Mobilität die Abhängigkeit von kritischen Rohstoffen gesehen.

7 Denkanstöße: Lessons Learned aus anderen Regionen und mögliche Handlungsfelder für die Politik in Ostdeutschland

Die Untersuchung von Fallbeispielen aus anderen Regionen, in denen Schlüsseltechnologien erfolgreich gefördert wurden, können Ansatzpunkte für eine Förderung der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland liefern. Diese Beispiele liefern keine kopierfähige Blaupause zur Förderung in Ostdeutschland, weil die Grundvoraussetzungen je nach Verfasstheit des Innovationssystems unterschiedlich sind. Der Blick in andere Regionen ermöglicht dennoch, dass Förderansätze, die sich bewährt haben, hinsichtlich ihrer Erfolgsmerkmale analysiert werden. In den weiteren Überlegungen ist zu prüfen, ob diese an die Realität in Ostdeutschland angepasst werden und somit wertvolle Impulse für die Politik beinhalten können.

Die Ergebnisse aus den Fallstudien wurden in einem Expertenhearing mit elf Vertreterinnen und Vertretern aus der Wirtschafts-, Regional- und Innovationsförderpolitik aus dem Bund und ostdeutschen Ländern diskutiert. Auf Basis dessen wurden Handlungsempfehlungen für eine schlüsseltechnologiegetriebene Regionalentwicklung abgeleitet. In den Workshops mit Vertreterinnen und Vertretern aus Forschung und Wirtschaft wurden mit **Gründungen, Wissens- und Technologietransfer und Ansiedlungen drei Handlungsfelder** identifiziert, welche sich zur Förderung der Wirtschaftsentwicklung durch Schlüsseltechnologien eignen.

7.1 Lessons Learned aus Fallbeispielen anderer Regionen

Zur Sammlung von Ideen aus Regionen, welche durch die Förderung von Schlüsseltechnologien wirtschaftlich erfolgreiche Entwicklungen vollzogen haben oder vollziehen, wurden neun Fallstudien durchgeführt, welche in ausführlicher Form in Anlage E zu finden sind. Tabelle 19 zeigt auf, welche Regionen hierzu ausgewählt wurden. In diesen Fallstudien wurden Erfolgsfaktoren, Barrieren und vor allem getroffene Maßnahmen identifiziert, durch welche es in diesen Regionen zu einer positiven Wirtschaftsentwicklung durch geförderte Schlüsseltechnologien kam. Hierbei wurde darauf geachtet, dass sowohl ländliche Regionen, Wissenschaftszentren als auch Ballungsräume ausgewählt wurden. Zudem wurde zu jedem Technologiefeld mindestens eine Fallstudie verfasst.

Tabelle 19: Übersicht über durchgeführte Fallstudien zur Ideensammlung

Technologiebereich	Region / Land: Schlüsseltechnologie
Energie	Ruhrgebiet (Deutschland): Wasserstoff
Intelligente Produktion	Sheffield (Großbritannien): Industrie 4.0 Odense (Dänemark): Automatisierung, Drohnen, Robotik
Mobilität	Nevada Gigafactory (USA): Batterietechnologie Israel: Autonomes Fahren
Optik & Mikrosystemtechnik	Hsinchu (Taiwan): Mikroelektronik
Ressourcensparende Technologien	Örnsköldsvik (Schweden): Bioökonomie
Technologien für die Gesundheit	Pittsburgh (USA): Biotechnologie Mainz (Deutschland): Biotechnologie

Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG 2021

Tabelle 20 zeigt für die drei Handlungsfelder auf, welche Lessons Learned bezüglich der verschiedenen Dimensionen gezogen werden können. Betrachtet man die **Good Practices der Akteursdimension** lässt sich zusammenfassen, dass **strukturbildende Akteurinnen und Akteure** für eine Schlüsseltechnologie-basierte Regionalentwicklung von entscheidender Bedeutung sind. Dies können Unternehmen sein (im Falle Ostdeutschlands beispielsweise Tesla oder Intel), serielle Entrepreneur*innen, Spitzenforschende und Business Angels. Es ist besonders wichtig, diese zu attrahieren und zu stärken, damit diese ihre Wirkung entfalten können und **Change Agents** werden können. Dies kann beispielsweise durch spezielle Infrastrukturen wie technologiespezifische Inkubatoren oder Demonstrationsanlagen gelingen oder durch die Stärkung der Kompetenzen einzelner Change Agents durch Ausbildung, Professionalisierung oder individuelle Förderung.

Tabelle 20: Lessons Learned aus ausgewählten Fallstudien: Akteursdimension

Akteurinnen und Akteure		
Gründungen	Wissens- und Technologietransfer	Ansiedlungen
Technologiespezifische Inkubatoren und Akzeleratoren (Pittsburgh, Ruhr)	Stärkung und Professionalisierung von Transfereinheiten (Taiwan, Israel)	Gezielte Ansiedlung von Hochtechnologie-Unternehmen für Know-how-Transfer (Taiwan)
Entrepreneure und Business Angels als Investorinnen und Investoren (Odense)	Demonstrationsanlagen zur Risikominimierung von KMU bei Technologie-nutzung und -erprobung (Ruhr, Taiwan, Israel)	Nicht nur auf Fabriken setzen, sondern auch auf FuE-Standorte (Israel)
Ansiedlung von Spitzenforschenden können zu großen wirtschaftlichen Auswirkungen führen (Mainz)		Aktive Vermarktung von Standorten an suchende Unternehmen (Nevada)

Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG 2021

Ein Blick auf die **Netzwerk-Dimension** (Tabelle 21) zeigt auf, dass die **Bildung von themenspezifischen Ökosystemen essenziell ist**, um Schlüsseltechnologien und darauf basierende Wirtschaftsentwicklung voranzubringen. Speziell das Zusammenspiel von Wissenschaft und Wirtschaft muss gestärkt werden – aber auch Gesellschaft und Politik haben eine unterstützende Funktion. **Durch die Konzentration auf bestimmte Themen können auch in weniger zentralen Regionen Agglomerationsvorteile entstehen.** Diese Ökosysteme können wirtschaftliche Impulse setzen, da sie Standortvorteile für Ansiedlungen und exzellente Bedingungen für Start-ups schaffen. Dazu ist es oftmals vonnöten, dass die lokale Fragmentierung von leistungsfähigen Akteurinnen und Akteuren gestoppt wird, um schlagkräftige Netzwerke entstehen zu lassen, welche auch nach außen hin als solche erkennbar sind.

Tabelle 21: Lessons Learned aus ausgewählten Fallstudien: Netzwerkdimension

Netzwerke		
Gründungen	Wissens- und Technologietransfer	Ansiedlungen
Test- und Demonstrationsanlagen als Grundlage für Start-up-Hubs und Kompetenznetzwerke (Ruhr)	Offene Modelle der Zusammenarbeit von Forschung und Wirtschaft (Sheffield)	Forschungsstärke als Standortvorteil nutzen (Sheffield)
Öffentlich kofinanzierte Ausgründungen aus zentralen FuE-Einrichtungen (Taiwan)	Zusammenschluss statt Konkurrenzkampf lokaler Universitäten (Pittsburgh)	Public-Private Partnerships zur Entwicklung von Industriegebieten (Nevada)
Starke themenspezifische Ökosysteme und Cluster rund um stark wachsende Unicorns (Mainz)	Statt Cluster-Wildwuchs Fusionierung zu schlagkräftigeren, sichtbaren Netzwerken (Odense)	
	Extraregionales Wissen nutzen, wenn lokal wenig Forschung vorhanden (Örnsköldsvik)	
	Starke intraregionale Netzwerke, die auch Politik und Gesellschaft einschließen (Örnsköldsvik)	

Tabelle 22 zeigt die institutionelle Dimension der verschiedenen Fallbeispiele auf, also inwiefern **politisch-strukturelle Rahmenbedingungen** die Entwicklung von Schlüsseltechnologien beförderten. Politische Akteurinnen und Akteure hatten in den betrachteten Regionen stets **eine strategisch bedeutende Funktion, welche durch langfristige Visionen getragen wurde**. Der öffentliche Sektor schafft vor allem durch langfristige und visionäre Investitionen und Strategien Handlungssicherheiten, welche gerade in den risikobehafteten Schlüsseltechnologien privatwirtschaftliche Investitionen und Forschung unterstützen. Die durch innovationsorientierte Beschaffung gestiegene Nachfrage nach Gütern, für die noch kein funktionierender Markt besteht, schafft zusätzliche Märkte und Anreize für Unternehmen. Sie galten als **befähigende Akteurinnen und Akteure**, welche bürokratische Hürden entfernen und die Rahmenbedingungen derart umgestalten, dass für wissenschaftliche und wirtschaftliche Akteurinnen und Akteure Anreize gesetzt wurden, so zu handeln, wie in der langfristigen Vision angedacht.

Tabelle 22: Lessons Learned aus ausgewählten Fallstudien: Institutionelle Dimension

Politisch-strukturelle Rahmenbedingungen		
Gründungen	Wissens- und Technologietransfer	Ansiedlungen
Starke Nachfrage durch den Staat (Israel)	Langfristige Visionen der Technologieentwicklung (Taiwan, Odense)	Technologiespezifische Infrastrukturen als Standortvorteil verstehen und nutzen (Ruhr)
Starke, gut ausgestattete VC-Fonds (Israel)	Starke Transferorientierung der AuF und Hochschulen durch Anreizsetzung (Israel)	Steuerliche Vergünstigungen und Anreize (Taiwan, Nevada)
Gründungskultur kultivieren (Israel)		Agile Bürokratie, vorgenehmigte Gewerbeflächen (Nevada)
Öffentliche Forschungsförderung als wichtiges Standbein der Start-up-Entwicklung neben privatem Kapital (Mainz)		Attraktivität von Regionen steigern, um Fachkräfteverfügbarkeit sicher zu stellen (Pittsburgh)
		Langfristige Sicherung von Industrie- flächen (Nevada)

7.2 Handlungsfelder zur Stärkung der Wirtschaftsentwicklung in den neuen Bundesländern durch Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland

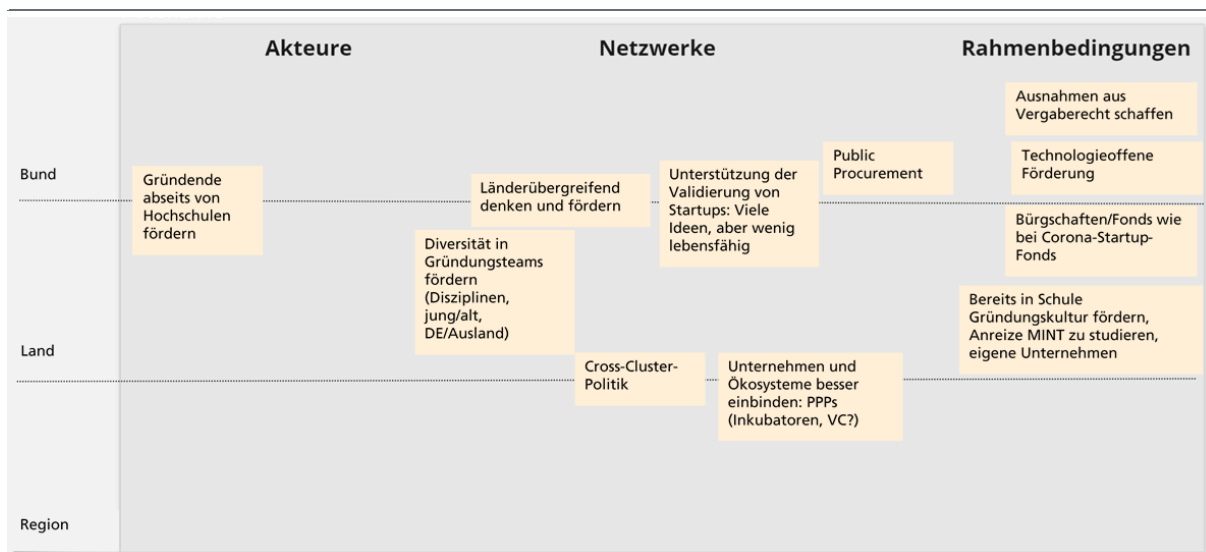
Die im vorherigen Kapitel aufgezeigten Good Practices zur Förderung von Schlüsseltechnologien können als Inspiration dienen, sollten aber erst nach ausführlicher Diskussion und Validierung mit Expertinnen und Experten der Innovations-, Wirtschafts- und Regionalpolitik in Handlungsempfehlungen überführt werden.

Zusätzlich zu den Ideen aus den Fallbeispielen dienten die in den vorherigen Workshops identifizierten Herausforderungen, Potenziale und Wünsche von Forschenden und Wirtschaftsvertreterinnen und -vertretern als Diskussionsgrundlage.

7.2.1 Handlungsfeld 1: Gründungsförderung

Abbildung 61 zeigt, dass die Förderung von Gründungen in Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland vor allem eine Verbesserung politisch-struktureller Rahmenbedingungen auf Bundes- und Länderebene bedingt.

Abbildung 61: Handlungsempfehlungen zur Förderung von Gründungen in Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG 2021

Akteursdimension: Diversität von Gründenden beachten

Bei Gründenden kann es sich um **Change Agents** handeln, welche mit ihrer Gründungsidee viel für die Region bewegen können und möchten. Diese Zielgruppe gilt es entsprechend zu **motivieren**, zu **unterstützen** und zu **befähigen**, wie in den Fallbeispielen gezeigt. Das Bild von Gründenden ist dabei fokussiert auf junge Hochschulabsolventinnen und -absolventen, die aus ihren Forschungsergebnissen eine Unternehmensidee generieren. Dabei wird oftmals übersehen, dass auch ältere Mitarbeitende und Forschende aus ihren Erfahrungen Ideen für neue Produkte und Dienstleistungen und somit für Wertschöpfung in eigenen Unternehmen erschaffen. Vor allem angesichts der demografischen Entwicklung in Ostdeutschland bestehen große Potenziale darin, **ältere Gründungsinteressierte** zu identifizieren und sie zu befähigen, ihre Ideen umzusetzen. Dieses Potenzial an Gründungspersonen ist bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Abgesehen von einer Altersdiversität, liegt auch ein großes Potenzial darin, **Frauen und Menschen mit Migrationshintergrund** in ihren Gründungsideen zu fördern und zu unterstützen. Es können zudem auch in Hightech-Gründungen nicht nur ökonomische Motive zu einer Unternehmensgründung führen. Die Expertinnen und Experten beobachteten, dass immer häufiger das Motiv „Nachhaltigkeit fördern“ grundlegend für die Gründungsentscheidung ist.

Netzwerkdimension: Offenheit und Vernetzung zwischen Technologien und Regionen fördern

Bei Gründenden handelt es sich um Personen, welche das Risiko einer Unternehmensgründung selten allein eingehen. Oftmals handelt es sich um Gründungsteams, die eine Mischung verschiedener Kompetenzen in das Unternehmen einbringen. Im Rahmen einer **cross-sektoralen (Cluster-)Politik** ließen sich diese diversen Teams begünstigen und stärken, wodurch radikale neue, innovative Gründungen aus der Kombination von Wissen aus unterschiedlichen Domänen entstehen können. Wichtig ist auch für die Weiterentwicklung von neuen Unternehmen, dass diese **mit etablierten Unternehmen in Kontakt** gebracht werden, da hieraus Geschäftsbeziehungen und Beteiligungen erwachsen können. Da die meisten Großunternehmen in Deutschland ihren Sitz in Westdeutschland haben, besteht hier ein eindeutiges Defizit. Nicht nur deswegen ist es nötig, **länderübergreifende und auch internationale Beziehungen** zu fördern. Vor allem der Zugang zu Wagniskapital ist oft nur mit ausländischen Investitionen machbar. Hierbei ist zu beachten, dass die Gründungen nicht aus dem angestammten Ökosystem abwandern.

Institutionelle Dimension: Wagnis soll Schule und Finanzpolitik machen

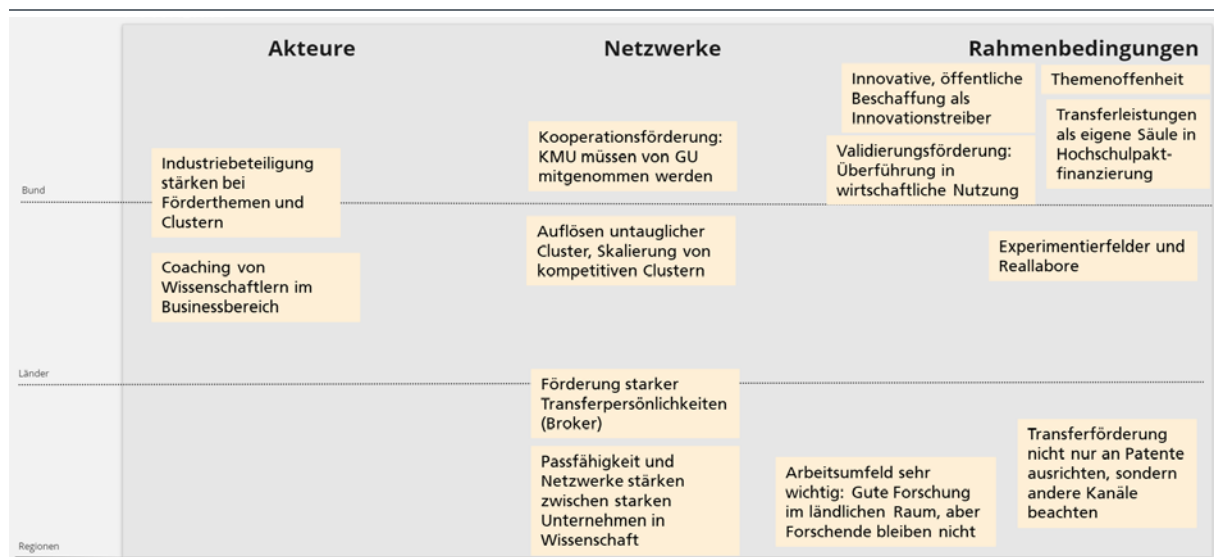
Ein großes Problem der ostdeutschen Gründungsförderung ist zugleich ein nationales, wenn nicht sogar europäisches Problem: Der **Zugang zu privatem Wagniskapital** ist vor allem in der Skalierungsphase essenziell für das Überleben und Gedeihen von Start-ups. Daher sollten nicht nur die Gründungsidee und die ersten Seed-Phasen gefördert und unterstützt werden, sondern Mittel und Instrumente zur Skalierung der jungen Unternehmen bereitgestellt werden. Ein Teil dessen sollte auch die Förderung der Validierung von Gründungskonzepten dienen, sodass die Tauglichkeit von Konzepten früh geprüft wird. Durch die Förderung der Skalierung von Start-ups wird die Chance erhöht, dass in zehn bis 20 Jahren Grundlagen für die Bildung von (mittelständischen) Unternehmen in Ostdeutschland entstehen, welche in der Breite Beschäftigung und Wertschöpfung erzeugen.

Dazu sollten auch die **Rahmenbedingungen der Gründungsförderung** selbst überdacht werden. Die Expertinnen und Experten attestierten, dass es ein Förderdickicht gibt, welches starre Bürokratien erzeugt. Durch eine **stärkere Einbindung von Unternehmen in Gründungsökosysteme** im Rahmen von Public-Private Partnerships kann das Angebot entschlackt und unternehmensfreundlicher gestaltet werden. Es ist in vielen Regionen zu sehen, dass Großunternehmen sich durch eigene Akzeleratoren an der Förderung von Start-ups beteiligen. Die Expertinnen und Experten wünschten sich zudem eine Entbürokratisierung der Förderung. Der Freistaat Sachsen hat außerdem durch seinen Corona Startup-Hilfsfonds (CHS) aufgezeigt, dass auch im Rahmen des Beihilferechts eine direkte, unbürokratische Unterstützung von Start-ups erfolgen kann. Schließlich sei es auch geraten, **bereits in Schulen und Universitäten** für ein positives Bild des Unternehmers zu sensibilisieren. Dadurch könne sich eine Gründungskultur etablieren, in welcher Risiken und Wagnisse eingegangen werden.

7.2.2 Handlungsfeld 2: Wissens- und Technologietransfer

Die Übersetzung der Forschungsstärken Ostdeutschlands in Wertschöpfung vor Ort wird durch eine schwache einheimische Unternehmensstruktur gehemmt. Dementsprechend sind – besonders auf regionaler Ebene und bezüglich der Netzwerkdimension – Maßnahmen zu treffen, um den Wissens- und Technologietransfer zu stärken.

Abbildung 62: Handlungsempfehlungen zur Förderung des Wissens- und Technologietransfers in den Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG 2021

Akteursdimension: Beteiligung von KMU an Transfer erhöhen

Als ein Leitmotiv kann dabei die Zusammenführung von Akteursgruppen aus Wissenschaft und Industrie, insbesondere die **Miteinbeziehung von KMU** gesehen werden. Gerade letzteres wird in Ostdeutschland zum Teil als Problem betrachtet. Hier hat sich die Verbundforschung als Instrument der Erschließung neuer Kooperationsbeziehungen in der Forschung bewährt. Diskutiert wurde eine stärkere Einbindung von kleinen und mittelständischen Unternehmen durch striktere Vorgaben in der Ausgestaltung von Konsortien. Auf Seiten der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist ebenfalls Unterstützung notwendig – so wünschen sich die Expertinnen und Experten ein **besseres Coaching von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den Hochschulen zu unternehmensrelevanten Themen**.

Netzwerkdimension: Performante Broker schaffen und skalieren

Im Bereich Kooperation und Netzwerke schien für alle Beteiligten der Mensch im Mittelpunkt zu stehen. Transfer gelänge nur durch treibende und wirkstarke Broker, die proaktiv Akteurinnen und Akteure in beiden Sphären anregen und zusammenbringen. Solche **starken Transferpersönlichkeiten könnten pilothaft in Ostdeutschland unterstützt und gefördert** werden. Auf jeden Fall müssten Transferstellen stärker gecoacht und professionalisiert werden. Weiterhin wurde ange-regt, sich nach und nach auch von nicht-performanten Netzwerkstrukturen zu lösen und sich **auf solche zu fokussieren, die einen messbaren Output liefern**. Dabei können auch bestehende, sich eignende Verbände und Cluster fusioniert und hochskaliert werden.

Institutionelle Dimension: Stärkere Anreize und Möglichkeiten für Transfer in der Forschung schaffen

Der Transfer von Forschungsergebnissen ist im wissenschaftlichen Anreiz- und Karrieresystem nur wenig verankert. Deshalb sollte **Transfer als messbare Leistungsgröße und Faktor in die**

Hochschulpaktfianzierung eingeführt werden. Das israelische Beispiel (siehe Anlage E) zeigt, dass eine Verwurzelung von Transferaktivitäten in der Finanzierungsstruktur von Forschungseinrichtungen klare Anreize setzen, Transferorganisationen zu professionalisieren und mit größeren Ressourcen zu versehen.

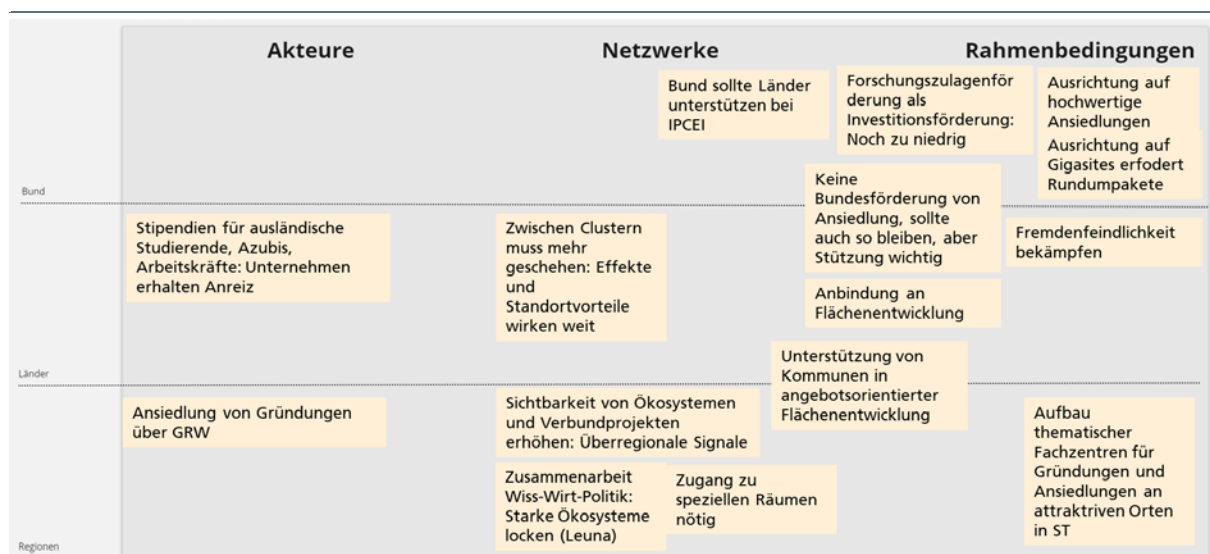
Dort wo Netzwerke und eigenständig agierende Transferstrukturen fehlen, erscheint Transfer als ein bürokratisierter Prozess. Die Expertinnen und Experten sehen zu wenig Handlungsspielraum in den Förderrichtlinien, in den Zulassungsverfahren und Hindernisse im Beihilfe- und Vergaberecht, welche den Übergang von der Forschung zur Verwertung einschränken. Hier wird eine **Entbürokratisierung und nicht zuletzt eine Themenoffenheit** gefordert, um schnell und flexibel auf technologische Trends eingehen zu können. Neben der **Einrichtung von Reallaboren und Experimentierfeldern** sowie rechtlichen Rahmenbedingungen, die ein solches „Experimentieren“ ermöglichen, soll für einen offenen Transferdiskurs bereits frühzeitig bei der nachfolgenden Generation sensibilisiert werden.

Der Staat kann darüber hinaus durch **innovative, öffentliche Beschaffung** Nachfrage nach Schlüsseltechnologien erzeugen, Märkte kreieren und sichern. Funktionale Leistungsbeschreibungen und Innovationspartnerschaften dienen hier als nützliches Instrument um den Transfer zu steuern.

7.2.3 Handlungsfeld 3: Ansiedlungen

Die Ausweitung der ostdeutschen Wachstumsinseln durch **Ansiedlung von produzierenden Großunternehmen der Hightech-Branchen** kann den ländlichen Raum erschließen und stabilisieren. Dies ist in Ansätzen bereits zu erkennen, z. B. anhand der Batteriefertigung im Umland von Berlin (Tesla Grünheide) oder Erfurt (CATL Arnstadt), der Solarfertigung bei Berlin (Oxford Photovoltaics, Brandenburg a. d. Havel) oder in Leipzig (Meyer Burger, Bitterfeld).

Abbildung 63: Handlungsempfehlungen zur Förderung von Ansiedlungen in Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern



Akteursdimension: Qualitativ hochwertige Giga-Ansiedlungen erfordern höchste Standortansprüche

Die Expertinnen und Experten waren sich darin einig, dass sich ein **Epochenwandel** vollzogen hat im Ansiedlungsgeschäft: Früher gab es zu wenige Anfragen und die Länder fokussierten sich in der Ansiedlung auf einfache Produktionsstandorte und damit überwiegend gering bezahlte Arbeitsplätze. Heute ist Ostdeutschland in einer verbesserten Position, sich auch um attraktive, technologieintensive Ansiedlungsanfragen erfolgreich zu behaupten. Es sollten deswegen vor allem hochwertige Produktionsanlagen und Dienstleistungsunternehmen angeworben werden, um auch hochwertige Arbeitsplätze schaffen. Zur Vermeidung von Zweigwerksökonomien sollte dabei beachtet werden, dass auch Forschungszentren oder -abteilungen angesiedelt werden und nicht nur reine Produktionsstätten.

In den letzten Jahren ist zudem ein Trend zu „**Giga-Sites**“, enorm großen Ansiedlungsprojekten in den Schlüsseltechnologien, wie Tesla oder Intel zu erkennen. Zur Erfüllung der Ansprüche dieser großen Investitionen sind mindestens 300 ha Vorsorgefläche nötig sowie ein Zugang zu zahlreichen Fachkräften, einer gut ausgebauten Infrastruktur und (vermehrt) grüner Energieversorgung.

Wichtige Akteurinnen und Akteure in der Attrahierung von Ansiedlungen sind die **Fachkräfte**. Die Präsenz von Hochschulen und einer dynamischen Demographie wirkt als deutlicher Standortvorteil, da er angesiedelten Unternehmen einen Zugang zu wertvollem Humankapital verspricht. **Infrastrukturinvestitionen** sind hierbei nötig, um die Erreichbarkeit von Ansiedlungsflächen zu gewährleisten. Infrastrukturell gibt es vereinzelt Lücken, die noch zu schließen sind, um leistungsfähige Wissenschaftsstandorte mit den zentralen Marktakteurinnen und -akteuren zu vernetzen. Beispielsweise verfügen die Groß- oder Universitätsstädte Chemnitz und Jena nicht bzw. nur vereinzelt über ICE-Anbindungen.

Netzwerkdimension: Starke Ökosysteme sind starke Standorte

Auf Bundesebene wird von den Expertinnen und Experten gefordert, dass es **mehr länderübergreifende Initiativen** gibt, in denen die Kompetenzen und Vermarktung gebündelt werden, so dass der Standort Ostdeutschland für ausländische Investorinnen und Investoren attraktiv ist. Die Ausstrahlung von Labels wie Silicon Saxony strahle über die Ländergrenzen hinaus. Zudem zeigt sich anhand der Fallbeispiele und der Berichte der Expertinnen und Experten, dass die **Zusammenarbeit von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik in funktionierenden Ökosystemen klare Standortvorteile erzeugt**, welche von Investorinnen und Investoren beachtet und goutiert werden. Thematische Fachzentren, in denen technologiespezifische Ansiedlungen und Gründungen zusammenkommen, wirken attraktiv. So könnte vor allem die Knappheit von Reinraum- oder Laborräumen verringert werden.

Institutionelle Dimension: Standortvorteile durch Unterstützung von Forschung, Flächenentwicklung & Fachkräften

Je stärker auch Forschungszentren Teil der Investorenwerbung werden, desto stärker ist auch die **Forschungsförderung als Standortvorteil** relevant. Die Organisation der Investorenwerbung und der Ansiedlungsförderung wird explizit auf der Länderebene verortet, was insgesamt als positiv angesehen wird. Gleichzeitig wünschen sich die ostdeutschen Länder auch eine **stärkere Unterstützung des Bundes in Programmen wie IPCEI**.

Es wurde empfohlen, dass die Länder eine **angebotsorientierte Flächenentwicklung** unterstützen sollten. Hierbei sind insbesondere die Kommunen zu unterstützen, um die Bedarfe von

Großinvestorinnen und -investoren zu erfüllen und entsprechende Flächen auszuweisen. Die Ansiedlungsprojekte und Ausweisungsprozesse seien so komplex, dass sie diese allein nicht stemmen können. Auch um Investoren anzuziehen, sei die Schaffung von „vorgenehmigten“, schlüsselfertigen Industrie- und Gewerbeflächen anzustreben, da Investorinnen und Investoren ohne diese Sicherheiten eine Ansiedlung nicht in Erwägung ziehen würden.

Einigkeit bestand zudem darin, dass einige strukturschwache Regionen Ostdeutschlands es schwer haben werden, Ansiedlungen zu attrahieren. Der **stärkste Faktor sei hierbei die Fachkräfteverfügbarkeit** und das schlechte Standortimage durch fremdenfeindliche Vorfälle. In den strukturschwachen Regionen müsste die Spirale aus infrastrukturellen Defiziten, Abwanderung und gesellschaftlicher Frustration gestoppt werden. Die Attraktivität und der Lebensstandard einer Region ist essenziell, um die Arbeitskräfteverfügbarkeit zu erlangen.

8 Handlungsempfehlungen

Die Förderung der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland kann nicht auf der Grundlage einer „One size fits all“-Politik geschehen. Dafür sind sowohl die Forschungs- und die Anwendungsschwerpunkte der einzelnen Schlüsseltechnologien als auch die regionalen Voraussetzungen zu unterschiedlich. Manche Technologien sind bereits gut in Ostdeutschland vertreten und bieten somit eine gute Ausgangsbasis für weitere zielgerichtete Aktivitäten (Mikroelektronik, Photonik, Biotechnologie), andere Technologien sind hingegen weiter von der Anwendung entfernt und haben weniger Anknüpfungspunkte in der Akteurslandschaft (Quantentechnologie, Blockchain, Robotik) (siehe untenstehende Empfehlungen 1.-3.).

Es sind aber nicht nur technologische Aspekte, die adressiert werden müssen, sondern auch regional- und gesellschaftspolitische Rahmenbedingungen. Regionen, die sich in der Nähe von Wachstumspolen befinden (Dresden, Berlin, ggf. nun Magdeburg) können von der Ausstrahlung profitieren und ein Umfeld für die Ansiedlung von Zulieferunternehmen oder Dienstleistern schaffen. In anderen Regionen Ostdeutschlands sind hingegen keine oder nur sehr vereinzelt Akteurinnen und Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft zu finden, sodass dort sowohl Wachstumskerne als auch die kritische Masse fehlen. Dort ist die etwaige Förderung von Schlüsseltechnologien auf einer anderen Ebene angesiedelt, nämlich eher auf den Aufbau der notwendigsten Infrastruktur (schnelles Internet, gute Verkehrsanbindung) ausgerichtet (siehe Empfehlungen 4. und 5.).

Im Zuge dieser Überlegungen und auf Basis der empirischen Befunde aus den vorigen Kapiteln (siehe dazu vor allem die Heatmap in Tabelle 18) können folgende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden:

- 1. Stärken stärken:** In jenen Schlüsseltechnologien, in denen es bereits eine gute Ausgangsposition sowohl aufseiten der Forschung als auch mit Blick auf die Anwendung gibt, sollten diese mit flankierenden Maßnahmen gestärkt werden. Dazu zählen vor allem die Photonik und Mikroelektronik. Für diese Schlüsseltechnologien eignen sich besonders Ansiedlungsinitiativen der Länder, aber auch Maßnahmen zur Erhöhung der internationalen Sichtbarkeit des Standorts Ostdeutschland durch die Stärkung internationaler Kooperationen in

Wissenschaft und Wirtschaft (z. B. mithilfe der GTAI). Ziel muss hier eine länderübergreifende Verzahnung der Stärken sein (Cluster-Kooperation national und international, Beteiligung an europäischen Forschungskonsortien (IPCEI) etc.).

2. **Kritische Masse schaffen:** Im Falle der Schlüsseltechnologien, die ein heterogenes Stärken- und Schwächenprofil aufweisen, sollte darauf hingearbeitet werden, eine kritische Masse aus Forschungseinrichtungen und Unternehmen aufzubauen. Bei Technologien wie Biotechnologie und KI ist eine Konzentration auf den Standort Berlin, inklusive seines Umlands, deutlich zu erkennen, weshalb die Herstellung einer kritischen Masse auch die Kooperation mit Brandenburg betrifft. Aufgrund der jüngsten Ansiedlungen im Bereich E-Mobilität und Recycling werden diesen Schlüsseltechnologien anwendungsseitig und von den Expertinnen und Experten aus den Round Tables gute Zukunftschancen attestiert, was aber durch den Aufbau an Forschungskapazitäten unterstützt werden sollte. In den Schlüsseltechnologien Neue Werkstoffe, IoT und AR/ VR sind viele Forschungsaktivitäten zu erkennen, die sich aber noch nicht in einer breiten Anwendung niederschlagen. Für den Anschub eignen sich besonders die skizzierten Ansätze aus dem Bereich Wissens- und Technologietransfer.
3. **Förderbedarfe adressieren:** Bei den Schlüsseltechnologien, bei denen es nur vereinzelt Anzeichen für eine Forschungs- bzw. Verwertungsperspektive gibt, sollte die Förderung gezielt auf solche Maßnahmen ausgerichtet sein, die grundlegende Schwächen und Herausforderungen der ostdeutschen Wirtschaft adressieren. Zentral ist hier der Aufbau von Infrastruktur anzusehen, um erst einmal die Voraussetzungen und Möglichkeiten zu schaffen, damit Forschungseinrichtungen und Unternehmen tätig werden können. IT-basierte Technologien brauchen die notwendigen Netze, um eine breite Anwendung zu ermöglichen. Schlüsseltechnologien mit Bezug zu Energie (etwa die Wasserstofftechnologien) brauchen Investitionen in bereits existierende Leitungen und Speicher und eine Anbindung an erneuerbare Energien.
4. **Ausstrahlung der Wachstumszentren erhöhen:** Diese Studie zeigt: Ostdeutschland verfügt mit Städten wie Berlin, Leipzig, Dresden und Jena über Wachstumszentren, in denen Schlüsseltechnologien stark vertreten sind und ökonomisches und demografisches Wachstum stattfindet. Dieses Wachstum sollte forciert und genutzt werden, sodass davon das Umland und weitere ostdeutsche Regionen profitieren können. Die thematischen Schwerpunkte dieser Wachstumszentren sollten weiter ausgebaut werden und so ihre Sichtbarkeit für globale Top-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Gründerinnen und Gründer und Investorinnen und Investoren erhöht werden. Damit das Umland dieser Zentren davon profitiert, muss es infrastrukturell besser an die Zentren angebunden werden und attraktive Wohn- und Gewerbeflächen bieten. Die letzten Jahre mit der Ansiedlung produzierender Großunternehmen in den Schlüsseltechnologien an den Rändern der Wachstumszentren (z. B. Tesla in Grünheide, Intel in Magdeburg oder CATL in Arnstadt) zeigen einen vielversprechenden Trend auf, der zur sozioökonomischen Stabilisierung des ländlichen Raumes genutzt werden kann.
5. **Gleichwertige Lebensverhältnisse in strukturschwachen Regionen schaffen:** Wie diese Studie zeigt, sind in den strukturschwachen Regionen Ostdeutschlands kaum Akteurinnen und Akteure der Schlüsseltechnologien vorhanden. Um attraktiv für hochqualifizierte Arbeitskräfte, Gründende, Forschende oder Investorinnen und Investoren im Schlüsseltechnologiebereich zu werden, benötigen diese Regionen zuerst eine Aufwertung ihrer Infrastruktur und Erreichbarkeit. Ansonsten droht ihnen eine Spirale aus ökonomischer und demografischer Schrumpfung, die in eine gesellschaftliche Polarisierung führt. Gerade letztere wirkt bereits jetzt abschreckend für Investoren und ausländische Fachkräfte in einigen Regionen. Entwicklungen wie das Wachstum mobilen Arbeitens und stark steigende Mieten in den Großstädten können von strukturschwachen Regionen nur genutzt werden, wenn Leistungen der

Daseinsvorsorge gleichwertig verfügbar sind. Für Schlüsseltechnologien spielt hierbei insbesondere der Breitbandausbau eine große Rolle für die Attraktivität dieser strukturschwachen Gebiete für hochqualifizierte Arbeitskräfte und Unternehmen.

6. **Chancen kreieren:** Fast alle in dieser Studie genannten Schlüsseltechnologien haben Ansatzpunkte für eine zielgerichtete Förderung. Bei anderen, solchen mit ausbaufähigen Ausgangsbedingungen, ist übergreifender politischer Konsens von Nöten, um die Schlüsseltechnologie systematisch zu fördern und in die Anwendung zu bringen. Die damit verbundenen großen Investitionen können nur im Zusammenspiel von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft geleistet werden. Ein Beispiel hierfür ist das Technologiefeld Energie. Mit dem Kohleausstieg und vor dem Hintergrund der Abhängigkeit Deutschlands von fossilen Brennstoffen besteht in der Herstellung und dem Vertrieb von Wasserstoff eine reelle Wachstumschance für die Länder Ostdeutschlands. Der dafür notwendige Abstimmungsprozess kann letztlich nur von den politischen Entscheidungsträgerinnen und -trägern getrieben werden.
7. **Gründungskultur in die Gesellschaft tragen:** Die Entstehung schnell wachsender Unternehmen ist stark von den Entscheidungen und dem Handeln von Gründerinnen und Gründern getrieben. Aufgrund der demografischen Entwicklung Ostdeutschlands ist es ratsam, den Kreis an geförderten Gründungspersonen auszuweiten. Auch abseits von Hochschulen verfolgen beispielsweise berufserfahrene Menschen das Ziel, Unternehmen zu gründen, wie z. B. SprinD-geförderte Projekte zeigen. Aufgrund der geringeren Ausstattung mit privatem Kapital in Ostdeutschland erfordert die Ausweitung der Zahl an Gründenden besondere Förder- und Unterstützungsbedarfe. Zudem ist die Förderung der Diversität von Gründungsteams, sei es nach Alter, Geschlecht, Herkunft oder Fachrichtung gerade im Bereich der Schlüsseltechnologien vielversprechend, da so verschiedenen Wissensbestände kombiniert werden. In technologiespezifischen Inkubatoren, Test- und Demonstrationsanlagen können die Gründerinnen und Gründer zusammenfinden und ihre Ideen zur Marktreife bringen.
8. **Spezialisierung im Transfer ermöglichen:** Der Wissens- und Technologietransfer gehört seit Jahrzehnten zu den Kernfragen der Innovationspolitik mit zahlreichen Aktivitäten und Förderformaten. Dabei werden allen Akteurinnen und Akteuren des Innovationssystems entsprechende Aufgaben zugewiesen, was tendenziell zu einer Vereinheitlichung und Verwässerung der Rollen, insbesondere jener der Forschungsakteurinnen und -akteure, führt. Gerade in Ostdeutschland ist auf eine differenzierte Forschungslandschaft mit Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und intermediären Akteurinnen und Akteuren zu verweisen, denen wiederum eine Vielzahl von forschenden KMU als Adressaten des Transfers gegenüberstehen. Wünschenswert ist hier eine klarere Rollendefinition der Akteurinnen und Akteure, bei der bewusst zwischen herausragender Forschung, Kooperationsoffenheit und regionalen Transferaufgaben differenziert wird. Dabei sollten bei neuen akteursübergreifenden Formaten (Cluster, Netzwerke, große Forschungsverbünde) jeweils Transfer-Agents benannt werden, die sowohl für einen beschleunigten Wissensfluss als auch unterschiedliche Anforderungen aus der Verwertung (Vor- und Zwischenfinanzierung) über zusätzliche Finanzierungsinstrumente verfügen.
9. **Starke Ökosysteme als starke Standorte für Giga-Sites:** Der Trend der letzten Jahre in den Schlüsseltechnologien zu Investitionen in Giga-Sites birgt enorme Chancen für Ostdeutschland, welche bereits in einigen Fällen (Tesla, Intel, CATL) genutzt wurden. Um diese Erfolge fortzuführen, benötigt es eine Verfügbarkeit von großen Flächen, die bereits vermarktbar sind, attraktive Standortmerkmale aufweisen und international sichtbar sind. Insbesondere die Verfügbarkeit von Hochqualifizierten und die Stärke regionaler Innovationsökosysteme sind im Bereich der Schlüsseltechnologien zentral, um im Wettbewerb um Großansiedlungen

forschender Unternehmen erfolgreich zu sein. Diese sind auch entscheidend, damit neben Produktionsstätten auch Niederlassungen in Forschung und Entwicklung entstehen, welche die Verfügbarkeit hochbezahlter Arbeitsplätze in Ostdeutschland erhöhen.

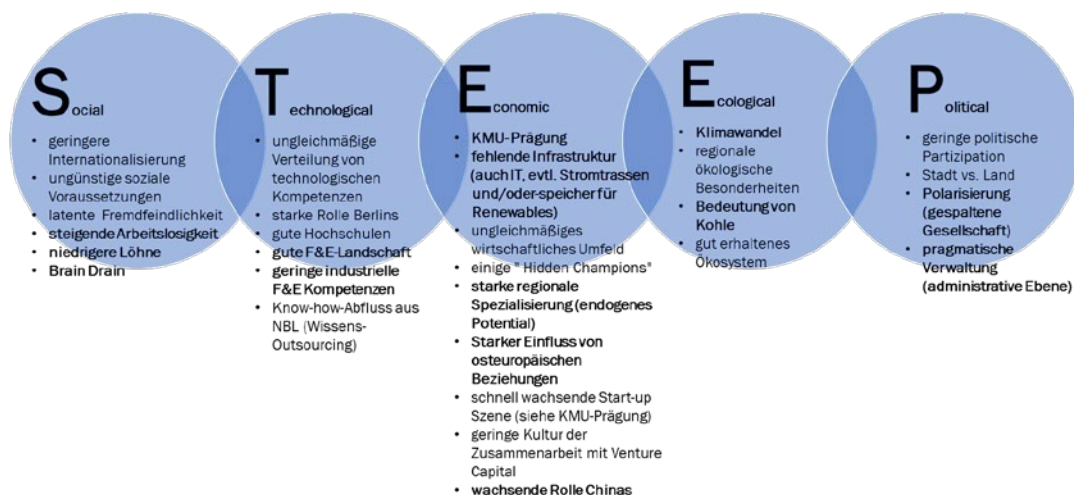
Anhang

Anlage A	Ergebnisse der STEEP-Analyse und Zukunftsszenario
Anlage B	Top 10 AutorInnen in den Schlüsseltechnologien
Anlage C	Top 10 publizierende Organisationen der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland
Anlage D	Top 10 patentierende Unternehmen der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland
Anlage E	Fallstudien erfolgreicher Regionen

Anlage A – Ergebnisse der STEEP-Analyse und Zukunftsszenario

Im Strategie-Workshop wurde die hypothetische Fragestellung „Wie könnten technologische Pfade im Technologiefeld Energie/.../... aussehen?“ als Gedankenexperiment durchgespielt. Aus der Fragestellung ergab sich ein Möglichkeitsraum, der im Vorfeld des Workshops durch plausible Annahmen eingengt wurde. Die Formulierung der Annahmen erfolgte durch die Prognos AG infolge von einem Desk Research und einer STEEP-Analyse.

Abbildung 64: STEEP-Analyse, 29 Einflussfaktoren



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos AG 2021

In der Vorbereitung des Strategie-Workshops wurde eine Online-Befragung durchgeführt, in der die Befragten kritische Faktoren hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens im Jahr 2036 bewerten sollten. Das daraus entstandene Zukunftsszenario skizziert ein spekulatives Zukunftsbild, also ein Gedankenexperiment. Die Workshop-Teilnehmerinnen und -Teilnehmer sollten versuchen, sich diese spekulative Zukunftswelt des Jahres 2036 so vorzustellen und zu diskutieren, als ob sie „real“ geworden sei. Das Szenario beschreibt bewusst keine Vorbedingungen für das Eintreten des Szenarios, da es Bestandteil des Workshops war, diese zu bestimmen. Das Szenario umreißt also gezielt ein Zukunftsbild des Jahres 2036, ohne den Weg ins Szenario nachzuzeichnen.

Nach Auswertung der Online-Befragung wurde folgendes Zukunftsszenario von den Expertinnen und Experten als wahrscheinlichstes Szenario für die neuen Bundesländer im Jahr 2036 bewertet:

Ein starker und sich schneller als erwartet manifestierender Klimawandel auf der einen Seite und der Kohleausstieg und die darauffolgende systemische Umorientierung von Gesellschaft, Politik und Wirtschaft erhöht die Bedeutung von innovativen (klimaschonenden, auch regenerativen) technologischen Lösungen. Dadurch profitiert auch eine Vielzahl der untersuchten Schlüsseltechnologien in den neuen Bundesländern.

Über Jahre litten die neuen Bundesländer unter der Abwanderung von gut ausgebildeten Arbeitskräften. Die aktuellen Zahlen deuten darauf hin, dass der Trend der Ost-West-Wanderung im Jahr 2036 seine Richtung gewechselt hat: Die wirtschaftliche Situation in den neuen Bundesländern verbessert sich derart, dass der Brain Drain abnimmt. Die Ausgründungen aus den Hochschulen sind für die Gesamtzahl der Gründung neuer Unternehmen nicht zu unterschätzen. Investitionen in neue Standorte in Ostdeutschland werden aus dem In- und Ausland getätigt. Die Know-how-Entwicklung in den Schlüsseltechnologien wird aufgrund höherer Mittel von großen einheimischen und ausländischen Unternehmen auf eine breitere Basis gestellt. Ein gutes Investitionsklima und eine gut ausgebaute digitale Infrastruktur resultieren in einer zunehmenden Internationalisierung der neuen Bundesländer auf wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Ebene. Auch für Germany Trade & Invest als zentrale Außenwirtschaftsagentur des Bundes nimmt die Internationalisierung der Unternehmen in den neuen Bundesländern eine große Rolle ein, und dies hat positive Wirkung gezeigt. Die Potenziale der Globalisierung für schnelleres Wachstum werden immer mehr genutzt. Der Einfluss von Osteuropa spielt in manchen Technologien eine signifikante Rolle: z. B. beim Outsourcing in IoT oder Big Data in osteuropäische Länder. Gleichzeitig blicken die neuen Bundesländer auch weiter in den Osten. Seit einigen Jahren hat sich China als guter Handelspartner und Zulieferer der Materialien für unterschiedliche Produktionsketten etabliert. Obwohl einige kritische Stimmen über die wachsende Abhängigkeit von China laut werden, bleibt die Gesamtstimmung positiv. Infolge von Kapitalzufluss und massivem Ausbau von regionalen Förderprogrammen werden KMU (insbesondere Start-ups) zu den Vorreitern in vielen Schlüsseltechnologien und spielen eine wichtige und zunehmend bedeutende Rolle in der Wirtschaft. So entstehen im Osten Deutschlands allmählich mittlere Industriefirmen, die das neue Rückgrat der Wirtschaft bilden. Hohe regionale Spezialisierung führt zu schnellerem Wachstum von branchenspezifischen Clustern und Initiativen und ist der ideale Nährboden für einzelne Schlüsseltechnologien. Somit werden industrielle Forschungs- und Entwicklungskompetenzen in bestimmten Technologiebereichen sogar stärker als im Westen weiterentwickelt und fördern das wirtschaftliche Wachstum der Region.

Jedoch hat diese Medaille auch eine Kehrseite: Der Verwaltungsapparat ist mit zunehmenden Investitionsinteresse überlastet und kann den Anforderungen bei der Ansiedlung global tätiger Unternehmen nicht in ausreichendem Tempo Folge leisten. Bisher ist es nicht gelungen, bürokratische Verfahren zu beschleunigen und ein agileres Umfeld für Start-ups, wie beispielsweise in Berlin, zu schaffen. Eine sprunghafte Entwicklung einzelner Branchen, beispielsweise im Energiebereich oder in der Mikrosystemtechnik, beschleunigt die wirtschaftliche und mittelfristig auch die gesellschaftliche Polarisierung. Der Kluft zwischen wirtschaftlichen Gewinnern und Verlierern der Nachwendejahre oder auch zwischen Stadt und Land ist in den neuen Bundesländern erkennbar, was auch daran liegt, dass die Kooperationsbeziehungen zwischen Zivilgesellschaft, Politik und Wirtschaft vergleichsweise fragil sind.

Anlage B – Top 10 publizierende Organisationen der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland

Tabelle 23: Top 10 publizierende Organisationen: AR/VR

#	Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	181	11
2	TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	144	9,6
3	Otto von Guericke Universität Magdeburg	Hochschule	Magdeburg	Sachsen-Anhalt	106	11,3
4	TU Chemnitz	Hochschule	Chemnitz	Sachsen	96	8,3
5	Charité – Universitätsmedizin Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	81	15,3
6	Universität Potsdam	Hochschule	Potsdam	Brandenburg	64	17,7
7	TU Ilmenau	Hochschule	Ilmenau	Thüringen	61	5,8
8	HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	51	10,4
9	Fraunhofer HHI	AuF	Berlin	Berlin	38	33,5
10	Universität Rostock	Hochschule	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	37	6,7

Quelle: SciVal

Tabelle 24: Top 10 publizierende Organisationen: Batterietechnologien

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	430	50,3
2 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	260	38,6
3 TU Chemnitz	Hochschule	Chemnitz	Sachsen	193	51,8
4 Leibniz IFW	AuF	Dresden	Sachsen	184	57,6
5 Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie	AuF	Berlin	Berlin	155	35,1
6 TU Ilmenau	Hochschule	Ilmenau	Thüringen	155	37,5
7 Friedrich-Schiller-Universität Jena	Hochschule	Jena	Thüringen	119	63,6
8 Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung	AuF	Potsdam	Brandenburg	79	67,6
9 Fraunhofer IKTS	AuF	Hermsdorf	Thüringen	72	18,3
10 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	68	37,9

Quelle: SciVal

Tabelle 25: Top 10 publizierende Organisationen: Big Data

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	315	14,9
2 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	270	11,5
3 Universität Leipzig	Hochschule	Leipzig	Sachsen	166	17,1
4 Universität Potsdam	Hochschule	Potsdam	Brandenburg	159	12,6
5 HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	112	24,4
6 Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Hochschule	Magdeburg	Sachsen-Anhalt	107	9,9
7 Charité – Universitätsmedizin Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	94	20,3
8 Universität Rostock	Hochschule	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	80	14,8
9 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	70	38,9
10 Friedrich-Schiller-Universität Jena	Hochschule	Jena	Thüringen	67	34,4

Quelle: SciVal

Tabelle 26: Top 10 publizierende Organisationen: Biotechnologien

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 Charité – Universitätsmedizin Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	3136	38,1
2 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	1284	32,6
3 Universität Leipzig	Hochschule	Leipzig	Sachsen	1097	26,2
4 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	964	21,4
5 Friedrich-Schiller-Universität Jena	Hochschule	Jena	Thüringen	945	34,3
6 Friedrich-Loeffler-Institut	AuF	Greifswald	Mecklenburg-Vorpommern	745	44,4
7 Robert Koch-Institut	AuF	Berlin	Berlin	689	20,6
8 Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft	AuF	Berlin	Berlin	556	43,6
9 Universität Greifswald	Hochschule	Greifswald	Mecklenburg-Vorpommern	546	25,7
10 Universität Rostock	Hochschule	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	537	18,4

Quelle: SciVal

Tabelle 27: Top 10 publizierende Organisationen: Blockchain

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	147	15,3
2 Universität Potsdam	Hochschule	Potsdam	Brandenburg	55	7,5
3 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	50	9
4 HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	48	48,8
5 Universität Rostock	Hochschule	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	34	5,3
6 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	27	32,3
7 Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Hochschule	Magdeburg	Sachsen-Anhalt	26	9,5
8 Bauhaus-Universität Weimar	Hochschule	Weimar	Thüringen	23	11,1
9 Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik	AuF	Frankfurt (Oder)	Brandenburg	23	3,6
10 Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung	AuF	Potsdam	Brandenburg	15	54,1

Quelle: SciVal

Tabelle 28: Top 10 publizierende Organisationen: Internet of Things

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	251	9,3
2 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	238	18,0
3 Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Hochschule	Magdeburg	Sachsen-Anhalt	125	10,7
4 Universität Rostock	Hochschule	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	117	7,5
5 Fraunhofer FOKUS	AuF	Berlin	Berlin	97	8,0
6 TU Chemnitz	Hochschule	Chemnitz	Sachsen	95	14,1
7 Universität Potsdam	Hochschule	Potsdam	Brandenburg	64	7,8
8 TU Ilmenau	Hochschule	Ilmenau	Thüringen	53	12,7
9 HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	50	20,5
10 Universität Leipzig	Hochschule	Leipzig	Sachsen	49	9,0

Quelle: SciVal

Tabelle 29: Top 10 publizierende Organisationen: Künstliche Intelligenz

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	992	25,1
2 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	839	21,8
3 Charité – Universitätsmedizin Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	538	33,9
4 HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	522	30,3
5 Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Hochschule	Magdeburg	Sachsen-Anhalt	517	13,9
6 Universität Leipzig	Hochschule	Leipzig	Sachsen	475	18,6
7 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	396	23,4
8 Universität Potsdam	Hochschule	Potsdam	Brandenburg	383	26,2
9 Friedrich-Schiller-Universität Jena	Hochschule	Jena	Thüringen	378	23,8
10 Universität Rostock	Hochschule	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	291	10,7

Quelle: SciVal

Tabelle 30: Top 10 publizierende Organisationen: Mikroelektronik

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	2261	22,4
2 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	1838	16,9
3 Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH)	AuF	Berlin	Berlin	967	10,3
4 Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie	AuF	Berlin	Berlin	836	31,2
5 TU Chemnitz	Hochschule	Chemnitz	Sachsen	703	16,9
6 HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	689	22,3
7 Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik	AuF	Frankfurt (Oder)	Brandenburg	645	9,8
8 Friedrich- Schiller-Universität Jena	Hochschule	Jena	Thüringen	618	19,4
9 Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	AuF	Dresden	Sachsen	611	14,5
10 TU Ilmenau	Hochschule	Ilmenau	Thüringen	601	13,9

Quelle: SciVal

Tabelle 31: Top 10 publizierende Organisationen: Neue Werkstoffe

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	1739	24,9
2 Leibniz-Institut für Polymerforschung	AuF	Dresden	Sachsen	600	23,9
3 TU Chemnitz	Hochschule	Chemnitz	Sachsen	516	9,4
4 Charité – Universitätsmedizin Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	431	84,3
5 Universität Leipzig	Hochschule	Leipzig	Sachsen	394	58,8
6 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	369	19,5
7 Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	AuF	Berlin	Berlin	368	15,5
8 TU Bergakademie Freiberg	Hochschule	Freiberg	Sachsen	326	11,2
9 Leibniz IFW	AuF	Dresden	Sachsen	312	28,4
10 Friedrich-Schiller-Universität Jena	Hochschule	Jena	Thüringen	271	31,9

Quelle: SciVal

Tabelle 32: Top 10 publizierende Organisationen: Photonik

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 Friedrich-Schiller-Universität Jena	Hochschule	Jena	Thüringen	3.090	22,2
2 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	2.816	17,1
3 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	2.749	24,3
4 Charité – Universitätsmedizin Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	1.894	37,7
5 Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie	AuF	Berlin	Berlin	1.575	15,2
6 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	1.469	25,4
7 HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	1.456	20,6
8 Universität Leipzig	Hochschule	Leipzig	Sachsen	1.251	23,9
9 Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik	AuF	Berlin	Berlin	1.070	10,2
10 Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	AuF	Dresden	Sachsen	1.039	17,3

Quelle: SciVal

Tabelle 33: Top 10 publizierende Organisationen: Quantentechnologien

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme	AuF	Dresden	Sachsen	566	35,1
2 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	429	28,1
3 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	414	30,5
4 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	322	19,1
5 Friedrich-Schiller-Universität Jena	Hochschule	Jena	Thüringen	276	23,8
6 Leibniz IFW	AuF	Dresden	Sachsen	247	28,1
7 HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	234	19,4
8 Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe	AuF	Dresden	Sachsen	220	43,2
9 Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie	AuF	Berlin	Berlin	193	23,3
10 Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften	AuF	Leipzig	Sachsen	166	9,6

Quelle: SciVal

Tabelle 34: Top 10 publizierende Organisationen: Recycling

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	604	23,1
2 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	554	26,6
3 Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ	Auf	Leipzig	Sachsen	520	32,8
4 Universität Rostock	Hochschule	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	348	25,4
5 Universität Leipzig	Hochschule	Leipzig	Sachsen	302	24,3
6 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	234	33,2
7 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	Hochschule	Halle	Sachsen-Anhalt	220	38,6
8 HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	212	27,8
9 Friedrich-Schiller-Universität Jena	Hochschule	Jena	Thüringen	177	41
10 Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	AuF	Berlin	Berlin	154	23,3

Quelle: SciVal

Tabelle 35: Top 10 publizierende Organisationen: Robotik

ORGANISATION	TYP	ORT	BUNDESLAND	ANZAHL PUB.	ZITATIONEN JE PUB.
1 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	357	15,5
2 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	263	14,2
3 TU Ilmenau	Hochschule	Ilmenau	Thüringen	230	10,5
4 Universität Rostock	Hochschule	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	214	6,8
5 TU Chemnitz	Hochschule	Chemnitz	Sachsen	172	14,3
6 Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Hochschule	Magdeburg	Sachsen-Anhalt	172	6,9
7 Universität Leipzig	Hochschule	Leipzig	Sachsen	168	34,9
8 Charité – Universitätsmedizin Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	157	16,4
9 HU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	137	14,6
10 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	101	13

Quelle: SciVal

Tabelle 36: Top 10 publizierende Organisationen: Wasserstofftechnologie

Organisation	Typ	Ort	Bundesland	Anzahl Pub.	Zitationen je Pub.
1 TU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	321	66,1
2 Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie	AuF	Berlin	Berlin	188	56,0
3 TU Dresden	Hochschule	Dresden	Sachsen	132	43,8
4 Universität Rostock	Hochschule	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	115	45,2
5 Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft	AuF	Berlin	Berlin	102	59,7
6 Leibniz-Institut für Katalyse	AuF	Rostock	Mecklenburg-Vorpommern	93	51,1
7 Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme	AuF	Magdeburg	Sachsen-Anhalt	88	16,7
8 Fraunhofer IKTS	AuF	Hermsdorf	Thüringen	82	18,5
9 Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Hochschule	Magdeburg	Sachsen-Anhalt	81	15,2
10 FU Berlin	Hochschule	Berlin	Berlin	74	31,0

Quelle: SciVal

Anlage C – Top 10 AutorInnen der Schlüsseltechnologien

Tabelle 37: Top AutorInnen: AR/VR

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Klimant, Philipp	TU Chemnitz, Fraunhofer IWU	Produktionssysteme und -prozesse	Chemnitz	23	11,6
2	Krüger, Jörg	TU Berlin, Fraunhofer IPK	Industrielle Automatisierungstechnik	Berlin	20	13,6
3	Hansen, Christian	Otto von Guericke Universität Magdeburg	Virtual and Augmented Reality Group	Magdeburg	17	13,9
4	Wittstock, Volker	TU Chemnitz	Produktionssysteme und -prozesse	Chemnitz	16	13,5
5	Dachselt, Raimund	TU Dresden	Multimedia-Technologie	Dresden	16	7,3
6	Stark, Rainer G.	TU Berlin, Fraunhofer IPK	Industrielle Informationstechnik	Berlin	15	5,1
7	Broll, Wolfgang	TU Ilmenau	Virtuelle Welten und Digitale Spiele	Ilmenau	15	2,5
8	Baudisch, Patrick	Universität Potsdam, Hasso-Plattner-Institut	Human Computer Interaction	Potsdam	14	43,1
9	Wolbers, Thomas	DZNE Magdeburg	Altern, Kognition und Technologie	Magdeburg	14	23,8
10	Gramann, Klaus	TU Berlin	Biopsychologie und Neuroergonomie	Berlin	13	13,6

Quelle: SciVal

Tabelle 38: Top AutorInnen: Batterietechnologie

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Kaskel, Stefan	TU Dresden, Fraunhofer IWS	Anorganische Chemie I	Dresden	96	77,3
2	Feng, Xinliang	TU Dresden	Molekulare Funktionsmaterialien	Dresden	76	87,8

3	Holze, Rudolf	TU Chemnitz	Elektrochemie	Chemnitz	65	53,2
4	Giebeler, Lars	Leibniz IFW	Micro- and Nanostructures	Dresden	63	41,9
5	Lei, Yong	TU Ilmenau	Angewandte Nanophysik	Ilmenau	61	68,6
	Oswald, Steffen	Leibniz IFW	Micro- and Nanostructures	Dresden	61	55,3
7	Manke, Ingo	Helmholtz-Zentrum Berlin	Angewandte Materialforschung	Berlin	59	27,8
8	Schmidt, Oliver G.	TU Chemnitz	Materialsysteme der Nanoelektronik	Chemnitz	52	84,6
9	Michaelis, Alexander	Fraunhofer IKTS, TU Dresden	Anorganisch-nichtmetallische Werkstoffe	Hermsdorf	47	17,8
10	Althues, Holger	Fraunhofer IWS	Chemische Oberflächen- und Batterietechnik	Dresden	46	55,7

Quelle: SciVal

Tabelle 39: Top AutorInnen: Big Data

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Lehner, Wolfgang	TU Dresden	Database Technology	Dresden	56	9,7
2	Markl, Volker	TU Berlin	Datenbanksysteme und Informationsmanagement	Berlin	30	23,2
3	Meinel, Christoph	Universität Potsdam, Hasso-Plattner-Institut	Internet-Technologien und -Systeme	Potsdam	29	3,1
4	Habich, Dirk	TU Dresden	Database Technology	Dresden	26	3,8
5	Turowski, Klaus	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Wirtschaftsinformatik	Magdeburg	25	4,9
6	Kao, Odej	TU Berlin	Distributed and Operating Systems	Berlin	22	20,4
7	Mikolajick, Thomas	TU Dresden, NamLab GmbH	Nanoelektronik	Dresden	21	57,1
8	Plattner, Hasso	Universität Potsdam, Hasso-Plattner-Institut	Digital Engineering	Potsdam	21	5,3
9	Ngonga-Ngomo, Axel Cyrille	IFDT Institut für Digitale Technologien, Universität Leipzig	Artificial Intelligence	Leipzig	20	18,9
10	Saake, Gunter	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Datenbanken und Software Engineering	Magdeburg	19	9,2

Quelle: SciVal

Tabelle 40: Top AutorInnen: Biotechnologien

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Beer, Martin	Friedrich-Loeffler-Institut	Institut für Virusdiagnostik	Greifswald	163	30,6
2	Hoffmann, Bernd	Friedrich-Loeffler-Institut	Institut für Virusdiagnostik	Greifswald	92	34,1
3	Kleine-Tebbe, Jörg	Clinical Research Center Berlin	Zentrum für klinische Forschung des Allergie- und Asthma-Zentrums Westend	Berlin	82	56,2
4	Ulrich, Rainer G.	Friedrich-Loeffler-Institut	Institut für neue und neuartige Tierseuchenerreger	Greifswald	69	37,7
5	Hochhaus, Andreas	Friedrich-Schiller-Universität Jena	Abteilung für Hämatologie und Internistische Onkologie	Jena	62	25,3
6	Neubauer, Heinrich K.J.	Friedrich-Loeffler-Institut	Institut für bakterielle Infektionen und Zoonosen	Greifswald	58	87,9
7	Worm, Margitta M.	Charité – Universitätsmedizin Berlin	Allergologie und Immunologie	Berlin	58	14,8
8	Hummel, Michael	FU Berlin, Berlin School of Integrative Oncology	Molecular Diagnostics	Berlin	58	73,1
9	Drosten, Christian	Charité – Universitätsmedizin Berlin, Deutsches Zentrum für Infektionsforschung	Institut für Virologie	Berlin	56	36,0
10	Keilholz, Ulrich	Charité – Universitätsmedizin Berlin	Charité Comprehensive Cancer Center	Berlin	52	81,3

Quelle: SciVal

Tabelle 41: Top AutorInnen: Blockchain

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Seifert, Jean Pierre	TU Berlin, Deutsche Telekom	Institut für Softwaretechnik und Theoretische Informatik	Berlin	21	19,9
2	Langendoerfer, Peter	Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg	Drahtlose Systeme	Cottbus	16	3,3
3	Meinel, Christoph	Universität Potsdam, Hasso-Plattner-Institut	Internet-Technologien und -Systeme	Potsdam	16	11,2
4	List, Eik	Bauhaus-Universität Weimar	Mediensicherheit	Weimar	15	13,1
5	Danielis, Peter	Universität Rostock	Verteiltes Hochleistungsrechnen	Rostock	14	4,3
	Dyka, Zoya	Leibniz IHP	Totale Resiliente Systems	Frankfurt (Oder)	14	3,4
7	Timmermann, Dirk	Universität Rostock	Institut für angewandte Mikroelektronik und Datentechnik	Rostock	14	4,3
8	Kürths, Jürgen	HU Berlin, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung	Nichtlineare Dynamik	Berlin	13	61,5

9	Lucks, Stefan	Bauhaus-Universität Weimar	Mediensicherheit	Weimar	13	13,2
10	Altmann, Vlado	Universität Rostock	Institut für angewandte Mikroelektronik und Datentechnik	Rostock	11	4,6

Quelle: SciVal

Tabelle 42: Top AutorInnen: IoT

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Magedanz, Thomas	TU Berlin, Fraunhofer FO-KUS	Architekturen der Vermittlungsknoten	Berlin	38	10,1
2	Timmermann, Dirk	Universität Rostock	Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik	Rostock	32	6,4
3	Sandkuhl, Kurt	Universität Rostock	Wirtschaftsinformatik	Rostock	23	8,1
4	Kanoun, Olfa	TU Chemnitz	Mess- und Sensortechnik	Chemnitz	21	4
5	Fitzek, Frank H. P.	TU Dresden	Communication Networks	Dresden	20	8,2
	Seiger, Ronny	TU Dresden	Softwaretechnologie	Dresden	20	8,2
	Golatoski, Frank	Universität Rostock	Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik	Rostock	20	8,1
8	Diedrich, Christian	Otto-von-Guericke Universität Magdeburg	Institut für Automatisierungstechnik	Magdeburg	18	11,3
	Urbas, Leon	TU Dresden	Prozessleittechnik	Dresden	18	7,1
10	Aßmann, Uwe	TU Dresden	Technische Logistik	Dresden	17	5,2

Quelle: SciVal

Tabelle 43: Top AutorInnen: Künstliche Intelligenz

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Müller, Klaus Robert	TU Berlin	Machine Learning	Berlin	133	95,8

2	Denzler, Joachim	Friedrich-Schiller-Universität Jena, DLR-Institut für Datenwissenschaften	Digitale Bildverarbeitung	Jena	72	23,2
3	Samek, Wojciech	TU Berlin, Fraunhofer HHI	Artificial Intelligence	Berlin	56	75,9
4	Meinel, Christoph	Universität Potsdam, Hasso-Plattner-Institut	Internet-Technologien und -Systeme	Potsdam	50	16,5
5	Villmann, Thomas	Hochschule Mittweida	Computational Intelligence und Techno-Mathematik	Mittweida	46	9,9
6	Dittmann, Jana	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Institut für Technische und Betriebliche Informationssysteme	Magdeburg	41	8,7
7	Lehmann, Jens	Fraunhofer IAIS, InfAI	Knowledge Graphs and Conversational AI	Dresden	40	26,6
	Wendemuth, Andreas	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Kognitive Systeme	Magdeburg	40	7,2
9	Ngonga-Ngomo, Axel Cyrille	IFDT Institut für Digitale Technologien, Universität Leipzig	Artificial Intelligence	Leipzig	37	34,9
10	Albayrak, Şahin	TU Berlin	Agententechnologien in betrieblichen Anwendungen und der Telekommunikation	Berlin	36	9,5

Quelle: SciVal

Tabelle 44: Top AutorInnen: Mikroelektronik

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Ellinger, Frank	TU Dresden	Schaltungstechnik und Netzwerktheorie	Dresden	260	6,2
2	Erbert, Goetz	Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik	Optoelektronik	Berlin	232	10,1
3	Mikolajick, Thomas	TU Dresden, NaMLab gGmbH	Nanoelektronik	Dresden	223	37,2
4	Leo, Karl W.	TU Dresden, Dresden Integrated Center for Applied Physics and Photonic Materials	Optoelektronik	Dresden	218	39,4
5	Tränkle, Guenther	TU Berlin, Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik	Mikrowellen- und Optoelektronik	Berlin	198	8,4
6	Weyers, Markus	TU Berlin, Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik	Materialtechnologie	Berlin	179	18,2
7	Schmidt, Oliver G.	TU Chemnitz, Leibniz IFW	Zentrum für Materialien, Architekturen und Integration von Nanomembranen	Chemnitz	177	29,6

8	Bimberg, Dieter H.	TU Berlin	Institut für Festkörperphysik	Berlin	174	12,4
9	Reitzenstein, Stephan	TU Berlin	Institut für Festkörperphysik	Berlin	165	16,7
10	Geelhaar, Lutz	Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik	Epitaxy	Berlin	157	21,7

Quelle: SciVal

Tabelle 45: Top AutorInnen: Neue Werkstoffe

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Cherif, Chokri	TU Dresden	Textiltechnik	Dresden	152	9,6
2	Gude, Maik	TU Dresden	Leichtbaudesign und Strukturbewertung	Dresden	150	6,8
3	Pötschke, Petra	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden	Funktionale Nanokomposite und Blends	Dresden	149	33,4
4	Heinrich, Gert	TU Dresden, Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden	Institut Polymerwerkstoffe	Dresden	137	28,1
5	Hufenbach, Werner A.	TU Dresden	Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik	Dresden	104	11,1
6	Kroll, Lothar	Universität Chemnitz	Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung	Chemnitz	96	3,9
7	Mechtcherine, Viktor	TU Dresden	Institut für Baustoffe	Dresden	87	25,3
8	Das, Amit	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden	Elastomere	Dresden	71	30,8
9	Krause, Beate	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden	Funktionale Nanokomposite und Blends	Dresden	65	28,4
	Modler, Niels	TU Dresden	Funktionsintegrativer Leichtbau	Dresden	65	4,9

Quelle: SciVal

Tabelle 46: Top AutorInnen: Photonik

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Tünnermann, Andreas	Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fraunhofer IOF	Institut für Angewandte Physik	Jena	270	39,3
2	Petrov, Valentin	Max-Born-Institut	Ultrafast and Nonlinear Optics	Berlin	173	24,1
3	Limpert, Jens	Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fraunhofer IOF	Fiber & Waveguide Lasers	Jena	159	52,0
4	Erbert, Goetz	Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik	Optoelektronik	Berlin	147	19,3

5	Bimberg, Dieter H.	TU Berlin	Institut für Festkörperphysik	Berlin	144	24,2
6	Griebner, Uwe	Max-Born-Institut	Ultrafast and Nonlinear Optics	Berlin	137	24,7
7	Nolte, Stefan H.	Friedrich-Schiller-Universität Jena	Ultrafast Optics	Jena	135	30,8
8	Weyers, Markus	TU Berlin, Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik	Institut für Festkörperphysik	Berlin	120	24,0
9	Grundmann, Marius	Universität Leipzig	Felix-Bloch-Institut für Festkörperphysik	Leipzig	107	23,3
10	Kneissl, Michael	TU Berlin	Experimentelle Nanophysik und Photonik	Berlin	105	30,6

Quelle: SciVal

Tabelle 47: Top AutorInnen: Quantentechnologien

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Szameit, Alexander S.	Universität Rostock	Experimentelle Festkörperphysik	Rostock	84	23,5
2	Moessner, Roderich	Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme	Condensed Matter	Dresden	82	57,3
3	Eisert, Jens	FU Berlin	Quanten-Vielteilchentheorie, Quanten-Informationstheorie und Quantenoptik	Berlin	73	33,1
4	van den Brink, Jeroen	TU Dresden, Leibniz IFW	Theoretische Festkörperphysik	Dresden	72	57,2
5	Richter, Johannes	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	Condensed Matter	Magdeburg	69	20,8
6	Büchner, Bernd B.	TU Dresden, Leibniz IFW	Experimentelle Festkörperphysik	Dresden	61	33,7
7	Pollmann, Frank	Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme	Theoretische Festkörperphysik	Dresden	43	74,6
8	Felser, Claudia	Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe	Anorganische und analytische Chemie	Dresden	39	97,8
9	Gräfe, Markus	Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fraunhofer IOF	Quantum-enhanced imaging	Jena	37	16,5
10	Nolte, Stefan H.	Friedrich-Schiller-Universität Jena	Ultrafast Optics	Jena	36	37,6

Quelle: SciVal

Tabelle 48: Top AutorInnen: Recycling

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
------	---------	------------------	---	-----	-------------	----------------

1	Jekel, Martin R.	TU Berlin	Institut Technischer Umweltschutz	Berlin	63	57,5
2	Gessner, Mark O.	Leibniz IGB	Plankton- und Mikrobielle Ökologie	Berlin	42	53,8
3	Nelles, Michael	Universität Rostock	Abfall- und Stoffstromwirtschaft	Rostock	39	11,4
4	Adam, Christian	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	Thermochemische Reststoffbehandlung und Wertstoffrückgewinnung	Berlin	35	27,5
5	Müller, Roland Arno	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ	Umwelt- und Biotechnologisches Zentrum	Leipzig	31	29,6
	Haag, Rainer	FU Berlin	Institut für Chemie und Biochemie	Berlin	31	25,9
	Eisenhauer, Nico	Universität Leipzig, iDiV Halle-Jena-Leipzig	Experimentelle Interaktionsökologie	Leipzig	31	25,3
8	Krebs, Peter	TU Dresden	Siedlungswasserwirtschaft	Dresden	30	12,3
9	Kuschik, Peter	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ	Umweltbiotechnologie	Leipzig	29	41,4
	van Afferden, Manfred	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ	Umwelt- und Biotechnologisches Zentrum	Leipzig	29	29,5

Quelle: SciVal

Tabelle 49: Top AutorInnen: Robotik

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Groß, Horst Michael	TU Ilmenau	Neuroinformatik und Kognitive Robotik	Ilmenau	67	15,6
2	Aschemann, Harald	Universität Rostock	Mechatronik	Rostock	61	5,3
3	Thurrow, Kerstin	Universität Rostock	Life Science Automation	Rostock	60	7,1
4	Stolzenburg, Jens Uwe	Universität Leipzig	Klinik und Poliklinik für Urologie	Leipzig	58	43,8
5	Krüger, Jörg	TU Berlin	Industrielle Automatisierungstechnik	Berlin	57	14,5
6	Stoll, Norbert	Universität Rostock	Prozessmesstechnik	Rostock	51	7,0
7	Zimmermann, Klaus	TU Ilmenau	Technische Mechanik	Ilmenau	34	7,3
8	Elkmann, Norbert	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fraunhofer IFF	Institut für Intelligente Kooperierende Systeme	Magdeburg	32	10,8
9	Liu, Hui	Universität Rostock	Center for Life Science Automation	Rostock	30	6,9
10	Schmidt, Oliver G.	TU Chemnitz	Materialsysteme der Nanoelektronik	Chemnitz	30	55,0

Quelle: SciVal

Tabelle 50: Top AutorInnen: Wasserstofftechnologie

Rang	AutorIn	Organisation(en)	Org. Einheit (z.B. Lehrstuhl/Abteilung)	Ort	Anzahl Pub.	Zitate je Pub.
1	Strasser, Peter	TU Berlin	Technische Chemie	Berlin	104	110,2
2	Manke, Ingo	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie, TU Berlin	Institut Angewandte Materialforschung	Berlin	84	27,9
3	Sundmacher, Kai	Otto von Guericke Universität Magdeburg, Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme	Prozesstechnik	Magdeburg	52	13,8
4	Markötter, Henning	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	Beamline-Betreuer	Berlin	46	28,6
5	Tsatsaronis, George	TU Berlin	Institut für Energietechnik	Berlin	43	26,2
6	Junge, Henrik	Leibniz-Institut für Katalyse	Katalyse für Energietechnologien	Rostock	42	60,3
7	Beller, Matthias	Leibniz-Institut für Katalyse	Angewandte Homogenkatalyse	Rostock	39	64,4
8	Arlt, Tobias	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie	Institut Angewandte Materialforschung	Berlin	37	32,1
9	Michaelis, Alexander	Fraunhofer IKTS, TU Dresden	Anorganisch-Nichtmetallische Werkstoffe	Hermisdorf	36	9,1
10	Banhart, John	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie, TU Berlin	Struktur und Eigenschaften von Materialien	Berlin	33	38,6

Quelle: SciVal

Anlage D – Top 10 patentierende Unternehmen der Schlüsseltechnologien in Ostdeutschland

Tabelle 51 – Top 10 patentierende Unternehmen: AR/AR

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
BUNDESDRUCKEREI	Berlin	Berlin	9
SENSOMOTORIC INSTRUMENTS GESELLSCHAFT FUER INNOVATIVE SENSORIK	Teltow	Brandenburg	8
CARL ZEISS JENA	Jena	Thüringen	4
NATIVE INSTRUMENTS	Berlin	Berlin	4
ICONMOBILE	Berlin	Berlin	3
PRINTECHNOLOGICS	Chemnitz	Sachsen	3
SCOPIS	Berlin	Berlin	2
IMCUBE LABS	Berlin	Berlin	2
LOFELT	Berlin	Berlin	2
EAYSE	Eichwalde	Brandenburg	2

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 52: Top 10 patentierende Unternehmen: Batterietechnologie

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
LI-TEC BATTERY	Kamenz	Sachsen	40
BOMBARDIER TRANSPORTATION	Berlin	Berlin	24
HAGENUK KMT KABELMESSTECHNIK	Radeburg	Sachsen	9
LUMENION	Berlin	Berlin	8
SUNFIRE	Dresden	Sachsen	6
INTILION	Zwickau	Sachsen	5
GE ENERGY POWER CONVERSION	Berlin	Berlin	5
DIEHL METAL APPLICATIONS	Berlin	Berlin	5
JENABATTERIES	Jena	Thüringen	4
BOMBARDIER PRIMOVE	Berlin	Berlin	4

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 53: Top 10 patentierende Unternehmen: Big Data

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patenfamilien
BUNDESDRUCKEREI	Berlin	Berlin	6
SIGRAM SCHINDLER BETEILIGUNGSGESELLSCHAFT	Berlin	Berlin	2
TOLL COLLECT	Berlin	Berlin	1
HAGENUK KMT KABELMESSTECHNIK	Radeburg	Sachsen	1
SYSTEMA SYSTEMENTWICKLUNG DIP.-INF. MANFRED AUSTEN	Dresden	Sachsen	1
SENTRONICGESELLSCHAFT FUR OPTISCHE MESSSYSTEME	Dresden	Sachsen	1

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 54: Top 10 patentierende Unternehmen: Biotechnologien

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
BAYER PHARMA	Berlin	Berlin	33
EPIONTIS	Berlin	Berlin	17
GLYCOTOPE	Berlin	Berlin	14
NAVIGO PROTEINS	Halle/Saale	Sachsen-Anhalt	9
ALACRIS THERANOSTICS	Berlin	Berlin	8
SILENCE THERAPEUTICS	Berlin	Berlin	7
NOXXON PHARMA	Berlin	Berlin	6
ADRENOMED	Hennigsdorf	Brandenburg	6
AJ INNUSCREEN	Berlin	Berlin	6
RIBOXX	Radebeul	Sachsen	5

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 55: Top 10 patentierende Unternehmen: Blockchain

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
BUNDESDRUCKEREI	Berlin	Berlin	8
SLOCK.IT	Mittweida	Sachsen	1

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 56: Top 10 patentierende Unternehmen: Internet of Things

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
BUNDESDRUCKEREI	Berlin	Berlin	63
FRANCOTYP-POSTALIA	Berlin	Berlin	2
ICE GATEWAY	Berlin	Berlin	2
R3—RELIABLE REALTIME RADIO COMMUNICATIONS	Berlin	Berlin	2
ADTRAN	Berlin	Berlin	1
BOMBARDIER TRANSPORTATION	Berlin	Berlin	1
DIMENSIO INFORMATICS	Chemnitz	Sachsen	1
GERMAN AUTO LABS GAL	Berlin	Berlin	1
GOEPEL ELECTRONIC	Jena	Thüringen	1
GSMK GESELLSCHAFT FUER SICHERE MOBILE KOMMUNIKATION	Berlin	Berlin	1

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 57: Top 10 patentierende Unternehmen: Künstliche Intelligenz

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
BUNDESDRUCKEREI	Berlin	Berlin	50
CARL ZEISS MICROSCOPY	Jena	Thüringen	28
SENSOMOTORIC INSTRUMENTS GESELLSCHAFT FUER INNOVATIVE SENSORIK	Teltow	Brandenburg	9
JENETRIC	Jena	Thüringen	6
NEXENIO	Berlin	Berlin	3
SCOPIs	Berlin	Berlin	3
BAUMER OPTRONIC	Radeberg	Sachsen	2
CARL ZEISS MEDITEC	Jena	Thüringen	2
E3 SKILLWARE- SOFTWARE FOR HUMAN RESOURCES	Berlin	Berlin	2
FAYTEQ	Erfurt	Thüringen	2

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 58: Top 10 patentierende Unternehmen: Mikroelektronik

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
NOVALED	Dresden	Sachsen	42
ATOTECH DEUTSCHLAND	Berlin	Berlin	35
CARL ZEISS MICROSCOPY	Jena	Thüringen	33
SILTECTRA	Dresden	Sachsen	29
BUNDESDRUCKEREI	Berlin	Berlin	21
ADVA OPTICAL NETWORKING SE	Meiningen	Thüringen	20
JENOPTIK OPTICAL SYSTEMS	Jena	Thüringen	12
MEYER BURGER (GERMANY)	Hohenstein-Ernstthal	Sachsen	10
ANTENNENTECHNIK ABB BAD BLANKENBURG	Weimar	Thüringen	9
HACH LANGE	Berlin	Berlin	9

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 59: Top 10 patentierende Unternehmen: Neue Werkstoffe

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
BUNDESDRUCKEREI	Berlin	Berlin	31
LEICHTBAU-ZENTRUM SACHSEN	Dresden	Sachsen	11
THYSSENKRUPP CARBON COMPONENTS	Kesselsdorf	Sachsen	11
ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & COMPANY	Blankenfelde-Mahlow	Brandenburg	9
AIR BAMBOO INDUSTRIAL	Eberswalde	Brandenburg	4
CG RAIL - CHINESISCH-DEUTSCHES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGS-ZENTRUM FÜR BAHN- UND VERKEHRSTECHNIK DRESDEN	Dresden	Sachsen	4
ZAAK TECHNOLOGIES	Zwickau	Sachsen	4
A2 - SOLAR ADVANCED AND AUTOMOTIVE SOLAR SYSTEMS	Erfurt	Thüringen	2
ATOTECH DEUTSCHLAND	Berlin	Berlin	2
BAUERFEIND	Zeulenroda-Triebes	Thüringen	2

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 60: Top 10 patentierende Unternehmen: Photonik

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
NOVALED	Dresden	Sachsen	27
SILTECTRA	Dresden	Sachsen	25
CARL ZEISS MEDITEC	Jena	Thüringen	18
JENOPTIK AUTOMATISIERUNGSTECHNIK	Jena	Thüringen	15
BUNDESDRUCKEREI	Berlin	Berlin	14
CARL ZEISS MICROSCOPY	Jena	Thüringen	9
HELIATEK	Dresden	Sachsen	8
GEFERTEC	Berlin	Berlin	7
PAC TECH - PACKAGING TECHNOLOGIES	Nauen	Brandenburg	7
ROLLS-ROYCE DEUTSCHLAND LTD & COMPANY	Blankenfelde-Mahlow	Brandenburg	7

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 61: Top 10 patentierende Unternehmen: Recycling

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
CS CARBON SOLUTIONS	Kleinmachnow	Brandenburg	2
AAP IMPLANTATE	Berlin	Berlin	2
WKS TECHNIK	Dresden	Sachsen	2
APK	Merseburg	Sachsen-Anhalt	2
POLYCARE RESEARCH TECHNOLOGY & COMPANY	Gehlberg	Thüringen	2
BIOTRONIK SE & COMPANY	Berlin	Berlin	2
IMPULSTEC	Dresden	Sachsen	2
UHDE INVENTA-FISCHER	Berlin	Berlin	2
ZAAK TECHNOLOGIES	Zwickau	Sachsen	2
WECK + POLLER HOLDING	Zwickau	Sachsen	1

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 62: Top 10 patentierende Unternehmen: Robotik

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
AVATERAMEDICAL	Jena	Thüringen	13
TRUMPF SACHSEN	Neukirch	Sachsen	3
ASKION	Gera	Thüringen	2
JENOPTIK AUTOMATISIERUNGSTECHNIK	Jena	Thüringen	2
1A DIENSTLEISTUNGS, HANDELS UND SERVICE	Bennewitz	Sachsen	1
BANDELIN PATENT & COMPANY	Berlin	Berlin	1
BORBET THURINGEN	Bad Langensalza	Thüringen	1
BUNDESDRUCKEREI	Berlin	Berlin	1
EBERSPACHER EXHAUST TECHNOLOGY WILSDRUFF	Wilsdruff	Sachsen	1
ECKERT & ZIEGLER EUROTOPE	Berlin	Berlin	1

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Tabelle 63: Top 10 patentierende Unternehmen: Wasserstofftechnologien

Firmenname	Ort	Bundesland	Anzahl Patentfamilien
SUNFIRE	Dresden	Sachsen	6
BOMBARDIER PRIMOVE	Berlin	Berlin	4
HPS HOME POWER SOLUTIONS	Berlin	Berlin	4
JENABATTERIES	Jena	Thüringen	4
BOMBARDIER TRANSPORTATION	Berlin	Berlin	3
LI-TEC BATTERY	Kamenz	Sachsen	3
ECO ICE KALTE	Borna	Sachsen	2
NORDIC YARDS WISMAR	Wismar	Mecklenburg-Vorpommern	2
SCHMITT PROF. MOHLMANN & COLLEGEN WIRTSCHAFTSKANZLEI-INSOLVENZVERWALTER	Zwickau	Sachsen	2
YOUNICOS	Berlin	Berlin	2

Quelle: PATSTAT

© Prognos AG, Fraunhofer IMW 2021

Anlage E – Fallstudien erfolgreicher Regionen

Im Rahmen des Projekts haben wir anhand von Fallstudien Erfolgsfaktoren aus Regionen zusammengeführt, welche eine erfolgreiche Wirtschaftsentwicklung mithilfe der Förderung und des Einsatzes von Schlüsseltechnologien aufwiesen oder aufweisen. Diese Regionen sind nicht immer mit der spezifischen Situation der neuen Bundesländer vergleichbar, zeigen jedoch verschiedene Möglichkeiten einer Regionalentwicklung durch technologiegetriebene Wirtschaftspolitik auf. Wir möchten Ihnen diese Fallbeispiele als **Ideensammlung und Diskussionsbasis** für das Hearing kurz vorstellen.

Odense, Dänemark: Roboter-, Automatisierungs- und Drohnentechnik (RAD) Cluster im dänischen „Robotic Valley“

Technologiegebiet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Roboter, Automation, Drohnen (RAD)
Erfolge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ca. 3.900 Beschäftigte im Robotik-Cluster – ca. ein Drittel aller Beschäftigten der Branche in Dänemark ■ Führende Unternehmen im CoBot-Segment: Universal Robots, Mobile Industrial Robots
Lessons Learned	<p><u>Allgemein</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Langfristig ausgerichtete Vision in enger Zusammenarbeit von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ■ Fusionierung von drei Clustern zu einem größeren Cluster zur verbesserten Koordinierung, Erreichung kritischer Masse, verbesserte Vernetzung über einzelne Wertschöpfungsketten und Technologiefelder hinaus <p><u>Gründungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Entwicklung von RAD-Schlüsseltechnologien und regionalem Cluster ausgehend von lokaler Keimzelle (Automatisierung-Niederlassung eines Schiffbauunternehmens, Universal Robots) ■ Spinoff-Prozesse aus existierenden Großunternehmen ■ Unterstützung der Entwicklung durch geschlossene regionale Kreisläufe: Erfolgreiche Gründerinnen und Gründer investierten in regionale Start-ups, gründeten neue Unternehmen oder unterstützen regionale Gründungsprozesse. ■ Öffentliche Mittel zur Förderung von Venture Capital <p><u>Wissens- und Technologietransfer und Netzwerke</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Entscheidende Beiträge zur Clusterentwicklung durch öffentliche Mittel zum Aufbau von Forschungsinfrastrukturen (Robotik-Abteilung des Danish Institute of Technology) ■ Langjährige öffentliche Förderung durch Wachstums- und Technologiefondsermöglichte eine sich selbsttragende Dynamik. <p><u>Ansiedlung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Hohe Sichtbarkeit des Clusters führte im späteren Verlauf zu Ansiedlung internationaler Unternehmen (Kuka, FANUC).

--	--

Mikroelektronik in Taiwan: Mit langfristiger Industriepolitik und Technologietransfer zum Weltmarktführer

Technologiegebiet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mikroelektronik
Erfolge	<ul style="list-style-type: none"> ■ 63 % des weltweiten Marktes in Halbleiterauftragsfertigung (Foundries) entfällt auf Taiwan, allein auf TSMC entfallen 54 % Weltmarktanteil
Lessons Learned	<p><u>Allgemein</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Langfristig ausgerichtete Industriepolitik (25-30 Jahre) unterstützte die Entstehung einer Hightech-Branche <p><u>Gründungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Öffentlich kofinanzierte Ausgründungen der ersten Halbleiterherstellers als Spinoffs aus dem ITRI, der führenden Forschungseinrichtung für Mikroelektronik in Taiwan. Bis heute wurden insgesamt 270 Unternehmen aus dem ITRI ausgegründet. <p><u>Wissens- und Technologietransfer und Netzwerke</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Klare Zuteilung der Koordinierung des Ökosystems, koordinierende Stelle für Technologieentwicklung in der Mikroelektronik ■ Zentrale Rolle von Forschungseinrichtungen (ITRI), sogenannte „Pilot Agencies“ mit schlagkräftigen Technologietransfereinheiten, als Wegbereiter einer neuen Schlüsselbranche. ■ Entwicklung der Kompetenzbasis durch Demonstrationsanlagen zur Risikominimierung von KMU ■ Starke Rolle intermediärer Organisationen / öffentlicher Akteurinnen und Akteure in frühen Entwicklungsphasen in der Koordination von Aktivitäten, Investitionen <p><u>Ansiedlung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Gezielte Anwerbung multinationaler Konzerne mit Technologiekompetenzen in export processing zones (IBM, HP, Philips) ■ Aufbau von Wissenschaftsparks rund um die Forschungseinrichtungen mit niedrigeren Steuersätzen für Unternehmensansiedlungen

Autonomes Fahren in der Start-up Nation Israel

Technologiegebiet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Autonomes Fahren, IT/Automotive
Erfolge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Über 80 Unternehmen im Technologiefeld ■ Übernahme der größten Unternehmen Mobileeye (Intel, 15 Mrd. \$), Waze (Google, 1 Mrd. \$), Argus (Continental, 900 Mio. \$)
Lessons Learned	<p><u>Allgemein</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Selbstverständnis als Start-up-Nation: Risikoaffinität und Kultur des Scheiterns verbreitet ■ Nachfrage des Staates nach Hochtechnologie: Investments in Verteidigung förderten insbesondere die Entwicklung von Schlüsseltechnologien für autonomes Fahren: KI, Cyber Security, Auswertung großer Datenmengen

	<ul style="list-style-type: none"> ■ Offenheit für ausländische Akteurinnen und Akteure und Kooperationsbeziehungen mit dem Ausland, vor allem den USA <p><u>Gründungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fokus auf Gründungen als Transferkanal: Aufbau von staatlichem VC-Fonds in 1993, Beteiligung von ausländischen Kapitalgebern führte zu Lerneffekten und Entwicklung israelischer VC-Branche ■ Mobileye wurde 1999 als Spinoff der Hebrew University gegründet, in Partnerschaft von Unternehmern und einem Professor der Universität <p><u>Wissens- und Technologietransfer und Netzwerke</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Gleichzeitiger Fokus auf Grundlagenforschung ohne Grundfinanzierung erzeugt Transferorientierung von Forschungseinrichtungen wie z. B. Weizman-Institut: 25 % Grundfinanzierung, 35 % Investitionsfonds, 25 % öffentliche Forschungsprojekte, 15 % privates Sponsoring & Auftragsforschung ■ Besondere Bedeutung von Technologietransfereinheiten für die Einnahmen israelischer Forschungseinrichtungen mit Fokus auf Matchmaking, Entrepreneurship-in-residence, Inkubatoren, VC-Fonds, Vermarktung weniger „Killer-Patente“ ■ Langfristig ausgerichtete öffentliche Investitionen in die Entwicklung und die Vergabe von anspruchsvollen öffentlichen Aufträgen zur Entwicklung zukunftsweisender Technikentwicklungen können signifikante Innovationsimpulse im privaten Sektor auslösen. ■ Ermöglichung von Tests und Experimenten im autonomen Fahren waren früh möglich <p><u>Ansiedlung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Israel bietet beste Bedingungen als FuE-Standort multinationaler Konzerne. Ca. 300 FuE-Zentren ausländischer Unternehmen siedelten sich an.
--	---

Reno, Nevada: Tesla Gigafactory 1

Technologiegebiet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Batterietechnologie
Erfolge	<ul style="list-style-type: none"> ■ 7.000 Beschäftigte, 380 Mio. \$ Löhne p.a., 6 Mrd. US\$ Investitionen, ca. 60 Mio. \$ Steuereinnahmen der Angestellten p.a., Anzahl der Arbeitsplätze erhöhte sich in der Region um ca. 35.000 während des Baus der Fabrik, die Einwohnerzahl erhöhte sich um 25.000 von 2014 bis 2017. ■ Nach der Ansiedlung von Tesla siedelten sich Switch, Google, Blockchains LLC an.
Lessons Learned	<p><u>Allgemein</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aggressive, extrem wettbewerbsorientierte Ansiedlungspolitik zur Entwicklung der Region um jeden Preis - Positionierung gegenüber stärker reguliertem Kalifornien: Genehmigungsprozesse finden kaum statt ■ Langfristige Vision eines Industriearcals. Seit den 1990er-Jahren verfolgt das Storey County das Ziel, das Areal zu erschließen. Es war zuerst mäßig erfolgreich. Bis zum Vertrag mit Tesla (2014) wurden vor allem Logistikzentren errichtet.

	<ul style="list-style-type: none"> ■ Der Tahoe-Reno Industrial Center (TRIC) wird auch als „Public-Private Partnership auf Steroiden“ bezeichnet: 5 Mio. \$ wurden durch die Investoren im Vorherein an das County bezahlt für die Erschließung des Areals, alle planerischen Prozesse werden beschleunigt bzw. sind im Vorherein zugunsten der Unternehmen bewilligt. Das County darf keine Gebühren oder Strafzahlungen verlangen und muss 24/7 erreichbar sein und die Investoren in allen Belangen gegenüber Staat und Bundesstaat unterstützen. Die Investoren errichten dafür die Infrastruktur und erhalten 35 % der Steuereinnahmen des Parks. <p><u>Ansiedlung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Der Tahoe-Reno Industrial Park (TRIC) profitierte von seiner enormen Freifläche abseits von Wohnbebauung: 1998 wurde eine Fläche von 412 km² (Asamera Ranch) von privaten Investoren gekauft, davon sind 120 km² nutzbar. ■ Steueranreiz von mind. 1,25 Mrd. \$ (100 % Umsatzsteuerbefreiung für 20 Jahre = 725 Mio. \$, 100 % Grunderwerbs- und Vermögenssteuerbefreiung für zehn Jahre: ca. 330 Mio. \$ + Steuergutschriften, vergünstigte Strompreise, Erschließung) ermöglichten eine strukturbestimmende Investition in der Wüste ■ Die Dimensionen der Gigafactory in Grünheide sollen sogar deutlich größer sein. (Nevada: 35 GWh; Grünheide: >100 GWh; Beschäftigte in Nevada: 6.500; Grünheide: 12.500).
--	---

Sheffield: Advanced Manufacturing Research Centre

Technologiegebiet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Intelligente Produktion
Erfolge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entstehung hochproduktiver Industriearbeitsplätze rund um das Advanced Manufacturing Research Centre (AMRC) ■ Rolls-Royce, Boeing, McLaren, ITMPower Gigafactory
Lessons Learned	<p><u>Wissens- und Technologietransfer und Netzwerke</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Schaffung eines Forschungszentrums durch Kooperation zwischen Universität und Großunternehmen (University of Sheffield und Boeing) mit Fokus auf Materialien für Automobil- und Luftfahrtbranche und EFRE-geförderte „Rolls-Royce Factory of the Future“ ■ Günstige Konditionen für Ansiedlungen von KMU im Industriepark zur Kompletierung der Wertschöpfungsketten ■ Open-Source Research Model des AMRC, finanziert von Mitgliedsbeiträgen von Unternehmen, geteilte Kosten und Risiken; verspricht freie Nutzung von kreiertem Wissen durch Netzwerkunternehmen ■ Akademische Ausbildung von Ingenieuren, Transfer über Köpfe über spezielle Programme mit KMU in der Region <p><u>Ansiedlung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Entstand aus Suche von Boeing nach einem FuE-Zentrum in Europa ■ Attraktiv für Ansiedlungen wie ITMPower (Wasserstoff) oder McLaren durch hohe Produktionskompetenzen

Pittsburgh: Strukturwandel durch Diversifizierung

Technologiegebiet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Life Sciences
Erfolge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vorzeigeentwicklung im US-amerikanischen Rust Belt; Entwicklung eines Life Science Clusters in der Stahlstadt
Lessons Learned	<p><u>Allgemein</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Starke Change Agents: Privatspenden einflussreicher Familien (Mellon) zur Förderung von medizinischen Forschungseinrichtungen ■ Bei Zusammenbruch der Stahlindustrie wurden Diversifizierung und cross-sektorale Innovation besonders gefördert <p><u>Gründungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 2002 Gründung eines Life Science Akzelerators (PLSG), hierbei werden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern Business-Coaches zur Seite gestellt <p><u>Wissens- und Technologietransfer</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Zusammenschluss der konkurrierenden lokalen Universitäten unter einem Dach (University of Pittsburgh Medical Center). Nur so konnten staatliche Fördergelder akquiriert werden – diese wurden nämlich nur an einen Zuwendungsempfänger ausgezahlt. Das UPMC wurde später zum Inkubator und Technologiepark ausgebaut ■ Vereinheitlichte industrielle Entwicklungsprogramme zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Universitäten und der Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft <p><u>Ansiedlung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Durch städtebauliche und infrastrukturelle Maßnahmen („Renaissance 1 + 2“) wurde bereits früh die Attraktivität für Arbeitskräfte, Studierende und Unternehmen gesteigert

Ruhrgebiet – Auf dem Weg zur Wasserstoffregion?

Technologiegebiet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wasserstofftechnologien
Erfolge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erste Ansiedlungserfolge in der jungen Wasserstoff-Branche (Cummins, Plug-Power) ■ Repositionierung der Energieregion als Wasserstoffregion: 18 % der H2-Startups sitzen im Ruhrgebiet (teilt sich den ersten Platz mit München).
Lessons Learned	<p><u>Gründungen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Gründung eines Unternehmens und Anwenderzentrums in Herten für Windstromelektrolyse schon 2004 durch einen Professor der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen ■ Technologiespezifische Gründungsförderung: 2021 Gründung des H2UB als erster H2-Start-up-Hub Europas in Essen durch Open Grid Europe (früher RAG) <p><u>Wissens- und Technologietransfer</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einbindung von Großunternehmen der Energiebranche vor Ort in Netzwerken mit Forschungseinrichtungen und Hochschulen im H2-Netzwerk-Ruhr ■ Transfer in Form eines Anwenderzentrums (H2Herten) mit Gründungszentrum, Infrastruktur (Windstrom), Industrieareal

	<ul style="list-style-type: none"> ■ Demonstrationsanlagen (Herten) ermöglichen KMU das Testen von Prozessen und Technologien <p><u>Ansiedlung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nutzung des größten Wasserstoffnetzes Deutschlands als Standortvorteil ■ Ansiedlung US-amerikanischer H2-Unternehmen (Cummins in Herten, Plug Power Europazentrale in Duisburg)
--	--

Örnsköldsvik: Von der Papierfabrik zur Bioraffinerie

Technologiegelgebiet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ressourcensparende Technologien, Bioökonomie
Erfolge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Umnutzung einer Papier- und Zellstofffabrik zu einer führenden Bioraffinerie. Die Domsjö Fabriker ist heute ein bedeutender Produktionsstandort für Lignin, grüne Chemikalien oder Bioethanol.
Lessons Learned	<p><u>Allgemein</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufnahme und Unterstützung lokaler Initiative seitens der Lokalpolitik, Vernetzung und Verbreitung des Narrativs werden gefördert <p><u>Wissens- und Technologietransfer</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Starke intraregionale Netzwerke: Gemeinsame Bestrebungen von Wirtschaft, Medien, Politik und Gewerkschaften zur Umnutzung einer Zellstofffabrik zu einer Bioraffinerie. Dabei wurde an frühere Nutzungen der Anlage in der Ersatzstoffwirtschaft des Zweiten Weltkriegs angeknüpft. ■ Im Verlauf Import von Wissen aus entfernten Regionen: Auch in einer sehr abgelegenen Mittelstadt ohne nennenswerte Universitäten lassen sich bedeutende Industriekerne erhalten und entwickeln. Dazu wurden weit entfernte Universitäten in die Entwicklung mit einbezogen ■ Entwicklung von national und europäisch geförderten Netzwerken rund um die Bioraffinerie

Mainz: Die Wirkung eines milliardenschweren Startups

Technologiegelgebiet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Biotechnologien
Erfolge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Als einer der wenigen positiven Nebeneffekte von Covid-19 spült das Startup BioNTech Milliarden in die Stadtkasse von Mainz, obwohl es erst 2008 gegründet wurde ■ Durch die Erfolge wird nun die Initiative „BioTechHub Mainz“ vorangetrieben, welche Mainz zum führenden Biotechnologiestandort machen soll. Derzeitige Planungen: Attraktivität für Personal stärken (Kitas, internationale Schulen, Verkehrsinfrastruktur), kreatives Umfeld für Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft schaffen
Lessons Learned	<p><u>Allgemein</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Günstige Voraussetzungen eines internationalen Ballungsraums für Gründende mit Migrationshintergrund; attraktive Region mit hoher Verfügbarkeit hochqualifizierten Personals, nicht zuletzt aufgrund vieler anderer Großunternehmen in der Pharmabranche

- Die Unterstützung von Start-ups erfordert einen langen Atem – selbst ein so erfolgreiches Unternehmen wie BioNTech benötigte 15 Jahre der privaten und öffentlichen Förderung. Der Erfolg war nicht zufällig.

Gründungen

- Bei BioNTech handelt es sich um eine Ausgründung aus der Grundlagenforschung, dessen risikobehaftete Skalierung durch private Investorinnen und Investoren, begleitet von öffentlicher Förderung (z.B. GO-Bio) erfolgreich gemeistert wurde
- Auch lokale Start-ups müssen eingebettet sein in globale Wertschöpfungsketten: BioNTech ist eng verbunden mit Pfizer, Genmab oder Sanofi und
- Wagniskapital essenziell für risikoreiche Biotechnologie. Privates Kapital muss akquiriert werden, deswegen ging BioNTech 2019 an den Nasdaq anstatt an die deutsche Börse.

Wissens- und Technologietransfer

- **Starke technologiespezifische Cluster in der Region:** Ci3 – Cluster für individualisierte Immunintervention als Gewinner des Spitzencluster-Wettbewerbs zu Entwicklung personalisierter Krebsimpfstoffe erzeugte ein fruchtbares Ökosystem für den Transfer von Forschung in die wirtschaftliche Verwertung.

Quellenverzeichnis

Dosi, Giovanni / Llerena, Patrick / Sylos-Labini, Mauro (2006): The relationships between science, technologies and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called ‘European Paradox’. In: Research policy, Jg. 35, Nr. 10, S. 1450-1464.

Duffner, Fabian / Kronemeyer, Niklas / Tübke, Jens / Winter, Marin / Schmuch, Richard (2021): Post-lithium-ion battery cell production and its compatibility with lithium-ion cell production infrastructure. In: Nature Energy, Jg. 6, S. 123-134.

Frietsch, Rainer & Schmoch, Ulrich (2010): Transnational patents and international markets. In: Scientometrics, Jg. 82, S. 185–200.

Bekar et al. (2018): General purpose technologies in theory, application and controversy: a review. In: Journal of Evolutionary Economics (2018), 28, S. 1005-1033.

Berliner Startup Monitor (2020): <https://deutschestartups.org/wp-content/uploads/2020/06/Berlin-Startup-Monitor-2020.pdf> (abgerufen am 12.12.2021).

BMWi (2021): Innovationspolitik, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, online unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/innovationspolitik.html> (abgerufen am 12.12.2021).

Bullinger, Hans-Jörg (2013): Einführung in das Technologiemanagement. Modelle, Methoden, Praxisbeispiele. Springer, Wiesbaden.

Commission of the European Communities (2009): Commission staff working document. Current situation of key enabling technologies in Europe (COM (2009) 512).

Dornbusch, Friedrich et al. (2021): Innovationsstudie 2021. Leuchttürme im Rheinischen Revier. Jülich. Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen MWIDE NRW.

Europäische Kommission (2021): What is ATI? Online unter: <https://ati.ec.europa.eu/about/what-is-ati> (abgerufen am 12.12.2021).

Little, Arthur (2013): Management im Zeitalter der strategischen Führung. 2. Auflage. Springer, Wiesbaden.

Ihle, Dorothee / Meurer, Petra / Stolz, Christopher (2020): Entwicklung des Innovationsstandortes Ostdeutschland: Eine Analyse der FuE- und Patentaktivitäten, der Gründungen sowie der F&I-Förderung, Studien zum deutschen Innovationssystem 10-2020, Geschäftsstelle der EFI.

Kahlenborn, Walter et al. (2019). Auf dem Weg zu einer Green Economy: Wie die sozialökologische Transformation gelingen kann. Transcript Verlag, Bielefeld.

Schmoch, Ulrich et al. (2020): Identifizierung und Bewertung von Zukunftstechnologien für Deutschland, Endbericht an die KfW, Fraunhofer ISI, Karlsruhe.

Ropohl, Günther (2012): Allgemeine Technologie, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe.

Müller-Prothmann, Tobias & Dörr, Nora (2009): Innovationsmanagement – Strategien, Methoden und Werkzeuge für systematische Innovationsprozesse. Hansa Verlag, München.

Impressum

Schlüsseltechnologien und technologische Zukunftsfelder in Ostdeutschland Bestandsaufnahme und Potenziale

Herausgeber

Prognos AG
Goethestraße 85
10623 Berlin
Telefon: +49 30 52 00 59-210
Fax: +49 30 52 00 59-201
E-Mail: info@prognos.com
www.prognos.com
twitter.com/prognos_aG

Autoren

Prognos AG
Dr. Elena Aminova
Michael Astor
Dr. Thomas Stehnken
Victor Wichmann
Miguel Wahle

Fraunhofer IMW
Irina Block
Dr. Friedrich Dornbusch
Dr. Julian Kahl
Dr. Benjamin Klement
Max Mittenzwei
Carlos Remmers

Kontakt

Dr. Thomas Stehnken (Projektleitung)
Telefon: +49 30 52 00 59-234
E-Mail: thomas.stehnken@prognos.com

Satz und Layout: Prognos AG
Stand: Juli 2019
Copyright: 2019, Prognos AG

Alle Inhalte dieses Werkes, insbesondere Texte, Abbildungen und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der Prognos AG. Jede Art der Vervielfältigung, Verbreitung, öffentlichen Zugänglichmachung oder andere Nutzung bedarf der ausdrücklichen, schriftlichen Zustimmung der Prognos AG.

Zitate im Sinne von § 51 UrhG sollen mit folgender Quellenangabe versehen sein: Prognos AG/Fraunhofer IMW (2019): Schlüsseltechnologien und technologische Zukunftsfelder in Ostdeutschland – Bestandsaufnahme und Potenziale.