

## 5. Gesamtschau: Fazit und Handlungsempfehlungen

### 5.1 Fazit

#### 5.1.1 Stand und Entwicklung des Innovationsgeschehens in NRW: Gesamtschau

Die Untersuchungen zu Stand und Entwicklung des Innovationsgeschehens in NRW liefern ein gemischtes Bild. Dabei zeigt sich, dass das Land keine generelle Innovationsschwäche aufweist, sondern durch ein lebendiges und vielgestaltiges Innovationsgeschehen gekennzeichnet ist. Bei der Bewältigung der Herausforderungen in Zusammenhang mit dem Strukturwandel – insbesondere weg von den Montanindustrien hin zu einem modernen, innovativen Produktions- und Dienstleistungsstandort – ist das Land erheblich vorangekommen, wenngleich in Teilen noch Herausforderungen existieren, die in den kommenden Jahren angegangen werden sollten. Gleichzeitig haben sich im Land in beachtlichem Maße neue Innovationsfelder etabliert, die deutschlandweit und durchaus auch international bemerkenswert sind.

Tabelle 4.1 gibt einen Überblick über die Stärken und Schwächen Nordrhein-Westfalens in Wissenschaft und Wirtschaft in Hinblick auf die Schwerpunkte der Untersuchung sowie die im ersten Bericht im Rahmen dieses Untersuchungsauftrags identifizierten Zukunftsfelder und den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

Stärken des Landes, an denen die Innovationspolitik ansetzen kann, sind:

- ein **breiter und innovativer Mittelstand**, der eine wichtige Rolle in industriellen Wertschöpfungsketten oder im Dienstleistungsbereich spielen;
- **innovative Großunternehmen**, unter anderem in der Chemischen Industrie und der Stahlindustrie, aber auch in Bereichen des Maschinenbaus;
- das Vorhandensein zentraler Unternehmen in den Infrastrukturbereichen der **Energieversorgung** und der **Telekommunikation**, die die zukünftige Ausgestaltung dieser wichtigen Netzinfrastrukturen mitbestimmen und Impulse für Investitionen und Innovationsaktivitäten in diesen Bereichen geben;
- eine **breite Dienstleistungslandschaft**, die insbesondere Ansatzpunkte für Innovationen in Bereichen wie Logistik und Digitalisierung der Wertschöpfung bietet;

- eine ausdifferenzierte und **leistungsfähige Hochschullandschaft**, die intensiv mit der Wirtschaft zusammenarbeitet und eine große Zahl gut ausgebildeter Absolventen hervorbringt;
- **etablierte Forschungseinrichtungen**, die in zentralen neuen Technologiefeldern wie Bioökonomie, IKT oder Elektromobilität forschen;
- eine **lebendige Hochschul-Spinoff-Szene**, wobei neben den Universitäten insbesondere die Fachhochschulen wichtige Ausgründungseinrichtungen sind;
- eine insgesamt gute Ausstattung in Hinblick auf die **digitale Infrastruktur**, die allerdings an einigen Punkten noch Verbesserungspotenzial aufweist.

Schwächen des Innovationsgeschehens in NRW betreffen insbesondere:

- niedrige **FuE- und Innovations-Aufwendungen** der Wirtschaft und der öffentlichen Wissenschaftseinrichtungen. Auf Seiten der Wirtschaft ist dies wesentlich durch eine Industriestruktur bedingt, in der Innovationen seltener auf einer hohen Forschungsintensität beruhen, wie dies etwa bei Systemzulieferern und OEMs der Automobilindustrie der Fall ist;
- insgesamt eine geringe **Patentintensität** und -dynamik in der Wirtschaft, die den geringeren Besitz mit forschungsintensiven Großunternehmen in patentstarken Branchen (z.B. Automobilbau) widerspiegelt;
- eine **Gründungsaktivität** im Hochtechnologiebereich und bei Hochschul-Spinoffs, die trotz erheblicher Anstrengungen noch hinter dem deutschlandweiten Durchschnitt zurückbleibt;
- im Ländervergleich unterdurchschnittliche **Bruttoanlageinvestitionen** der Wirtschaft, die zudem in den vergangenen Jahren abgenommen haben. Auch hierfür spielt eine ungünstige Branchenstruktur eine wesentliche Rolle.

Gemischt ist die Bilanz in Bezug auf die **Digitalisierung**. Die digitale Infrastruktur an (Hoch-) Schulen ist insgesamt durchschnittlich. Gleichzeitig ist der Anteil von IKT-Professorinnen und -professoren sowie Informatik-Studierenden im Ländervergleich am höchsten. Bei den IKT-Auszubildenden zeigt sich dagegen ein hoher zusätzlicher Bedarf.

Tab. 5.1: Ergebnisse der SWOT-Analyse – Stärken und Schwächen des Innovationsgeschehens in Nordrhein-Westfalen

Stärken	Schwächen
<b>1. Schwerpunkte wissenschaftlicher Forschung in den Zukunftsfeldern</b>	
Intelligente Produktionstechnologien, IKT/Digitalisierung, Künstliche Intelligenz/Robotik, Energie, Materialien/Werkstoffe, Umwelttechnik, Logistik/Mobilität	Pharmazeutische Technik, Quantentechnologie
<b>2. Kooperation Wissenschaft-Wirtschaft</b>	
Gute Kooperationsbeziehungen, insbesondere zur mittelständischen Wirtschaft	Lehrdeputat, Bürokratie, Ressourcenmangel als bedeutende Hindernisse der NRW Hochschulen. Geringe staatliche Förderung, Ressourcenmangel sowie der Aufwand und die Kosten der Zusammenarbeit als wichtigste Hemmnisse der Forschungseinrichtungen in NRW.
Verteilte Strukturen an Kompetenz-/Experimentierräumen für Zukunftstechnologien	
<b>3. Cluster/Netzwerke</b>	
Zahlreiche funktionierende Cluster/Netzwerke	Unübersichtliche Cluster-/Netzwerk-Landschaft mit Ineffizienzen
Cluster/Netzwerke in verschiedenen Technologiefeldern/Industrien	Teilweise unkoordinierte, überschneidende Aktivitäten
Breite Unternehmens- und Institutsbasis	Hoher Verwaltungsaufwand auf Cluster-/Netzwerkebene
<b>4. Bürokratie</b>	
Unterdurchschnittliche Belastung von Hochschulprofessorinnen und -professoren mit internen Verwaltungsaufgaben	Bürokratische Belastung bei Administration von Wissenstransfer-Aktivitäten der Hochschulen und Forschungseinrichtungen, bei Intermediären
<b>5. Humankapital, Bildung, Ausbildung</b>	
Unter Berücksichtigung von fiskalischen Spielräumen relativ hoher Bildungsinput	Nachholbedarf bei MINT-Bildung in Schulen
Gute Bilanz der MINT-Bildung an Hochschulen	Herausforderungen in der Bildungsbeteiligung benachteiligter Milieus
Relativ hohe Durchlässigkeit des Bildungssystems	
<b>6. Forschung und Entwicklung</b>	
Hohe FuE-Intensität des Hochschulsektors; ausgewogenes Industriemuster der Forschung	Unterdurchschnittliche FuE-Intensität von Wirtschaft und Staat
Hohe Forschungsintensität bei Spitzentechnologie; überdurchschnittliche FuE-Aktivitäten des Mittelstands, hoher Anteil aller Forschungsaufträge geht an Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen	Geringe FuE-Aktivität technologieintensiver Dienstleister
Fokus der Hochschulforschung auf wichtige Zukunftsfelder (intelligente Produktionstechnologien, Umwelttechnik, Werkstoffwissenschaften, Künstliche Intelligenz)	

noch Tab. 5.1:

Stärken	Schwächen
<b>7. Patentierung und neue Technologien</b>	
Hoher Verwertungsanteil bei Hochschulpatenten an Fachhochschulen	Geringe Patentintensität und -dynamik
NRW ist wichtigster Technologiestandort in sieben Technologiefeldern (u.a. Biotechnologie, pharmazeutische Technologien, Materialtechnik/Metallurgie/organische Feinchemie/Polymertechnik)	Unterdurchschnittliche Patentaktivität u.a. in Transporttechnik, Photonik, Medizintechnik, IKT/digitale Technologien, Nanotechnologie, KI
Aufholprozesse in Elektrotechnik/Informationstechnik, Instrumententechnik	
<b>8. Wissens- und technologieintensive Unternehmensgründungen, Hochschulausgründungen, Patentverwertung</b>	
Relativ hoher Anteil von Gründungen mit hohem Beschäftigungswachstum	Relativ geringe Zahl von Hightech-Gründungen und Gründungen aus Hochschulen
Breite Hochschul- und Institutsbasis für Hochschulausgründungen; Positive Beispiele/Standorte	Insgesamt geringe Venture Capital-Aktivitäten
Hoher Anteil forschungsintensiver innovativer Hochschulgründungen	Verbesserbedürftige Zielfokussierung auf die Unterstützung von Ausgründungen, teilweise: ungünstige Grundausstattung der Hochschulen
Finanzielle Unterstützung, Politikimpulse	An Hochschulen teilweise zu wenig projektorientiertes Arbeiten, fehlende Vorbilder
Hohe Zahl an Hochschulpatenten, funktionierende Unterstützungsstrukturen	Verbesserungspotential bei der Einbindung von Unternehmen in Gründungsaktivitäten
<b>9. Innovationen</b>	
Hoher Anteil von KMU mit Innovationsausgaben sowie Innovationen und Breite der Innovationsnetzwerke	Unterdurchschnittliche Innovationsausgaben der Großunternehmen, vergleichsweise niedrige Erträge aus Innovationen
Unterdurchschnittliche und abnehmende Bedeutung von Innovationshemmnissen	Etwas unterdurchschnittlicher Neuheitsgrad der Innovationen, geringer Anteil von Unternehmen mit EU-Innovationsförderung
<b>10. Investitionen und Infrastrukturen</b>	
Gute Position beim Ausbau der Breitbandinfrastruktur und hinsichtlich der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in IKT-Berufen	Fachkräftemangel in der IKT-Branche
	Unterdurchschnittliche Investitionen in immaterielles Vermögen durch die Unternehmen
<b>11. Produktivität</b>	
Hohe Produktivität im Bundesländervergleich	Zuletzt geringe Produktivitätsdynamik

Eigene Darstellung.

## 5.1.2 Ergebnisse zu den einzelnen Untersuchungsfeldern

### Humankapital, Bildung und Ausbildung

**Bildungsinput – bei Berücksichtigung der fiskalischen Handlungsspielräume in NRW relativ hoch:** Das Verhältnis der Bildungsausgaben zum Bruttoinlandsprodukt übertrifft in NRW insbesondere die wirtschaftsstarken süddeutschen Länder Baden-Württemberg und Bayern deutlich. Betrachtet man jedoch die Mittelausstattung pro Schülerin und Schüler bzw. pro Studierenden, ist NRW im Ländervergleich relativ schlecht ausgestattet. Mit 44 Auszubildenden je 1.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten liegt NRW über dem Bundesdurchschnitt (41), was auf ein hohes Engagement der Unternehmen hinweist. Die Zahl der Studierenden an wissenschaftlichen Hochschulen je 1.000 Einwohner ist in Nordrhein-Westfalen höher als in allen anderen Flächenstaaten und liegt mit gut 43 deutlich über dem Bundesdurchschnitt (34). Unter den Flächenstaaten hat die Zahl der Studierenden in Relation zur Bevölkerung in NRW seit 2011 auch am stärksten zugenommen (+9 je 1.000 Einwohner, gegenüber +4,7 im Bundesdurchschnitt).

**Bildungoutput – insgesamt gemischte Bilanz, allerdings mit hohem Anteil ohne Berufsabschluss:** Gut 51% der 18- bis 21-Jährigen in NRW schließen ihre Schullaufbahn mit dem Abitur oder dem Fachabitur ab, etwa so viel wie im Bundesdurchschnitt. Die Zahl der Hochschulabsolventen im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung entspricht ebenfalls in etwa dem Bundesdurchschnitt. Der hohe Anteil von Beschäftigten ohne Berufsabschluss könnte angesichts des zunehmenden Fachkräftemangels ein Hemmnis für die wirtschaftliche Entwicklung in NRW darstellen.

**MINT-Bildung – Nachholbedarf in den Schulen, aber überdurchschnittliches MINT-Engagement an den Hochschulen:** Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler der 9. Klasse in Mathematik in NRW liegen vergleichenden Untersuchungen des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) zufolge unter dem Bundesdurchschnitt. In den naturwissenschaftlichen Fächern wurde dagegen im Jahr 2018 das viertbeste Länderergebnis erreicht, allerdings mit weitem Abstand hinter den führenden Ländern Baden-Württemberg, Bayern und Sachsen. Seit 2012 gibt es Hinweise auf ein Aufholen gegenüber anderen Bundesländern. Im Vergleich zu den wirtschaftsstarken süddeutschen Bundesländern sind jedoch in Nordrhein-Westfalen insgesamt noch Nachholbedarfe in der schulischen und beruflichen Ausbildung zu erkennen. Auf der Hochschulebene weist NRW in etwa einen durchschnittlichen Anteil von Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern sowie Studierenden mit MINT-Schwerpunktsetzung auf. Wenn man die Absolventenzahl auf die Zahl der Beschäftigten mit einem Ingenieursb-Berufsbild bezieht, fällt der Anteil in NRW sogar leicht überdurchschnittlich aus (mit einem Anteil von 8% der MINT-Absolventen in den Ingenieurwissenschaften im Vergleich zu 7% bundesweit).

**Digitalisierung des Bildungssystems – relativ gute Ausstattung, aber bei der Nutzung digitaler Medien im Bundesländervergleich Rückstand:** Neue Medien werden in Schulen Nordrhein-Westfalens noch seltener genutzt als etwa in Baden-Württemberg und Bayern. Einer Lehrerbefragung zufolge liegt Nordrhein-Westfalen in dieser Hinsicht aktuell im unteren Mittelfeld der Bundesländer. Positiv zu bewerten ist im Ländervergleich, dass im Unterricht in NRW in besonderem Maße ein Schwerpunkt auf dem kritischen Hinterfragen von Inhalten aus dem Internet liegt. Der Zugang zu digitalen Medien zum Einsatz im Unterricht ist nach Aussage des Lehrpersonals in NRW relativ gut. Die Nutzung digitaler Medien in der Hochschulausbildung fällt im Ländervergleich in NRW eher gering aus.

**Beschäftigungswachstum – im Zeitraum von 2011 bis 2017 in NRW mit +11,2% etwas schwächer als in Deutschland insgesamt (+12,3%):** Den stärksten Beschäftigungsaufbau verzeichnete im Untersuchungszeitraum Berlin (+23%) gefolgt – mit einigem Abstand – von Bayern (+15,1%) und Baden-Württemberg (+14,0%).

**Durchschnittliches „Gefährdungspotenzial“ durch Automatisierungsprozesse im Zuge der digitalen Transformation:** Das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) berechnet anhand der Tätigkeitsschwerpunkte der Berufstätigen entsprechende Anteile an gefährdeten Personen. Diesen Berechnungen zufolge liegt der Anteil von Beschäftigten, die von einer möglichen Verdrängung durch Computertechnik bzw. Software betroffen sind, bundesweit aktuell bei 25%, in NRW bei 26%.

**Studienangebot in NRW in erster Linie von heimischen Studierenden in Anspruch genommen:** Im Wintersemester 2017/2018 hatte mit über 81% ein weit größerer Anteil der Studierenden in Nordrhein-Westfalen (an den Hochschulen in Trägerschaft des Landes, ohne Fernstudium) als in allen anderen Ländern die Hochschulzugangsberechtigten innerhalb des Landes erworben, war zum Studium also nicht über die Landesgrenzen umgezogen. Im Mittel der Bundesländer sind es gut zwei Drittel der Studierenden, die bei Aufnahme eines Studiums innerhalb ihres Landes verbleiben. Der große Anteil heimischer Studierender ist zwar vor allem ein Landesgrößen-effekt. So stammt beispielsweise auch in Bayern (79,4%) und Baden-Württemberg (70,1%) der weit überwiegende Teil der Studierenden aus dem jeweiligen Bundesland. Allerdings ist die Zahl der Studierenden in Relation zur Gesamtbevölkerung in NRW höher als in allen anderen Flächenländern. Bemerkenswert ist, dass dies nicht an einer verhältnismäßig starken Zuwanderung in das NRW-Hochschulsystem liegt.

**Relativ hohe Durchlässigkeit des Bildungssystems mit Hinweisen auf Herausforderungen bei der Bildungsbeteiligung benachteiligter Milieus:** NRW weist einen vergleichsweise hohen Anteil der Studienanfänger ohne allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife und den nach Bremen zweit-

höchsten Anteil der Studierenden aus nichtakademischem Elternhaus auf (47%). Der Anteil der Schulabgänger ohne Hauptschulabschluss liegt mit 6,4% (2018) leicht unter dem Bundesdurchschnitt. Andererseits fällt der Anteil der Gymnasiasten an den ausländischen Schülern unterdurchschnittlich aus. Innerhalb von NRW sind die Übergangsquoten von der Grundschule auf das Gymnasium in Wohngebieten benachteiligter Milieus besonders gering.

**Teilnahme an Weiterbildung unterdurchschnittlich, gleichzeitig Aufholprozess:** Lehrveranstaltungen der allgemeinen und beruflichen Weiterbildung übernehmen eine sehr wichtige Funktion im Anpassungsprozess der Erwerbstätigen an veränderte Qualifikationsanforderungen, insbesondere im Zuge der digitalen Transformation. Die Teilnahme variiert in NRW wie auch in anderen Bundesländern unter anderem nach der Qualifikation und dem Alter. Berücksichtigt man jedoch die persönlichen Unterschiede der Weiterbildungswahrscheinlichkeit ist festzustellen, dass Erwerbstätige in NRW in geringerem Maße an Weiterbildungsmaßnahmen teilnehmen als Erwerbstätige mit vergleichbaren Voraussetzungen in anderen Bundesländern. In Bezug auf Weiterbildungsaktivitäten ist in Nordrhein-Westfalen jedoch ein Aufholprozess erkennbar, da im Zeitraum von 2011 bis 2016 im Gegensatz zu den anderen Bundesländern, in denen ein leichter Rückgang zu verzeichnen war, die Weiterbildungsquote in etwa konstant blieb.

## Forschung und Entwicklung

**FuE-Aktivitäten – deutlich unterdurchschnittliche FuE-Intensität von NRW bei überdurchschnittlichem FuE-Anteil des Hochschulsektors:** Nordrhein-Westfalen liegt mit einer FuE-Intensität von knapp 2,1% im Jahr 2017 deutlich hinter dem ursprünglichen 3-Prozent-Ziel des Landes und der Bundesrepublik. Es liegt damit zugleich im unteren Mittelfeld der deutschen Bundesländer. Der Anteil der öffentlichen FuE-Aufwendungen setzt sich aus dem Anteil der staatlichen Forschungsausgaben und dem Anteil der Forschungsausgaben der Hochschulen am BIP zusammen. Während der Anteil des Hochschulsektors im Vergleich zu Gesamtdeutschland mit etwa 0,6% überdurchschnittlich ist, liegt der Anteil der staatlichen FuE-Aufwendungen mit 0,3% in NRW unter dem Bundesdurchschnitt (0,4%). Die Wirtschaft leistet mit 1,2% einen deutlich unterdurchschnittlichen Anteil an den gesamten FuE-Ausgaben in NRW und erreicht mit 56% nicht die gewünschte Aufteilung von öffentlicher und privater FuE im Verhältnis ein Drittel zu zwei Drittel. Ein Grund hierfür liegt in der Branchenstruktur von FuE in NRW: Die FuE-intensive KFZ-Industrie macht in NRW rund 16 Prozent des gesamten FuE-Geschehens der Wirtschaft aus, zum Vergleich: in Baden-Württemberg sind es 54%. Gegenüber 2009 konnte NRW im Vergleich zu den anderen Ländern keinen Boden gut machen. Damit verringerte sich auch der Anteil NRWs an den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in ganz Deutschland auf 12% im Jahr 2017. Der Anteil des FuE-Personals ist wie die FuE-Intensität unterdurchschnittlich: 15,5% des bundesdeutschen FuE-Personals arbeiten in NRW (gut 106.000 Vollzeitäquivalente, wovon knapp 60.000 im Wirtschaftssektor tätig sind).

Ebenfalls liegt der Anteil des FuE-Personals an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in NRW mit 1,2% unter dem Bundesdurchschnitt von 1,7%. FuE-Tätigkeiten sind damit in NRW unterrepräsentiert. In NRW sind 58% des FuE-Personals in Unternehmen mit mehr als 1.000 Beschäftigten tätig. Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (70%) oder zu Baden-Württemberg (80%) ist dies ein eher niedriger Wert.

**FuE-Aufwendungen der Unternehmen – dritthöchster absoluter Wert im Ländervergleich, aber unterdurchschnittliche FuE-Dynamik:** Unternehmen in NRW haben im Jahr 2017 8,4 Mrd. € für interne FuE aufgewendet. Nur in Bayern und Baden-Württemberg lag dieser Wert höher. Von 2009 bis 2017 sind die internen FuE-Aufwendungen in NRW um 31% gestiegen, was ein im Vergleich zu Gesamtdeutschland unterdurchschnittlicher Wert ist.

**Forschung in NRW – ausgewogenes Industriemuster:** Insgesamt zeigt NRW ein recht ausgeglichenes Muster der FuE-treibenden Industriebranchen, ohne eine klar dominierende Branche. Dies ist in Hinblick auf eine möglichst geringe Krisenanfälligkeit und ein umfangreiches Leistungsportfolio positiv zu bewerten.

**FuE im Dienstleistungsbereich – geringe FuE-Tätigkeit in den technologieintensiven Dienstleistungen:** Nur 8,1% aller internen FuE-Aufwendungen werden in dieser Branchen-Gruppe getätigt. Zudem hat sich im Zeitverlauf der Anteil des Umsatzes, den diese Dienstleistungsunternehmen in FuE investieren, deutlich von einem ohnehin schon geringen Niveau von 4,4% im Jahr 2009 auf 1,9% im Jahr 2017 vermindert. Eine Ursache hierfür liegt ebenfalls in der Struktur der Automobilindustrie im Bundesland begründet, die auch dazu führt, dass FuE-Dienstleister, die zu rund 70% im Themenbereich Kraftfahrzeugtechnologien forschen, sich hauptsächlich in den süddeutschen Bundesländern in der Nähe zu den OEMs und Systemzulieferern ansiedeln.

**Forschungsaufträge an NRW-Hochschulen – überdurchschnittlicher Anteil von Forschung für Unternehmen:** Externe FuE, also die Vergabe von Forschungsaufträgen an Dritte, wurde in den letzten Jahrzehnten stärker ausgeweitet als die unternehmenseigene, interne FuE. Allein von 2009 bis 2017 stieg die externe FuE in Deutschland um 74% auf einen Wert von 19,5 Mrd. €. In NRW war die Steigerung mit 60% (2,5 Mrd. €) moderater. Die Hälfte dieser Summe geben Unternehmen der Chemischen und Pharmazeutischen Industrie in Auftrag. Auf Bundesebene zeigt sich, dass gerade die Vergabe von Forschungsaufträgen an Hochschulen von 2009 auf 2017 leicht abgenommen hat (-1 %). Ganz anders ist dies in NRW, das eine deutliche Zunahme aufweist. Die Summe der externen FuE-Aufwendungen, die an Hochschulen fließt, hat sich hier von 2009 auf 2017 verdreifacht. Dazu passt, dass ein weit überdurchschnittlicher Anteil der Mittel für externe FuE an Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen fließt – fast 15%, während es im Bundesdurchschnitt nur rund 5% sind. Dies ist ein Zeichen für einen offenbar gut funktionierenden Wissenstransfer von der Wissenschaft in die

Wirtschaft. Da aus Hochschulen zu einem hohen Anteil grundlagenorientiertes Wissen und Wissen mit hohem Neuheitsgrad in die Wirtschaft transferiert wird, lässt dies auf einen recht hohen Innovationspotential schließen, sofern die Unternehmen das transferierte Wissen tatsächlich in Anwendungen zu überführen vermögen.

**Spitzentechnologie – positive Entwicklung und hohe Forschungsintensität:** In NRW haben sich von 2009 bis 2017 die internen FuE-Aufwendungen in Branchen der Spitzentechnologie um 29% erhöht. Für NRW besonders relevante Branchen der Spitzentechnologie sind Teile der Elektroindustrie innerhalb des Wirtschaftszweiges WZ-26 sowie die Pharmazeutische Industrie. Diese Branchen sowie die Energiewirtschaft investieren im Ländervergleich auch besonders hohe Umsatzanteile in FuE. Die FuE-Umsatzintensität liegt hier sogar deutlich über derjenigen von Baden-Württemberg und Bayern.

**FuE-Aktivitäten des Mittelstands – überdurchschnittliche Entwicklung in NRW:** KMU kommt somit in NRW im Vergleich zum Bund und anderen FuE-starken Ländern eine größere Bedeutung zu. Zudem ist es gerade der Mittelstand, der in den letzten Jahren gegenüber den Großunternehmen seine FuE-Aktivitäten besonders ausgeweitet hat. Zwischen 2009 und 2017 wuchsen die internen FuE-Aufwendungen hier um 48%, auf Bundesebene nur um 38%, in Baden-Württemberg reduzierten sie sich sogar.

**FuE im Ausland – hohe Bedeutung der Internationalisierung von FuE:** Dies zeigt sich an den externen FuE-Aufträgen an Unternehmen und andere FuE-aktive Institutionen im Ausland, wobei hier für NRW nur eine Auswertung nach dem Hauptsitz der Unternehmen erfolgen kann, da externe FuE in der FuE-Erhebung nicht regionalisiert abgefragt wird. Die Zahlen zeigen, dass NRW rund 30% seiner FuE-Aufträge an das Ausland vergibt, damit liegt das Land über dem Bundesdurchschnitt von rund 25%. Eine Erklärung liegt in den in NRW starken Branchen Chemie und Pharma, die traditionell einen höheren Internationalisierungsgrad aufweisen.

**Schwerpunkte der NRW-Forschung in Hochschulen und Forschungseinrichtungen – überdurchschnittlicher Fokus auf zentrale Zukunftstechnologien:** Ein wichtiger Aspekt hinsichtlich der Bedeutung der verschiedenen Zukunftsfelder für die Wissensentstehung und den Wissenstransfer ist, inwieweit diese Felder einen Schwerpunkt der Hochschulforschung bilden. Besonders gut vertreten sind in NRW Intelligente Produktionstechnologien, Umwelttechnik, Werkstoffwissenschaften und KI. Dagegen ist in dem Technologiefeld Pharma ein gegenüber dem Bundesdurchschnitt deutlich niedrigerer Anteil der Hochschullehrenden aktiv, auch der Bereich Quantentechnologie ist vergleichsweise schwach ausgeprägt. Die anderen Technologiefelder liegen in etwa im Bundesdurchschnitt. In den vier wichtigen Feldern, in denen NRW über dem Bundesdurchschnitt liegt (Industrie 4.0, Umwelttechnik, Werkstoffwissenschaft und KI) ist auch gegenüber Bayern und Baden-Württemberg ein Vorsprung zu erkennen. Weitere

bemerkenswerte Schwerpunkte bei den Forschungseinrichtungen liegen in Feldern Logistik, Energie(technik), IKT/Digitalisierung.

**Zeitbudget für Forschung in NRW-Hochschulen und – Forschungseinrichtungen im Bundesdurchschnitt:** Professorinnen und Professoren an Universitäten in NRW wenden in etwa 42% ihrer Zeit für Forschung auf, an Fachhochschulen in NRW liegt der korrespondierende Wert bei 19,7%. Diese Anteilswerte entsprechen in etwa dem deutschen Durchschnitt. Mit 58,1% liegt der Zeitanteil der Institutsangehörigen, der für Forschung eingesetzt wird, leicht über dem deutschen Durchschnitt (57,7 %). Der Anteil der Drittmittelforschung gegenüber nicht drittmittelfinanzierter Forschung ist bei Forschungseinrichtungen deutschlandweit wie in NRW mit ca. zwei Dritteln deutlich höher als bei Hochschulen (ca. die Hälfte).

**Insgesamt überdurchschnittliche Anwendungsorientierung der öffentlichen Forschung in NRW, jedoch geringer als in Bayern und Baden-Württemberg:** Der Grad der Anwendungsorientierung der NRW-Hochschulen entspricht zwar in etwa dem deutschen Durchschnitt. Die Forschungseinrichtungen in NRW weisen im Deutschlandvergleich eine überdurchschnittliche Anwendungsorientierung der Forschung auf, allerdings ist die Anwendungsorientierung in Bayern und insbesondere Baden-Württemberg stärker ausgeprägt.

**Vereinfachte Administration und finanzielle Unterstützung als wichtigste Ansatzpunkte für die Verbesserung des Wissenstransfers in die Wirtschaft:** Die drei wichtigsten in den Befragungen genannten Ansatzpunkte für die Verbesserung des Wissenstransfers sind eine vereinfachte Administration von Projekten und Projektanträgen, mehr Personal und Sachmittel sowie eine erhöhte staatliche Förderung.

**Produkt- oder Prozessinnovationen in Unternehmen – viele Unternehmen mit Innovationsaktivitäten ohne interne FuE:** Zwei Drittel der Unternehmen in NRW, die die Entwicklung und Einführung von Produkt- oder Prozessinnovationen verfolgen, weist keine eigenen FuE-Aktivitäten auf. Innovationsaktivitäten ohne eigene FuE sind in Nordrhein-Westfalen ähnlich weit verbreitet wie in Deutschland insgesamt. In Nordrhein-Westfalen ist allerdings der Anteil der innovationsaktiven Großunternehmen ohne eigene FuE höher. Dadurch ist auch der Beitrag dieser Gruppe von Innovatoren zu den Innovationserträgen (Umsatz mit Marktneuheiten, Kosteneinsparungen) höher als in anderen Bundesländern.

### *Patentierung und neue Technologien*

**Patentierung – Schutz des intellektuellen Eigentums nicht sehr weit verbreitet:** Im Zeitraum 2016 bis 2018 haben gut 8% der Unternehmen in Nordrhein-Westfalen Patente zum Schutz ihres eigenen intellektuellen Eigentums genutzt. Dieser Anteil liegt geringfügig unter dem Bundesdurchschnitt (knapp 9%). Weitaus mehr Unternehmen greifen auf strategische Maßnahmen wie Bindung von qualifizierten Mitarbeitern, Geheimhaltung oder zeitlichen Vorsprung zurück.

**Patentanmeldungen – unterdurchschnittliche Patentintensität und geringe Patentdynamik:** Die Anzahl der Patentanmeldungen pro 1.000 Erwerbstätige lag in NRW 2016 bei 1,5 und damit unter dem Bundesdurchschnitt (2,0) und erheblich unter dem Wert der beiden führenden Länder Baden-Württemberg (3,8) und Bayern (3,7). Die niedrige Patentintensität ist ein Spiegelbild der niedrigen FuE-Intensität, da die meisten Patente aus FuE-Prozessen heraus resultieren. Die Anzahl der Patentanmeldungen hat sich seit 2001 in NRW nicht erhöht und blieb hinter dem Bundestrend und hinter der dynamischen Entwicklung in Baden-Württemberg und Bayern zurück.

**Patentgeschehen – Unternehmen dominieren auch in NRW:** Die meisten Patente werden von Unternehmen angemeldet. In NRW lag der Anteil der Unternehmen an allen Patentanmeldern bei 90%. Hochschulen und Forschungseinrichtungen spielen für das Patentgeschehen eine untergeordnete Rolle (zusammen rund 4% aller Anmeldungen). Dies gilt für alle westdeutschen Länder. In Ostdeutschland ist die Bedeutung der Wissenschaft dagegen höher, was am weitgehenden Fehlen großer, patentstarker Unternehmen liegt. Innerhalb des Unternehmenssektors ist in NRW der Anteil der patentierenden KMU mit 14% höher als im Bundesdurchschnitt (11%). Auch der Anteil der jüngeren Unternehmen (Alter bis 20 Jahre) ist mit 17% leicht höher als der Bundesdurchschnitt (16%).

**Patentanmeldungen durch NRW-Hochschulen und Forschungseinrichtungen – insgesamt nahe beim Bundesdurchschnitt sowohl bei Anmeldung als auch bei der Verwertung:** Der Anteil der Anmeldungen im Umfeld der Professorinnen und Professoren, die selbst bzw. deren (ehemaligen) Mitarbeitenden und Doktoranden in den letzten 5 Jahren Patente angemeldet haben, war mit 17,5% leicht unterdurchschnittlich (Bundesdurchschnitt: 18,4%). Jedoch war der Anteil derjenigen, die angaben, dass das Patent verwertet wurde, leicht überdurchschnittlich (9,2% gegenüber 8,9% im Deutschlanddurchschnitt). Differenziert nach Universitäten und Fachhochschulen zeigt sich, dass die Universitäten bei beiden Indikatoren unter dem Durchschnitt lagen und die Fachhochschulen deutlich darüber. 54,6% der Institutsangehörigen berichten von Patentanmeldung in den letzten 5 Jahren, damit liegt NRW leicht über den Durchschnitt für Gesamtdeutschland mit 54,4%. Der Anteil der Verwertungen liegt allerdings mit 27,3% leicht unter dem Deutschlandniveau (29,6%).

**Inanspruchnahme von Hilfe bei der Patentanmeldung in der öffentlichen Forschung – bei Hochschulen unterdurchschnittlich, Forschungseinrichtungen durchschnittlich und Fachhochschulen überdurchschnittlich:** Insgesamt werden die Hilfsangebote am häufigsten von Forschungseinrichtungen in Anspruch genommen, gefolgt von Universitäten und Fachhochschulen. 67% der Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer in NRW an Universitäten und 76,2% der an Fachhochschulen gaben an entsprechende Hilfsangebote genutzt zu haben. Damit werden an NRW-Universitäten in geringerem Umfang Hilfeangebote genutzt als es in Baden-Württemberg (82,8%), Bayern (82,8%) und im Bundesdurchschnitt (78,9%) der Fall ist. Ein anderes Bild ergibt sich allerdings für die Fachhochschulen in NRW. Hier zeigt

sich, dass mit 76,2% der Fachhochschulprofessorinnen und -professoren bei der Patentanmeldung häufiger Hilfe in Anspruch nehmen als ihre Kollegen in Baden-Württemberg (52,1%), Bayern (61,9%) und im Bundesdurchschnitt (72,2%). Der Vergleich mit den Hochschulen verdeutlicht, dass an den außeruniversitären Forschungseinrichtungen deutlich häufiger Unterstützungsangebote in Anspruch genommen werden. In NRW bestätigen 88,2%, dass sie Hilfe in Anspruch genommen haben, deutschlandweit 88,6%.

**Schwerpunkt der Patentaktivitäten im Bereich Chemie, Materialien und Pharma/Biotechnologie:** Die Patentaktivitäten in Nordrhein-Westfalen weisen einen klaren Schwerpunkt in chemienahen Feldern auf. Im Vergleich zu Deutschland sind besonders hohe Anteilswerte in den Technologiefeldern organische Feinchemie, Polymertechnik und Metallchemie zu beobachten. Ein weiterer ausgeprägter Schwerpunkt sind Bautechnologien (inkl. Baumaterialien). Im Bereich des Maschinenbaus und der Umwelttechnik bestehen ebenfalls in einzelnen Feldern Spezialisierungsvorteile. Deutlich unterdurchschnittlich sind die Patentaktivitäten in allen Feldern im Bereich Fahrzeugtechnologien sowie in den meisten Bereichen der Elektronik/Informationstechnik sowie der Instrumententechnik (insbesondere Optik sowie Mess- und Medizintechnik).

**Patentschwerpunkte – Nordrhein-Westfalen wichtigster Technologiestandort in sieben Feldern:** In den Technologiefeldern Biotechnologie, pharmazeutische Technologien, Polymertechnik, organische Feinchemie, Materialtechnik/Metallurgie, Metallchemie und Bautechnologien liegt NRW bezogen auf die Patentanmeldungen an erster Stelle unter allen Bundesländern.

**Entwicklung bei Patenten – Aufholprozess bei Elektronik/Informationstechnik und Instrumententechnik:** In den vergangenen 15 Jahren haben sich die Patentaktivitäten in NRW im Bereich der Elektronik-/Informationstechnik und der Instrumententechnik etwas besser entwickelt als im Bundesdurchschnitt, sodass die negative Spezialisierung abgeschwächt wurde. In den Bereichen mit einer positiven Spezialisierung haben sich die Patentaktivitäten dagegen meist weniger dynamisch entwickelt als in Deutschland insgesamt. Ausnahmen sind die organische Feinchemie, die Bautechnologien, einzelne Bereiche des Maschinenbaus sowie konsumgüternahe Felder. Insgesamt hat sich somit das technologische Profil von NRW dem von Deutschland tendenziell annähert.

### *Wissenschaftsgründungen, andere wissens- und technologieintensive Unternehmensgründungen*

**Bei Hightech-Gründungen geringer relativer Wert:** NRW bildet in Bezug auf zentrale Indikatoren der Gründungsaktivität keine Ausnahme zum stark rückläufigen Bundestrend, der u.a. durch die gute Arbeitsmarktsituation bedingt ist. NRW schneidet beim Gründungsgeschehen in den wissens- und technologieintensiven Branchen des Verarbeitenden Gewerbes (Hightech-Industrie) und des Dienstleistungssektors

(Hightech-Dienstleistungen wie Software- und sonstige technologieorientierte Dienstleistungen, wissensintensive Dienstleistungen) eher unterdurchschnittlich ab. Das Land liegt bei Gründungen mit digitalen Geschäftsmodellen mit 2,4% unter dem gesamtdeutschen Durchschnitt.

**Finanzierung – geringere Attraktivität für Venture Capital:**

Mit weniger als 0,3 Investments pro jungem Unternehmen<sup>8</sup> schneidet NRW im Zeitraum 2015 bis 2018 bei den VC-Investments unterdurchschnittlich ab. Die Zahl der VC-Investments konnte im Zeitverlauf nur leicht ausgebaut werden. So gab es zwischen 2007 und 2010 insgesamt knapp 160 Investments, zwischen 2015 und 2018 waren es 185.

**Beschäftigte in überlebenden wissens- und technologieorientierten Gründungen – langsamerer Rückgang als in anderen Ländern:**

Nordrhein-Westfalen weist überdurchschnittliche Raten von Unternehmen mit hohem Beschäftigungswachstum auf. Der Anteil der Beschäftigten in überlebenden wissens- und technologieorientierten Gründungen an allen Beschäftigten im Unternehmenssektor geht zwar auch in NRW zurück, liegt aber dennoch höher als in den meisten Vergleichsländern.

## Innovationen

**Innovationsausgaben – geringe Zahl von Konzernforschungseinheiten begründen unterdurchschnittliche Innovationsausgaben:**

Die Innovationsausgaben sind deutlich niedriger als aufgrund der Wirtschaftskraft der Unternehmen zu erwarten wäre. Dies liegt primär an niedrigen FuE-Ausgaben, für die wiederum das Fehlen von großen Konzernforschungseinheiten in besonders ausgabenintensiven Branchen wie dem Fahrzeugbau verantwortlich gemacht werden kann.

**Innovationsorientierte KMU – hoher Anteil von KMU mit Innovationsausgaben und Innovationen:**

Die KMU in NRW sind überdurchschnittlich innovationsorientiert, d.h. der Anteil der KMU mit Innovationsausgaben und der Anteil der KMU, die Innovationen eingeführt haben, ist höher als im Bundesdurchschnitt. Die Unterschiede zu anderen Bundesländern sind allerdings nicht sehr ausgeprägt.

**Niedrigere Erträge aus Innovationen:**

Die direkten wirtschaftlichen Erträge aus Innovationsaktivitäten, gemessen anhand des mit Produktinnovationen erzielten Umsatzes und der Kosteneinsparungen aus Prozessinnovationen, liegen merklich unter denen der deutschen Wirtschaft und der Vergleichsregionen. Hierfür sind strukturelle Gründe wesentlich verantwortlich, da hohe Innovationserträge in anderen Ländern (Bayern, Baden-Württemberg) von Großunternehmen aus den Branchen Fahrzeugbau, Elektroindustrie und Maschinenbau getrieben werden, die dort stärker vertreten sind als in Nordrhein-Westfalen.

**Neuheitsgrad der Innovationen – etwas unterdurchschnittlicher Neuheitsgrad und geringere Nutzung von KI, Big Data, offenen Plattformen, gleichzeitig höherer Anteil der Nutzung von sozialen Netzen und Crowdfunding:**

Der Neuheitsgrad der Innovationstätigkeit der Unternehmen in Nordrhein-Westfalen, gemessen am Anteil der Unternehmen, die Weltmarktneuheiten auf den Markt gebracht haben, und den damit erzielten Umsätzen, liegt im Mittel etwas unter dem der Unternehmen aus Baden-Württemberg und für einige Indikatoren auch unter den bayerischen Vergleichswerten. Dies spiegelt sich teilweise auch in der Nutzung neuer Technologien der Digitalisierung wie Künstlicher Intelligenz, Big Data oder offenen Plattformen wider. Hier weisen die nordrhein-westfälischen Unternehmen etwas niedrigere Anteilswerte als die Unternehmen aus Baden-Württemberg auf. Voraus liegt Nordrhein-Westfalen allerdings bei der Nutzung von sozialen Netzen und Crowdsourcing durch Unternehmen.

**Innovationsnetzwerke – durchschnittlicher Grad der Vernetzung in Kooperationsprozessen, höhere Breite der Netzwerke:**

Bei der Offenheit von Innovationsprozessen zeigen sich nur wenig signifikante Unterschiede zwischen den nordrhein-westfälischen Unternehmen und den Unternehmen aus anderen Bundesländern. Innovationskooperationen sind ähnlich verbreitet wie in Deutschland insgesamt. Allerdings weisen die nordrhein-westfälischen Unternehmen etwas breitere Netzwerke auf, insbesondere was die Einbeziehung von Hochschulen, Lieferanten und externen Beratern betrifft. Weiter verbreitet ist in Nordrhein-Westfalen die Nutzung von Lizenzen als ein Weg der Verwertung eigenen intellektuellen Eigentums (IP) wie des Zugangs zu fremden IP, wenngleich nur eine kleine Minderheit der Unternehmen auf diese Form offener Innovationsprozesse zurückgreift.

**Innovationshemmnisse – unterdurchschnittliche und abnehmende Bedeutung von Innovationshemmnissen, insbesondere bei der Finanzierung:**

Innovationshemmnisse sind unter den Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen weniger stark verbreitet als unter den Unternehmen aus anderen Bundesländern. Dies gilt insbesondere für Finanzierungshemmnisse, hier ist – entgegen dem Bundestrend – aktuell sogar ein Rückgang zu beobachten. Der Fachkräftemangel ist in Nordrhein-Westfalen wie in allen anderen Bundesländern das aktuell dominierende Innovationshemmnis, wird von den Unternehmen in Nordrhein-Westfalen aber etwas weniger häufig genannt als in den Vergleichsregionen. Auch rechtliche Regelungen spielen als Innovationshemmnis in Nordrhein-Westfalen eine etwas geringere Rolle als in Deutschland insgesamt.

**Innovationsförderung – geringer Anteil von Unternehmen mit EU-Innovationsförderung:**

Der Anteil der innovationsaktiven Unternehmen, die eine öffentliche finanzielle Förderung für ihre Innovationsaktivitäten erhalten haben, liegt geringfügig unter dem bundesweiten Durchschnittswert und dem Niveau von Bayern und Baden-Württemberg. Niedrig ist insbesondere

<sup>8</sup> Junge Unternehmen sind Unternehmen bis einschließlich dem 8. Lebensjahr.



der Anteil der Unternehmen, die eine EU-Förderung für Innovationsaktivitäten erhalten haben.

### Investitionen und Infrastrukturen

**Breitbandinfrastruktur – NRW ist bei gleichzeitig geringer Ausdifferenzierung zwischen den Bundesländern führend, punktueller Verbesserungsbedarf:** Eine Voraussetzung dafür, digitalisierte Geschäftsmodelle etablieren zu können, ist eine flächendeckend gut ausgebaute Infrastruktur im Bereich des Breitbandinternets, verbunden mit adäquaten Up- und Download-Geschwindigkeiten. Bei der Verfügbarkeit über Breitbandanschlüsse mit einer Verbindungsgeschwindigkeit von 50 Mbit/s und 100 Mbit/s sowie bei den Mobilfunkstandards LTE und 5G ist NRW führend und besser positioniert als Bayern und Baden-Württemberg. Dies stellt für die nordrhein-westfälischen Unternehmen einen Standortvorteil dar. Von den NRW-Betrieben, die einen Breitbandanschluss nutzen, beurteilen 85% die Leitungskapazität als ausreichend (Bundesdurchschnitt: 83%). In Bezug auf Hochschul-Start-ups sehen 83% der Hochschullehrenden in NRW keine Notwendigkeit zur Verbesserung der digitalen Infrastruktur (Bundesdurchschnitt: 82%).

**Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Telekommunikations-, IT- und Informationsdienstleistungen an allen SV-Beschäftigten – NRW gut positioniert:** Im Jahr 2018 lag der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Telekommunikations-, IT- und Informationsdienstleistungen NRW mit 2,5% auf dem Niveau des Bundesdurchschnitts. Von den Flächenländern wiesen nur Hessen (3,2%), Baden-Württemberg (3,0%) und Bayern (2,9%) höhere Beschäftigungsanteile auf.

**Immaterielle Investitionen in NRW unterdurchschnittlich:** 2018 wendeten die Unternehmen in NRW 3,0% ihres Umsatzes für immaterielle Investitionen auf (1,1% für FuE-Aufwendungen, 1,0% für Marketing, 0,7% für Software und Datenbanken sowie 0,3% für Weiterbildung und Design). Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (4,0%) sind die Investitionen in NRW aber unterdurchschnittlich, was u.a. an den hohen Aufwendungen Bayerns (5,3%) und Baden-Württembergs (5,0%) liegt.

**Digitale Infrastruktur an Schulen und Hochschulen durchschnittlich:** Die digitale Ausstattung der Schulen in NRW ist im Bundesländervergleich dem mittleren Bereich zuzuordnen. Besser bewertet als Bayern und Baden-Württemberg wurde NRW 2017 aber bei der technischen Wartung der IT-Ausstattung. In NRW liegt der Anteil derer, die die digitale Ausstattung ihrer Hochschule als gut oder sehr gut einschätzten, gleichauf mit Baden-Württemberg und über dem Bundesdurchschnitt, Bayern lag aber etwas darüber. Ebenfalls im Mittelfeld der Bundesländer lag NRW in Hinblick auf den Anteil derer, die der Ansicht sind, die digitale Ausstattung sollte verbessert werden.

**IKT-Forschung – Anteil der Professorinnen und Professoren, die in diesem Bereich forschen, ist an den Hochschulen in NRW hoch:** Dieser liegt in NRW um 13% über dem Bundesdurchschnitt, bei KI und der Robotik/Automation waren es sogar 18%, bei der Kryptographie/IT-Security 17% und beim 3D-Druck 16%. Somit ist NRW unter den drei großen Flächenländern das einzige Land, das für die untersuchten IKT-Fächer durchweg überdurchschnittlich hohe Werte aufweist.

**Studierende der Informatik – Spitzenposition von NRW beim Anteil der Informatikstudierenden:** Für die Verfügbarkeit von IKT-Fachkräften auf dem Arbeitsmarkt haben perspektivisch die IKT-Kompetenzen der Schüler und Lehrkräfte sowie der Anteil der Studierenden im Fach Informatik große Bedeutung. NRW liegt mit einem Anteil von knapp 9% der Informatik-Studierenden an allen Studierenden in NRW an der Spitze der Bundesländer. Die relative Bedeutung des Studienfaches Informatik hat sich in NRW zudem überproportional gut entwickelt.

**Fachkräftemangel in NRW in der IKT-Branche hoch:** Der Fachkräftemangel ist in Bereichen der Wirtschaft, die durch einen besonders hohen Digitalisierungsgrad gekennzeichnet sind, überdurchschnittlich hoch. Mit 18,5 gemeldeten unbesetzten Stellen je Tsd. sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in der IKT-Branche liegt NRW im Bundesländervergleich im unteren Mittelfeld. Die Werte für Bayern und Baden-Württemberg sind mit 17,8 bzw. 17,4 aber nur unwesentlich besser, was darauf hindeutet, dass gerade digitalisierungsstarke Länder eine angespannte Fachkräftesituation aufweisen.

**IKT-Auszubildende – Anteil in NRW im oberen Mittelfeld:** Eine weitere Möglichkeit, auf den Fachkräftemangel zu reagieren, ist die betriebsinterne Aus- und Weiterbildung. Mit 5,6 IKT-Auszubildenden pro 10.000 Einwohner liegt NRW im oberen Mittelfeld der Bundesländer. Von den Flächenstaaten weisen lediglich Baden-Württemberg (7,1) und Bayern (5,8) höhere Werte auf.

**Aus- und Weiterbildungsbedarf steigt mit Digitalisierungsgrad:** Der Anteil der Betriebe, die einen Aus- und Weiterbildungsbedarf aufweisen, liegt in NRW bei 30%, wobei er bei denen mit geringem Digitalisierungsgrad 20% beträgt, bei solchen mit hohem 47%. Die Auszubildendenquote (Anteil der Auszubildenden an allen Beschäftigten) steigt, wenn man Betriebe mit einem geringem und hohem Digitalisierungsgrad vergleicht, von 3% auf 4%, der Anteil der Betriebe mit Weiterbildung von 39% auf 69% und die Weiterbildungsquote (Anteil der weitergebildeten Mitarbeitenden an allen Beschäftigten) von 28% auf 34%.

**Bruttoanlageinvestitionen – unterdurchschnittliche Entwicklung in NRW, getrieben durch Wirtschaftszweige mit ungünstiger Unternehmensstruktur:** NRW lag 2016 bei den Bruttoanlageinvestitionen je Erwerbstätigen unter dem Bundesdurchschnitt und das Wachstum seit 2009 war geringer. Die dafür verantwortlichen Faktoren decken sich nur teilweise mit den Treibern der geringen Forschungsaktivitäten. Beide

werden jeweils teils von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Hauptmotiv für Anlageinvestitionen ist die Erweiterung der Produktionskapazität, für FuE-Investitionen das Streben nach mittel- bis langfristig orientierten Innovationen.

### Produktivität

**Bruttowertschöpfung je Erwerbstätige – gute Position von NRW im Bundesländervergleich, zuletzt geringere Wachstumsrate:** NRW steht in Hinblick auf den Indikator Bruttowertschöpfung je Erwerbstätige an sechster Stelle unter den Bundesländern, unter den Flächenländern an vierter Position. Die Wachstumsrate lag von 2000 bis 2010 mit 2,6% in etwa im Bundesdurchschnitt, 2010 bis 2019 jedoch um 0,8 Prozentpunkte darunter. Die Werte ab 2010 lagen für Bayern und Baden-Württemberg um 0,8 Prozentpunkte und 1,3 Prozentpunkte über dem Wert für NRW.

### Wissenstransfer aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen

**Gründungen aus Hochschulen – wie bei Hightech-Gründungen relativ geringer Anteil, aber relativ positive Entwicklung bei Hochschul-Start-ups, insbesondere aus Fachhochschulen:** Mit ca. 300 Ausgründungen aus Hochschulen kommt NRW auf einen höheren Wert als Bayern und Baden-Württemberg, jedoch ist der relative Anteil im Verhältnis zur Zahl der Studierenden mit ca. 8 Ausgründungen pro 10.000 Studierende deutlich niedriger (Mannheimer Unternehmenspanel des ZEW; Gründungsradar des SV Wissenschaftsstatistik). Die Gesamtzahl der Hochschul-Start-ups ist ebenso wie die Zahl der Gründungen in den wissensorientierten Branchen leicht rückläufig (-5,6%), wenn man die Zeiträume 2008 bis 2013 und 2014 bis 2019 vergleicht. Die nach Hochschultyp differenzierte Betrachtung zeigt, dass dieser Trend nur für die Unis (-16,7%) gilt, für die Fachhochschulen ist der Trend positiv (+9,9%). Bezogen auf NRW ist für die Universitäten zwar auch ein Rückgang zu beobachten, der jedoch im Deutschlandvergleich schwächer ausgeprägt ist (-3,7%). Bei den Fachhochschulen aus NRW lässt sich sogar ein stark positiver Trend beobachten (+98,9%).

**In NRW geringere Anzahl von Gründungen je gründendem Lehrstuhl gegenüber Bayern und Baden-Württemberg:** Ökonometrische Untersuchungen konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen NRW und Bayern und Baden-Württemberg beim Anteil der gründenden Hochschulprofessorinnen und -professoren identifizieren. Es gibt also nicht insgesamt zu wenige gründungsaktive Lehrstühle. Jedoch wurden erhebliche Unterschiede bei der durchschnittlichen Anzahl der Gründungen je gründendem Lehrstuhl deutlich. Während das Arithmetische Mittel der Gründungen je gründendem Lehrstuhl in NRW bei 2,2 Gründungen liegt, beträgt es in Bayern 3,2 und in Baden-Württemberg 3,3.

**Unternehmenssitz – Hochschulausgründungen finden in NRW etwas häufiger im eigenen Bundesland statt:** Für die Effekte der Hochschulausgründungen ist es bedeutsam, ob

sie im Bundesland der Hochschule oder andernorts stattfinden. In NRW weisen die Universitäten (70,9%), Fachhochschulen (83,5%) und Institute (83,3%) gegenüber dem Durchschnitt für Deutschland (Uni: 70,7%, FH: 72,9%, Institute: 75,7%) bei Gründungen einen höheren Regionalbezug auf. Dies gilt im besonderen Maße für die Fachhochschulen und Institute.

**Forschungsintensive Gründungen an NRW Hochschulen über Bundesdurchschnitt, Anteil der Gründungen niedriger Forschungsintensität an NRW-Universitäten am höchsten:** Der Anteil forschungsintensiver Gründungen an Universitäten in NRW ist höher im Vergleich zu Gesamtdeutschland, jedoch im Vergleich zu Baden-Württemberg und Bayern niedriger. Bei den Fachhochschulen in NRW liegt der Anteil forschungsintensiver Gründungen deutlich über dem Bundesdurchschnitt und ist zudem höher als in Baden-Württemberg und Bayern. Der Anteil der Gründungen mit niedriger Forschungsintensität (aber innovativen Geschäftsmodell) ist bei den Universitäten in NRW am höchsten, bei den Fachhochschulen in NRW ist aber nur gegenüber Bayern ein höherer Anteilswert feststellbar.

**Hochschulausgründungen – höherer Anteil forschungsintensiver und innovativer Gründungsvorhaben:** Der Anteil von Gründungen mit hoher Forschungsintensität liegt für Universitäten in NRW bei 47,4% über dem Bundesdurchschnitt (42,9%). Der Anteil von forschungsintensiven Gründungen an Fachhochschulen liegt in NRW mit 26% deutlich über dem Bundesschnitt (18,9%) und den entsprechenden Werten für Bayern (6,4%) und Baden-Württemberg (10%). Der Anteil von Gründungen mit innovativem Geschäftsmodell für Universitäten in NRW ist mit 39,1% am höchsten, die entsprechenden Werte für Deutschland insgesamt liegen bei 36,6%, für Baden-Württemberg bei 29,5% und für Bayern 29,2%. Der Anteil der Gründungen an Fachhochschulen der auf Patenten basiert, liegt für NRW über dem Bundesdurchschnitt und dem korrespondierenden bayrischen Wert.

**Wichtigste Hemmnisse für Hochschulgründungen sind Zeitmangel, bessere Arbeitsmarktalternativen, fehlende Gründerkultur – geringer Unterschied zu anderen Bundesländern:** Die wichtigsten Hemmnisse für potenzielle Gründerinnen und Gründer an Hochschulen sind Zeitmangel, bessere Alternativen am Arbeitsmarkt und eine fehlende Gründerkultur. Diese Einschätzung wird von den Hochschulprofessorinnen und -professoren in Bayern und Baden-Württemberg und Gesamtdeutschland weitestgehend geteilt. Eine fehlende Gründerkultur wird von Universitätsprofessorinnen und -professoren außerhalb von NRW gegenüber dem Faktor „Nachrangigkeit in der Leistungsbeurteilung“ als etwas weniger relevant eingestuft. Die wichtigsten Hemmnisse aus Perspektive der Institute in NRW sind bessere Alternativen auf dem Arbeitsmarkt, Nachrangigkeit von Gründungsaktivitäten für die Leistungsbeurteilung und eine mangelnde Gründerkultur.

**Privates Wagniskapital – Wirksamstes Instrument zur Gründungsunterstützung:** Während 67,7% der Institutsangehörigen dieses Förderinstrument als wirksam einschätzen,

liegt der korrespondierende Anteilswert bei den Hochschulen lediglich bei 51,6%. Nichtsdestotrotz ist privates Wagniskapital in beiden Fällen als das wirksamste Förderinstrument eingestuft worden.

**Starker Regionalbezug der Kooperationsaktivitäten:**

Während das Kooperationsaufkommen der Hochschulen und Institute mit Unternehmen in etwa dem Bundesniveau entspricht, liegt der Regionalbezug der Hochschulen und Institute in NRW hingegen darüber, die einzige Ausnahme stellen die Kooperationsaktivitäten der Institute mit den Start-ups dar. Hier fällt der entsprechende Anteilswert mit 34,8% niedriger aus als der korrespondierende Wert für Deutschland mit 40,3%.

**Unterschiede zwischen Kooperationshemmnissen an Hochschulen und Instituten in NRW:** Lehrdeputat, Bürokratie, Ressourcenmangel als bedeutende Hindernisse der NRW Hochschulen. Geringe staatliche Förderung, Ressourcenmangel sowie der Aufwand und die Kosten der Zusammenarbeit sind hingegen die Hemmnisse, die für die Forschungseinrichtungen in NRW eine besondere Relevanz in dem Zusammenhang haben.

**Wichtige Ansatzpunkte zur Verbesserung des Wissenstransfer aus der Wissenschaft:** Mehrheitlich werden von den Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern Verbesserungspotenziale in den Bereichen Administration, bei der Ausstattung mit Personal und Sachmitteln sowie der Höhe des Lehrdeputats gesehen. Von den Institutsangehörigen wird an erster Stelle ebenfalls die Administration als Ansatzpunkt aufgeführt. Darüber hinaus betonen sie die Notwendigkeit für mehr staatliche Förderung von FuE-Kooperation und eine bessere Ausstattung mit Personal und Sachmitteln.

**Eine Vielzahl von Experimentierräumen an Unterschiedlichen Standorten in NRW identifizierbar:** Ein breitaufgestelltes Spektrum von Technologieschwerpunkten verteilt sich auf unterschiedliche Standorte in NRW. Die Kreise Aachen, Düren und der Rhein-Sieg-Kreis weisen bspw. eine Kooperationsintensität von Hochschulen mit Unternehmen von über 50% auf. Außerdem lassen sich mehrere Regionen mit erhöhten Gründungsaktivitäten identifizieren: Aachen, Rheinland, Ruhrgebiet, Paderborn.

**Bürokratische Hemmnisse behindern den Wissenstransfer:** Während interne bürokratische Hemmnisse an Hochschulen im besonderen Maße hinsichtlich Kooperationen mit Unternehmen als nicht förderlich angesehen werden, gilt dies weniger für die Angehörigen der Institute. Mit 75% (Hochschulen) bzw. 72 % (Institute) wird allerdings eine vereinfachte Administration sowohl von den Vertretern der Hochschulen als auch den Vertretern Instituten als bedeutendster Ansatz für eine Verbesserung des Wissenstransfers in der angewandten Forschung gesehen, was jeweils der höchste Anteilswert der zur Auswahl gestellten Alternativen war. Zudem ist der Anteil am Zeitbudget, der von den Akteuren des Wissenschaftssystem für Verwaltungstätigkeiten aufgewendet werden muss, nicht unwesentlich. Während der von den Institutsangehörigen aufgewandte Anteil am Zeitbudget mit 22,4% über dem Bundesdurchschnitt liegt, fällt er mit 17,4% bezogen auf die NRW – Universitäten und mit 15,5% bezogen auf NRW – Fachhochschulen vergleichsweise niedriger aus.

### 5.1.3 Zukunftsfelder der Innovationspolitik in NRW

*Hintergrund und Vorgehen*

Das strategische Ziel, gesellschaftliche Herausforderungen zu adressieren, verändert die Innovationspolitik auf verschiedenen Ebenen und somit auch jene in NRW. Eine Herausforderung der Innovationspolitik in NRW wird künftig sein, Ineffizienzen im Innovationsprozess zu beseitigen und gleichzeitig Impulse für die Erreichung strategischer gesellschaftlicher Ziele zu geben. Über allem steht das ökonomische Ziel des effektiven und effizienten Einsatzes verfügbarer Ressourcen.

Um die Basis für die Auswahl von Zukunftsfeldern zu legen, die im Rahmen der Innovationspolitik gefördert werden sollten, wurde eine mehrstufige Vorgangsweise gewählt. Zunächst wurden auf Grundlage aktueller Studien und der Hochschulbefragung diejenigen Zukunftsfelder identifiziert, die derzeit aus Sicht der Foresight-Forschung ein großes Zukunftspotenzial aufweisen. Dann wurde die Position NRW in diesen Feldern hinsichtlich der

- (ii) der Patentaktivitäten der Unternehmen und
- (iii) der wissenschaftlichen Publikationstätigkeit in diesen Feldern

untersucht. Die Ergebnisse zu den beiden erstgenannten Untersuchungsschwerpunkten wurden oben in Abschnitt 2.2 (Hochschulforschung) und 2.3 (Patente) diskutiert. Die Ergebnisse der Publikationsanalyse sind unten dargestellt. In einem letzten Schritt wurde die Bedeutung der einzelnen Felder für die Unternehmenspopulation in NRW als Technologienutzer bewertet.

*Zukunftsfelder*

Auf Basis einer Bestandsaufnahme von Foresight-Studien und einer Auswertung der Hochschulbefragung wurden folgende potenzielle Zukunftsfelder des Wirtschafts- und Innovationsgeschehens in NRW identifiziert:

- (i) Schwerpunkte der Hochschulforschung,
- Bioökonomie
- Energie(technik)

liegt der korrespondierende Anteilswert bei den Hochschulen lediglich bei 51,6%. Nichtsdestotrotz ist privates Wagniskapital in beiden Fällen als das wirksamste Förderinstrument eingestuft worden.

**Starker Regionalbezug der Kooperationsaktivitäten:**

Während das Kooperationsaufkommen der Hochschulen und Institute mit Unternehmen in etwa dem Bundesniveau entspricht, liegt der Regionalbezug der Hochschulen und Institute in NRW hingegen darüber, die einzige Ausnahme stellen die Kooperationsaktivitäten der Institute mit den Start-ups dar. Hier fällt der entsprechende Anteilswert mit 34,8% niedriger aus als der korrespondierende Wert für Deutschland mit 40,3%.

**Unterschiede zwischen Kooperationshemmnissen an Hochschulen und Instituten in NRW:** Lehrdeputat, Bürokratie, Ressourcenmangel als bedeutende Hindernisse der NRW Hochschulen. Geringe staatliche Förderung, Ressourcenmangel sowie der Aufwand und die Kosten der Zusammenarbeit sind hingegen die Hemmnisse, die für die Forschungseinrichtungen in NRW eine besondere Relevanz in dem Zusammenhang haben.

**Wichtige Ansatzpunkte zur Verbesserung des Wissenstransfer aus der Wissenschaft:** Mehrheitlich werden von den Hochschullehrerinnen und Hochschullehrern Verbesserungspotenziale in den Bereichen Administration, bei der Ausstattung mit Personal und Sachmitteln sowie der Höhe des Lehrdeputats gesehen. Von den Institutsangehörigen wird an erster Stelle ebenfalls die Administration als Ansatzpunkt aufgeführt. Darüber hinaus betonen sie die Notwendigkeit für mehr staatliche Förderung von FuE-Kooperation und eine bessere Ausstattung mit Personal und Sachmitteln.

**Eine Vielzahl von Experimentierräumen an Unterschiedlichen Standorten in NRW identifizierbar:** Ein breitaufgestelltes Spektrum von Technologieschwerpunkten verteilt sich auf unterschiedliche Standorte in NRW. Die Kreise Aachen, Düren und der Rhein-Sieg-Kreis weisen bspw. eine Kooperationsintensität von Hochschulen mit Unternehmen von über 50% auf. Außerdem lassen sich mehrere Regionen mit erhöhten Gründungsaktivitäten identifizieren: Aachen, Rheinland, Ruhrgebiet, Paderborn.

**Bürokratische Hemmnisse behindern den Wissenstransfer:** Während interne bürokratische Hemmnisse an Hochschulen im besonderen Maße hinsichtlich Kooperationen mit Unternehmen als nicht förderlich angesehen werden, gilt dies weniger für die Angehörigen der Institute. Mit 75% (Hochschulen) bzw. 72 % (Institute) wird allerdings eine vereinfachte Administration sowohl von den Vertretern der Hochschulen als auch den Vertretern Instituten als bedeutendster Ansatz für eine Verbesserung des Wissenstransfers in der angewandten Forschung gesehen, was jeweils der höchste Anteilswert der zur Auswahl gestellten Alternativen war. Zudem ist der Anteil am Zeitbudget, der von den Akteuren des Wissenschaftssystem für Verwaltungstätigkeiten aufgewendet werden muss, nicht unwesentlich. Während der von den Institutsangehörigen aufgewandte Anteil am Zeitbudget mit 22,4% über dem Bundesdurchschnitt liegt, fällt er mit 17,4% bezogen auf die NRW – Universitäten und mit 15,5% bezogen auf NRW – Fachhochschulen vergleichsweise niedriger aus.

### 5.1.3 Zukunftsfelder der Innovationspolitik in NRW

*Hintergrund und Vorgehen*

Das strategische Ziel, gesellschaftliche Herausforderungen zu adressieren, verändert die Innovationspolitik auf verschiedenen Ebenen und somit auch jene in NRW. Eine Herausforderung der Innovationspolitik in NRW wird künftig sein, Ineffizienzen im Innovationsprozess zu beseitigen und gleichzeitig Impulse für die Erreichung strategischer gesellschaftlicher Ziele zu geben. Über allem steht das ökonomische Ziel des effektiven und effizienten Einsatzes verfügbarer Ressourcen.

Um die Basis für die Auswahl von Zukunftsfeldern zu legen, die im Rahmen der Innovationspolitik gefördert werden sollten, wurde eine mehrstufige Vorgangsweise gewählt. Zunächst wurden auf Grundlage aktueller Studien und der Hochschulbefragung diejenigen Zukunftsfelder identifiziert, die derzeit aus Sicht der Foresight-Forschung ein großes Zukunftspotenzial aufweisen. Dann wurde die Position NRW in diesen Feldern hinsichtlich der

- (ii) der Patentaktivitäten der Unternehmen und
- (iii) der wissenschaftlichen Publikationstätigkeit in diesen Feldern

untersucht. Die Ergebnisse zu den beiden erstgenannten Untersuchungsschwerpunkten wurden oben in Abschnitt 2.2 (Hochschulforschung) und 2.3 (Patente) diskutiert. Die Ergebnisse der Publikationsanalyse sind unten dargestellt. In einem letzten Schritt wurde die Bedeutung der einzelnen Felder für die Unternehmenspopulation in NRW als Technologienutzer bewertet.

*Zukunftsfelder*

Auf Basis einer Bestandsaufnahme von Foresight-Studien und einer Auswertung der Hochschulbefragung wurden folgende potenzielle Zukunftsfelder des Wirtschafts- und Innovationsgeschehens in NRW identifiziert:

- (i) Schwerpunkte der Hochschulforschung,
- Bioökonomie
- Energie(technik)

- IKT/Digitalisierung
- Intelligente Produktionstechnologien
- Künstliche Intelligenz
- Materialien/Werkstoffe (inkl. Leichtbau)
- Medizinische Biotechnologie
- Medizintechnik/Gesundheitswissenschaften
- Mobilität/Logistik
- Nanotechnologie
- Pharmazeutische Technik
- Photonik
- Quantentechnologie
- Umwelttechnik

Wichtig ist in dem Zusammenhang, dass es keine „objektive“ oder abschließende Liste solcher Felder geben kann. Gleichzeitig bestehen nicht unerhebliche Überschneidungen zwischen einem Teil dieser Felder. Dennoch können die identifizierten Zukunftsfelder als solide Ausgangsbasis für die weitergehenden Überlegungen dienen.

### Publikationsanalyse

Bibliometrische Analyse sind geeignet, Stärken- und Schwächen der Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Hinblick auf Publikationsaktivitäten als zentralen Output-Indikator der wissenschaftlichen Aktivitäten in den identifizierten Zukunftsfeldern zu beleuchten. Abbildung 5.1 zeigt die Ergebnisse der Publikationsanalyse im Vergleich zu den EU-6-Ländern (EU-6: Deutschland ohne NRW, Frankreich, Großbritannien, den Niederlanden, Belgien und Schweden). In Übereinstimmung mit den Auswertungen der Patentanmeldungen wird links die Publikationsintensität dargestellt, in der Mitte der Publikationsanteil und rechts der Marktanteil (hier bezogen auf die EU-28).

Die Ergebnisse zeigen, dass bei den Indikatoren die Rangfolge der Zukunftsfelder tendenziell gleich ist. Ein Zukunftsfeld ragt in NRW heraus: Hinsichtlich aller drei Indikatoren weist **Logistik/Mobilität** die höchsten Werte auf. Die Publikationsintensität liegt 49% über dem Durchschnitt der Vergleichsländer. Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Publikationsanteil, der ein Maß für die Spezialisierung auf das jeweilige Zukunftsfeld ist. Der auf Logistik/Mobilität entfallende Anteil an allen Publikationen ist in NRW knapp 91% höher als in der EU-6.

Das Zukunftsfeld, in dem NRW als zweitbestes positioniert ist, betrifft die **Quantentechnologie**. Die Publikationsintensität liegt um 6% über dem Durchschnitt der Vergleichsländer (EU-6) und die Spezialisierung um 36% darüber. Die Werte sind somit insgesamt als recht gut einzuschätzen, wenngleich schon ein gewisser Abstand zur Logistik/Mobilität zu konstatieren ist.

Es folgt dann eine Gruppe von drei Zukunftsfeldern, in denen die Publikationsintensität in etwa so hoch ist wie jene der EU-6 ist, die aber einen überdurchschnittlichen Publikationsanteil aufweisen. Als das Zukunftsfeld mit der drittbesten Positionierung von NRW konnte **Data Science** identifiziert werden. Hier erreicht die Publikationsintensität immerhin noch einen Wert von 1,4%, der Publikationsanteil liegt 30% über dem EU-Durchschnitt. **Neue Materialien und Werkstoffe** sowie die **Biotechnologie** weisen eine Publikationsintensität im EU-Durchschnitt auf und, einen Publikationsanteil von 30 bzw. 28% über dem EU-&-Durchschnitt.

Die folgenden sechs Zukunftsfelder weisen eine unterdurchschnittliche Publikationsintensität, aber noch einen überdurchschnittlich hohen Publikationsanteil auf: **Energie, Bioökonomie, Nanotechnologie, Künstliche Intelligenz, Intelligente Produktionstechnologien** und **IKT/Digitalisierung**. Ihre Publikationsintensitäten liegen zwischen 3 und 19% unter dem Durchschnitt und die Publikationsanteile zwischen 25 und 4% darüber.

Vier Zukunftsfelder in NRW weisen eine unterdurchschnittliche und damit ungünstigste Positionierung in Hinblick auf die Publikationsperformance auf, und zwar sowohl bezogen auf die Publikationsintensität als auch den Publikationsanteil. Bei **Pharma** liegen die Werte für die Publikationsintensität um 25% unter jener der EU-6, der Publikationsanteil fällt leicht unterdurchschnittlich aus (-3%). Bei den Feldern **Photonik, Medizintechnik** sowie **Umwelttechnik/Kreislaufwirtschaft** liegen die Publikationsintensitäten sogar zwischen 33 und 47% unter dem EU-Durchschnitt, die Publikationsanteile zwischen 16 und 32%.

Legt man die Ergebnisse der Publikationsanalyse zugrunde, ist insgesamt zu konstatieren, dass NRW bei den Zukunftsfeldern unterschiedlich gut positioniert ist. Neben Feldern mit ausgewiesenen Stärken und solchen mit einer eher durchschnittlichen Performance, weist NRW einige Zukunftsfelder betreffend aber auch Schwächen auf. Das Performancemuster der Publikationsanalyse weicht dabei in einigen Bereichen von dem der Patentanalyse ab.

Tabelle 7.4 im Anhang (Abschnitt 7.5) nimmt eine weitere Differenzierung der Publikationen nach Universitäten und Forschungseinrichtungen vor. Dabei zeigen sich einzelne regionale Hotspots bei den Publikationsaktivitäten in den Zukunftsfeldern:

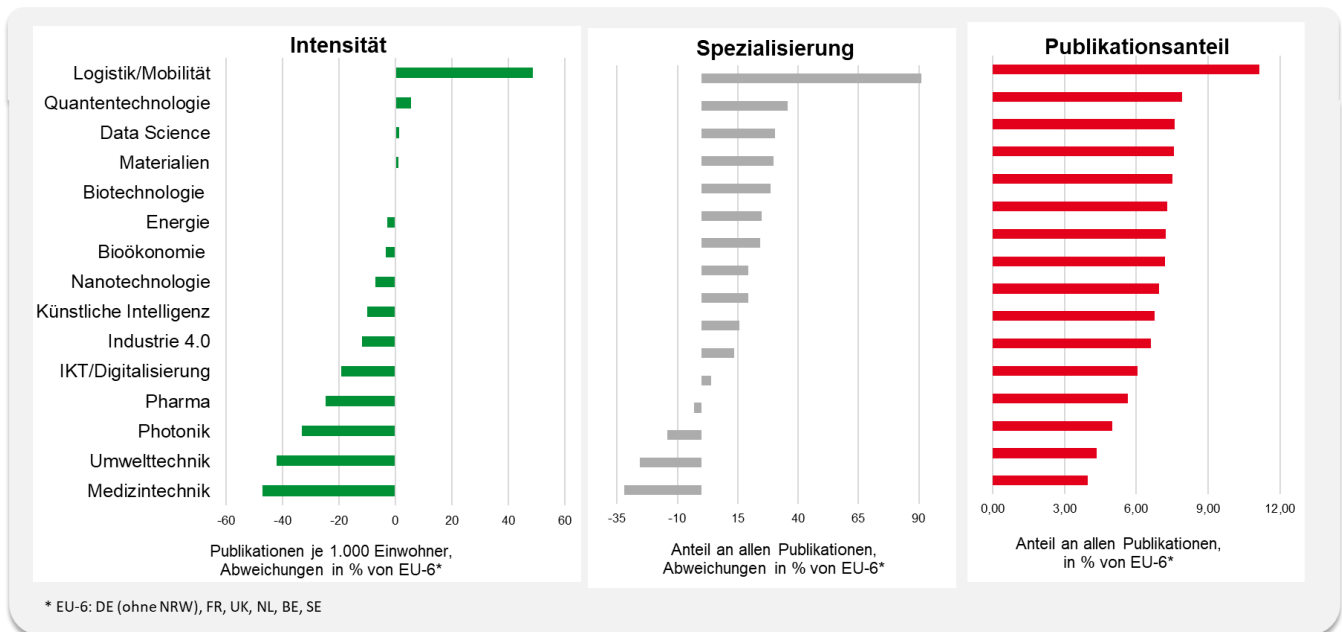
- in den Materialtechnologien und Intelligenzen Produktionstechnologien insbesondere an der RWTH Aachen,
- in der Mobilität/Logistik neben Aachen auch im Ruhrgebiet (Dortmund/Essen),
- in den Bereichen Künstliche Intelligenz und Data Science in Aachen und um Bonn. Wenn man die Publikationen der drei um Bonn ansässigen Institutionen (die Universität Bonn, die Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg und das Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems IAIS) zusammenzählt, nimmt die Region in

beiden Feldern NRW weit den ersten und deutschlandweit betrachtet den zweiten Platz ein,

- in der Bioökonomie, im Energiebereich und in der Nanotechnologie um Aachen und Jülich.

Die Darstellung zeigt aber auch, dass es in vielen Zukunftsfeldern deutschland- und EU-weit zahlreiche Wissenschaftseinrichtungen gibt, die einen höheren Output in Form von Publikationen erzielen als NRW und in der Regel auch eine höhere Zahl von forschenden Wissenschaftlern aufweisen.

Abb. 5.1: Ergebnisse der Publikationsanalyse



Eigene Auswertung der SCOPUS Literaturdatenbank durch das RWI. Publikationen im Zeitraum 2010 bis 2018.

### Bedeutung der Zukunftsfelder für NRW

Die Ergebnisse der zuvor vorgestellten Untersuchungen hinsichtlich der Bedeutung der verschiedenen Zukunftsfelder in NRW wurden in Abbildung 4.1 zusammengeführt. Dabei werden einerseits die Ergebnisse aus den vorangegangenen Untersuchungen zu den Schwerpunkten in NRW in Hinblick auf wissenschaftliche Aktivitäten an den Hochschulen, wissenschaftlichen Publikationsaktivitäten aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie Patentaktivitäten der Wirtschaft in den Blick genommen. Andererseits wird gefragt, inwieweit es sich um Technologien mit Querschnittscharakter handelt, die in NRW Branchen betreffen, für die vorwettbewerbliche anwendungsorientierte Forschungsergebnisse von großer Bedeutung sind. Je dunkler die Blaeinfärbungen sind, umso stärker ist die Position von NRW in dem jeweiligen Zukunftsfeld und umso relevanter ist daher die betreffende Technologie für NRW.

Gleichzeitig ist es nicht automatisch so, dass ein Zukunftsfeld, das möglichst viele dunkle Felder hat, gefördert werden sollte und eines, das mehrere helle Felder hat, nicht. Dieser Zusammenhang wird in Abschnitt 3 dieses Berichts diskutiert.

Während die drei erstgenannten Kategorien sich automatisch aus den vorangegangenen Analysen ergeben, ist dies bei den

beiden letztgenannten nicht so. Ein Wirtschaftsschwerpunkt existiert in NRW in solchen Zukunftsfeldern, in denen jeweils viele Unternehmen in NRW existieren, für die entsprechende Forschungsschwerpunkte relevant sind. Wie die Untersuchungen weiter unten zeigen und auch durch zahlreiche andere Untersuchungen belegt ist, kann dabei die räumliche Nähe zur Forschung gerade für mittelständische Unternehmen (teilweise auch für Großunternehmen) eine nicht unerhebliche Rolle spielen. Im Einzelnen sind die Zukunftsfelder in Hinblick auf ihre Bedeutung für die Wirtschaft in NRW folgendermaßen zu bewerten:

- Die **Bioökonomie** ist in der Hinsicht eine Querschnittstechnologie, dass sie in ihren verschiedenen Forschungsfeldern für eine breite Zahl von Branchen von der Nahrungsmittelindustrie über die Agrarwirtschaft hin zur Chemischen Industrie und der Kreislaufwirtschaft (Entsorgung, Recycling) eine hohe Bedeutung hat und gleichzeitig ein hohes Anwendungspotenzial besitzt. Während in anderen Branchen relevante Unternehmen (vielfach im Mittelstand) nicht nur in NRW, sondern in ganz Deutschland zu finden sind, ist das Zukunftsfeld Bioökonomie aufgrund des Umstands, dass die Chemische Industrie hier zentrale Branche ist, für NRW von hoher Relevanz.

- Die rote **Biotechnologie** wird weiterhin eine hohe gesellschaftliche Bedeutung bei der Suche nach neuen Medikamenten besitzen. Es handelt sich um keine Querschnittstechnologie, wobei ein Schwerpunkt der Branche im nordrhein-westfälischen Rheinland zu finden ist. Dieser bleibt jedoch etwa gegenüber der Region um Heidelberg und dem Biotech-Cluster im Raum München hinsichtlich seiner gesellschaftlichen Bedeutung zurück.
- Die **Energietechnik** ist zwar keine Querschnittstechnologie im engeren Sinne, aber für NRW aufgrund der im Land ansässigen großen Energieversorger und der Agglomerationen mit den drängenden Fragen zukünftiger Energieversorgung von hoher Relevanz.
- **Informations- und Kommunikationstechnologien** sowie spezieller die **Künstliche Intelligenz** und die **Robotik** sind breit einsetzbare Querschnittstechnologien, deren Implementierung in Zukunft (wie schon in den vergangenen Jahren) für zahlreiche Branchen in NRW von hoher Bedeutung sein wird.
- **Intelligente Produktionstechnologien** sind ein wissenschaftliches Thema, das für zahlreiche in NRW angesiedelte Branchen in den kommenden Jahren eine hohe Relevanz haben wird und in dem eine erhebliche wissenschaftliche Dynamik zu erwarten ist. Relevante Branchen, die in hohem Maße in NRW vertreten sind, sind u.a. der Maschinenbau und die Zulieferketten der Automobil- oder Luftfahrtindustrie.
- **Neue Materialien und Werkstoffe** sind ein Zukunftsthema, in dem bereits in den vergangenen Jahrzehnten eine hohe Innovationsdynamik bestanden hat, die sich auch weiter fortsetzen wird. Wichtige Impulse (etwa für den Leichtbau) sind dabei aus der wissenschaftlichen Forschung gekommen. In NRW haben insbesondere Industrien im Bereich bestimmter Werkstoffe wie Stahl und Kunststoff heute wie voraussichtlich auch in der Zukunft eine hohe wirtschaftliche Bedeutung für das Land.
- Im Bereich **Medizintechnik und Gesundheitswesen** gibt es sowohl an Hochschulen als auch in der Wirtschaft bemerkenswerte Aktivitäten in NRW. Jedoch sind die Schwerpunkte der Branche deutschlandweit in anderen Regionen angesiedelt (etwa das Medizintechnikcluster um Siemens in Erlangen).
- Der Bereich **Mobilität/Logistik** ist sehr breit und umfasst verschiedene Anwendungsfelder, die für zahlreiche produzierende und Logistikunternehmen in NRW von hoher Relevanz sind. Viele dieser Unternehmen in NRW vertreten eher die Anwendungsseite und sind Nutzer neuer Technologien.
- **Nano- und Quantentechnologien** sowie die **Photonik** sind Zukunftsfelder, in denen zum Teil schon zahlreiche

Anwendungen existieren (Nanotechnologie, Photonik), während in anderen Feldern neue Anwendungen erst noch erwartet bzw. erhofft werden (Quantentechnologien). Die Anwendungen sind stark überschneidend mit anderen Feldern (Materialien, IKT) und auch für Unternehmen in NRW von erheblicher Relevanz.

- Die **pharmazeutische Technik** in NRW hat zuletzt durch strategische Entscheidungen von Bayer hinsichtlich der Forschungs- und Produktionskapazitäten in NRW – insbesondere am Standort Wuppertal - an Bedeutung eingebüßt. Dennoch ist NRW immer noch einer der Schwerpunkte der pharmazeutischen Industrie in Deutschland.
- Die **Umwelttechnik** ist eine Querschnittstechnologie, die in zahlreichen Branchen wie Entsorgung/Recycling, Produktion erneuerbarer Energien und entsprechenden Ingenieurdienstleistungen eine große Bedeutung hat. Die Hersteller von Umwelttechnik befinden sich sektoral überwiegend im Maschinenbau, der Elektrotechnik und der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Für NRW hat die Umwelttechnik in Hinblick auf Industrieschwerpunkte in der Energieproduktion und in der Chemie-/Kunststoffindustrie eine hohe Bedeutung.

Insgesamt wird deutlich, dass schon aufgrund der Größe von NRW in so gut wie allen Zukunftsfeldern wissenschaftliche Forschung in relevantem Umfang und auf hohem Niveau betrieben wird und auch entsprechende Unternehmen mit FuE- und Innovationspotenzial in diesen Feldern zu finden sind. Dennoch zeigt die Darstellung die Unterschiede darin, wie diese Stärken und Schwächen jeweils auf der Landesebene sichtbar werden.

Abbildung 4.1 gibt einen verdichteten Überblick zur Situation von NRW in Hinblick auf zentrale Zukunftsfelder für Wissenschaft und Wirtschaft im Land. Dabei wurde nach Schwerpunkten des Landes NRW hinsichtlich wissenschaftlicher Aktivitäten, Publikationen, Unternehmenspatenten und wirtschaftlichen Aktivitäten gefragt. Darüber hinaus wurde untersucht, welche Rolle die betrachteten Technologien als Querschnittstechnologien für das Land spielen.

Insgesamt zeigt sich ein gemischtes Bild, nach dem Stärken insbesondere in den Bereichen IKT/Digitalisierung, intelligente Produktionstechnologien, Künstliche Intelligenz sowie bei den neuen Werkstoffen existieren.

Abb. 5.2: Zukunftsfelder und ihre Bedeutung für Wirtschaft und Wissenschaft in NRW

Zukunftsfeld	Wissenschafts- schwerpunkt	Publikations- schwerpunkt	Patentierungs- schwerpunkt	Wirtschafts- schwerpunkt	Querschnitts- technologie
Bioökonomie	Mittelblau	Mittelblau	Mittelblau	Dunkelblau	Dunkelblau
Biotechnologie	Mittelblau	Mittelblau	Dunkelblau	Mittelblau	Hellblau
Energie(technik)	Dunkelblau	Mittelblau	Mittelblau	Dunkelblau	Dunkelblau
IKT/Digitalisierung	Dunkelblau	Mittelblau	Hellblau	Dunkelblau	Dunkelblau
Intelligente Produktionstechnologien	Dunkelblau	Mittelblau	Dunkelblau	Dunkelblau	Dunkelblau
Künstliche Intelligenz	Dunkelblau	Mittelblau	Hellblau	Dunkelblau	Dunkelblau
Materialien/Werkstoffe	Dunkelblau	Dunkelblau	Dunkelblau	Dunkelblau	Dunkelblau
Medizintechnik/Gesundheitswissen- schaftem	Mittelblau	Hellblau	Hellblau	Mittelblau	Hellblau
Mobilität/Logistik	Mittelblau	Dunkelblau	Hellblau	Mittelblau	Dunkelblau
Nanotechnologie	Mittelblau	Mittelblau	Hellblau	Hellblau	Hellblau
Pharmazeutische Technik	Hellblau	Hellblau	Dunkelblau	Mittelblau	Hellblau
Photonik	Mittelblau	Hellblau	Hellblau	Hellblau	Hellblau
Quantentechnologie	Hellblau	Dunkelblau	Hellblau	Hellblau	Mittelblau
Umwelttechnik	Dunkelblau	Hellblau	Dunkelblau	Dunkelblau	Dunkelblau

Dunkelblau: starke Position von NRW. Mittelblau: mittlere Position. Hellblau: schwache Position.

Eigene Darstellung auf Grundlage der vorliegenden Auswertungen.