

– Kurzfassung –

Innovationsbericht Nordrhein-Westfalen Indikatorenbericht



Innovationsbericht
NRW

Status und Mobilität von Humankapital
Potenziale von Künstlicher Intelligenz/
Maschinenlernen

September 2021

Kurzfassung

Innovationsbericht Nordrhein-Westfalen

Indikatorenbericht

Status und Mobilität von Humankapital

Potenziale von Künstlicher Intelligenz/ Maschinenlernen



RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung

CEIT – Centrum für Entrepreneurship, Innovation und Transformation

SV Wissenschaftsstatistik

ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim

Autorinnen und Autoren des Innovationsberichts

Autorinnen und Autoren des Indikatorenberichts und der Abschnitte 3 und 4:

RWI: Dr. Jochen Dehio, Ronald Janßen-Timmen, Dr. Uwe Neumann,
Dr. Michael Rothgang (Projektleiter)

CEIT: Dr. Christian Warnecke

SV Wissenschaftsstatistik: Dr. Verena Eckl, Bernd Kreuels, Dr. Gero Stenke

ZEW: Dr. Vanessa Behrens, Dr. Johannes Bersch, Hannes Marks, Dr. Christian Rammer,
Dr. Simona Murmann

Autoren des Berichts Potenziale von Künstlicher Intelligenz/Maschinenlernen:

RWI: Dr. Michael Rothgang

SV Wissenschaftsstatistik: Dr. Gero Stenke, Johannes Schmitt

ZEW: Dr. Christian Rammer

Ansprechpartner

zum Gesamtbericht: Dr. Michael Rothgang (michael.rothgang@rwi-essen.de)

zum Bericht Potenziale von künstlicher Intelligenz/
Maschinenlernen: Dr. Gero Stenke (gero.stenke@stiferverband.de)

Das Projektteam dankt Prof. Dr. Marianne Saam und Prof. Dr. Christoph M. Schmidt für die Anregungen und Ergänzungsvorschläge im Zuge der Fertigstellung des Berichts. Des Weiteren danken wir Martin Queißner für seine Hilfe bei der Hochschullehrerinnen- und Hochschullehrerbefragung. Darüber hinaus gilt unser Dank Sarah Rühl und Daniela Schwindt (grafische Gestaltung), Christiane Brüggemann (redaktionelle Bearbeitung) sowie den studentischen Hilfskräften Martina Böhmel und Ida Zinke für ihre Unterstützung. Das Copyright für das Design des Titelblatts liegt bei der Agentur Rispler & Rispler.

Das Projektteam dankt darüber hinaus insbesondere allen Personen, die uns für explorative Interviews zur Verfügung standen.

Inhaltsverzeichnis

Gesamtschau: Fazit und Handlungsempfehlungen5

1. Fazit.....5

1.1 Stand und Entwicklung des Innovationsgeschehens in NRW: Gesamtschau5

1.2 Ergebnisse zu den einzelnen Untersuchungsfeldern8

**1.3 Ergebnisse zur Position von NRW in Hinblick auf das Zukunftsfeld Künstliche Intelligenz/Maschinenlernen
15**

1.4 Zukunftsfelder der Innovationspolitik in NRW17

2 Handlungsempfehlungen21

2.1 Vorüberlegungen21

2.2 Regionale Innovationsstrategie des Landes NRW22

2.3 Empfehlungen zu den Handlungsfeldern und Innovationsfeldern der Innovationsstrategie.....24

2.4 Indikatoren der Zielerreichung.....35

3. Handlungsfelder und Handlungsempfehlungen im Bereich KI/Maschinenlernen in NRW35

3.1 Politische Rahmenbedingungen für die datenbasierte Wertschöpfung und die Datenverfügbarkeit36

3.2 Wissensaufbau und Wissenstransfer.....37

3.3 Ausbau interregionaler Kooperationen und Netzwerke.....39

3.4 Ausbau von Bildung, Forschung und Infrastruktur39

3.5 Förderinstrumente und politische Schlussfolgerungen.....40

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Zukunftsfelder und ihre Bedeutung für Wirtschaft und Wissenschaft in NRW20

Abb. 2: Verbesserungsbedarf der digitalen Ausstattung in NRW-Hochschulen.....32

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1: Ergebnisse der SWOT-Analyse – Stärken und Schwächen des Innovationsgeschehens in Nordrhein-Westfalen.....6

Gesamtschau: Fazit und Handlungsempfehlungen

1. Fazit

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 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 Absolventinnen und 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 Besatz 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. 1: Ergebnisse der SWOT-Analyse – Stärken und Schwächen des Innovationsgeschehens in Nordrhein-Westfalen

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

noch Tab. 1.1:

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

Eigene Darstellung.

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 42 Auszubildenden je 1.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten liegt NRW über dem Bundesdurchschnitt (39), was auf ein hohes Engagement der Unternehmen hinweist. Die Zahl der Studierenden an Universitäten und Fachhochschulen je 1.000 Einwohner ist in Nordrhein-Westfalen höher als in allen anderen Flächenstaaten und liegt mit gut 42 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 (+8,7 je 1.000 Einwohner, gegenüber +4,9 im Bundesdurchschnitt).

Bildungoutput – insgesamt gemischte Bilanz, allerdings mit hohem Anteil ohne Berufsabschluss: Gut 01% 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 Hochschulabsolventinnen und -absolventen 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 Ingenieurs-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 Landesgrößeneffekt. 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 stärkeren 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 Studienanfängerinnen und -anfänger ohne allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife und den nach Bremen zweithöchsten 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 2,2% im Jahr 2019 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 1,3% einen deutlich unterdurchschnittlichen Anteil an den gesamten FuE-Ausgaben in NRW und erreicht mit 58% nicht die gewünschte Aufteilung von öffentlicher und privater FuE im Verhältnis ein Drittel zu zwei Dritteln. Ein Grund hierfür liegt in der Branchenstruktur von FuE in NRW: Die FuE-intensive KFZ-Industrie macht in NRW rund 17 Prozent des gesamten FuE-Geschehens der Wirtschaft aus, zum Vergleich: in Baden-Württemberg sind es 53%. 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 2019. Der Anteil des FuE-Personals ist wie die FuE-Intensität unterdurchschnittlich: 15,5% des bundesdeutschen FuE-Personals arbeiten in NRW (gut 114.000 Vollzeitäquivalente, wovon knapp 64.000 im Wirtschaftssektor tätig sind). Ebenfalls liegt der Anteil des FuE-Personals an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in NRW mit 1,6% unter dem Bundesdurchschnitt von 2,2%. 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 (78%) 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 2019 9 Milliarden € für interne FuE aufgewendet. Nur in Bayern und Baden-Württemberg lag dieser Wert höher. Von 2009 bis 2019 sind die internen FuE-Aufwendungen in NRW um 41% 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% aller internen FuE-Aufwendungen werden in dieser Branchengruppe 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 1,0% im Jahr 2019 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 2019 verdoppelte sich die externe FuE in Deutschland auf einen Wert von 22,7 Milliarden €. In NRW war die Steigerung mit 60% (2,4 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 2019 leicht zugenommen hat (13%). 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 2019 verdreifacht. Dazu passt, dass ein weit überdurchschnittlicher Anteil der Mittel für externe FuE an Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen fließt – fast 34%, während es im Bundesdurchschnitt nur rund 9% 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 2019

die internen FuE-Aufwendungen in Branchen der Spitzentechnologie um 45% 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 2019 wuchsen die internen FuE-Aufwendungen hier um 25%, auf Bundesebene nur um 17%, in Baden-Württemberg sogar um 55%.

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 34% seiner FuE-Aufträge an das Ausland vergibt, damit liegt das Land über dem Bundesdurchschnitt von rund 26%. 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.

Die Antragszahl für die Forschungszulage entspricht dem wirtschaftlichen Gewicht von NRW in Deutschland; gleichzeitig wird die Forschungszulage von den in NRW ansässigen FuE-aktiven Unternehmen überproportional in Anspruch genommen: Nach der prozentualen Verteilung der Anträge liegt NRW mit 19% an dritter Position hinter Bayern und Baden-Württemberg, auf die 25% und 21% der Anträge entfallen. Dies entspricht in etwa dem Anteil des Landes NRW am BIP 2020 (20,9%). Je eine Milliarde € an internen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der Wirtschaft aus NRW (2019) wurden ca. 51 Anträge gestellt, während dies deutschlandweit lediglich 32, in Bayern 36 und in Baden-Württemberg 20 Anträge waren. Somit hat gerade der forschende Mittelstand in NRW stark von dem neuen Instrument profitiert.

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 Mitarbeitenden, Geheimhaltung oder zeitlichen Vorsprung zurück.

Patentanmeldungen – unterdurchschnittliche Patentintensität und geringe Patentdynamik: Die Anzahl der Patentanmeldungen (ohne Mehrfachzählungen von Anmeldungen an unterschiedlichen Ämtern) pro 1.000 Erwerbstätige lag in NRW 2018 bei 0,88 und damit unter dem Bundesdurchschnitt (1,23) und erheblich unter dem Wert der beiden führenden Länder Baden-Württemberg (2,55) und Bayern (2,44). 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 Patentanmeldenden 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 fünf 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 fünf 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 angenähert.

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 technologieorientierten Branchen des verarbeitenden Gewerbes (Hightech-Industrie) und des Dienstleistungssektors (Software- und sonstige technische Dienstleistungen, sonstige 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 Unternehmen¹ 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.

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.

Geschäftsmodellinnovationen unter NRW-Unternehmen weit verbreitet, digitale Elemente von größerer Bedeutung:

Knapp 46% der Unternehmen in NRW haben 2017-2019 grundlegende Veränderungen in der Art und Weise vorgenommen, wie sie ihr Leistungsangebot erstellen, auf den Markt bringen und vertreiben ("Geschäftsmodellinnovation"). Dies ist der höchste Wert im Ländervergleich, bei allerdings nur geringen Länderunterschieden. Besonders anspruchsvolle und umfassende Geschäftsmodellinnovationen wurden von 6 % der Unternehmen in NRW eingeführt, was ebenfalls überdurchschnittlich ist. Für 28% der Unternehmen haben digitale Elemente eine hohe Bedeutung für das Geschäftsmodell. Insbesondere die Nutzung digitaler Vertriebsplattformen und die digitale Integration von Geschäftspartnern spielen eine große Rolle.

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

¹ Junge Unternehmen sind Unternehmen bis einschließlich dem 8. Lebensjahr.

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 innovativen 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 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 2,6% auf dem Niveau des Bundesdurchschnitts. Von den Flächenländern wiesen nur Hessen (3,4%), Baden-Württemberg (3,1%) und Bayern (3,2%) 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 Schülerinnen bzw. Schüler und Lehrkräfte sowie der Anteil der Studierenden im Fach Informatik große Bedeutung. NRW liegt mit einem Anteil von knapp 10,4% 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 hohen 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. acht 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 wur-

den 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 Wissenstransfers 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.

1.3 Ergebnisse zur Position von NRW in Hinblick auf das Zukunftsfeld Künstliche Intelligenz/Maschinenlernen

Bildung und Ausbildung als Basis für datenbasierte Wertschöpfung in Nordrhein-Westfalen lassen sowohl Licht als auch Schatten erkennen. Bei den Schülerinnen und Schülern in NRW ist der Wissensstand im wichtigen Fach Mathematik national eher unterdurchschnittlich, auch wenn sich die Situation leicht gebessert hat. Das Angebot im Fach Informatik war in der Vergangenheit verbesserungsbedürftig, wobei im Rahmen des Digitalpakts NRW Maßnahmen ergriffen wurden, die an den identifizierten Schwächen ansetzen. Die Situation bei der Ausstattung mit und der Nutzung von digitalen Medien entspricht in etwa dem Bundesdurchschnitt und war damit vor der Corona-Krise international nicht konkurrenzfähig. Es gilt zu beobachten, wie sich die Situation in Anschluss an den gegenwärtigen Digitalisierungsschub durch die Corona-Pandemie und den Digitalpakt NRW darstellen wird.

An den **Hochschulen** stellt sich die Situation insgesamt besser dar: Studiengänge im Fach Informatik bilden einen Schwerpunkt der Hochschulausbildung in NRW. Das Land liegt mit einem Anteil der Studierenden im Fach Informatik von

10,4% im Jahr 2019 an der Spitze aller Bundesländer (Deutschland-Durchschnitt 8,9%). Jedoch ist aufgrund einer vergleichsweise geringen Zahl an Lehrpersonen (wissenschaftliches Personal) die Betreuungsrelation ungünstig (18,1 gegenüber 11,4 im Deutschlanddurchschnitt).

Gleichzeitig finden sich im Bundesland zahlreiche **Studienangebote im spezielleren Bereich der KI** sowohl an den Universitäten als auch den Fachhochschulen. Da aber die Anzahl der KI-Lehrstühle an den Informatik-Fachbereichen der Universitäten geringer als in Bayern und Baden-Württemberg ist, kann vermutet werden, dass es hierzulande weniger vertiefende Studienangebote gibt. Digitale Medien werden im Bundesländervergleich in den Hochschulen in NRW intensiv genutzt. Bei der Nutzung von KI-Tools in der Lehre liegt NRW in etwa im Bundesdurchschnitt.

In NRW sind zahlreiche **Forschungsaktivitäten** im Bereich KI an den **Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen** zu finden. Diese sind nicht nur auf wenige

Standorte konzentriert, sondern verteilen sich auf das gesamte Bundesland. Insgesamt wurden 86 Forschungseinrichtungen mit KI-Schwerpunkt identifiziert, 31 an Universitäten, 33 an Fachhochschulen und 22 außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Der Anteil der Forschenden, der sich mit KI beschäftigt, liegt deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt. Darüber hinaus werden KI-Methoden mittlerweile sowohl in NRW wie auch deutschlandweit breit in der Forschung eingesetzt, wobei für die Zukunft eine deutliche Zunahme zu erwarten ist.

Die **grundlagenorientierten Aktivitäten im Bereich KI** konzentrieren sich hauptsächlich an wenigen Universitätsstandorten, an denen Lehrstühle mit KI-Schwerpunkt an den Informatik-Fachbereichen existieren. In Bezug auf diesen speziellen, aber in Hinblick auf die gesamte Innovationskette wichtigen Aspekt besteht noch ein Rückstand: In NRW finden sich gegenwärtig 26 KI-Lehrstühle an den Fachbereichen für Informatik gegenüber 47 in Baden-Württemberg und 35 in Bayern. Auch an den Forschungseinrichtungen finden sich im Ländervergleich eher anwendungsorientierte Aktivitäten, was auch die Publikationsanalyse bestätigt.

Bei der **digitalen Ausstattung**, die eine wichtige Basis für KI bildet, ist NRW im Vergleich zu anderen Bundesländern gut ausgestattet, wobei auch noch Verbesserungspotenziale existieren.

5,9% der **Unternehmen in NRW setzten** im Jahr 2019 **KI-Lösungen ein**, so viel wie im Bundesdurchschnitt. In Baden-Württemberg und in Bayern lag der Anteil nur wenig höher. Die größte Relevanz besitzen in NRW Verfahren der **Bild- und Mustererkennung sowie des Maschinellen Lernens**. Hier besitzt das Land einen Schwerpunkt im Vergleich zum Bundesdurchschnitt. Rund ein Fünftel der Unternehmen in NRW entwickelt ihre KI-Anwendungen selbst, ein weiteres Viertel tut dies in Kooperation mit Dritten. In den westdeutschen Ländern im Durchschnitt sowie in Bayern und Baden-Württemberg im Speziellen ist der Anteil der Eigenleistung geringer.

Unternehmen in NRW die KI einsetzen erzielen mit Hilfe von KI erhebliche **positive Auswirkungen auf ihre Innovationsleistung**. Diese gelten insbesondere für Produktinnovationen mit einem sehr hohen Neuheitsgrad ("Weltmarktneuheiten"). Durch den Einsatz von KI konnten ca. 80 Unternehmen in NRW Weltmarktneuheiten einführen, die dies ohne KI nicht erreicht hätten. Dies sind 21% aller KI-einsetzenden Unternehmen mit Weltmarktneuheiten. Bezogen auf alle Unternehmen in NRW mit Weltmarktneuheiten beläuft sich der KI-Beitrag auf 3,2%. Wesentlich höher ist der KI-Beitrag allerdings auf den

Umsatz, der mit Weltmarktneuheiten erzielt wurde. Im Jahr 2018 belief er sich auf rund 3,7 Milliarden €. Dies sind 79% des gesamten Umsatzes mit Weltmarktneuheiten in KI-einsetzenden Unternehmen aus NRW und 23,3% des Umsatzes mit Weltmarktneuheiten aller Unternehmen in NRW.

Des Weiteren zeigt sich ein merklicher **Beitrag von KI zu Kostensenkungen** aufgrund von Prozessinnovationen. Diese Kostensenkungen beliefen sich im Jahr 2018 auf rund 6,0 Milliarden €. Damit gehen rund 50% der gesamten prozessinnovationsbedingten Kosteneinsparungen in KI-einsetzenden Unternehmen auf KI zurück. In Bezug auf die wirtschaftliche Performance zeigen sich **positive Beiträge von KI auf die Gewinne der Unternehmen**, nicht aber auf Umsatz- oder Beschäftigungswachstum und Produktivität. Der zusätzliche Gewinn der Unternehmen aus NRW, der im Zusammenhang mit dem KI-Einsatz steht, machte im Jahr 2018 rund 3,0 Milliarden € aus.

Hinsichtlich der **Anwendungen Künstlicher Intelligenz** zeigen Internetrecherchen auf einschlägigen Plattformen, dass NRW deutlich hinter Baden-Württemberg und Bayern zurückliegt. Das Land erreicht den dritten Platz im Bundesländervergleich. Dieser Abstand ist substantiell und in den meisten Anwendungsfeldern und Branchen vorhanden. Im Vergleich zu den mittel- und norddeutschen Bundesländern ist NRW aber gut aufgestellt².

Schwerpunkte in NRW sind mit Blick auf die **Branchen** (Anwendungsmarkt) insbesondere das Verarbeitende Gewerbe (14% der Einträge), Gesundheit und Pharma (11%) sowie Energie und Umwelt (10%). Insgesamt zeichnet sich NRW mit Blick auf die Branchen aber durch eine substantielle Breite aus. So sind auch KI-Anwendungen in den Branchen Finanzen, Versicherungen und Immobilien, Logistik und Mobilität sowie Handel verhältnismäßig stark in NRW vertreten³.

Mit Blick auf die **eingesetzten Technologien** sticht als zunächst rein quantitative Stärke von NRW der Bereich Datenmanagement und -analyse sowie Sprach- und Textverstehen heraus. Bei Letzterem nimmt NRW den zweiten Platz hinter Baden-Württemberg ein. Dagegen sind Robotik und autonome Systeme sowie virtuelle und erweiterte Realität in NRW nur schwach vertreten.

Für die weitere Förderung und Verbreitung von KI-Technologien und Anwendungen existieren in Nordrhein-Westfalen, wie auch in ganz Deutschland, bereits eine Reihe von aktiven Netzwerken, Clustern und Use-Cases.

² <https://www.plattform-lernende-systeme.de/>, Stand 22.06.2021

³ <https://www.plattform-lernende-systeme.de/>, Stand 22.06.2021

1.4 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 NRWs in diesen Feldern hinsichtlich der

- (i) Schwerpunkte der Hochschulforschung,
- (ii) der Patentaktivitäten der Unternehmen und
- (iii) der wissenschaftlichen Publikationstätigkeit in diesen Feldern

untersucht. Die Ergebnisse zu den beiden erstgenannten Untersuchungsschwerpunkten wurden in Abschnitt 2.2 (Hochschulforschung) und 2.3 (Patente) der Langfassung 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:

- 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. Die zweite Spalte in Abbildung 1 Beruht auf Ergebnissen einer Publikationsanalyse im Vergleich zu den EU-6-Ländern (EU-6: Deutschland ohne NRW, Frankreich, Großbritannien, den Niederlanden, Belgien und Schweden). Die ausführliche Darstellung der Ergebnisse findet sich in Abbildung 5.3.14 in der Langfassung des Berichts.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei den Indikatoren die Rangfolge der Zukunftsfelder tendenziell gleich ist. Ein Zukunftsfeld ragt in NRW heraus: Hinsichtlich aller drei erfassten 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. 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 8.8 im Anhang der Langfassung (Abschnitt 8.7) 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 Intelligenten 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.

Bedeutung der Zukunftsfelder für NRW

Die Ergebnisse der zuvor vorgestellten Untersuchungen hinsichtlich der Bedeutung der verschiedenen Zukunftsfelder in NRW wurden in Abbildung 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 vorwettbewerblichen anwendungsorientierten 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 der Langfassung 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 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. 1: 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/ Gesundheitswissenschaften	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.

2 Handlungsempfehlungen

2.1 Vorüberlegungen

Die Erfahrungen in den Industrieländern haben in den vergangenen Jahrzehnten gezeigt, dass die anwendungsorientierte Forschung und das Innovationsgeschehen in der Wirtschaft einen unabdingbaren Beitrag zur Lösung gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Problemlagen leisten. Das zeigt sich nicht zuletzt in Zeiten der Corona-Pandemie, in der die Suche nach Wegen zu deren Eindämmung und Überwindung eng auf Ergebnissen der Forschung an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ansetzt.

Der Innovationspolitik wiederum kommt eine zentrale Bedeutung für das Innovationsgeschehen zu. Sie stellt einerseits sicher, dass die Märkte ihre Aufgabe durch einen effizienten Entdeckungswettbewerb ohne unnötige bürokratische Hürden erfüllen können. Andererseits lenkt sie Ressourcen in der Forschung in zentrale gesellschaftliche Problemfelder und unterstützt die Generierung von Innovationen.

Die Untersuchungen in dieser Studie haben gezeigt, dass das Innovationsgeschehen in NRW bereits an vielen Stellen einen wichtigen Beitrag für die Lösung gesellschaftlicher Fragen im Land selbst sowie im nationalen und globalen Kontext leistet:

- Teile von NRW befinden sich in einem noch laufenden Prozess einer Transformation weg von der Montanindustrie hin zu anderen Feldern. Gleichzeitig hat sich aber auch die Eisen- und Stahlverarbeitung gewandelt, so dass sie auch in Zukunft einen wichtigen Teil zum gesellschaftlichen Wohlstand im Land leisten wird.
- Unternehmen aus verschiedenen Industrien leisten einen wichtigen Beitrag zum Innovationsgeschehen. Dazu gehören Unternehmen der Chemischen Industrie, aber im gleichen Maße auch wichtige Zulieferer in der Automobil- oder Luftfahrtindustrie und Unternehmen des Maschinenbaus und der Metallverarbeitung und anderer materialverarbeitender Industrien.
- In diesen Branchen finden sich – verteilt im Land – zahlreiche Hidden Champions, die sich mit innovativen Produkten im Weltmarkt behaupten.
- In NRW sind wichtige international agierende Großunternehmen ansässig, z.B. in der Telekommunikation und Energieversorgung. Sie forschen zwar nur in einem geringen Maße selbst, jedoch bestimmen sie durch ihre Entscheidungen maßgeblich das Innovationsgeschehen in denjenigen Zulieferunternehmen, die Hardware (Elektronik) und Software für diese Bereiche produzieren und damit auch die Modernisierung der Infrastrukturen im Land voranbringen.
- NRW ist ein Land, in dem zahlreiche Dienstleistungsunternehmen angesiedelt sind, etwa aus den Bereichen Logistik sowie Einzel- und Großhandel. Innovationen in diesem Bereich spielen eine wichtige Rolle für die gesellschaftliche Entwicklung und sollten im Rahmen der Innovationspolitik Berücksichtigung finden.

Gesellschaftlich und wirtschaftlich relevante Innovationen werden in vielen Fällen an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft generiert. Dieser gegenseitige Austausch zwischen wissenschaftlicher Forschung und Innovationen in Unternehmen ist ein zentrales Element des Innovations-Ökosystems. In NRW hat sich eine leistungsfähige Infrastruktur aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen entwickelt. Wenn man diese Struktur näher betrachtet, wird eine räumliche Aufteilung von Kompetenzen im Land deutlich, die sich in den vergangenen Jahrzehnten substanziell weiterentwickelt und zu einer damit einhergehenden Innovations- und Start-up-Dynamik geführt hat.

Eine effektive Innovationspolitik setzt sowohl an den spezifischen Stärken als auch an den Schwächen von NRW an und leistet durch ihre Rahmensetzung einen Beitrag zur Weiterentwicklung des Landes. Gleichzeitig ergeben sich aus den Erfahrungen der Innovationspolitik Grundsätze, die die Basis einer wirksamen Innovationspolitik bilden:

- Innovationspolitik sollte die Funktionsfähigkeit der Märkte im Entdeckungsverfahren nach neuen Lösungen unterstützen und Innovationshemmnisse beseitigen.
- Innovationspolitik sollte sich, was etwa die Forschung an Hochschulen und Forschungseinrichtungen und den damit verbundenen Technologietransfer betrifft, an zentralen gesellschaftlichen Problemlagen orientieren.
- Die Ausgaben für Forschung und Entwicklung bilden einen zentralen Indikator für Innovationsanstrengungen und damit auch das künftige Wirtschaftswachstum. Die Hightech-Strategie der Bundesregierung sieht bis zum Jahr 2025 vor, die Investitionen in FuE deutschlandweit auf 3,5% des Bruttoinlandsprodukts zu erhöhen (BMBF 2018).
- Langfristig sollte zwar auch NRW eine Erhöhung der FuE-Investitionen anstreben, eine Festlegung auf das Ziel von 3,5% erscheint angesichts der spezifischen Wirtschaftsstruktur aber als wenig sinnvoll. Regionen in Deutschland, die sich durch hohe FuE-Aufwendungen der Wirtschaft auszeichnen, sind durch die Präsenz von großen und forschungsintensiven Unternehmen der Automobil-, Elektronik- und Softwareindustrie geprägt. Da diese Unternehmen in NRW nicht in vergleichbarer Anzahl wie etwa in Bayern und Baden-Württemberg ansässig sind, ist eine für die Erreichung dieses Ziels hinreichende Zunahme der Forschungsleistung nicht zu erwarten und liegt auch nicht im Einflussbereich der Landesregierung.
- Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoller, im Rahmen der Innovationsstrategie Ziele festzulegen, die mittelfristig mit den Mitteln und Instrumenten des Landes direkt beeinflussbar sind. Dies betrifft insbesondere die (i) Förderung der Forschung in Zukunftsfeldern, die für

NRW von großer Bedeutung sind, (ii) die gezielte Unterstützung einer stärker problemorientierten Forschung in den öffentlichen Forschungseinrichtungen (iii) die Förderung von Innovationen im Mittelstand und bei den Dienstleistungen (iv) die Erleichterung des Wissenstransfers sowie von Unternehmensgründungen aus Hochschulen und die (v) Vereinfachung der Bürokratie bei allen Aktivitäten, die mit der Wissensentstehung und dem Wissenstransfer einhergehen.

- Erfahrungen mit erfolgreichen Maßnahmen der Innovationspolitik zeigen, dass sich die daraus resultierenden Impulse in Wirtschaft und Gesellschaft erst mit einer erheblichen zeitlichen Verzögerung entfalten. So ist etwa bei der Etablierung einer funktionierenden Gründungskultur an Hochschulen oder Forschungseinrichtungen mit Zeiträumen von 10 bis 15 Jahren zu rechnen, bis eine lebendige Gründungsszene entsteht. Daher ist es wichtig, dass die Politik wie auch die anderen Akteure der Innovationspolitik einen langen Atem zeigen. Entsprechende Maßnahmen sollten auf eine mittelfristige Verbesserung der Strukturen angelegt sein. Das heißt nicht, dass nicht auch kurzfristig an bestimmten Stellen Erfolge zutage treten können.
- Die Kompetenzen in Hinblick auf die für das Innovationsgeschehen relevanten Aspekte sind zwischen verschiedenen Landesministerien verteilt. Daher ist die Koordination verschiedener Ministerien vorsehen, um eine maximale Wirksamkeit der Maßnahmen zu erreichen.

Die auf EU-Ebene empfohlene „Smart-Specialisation“-Strategie stellt eine regionale Entwicklung in den Vordergrund, die jeweils an den existierenden Stärken einer Region ansetzt und diese weiterentwickelt. Für NRW stellt sich dabei die drängende Frage, wie ein nachhaltiger, durch Innovationen und Gründungen getragener Strukturwandel stattfinden kann. Soll dies durch eine eher sanfte Strategie nach dem Ansatz der „Technological Relatedness“ (verwandte, aber stärker zukunfts-fähige Technologien fördern) geschehen oder durch eine Strategie, die auch potenziell disruptive Elemente begünstigt (z.B. neue Geschäftsmodelle und Gründungen in neuen Anwendungsgebieten/Technologiefeldern)?

Ergebnisse der Innovationsforschung zeigen, dass Innovationspolitik gemäß dem „Ambidexterity“-Ansatz eine Strategie mit zwei Elementen anstreben sollte: Einerseits sollte sie sich an der Weiterentwicklung bereits existierender Stärken orientieren und andererseits auch eine Technologieoffenheit der Entwicklung sicherstellen, in der sich innovative Lösungen in allen Bereich entwickeln und neue anwendungsorientierte Forschungsbereiche entstehen können. Wichtig ist für ein großes Bundesland wie NRW auch, die Innovationspotenziale in der Breite zu sichern, etwa durch die Förderung einer ausreichenden FuE-Basis in den mittelständischen Unternehmen und einer hohen Innovationsbereitschaft in den KMU, damit neue Technologien und Anwendungen auch rasch diffundieren können.

2.2 Regionale Innovationsstrategie des Landes NRW

Aus den Untersuchungen im Rahmen des Innovationsberichts Nordrhein-Westfalen ergaben sich im Innovationsbericht 2020 zehn Gestaltungsfelder, in denen Innovationspolitik die Rahmenbedingungen für Innovationen beeinflusst und gezielt Anreize setzen kann. Genauso wie die Überlegungen zu einer Vision der Innovationspolitik gingen die Vorschläge für Gestaltungsfelder der Innovationspolitik als Zwischenschritt in die Diskussion zur Innovationsstrategie des Landes Nordrhein-Westfalen ein, deren Ergebnis mittlerweile in Form der Regionalen Innovationsstrategie des Landes vorliegt.⁴

Diese *Regionale Innovationsstrategie 2021 bis 2027* (vgl. den grauen Kasten unten) schreibt die bisherige Innovationsstrategie 2014 bis 2020 fort mit dem Ziel, einen gemeinsamen Rahmen für die vielfältigen Aktivitäten der Forschungs- und Innovationsförderung im Land Nordrhein-Westfalen und seinen

Regionen zu schaffen. Die Aktualisierung der Innovationsstrategie NRW greift neue Themen auf und berücksichtigt gleichzeitig veränderte Rahmenbedingungen (MWIDE NRW 2021: 3).

Im Folgenden werden die aus den Untersuchungen im Rahmen des Innovationsberichts resultierenden Maßnahmen dargestellt. Zunächst sind dies in Abschnitt 2.3 die vorgeschlagenen Maßnahmen für die Innovationspolitik, die bereits im Rahmen des Innovationsberichts 2020 entwickelt wurden. Diese Maßnahmen sind den Handlungs- bzw. Innovationsfeldern der Innovationsstrategie zugeordnet. In Abschnitt 2.4 werden Überlegungen zu Indikatoren für die Erfassung der Entwicklung des Innovationsgeschehens in Nordrhein-Westfalen angestellt.

⁴ Da diese Diskussion der Gestaltungsfelder und der Vision durch die aktuelle Innovationsstrategie nicht mehr aktuell ist, wird sie

hier nicht mehr wiederholt, ist aber im Innovationsbericht 2020 nachzulesen.

Regionale Innovationsstrategie des Landes Nordrhein-Westfalen

Unter der Vision **Vom starken Innovator zum Innovationsführer** adressiert die Innovationsstrategie das gesamte Innovationssystem in Nordrhein-Westfalen. Sie ist durch folgende Charakteristika gekennzeichnet:

- Die Innovationsstrategie hat einen **ganzheitlichen Blick auf das Innovationsgeschehen des Landes**. Sie berücksichtigt (i) Anforderungen und Maßnahmen des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE), jene Landesstrategien, die ebenfalls innovationspolitische Ziele formulieren, wie etwa das industriepolitische Leitbild des Landes, die Digitalstrategie NRW oder der zum Klimaschutzaudit weiterentwickelte Klimaschutzplan des Landes und (iii) regionale Strategieprozesse u.a. im Rheinischen Revier und der Metropole Ruhr.
- Die Innovationsstrategie beruht auf dem **Leitgedanken einer intelligenten Spezialisierung bei gleichzeitig konsequenter Zukunftsorientierung**. Dabei stehen zwei komplementäre Aspekte im Vordergrund: Einerseits konzentriert sich das Land auf Themen, die von besonderer Relevanz für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung sind und bei denen die Akteure in NRW bereits heute spezifische Stärken aufweisen. Andererseits möchte das Land eine Einnengung auf bestimmte Branchen und Technologiefelder vermeiden und stellt innovative Herausforderungen in den Mittelpunkt.
- Die Innovationsthemen werden kontinuierlich beobachtet, um alle zwei Jahre eine **Aktualisierung der Strategie** vorzunehmen, soweit diese erforderlich ist.
- Der Innovationsstrategie liegt ein **breiter Innovationsbegriff** zugrunde, der berücksichtigt, dass Innovationen sowohl aus der Wissenschaft als auch aus der Gesellschaft resultieren. Innovationen finden nicht nur in Form technischer Neuerungen statt, sondern beinhalten etwa auch neue Formen der Unternehmensorganisation, neue gesellschaftliche Praktiken oder die Etablierung neuer Anwendungs- und Nutzungsformen.

Vor diesem Hintergrund nennt die Innovationsstrategie sieben Innovationsfelder und sechs Handlungsfelder der Innovationspolitik. Die Innovationsfelder sind:

1. Innovative Werkstoffe und Intelligente Produktion
2. Vernetzte Mobilität und Logistik
3. Umweltwirtschaft und Circular Economy
4. Energie und innovatives Bauen
5. Integrative Medizin Gesundheit und Life Science
6. Kultur, Medien- und Kreativwirtschaft, innovative Dienstleistungen
7. Schlüsseltechnologien der Zukunft, IKT

Diese Innovationsthemen erfordern in der Regel eine disziplin- und branchenübergreifende Zusammenarbeit (*Cross Innovation*).

Auf Basis der Stärken-Schwächen-Analyse des Innovationssystems in Nordrhein-Westfalen wurden sechs Handlungsfelder für die Innovationspolitik identifiziert:

1. Innovationen fördern
2. Vernetzung intensivieren
3. Gründung und Finanzierung unterstützen
4. Die Nachfrageseite einbeziehen
5. Rechtsrahmen weiter entwickeln
6. Fachkräfte sichern

Der Instrumenteneinsatz und die damit verbundenen Ergebnisse werden laufend im Rahmen des Monitorings und der Evaluation der Innovationspolitik überprüft und der Instrumentenmix, soweit erforderlich, fortgeschrieben.

2.3 Empfehlungen zu den Handlungsfeldern und Innovationsfeldern der Innovationsstrategie

Im Folgenden werden die Empfehlungen aus den Analysen des Innovationsberichts den Handlungsfeldern der Innovationsstrategie zugeordnet.

Handlungsfeld 1: Innovationen fördern

Zentrale Ansatzpunkte zur Förderung der Innovationen sind die **Entwicklung von Wissenschaft und Wissenstransfer** sowie die **Förderung von Innovationen im Mittelstand. Innovative Dienstleistungen** sind ein weiterer ein Bereich, der in der Vergangenheit im Rahmen der Innovationsförderung zu wenig Aufmerksamkeit erfahren hat.

Der **Wissenstransfer zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft** hat im Zeitablauf als Aufgabe der Hochschulen und Forschungseinrichtungen erheblich an Bedeutung gewonnen. Das hat u.a. damit zu tun, dass die Entwicklung neuer Technologien und die sich daraus ergebenden neuen Geschäftsmöglichkeiten immer komplexer werden und die Integration von Kompetenzen und Wissen erfordern. Selbst große Unternehmen können nicht all diese Kompetenzen und all dieses Wissen intern vorrätig halten. Der Austausch und die Kooperation mit anderen Akteuren werden daher immer wichtiger. Dies betrifft Entwicklungen in zahlreichen Zukunftsfeldern, u.a. Materialtechnologien, Informations- und Kommunikationstechnologien (einschließlich der Künstlichen Intelligenz) oder Nano- und Quantentechnologien.

Die Förderung des Wissenstransfers aus den Hochschulen und Forschungseinrichtungen ist eine schon über einen langen Zeitraum im Rahmen der Wirtschaftspolitik gepflegte Aufgabe. Daher ist es zunächst nicht verwunderlich, dass die Untersuchungen zeigen, dass der Wissenstransfer insgesamt gut funktioniert. Gleichzeitig ergeben sich aber auch Ansatzpunkte für Verbesserungen durch eine gezielt hierauf ausgerichtete Innovationsstrategie.

Aus den Untersuchungen ergeben sich folgende Zielsetzungen für die Innovationspolitik:

- Stärkung des Wissenstransfers in Bereichen, die – wie etwa bei mittelständischen Unternehmen – aufgrund des Aufwands durch existierende Maßnahmen nicht erreicht werden;
- aktive Einbeziehung von Unternehmen, die bislang nicht vom Wissenstransfer profitiert haben und bei denen häufig Anfangshürden bei der Kooperation mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen existieren;
- Stärkung der Rolle intermediärer Organisationen im Wissenstransfer in die Wirtschaft;
- Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen für die Förderung von Hochschulpatenten und

- Zusammenführung der verschiedenen Förderlinien für den Wissenstransfer in einer transparenten gemeinsamen Struktur.

Folgende Maßnahmen schlagen wir in Hinblick auf den Wissenstransfer Wissenschaft-Wirtschaft vor:

- In verschiedenen Sektoren der Wirtschaft in NRW finden sich zahlreiche mittelständische Unternehmen, die an hinteren Positionen in industrielle Wertschöpfungsketten eingebunden sind. Diese Unternehmen können, wie sich in den Expertengesprächen gezeigt hat, häufig mit den Ergebnissen aus geförderten Forschungsvorhaben (etwa im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) wenig anfangen, da diese Projekte noch zu weit von einer praktischen Umsetzung entfernt sind. Gleichzeitig gehen Förderprogramme oftmals mit einem für kleinere Unternehmen erheblichen administrativen Aufwand einher. Dies trifft u.a. auf Programme zu, die durch EFRE-Mittel kofinanziert werden. In diesem Bereich besteht Bedarf für ein vergleichsweise einfach zu handhabendes Landesprogramm, das es ermöglicht, mit einem überschaubaren Aufwand anwendungsorientierte Kooperationen der Hochschulen oder Forschungseinrichtungen mit Unternehmen einzugehen.
- Bei der Förderung von Zukunftsthemen etwa im Rahmen von regionalen Kompetenzzentren ist es wichtig, die Bedarfe der regionalen Wirtschaft in Hinblick auf die Themen, an denen geforscht wird, von vorneherein mit in den Blick zu nehmen. Das bedeutet auch, aktiv auf die Unternehmen in NRW (insbesondere mittelständische Unternehmen) zuzugehen und diese möglichst in die Aktivitäten einzubeziehen.
- Zahlreiche mittelständische Unternehmen in NRW werden mit erheblichen Herausforderungen in Hinblick auf den internationalen Wettbewerb und die Technologieentwicklung konfrontiert. Beispiele dafür sind die Anforderungen des Kunststoffrecyclings, des Leichtbaus, der Elektromobilität mit ihren Auswirkungen auf die automobilen Wertschöpfungskette und des „Upscalings“ in der Wertschöpfungskette der Luftfahrtindustrie. Hier könnten funktionierende Clusterorganisationen oder vergleichbare Intermediäre eine wichtige Rolle bei der Bewältigung gemeinsamer vorwettbewerblicher Herausforderungen spielen.
- Die wichtigste Empfehlung im Bereich der Hochschulpatentierung besteht darin, durch eine geeignete Rahmensegung sicherzustellen, dass die Patentierung primär als Instrument des Wissenstransfers gesehen und gefördert wird. Die Erzielung von Lizenzeinnahmen sollte bei diesem Instrument von vorneherein eine untergeordnete

Rolle spielen, da die positiven volkswirtschaftlichen Effekte von Hochschulpatenten nur zum Tragen kommen, wenn die patentierten Neuerungen auch genutzt werden.

NRW verfügt über starke Hochschulen, insbesondere viele mit hohem Anwendungsbezug. Dazu gehören die RWTH Aachen, die TU Dortmund, die Ruhr-Universität Bochum, Fachhochschulen und große Forschungseinrichtungen (wie etwa das Forschungszentrum Jülich, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt und wichtige Fraunhofer-Institute). Vor diesem Hintergrund empfehlen wir das Auflegen eines langfristig orientierten Innovationsfonds zur Unterstützung des Transfers über alle Formen (wie etwa Gründungen, Patente, Kooperationsprojekte, Reallabore, Demonstratoren, Joint Ventures mit der Industrie etc.). Eine Zusammenführung der verschiedenen Förderlinien ("Alles aus einer Hand") würde einen potenziellen Wettbewerb zwischen den Transferformen verhindern und zu einer bestmöglichen Verwertung für jedes transferfähige Forschungsergebnis beitragen. Dies stellt zwar im Vergleich zu kleineren Bundesländern eine Herausforderung dar: dennoch finden sich insbesondere im europäischen Ausland (etwa mit Vinnova in Schweden) sehr positive Beispiele.

Wenngleich NRW viele Großunternehmen beherbergt, die das Innovationsgeschehen in vielen Feldern prägen, so liegt die relative **Innovationsstärke des Landes bei den KMU**. So ist der Anteil von KMU mit eigener FuE-Tätigkeit vergleichsweise hoch und ein größerer Anteil von KMU als in anderen Ländern führt Innovationen ein. Eine Unterstützung innovativer KMU und die weitere Verbreiterung des innovativen Mittelstands können wichtige Beiträge zu einem "Strukturwandel von unten" leisten. Ein innovativer Mittelstand ist aus mehreren Gründen ein unverzichtbares Fundament für eine erfolgreiche Innovationspolitik: Erstens sind gerade für den Einstieg in neue Innovationsthemen kleinere Unternehmen agiler und eher in der Lage, neu entstehende Märkte und Anwendungsgebiete mit einem zunächst noch begrenzten Nachfragevolumen zu bearbeiten. Zweitens kommt innovativen mittelständischen Unternehmen eine entscheidende Rolle bei der Verbreitung neuer Technologien und damit ihrer Umsetzung in Produktivitäts- und Wettbewerbsvorteile zu. Drittens sind sie ein wichtiger Transmissionsriemen, um neue Forschungsergebnisse aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen aufzugreifen und in wirtschaftliche Anwendungen umzusetzen.

Bei der **Stärkung eines innovativen Mittelstands in NRW sollten folgende Zielsetzungen in den Blick genommen werden:**

- Stärkere Berücksichtigung der Belange mittelständischer Unternehmen in der Bildungspolitik. Der Fachkräftemangel trifft kleinere Unternehmen überproportional hart. Eine an den Bedarfen der mittelständischen Unternehmen ausgerichtete berufliche Ausbildung ist ein zentraler Baustein, um dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken;
- Innovationsfreundliche Rahmensetzung und bürokratiearme Regulierungen und Verwaltungsabläufe sind wichtige Voraussetzungen, damit mittelständische Unternehmen ihre Innovationspotenziale entfalten können;

- Unterstützung von KMU durch ein Innovationsförderprogramm. Angesichts begrenzter Mittel ist eine Fokussierung auf ausgewählte Spezialisierungsfelder und Themen sinnvoll. Hier ist eine Ausrichtung an gesellschaftlichen Bedarfsfeldern zielführend;
- Intensivierung der Unterstützung von KMU durch intermediäre Organisationen.

NRW versteht sich als Industriestandort. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass in der Zukunft **Dienstleistungen für das Innovationsgeschehen eine immer größere Rolle einnehmen**. Hier hat NRW komparative Vorteile, insbesondere in den Bereichen Logistik/Verkehr sowie Handel, und ist eine Drehscheibe nicht nur für Deutschland, sondern auch europaweit. Aber auch im Bereich Medien und in verschiedenen Kreativdienstleistungen und industrienahen Dienstleistungen (inkl. IT-Diensten) bestehen in NRW große Innovationspotenziale.

Innovationen im Bereich vieler Dienstleistungen erfordern die Zusammenarbeit von Unternehmen mit Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Ein positives Beispiel war das Effizienz-Cluster LogistikRuhr, das im Ruhrgebiet im Rahmen des Spitzencluster-Wettbewerbs gefördert wurde.

Aufgrund der hohen Bedeutung von Dienstleistungen für das Ruhrgebiet sollte die Landesregierung insbesondere zwei Zielsetzungen verfolgen:

- eine Unterstützung von Dienstleistungsinnovationen im Rahmen von Innovationskooperationen zwischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen im Dienstleistungsbereich;
- eine Förderung des Ruhrgebiets als Modellregion für (innovative) Dienstleistungen in Europa.

Geeignete Maßnahmen dafür wären:

- die Etablierung eines Förderprogramms für Dienstleistungsinnovationen. Aufgabe dieses Programms wäre insbesondere auch die Unterstützung von Unternehmen im Dienstleistungsbereich bei der Umsetzung digitaler Geschäftsmodelle;
- die Nutzung der Clusterpolitik durch die Unterstützung von Innovationen in wichtigen Spezialisierungsfeldern des Dienstleistungssektors;
- eine Integration der Innovationsförderung mit Standortpolitik (Wirtschaftsförderung, Flächenentwicklung für flächenintensive Dienstleistungen), die auch ein geeignetes Instrument zur Entwicklung einer Logistik-Modellregion im Ruhrgebiet wäre.

Handlungsfeld 2: Vernetzung intensivieren

Die **Vernetzung zwischen Akteuren im Innovationsgeschehen, insbesondere im Mittelstand bzw. zwischen mittelständischen Unternehmen und Wissenschaft, findet maßgeblich über intermediäre Organisationen statt**. Aber auch im Rahmen des Prozesses des Wissenstransfers (siehe

Handlungsfeld 1) spielt Vernetzung eine wichtige Rolle. Intermediäre Organisationen wie Clusterinitiativen oder Hubs können an verschiedenen Stellen Impulse hinsichtlich der Förderung eines innovativen Mittelstands setzen. Dies kann die Weiterentwicklung vorwettbewerblicher Forschungsthemen betreffen, die Unterstützung von Gründungsvorhaben, die Weiterentwicklung von Forschungsgebieten in Hinblick auf Anwendungen sowie die Unterstützung mittelständischer Unternehmen im Rahmen gemeinsamer Herausforderungen. Eine staatliche Förderung ist hier gerechtfertigt, da diese Organisationen für die Allgemeinheit wichtig sind und deren Leistungen ansonsten kaum durch den Markt bereitgestellt würden.

In NRW finden sich zwar intermediäre Organisationen, die dies erfolgreich ausfüllen, gleichzeitig ergaben unsere Untersuchungen aber auch Hinweise auf bestehende Ineffizienzen. Wir empfehlen daher folgende Maßnahmen zur Förderung intermediärer Organisationen:

- Sinnvoll erscheint ein auf den bereits bestehenden und bewährten Ansätzen aufbauender Neuanfang der Clusterpolitik. Basierend auf einer kritischen Bestandsaufnahme sollten eher unwirksame Organisationen keine staatliche Förderung mehr erhalten, während effektiv arbeitende intermediäre Organisationen weiter gefördert und zusätzliche förderwürdige Organisationen identifiziert und gefördert werden sollten.
 - Bei den neu geförderten Initiativen sollte nicht von vorneherein eine zu starke Festlegung dahingehend vorgenommen werden, dass diese Organisationen vornehmlich wissenschaftliche Ergebnisse weiterentwickeln oder in erster Linie die Bedürfnisse des Mittelstands adressieren. Vielmehr sollte dies zunächst möglichst offen gestaltet werden. Wichtig ist aber dennoch, dass die Clusterorganisationen für sich selbst und ihrer Klientel klare Ziele vorgeben und zudem den Zielerreichungsgrad ex post überprüfen.
 - Die Clusterförderung ist dabei stärker als bislang an den Stärken von NRW und den aktuellen Herausforderungen zu orientieren, wie z.B. dem Klima- und Umweltschutz, der Mobilität und Logistik, der Gesundheit, der Energieversorgung, der Digitalisierung und KI sowie neuen Werkstoffen und Materialien.
 - Die Landesförderung sollte dabei mit den Bundesprogrammen – Zukunftscluster, go-cluster, Clusterplattform, Forschungscampus usw. – abgestimmt und synchronisiert werden, um die Wirkung der eingesetzten Mittel zu maximieren (Vermeidung von Doppelförderung, Minimierung von Mitnahmeeffekten, Erzielung hoher Hebeleffekte zur Generierung privater FuE). Ein Engagement der Politik ist für den Erfolg dieser Programme weiter von zentraler Bedeutung.
 - Clusterinitiativen und andere Innovationsintermediäre können eine wichtige Rolle spielen, um mittelständischen Unternehmen aus NRW Zugang zu FuE- und Innovationsförderprogrammen des Bundes und der EU zu erleichtern. Derzeit ist die Beteiligung von Unternehmen aus NRW an solchen Programmen unterdurchschnittlich.
- Informationsaktivitäten und das Ansprechen von Unternehmen, die zu dem Profil der einzelnen Förderprogramme passen, können konkrete Ansatzpunkte sein.
- Angesichts der engen Verflechtung der Wirtschaft NRWs mit den Nachbarländern scheint eine gezielte Förderung der Intensivierung grenzüberschreitender Innovationsnetzwerke über ein eigenes Förderprogramm nahezu liegen.
 - An die geförderten Clusterinitiativen bzw. Netzwerke sollten hohe Anforderungen hinsichtlich der inhaltlichen und technologischen Profilbildung, der wissenschaftlichen Exzellenz der beteiligten Forschungseinrichtungen, der Eignung der involvierten Unternehmen, der internationalen Ausstrahlung und der Effektivität der Clustermanagements gestellt werden.
 - Die Etablierung einer übergreifenden Struktur, ähnlich wie das in der Vergangenheit beim Clustersekretariat der Fall war, erscheint sinnvoll und notwendig. Dies hätte – stärker noch als in der Vergangenheit – den Zweck, die intermediären Organisationen bei ihren Aktivitäten und potenziell auftretenden Herausforderungen zu unterstützen. Darüber hinaus würde diese Organisationseinheit als koordinierende Instanz an der Schnittstelle zwischen den Organisationen fungieren. Letzteres würde helfen, dem Problem zu begegnen, dass derzeit viele überschneidende Aktivitäten unkoordiniert nebeneinander herlaufen.
 - Es gibt Hinweise darauf, dass der bürokratische Aufwand in Zusammenhang mit der Mittelabwicklung sehr hoch ist und es in Hinblick auf die Mittelverausgabung sehr viele Regelungen gibt. Hier erscheint eine Überprüfung und – sofern möglich – Entbürokratisierung der zugrundeliegenden Vorschriften geboten.

Handlungsfeld 3: Gründung und Finanzierung unterstützen

Innovative Gründungen sind ein wichtiger Faktor für die künftige Innovations- und Wachstumsdynamik. Sie können einen Beitrag zur Überwindung von Strukturproblemen leisten. Gerade aufgrund der Stärke von NRW im Hochschulbereich können technologieorientierte Ausgründungen aus Hochschulen ein Weg sein, um vorhandene Innovationspotenziale und die Ergebnisse von wissenschaftlicher Grundlagenforschung umfassender zu nutzen und in wirtschaftliches Wachstum umzusetzen.

Die Unterstützung von Start-ups ist nicht die einzige und bei weitem nicht die zentrale Zielsetzung von Hochschulen. Es gibt auch keinen Grund anzunehmen, dass die Gründung eines Unternehmens durch Hochschulabsolventinnen oder -absolventen von vorneherein volkswirtschaftlich gesehen vorteilhafter ist als eine Beschäftigung in einem Unternehmen. Es zeigt sich aber, dass gerade in vielen der oben diskutierten Technologiefelder der technische Fortschritt maßgeblich durch Start-ups mit vorangetrieben wird. Gleichzeitig sind die Strukturen, Prozesse und Zielsysteme an den Hochschulen in

NRW – und Deutschland insgesamt – noch sehr stark an den Aufgaben in Forschung und Lehre orientiert.

Für die Innovationspolitik ergeben sich daher in Hinblick auf die Förderung wachstumsorientierter Gründungen folgende Zielsetzungen:

- gezielte Verankerung von Gründungsunterstützung in den Strategien der Hochschulen;
- Verbesserung der infrastrukturellen Voraussetzungen für Hochschulausgründungen an Universitäten und Fachhochschulen;
- Schaffung günstiger Rahmenbedingungen für wachstumsorientierte Gründungsvorhaben in NRW.

Im Einzelnen resultieren daher folgende Ansatzpunkte für die Unterstützung der Hochschulen bei der Verbesserung der Rahmenbedingungen für Gründungen:

- Die Erfahrungen aus der Entrepreneurship-Forschung zeigen, dass Hochschulen mit hohen Gründungsraten durch ein Zusammenwirken verschiedener Faktoren gekennzeichnet sind. Diese umfassen das projektorientierte Arbeiten durch Studierende, das Vorhandensein von Vorbildern (erfolgreiche Gründerinnen und Gründer) und die enge Zusammenarbeit mit Unternehmen. Die Hochschulen selbst spielen eine zentrale Rolle bei der Entwicklung der Rahmenbedingungen für Gründungen. Daher sollten im Rahmen von Zielvereinbarungen mit den Hochschulen auch Eckpunkte für die Verbesserung von Rahmenbedingungen für Gründungen festgelegt werden. Dies könnte etwa die Entwicklung konkreter Ziele in der Gründungsförderung umfassen.
- Eine gezielte Förderung von Infrastrukturen, wie Räumlichkeiten für neu gegründete Unternehmen, wo diese derzeit noch fehlen, sollte erwogen werden, da dieser Mangel potenzielle Gründungen häufig behindert.
- Es ist zu beobachten, dass erfolgreiche Start-ups aus NRW angesichts günstigerer Rahmenbedingungen in größerer Zahl in die nahegelegenen Niederlande ziehen. Um diese Unternehmen in NRW zu halten, sollten die Bedingungen für die Umsetzung innovativer Geschäftsmodelle verbessert werden. Möglichkeiten sind hier neben einer steuerlichen Förderung von FuE und anderen Investitionen in neue und ergebnisunsichere Geschäftsaktivitäten die Verbesserung des Humankapitalangebots, der Infrastruktur und der Erreichbarkeit der Standorte sowie weitere „Soft Factors“.
- Gründungswillige sollten administrativ entlastet werden, auch wenn die mit einer Unternehmensgründung verbundenen bürokratischen Belastungen mitunter überschätzt werden und zum Teil unvermeidlich sind (Steuerrecht, Buchführung, Zulassungsbestimmungen usw.). Neben einem Bürokratieabbau könnte eine Digitalisierung der Verwaltung sinnvoll sein, um z.B. die Bearbeitungs- und Bewilligungszeiten von Förderanträgen zu reduzieren.

- Es ist sinnvoll, an allen Hochschulen Gründungslehrstühle oder auf das Thema Gründung fokussierte Lehrangebote einzurichten und gründungsaffine Professorinnen und Professoren als „Science Angel“ einzubinden. Dabei müssten insbesondere Lehrstühle jenseits der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultäten in den Blick genommen werden, damit in denjenigen Fächern, in denen Gründungen stattfinden können, Angebote platziert werden. Ziel wäre es, ein „Matching“ von Gründungswilligen zu möglichen Gründungsideen zu erreichen. Zur Stimulierung des Gründergeistes bei den Studierenden sollten diese über eine curriculare Verankerung, die Einbindung in Projektarbeiten und eine direkte Ansprache sensibilisiert werden.
- Eine gezielte Gründungsförderung an Fachhochschulen wäre sinnvoll, um die Voraussetzungen für Gründungen dort zu verbessern. Die Ergebnisse der Expertengespräche geben keine Hinweise darauf, dass die Potenziale von Fachhochschulen in Hinblick auf unternehmerische Aktivitäten geringer sind als die von Universitäten. Gleichzeitig ist die Ausstattung mit einer personellen Infrastruktur für Gründungsvorhaben an den Fachhochschulen aber noch limitiert, sodass eine gezielte Ansprache von Studierenden, die sich für eine Gründung interessieren, und ein „Matching“ zu Gründungsideen bislang erst bedingt oder gar nicht in Erwägung gezogen, möglich ist.
- Gefördert werden sollte das Commitment der regionalen bzw. lokalen Wirtschaft für eine Start-up-Szene, wie das etwa in München schon lange der Fall ist. Da die Zusammenarbeit mit etablierten Unternehmen für Start-ups häufig besonders wichtig ist, sollte die staatliche Administration dafür werben. Industriepartner und geeignete Netzwerke können Start-ups helfen, mit ihren Technologien perspektivisch auch Geld zu verdienen. Dieses Commitment ist kein Selbstzweck, sondern bietet den Großunternehmen ein zusätzliches mittelfristiges Wachstumspotenzial durch die Möglichkeit der Übernahme von erfolgreichen Unternehmensgründungen oder über die Zusammenarbeit mit diesen Unternehmen.

Handlungsfeld 4: Die Nachfrageseite einbeziehen

Um als Vorreiter wahrgenommen zu werden, sollte das **Land NRW selbst Anwendungskompetenz** zeigen und KI in zentralen öffentlichen Dienstleistungen (digitale Verwaltung) nutzen. In diesem Zusammenhang tritt das Land als Nachfrager von innovativen Lösungen auf (*public procurement*) und kann so wichtige Innovationsimpulse setzen. Positive Effekte einer Digitalisierung der Verwaltung zeigen sich etwa in Estland, wo die hohe Zahl an Gründern im Bereich Digitalunternehmen u.a. auf die progressive staatliche Digitalisierungsstrategie im

Bereich der öffentlichen Verwaltung zurückgeführt wird.⁵ Generell hat Deutschland hinsichtlich der Digitalisierung der Verwaltung im Vergleich zu anderen europäischen Ländern deutlich sichtbaren Aufholbedarf.⁶

Handlungsfeld 5: Rechtsrahmen weiterentwickeln

Die **rechtlichen und administrativen Rahmenbedingungen** können eine große Rolle bei der Entstehung von Neuerungen und für den Wissenstransfer in die Wirtschaft spielen. Sie können Neuerungen erleichtern oder die Beteiligten im Wissenschafts- und Wirtschaftssystem demotivieren. In den vergangenen Jahren wurden immer wieder Anstrengungen unternommen, bürokratische Erleichterungen zu schaffen. An anderen Stellen hat sich dann häufig wieder der administrative Aufwand durch neue Regelungen erhöht. Daher ist der Abbau bürokratischer und administrativer Hürden dauerhaft eine wichtige Aufgabe, um die Effektivität der Förderung des Wissenstransfers zu verbessern.

Ansatzpunkte für den Bürokratieabbau haben sich im Rahmen der Untersuchungen an zahlreichen Stellen ergeben:

- Zielsetzung ist der Bürokratieabbau auf den verschiedenen Ebenen, sowohl in der Verwaltung und an den Hochschulen als auch für die Unternehmen. Dies soll dazu beitragen, dass die Digitalisierung schneller voranschreiten kann und die damit verbundenen Potenziale rascher realisiert werden können.
- Hochschulprofessorinnen und Hochschulprofessoren werden, wie sich gezeigt hat, mittlerweile in erheblichem Maße mit administrativen Aufgaben belastet, sei es im Alltag an der Hochschule oder bei der Durchführung von Drittmittelprojekten. Hier sind die Hochschulen selbst gefordert, die Entlastung von bürokratischem Aufwand als Zielsetzung für sich zu definieren und zu verfolgen. Eine besondere Rolle kann dabei ein serviceorientierter Ansatz in der Hochschulverwaltung spielen, bei dem sich die Verwaltungseinheiten als Helfer und Unterstützer der Professorinnen und Professoren bei den erforderlichen administrativen Aufgaben sehen. Dies ist umso mehr erforderlich, da in den vergangenen Jahren – etwa im Zuge der zunehmenden Bedeutung von Third-Mission-Aktivitäten – die Aufgabenbelastung der Hochschulprofessorinnen und Hochschulprofessoren zugenommen hat. Zugleich kann aber auch die Landesregierung im Rahmen der Zielvereinbarungen konkrete Maßnahmen zum Abbau von Verwaltungsaufgaben anstoßen.
- Auch bei den durch die Landesregierung aufgelegten Förderprogrammen zur Unterstützung des Wissenstransfers ergeben sich Potenziale zum Abbau der Bürokratiebelastung für die Geförderten. So werden gerade im Rahmen von durch den EFRE kofinanzierten Programmen des Landes u.a. aufgrund der Anforderungen der EU die Antrags- und Abwicklungsaktivitäten in der Regel für deutlich aufwändiger erachtet als bei den Bun-

desprogrammen. Hier empfehlen wir, in Zusammenarbeit mit den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der EU-Kommission das Prozedere zu verschlanken und gerade in Hinblick auf den Technologietransfer zu den KMU ein administrativ sehr einfach angelegtes, niedrighschwelliges Förderangebot neu zu etablieren.

- Weiterhin hat sich in den Gesprächen gezeigt, dass die Regelungen für die Fördermittelbeantragung für intermediäre Organisationen (wie etwa Cluster) insgesamt relativ aufwändig und mit Einschränkungen verbunden sind (etwa in Hinblick auf die erlaubte Mittelnutzung). Diese Regelungen sollten gezielt durchforstet und auf ihre zwingende Erforderlichkeit hin überprüft werden.
- Ein Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen war, dass die bestehenden Förderstrukturen (etwa in der Abstimmung von Transferstellen und der externen Unterstützung von Gründern oder Patentanmeldern aus Hochschulen) häufig gut funktionieren und sich vielfach eine Arbeitsteilung eingestellt hat. Gleichzeitig zeigte sich aber gerade bei den Intermediären auch ein unkoordiniertes Nebeneinander verschiedener Angebote und Aktivitäten. So kommt es beispielsweise vor, dass Intermediäre Angebote für Unternehmensvertreter in einem Bereich machen, ohne andere Intermediäre einzubeziehen, die in diesem Bereich tätig sind und Unternehmenskontakte haben. Außerdem gibt es Hinweise, dass die Effektivität der verschiedenen intermediären Organisationen sehr unterschiedlich ist. Daher sollte einerseits eine Bestandsaufnahme der Struktur an intermediären Organisationen erfolgen, andererseits die Zusammenarbeit zwischen diesen gezielt verbessert werden (s. hierzu auch die Ausführungen zur Clusterpolitik sowie Rothgang et al. 2018a).

Zur Entwicklung eines geeigneten Rechtsrahmens für Innovationen gehört auch, Rahmenbedingungen für **Experimentierräume oder Reallabore als Schnittstelle für Wissen und Umsetzungskompetenzen** zu schaffen. Die Realisierung solcher Schnittstellen erfordert die Zusammenarbeit über Disziplinengrenzen hinaus, aber auch die Integration von Unternehmen und die Schaffung von Voraussetzungen für Unternehmensgründungen und eine konstruktive mittel- bis langfristige Projektzusammenarbeit bezogen auf eine gesellschaftliche Herausforderung. Die räumliche Nähe der beteiligten Organisationen erleichtert diese Zusammenarbeit.

Aus den Untersuchungen ergeben sich folgende Zielsetzungen für die Innovationspolitik in NRW:

- Fokussierte Förderung von thematisch ausgerichteten Kompetenzzentren, die sich an der Kompetenzverteilung in NRW ausrichten;
- Systematische Ausweitung des in bisherigen Aktivitäten des MWIDE NRW angelegten Ansatzes;
- Begleitende Bestandsaufnahme und Evaluierung dieser Aktivitäten;

⁵ <file:///C:/Users/jsc/Downloads/SSRN-id3289109.pdf> Seite 26-27.

⁶ vgl. E-Governance: Digitalisierung und KI, 128-129

- Gleichzeitige Unterstützung von Bottom-up-Ansätzen zur Entwicklung neuer Experimentierräume.

Mögliche Zentren könnten thematisch in verschiedenen Regionen des Landes weiterentwickelt werden:

- Künstliche Intelligenz bei Bonn,
- IT-Sicherheit in Bochum,
- Bioökonomie in Jülich und
- Intelligente Produktionssysteme in Aachen/Paderborn.

Zweck einer solchen Schwerpunktbildung ist es, die für die vorwettbewerbliche Forschung in diesen Zentren erforderlichen Kompetenzen vor Ort zu bündeln (ggf. über eine Zusammenarbeit mit Organisationen, die nicht vor Ort sind). In einem solchen Netzwerk an Kompetenzzentren könnte jedes Zentrum eigene Ziele definieren, die Förderung sollte dann einer Evaluation unterzogen werden.

Die Entwicklung von Experimentierräumen ist aber nicht nur eine „von oben“ verordnete Maßnahme, sondern sollte genutzt werden, um regionale Initiativen anzustoßen. NRW ist das am stärksten urbanisierte Land. Urbane Gebiete sind die Zukunftsräume für Innovationen und die Nutzung neuer Technologien. Das muss genutzt werden, z.B. für neue Formen des Arbeitens, der Kommunikation oder der Interaktion mit Hilfe digitaler Technologien. Hier könnten in Form eines Bottom-up-Ansatzes urbane Initiativen unterstützt werden, die solche neuen Formen entwickeln und erproben.

Handlungsfeld 6: Fachkräfte sichern

Das **Handlungsfeld 6 – Fachkräfte sichern – spricht sowohl das Bildungssystem als auch die Bedarfe der Wirtschaft in NRW an**. Die betrifft die Aus- und Weiterbildung von Schülerinnen und Schülern, Studierenden, Auszubildenden und Berufstätigen. Größe und Vielfalt von Nordrhein-Westfalen machen es erforderlich, dass das Bildungssystem des Bundeslands einerseits die Erbringung exzellenter wissenschaftlicher Leistungen ermöglicht und fördert, andererseits aber auch eine Durchlässigkeit aufweist, die den Erwerb von Qualifikationen auch zu einem späteren Zeitpunkt im Laufe der Bildungs- und Berufskarriere zulässt und benachteiligte Milieus unterstützt. Anders als in stärker ländlich geprägten Bundesländern wie Bayern sind die großstädtischen Ballungsräume von Nordrhein-Westfalen durch erhebliche soziale Unterschiede geprägt. Anstrengungen zum Ausgleich unterschiedlicher Startbedingungen sind deshalb von größerer Bedeutung und können letztendlich dazu beitragen, dass aus der Größe und Vielfalt Nordrhein-Westfalens bedeutende wirtschaftliche „Agglomerationsvorteile“ hervorgehen.

Aus den Untersuchungen ergibt sich, dass folgende Zielsetzungen mittel- bis langfristig angestrebt werden sollten:

- Weitere Verbesserung der Durchlässigkeit des Bildungssystems, insbesondere durch besseren Bildungszugang benachteiligter Milieus;

- Ausweitung des MINT-Angebots an allen Schulformen, in Verbindung mit weiterem Ganztagsausbau;
- Stärkung der Schulen und Hochschulen bei der Umsetzung von Medienkonzepten;
- Förderung von Exzellenz in Forschung und Lehre sowie
- stärkere Rolle nicht-formaler Qualifikationen, insbesondere zur Verbesserung der beruflichen Position geringer Qualifizierter.

Folgende Maßnahmen schlagen wir vor:

- Ausbau des Ganztagsangebots an allen öffentlichen Schulen, Qualitätsverbesserung an den Grundschulen und weiterer Ausbau in der Sekundarstufe I und II;
- Vor allem an Grundschulen dient das Ganztagsangebot unter anderem auch zum Abbau unterschiedlicher Bildungschancen der sozialen Milieus. In der Sekundarstufe ermöglicht erst der Ganztagsausbau eine Intensivierung und Erweiterung von Lehrinhalten, etwa zur Verbesserung von MINT-Kompetenzen. Zum Ganztagsangebot sollte eine attraktive Schulkantine gehören, sodass Schulen auch zu Treffpunkten werden, an denen auch Schülerinnen und Schüler aus unterschiedlichen sozialen Milieus gern bis zum Nachmittag ihre Zeit miteinander verbringen.
- Ausweitung des MINT-Angebots:
- Im Vergleich zu den wirtschaftsstarken süddeutschen Bundesländern sind in Nordrhein-Westfalen in der schulischen und beruflichen Ausbildung insgesamt noch Nachholbedarfe in MINT-Fächern zu erkennen, während auf der Hochschulebene bereits Stärken, etwa in der Schwerpunktlegung auf die Ingenieurwissenschaften, erkennbar sind, die weiter ausgebaut werden sollten.
- Mittelfristige Zielsetzung sollte sein, das MINT-Angebot an allen Schulformen der Sekundarstufe zu erweitern. Auf Vormittage beschränkte Stundenpläne bieten jedoch kaum zeitliche Spielräume für weitere Schulfächer, da diese auf Kosten anderer Lehrangebote gingen. Daher sollten neue Angebote im Rahmen des Ganztagsausbaus zur Verfügung gestellt werden. Das MWIDE NRW könnte ein Programm zur MINT-Bildung von Schülerinnen und Schülern unterstützen. Die Einführung des Pflichtfachs Informatik an allen Schulformen in den Klassen 5 und 6 zum Schuljahr 2021/2022 ist vor diesem Hintergrund sehr zu begrüßen.
- Stärkung der Schulen und Hochschulen bei der Umsetzung von Medienkonzepten:
- Neue Medien werden in Schulen Nordrhein-Westfalens bislang seltener genutzt als etwa in Baden-Württemberg und Bayern. Ein stärkerer Schwerpunkt liegt in Nordrhein-Westfalen allerdings, soweit man einer Studie im Auftrag der Telekom-Stiftung folgt, offenbar auf dem gemeinsamen Hinterfragen von Inhalten aus dem Internet. In Bezug auf den Einsatz digitaler Medien ist eher Qualität als Quantität gefragt, soweit eine grundlegende Auseinandersetzung mit der digitalen Transformation in allen

Bildungsgängen eine Rolle spielt. Eine Strategie, die mehr auf das Hinterfragen von Inhalten als auf das Einüben von Basiskenntnissen in der Handhabung digitaler Medien setzt, sofern grundlegendes Wissen vorhanden ist, ist zu begrüßen.

- Im Zuge des Ganztagsausbaus ist eine starke Intensivierung von Lehrinhalten zu empfehlen, die den Umgang mit digitalen Medien einüben und die entsprechenden Inhalte auch kritisch beleuchten. Sofern Schulen im Zusammenhang mit dem „DigitalPakt Schule 2019 bis 2024“ bereits geeignete technisch-pädagogische Einsatzkonzepte erarbeitet haben, sollten sie – soweit möglich – bei deren Umsetzung unterstützt werden. Oftmals mangelt es sowohl an Schulen als auch in den Haushalten der Schülerinnen und Schüler an der benötigten IKT-Ausstattung. Förderprogramme, die insbesondere Haushalten aus benachteiligten Milieus einen besseren Zugang zu den benötigten Geräten ermöglichen sollen, sind zu begrüßen und sollten gegebenenfalls noch erweitert werden. Darüber hinaus müssen die Anstrengungen zur Wartung der IKT-Technik an Schulen deutlich intensiviert werden. Jeder Lehrkraft sollte bei Fragen zur Wartung von IKT-Technik kurzfristig ein persönlicher Ansprechpartner zur Verfügung stehen.
- Die zum Informationsaustausch verwendeten Internetplattformen an Schulen und Hochschulen sollten professionell weiterentwickelt werden, um den steigenden Ansprüchen an die IKT-Technik im Lehrbetrieb noch besser gerecht zu werden.
- Im Zuge der Corona-Krise wurden die Anforderungen an die IKT-Ausstattung zur Verwendung digitaler Medien ab März 2020 deutlich. Die hierbei auf den verschiedenen Stufen des Bildungssystems und im Berufsleben gewonnenen Erfahrungen sollten systematisch aufbereitet und zur Optimierung von Medienkonzepten genutzt werden.
- Förderung von Exzellenz in Forschung und Lehre:
- Exzellenzförderung und Wissenstransfer sind Kern weiterer der in diesem Bericht skizzierten Handlungsfelder. Die Untersuchungen zum Thema Bildung haben dargelegt, dass es, soweit es die Absolventenzahlen aufzeigen, an den Hochschulen beispielsweise Schwerpunktlegerungen in den Ingenieurwissenschaften gibt, die auf ausbaufähige Stärken hindeuten. Zu den Zielen der Hochschulentwicklung in NRW sollte es gehören, innerhalb der Vielfalt des Hochschulsystems die Herausbildung exzellenter Fachbereiche zu unterstützen. Derartige „Aushängeschilder“ können dazu beitragen, dass der Wissenschaftsstandort NRW insgesamt eine noch höhere Aufmerksamkeit erfährt.
- Stärkere Rolle nicht-formaler Qualifikationen, insbesondere zur Verbesserung der beruflichen Position geringerer Qualifizierter:
- Lehrveranstaltungen der beruflichen und allgemeinen Weiterbildung sind ein zentraler Bestandteil des Bildungssystems, da sie die Anpassung der Berufstätigen

an den laufenden Fortschritt von Wissen und Technik unterstützen. Im Ländervergleich zeigt sich in NRW ein Ausbaubedarf des Weiterbildungssektors, da Erwerbstätige hier in geringerem Umfang die entsprechenden Angebote nutzen als die mit vergleichbarer Qualifikation in anderen Bundesländern.

- Als staatliches Aufgabenfeld ergibt sich eine stärkere Koordinierung der vielfältigen Angebote und gegebenenfalls eine Ausweitung von Förderprogrammen, die insbesondere Personen mit niedriger formaler Qualifikation bei der Inanspruchnahme geeigneter Lehrveranstaltungen unterstützen. Hinsichtlich der fachlichen Gestaltung von Weiterbildungsangeboten ist zu berücksichtigen, dass es nicht zwangsläufig Lehrveranstaltungen zu naturwissenschaftlichen Inhalten, Informatik oder Softwarethemen sein müssen, die die Anpassung an die Anforderungen der digitalen Transformation am besten erleichtern können. Bisweilen kommt es stärker darauf an, zusätzlich zur bereits vorhandenen fachlichen Kompetenz auch „weiche“ Qualifikationen zu erweitern, die besonders schwer automatisierbar sind und somit – zumindest in mittelfristiger Zukunft – nicht durch Computertechnik ersetzbar sein dürften. Auch die Flexibilität im Umgang mit digitalen Medien kann beispielsweise durch Weiterbildungsangebote verstärkt werden.

Die Befunde aus dem Indikatorenbericht und aus dem Schwerpunktkapitel legen zwei miteinander verbundene Handlungskonzepte für NRW nahe. Erstens ist es - obwohl zuwandernde Studierende nach Abschluss ihres Studiums wie gesagt nicht zwangsläufig eine Beschäftigung am Studienort suchen und aufnehmen - wichtig, außerhalb des Landes stärker die Aufmerksamkeit auf das vielfältige Studienangebot in NRW zu lenken und Hochschulstandorte auszubauen, die sowohl wissenschaftliches Lehrpersonal als auch Studierende anziehen. Bestimmte, bereits verhältnismäßig stark besetzte Fachbereiche, beispielsweise aus den Ingenieurwissenschaften, sollten daher an ausgewählten Standorten ihre Anstrengungen zur Erzielung exzellenter Leistungen in Forschung und Lehre weiter ausbauen. Zweitens spielt gleichzeitig jedoch in einem Bundesland, das in geringerem Maße als andere Länder von Zuwanderung profitiert und auf absehbare Zeit einen erheblichen demografischen Alterungsprozess durchlaufen wird, die „Nachwuchspflege“ eine zentrale Rolle.

Gerade die Durchlässigkeit des Bildungssystems, erkennbar etwa am vergleichsweise hohen Anteil der Studierenden, die nicht aus akademischem Elternhaus stammen, ist als Stärke des Bildungsstandorts NRW zu interpretieren. Allerdings zeigen viele andere Merkmale, etwa die erheblichen kleinräumigen Unterschiede bei den Übergangsquoten von der Grundschule auf das Gymnasium und die vergleichsweise geringe Beteiligung der Berufstätigen an Weiterbildung, dass nach wie vor ein erheblicher Bedarf hinsichtlich weiterer Verbesserungen des Bildungszugangs besteht. In diesem Zusammenhang wäre es geradezu kontraproduktiv, eine höhere Durchlässigkeit durch Senkung der Anforderungen, z.B. an die Hochschulzulassung, herbeiführen zu wollen. Im Gegenteil, nur eine Intensivierung der Bildungsanstrengungen, die einem

größeren Teil der Bevölkerung den Zugang zu formalen und nichtformalen Qualifikationen verschafft – basierend auf der ernsthaften Vermittlung der entsprechenden Bildungsinhalte – wird dem Wirtschafts- und Innovationsstandort NRW weitere Wettbewerbsvorteile verschaffen, die unter anderem auch auf dem Wissen, den Fähigkeiten und Fertigkeiten der Landesbevölkerung beruhen.

Empfehlungen zu den Innovationsfeldern

Ein Teil der Empfehlungen im Rahmen des Innovationsbericht adressiert nicht die sechs Handlungsfelder, sondern die Innovationsfelder des Landes. Dies betrifft die generelle **Förderung von Zukunftsfeldern**, aber auch **die Schaffung von Rahmenbedingungen für Innovationen über Experimentierräume** und die **Entwicklung der digitalen Infrastruktur**.

Hinsichtlich der inhaltlichen Ausrichtung der Innovationspolitik des Landes auf bestimmte Zukunftsthemen ergibt sich ein Trade-Off zwischen einer Fokussierung der Förderung auf wenige gesellschaftliche Problemlagen und Zukunftsfelder einerseits sowie einer breiten Berücksichtigung von vergleichsweise zahlreichen Feldern ohne Priorisierung andererseits. Die Frage, ob eine Fokussierung oder eine breitere Ausrichtung richtig oder falsch wäre, lässt sich nicht pauschal beantworten. Es hat sich jedoch vielfach gezeigt, dass Definitionen von Zukunftstechnologien aufgrund der prinzipiellen Offenheit der technologischen Entwicklung sowie der Begrenztheit und Zeitbedingtheit von Expertenurteilen nicht in Stein gemeißelt sind und sich auch in anderen, bislang übersehenen Feldern interessante wirtschaftliche Entwicklungen ergeben können.

Auf dieser Grundlage sollte die Innovationspolitik folgende Ziele verfolgen:

- Im Rahmen der Innovationsförderung von NRW sollte in den Bereichen Unternehmensgründungen und Unterstützung des Wissenstransfers angestrebt werden, auch technologieoffene Komponenten zu fördern, um in der Lage zu sein, auf neue, nicht antizipierte technologische Entwicklungen pragmatisch zu reagieren.
- Darüber hinaus sollte gezielt Forschung und Wissenstransfer in denjenigen Zukunftsthemen und Technologiefeldern gefördert werden, in denen sich bereits ein Schwerpunkt in NRW entwickelt hat und die für die Wirtschaft und Gesellschaft in NRW von hoher Bedeutung sind.

Die in entsprechenden Foresight-Studien identifizierten Zukunftsfelder sind oben genannt. Dort wird weiterhin in verschiedenen Dimensionen eine Bewertung hinsichtlich ihrer Bedeutung für NRW insgesamt vorgenommen. Da das Land NRW über zahlreiche regionale Schwerpunkte in der Forschung in Zukunftsfeldern verfügt, sollte bei der Entscheidung, welche Zukunftsfelder konkret unterstützt werden sollten, auch die räumliche Verteilung aufgenommen werden, wie sie in Abbildung 4.2 der Langfassung dargestellt ist.

Hinter der Idee der Förderung von Experimentierräumen steht die Überlegung, Rahmenbedingungen zu fördern, innerhalb derer neue Ideen entwickelt und vorangetrieben werden. Dies

kann innerhalb von Unternehmen geschehen, aber auch in Gründungszentren und innerhalb der Zusammenarbeit in Clustern oder Campusmodellen („unter einem Dach“). Unter bestimmten Voraussetzungen – wenn auch bei weitem nicht immer – erfordert der Wissensaustausch Experimentierräume, wie sie derzeit u.a. vom BMWi und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales gefördert werden. Diese schaffen dafür geeignete Rahmenbedingungen, indem sie Räumlichkeiten zum direkten Austausch in Form von Plauderecken, Kaffeeküchen oder Lernräumen bereitstellen.

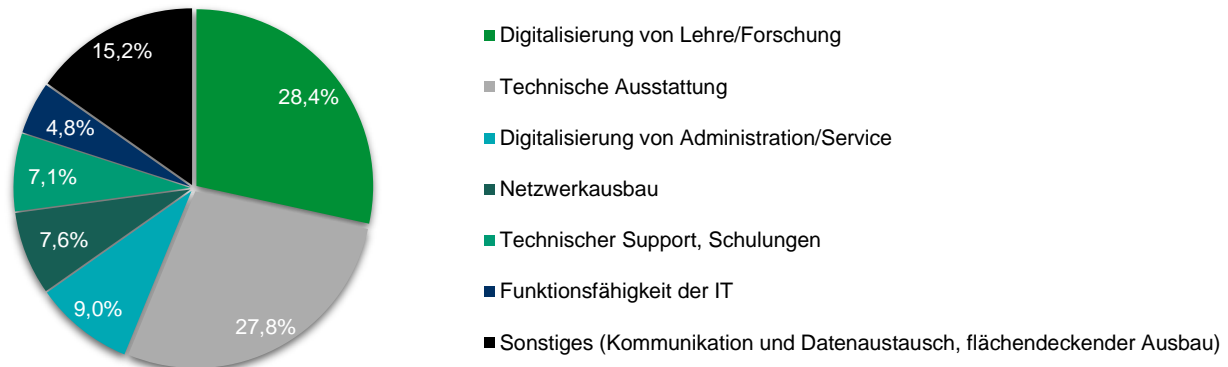
Die **digitale Infrastruktur** ist eine zentrale Voraussetzung für die Realisierung der Wachstumspotenziale einer Volkswirtschaft. Dies trifft nicht nur auf die entsprechende Ausstattung der Hochschulen zu, sondern auch auf die IT-Infrastruktur der Wirtschaft insgesamt. Dieser Aspekt wird im vorliegenden Bericht allerdings nicht vertiefend diskutiert, da er bereits Gegenstand der Digitalstrategie des MWIDE für das Land NRW ist. Die wesentlichen Schlussfolgerungen aus der Digitalstrategie werden im Folgenden in aller Kürze umrissen, ansonsten nur die darüber noch hinausgehenden Empfehlungen dargelegt, die sich aus unseren Untersuchungen ergeben:

- Die Ziele der Digitalstrategie von NRW sind insbesondere der Ausbau des Breitbandnetzes (GigabitMasterplan.NRW), die Verbesserung des Mobilfunks (Mobilfunkpakt NRW), die Förderung der digitalen Wirtschaft (Initiative Wirtschaft & Arbeit 4.0, Startercenter NRW, Digital Hubs), die Erhöhung der IT-Sicherheit (u.a. Cyberzentrum für Analyse, Prävention und Abwehr CAPA, Informationssicherheitsmanagement ISMS, Computer Emergency Response Team CERT NRW, Cybercrime Competence Center, Institut für Cybersicherheit und Schutz der Privatsphäre) und die Stärkung der Digitalkompetenzen (u.a. NRW-Institut für Digitalisierungsforschung, BMBF-Kompetenzzentrum Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr, Kompetenzplattform Künstliche Intelligenz KI.NRW, Exzellenzcluster CITEC, Digitalisierungsoffensive an den Schulen, Digitale Hochschule NRW).
- Die RWI/CEIT-Hochschulbefragung hat gezeigt, dass NRW unter den drei großen Flächenländern das einzige Land ist, das für die untersuchten IKT-Fächer durchweg überdurchschnittlich hohe Anteile an allen Fächern aufweist. Der Befragung zufolge wird auch die digitale Ausstattung der Hochschulen in NRW nicht schlechter als in anderen Bundesländern bewertet. Gleichzeitig sehen die Befragten aber noch Verbesserungsbedarf in Hinblick auf die Digitalisierung von Lehre und Forschung sowie die technische Ausstattung der Hochschulen (Abb. 2). Dies sollte bei der künftigen Ausrichtung der Förderung der Hochschulen bedacht werden.
- Bei den immateriellen Investitionen (Aufwendungen für FuE, Marketing, Software, Datenbanken, Weiterbildung und Design) ist NRW insbesondere im Vergleich zu den südlichen Bundesländern unterdurchschnittlich positioniert. Hier besteht demnach Nachholbedarf, dem auch durch eine entsprechende Förderung seitens des Landes gezielt Rechnung getragen werden sollte.

- In Bereichen der Wirtschaft, die durch einen besonders hohen Digitalisierungsgrad gekennzeichnet sind, ist der Fachkräftemangel in NRW überdurchschnittlich hoch. Gleichzeitig ist NRW aber in Bezug auf den Anteil der IKT-Auszubildenden und, wie zuvor dargelegt, auch bei den IKT-Fächern an den Hochschulen sowie beim Anteil der Informatikstudierenden gut positioniert. Der Fachkräftemangel in den digitalisierungsaffinen Bereichen ist somit eher als Indiz dafür zu werten, dass NRW einen

hohen Digitalisierungsgrad aufweist. Es wäre aber sinnvoll, die Konkurrenzfähigkeit der Unternehmen in Hinblick auf den Wettbewerb zu unterstützen, um Fachkräfte auf dem Arbeitsmarkt zu stärken.

Abb. 2: Verbesserungsbedarf der digitalen Ausstattung in NRW-Hochschulen



Eigene Darstellung der RWI/CEIT-Hochschulbefragung 2019.

Antworten der Innovationspolitik auf die Corona-Krise

Die gegenwärtige Corona-Pandemie hat erhebliche Auswirkungen auf die Wirtschaft und die gesamte Gesellschaft in NRW und weltweit. Zurzeit stehen zwar Fragen im Zusammenhang mit dem Rettungsschirm und der Soforthilfe für Unternehmen sowie das durchdachte schrittweise Wiederhochfahren der Wirtschaft im Mittelpunkt, gleichwohl wird auch das Forschungs- und Innovationsgeschehen sowie die Innovationspolitik in erheblichem Ausmaß tangiert.

Zunächst ist es von zentraler Bedeutung, dass das Land weiter an einer zukunftsorientierten Innovationspolitik festhält. Eine Politik, die allein oder vornehmlich auf kurzfristige Maßnahmen setzt, würde ansonsten dazu beitragen, dass NRW mittelfristig an Wettbewerbsfähigkeit verliert.

Im Rahmen der Innovationspolitik sollte daher die Beantwortung der folgenden Fragen im Vordergrund stehen:

- Was ist kurzfristig in Hinblick auf das erlahmende Innovationsgeschehen zu tun?
- An welchen Stellen beschäftigen sich die Forschung und das Innovationsgeschehen in NRW mit den Folgen der Corona-Krise?
- Welche mittelfristigen Auswirkungen hat die Corona-Krise auf das Wirtschafts- und Innovationsgeschehen in NRW und was sollte die Landesregierung tun?
- Welche Innovationsimpulse können von NRW für die Überwindung der Corona-Krise gesetzt werden?

Auf der Grundlage dieser Fragen ergeben sich folgende Maßnahmen, durch die die Innovationspolitik einen Beitrag zur Bewältigung der Corona-Krise leisten könnte:

- Die Erfahrung aus der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/09 zeigt, dass gerade die in Hinblick auf einen innovativen Strukturwandel wichtigen Hightech-Startups durch Krisen besonders bedroht werden (acatech 2020: 21). Da die Möglichkeit einer Innenfinanzierung des Unternehmenswachstums aus dem Cashflow häufig wegfällt und eine externe Finanzierung schwieriger wird, kann ein innovationsgetriebenes Wachstum stark behindert oder die Startups gar in den Konkurs getrieben werden. Daher sollte das Land nach Möglichkeiten suchen, zusätzlich zu dem geplanten 2-Milliarden-€-Maßnahmenpaket auf Bundesebene NRW-Startups (etwa über sog. Matching-Fonds als Ko-Investor) zu unterstützen.
- Eine weitere potenziell wirksame Maßnahme zur kurzfristigen Unterstützung innovativer Unternehmen (ob Start-ups oder etablierte Unternehmen) besteht darin, sie durch eine Ausweitung der Nachfrage nach innovativen Produkten und Dienstleistungen zu unterstützen. Dieser Impuls für das Innovationsgeschehen könnte beispielsweise im Gesundheitsbereich, aber auch bei den Informations- und Kommunikationstechnologien erfolgen.
- Während die Gründungsunterstützung einen Fokus auf innovative Gründer hat, sind viele der derzeit etablierten Fördermöglichkeiten auf die kurzfristige Sicherung der Unternehmensliquidität ausgerichtet. Diese adressieren nicht die Tatsache, dass derzeit vermutlich die meisten Unternehmen gerade längerfristig für die Wettbewerbsfähigkeit wichtige Investitionen in FuE zurückfahren. Eine

schnell zu realisierende langfristig ausgerichtete Fördermöglichkeit besteht darin, für FuE-Personal, das in Kurzarbeit geschickt wird, eine Finanzierung bereitzustellen, damit dieses weiter forschen kann (als Personalkostenzuschuss anstatt Kurzarbeitergeld). Ein solches Programm müsste einfach und schnell abgewickelt werden. Das würde es einerseits ermöglichen, die FuE-Kapazitäten gerade in mittelständischen Unternehmen aufrecht zu erhalten. Andererseits könnten neue Lösungen umgesetzt werden, sobald die Märkte sich wieder erholen.

- Aktuelle gibt es verschiedene Projekte, wie beispielsweise am Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit (IZA), die eine Bestandsaufnahme der laufenden Arbeiten zur Bewältigung der Corona-Krise an Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen zum Ziel haben. Wir schlagen ein Projekt vor, in dessen Rahmen diese bereits bestehenden Informationsquellen sondiert, zusammengefasst und gegebenenfalls ergänzt werden sollten. Die Ergebnisse dieses Projekts könnten die Grundlage sein für eine Unterstützung der Forschung und der Vertiefung der Vernetzung zwischen den Akteuren im Rahmen der Förderung.
- Um im Zeitablauf gezieltere Maßnahmen zu etablieren, die negativen Auswirkungen der getroffenen Maßnahmen auf das Wirtschaftsgeschehen und die Innovationsdynamik abfedern, wäre es wünschenswert, diese Auswirkungen zunächst in den kommenden Monaten zu untersuchen. So können Mittel der Innovations- und Wirtschaftspolitik auf Basis der dann bestehenden Evidenz gezielter eingesetzt werden. Auf der Basis der Ergebnisse der vorgeschlagenen Untersuchung könnte ein Innovationsprogramm aufgelegt werden, das zielgenau den negativen Auswirkungen der Corona-Krise speziell im Mittelstand entgegenwirkt.

Ansatzpunkte für Akteure des Innovationsgeschehens

Aus den Untersuchungen ergeben sich neben Empfehlungen für eine Innovationspolitik des Landes NRW auch Ansatzpunkte für die Strategieentwicklung und das Handeln von Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie intermediären Organisationen.

Die Wirtschaft in NRW ist stark geprägt durch **Unternehmen**, die wichtige Positionen in internationalen Wertschöpfungsketten einnehmen (ob in der Automobilindustrie oder der Luftfahrtbranche oder einer von zahlreichen weiteren Branchen). Gemeinsam haben diese Unternehmen, dass sie vor erheblichen Herausforderungen durch neue technologische Entwicklungen und Veränderungen in den globalen Wertschöpfungsketten und im internationalen Wettbewerb stehen.

Zentrale Punkte des Investitionsgeschehens für Unternehmen sind Investitionen in Aus- und Weiterbildung sowie in FuE und andere Formen von Wissenskapital, die Umsetzung von Innovationen in höhere Produktivität und die Nutzung von Innovationen für Wachstum. Bleiben solche Investitionen im Ver-

gleich zu anderen Bundesländern zurück, so hat dies entweder strukturelle Ursachen oder es fehlt an den geeigneten Rahmenbedingungen. Aufgabe der Innovationspolitik ist es, solche Investitionen zu fördern, indem sie jene Wirtschaftsbereiche forciert unterstützt, in denen solche Investitionen rasch in Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit umgemünzt werden können (d.h. Förderung des Strukturwandels). Gleichzeitig muss sie Anreize setzen, damit alle Unternehmen, unabhängig davon ob aus neuen, dynamischen Branchen oder aus etablierten Sektoren, solche Investitionen tätigen und Erträge daraus erzielen können. Dies kann von der direkten Förderung bis zu bürokratiearmen Verwaltungsverfahren und der Bereitstellung einer modernen Infrastruktur reichen. Die Unternehmen sind gefordert, diese Rahmenbedingungen aufzugreifen und in Wertschöpfung und Wachstum umzusetzen.

Mittelständische Unternehmen in NRW sollten außerdem, unterstützt von intermediären Organisationen, die Kooperation mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen suchen. Der Mangel an privatem Wagniskapital kann durch ein verstärktes Engagement von Alumni und Großunternehmen aus NRW als Geldgeber ausgeglichen werden.

Die zentralen Aufgaben von Hochschulen waren in der Vergangenheit und sind auch weiterhin die akademische Forschung und Lehre. Gleichzeitig besitzen **Hochschulen und Forschungseinrichtungen** bei der Adressierung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Herausforderungen eine zunehmende Bedeutung. Dieser Trend ist nicht nur in Deutschland, sondern auch international zu beobachten, was zu erhöhten Anforderungen an diese Organisationen führt.

Bei den Schwerpunkten der Forschungs- und Lehrtätigkeit ist dabei eine Balance zwischen etablierten und neuen Forschungsfeldern zu finden. In allen hier diskutierten Zukunftsfeldern baut die Entwicklung neuer Märkte sehr stark auf den Aktivitäten in Hochschulen und Forschungseinrichtungen auf, was sowohl die reine und angewandte Grundlagenforschung als auch den Bedarf an geschulten Wissenschaftlern anbelangt. Aus unseren Untersuchungen ergibt sich, dass Hochschulen und Forschungseinrichtungen in NRW offen für eine Weiterentwicklung ihres Betätigungsfelds in Richtung auf die neuen Technologien sein sollten und ihre Kompetenzen in diesen Feldern durch institutionsübergreifende Zusammenarbeit stärken sollten.

In Hinblick auf den Wissenstransfer ergibt sich für Hochschulen und Forschungseinrichtungen in NRW die Gelegenheit, diese Zielsetzungen auch stärker als bisher in ihrer strategischen Ausrichtung und ihrem Handeln zu berücksichtigen und intern den Wissenstransfer effizient zu organisieren:

- Hochschulen und Forschungseinrichtungen in NRW sollten die Möglichkeit nutzen, neben Forschung und Lehre ihren Beitrag zu wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen aktiv in ihrem Leitbild zu verankern und mit klaren Zielsetzungen zu versehen.
- Dazu gehört die Verankerung und kontinuierliche Weiterentwicklung des Wissenstransfers in Form von Spin-offs oder einer engeren Zusammenarbeit mit Unternehmen, sowie der regionalen Wirtschaft und Gesellschaft.

- Die vorhandenen Transferstellen sollten bei ihrer Arbeit aktiv unterstützt werden. Gleichzeitig sollte dafür Sorge getragen werden, dass der Wissenstransfer nicht als singuläre Aufgabe einer/eines Transferverantwortlichen wahrgenommen wird, sondern aktiv im Hochschulalltag gelebt wird, etwa durch die aktive Adressierung gesellschaftlicher Problemlagen in Form von organisationsinterner Projektarbeit.
 - Hochschulen und Forschungseinrichtungen in NRW sollten anstreben, „Entrepreneurial Universities“ und „Entrepreneurial Research Organizations“ in der Form zu werden, dass sie aktiv einen eigenen Beitrag zur wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fortentwicklung des Landes leisten, dessen Charakter durch die jeweiligen Schwerpunkte der Organisation definiert ist. Dazu gehört auch das aktive Zugehen auf das Umfeld außerhalb der Hochschulen. Auf diese Weise könnten sie aktiv einen eigenen Beitrag zur wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fortentwicklung des Landes leisten.
 - Hochschulen sollten anstreben, gründungsfreundliche Regelungen zum geistigen Eigentum zu formulieren. Dieses Thema spielt derzeit u.a. im Rahmen von EXIST eine wichtige Rolle.
 - Die Begegnung mit Rollenvorbildern („Role Models“) ist eine sinnvolle Möglichkeit, um Studierende an Gründungsideen heranzuführen. In diesem Zusammenhang ist die Heranführung an neue Methoden wie „Fine Thinking“, „Prototyping“-Lernfabriken, „Fab Labs“ und andere anwendungsorientierte Methoden wichtiger als Fragen der Finanzierung, der Kalkulation oder des Marketings. Es sollten daher Ehemalige aktiviert werden, die von ihren erfolgreich gegründeten Unternehmen erzählen, um Studierende oder Hochschulangehörige zu Gründungsaktivitäten anzuregen. Dazu existieren spezielle Formate des Alumni-Managements. Gründungsinteressierte bzw. -willige oder Gründerinnen und Gründer von Start-ups könnten dabei von Mentoren begleitet werden. Punktuell wird das bereits praktiziert, dieser Bereich ist aber ausbau- und förderfähig.
 - Hochschulen und Forschungseinrichtungen sollten einen durchdachten Ansatz für „Property Rights“ an eigenen Erfindungen suchen, der einerseits eigene Rechte sichert, andererseits die Zusammenarbeit mit Unternehmen und damit den Technologietransfer befördert.
- Unter **intermediären Organisationen** werden hier alle Organisationen und Stellen verstanden, die an der Schnittstelle zwischen Hochschul- und Institutsforschung sowie Unternehmen tätig sind und den Wissenstransfer sowie die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Akteuren befördern:
- Intermediäre Organisationen in NRW sollten ihre strategischen Leitlinien hinterfragen und überprüfen, ob diese ihrer Stellung im Innovationsgeschehen des Landes entsprechen. Dazu gehört auch eine klare Formulierung der Position und Abgrenzung zu anderen Organisationen. Auf Basis dieser Überprüfung sollten klare Zielsetzungen abgeleitet werden, die einem regelmäßigen internen Prüfprozess unterzogen werden.
 - Die intermediären Organisationen sollten kritisch überprüfen, inwieweit sie ihre Adressaten erreichen und worin der Mehrwert ihrer Aktivitäten für die Adressaten liegt.
 - Darüber hinaus sollten Überschneidungen zu anderen Intermediären explizit deutlich gemacht und gezielt eine Abstimmung zwischen verschiedenen Organisationen gesucht werden, um Synergien zu realisieren.
 - Explizit sollte auch definiert werden, worin der Beitrag der einzelnen Organisation zur Technologieentwicklung und -diffusion, zur Gründungsförderung sowie zur Adressierung gesellschaftlicher Zielsetzungen liegt.
 - Ein weiterer wichtiger Faktor, der explizit gemacht werden sollte, sind Bedingungen, die die Effektivität der Organisation in der Zielerreichung einschränken (etwa fehlende Unterstützung durch bestimmte Stellen).
 - Es ist auch Aufgabe der intermediären Organisationen, ihr Tun und ihre Zielerreichung regelmäßig selbst zu hinterfragen und identifizierte Defizite anzugehen.
 - Sowohl Hochschulen als auch Forschungseinrichtungen sollten sich in Hinblick auf die Relevanz neuer Zukunftsfelder für ihre Forschungs- und Lehraktivitäten positionieren und – soweit das noch nicht geschehen ist – in diesem Zusammenhang aktiv die Zusammenarbeit mit anderen Organisationen vor Ort suchen.

2.4 Indikatoren der Zielerreichung

Die Innovationsstrategie des Landes Nordrhein-Westfalen sieht vor, einen Monitoring- und Evaluierungsprozess aufzusetzen. Dieser beinhaltet die Ermittlung und Fortschreibung wichtiger Indikatoren zu Output, Outcome und Wirkungen der Umsetzung der Innovationsstrategie. Dafür wird eine interministerielle Arbeitsgruppe gebildet, die einen Vorschlag für die zu erhebenden Indikatoren und die Umsetzung und Fortschreibung der Strategie erarbeitet (für eine ausführliche Darstellung der Pläne vgl. MWIDE NRW 2021: 102). Im Rahmen der Arbeiten am Innovationsbericht wurden einige Überlegungen zu den Indikatoren für die Zielerreichung angestellt, die nachfolgend skizziert werden.

Die Festlegung von Indikatoren für die Zielerreichung der Innovationspolitik hat mehrere Vorteile. So erhöht sie die Transparenz der Innovationspolitik und ermöglicht es, den Grad der Zielerreichung zu ermitteln, was dann auch Erkenntnisse über den Erfolg der Innovationspolitik hervorbringt. Darüber hinaus ermöglicht die Festlegung klarer Zielgrößen eine Fokussierung der Anstrengungen und die Mobilisierung von Kräften in Hinblick auf die verfolgten Ziele.

Es gibt jedoch auch potenzielle Nachteile, die mit der Festlegung von Zielgrößen verbunden sind. So liegen viele relevante Größen nicht direkt im Einflussbereich der Innovationspolitik. Darüber hinaus ist gerade das Innovationsgeschehen durch qualitative Aspekte gekennzeichnet, die sich nicht einfach erfassen lassen. Beispielsweise unterscheiden sich Innovationen in hohem Maße in Hinblick auf ihre betriebs- und gesamtwirtschaftliche Relevanz. Dieser Aspekt kann mit den verfügbaren Indikatoren nur relativ unvollständig abgebildet werden.

In der Vergangenheit wurde meist der Forschungsinput in Form des Anteils der Ausgaben für Forschung- und Entwicklung am Bruttoinlandsprodukt (BIP) als Indikator herangezogen. Ein Anteil von 3% der FuE-Ausgaben am BIP als Zielgröße hat dabei den Vorteil, dass die Zielgröße klar nachvollziehbar und einfach zu kommunizieren ist. Der Nachteil ist, dass die FuE-Ausgaben zu ca. 2/3 durch die Unternehmen bestimmt sind und daher nur bedingt durch die Innovationspolitik

beeinflusst werden können. Darüber hinaus blendet dieser Indikator zahlreiche für die Innovationspolitik wichtige Größen aus. Daher erscheint es angeraten, diesen Indikator zwar weiterhin heranzuziehen, ihn aber durch weitere Indikatoren des Innovationsgeschehens zu ergänzen.

Weiterhin ist zu beachten, dass der Erfolg des Impulses, der von innovationspolitischen Maßnahmen ausgeht, teilweise erst mit einer erheblichen zeitlichen Verzögerung sichtbar wird. Während bestimmte Effekte – wie etwa in Hinblick auf die Inputgrößen oder Aktivitätsmaße – relativ früh zu beobachten sind, zeigen sich indirekte Effekte der Förderung und ökonomische Wirkungen auf die Technologieentwicklung, das Wachstum und die Beschäftigung erst im Zeitablauf. Daher ist es auch sinnvoll, ein Indikatorenset für die kurzfristigen und ein weiteres für die mittel- bis langfristigen Auswirkungen der Innovationspolitik zu etablieren.

In Hinblick auf die erforderliche Fokussierung der Aktivitäten der Innovationspolitik wäre es sinnvoll, ein begrenztes Indikatorenset von etwa je 20 Größen für die kurz- sowie die mittel- bis langfristige Zielerreichung zu etablieren. Derzeit wäre die kurzfristige Zielerreichung innerhalb eines solchen Zielsystems zwangsläufig durch die Wirkungen der derzeit bestehenden Corona-Krise geprägt. Ein Indikatorenset (kurzfristig bis zum Ende der Legislaturperiode 2022 und mittel- bis langfristig bis 2030) sollte auf Basis einer konkret ausformulierten innovationspolitischen Strategie entwickelt werden. Dieses sollte die Zielerreichung in Hinblick auf die genannten Handlungsfelder widerspiegeln.

3. Handlungsfelder und Handlungsempfehlungen im Bereich KI/Maschinenlernen in NRW

Im Rahmen der Untersuchungen wurden vier für NRW besonders relevante Handlungsfelder identifiziert: politische Rahmenbedingungen für die datenbasierte Wertschöpfung und Datenverfügbarkeit, Wissensaufbau und Wissenstransfer, der Ausbau interregionaler Kooperationen und Netzwerke sowie der Bereich Bildung, Forschung und Entwicklung. Die beiden erstgenannten Handlungsfelder sind sicherlich nicht nur für NRW relevant. Für das Land ergeben sich aber besondere Herausforderungen, da gerade sichere rechtliche Rahmenbedingungen und der Transfer von Wissen aus der Wissenschaft in die Wirtschaft für den starken Mittelstand in NRW eine besondere Herausforderung darstellen. Das dritte Handlungs-

feld, der Ausbau interregionaler Kooperationen und Netzwerke, ist genauso wie für NRW auch für Deutschland insgesamt relevant, da zahlreiche wichtige Entwicklungen im Bereich KI in anderen Regionen (insbesondere den USA, zunehmend auch in Asien) stattfinden und damit auch die enge Vernetzung mit diesen Regionen von hoher Relevanz ist. Das Handlungsfeld Bildung, Forschung und Entwicklung wiederum ist von besonderer Bedeutung für NRW, da gerade im Bildungsbereich die Verbesserung der Kompetenzen im Bereich Mathematik/Informatik eine zentrale Zukunftsaufgabe für das Land ist und hinsichtlich Forschungsaktivitäten im Bereich der

Grundlagenforschung (nicht der anwendungsorientierten Forschung) ein Rückstand des Landes gegenüber anderen Bundesländern zu beobachten ist.

3.1 Politische Rahmenbedingungen für die datenbasierte Wertschöpfung und die Datenverfügbarkeit

Die zentrale Grundlage für die Umsetzung KI-basierter Geschäftsmodelle ist die Verfügbarkeit von Daten. Diese sind elementar, um ML-Modelle effektiv zu trainieren und zu optimieren. Umso mehr Daten für die Entwicklung der KI zur Verfügung stehen, desto größere Erfolge sind bei der Anwendung in Sachen Effizienz und Effektivität zu erwarten. Neben der reinen Quantität ist auch die Qualität der zur Verfügung stehenden Daten ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Dementsprechend können sich Wettbewerber mit frühzeitig entwickelten KI-Anwendungen potenziell auch einen Vorsprung im Markt herausarbeiten, da durch die Anwendung der Technologie durch das eigene Unternehmen oder durch Kunden wiederum neue Daten zum Optimieren der KI-Modelle entstehen.

Als ein Beispiel hierfür kann das KI-basierte Übersetzungsprogramm von DeepL dienen. Durch die frühen Erfolge des Programms wird DeepL zunehmend genutzt, wodurch dem Unternehmen wiederum mehr Informationen zum Übersetzen zur Verfügung stehen. Durch die Nutzerinteraktionen können dem Bestand prinzipiell neue Daten hinzugefügt werden. Stehen wiederum kaum relevante Daten für die (Weiter-)Entwicklung der eigenen KI zur Verfügung, dann werden sich die Erfolge bei der KI-Anwendung zwangsläufig auch in Grenzen halten. Dementsprechend ist der Zugang zu Daten ein zentraler Erfolgsfaktor für Unternehmen, um eine wirtschaftliche Wertschöpfung mit KI-Technologien zu realisieren.

Eine Quasi-Monopolisierung von Daten in einem spezifischen wirtschaftlichen Bereich durch einen zentralen Akteur kann wiederum zu einem dysfunktionalen Wettbewerb führen. Wenn nur einem Unternehmen ausreichend Daten zu Verfügung stehen, kann dieses durch seine technisch-überlegene KI-Lösung den Markteintritt anderer Akteure potenziell verhindern. Um zu unterbinden, dass dies im KI-Markt passiert, müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche einem Datenmonopol effektiv entgegenzuwirken, z.B. durch die Förderung von Open Data-Modellen.

Die geringe Verfügbarkeit von Daten stellt nach den Einschätzungen der befragten Experten und Expertinnen aktuell ein zentrales Entwicklungshemmnis für KI in Deutschland und NRW im wirtschaftlichen Kontext dar. Insbesondere steht das wirtschaftliche Nutzungsinteresse von Daten zwangsläufig in einem Konfliktverhältnis mit dem Datenschutz im Allgemeinen und mit der DSGVO im Speziellen. Zwar können die rechtlichen Einschränkungen häufig erfüllt werden, indem die Informationen pseudoanonymisiert oder anonymisiert werden (Blohm 2019). Hierdurch wird allerdings in der Regel die Nützlichkeit der Daten reduziert und gleichzeitig ein relevanter

Mehraufwand im Arbeitsprozess geschaffen. Weiterhin wird durch die DSGVO auch der Zugang zu Daten für Unternehmen generell limitiert, da insbesondere die Weitergabe von personenbezogenen Daten nur sehr eingeschränkt möglich ist. Dies stellt allerdings kein Entwicklungshemmnis für NRW dar, denn die DSGVO gilt im gesamten EU-Raum. Im Vergleich mit Staaten außerhalb der EU bleibt es jedoch ein einschränkender Faktor.

Das berechnete gesellschaftliche Interesse für einen umfassenden und effektiven Datenschutz kann hier somit als Innovationshemmnis im Bereich künstlicher Intelligenz vor allem im interkontinentalen Vergleich auftreten. Dementsprechend ist es eine zentrale Herausforderung, politische Rahmenbedingungen zu schaffen die es erlauben, effizient mit KI zu forschen und zu entwickeln, ohne dass hierfür der Datenschutz geopfert werden muss (vgl. hierzu auch Steier und Duisberg 2018). Die aktuelle Ausgestaltung wird mit Blick auf die Rahmenbedingungen in anderen Ländern als nicht ausreichend von den Expertinnen und Experten bewertet. Aus Sicht des Autorenteam ist dem zu entgegnen, dass ein mangelhafter Datenschutz ebenso wenig dazu beiträgt, Daten offen zu legen und nutzbar zu machen. Vielmehr ist der Datenschutz auch eine Stärke. Unternehmen müssen nur darin geschult werden, welche Möglichkeiten die DSGVO konkret bietet.

Abseits der rein rechtlichen Rahmenbedingungen können Probleme in der Verfügbarkeit auch durch unternehmensübergreifende Kooperationen gelöst werden. Solche Schnittstellen können u. a. die digitalen Hubs darstellen, welche bereits erfolgreich etabliert und von den Expertinnen und Experten positiv bewertet wurden. Seit 2016 fungieren die derzeit fünf DWRW-Hubs als Plattform für Kompetenztransfer zwischen Mittelstand und Start-ups in Nordrhein-Westfalen. Sie widmen sich Fragestellungen zur Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen in Unternehmen, unterstützen digitale Start-ups und bündeln die hierfür erforderlichen Kompetenzen.

Für eine datenbasierte Wertschöpfung sind jedoch noch weitere Rahmenbedingungen relevant: Neben der Datensicherheit ist dies der Zugang zu leistungsfähigen, sicheren und vertrauenswürdigen Cloud-Lösungen, der Zugang zu nicht-personenbezogenen Daten (z.B. aus amtlichen Quellen), klare Haftungsregeln in Bezug auf Ergebnisse von KI-Verfahren, aber auch eine flächendeckende und damit zuverlässige IT-Infrastruktur. Ohne eine lückenlose Abdeckung mit 5G-Technologien sind automatisch eine Reihe von KI-Anwendungen obsolet.

3.2 Wissensaufbau und Wissenstransfer

Es ist ein Kernproblem beim Wissenstransfer. Wissenschaftliche Studien, Expertenberichte und Interviews zeichnen mit großer Übereinstimmung das Bild massiver Hemmnisse und Hürden für den Transfer von KI-Technologien von der Forschung in die Anwendung. Solche Innovationshemmnisse betreffen nicht nur KI-Technologien, sondern sind ein im Innovationsgeschehen weit verbreitetes Phänomen. Umso mehr muss diese Beobachtung ernst genommen werden, denn damit entgeht einzelnen Unternehmen und der Volkswirtschaft insgesamt die wirtschaftliche Nutzung dieser Schlüsseltechnologie.

Zugleich gilt aus Sicht der Autoren zu bedenken, dass sich KI-Technologien zumindest teilweise noch sehr stark im Forschungsstadium befinden und der Eindruck des unzureichenden Wissenstransfers in erster Linie in Forschungseinrichtungen und Beratungsunternehmen besteht. Denn rein subjektiv gelangt das dort entwickelte Wissen zu zögerlich in die Unternehmen und geschieht das Aufgreifen der neuen Technologien von der Wirtschaft zu langsam. Doch das rationale Abwägen von Kosten und Nutzen einer neuen Technologie durch Unternehmen ist kein Diffusionshemmnis. Das wäre nur der Fall, wenn Unternehmen unvollkommene Informationen hätten, die zu einer Überschätzung der Kosten und einer Unterschätzung des Nutzens führen. Dies ist im Fall von KI jedoch nicht gänzlich auszuschließen.

Ein grundsätzliches Problem für Unternehmen hinsichtlich der Nutzung der Möglichkeiten von KI-Technologien besteht darin, dass es häufig schwierig ist, zwei unternehmerische Aufgaben unter einem Dach zu vereinen: einerseits kurzfristig bestehende Technologien weiterzuentwickeln und andererseits nach mittel- bis langfristig relevanten neuen Technologien und Marktfeldern zu suchen. Dieses häufig beobachtete Phänomen wird in der Innovationsforschung mit *Ambidexterity* (übersetzt: Beidhändigkeit) bezeichnet (s. u.a. Wolf et al. 2019). Gleichzeitig verfügen Unternehmen vielfach sehr wohl über die Möglichkeiten, Kosten und Nutzen neuer Technologien – auch von KI – zu bewerten, entweder intern oder durch externe Hilfe. Dies wurde unter anderem im Rahmen der Experteninterviews durch ein Unternehmen aus der klassischen Recycling- und Entsorgungswirtschaft eindrücklich bestätigt und beschrieben.

Generell bezieht sich Wissenstransfer auf jegliches Wissen, das zwischen Partnern mit dem Ziel ausgetauscht wird, die jeweilige Wissensbasis auszubauen, um so Fähigkeiten zur Entwicklung von Innovationen zu erlangen und damit die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken (vgl. Blume und Fromm 2000).

Zahlreiche Studien belegen, dass beim Wissenstransfer eine große Zahl von Innovationshemmnissen relevant werden können (Vic und Robertson 2018). Diese können entweder innerhalb der Unternehmen bestehen oder in der Zusammenarbeit mit anderen, wie auch in den Rahmenbedingungen begründet sein. Welche Innovationshemmnisse besonders relevant sind, kann sich zwischen verschiedenen sektoralen Innovationssystemen oder auch zwischen Technologien unterscheiden. Für

den von den Interviewpartnern geäußerten mutmaßlich zu geringen Wissenstransfer im Bereich der Künstlichen Intelligenz in NRW lassen sich insbesondere folgende Hauptgründe festhalten:

Geringe Skalierung und mangelndes Wissen

KI-Technologien skalieren immer dann, wenn sie sich in vielen Produkten wiederfinden. Zum Beispiel ist DeepSpeech die Basis für viele Voice-Agenten, opencv ist ein viel genutztes Objekterkennungssystem. Allerdings existieren kaum KI-Technologien, die standardisiert in Produkte oder einzelne Anwendungen integriert werden können. Vielmehr bedarf es im KI-Bereich je nach Anwendung meist einer Entwicklung passgenauer Lösungen oder einer Anpassung einer bestehenden Lösung auf ein konkretes Unternehmensproblem. Dies ist zunächst nicht ungewöhnlich. Ganze Branchen haben genau dies als wesentliche Geschäftsgrundlage, etwa Teile des Maschinenbaus. Es gilt also nicht zwingend, skalierbare KI-Produkte zu entwickeln. Vielmehr ist Wirtschaft und Gesellschaft langfristig eher damit gedient, individuelle Problemlösungen und Bedarfe zu adressieren. In diesem Fall dürfte auch die Akzeptanz von KI-Anwendungen deutlich steigen.

Gleichwohl empfinden aufgrund der geringen Skalierungsmöglichkeiten viele Unternehmen die Auseinandersetzung mit KI als zu aufwendig oder kostenintensiv, zumal das Einsparpotential durch KI oder die potenziellen Gewinne nur schwer und lückenhaft im Vorfeld abgeschätzt werden können. Viele KI-Entwicklungen dienen etwa dazu, bestehende Geschäftsanwendungen auszubauen oder zu verbessern. Folglich wäre es wichtig, die positiven Effekte auf die gesamte Wertschöpfungskette und die Wettbewerbssituation einzubeziehen. Doch Unternehmen fehlen häufig geeignete Methoden und Kenntnisse, um diese Komplexität abzubilden.

Die Zurückhaltung gegenüber KI beruht folglich zu einem erheblichen Teil auf mangelndem Wissen über die Potentiale, Einsatzgebiete und Funktionsweisen von KI-Technologien. Zudem brauchen Unternehmen die Fähigkeit, sich differenziert mit Daten, Datennutzung und -analyse auseinanderzusetzen. Dies ist die Voraussetzung, um KI-Systeme zu designen, zu „füttern“, zu trainieren und somit für einen späteren Einsatz im Markt.

Mangelnde Absorptionsfähigkeit

Wissenstransfer von der Wissenschaft oder von spezialisierten forschenden Unternehmen in Richtung Wirtschaft kann durch eine unzureichende Aufnahmefähigkeit für dieses neue Wissen blockiert oder behindert werden. Die Unternehmen sind nicht in der Lage, das neue Wissen und die neuen Anwendungspotentiale nutzbringend in die eigene Organisation, in eigene Produktionsprozesse und in konkrete Produkte und Anwendungen zu integrieren. Es gelingt ihnen bereits nicht, das wirtschaftliche oder innovatorische Potential dieses neuen Wissens zu erkennen. Die Interviewten haben dies immer wieder betont.

In der Innovationsforschung spricht man auch vom klassischen Phänomen der mangelnden Absorptionsfähigkeit (vgl. Cohen und Levinthal 1990). Die Erhöhung der Absorptionskapazität muss daher eines der vordringlichen Ziele eines im Innovationswettbewerb stehenden Unternehmens sein. Damit dies gelingt, sind insbesondere Investitionen in das Humankapital und in die eigene Forschung und Entwicklung wesentlich. Der bloße Erwerb externen Wissens, etwa durch die Vergabe von FuE-Aufträgen oder den Erwerb von Lizenzen führt nicht zu einer Erhöhung der Absorptionsfähigkeit und ist folglich durch eigene FuE-Aktivitäten zu flankieren.

In späteren Arbeiten zur Absorptionsfähigkeit wurde stärker herausgearbeitet, welche Aspekte und Prozesse die Ausprägung der Absorptionsfähigkeit bestimmen (vgl. Zahra und George 2002):

1. Die Fähigkeit, den Wert externen Wissens für die eigene Organisation zu erkennen,
2. Das externe Wissen in geeigneter und potenziell verwertbarer Form aufzunehmen,
3. Routinen und Prozesse, die eine Verarbeitung, Interpretation und Nutzung des neuen Wissens ermöglichen,
4. Die Fähigkeit, diese eigenen Routinen und Prozesse zu hinterfragen und zu verändern, so dass es möglich wird, das neue Wissen mit dem bereits in der Organisation vorhandenem Wissen zu kombinieren,
5. Die Möglichkeiten der wirtschaftlichen Nutzung des neuen Wissens.

Neben eigener FuE wird die Absorption und Nutzung neuen Wissens zusätzlich sehr stark durch die Fähigkeit zur Transformation und Verwertung bestimmt. Wird also nach der Aufnahme des externen Wissens klar, dass dieses nicht ohne Veränderungen in die eigene Organisation nutzbringend integriert werden kann, ist die Fähigkeit zur Transformation wesentlich für das Entstehen positiver Outcomes. Qualifikatorische Vielfalt innerhalb des eigenen Unternehmens, wie auch ein diverses Innovationsnetzwerk beeinflussen diese Faktoren positiv. In jüngerer Vergangenheit wurde das Konzept der Absorptionskapazität empirisch untersucht (Zou, Ertug und George 2018). Dabei wurde bestätigt, dass Absorptionskapazität auf erfolgreichen Wissenstransfer einen erheblichen Einfluss ausübt.

Insbesondere bei KI-Anwendungen geht es jedoch häufig konkret um deren Integration in bestehende IT-Systeme und vor allem in bestehende Datenerfassungs- und -verarbeitungsstrukturen. Dazu entschließen sich Unternehmen, wenn die Erträge der KI-Anwendung klar dokumentierbar sind und die Umstiegskosten übersteigen. Wenn das nicht der Fall ist, dann ist es rational, die Technologie nicht zu adaptieren. Insofern kann die geringe Durchdringung von KI auch mit dem Ergebnis von Kosten-Nutzen-Überlegungen in den betroffenen Unternehmen zusammenhängen.

Psychische Barrieren bei Entscheidungsträgern

Mangelnde Absorptionsfähigkeit kann langfristig zu schwerwiegenden Wissensdefiziten im Unternehmen führen. Aus diesen resultieren als weitere zentrale Hemmnisse für den Wissenstransfer Vorbehalte und Unwissenheit, die als psychische Blockade wirken. Auch eine geringe Risikobereitschaft kann eine Rolle spielen. Konkret können Entscheidende in Unternehmen befürchten, mit der Implementierung und Nutzung von KI-Technologien überfordert zu sein. Oder sie befürchten unternehmensinterne Vorbehalte. Die konkrete Ausprägung ist abhängig von der Größe und der Art des Unternehmens, aber auch mit der Unternehmenskultur und individuellen Eigenschaften der Personen, die in den Unternehmen jeweils Entscheidungen treffen: Großunternehmen und High-Tech-Start-ups stehen KI im Durchschnitt eher aufgeschlossen gegenüber als kleine und mittlere Unternehmen.

Unzureichende Daten:

Des Weiteren wurde die mangelnde Verfügbarkeit von qualitativ und quantitativ geeigneten Daten von den befragten Expertinnen und Experten als Hemmnis genannt. Hier können die strengen Datenschutzregularien Deutschlands oder deren unflexible Umsetzung als behindernd wirken. Mehr Open Source-Angebote und International Data Spaces (IDS) könnten einen sicheren, domänenübergreifenden Datenraum schaffen, der Unternehmen verschiedener Branchen und aller Größen die souveräne Bewirtschaftung ihrer Datengüter ermöglicht. Voraussetzung in den Unternehmen für die konkrete Datennutzung wäre, Kompetenzen im Bereich Data Science aufzubauen.

Qualifikatorische Defizite:

Ein zentraler Grund für die mangelnde Absorptionsfähigkeit und psychische Barrieren sind qualifikatorische Defizite. Unternehmensmitarbeitenden, die wenig mit den Herangehensweisen an Fragestellungen in der Informatik vertraut sind, können dieser Art der Problemlösung skeptisch gegenüberstehen.

Was ist zu tun?

Langfristig gesehen ist eine international wettbewerbsfähige Grundlagenforschung die zentrale Basis für den Wissenstransfer in die Wirtschaft, gerade auch was grundsätzlich neue Produkte und die Entwicklung neuer Marktfelder anlangt. Daher sollte auch in Hinblick auf den Wissenstransfer die Grundlagenforschung im Bereich der KI gestärkt werden.

Für eine stärkere Verbreitung und Nutzung von KI-Technologien sollte darüber hinaus stärker in entsprechende Weiterbildung in den Unternehmen und Bildung an Hochschulen investiert werden. Denn die Fähigkeit, KI-Technologien (z.B. Machine Learning, Natural Language Processing, Computer Vision) weiterzuentwickeln oder für eigene Produktentwicklung anzuwenden lässt sich erlernen. Klassischerweise durch ein Studium der Informatik und seiner Teildisziplinen wie Data Sci-

ence oder Software Engineering. Eher grundlegende Basisqualifikationen könnten in einer Reihe von Curricula verankert werden. Zudem gilt es, bereits in der Schule ein Grundverständnis für Data Literacy aufzubauen.

Eine Hilfestellung für bereits etablierte kleine und mittlere Unternehmen, um Wissenstransfer zu beschleunigen bietet das Fraunhofer IAIS an. In einem Enterprise Innovation Campus setzen Unternehmen gemeinsam mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vielversprechende Innovationen im Bereich Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen, Data Science und Big Data um. Derartige Projekte könnten nach Evaluierung ausgebaut werden. Im weiteren Verlauf kann geprüft werden, ob der Enterprise Innovation Campus nicht zu einer dauerhaft etablierten Institution weiterentwickelt werden sollte. So wird die Qualifikation in der Anwendungskompetenz erhöht.

3.3 Ausbau interregionaler Kooperationen und Netzwerke

Schließlich gilt es, interregionale Kooperationen und Netzwerke auszubauen. Denn Technologische Veränderungsprozesse lassen Teile des unternehmerischen Wissens obsolet werden und erfordern den Erwerb neuer Kompetenzen. Dies gilt umso mehr, je umfassender und radikaler die Veränderungsprozesse und je anspruchsvoller und differenzierter die Technologien sind. In Netzwerken wird Wissen aus unterschiedlichen Disziplinen sowie Erfahrungen aus verschiedenen Quellen gebündelt und in kollektiven Lernprozessen zugänglich gemacht und weiterentwickelt. Die Bedeutung der Organisation von Innovationsprozessen in netzwerkartigen Strukturen und Organisationsformen wird heutzutage nicht mehr in Frage gestellt. Allgegenwärtig sind Formen von offener Innovation, die bereits häufig über digitale Plattformen abgewickelt wird.

Die Arten von Netzwerkbeziehungen sind vielfältig, auch in Innovationsprozessen. Die räumliche Dimension ist in diesem Kontext lediglich eine von vielen Gestaltungsparametern. Erwiesen ist, dass die Begrenzung eines Innovationsnetzwerkes auf nur eine räumliche Dimension zumindest langfristig Nachteile birgt. So droht rein regional ausgeprägten Innovationsnetzwerken aufgrund mangelnden Wissenszuflusses von außen die Verkrustung - ein sogenannter Lock-in. Das Ausschließen aus gewohnten Entwicklungspfaden wird im Lauf der Zeit immer schwerer. Rein regionale Innovationsnetzwerke verlieren damit ihre Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit.

3.4 Ausbau von Bildung, Forschung und Infrastruktur

Um erfolgreich KI-Anwendungen zu entwickeln und anzuwenden bedarf es sowohl eines technischen als auch eines fachlichen Fundaments. In seiner Basis wird dem Standort NRW von den Expertinnen und Experten prinzipiell eine gute Position bescheinigt, wobei sich auch Schwächen ausmachen lassen, an denen die Landespolitik ansetzen sollte.

Gerade für die Vermittlung einer komplexen Technologie ist zudem die Identifikation und Aufbereitung von Best Practices zentral, um eine adäquate Verbreitung zu erreichen.

Zudem können KI-Trainer als KI-Experten in mittelständischen Unternehmen Potenziale der KI-Nutzung aufzeigen und versuchen, diese zu heben. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat etwa im Rahmen des Förderschwerpunkts Mittelstand-Digital ein KI-Trainer-Programm gestartet.

Darüber hinaus sollte die bestehende Unterstützungsstruktur für die Entwicklung von IKT- und KI-Lösungen (Intermediäre, Transferunterstützung) in Hinblick auf ihre Effizienz evaluiert und ggf. zielgerichtet verbessert werden. Hierauf wurde in den Expertengesprächen hingewiesen.

Unabhängig vom Thema Künstliche Intelligenz ist damit ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Realisierung von Innovationen die Einbindung von Unternehmen in interregionale Kooperationen und Netzwerke. Auch wenn NRW im Bereich der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit für die Entwicklung von KI ein national bedeutsamer Akteur ist, ist das Themenfeld zu vielschichtig und Deutschland insgesamt nicht stark genug aufgestellt, um auf eine Einbindung in nationale und internationale Forschungsnetzwerke verzichten zu können. Eine strategische Auswahl und Positionierung entsprechender Netzwerke ist sowohl auf Ebene einzelner Unternehmen wie auch auf Ebene des gesamten regionalen Innovationsökosystems anzuraten.

Für die Identifikation relevanter Netzwerke ist der jeweilige Einzelfall zu betrachten: Worin besteht das Ziel bzw. das Interesse, das mit einer Netzwerkbeteiligung verfolgt wird? Geht es um Forschungs- oder Anwenderkompetenz? In welchen genauen Bereichen von KI?

Insofern ist ein Prüfkatalog für die Suche nach geeigneten Netzwerken zu erstellen, auf dessen Basis zumindest eine Vorauswahl möglich ist. Internetrecherchen, Messebesuche, Weiterbildungsveranstaltungen, Verbände, Transferorganisationen oder auch persönliche Kontakte zu einzelnen Netzwerkmitgliedern können es erleichtern, Informationen über Netzwerke und Kooperationspartner zu erlangen.

KI wird in Zukunft voraussichtlich eine Basistechnologie darstellen, welche in allen wirtschaftlichen Bereichen in irgendeiner Form zur Anwendung kommt. Dementsprechend ist auch das Wissen über KI in dieser Breite notwendig. Die Vermittlung der KI-Fähigkeiten muss deshalb in seiner fundamentalen Form der gesamten Breite der Gesellschaft zugänglich gemacht werden. In Schulen sollte nach übereinstimmender Mei-

nung der Expertinnen und Experten bereits der Grundstein gelegt werden und mit einer intensivierten Ausbildung im Bereich Mathematik, Informatik und digitale Medien die notwendigen Kompetenzen den Schülerinnen und Schülern mitgegeben werden. Damit dies gelingen kann, müssen die Schulen sowohl fachlich als auch technisch mit der notwendigen Infrastruktur ausgestattet werden. So benötigen Schulen u.a. hierfür eine IT-Infrastruktur, die dem Stand der Zeit entspricht, und das dazugehörige Personal.

NRW zeichnet sich auf universitärer Ebene und an den außeruniversitären Forschungseinrichtungen durch viele und international relevante Professuren⁷ und Spitzenforschung aus. Darüber hinaus sind in NRW auch erfolgreiche Netzwerke, z.B. „it’s owl“ (s. Abschnitt 5.3.5 der Langfassung), sowie Start-Ups (s. Abschnitt 5.3.7 der Langfassung) zu finden und die großen Unternehmen, z.B. die Telekom (<https://dih.telekom.net/>) und Henkel⁸, haben bereits Abteilungen mit KI-Know-How etabliert. Der Wissenschaftsstandort NRW kann im internationalen KI-Wettbewerb mitspielen, auch wenn global gesehen die Hot-Spots in diesem Feld im Ausland (den USA und in immer stärkerem Maße in China) zu finden sind.

Gleichzeitig ist die Forschung im Land im Bereich KI im Vergleich mit anderen Bundesländern eher anwendungsorientiert, während die Kapazitäten in der Grundlagenforschung im Vergleich zu anderen Bundesländern geringer ausgeprägt sind. Diese Kapazitäten in der Grundlagenforschung sind allerdings gerade im Bereich der KI von hoher Bedeutung, da sich zahlreiche auftretende Probleme nicht mit bereits entwickelten Tools der KI lösen lassen und der Wissenstransfer bzw. besser Wissensaustausch zwischen der Grundlagenforschung der Anwendung gerade im Bereich der KI sehr intensiv ist.

Forschung und Lehre im Bereich KI findet in der Breite an zahlreichen Fachbereichen der Universitäten, Fachhochschulen

und außeruniversitären Forschungseinrichtungen statt. KI ist in der Regel ein Spezialisierungszweig von Studiengängen der Informatik, welchen Studierenden freiwillig wählen können. KI wird zukünftig aller Voraussicht nach von vielen verschiedenen Fachrichtungen genutzt werden, vergleichbar mit der Statistik. Dementsprechend sollte in vielen verschiedenen Studiengängen KI in seinen Grundlagen unterrichtet werden. Wie die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, ist NRW in dieser Hinsicht in Deutschland in einer guten Position.

Hierfür bedarf es auch der notwendigen Infrastruktur an den Universitäten. Zwar gibt es in NRW viele Professorinnen und Professoren, allerdings ist die akademische Mittelschicht kaum ausgebaut. Dies liegt nach Meinung der Expertinnen und Experten vor allem an dem Mangel an attraktiven Stellen unterhalb der Professur. Um KI für möglichst viele Studierende als Bildungsangebot zugänglich machen zu können, bedarf es einer ausgebauten und kompetenten akademischen Mittelschicht.

Neben diesem Problem wird auch die technische Infrastruktur in Universitäten als potenzielle Sollbruchstelle hervorgehoben. Zwar wird die technische Infrastruktur an den Hochschulen und Forschungseinrichtungen insgesamt von den Hochschulprofessorinnen und -professoren als gut bewertet, allerdings gibt es u.a. einen Mangel an leistungsfähigen Rechenzentren, welche für KI-Anwendungen benötigt werden. Dabei ist auch bei vorhandenen finanziellen Mitteln die Hochschulbürokratie häufig ein Problem, die die Anschaffung der technischen Ausstattung verzögert.

Nur eine Kombination einer breiten Ausbildung und Vermittlung von KI-Kompetenzen mit Spitzenforschung im Grundlagenbereich wird dazu führen, dass der Standort NRW in Zukunft seine gute Ausgangsposition halten kann. Schon heute wird von einem signifikanten Mangel an Fachkräften berichtet.

3.5 Förderinstrumente und politische Schlussfolgerungen

Aufgrund der Besonderheiten der KI-Technologie sollten die etablierten Förderkonzepte, welche derzeit Anwendung finden, weiterentwickelt werden, um effektiv Impulse für die Entwicklung und Verbreitung von künstlicher Intelligenz zu setzen. Die beiden grundsätzlichen Probleme, die in den Expertengesprächen hervorgehoben wurden, sind der hohe bürokratische Aufwand bei der Durchführung von Förderprojekten und die fehlende Flexibilität der Förderung. Weitere Ansatzpunkte für die Unterstützung der KI ergeben sich bei der Forschungsförderung, der Förderung des Humankapitaleinsatzes und den datenschutzrechtlichen und ethischen Rahmenbedingungen.

In den Gesprächen wurde von Start-Ups berichtet, die für eine Förderung im Rahmen eines KI-Wettbewerbes ausgewählt

wurden, die aber auf die Inanspruchnahme der Förderung verzichtet haben. Als Grund hierfür wurde der hohe bürokratische Aufwand für unerfahrene und kleine Unternehmen genannt, wie es Start-Ups häufig sind. Daher empfehlen wir, die Fördermodalitäten zu prüfen und ggf. zu vereinfachen. Eine solche Prüfung sollte gemeinsam mit potenziell betroffenen Unternehmen erfolgen, die für eine Förderung in Betracht kommen oder diese bereits in Anspruch genommen haben. In gemeinsamen Workshops kann herausgearbeitet werden, an welchen Stellen bürokratische oder operative Hürden in der Gestaltung der Förderprogramme dazu führen, dass diese Programme eher gemieden werden und damit die Zielgruppe nicht umfänglich erreicht wird. Zugleich gilt es zu prüfen, an welchen Stellen eine einfachere Vergabe von Fördermitteln durch rechtliche Vorgaben eingeschränkt wird. Anschließend muss entschieden werden, ob eine Änderung der gesetzlichen

⁷ Es muss allerdings erwähnt werden, dass im Vergleich die Anzahl der Professuren für KI/ML niedrig ist. Dort sind einzelne universitäre Standorte zu finden, die ähnlich viele Professuren aufweisen, wie NRW im Gesamten.

⁸ <https://www.henkel.de/spotlight/themenwelten/themenwelt-industrie-4-0/interview-thomas-zeuschler-767880> (letzter Zugriff 26.03.2021)

Vorgaben möglich und sinnvoll erscheint. Es sollte geprüft werden, ob andere europäische Länder als Best-Practice-Beispiel dienen können.

Generell ist jedoch eine weitestgehende **Reduktion der bürokratischen Hürden** bei der Förderung von KI-Projekten und eine Erhöhung der Flexibilität innerhalb der Projekte eine zentrale Erfolgsbedingung. Hierfür ergeben sich folgende Ansatzpunkte:

- Für die Vergabe der Förderprogramme werden **Risiko-manager** in den Ministerien und in den öffentlichen Institutionen benötigt, welche unter der gegebenen Unsicherheit, die KI-Entwicklungen zwangsläufig mit sich bringen, vielversprechende Projekte identifizieren und fördern können. Bei KI-Forschung gibt es nicht die „sichere Bank“. Risikoaffinität ist deshalb ein wesentlicher Baustein für eine erfolgsversprechende KI-Förderung. Insbesondere sollten hierbei Start-Ups unterstützt werden.
- Der Ausbau und die **Förderung von KI-Ökosystemen** (s. auch Lis et al. 2019: 12) wird ebenfalls als ein vielversprechender Ansatz von den Expertinnen und Experten bewertet. Hierzu sollte die Vernetzung der einzelnen Akteure – Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Start-ups, etablierte Unternehmen und unterschiedliche Anwender- und Nutzergruppen – aktiv unterstützt werden. Hierfür eignen sich u.a. Verbundforschungsprojekte, Reallabore, Clusterorganisationen und Showcases. NRW hat bereits eine Reihe hierfür geeigneter Maßnahmen umgesetzt. Das Land sollte jedoch nicht nachlassen, das Portfolio stetig zu prüfen und zu erweitern. Denn gerade für KI-Technologien gilt, dass der Transfer von der Forschung in die diversen Anwendungsmöglichkeiten nur gelingt, wenn es zur Entstehung von offenen, sektorübergreifenden Innovations- und Implementierungsprozessen kommt. Aus diesem Grund kommt einer umfassenden Unterstützung offener Innovationsprozesse eine hohe Bedeutung zu.

Aufgrund der konstatierten Diffusionsschwäche ist bereits im Wissenschaftssystem nicht nur auf **Open Access**-Aktivitäten zu setzen, sondern unterstützend eine entsprechende **Anreiz- und Anerkennungskultur** zu verankern. Dadurch kann Wissen geteilt und unübliche Kooperationen geschlossen werden. Beispielfhaft sei an dieser Stelle auf umfassende Strategien und Maßnahmen in den Niederlanden verwiesen, die im Rahmen des National Plan Open Science oder der Strategie Room for everyone's talent genau in diese Richtung gehen. Dazu gehören auch der Aufbau eines weitreichenden Datenökosystems und die Einführung neuer Bewertungskriterien für qualitativ hochwertige wissenschaftliche Forschung.

Ein weiterer wichtiger Baustein ist die Governance der

öffentlichen Verwaltung und staatlichen Handelns generell. Offene Innovationsysteme haben im staatlichen Bereich enormes Potenzial und sind essenzielle Bausteine eines funktionsfähigen KI-Ökosystems. So können auch Open-Innovation Teams in der öffentlichen Verwaltung dazu beitragen, dass nutzerorientierte und zielgenaue Förderprogramme entwickelt und effizient administriert werden. So gelangt auch der Staat auf den Pfad agiler Innovations- und Managementmethoden. Kombiniert werden kann dies durch Zielvorgaben, etwa in Innovationschallenges und Missionen.

- Kleinen und mittelständigen Unternehmen fehlt häufig **Wagniskapital** für die Umsetzung von KI-Projekten. Damit KI auch in der Nische erfolgreich werden kann, sollten sich **Unternehmen zusammenschließen** und im Hinblick auf KI-Innovation und KI-Standards kollaborieren. Der KI-Marktplatz, der bereits in Abschnitt 3.6 der Langfassung beschrieben wurde, wirkt bereits in diese Richtung. Darüber hinaus sollte weiter an der Verbesserung der Verfügbarkeit von Risikokapital gearbeitet werden.
- Häufig fehlt es Unternehmen nicht an finanziellen Mitteln, sondern an einer konkreten Vorstellung, wie KI in das eigene Geschäftsmodell integriert werden kann. In solchen Fällen sind **KI-Trainer** ein effektives Werkzeug, um die Unternehmen zu informieren und zu schulen. Durch allgemeine und individuelle Aufklärung wird den Unternehmen geholfen, ihren eigenen Weg zu einer erfolgreichen KI-Strategie zu finden. Solche Trainer und Trainerinnen werden bereits vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Programms „Mittelstand 4.0“⁹ eingesetzt. Das Programm wird von den Expertinnen und Experten als positives Beispiel hervorgehoben. Die Trainer stehen den Unternehmen temporär als Berater und Coach zur Seite. Als externe Experten haben sie einen neutralen und zugleich offenen Blick auf das Unternehmen und kennen die technologischen Anwendungsmöglichkeiten. Entsprechende Coaches können aus der wissenschaftlichen Forschung, wie auch aus dem Wirtschaftssektor stammen und sollten sich insbesondere auch als Brückenbauer für unübliche Kooperationen und Anwendungsmöglichkeiten verstehen.

NRW hat bereits im Rahmen der vom BMWi initiierten Maßnahme „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren“ drei Zentren mit KI-Trainern – in Siegen, Dortmund und Köln – aufgebaut. Dies ist im Bundesländervergleich überdurchschnittlich und sollte als Wettbewerbsvorteil weiter unterstützt und ausgebaut werden.

Die Bildung ist ein zentraler Ansatzpunkt bei der Förderung von KI. Die Entwicklung und Etablierung von KI-Lösungen erfordert ein grundsätzliches Verständnis für die Übersetzung

⁹ <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Artikel/KI-Trainer/mittelstand-4-0-kompetenzzentrum-augsburg.html>

von unternehmensspezifischen Fragestellungen in IT-technische Lösungen, was auch moderner Bildungskonzepte bedarf:

- **Informatik** sollte in den weiterbildenden Schulen den Rang eines Pflichtfachs erhalten, um die entsprechenden Kenntnisse breit in der Schulausbildung zu verankern. Für besonders interessierte Schülerinnen und Schüler sollte es intensive Vertiefungsmöglichkeiten geben. Hier bestand in der Vergangenheit in NRW ein Rückstand, wobei im Rahmen des Digitalpakts NRW Aktivitäten gestartet wurden, um die Situation zu verbessern. In Zukunft sollte überlegt werden, auch in der Sekundarstufe ein verpflichtendes Angebot für Schulen im Bereich der Informatik einzuführen. Darüber hinaus sollte überlegt werden, in Zukunft die Informatik (am besten bundesländerübergreifend) in die Lernstandserhebungen einzubeziehen.
- Wichtig bei der Implementierung von Informatik an Schulen ist es auch, bei den Schülerinnen und Schülern **Begeisterung für die Möglichkeiten der Informatik** wie auch der KI zu wecken. Wichtig ist daher, bei der Umsetzung bestehender (wie MINT Schule NRW, CyberMentor oder dem Pakt für Informatik) und Entwicklung neuer Projekte und Programme immer auch diesen Aspekt im Blick zu haben und aktiv das Interesse für die Möglichkeiten und Perspektiven dieses Lernfeldes zu adressieren.
- Sollten Engpässe bei qualifiziertem Lehrpersonal bestehen, können durch public-private Partnerships mit Unternehmen Überbrückungslösungen gefunden werden: Fachkräfte aus Unternehmen könnten Wissen für wenige Stunden in der Woche an Schulen vermitteln und somit zugleich in den potenziellen Nachwuchs für das eigene Unternehmen investieren. Der Staat zahlt den privaten Lehrkräften eine finanzielle Entschädigung.
- **Die IT-Infrastruktur** in den Schulen inklusive des zugehörigen Service sollte auf einen angemessenen Standard gehoben werden. Dafür ist es erforderlich, zunächst eine Bestandsaufnahme durchzuführen, inwieweit sich hier die bislang trostlose Situation während der Coronapandemie verbessert hat.
- **Data-Literacy-Kompetenzen** sind verstärkt in den Lehrplänen der Schulen und Hochschulen zu verankern. Damit ist die Fähigkeit zum planvollen und kompetenten Umgang mit Daten gemeint. Dazu gehört, Daten zu erfassen, zu erkunden, zu managen, zu analysieren, zu visualisieren, zu interpretieren, und zu kontextualisieren. Anschließend können die Daten zielgerichtet verwendet werden. Data Literacy gestaltet die Digitalisierung und die globale Wissensgesellschaft in allen Sektoren und Disziplinen. Lehrkräften müssen die entsprechenden Qualifikationen vermittelt werden, aber auch die Schülerinnen und Schüler selbst können als Digital Scouts hier Verantwortung übernehmen. Die technische Infrastruktur an den Einrichtungen muss bedarfsgerecht aufgerüstet werden und es bedarf spezieller, interdisziplinärer Lehrkonzepte.

- Die **Verbreitung und Nutzung** von KI-Technologien sollte insgesamt stärkeres Augenmerk genießen. Dies kann auf der eine Seite durch die Förderung von Weiter- und Fortbildungen gelingen und auf der anderen Seite auch durch eine Stärkung der Digitalisierung öffentlicher Institutionen.

Der zentrale Ansatzpunkt für die Förderung der KI ist die Unterstützung der Forschung. Technologietransfer nimmt ihren Ansatzpunkt in exzellenter Forschung an Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Dieser Aspekt ist gerade in der KI von besonderer Bedeutung auch für die Anwendung, da der Weg von der Weiterentwicklung der Grundlagen hin zu neuen Anwendungen und Problemlösungen sehr kurz ist. In diesem Bereich ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Die Förderung **exzellenter grundlagenorientierter Forschung** an Hochschulen und Forschungseinrichtungen in NRW sollte gezielt weiter ausgebaut werden, um im nationalen und internationalen Wettbewerb nicht zurückzufallen.
- Es wird empfohlen, gezielt einzelne, international **ausgewiesene KI-Experten** für den Standort NRW zu gewinnen. Dies gilt für die Forschung, wie auch für Entrepreneur, die in KI-Anwendungen investieren, bzw. Testfelder oder Fördermöglichkeiten für ihre Anwendungsidee suchen. Hier kann eine innovative Challenge mit hoher Sichtbarkeit entwickelt werden.

Neben der Forschung in der Wissenschaft sollten auch die Forschung und die Anwendung von KI-Lösungen in Unternehmen gezielt gefördert werden:

- Anhand von **Use Cases, Best Practices oder Reallaboren** gilt es, KI für Unternehmen besser verständlich zu machen. Nur so können Potenziale erkannt und Kosten-Nutzen-Berechnungen auf einer belastbaren und realitätsnahen Basis erfolgen. Dies erhöht sowohl die Verbreitung wie auch die wirtschaftliche Erfolgswahrscheinlichkeit. NRW weist dabei für einige KI-Anwendungsfälle hervorragende Voraussetzung auf, die aktiv genutzt werden sollten. Dies gilt u.a. für Anwendungen zu SmartCity, in der Logistik, im Gesundheitswesen, im Einzelhandel oder im städtischen Verkehr.
- Um FuE für KI in Unternehmen stärker zu forcieren, kann das Land NRW nur für diese Technologie unbürokratische **Sonderförderungen** gewähren. Diese können zwar mit einem inhaltlichen Fokus auf KI belegt, technologisch jedoch offen gestaltet sein. So kann etwa ein Unternehmen auch bei organisationalen Innovationen unterstützt werden, die für die Realisierung eines KI-FuE-Projektes erforderlich sind. Auch die **technologieübergreifende Förderung** sollte problemlos möglich sein. Zudem sollte die Auszahlung entsprechender Mittel schnell und unbürokratisch erfolgen. Das Land kann durch die Etablierung eines **Kommerzialisierungs- oder Anwendungsfonds** für KI-Technologien die Nutzung von KI-Forschungsergebnissen unterstützen. Zudem können im Zuge von wettbewerblichen Verfahren

Mittel vergeben werden, die den Transfer von der Forschung in die Anwendung voranbringen.

- Ein Problem der Fördermittelvergabe im wissenschaftlichen wie auch im wirtschaftlichen Anwendungsbereich ist die **Pfadabhängigkeit**. Etablierte Gutachterzirkel und Bewertungsmodi schränken den Neuheitsgrad und die Vielfalt bei positiv bewerteten Anträgen ein. Dies ist gerade für eine sich im jungen Entwicklungsstadium befindliche neue Basistechnologie wie KI kritisch zu sehen. Hier können etwa **Lotteriemodelle** eine deutliche Öffnung bewirken. Förderungen werden, sofern sie einem definierten Mindeststandard erfüllen, nach einem Zufallsprinzip vergeben, was zu hoher Neuartigkeit und Diversität beiträgt. Ein „Bewertungsbias“ wird vermieden. In Neuseeland finden derartige Vergabeformen bereits Anwendung.
- Eine Grundvoraussetzung für KI-basierte Geschäftsmodelle ist eine leistungsfähige, flächendeckende **digitale Infrastruktur**, die großvolumigen Datenaustausch über digitale Kommunikationsformen in Echtzeit ermöglicht. Dementsprechend sollte der schnelle und flächendeckende Ausbau von 5G sowie von Breitbandnetzen vorangetrieben werden.
- Um als Vorreiter wahrgenommen zu werden, sollte das **Land NRW selbst Anwendungskompetenz** zeigen und KI in zentralen öffentlichen Dienstleistungen (digitale Verwaltung) nutzen. In diesem Zusammenhang tritt das Land als Nachfrager von innovativen Lösungen auf (*public procurement*) auf. Dieses Instrument kann gerade im Bereich Digitalisierung/KI eine wichtige Rolle spielen (vgl. auch die Empfehlung zur nachfragebezogenen Innovationspolitik oben unter Handlungsfeld 4).

In Hinblick auf Datenschutz, Datensicherheit und ethische Standards ergeben sich folgende Empfehlungen:

- **Daten** gilt es, im Rahmen der DSGVO, intensiv für die Entwicklung und Erprobung von KI-Anwendungen **nutzbar zu machen**. In einem ersten Schritt sind hier öffentlich-finanzierte Daten, etwa aus Forschungsprojekten und amtlichen Erhebungen, zu erschließen. Hier können institutionelle Vorgaben oder Richtlinien zu **Open Access** und auch Anstrengungen für den Aufbau einer **Kultur des Ermöglichens** wichtige Bausteine sein. In einem zweiten Schritt können Kooperationen mit Unternehmen oder Partnern im Ausland aufgebaut werden. Hierfür bedarf es mit hoher Wahrscheinlichkeit eines erweiterten Anreizsystems, möglicherweise in Kombination mit

rechtlichen Anpassungen. Auch die Förderung von konsortial betriebenen Open-Source-Plattformen und Datenbanken ist gezielt voranzutreiben.

- Für Unternehmen, die Unsicherheiten im Umgang mit **datenschutzrechtlichen Fragen beim Einsatz von KI** haben, sollten **rechtliche Beratungsangebote** sowie Fortbildungsangebote für betriebliche Datenschutzbeauftragte eingerichtet werden, die datenschutzrechtskonforme Einsatzmöglichkeiten von KI aufzeigen. Ein besonderes Augenmerk sollte auch auf die Nutzbarmachung von Wirtschaftsdaten für KI-Forschungs- und Trainingszwecke gelegt werden. Hier kann etwa durch die Nutzung von Datentreuhandstellen oder zertifizierten Plattformen das Vertrauen bei der Datennutzung und -weitergabe gestärkt werden.
- Die Themen **Datensicherheit** sowie **Rechtssicherheit** beim Einsatz von KI-basierten Geschäftsmodellen (Stichwort: Verantwortlichkeit bei KI-basierten Entscheidungen) sind zentral, um die breitere Nutzung von KI zu befördern. Hier sollte die Landesregierung auf bundes- und europaweite Regelungen drängen. Diese können von einer eigenständigen europäischen Cloud-Lösung (Gaia X) bis zu Anpassungen im Bereich Haftungsrecht reichen.
- Anerkannte **ethische Standards** und Richtlinien sollten als Maßgabe für die Entwicklung von Algorithmen dienen. NRW kann hier unter den Bundesländern eine Vorreiterrolle einnehmen.

Für die Unternehmen in NRW ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Auch für Unternehmen gilt, nicht zu risikoavers zu agieren und möglichst agil Projekte mit KI-Bezug zu steuern. **Visionsgetrieben statt plangetrieben** arbeiten kann helfen, insbesondere da die IT- und infrastrukturellen Gegebenheiten in der Industrie derartig heterogen, größen- und domänenabhängig sind, dass es nicht einen von vornherein planbaren, festgeschriebenen Weg gibt.

In Unternehmen sollten **Technologie- und Geschäftsmodellentwicklung parallel und abgestimmt laufen**, denn die Interdependenzen wurden in den Gesprächen immer wieder betont. Zentrale Rollen in Projekten zur Entwicklung von KI-Lösungen in der Industrie sind daher Business Architekt, der die Nutzeranforderungen entgegennimmt und der System Architekt, der diese technologisch umsetzt.