

## 2.6 Investitionen und Infrastrukturen

Investitionen und Infrastrukturen sind für das Innovationssystem in NRW sehr bedeutsam. Dies umfasst in unserer heutigen modernen Gesellschaft insbesondere Investitionen in die IT-Infrastruktur und -Sicherheit, in Humanressourcen sowie in Anlagen und Ausrüstungen. In diesem Zusammenhang werden im Folgenden vier Aspekte näher untersucht:

- Analyse der Verfügbarkeit und des Bedarfs von Breitbandinternet und Breitbandanschlüssen anhand geeigneter Indikatoren, insbesondere von Unternehmen,
- Analyse der privaten und öffentlichen Investitionen in die IT-Infrastruktur und -Sicherheit,
- Analyse der Investitionen von Unternehmen in Humanressourcen mit Blick auf digitale Herausforderungen,
- Analyse der Investitionen in Anlagen und Ausrüstungen sowie Untersuchung eines möglichen Zusammenhangs zwischen verhaltenen Investitionen in Anlagen und Ausrüstungen und einer zurückhaltenden Neigung zu Investitionen in FuE in NRW.

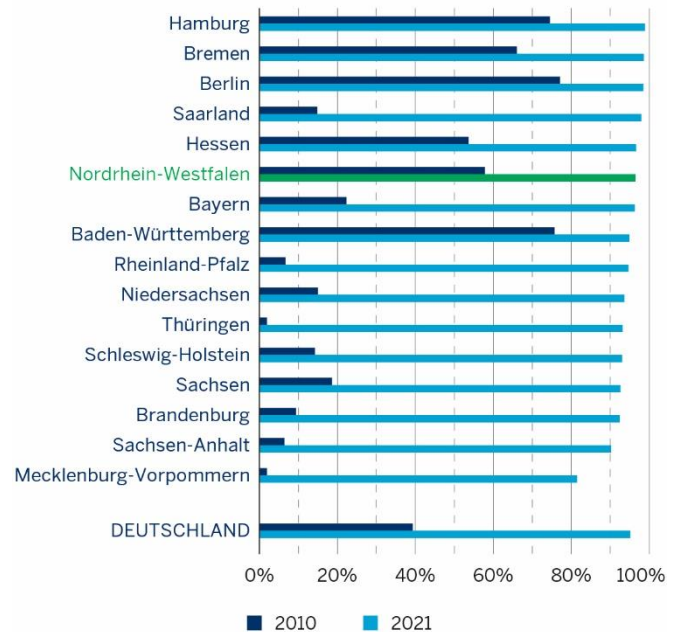
### Verfügbarkeit und Bedarf von Breitbandinternet

Die Wertschöpfung in Unternehmen wird zunehmend von der Digitalisierung geprägt. 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. Da regional differenzierte Daten zur leitungsgebundenen und -ungebundenen Breitbandverfügbarkeit der Unternehmen nicht vorliegen, wird die Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen von Haushalten als Proxy für die gesamte Breitbandverfügbarkeit herangezogen.

Der entsprechende Indikator für leitungsgebundene Internetanschlüsse weist aus, wie hoch der Anteil der Haushalte ist, die über einen Internetanschluss mit einer bestimmten Verbindungsgeschwindigkeit verfügen. Daten zur Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen liegen für Verbindungsgeschwindigkeiten von mindestens 1, 6, 16, 30, 50, 100, 200, 400 oder 1000 Megabit pro Sekunde (Mbit/s) vor.

Die Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen mit einer Verbindungsgeschwindigkeit von 50 Mbit/s stieg im Bundesdurchschnitt von 39% im Jahr 2010 auf 95% im Jahr 2021 (Abb. 2.6.1). In NRW stieg die Verfügbarkeit im gleichen Zeitraum von 58% auf 97%. Sowohl 2010 als auch 2021 lag NRW somit bei diesem Indikator über dem Bundesdurchschnitt. Lediglich in den Stadtstaaten sowie im Saarland und in Hessen erreichte die Verfügbarkeit im Jahr 2021 einen noch höheren Wert. Die Werte für die Stadtstaaten sind dabei auf deren hohen Urbanisierungsgrad zurückzuführen und daher nicht direkt mit der Situation in Flächenländern wie NRW vergleichbar.

Abb. 2.6.1: Anteil der Haushalte mit einer Breitbandverfügbarkeit von mindestens 50 Mbit/s, 2010 und 2021, in %



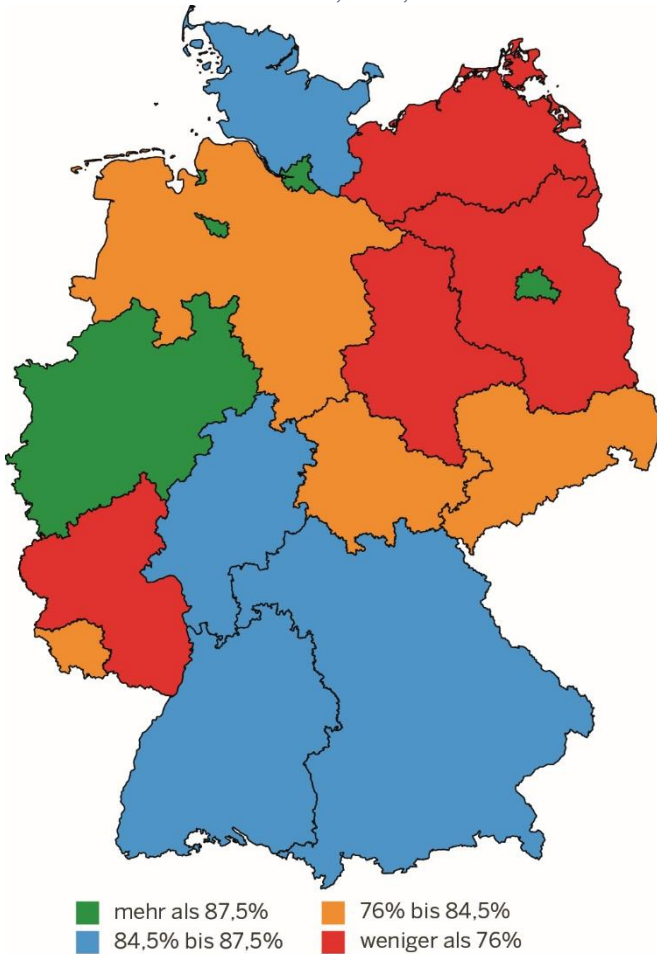
Eigene Darstellung nach Angaben des BMWI (2010) und des BMVI (2021).

Je höher der Urbanisierungsgrad ist, umso höher ist zumindest der Tendenz nach auch die Breitbandverfügbarkeit. Die vergleichsweise geringen Werte in ostdeutschen Bundesländern hängen auch mit deren ländlicher Struktur zusammen. Die relativ hohe Besiedlungsdichte in NRW wirkt sich daher positiv auf die Breitbandverfügbarkeit aus und stellt einen Standortvorteil für nordrhein-westfälische Unternehmen dar.

Eine Zusammenstellung von Daten und nach Bundesländern differenzierten kartografischen Auswertungen zur Netz- und IT-Infrastruktur ist auf der Internetseite des Kompetenzzentrums Öffentliche IT abrufbar und wird dort auch in Berichtsform u.a. als „Deutschland-Index der Digitalisierung“ veröffentlicht (Kompetenzzentrum Öffentliche IT 2021). Die gute Netzinfrastruktur in NRW zeigt sich 2020 auch bei der Breitbandverfügbarkeit mit einer Verbindungsgeschwindigkeit von mindestens 100 Mbit/s (Abb. 2.6.2). NRW liegt hier mit einem Anteil von 93% im oberen Viertel der Bundesländer. Lediglich die Stadtstaaten erreichen einen noch höheren Wert als NRW, aber keines der anderen Flächenländer.

Ein bedeutsamer Indikator ist auch die Verfügbarkeit von LTE (*Long Term Evolution*). LTE wird zur Mobilfunktechnologie der vierten Generation gerechnet und zählt zu den Nachfolgern von 3G. Während 3G Übertragungsraten von bis zu 150 Mbit/s bietet, sind mit LTE bis zu 1.000 Mbit/s möglich. Den Zahlen des Breitbandatlasses für die Bundesländer zufolge stellt die Verfügbarkeit in Deutschland kein besonderes Problem dar. In den Stadtstaaten liegt die Verfügbarkeit praktisch bei annähernd 100% der Haushalte, im Bundesdurchschnitt bei 97%. In NRW verfügen über 99% der Haushalte über LTE. Das bedeutet jedoch nur, dass 99% die grundsätzliche Möglichkeit haben, LTE zu nutzen.

Abb. 2.6.2: Anteil der Haushalte mit einer Breitbandverfügbarkeit von mindestens 100 Mbit/s, 2021, in %



Eigene Darstellung nach Angaben des BMVI (2021).

Auch in Bezug auf den neuen Mobilfunkstandard 5G, wofür gerade die entsprechende Infrastruktur aufgebaut wird, ist NRW gut aufgestellt. Die Deutsche Telekom plant in jedem Bundesland in mindestens einer Stadt die Einführung des neuen Standards. In einigen Städten ist der 5G-Standard sogar schon verfügbar. In NRW sind das Bonn und Köln, in Düsseldorf ist dies zudem geplant. Damit ist NRW bereits weiter als z.B. Bayern, wo 5G lediglich in München bereits verfügbar und in Ingolstadt geplant ist, oder Baden-Württemberg, wo bislang lediglich in Stuttgart die Einführung geplant ist.

Die mobile Internetnutzung sowie die dafür vorhandene Infrastruktur betreffend weist NRW den vorliegenden Indikatoren zufolge ebenfalls überdurchschnittliche Werte auf. In Abbildung 2.6.3 sind für das Jahr 2019 die Anteile der Einwohner ausgewiesen, die das Internet außerhalb des Zuhauses oder der Arbeitsstätte nutzen. Dieser Indikator zeigt die Intensität, mit der die mobile Infrastruktur durch die Haushalte genutzt wird. Ferner wird das jahresdurchschnittliche Wachstum der mobilen Internetnutzung ausgewiesen. Demnach stieg der Bundesdurchschnitt zwischen 2012 und 2019 von 31% auf 77%. In NRW nahm der Anteil im gleichen Zeitraum von 34% auf 78% zu. Damit lag NRW 2019 auf dem Niveau von Bayern und sogar leicht über dem von Baden-Württemberg.

Abb. 2.6.3: Mobile Internetnutzung - Anteil der Einwohner, die das Internet außerhalb des Zuhauses oder der Arbeitsstätte nutzen, 2019, in % und jahresdurchschnittliches Wachstum seit 2012, in %



Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Amtes der Europäischen Union (Eurostat).

Die Netzabdeckung wird durch die Bundesnetzagentur abgebildet (Bundesnetzagentur 2020). Hierzu wird auf Daten einer Desktop- oder Funkloch-App zurückgegriffen, die auf der Internetseite Breitbandmessung.de kartografisch dargestellt werden. Dabei kann u.a. zwischen verschiedenen Netzanbietern, Bandbreitklassen und Zeiträumen variiert werden.

Was die Bandbreite der stationären Anschlüsse über alle Klassen und Anbieter hinweg anbelangt, weisen große Teile von NRW im Median eine Download-Geschwindigkeit von mindestens 50 Mbit/s auf. Das betrifft etwa im Nordwesten des Landes die Kreise bzw. kreisfreien Städte Steinfurt, Warendorf, Münster, Coesfeld, Borken, Hamm, Recklinghausen, Wesel, Kleve, Viersen, Mettmann, Düren, Aachen, Heinsberg, Rhein-Kreis Neuss, Mönchengladbach, Wuppertal, Bochum, Herne und Duisburg sowie im Südosten die Kreise bzw. kreisfreien Städte Ahrweiler, Bonn, Westerwaldkreis und Siegen-Wittgenstein. In den anderen Kreisen und kreisfreien Städten in NRW liegt der Median bei einer Downloadgeschwindigkeit von 25-50 Mbit/s. Die Versorgung ist in Bayern und Baden-Württemberg zwar auch recht gut, in der Fläche in NRW allerdings besonders hervorzuheben.

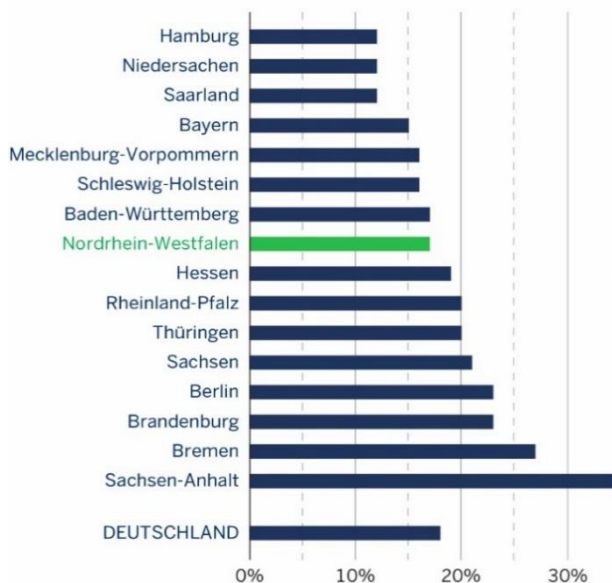
Bei mobilen Breitbandanschlüssen ist NRW unter den Flächenländern ebenfalls gut positioniert. Mit Münster, Hamm, Recklinghausen, Dortmund, Bochum, Gelsenkirchen, Essen, Düsseldorf, Solingen, Köln und Bonn sind vergleichsweise viele Kreise bzw. kreisfreie Städte in der Klasse von 18-25 Mbit/s anzutreffen, alle anderen Kreise und kreisfreien Städte liegen in der Klasse von 8-18 Mbit/s. Funklöcher stellen für NRW ein vergleichsweise geringes Problem dar. So liegen etwa bei der Deutschen Telekom die Anteile der Mobilfunknutzer, die keinen Empfang haben, nahezu flächendeckend bei nur 0%-1%. Lediglich vereinzelt und dann meist in grenznahen Regionen beträgt er 1%-10%. Damit sieht es in NRW im Vergleich zu den meisten anderen Flächenländern besser aus. So liegt beispielsweise in Bayern und Baden-Württemberg der Anteil der Mobilfunknutzer, die keinen Empfang haben, in mehr als der Hälfte der Landesfläche im Bereich von 1%-10%.

Inwiefern die nordrhein-westfälischen Unternehmen von der vergleichsweise guten Breitbandinfrastruktur auch Gebrauch machen und ob sie die Leitungskapazität als ausreichend erachten, ergibt sich aus einer Befragung im Rahmen des IAB-Betriebspanels, da in der Befragungswelle 2017 auch Fragen zur Digitalisierung gestellt wurden. Die Erhebung umfasste für NRW 1.400 Betriebe. Finanziert wurde sie vom Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales, die Auswertung erfolgte durch das Institut SÖSTRA (Frei et al. 2018).

Demnach nutzten 2017 69% der NRW-Betriebe einen Breitbandanschluss wie DSL, UMTS oder LTE; in den westdeutschen Betrieben ohne NRW lag der Anteil bei 77%, im Bundesdurchschnitt bei 75%. Die nordrhein-westfälischen Betriebe nutzen demnach die digitalen Möglichkeiten nur unterdurchschnittlich. Von den nordrhein-westfälischen Betrieben, die einen Breitbandanschluss nutzten, beurteilten 85% die Leitungskapazität des von ihnen genutzten Anschlusses als ausreichend. Die Zufriedenheit war 2017 somit etwas höher als bei den westdeutschen Betrieben ohne NRW mit 84% und lag auch über dem Bundesdurchschnitt von 83%. Das erklärt sich aus der, wie zuvor dargestellt, vergleichsweise guten Netzinfrastruktur in NRW, sodass der von den Betrieben gesehene Bedarf besser abgedeckt werden kann als im übrigen Bundesgebiet. Ein positiver Befund ergibt sich auch bei der Auswertung der RWI/CEIT-Hochschulbefragung 2019 (Abb. 2.6.4).

Die Hochschullehrerinnen und -lehrer wurden gefragt, was aus ihrer Sicht notwendig sei, um den Wissensaustausch zwischen ihrer Hochschule und der Wirtschaft zu verbessern. In Bezug auf die Hochschul-Start-ups sehen demnach nur 17% der Befragten in NRW eine Notwendigkeit der Verbesserung der digitalen Infrastruktur am Hochschulstandort (z.B. Glasfasernetze oder G5); der Bundesdurchschnitt liegt bei 18%, der Anteil in Baden-Württemberg liegt wie derjenige in NRW bei 17%, der in Bayern bei 15%.

Abb. 2.6.4: Notwendigkeit der Verbesserung der digitalen Infrastruktur am Hochschulstandort für Start-ups, 2019, in % der befragten Professorinnen und Professoren



Eigene Darstellung der RWI/CEIT-Hochschulbefragung 2019.

### Investitionen in die IT-Infrastruktur und -Sicherheit

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die Netzinfrastruktur als Voraussetzung für die Breitbandverfügbarkeit für Haushalte und Unternehmen aufgezeigt wurde, sollen im Folgenden die gesamte IT-Infrastruktur und zentrale Aspekte der IT-Sicherheit betrachtet werden. Dabei geht es im engeren Sinne um die Position von NRW im Hinblick auf private und öffentliche Investitionen in die IT-Infrastruktur und -Sicherheit.

NRW weist bei den Bruttoanlageinvestitionen je Erwerbstätigen sowohl hinsichtlich des absoluten Werts im Jahr 2016 als auch der jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate seit 2009 im Vergleich zum Bundesdurchschnitt unterdurchschnittliche Werte auf (vgl. dazu auch am Ende dieses Abschnitts „Investitionsneigung der Wirtschaft in NRW und Zusammenhang mit den FuE-Investitionen“). Im Bundesländervergleich nimmt NRW daher nur eine Position im unteren Mittelfeld ein, was sich bei einer Betrachtung einzelner Wirtschaftsbereiche zum Teil dann aber deutlich unterscheidet. Etwa 12% der Bruttoanlageinvestitionen entfallen dabei auf IKT-Investitionen (Saam und Niebel 2016).

NRW verzeichnet im Wirtschaftsbereich „DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse“ bei den Bruttoanlageinvestitionen je Erwerbstätigen eine mehr als doppelt so hohe Wachstumsrate im Vergleich zum Bundesdurchschnitt. Zwar zeigt dies, dass NRW in diesem IT-Produktionsbereich eine hohe Investitionsneigung aufweist, allerdings ist in diesem Bereich auch die Exportquote sehr hoch (auf Bundesebene lag sie im Jahr 2016 bei 78%), sodass hieraus nur mit Einschränkungen eine Relevanz für die IT-Infrastruktur in NRW abgeleitet werden kann. Abgesehen davon wies der Wirtschaftsbereich „DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse“ 2018 mit einem Beschäftigungsanteil von 0,8% an allen SV-



Beschäftigten in NRW einen deutlich niedrigeren Anteil auf als auf der Bundesebene mit 1,3%.

Aussagekräftiger ist daher der Dienstleistungsbereich „Information und Kommunikation“. Er wies in NRW bei den Bruttoanlageinvestitionen je Erwerbstätigen mit 9,3% p.a. eine um 4 Prozentpunkte höhere Wachstumsrate im Vergleich zum Bundesdurchschnitt auf. Der Anteil der SV-Beschäftigten der Telekommunikations-, IT- und Informationsdienstleistungen an allen SV-Beschäftigten lag 2019 mit 2,6% annähernd auf dem Niveau des Bundesdurchschnitts, wobei die Telekommunikationsdienstleistungen daran in NRW 2018 einen Anteil von 8,4% und im Bund von 6,5% hatten. Von den Flächenländern wiesen nur Hessen mit 3,4%, Baden-Württemberg mit 3,1% und Bayern mit 3,2% höhere Beschäftigungsanteile auf (Abb. 2.6.5).

Abb. 2.6.5: Anteil der SV-Beschäftigten in den Produktionsbereichen Telekommunikations-, IT- und Informationsdienstleistungen an allen SV-Beschäftigten, 2019, in %



Eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2020a).

Aussagekräftig ist der Indikator für diesen Bereich deshalb, weil er eine vergleichsweise geringe Exportquote aufweist (auf Bundesebene 2016 5% bei den Telekommunikations- und 13% bei IT- und Informationsdienstleistungen), denn das Ausmaß der IT-Dienstleistungen dürfte davon abhängen, wie ausgeprägt die jeweilige IT-Infrastruktur ist.

Die Wachstumsrate der Beschäftigungsanteile der Telekommunikations-, IT- und Informationsdienstleistungen seit 2010 lag in NRW mit 1,2% p.a. allerdings deutlich unter dem Bundesdurchschnitt mit 2,7% und auch unter der von Hessen, Baden-Württemberg und Bayern. Damit hat sich im zurückliegenden Jahrzehnt der Abstand von NRW im Vergleich zu den führenden Flächenländern vergrößert.

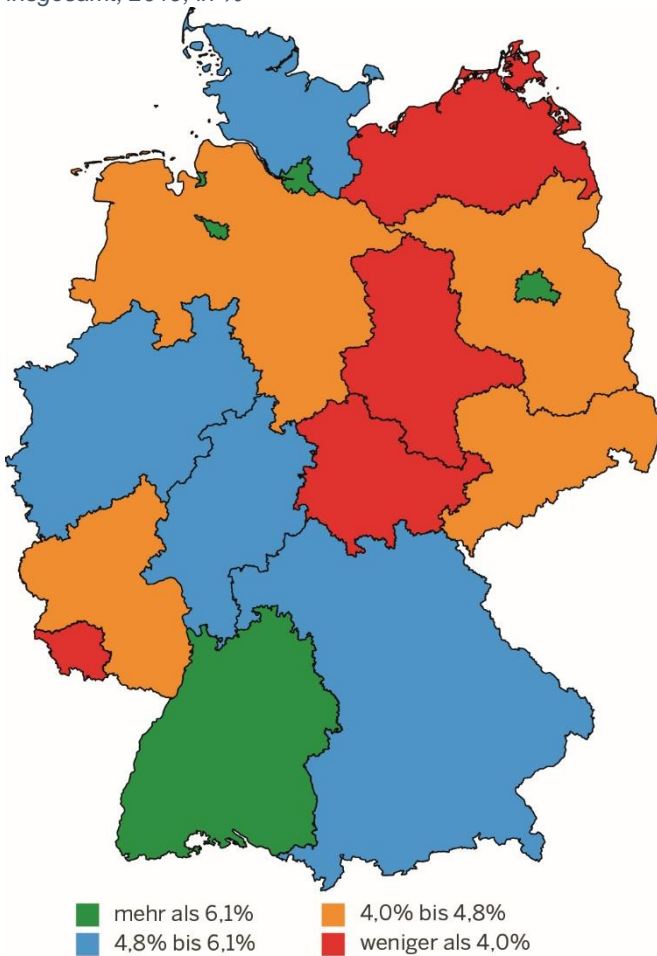
Auch die Anzahl der IT-Betriebe und IT-Neugründungen, jeweils pro Tsd. Betriebe, können als Indikatoren zur Kennzeichnung der privaten Investitionen in die IT-Infrastruktur herangezogen werden. Sie unterstreichen das zuvor skizzierte Bild, dass NRW unter den Flächenländern nur von wenigen übertroffen wird. Mit 39 IT-Betrieben pro Tsd. Betrieben wird NRW unter den Flächenländern lediglich von Hessen (46) und Bayern (41) übertroffen (Abb. 2.6.6). Bei den IT-Neugründungen, die Investitionen in neue IT-Unternehmen kennzeichnen, liegt NRW mit 5,8 Gründungen pro Tsd. Betrieben vor Bayern (4,8), aber hinter Baden-Württemberg (6,2). Von den Flächenländern weist ansonsten lediglich Hessen (6,1) einen höheren Wert als NRW auf (Abb. 2.6.7).

Abb. 2.6.6: Anzahl der Betriebe der IT-Branche pro Tsd. Betriebe insgesamt, 2017



Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamts.

Abb. 2.6.7: Anzahl der IT-Neugründungen pro Tsd. Betriebe insgesamt, 2019, in %



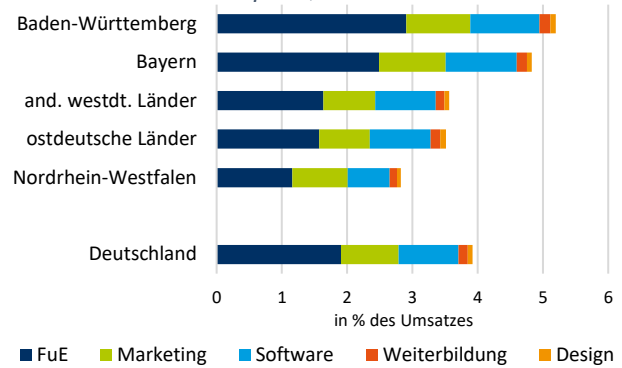
Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamts.

Vor allem den Investitionen in immaterielles („intangibles“) Kapital wird eine zunehmend größere Bedeutung für Produktivität, Innovationskraft und Wachstum beigemessen (Corrado et al. 2006). Zu den Investitionen in immaterielles Kapital zählen insbesondere die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE), die wesentlich zum Aufbau von technologischem Wissen beitragen, weitere intangible Investitionen betreffen Software und Datenbanken, Markenwerte und Unternehmensreputation, Weiterbildung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zum Aufbau von unternehmensspezifischen Kenntnissen und Fertigkeiten sowie nicht-technisches innovationsrelevantes Wissen wie z.B. Design (Corrado et al. 2005). Die Investitionen in immaterielles Kapital übertreffen dabei die Investitionen in Sachanlagen (Maschinen, Geräte, Einrichtungen, Gebäude, Grundstücke) merklich (Rammer und Köhler 2012).

Die Ergebnisse der Innovationserhebung erlauben für die wichtigsten Komponenten eine Abschätzung des Umfangs der Investitionen in immaterielles Kapital. Im Jahr 2020 wendeten die Unternehmen in Nordrhein-Westfalen im Berichtskreis der Innovationserhebung rund 2,82% ihres Umsatzes für solche Investitionen auf. Die FuE-Aufwendungen betragen dabei 1,16% des Umsatzes, Aufwendungen für Markenwerte und

Unternehmensreputation (z.B. Marketing) 0,85%, Aufwendungen für Software und Datenbanken 0,64%, Aufwendungen für Weiterbildung 0,14% und für Design 0,07% (Abb. 2.6.8).

Abb. 2.6.8: Ausgaben der Unternehmen für unterschiedliche Formen immateriellen Kapitals, 2020

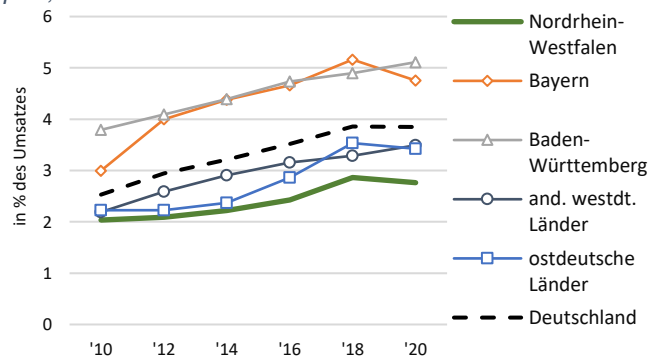


Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (3,92%) sind die immateriellen Investitionen der nordrhein-westfälischen Unternehmen gemessen am Umsatz um einen Prozentpunkt niedriger. Bayern (4,83%) und Baden-Württemberg (5,20%) weisen - insbesondere aufgrund ihrer hohen FuE-Aufwendungen - deutlich höhere Werte auf. Aber auch bei den anderen Komponenten liegt Nordrhein-Westfalen hinter diesen beiden Ländern zurück. Im Vergleich zu Deutschland befinden sich lediglich die Aufwendungen für Marketing auf demselben Niveau, bei allen anderen Komponenten liegt NRW leicht (Weiterbildung, Design), deutlich (Software/Datenbanken) oder erheblich (FuE) unter dem Referenzwert für Deutschland insgesamt.

In den Unternehmen in NRW stiegen die Ausgaben für immaterielles Kapital von 2010 bis 2018 rascher als der Umsatz. Zwischen 2018 und 2020 blieben sie leicht hinter der Umsatzentwicklung zurück. Im Vergleich zur deutschen Wirtschaft insgesamt war Ausgabendynamik schwächer, sodass sich der Abstand zum bundesweiten Durchschnitt, aber auch zu den beiden führenden Ländern Bayern und Baden-Württemberg erhöht hat (Abb. 2.6.9).

Abb. 2.6.9: Ausgaben der Unternehmen für immaterielles Kapital, 2010 bis 2020

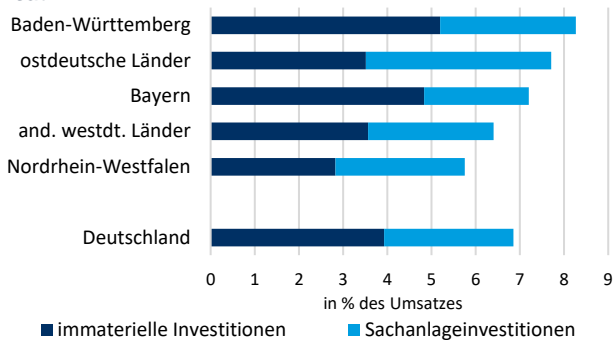


Mannheimer Innovationspanel, Berechnungen des ZEW.

Die Investitionen in immaterielles Kapital waren in NRW im Jahr 2020 etwa gleich hoch wie die Investitionen in Sachanlagekapital. In Bayern, Baden-Württemberg und den anderen

westdeutschen Ländern übersteigen die immateriellen Investitionen dagegen die Sachanlageinvestitionen deutlich (Abb. 2.6.10). Nur in den ostdeutschen Ländern sind die Sachanlageinvestitionen deutlich höher als die immateriellen Investitionen.

Abb. 2.6.10: Investitionen in immaterielles und in Sachanlagekapital in Relation zum Umsatz, 2018, in % in Relation zum Umsatz



Eigene Darstellung nach Berechnungen des ZEW vom Mannheimer Innovationspanel.

Ein weiterer wichtiger Indikator für die Investitionen von Unternehmen in IKT sind die Softwareinvestitionen, die auf der Basis von (Sonder-)Auswertungen der offiziellen Statistik für Deutschland und NRW zur Verfügung stehen. Die Tabelle 2.6.1 und 2.6.2 zeigen die Software-Investitionen der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor insgesamt und je Erwerbstätigen auf. Ein Vergleich zwischen dem Verarbeitenden Gewerbe und den Dienstleistungen ist allerdings nur eingeschränkt möglich, da die Werte für das Verarbeitende Gewerbe lediglich erworbene Software umfassen, während im Dienstleistungsgewerbe die Summe aus erworbener und selbsterstellter Software ausgewiesen wird.

Im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland wurden 2019 insgesamt 2,6 Milliarden € an Investitionen in erworbener Software getätigt, wovon 985 Millionen € auf den Maschinen- und Fahrzeugbau entfielen (Tab. 2.6.1).

Tab. 2.6.1: Investitionen in Software (erworbene Software) im Verarbeitenden Gewerbe, 2019:

WZ 2008 / Wirtschaftszweig	Deutschland		Nordrhein-Westfalen	
	in Mio. €	in € je Erwerbstätigen	in Mio. €	in € je Erwerbstätigen
C Verarbeitendes Gewerbe	2.614	395	445	341
20 Chemische Erzeugnisse	238	706	40	390
26 DV-Geräte, elektronische u. optische Erzeugnisse	212	620	17	480
28 Maschinenbau	493	443	70	332
29 Fahrzeugbau	492	563	27	340
Übriges Verarb. Gewerbe	1.179	299	291	332

Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (2020c) und von IT.NRW (2022).

Bezogen auf die Zahl der Erwerbstätigen zeigt sich bei den Forschungsaktiven in den Wirtschaftszweigen Chemische Industrie, DV-Geräte, Maschinen- und Fahrzeugbau eine Spanne zwischen 443 € im Maschinenbau und 706 € in der Chemischen Industrie. In NRW lag der Gesamtwert für das Verarbeitende Gewerbe je Erwerbstätigen etwas unter dem Durchschnitt (341 € gegenüber 395 € deutschlandweit). Die Investitionen in Software je Erwerbstätigen fielen in den hier betrachteten vier Wirtschaftszweigen unterdurchschnittlich aus. Für den Fahrzeugbau reflektiert dieser Wert die Strukturcharakteristika dieses Bereichs in NRW, der sich auch in anderen Indikatoren widerspiegelt.

Bei den Softwareinvestitionen im Dienstleistungsbereich fällt zunächst auf, dass diese 2019 in NRW je Erwerbstätigen mit 1.449 € deutlich über dem Wert für Deutschland von 903 € lagen (Tab. 2.6.2). Diese Differenz ist insbesondere auf die vergleichsweise hohen Investitionen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien zurückzuführen. In diesem Bereich überstiegen die Investitionen je Erwerbstätigen mit 10.084 € den deutschlandweiten Wert von 4.752 € deutlich.

Hier schlägt zu Buche, dass allein die Teilbereiche Leitungsgebundene Telekommunikation (WZ 61.1) und Dienstleistungen der Informationstechnologie (WZ 62) mit zusammen rund 1,3 Milliarden € etwa 85% aller Softwareinvestitionen im Bereich Information und Kommunikation in Höhe von rund 1,5 Milliarden € bestritten haben, in diesem Bereich gleichzeitig aber nur 11,7% der Erwerbstätigen arbeiteten. Auch im Bereich Verkehr und Lagerei und bei den Freiberuflern, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen lag NRW etwas über dem deutschlandweiten Durchschnitt, während die Softwareinvestitionen im Bereich des Grundstücks- und Wohnungswesens je Erwerbstätigen unterdurchschnittlich waren.

Tab. 2.6.2: Investitionen in Software (erworbene und selbsterstellte Software) für ausgewählte Abschnitte im Dienstleistungsbereich, 2019:

WZ 2008-Abschnitt / Wirtschaftszweig	Deutschland		Nordrhein-Westfalen	
	in Mio. €	in € je Erwerbstätigen	in Mio. €	in € je Erwerbstätigen
Dienstleistungsbereich <sup>1</sup>	8.630	903	4.090	1.449
H Verkehr und Lagerei	410	177	138	191
J Information u. Kommunikation	6.044	4.752	3.386	10.084
L Grundstücks- u. Wohnungswesen	110	303	31	235
M Freiberufl. wissenschaftl. & techn. Dienstleistungen	1.439	617	366	560
N Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	625	193	169	174

<sup>1</sup>Die zugrundeliegende Strukturerhebung im Dienstleistungsbereich erfasst von den 14 Abschnitten der WZ 2008 für den Dienstleistungsbereich nur die Abschnitte H, J, L, M, N und S (Reparatur von DV-Geräten u. Gebrauchsgütern)

Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (2020i) und von IT.NRW (2021).

Den zuvor diskutierten Indikatoren entsprechend liegt auch der Digitalisierungsgrad der NRW-Betriebe gemessen am Einsatz von digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien in etwa im Durchschnitt der anderen Bundesländer. Einer Auswertung des IAB-Betriebspanels zufolge setzten demnach 2017 in NRW 8% der Betriebe mehr als fünf digitale Technologien ein (hoher Digitalisierungsgrad), die westdeutschen Bundesländer ohne NRW und der Bundesdurchschnitt lagen bei 7%. Mehr als die Hälfte der NRW-Betriebe (54%) setzen drei bis fünf digitale Technologien ein (mittlerer Digitalisierungsgrad), in Westdeutschland ohne NRW waren es 57% und im Bundesdurchschnitt 56%. Weniger als drei genutzte digitale Technologien (geringer Digitalisierungsgrad) kamen in NRW in 38% der Betriebe zum Einsatz, in Westdeutschland ohne NRW waren es 36% und im Bundesdurchschnitt 37%.

Bei den Betrieben mit hohem Digitalisierungsgrad liegt NRW somit leicht über, bei denen mit mittlerem und geringerem Digitalisierungsgrad leicht unter dem Durchschnitt. Insgesamt unterscheidet sich der Digitalisierungsgrad der Betriebe in NRW nur wenig vom Bundesdurchschnitt, was vermuten lässt, dass auch die Investitionen in diesem Bereich nicht stark vom deutschlandweiten Durchschnitt abweichen. Mit der Größe der Betriebe steigt im Übrigen der Digitalisierungsgrad an.

Wie aus Tabelle 2.6.3 ersichtlich, sind IT-gestützte Arbeitsmittel und mobile Endgeräte in den NRW-Betrieben weitgehend Standard. Auch IT-basierte Optimierungsprozesse und soziale Netzwerke zur Kommunikation sind in knapp der Hälfte bzw. einem Drittel der Betriebe etabliert. Etwa jeder fünfte Betrieb setzt darüber hinaus eine digitale Auftragsvergabe, digitale Kanäle für Absätze und soziale Netzwerke für die Personalrekrutierung ein. Die Vernetzung zwischen den Anlagen und der Einsatz programmgesteuerter Produktionsmittel stellt dagegen noch die Ausnahme dar und ist noch vornehmlich den besonders digitalisierungsnahen Betrieben vorbehalten. Die genannten Anteilswerte steigen jeweils mit der Größe und dem Digitalisierungsgrad der Betriebe an.

Tab. 2.6.3: Nutzung von digitalen IKT in NRW, 2017, in % der Betriebe

Digitale IKT	in %
IT-gestützte Arbeitsmittel	93
Mobile Endgeräte	85
IT-basierte Optimierungsprozesse	44
Soziale Netzwerke für Kommunikation	33
Digitale Auftragsvergabe	20
Digitale Absatzkanäle	20
Soziale Netzwerke für Personalrekrutierung	19
Vernetzung zwischen Anlagen	6
Programmgesteuerte Produktionsmittel	5

Eigene Darstellung nach Angaben des IAB-(IAB 2017).

Im Rahmen einer Befragung von 14 Tsd. nordrhein-westfälischen KMU, aus der rund 500 ausgefüllte Fragebögen in die Auswertung einfließen, wurde u.a. danach gefragt, in welchen Bereichen die Betriebe vornehmlich Investitionen planen (Werning et al. 2018). Aus den Ergebnissen geht hervor, dass knapp zwei von fünf Betrieben Investitionen vordringlich in den

Bereichen IT-Ausstattung und Hardware planen (Tab. 2.6.4). Dabei entfallen die Investitionen der KMU in der Industrie in etwa zu gleichen Teilen auf die IT-Ausstattung und Struktur, die Datenverarbeitung und -ausstattung sowie die IT-Sicherheit, bei den industrienahen Dienstleistern entfällt knapp die Hälfte der geplanten Digitalisierungsinvestitionen auf den ersten Bereich, die zweite Hälfte zu etwa gleichen Teilen auf die beiden anderen Bereiche. Die Befunde unterstreichen die große Bedeutung, die der Digitalisierung von den NRW-Betrieben beigemessen wird.

Tab. 2.6.4: Anteil der KMU in NRW die künftig vornehmlich in bestimmten Bereichen Investitionen planen (keine Mehrfachnennungen), 2018, in %

KMU in NRW	in %
<b>Industrie</b>	
IT-Ausstattung und Hardware	37
Prozesse und Wertschöpfung	34
Know-how und Mitarbeitende	20
weiß nicht	9
<b>Industrienaher Dienstleister</b>	
IT-Ausstattung und Hardware	36
Prozesse und Wertschöpfung	18
Know-how und Mitarbeitende	18
weiß nicht	28

Eigene Darstellung nach Angaben von Werning et al. (2018).

Der Umstand, dass halb so viele Nennungen auf den Bereich Know-how und Mitarbeitende entfallen, unterstreicht, dass die Unternehmen sich auf die Herausforderungen der Digitalisierung zum einen bereits gut vorbereitet sehen, dass sie zum anderen aber auch bereit sind, hier zu investieren, um sich für die Zukunft zu wappnen (s. hierzu auch den nachfolgenden Punkt in diesem Abschnitt zu den Investitionen in Humankapital in Hinblick auf digitale Herausforderungen).

Wie erwähnt, beabsichtigen die NRW-Betriebe, ein Viertel bis ein Drittel ihrer geplanten IT-Investitionen für die IT-Sicherheit einzusetzen. Noch deutlicher wird die besondere Präferenz für die IT-Sicherheit anhand eines Digitalisierungsindex, der aufgrund der in der genannten Befragung enthaltenen qualitativen Einschätzung der Betriebe in einer Skala von 0 bis 10 ermittelt wurde. Die IT-Infrastruktur insgesamt erhielt dabei einen hohen Indexwert, der in Abhängigkeit von der Betriebsgröße ansteigt. Für die IT-Ausstattung und -Struktur sowie die Datenverarbeitung und -nutzung ist der Wert niedriger als für die IT-Sicherheit, der besonders hoch ist. Dies zeigt, wie ernst die NRW-Betriebe den letzteren Bereich nehmen und welche hohe Priorität sie ihm beifließen.

Demnach gaben zwei Drittel der befragten größeren KMU (250-499 Mitarbeitende) an, dass es voll und ganz zutreffe, dass sie lückenlose Backups durchführen, sodass IT-Ausfälle zu keinen relevanten Datenverlusten führen, dass ihre Systeme durch eine Firewall gegen Angriffe von außen geschützt und dass sämtliche sensiblen Daten durch einen Zugriffsschutz gesichert würden, um einen Zugriff auf die Daten durch nicht Befugte auszuschließen. Ein weiteres Viertel bis Drittel der Betriebe meinte, dies träfe eher oder teils-teils zu. Bei den



kleineren KMU (20-49 Mitarbeitende) waren die Werte jeweils etwas geringer, insgesamt lagen sie aber auch bei jeweils über 90%. Die Ausprägungen der Werte der mittleren KMU (20-249 Mitarbeitende) lagen in etwa dazwischen.

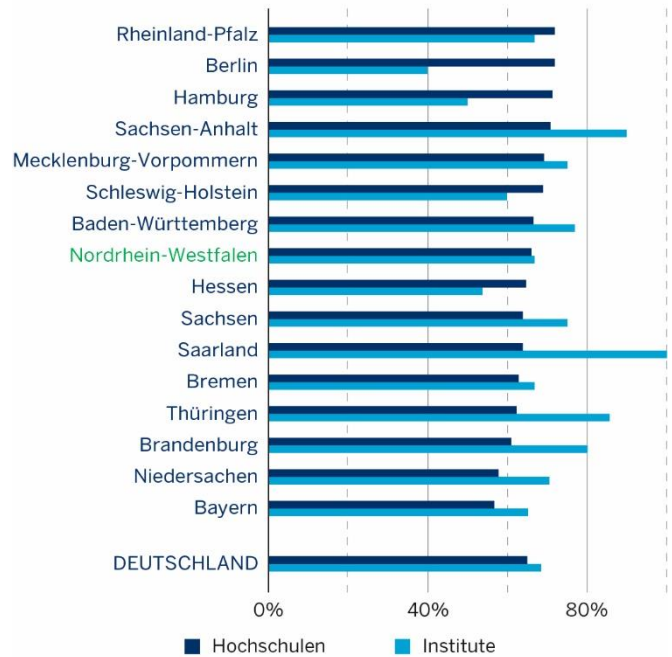
In allen Betriebsgrößenklassen lagen die Zustimmungswerte niedriger, wenn nach einem vollständig dokumentierten IT-Sicherheitskonzept gefragt wurde, um die Unternehmen vor Cyber-Angriffen oder IT-Totalausfällen zu schützen. Für mehr als die Hälfte der größeren Betriebe trifft dies voll oder eher zu, jedoch nur für gut ein Drittel der kleineren Betriebe.

Die digitale Ausstattung der Schulen in NRW ist im Bundesländervergleich insgesamt betrachtet als mittel einzuschätzen. Dies geht aus einer repräsentativen Befragung von mehr als 1.200 Lehrkräften in allen Bundesländern hervor (Deutsche Telekom Stiftung 2017). Bei der Ausstattung der Schulen mit WLAN weisen für den Zeitraum 2015 bis 2017 NRW und seit 2016 auch Baden-Württemberg eine mittlere Lehrerstimmung auf (sie gehören damit zu den acht Bundesländern im Mittelfeld), Bayern dagegen durchgängig eine höhere (es gehört somit zu den besten vier Bundesländern). Ein ähnliches Bild zeigt sich hinsichtlich der IT-Ausstattung in Bezug auf Computer und Software, auch wenn hier Baden-Württemberg zumindest 2015 noch in der Spitzengruppe lag. Besser bewertet wird NRW bei der technischen Unterstützung bezüglich der Wartung der IT-Ausstattung. Hier lag es jedenfalls 2017 in der Spitzengruppe, Bayern und Baden-Württemberg dagegen nur im Mittelfeld. Dagegen gaben weniger als die Hälfte der Lehrkräfte in NRW an, mindestens einmal pro Woche digitale Medien im Unterricht zu nutzen. Bayern verzeichnet hier mit 64% die höchste Zustimmungsrate, in Baden-Württemberg liegt sie bei 55%. NRW liegt somit diesen Indikator betreffend mit einer Zustimmungsrate von 46% unter dem Bundesdurchschnitt (50%).

Der Anteil derer, die meinen, die digitale Ausstattung ihrer Hochschule sollte verbessert werden, liegt in NRW mit 66% auf dem Niveau von Baden-Württemberg, leicht über dem Bundesdurchschnitt und sogar deutlich über dem von Bayern (57%), bei den Instituten mit 67% aber deutlich hinter Baden-Württemberg (77%) und leicht unter dem Bundesdurchschnitt, wenn auch etwas über dem von Bayern (Abb. 2.6.11).

Die gute Positionierung der NRW-Unternehmen beim Thema IT-Sicherheit, die zuvor aufgezeigt wurde, spiegelt sich auch in dessen Präsenz an den Hochschulen wider. Im Rahmen der Hochschulbefragung wurden die Hochschulprofessorinnen und -professoren gefragt, welches Wissenschafts- und Technologiefeld ihren Forschungsschwerpunkt beschreibt. Der Anteil derjenigen Professorinnen und Professoren, die angaben, im Bereich Kryptographie/IT-Sicherheit ihren Forschungsschwerpunkt zu haben, lag bundesweit bei 1,7%, in NRW aber mit 2,1% relativ deutlich darüber (Abb. 2.6.12).

Abb. 2.6.11: Anteil der Befragten, die der Ansicht sind, die digitale Ausstattung ihrer Hochschule sollte verbessert werden, 2019/2020, in %



N = 3.996 (Hochschulen), N = 234 (Institute).

Eigene Darstellung der RWI/CEIT-Hochschul- und -Institutsbefragung 2019/2020.

Abb. 2.6.12: Anteil des Fachs Kryptographie/IT Security an den Wissenschafts- und Technologiefeldern deutscher Hochschulen, 2019, in %



N = 4.966 (Hochschulen).

Eigene Darstellung der RWI/CEIT-Hochschulbefragung 2019.

Lediglich drei Flächenstaaten wiesen höhere Anteile als NRW auf, darunter u.a. Bayern mit 2,3%, Baden-Württemberg mit 1,9% und Hessen mit 1,6% dagegen geringere. Einige Universitäten in NRW heben sich durch besondere Stärken im Bereich der IT-Sicherheit hervor, darunter z.B. die Universität Bochum, deren Reputation in diesem Technologiefeld auch überregional große Anerkennung findet.



NRW ist die IT-Sicherheit betreffend somit nicht nur im Unternehmensbereich gut aufgestellt und von entsprechenden Investitionen gekennzeichnet, sondern auch im öffentlich geförderten Bereich, zumindest was den Hochschulbereich angeht, wie unsere Befragung ergab. Inwieweit dies auch für die außeruniversitären Forschungseinrichtungen in NRW gilt, wird unsere noch nicht abschließend ausgewertete Institutsbefragung zeigen.

Nicht so positiv sieht es für NRW dagegen beim Hochschulpersonal im Fach Informatik aus. In Abbildung 2.6.13 ist der Anteil des hauptberuflichen wissenschaftlichen und künstlerischen Personals in der Informatik am gesamten hauptberuflichen wissenschaftlichen und künstlerischen Personal an den deutschen Hochschulen ausgewiesen.

Abb. 2.6.13: Anteil des hauptberuflichen wissenschaftlichen und künstlerischen Personals in der Informatik am gesamten hauptberuflichen wissenschaftlichen und künstlerischen Personal, 2018, in %, Anstieg seit 2010 in % p.a.



Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamts.

Die Hochschulen in NRW liegen mit einem Anteil des Personals des Fachs Informatik am gesamten Hochschulpersonal in Höhe von 3,8% knapp unter dem Bundesdurchschnitt von 4,1% und damit am oberen Rand des unteren Drittels aller Bundesländer. Bayern (4,7%), Hessen (4,6%) und Baden-Württemberg (4,3%) weisen einen deutlich höheren Anteil als NRW auf. Seit dem Jahr 2010 ist der Anteil in NRW praktisch unverändert geblieben. Immerhin lag das Land damit über dem Bundesdurchschnitt von -0,5% p.a. Baden-Württemberg wies sogar einen Rückgang von -2,2% p.a. auf, sodass sich die relative Positionierung NRWs zumindest gegenüber Baden-Württemberg im zurückliegenden Jahrzehnt verbessert hat. Gegenüber Bayern hat sie sich dagegen verschlechtert, dessen Anteil stieg um 1,0% p.a., ebenso wie gegenüber Hessen, der sogar um 2,8% p.a. zunahm.

### Investitionen in Humankapitalressourcen in Hinblick auf die digitalen Herausforderungen

Investitionen in Humankapitalressourcen sind eine Voraussetzung dafür, dass die digitalen Herausforderungen gemeistert werden können, da ansonsten die Potenziale, die aus der zunehmenden Digitalisierung resultieren, nicht ausgeschöpft werden können. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, dass die Unternehmen in Humankapital investieren, insbesondere dann, wenn nicht genügend Fachkräfte auf dem Arbeitsmarkt rekrutiert werden können.

Im vorangegangenen Abschnitt zu den Investitionen in die IT-Infrastruktur waren bereits die Ergebnisse einer Befragung nordrhein-westfälischer KMU vorgestellt worden (Werning et al. 2018). Die Betriebe wurden danach gefragt, in welchen Bereichen sie vornehmlich Investitionen planen würden. Demnach wollen etwa ein Fünftel der Industriebetriebe und der industrienahen Dienstleister vornehmlich im Bereich Know-how und Mitarbeitende investieren (dabei waren keine Mehrfachnennungen möglich, es ging also um eine Priorisierung). Dies unterstreicht, dass die Unternehmen versuchen, sich auf die Herausforderungen der Digitalisierung im Bereich des Humankapitalaufbaus einzustellen.

Die Investitionen in Humankapitalressourcen in Hinblick auf die digitale Herausforderung zeigen sich in den Hochschulen in unterschiedlichen Indikatoren:

- In der Schule werden sie besonders deutlich, wenn Schülerinnen und Schüler einen qualifizierten Umgang mit digitalen Medien erlernen.
- In den Hochschulen äußern sie sich insbesondere in den Studierendenzahlen und den Zahlen der Professorinnen und Professoren im Bereich der IKT.
- In der beruflichen Bildung und Weiterbildung zeigen sich die Investitionen an der Zahl der in IKT-Berufen ausgebildeten Personen sowie in der Weiterbildung in Informations- und Kommunikationstechnik.
- Dem Angebot an Arbeitskräften, die aus den Investitionen in Humankapitalressourcen im IKT-Bereich hervorgeht, steht eine entsprechende Nachfrage gegenüber, die sich auch – im Fall eines Nachfrageüberhangs – in der Zahl der unbesetzten Stellen zeigt.

Der auf den Ergebnissen der genannten Befragung basierende Digitalisierungsindex, der auf einer qualitativen Einschätzung der Betriebe in einer Skala von 0-10 basiert, zeigt gleichwohl, dass die Unternehmen der Qualifizierung in Hinblick auf die Herausforderungen der Digitalisierung im Vergleich zu anderen Digitalisierungsmerkmalen eine eher unterproportionale Priorität beimessen. Der Bereich Qualifizierung erhielt nur einen Indexwert von 2,5, der allerdings in Abhängigkeit von der Betriebsgröße von 2,3 (Unternehmen zwischen 20 und 49 Mitarbeitende) auf 4,1 (250-499) ansteigt. Der Investitionsbedarf, der künftig auf die Qualifizierung entfallen soll, wird bei etwa einem Zehntel der gesamten Investitionen

gesehen. Die übrigen Investitionen entfallen u.a. auf IT, Einkauf und Logistik, die Produktion und die Strategieentwicklung.

Inwieweit dies reichen wird, dürfte von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich sein. Dem IAB-Betriebspanel zufolge haben etwa ein Drittel der NRW-Betriebe einen Bedarf an Fachkräften, bei hohem Digitalisierungsgrad ist es aber jeder zweite Betrieb (Frei et al. 2018). Die Einstellung von Fachkräften plant demnach knapp ein Viertel der NRW-Betriebe, bei den Betrieben mit hohem Digitalisierungsgrad sind es knapp zwei Fünftel. Jeder sechste Betrieb weist nicht besetzte Stellen für Fachkräfte auf, dagegen jeder vierte Betrieb mit hohem Digitalisierungsgrad. Dies zeigt, dass gerade bei den Betrieben, bei denen die Digitalisierung eine besonders große Rolle spielt, die Engpässe am größten sind.

Es ist also davon auszugehen, dass der Fachkräftemangel in den Bereichen der Wirtschaft, die durch einen besonders hohen Digitalisierungsgrad gekennzeichnet sind, überdurchschnittlich ausgeprägt ist. Als Indikator für den Fachkräftemangel wird der Bestand der gemeldeten, d.h. der offenen Arbeitsstellen pro Tsd. SV-Beschäftigte in der IKT-Branche herangezogen (Abb. 2.6.14). Zu beachten ist bei der Bewertung dieses Indikators, dass eine hohe Anzahl an offenen Stellen zwar eine angespannte Arbeitsmarktsituation in der IKT-Branche eines bestimmten Bundeslandes anzeigt, gleichzeitig kann das aber auch ein Zeichen für eine dynamische Entwicklung in diesem Wirtschaftszweig sein.

Abb. 2.6.14: Bestand der gemeldeten Arbeitsstellen in der IKT-Branche pro Tsd. SV-Beschäftigte in der IKT-Branche (Indikator für IKT-Fachkräftemangel), 2019



Eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit.

Mit 19,8 gemeldeten unbesetzten Stellen je Tsd. SV-Beschäftigte in der IKT-Branche liegt NRW im Bundesländervergleich

im oberen Drittel. Während Baden-Württemberg mit 19,5 einen geringfügig bessern Wert aufweist, liegt Bayern mit 21,2 hinter NRW. Den niedrigsten und damit besten Wert der Flächenländer weist Hessen mit 16,6 auf. Es zeigt sich somit, dass sich in NRW in digitalisierungsnahen Wirtschaftsbereichen Fachkräftesituation in den zurückliegenden Jahren entspannt hat.

Es gibt zwei Möglichkeiten, einem Fachkräftemangel zu begegnen. Die eine Möglichkeit besteht darin, Fachkräfte auf dem freien Arbeitsmarkt zu gewinnen. Dies kann an Grenzen stoßen, wenn auf dem Arbeitsmarkt ein relativ geringes Angebot auf eine große Nachfrage stößt. Die Fachkräfte mit der erforderlichen Qualifikation sind dann schwer zu bekommen, da sie stark umworben werden und meist die Unternehmen zum Zuge kommen, die über die größte Wettbewerbsfähigkeit verfügen und den arbeitssuchenden Fachkräften daher die besten Konditionen bieten können.

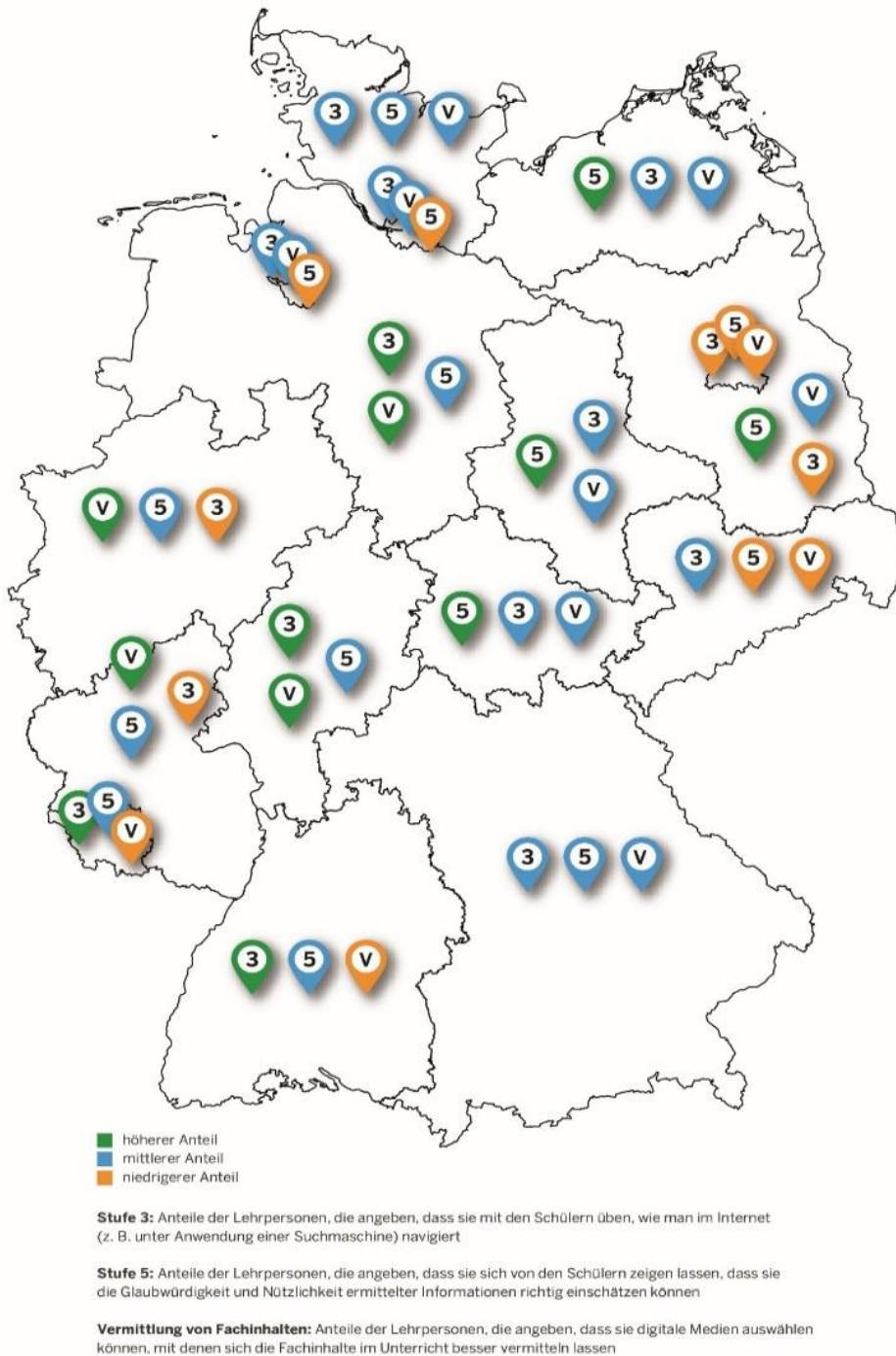
Die Verfügbarkeit von IKT-Fachkräften auf dem Arbeitsmarkt hängt auf etwas längere Sicht betrachtet auch mit den IKT-Kompetenzen der Schülerinnen bzw. Schüler und Lehrkräfte an den Schulen zusammen. In Abbildung 2.6.15 wird aufgezeigt, welche Anteile auf das Lehrpersonal entfallen, für die verschiedene für die Digitalisierung relevante Kriterien der Tendenz nach zutreffen.

Stufe 3 betrifft dabei die Anteile der Lehrpersonen, die angeben, dass sie mit den Schülerinnen und Schülern üben, wie man im Internet z.B. unter Anwendung einer Suchmaschine navigiert. Stufe 5 betrifft die Anteile der Lehrpersonen, die angeben, dass sie sich von den Schülerinnen und Schülern zeigen lassen, dass sie die Glaubwürdigkeit und Nützlichkeit ermittelter Informationen richtig einschätzen können. Schließlich geht es bei der Vermittlung von Fachinhalten um die Anteile der Lehrpersonen, die angeben, dass sie digitale Medien auswählen können, mit denen sich Fachinhalte im Unterricht besser vermitteln lassen.

Bei Stufe 3 ist NRW von einem niedrigeren und bei Stufe 5 von einem mittleren Anteil des Lehrpersonals gekennzeichnet, bei der Vermittlung von Fachinhalten dagegen von einem höheren. Vergleicht man dies mit den süddeutschen Bundesländern, zeigt sich hier jeweils ein anderes Muster. Während Bayern in allen drei Bereichen mittlere Anteile aufweist, ist der Anteil in Baden-Württemberg in Stufe 3 hoch, dafür bei der Vermittlung von Lerninhalten niedrig. Alle Länder weisen daher unterschiedliche Stärken und Schwächen auf.

Große Bedeutung für die Fachkräfteverfügbarkeit hat auch der Anteil der Informatikstudierenden an allen Studierenden. NRW liegt mit einem Anteil von 10,4% knapp vor Schleswig-Holstein an der Spitze aller Bundesländer und damit auch deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 8,9% (siehe dazu im Abschnitt „Potenziale von Künstlicher Intelligenz/Maschinenlernen für Nordrhein-Westfalen“ die Abb. 5.3.5).

Abb. 2.6.15: IKT-Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte, 2017



Eigene Darstellung nach Angaben der Deutschen Telekom Stiftung (2017).

Die in Bezug auf die Digitalisierung meist gut aufgestellten Länder Hessen (9,7%), Baden-Württemberg (9,3%) und Bayern (8,9%) weisen einen jeweils etwas geringeren Anteil auf. Auch bei der Wachstumsrate liegt NRW mit 6,4% p.a. über dem Bundesdurchschnitt (5,3%). Die Bedeutung des Studienfaches Informatik hat sich somit in NRW überproportional gut entwickelt. Zwar lag die Wachstumsrate in Bayern noch etwas darüber (6,5%), die von Hessen (4,5%) und insbesondere die von Baden-Württemberg (3,0%) aber darunter. Perspektivisch dürfte sich dies für NRW positiv auf das Angebot an Fachkräften auf dem nordrhein-westfälischen Arbeitsmarkt auswirken.

Die zweite Möglichkeit, auf den Fachkräftemangel zu reagieren, ist die betriebsinterne Aus- und Weiterbildung. Sie stellt daher einen zentralen Indikator für die Darstellung des Umfangs der Humankapitalinvestitionen der Unternehmen dar. Mit 5,6 IKT-Auszubildenden pro 10.000 Einwohner liegt NRW hier im oberen Mittelfeld (siehe dazu im Abschnitt „Potenziale von Künstlicher Intelligenz/Maschinenlernen für Nordrhein-Westfalen“ die Abb. 5.3.2).

Von den Flächenstaaten weisen lediglich Baden-Württemberg mit 7,1 deutlich und Bayern mit 5,8 leicht höhere Werte auf.



Dies deutet darauf hin, dass die NRW-Unternehmen Anstrengungen unternehmen, die Fachkräftegewinnung durch eigene Investitionen in die Humankapitalbildung sicherzustellen.

Von erheblicher Relevanz sind darüber hinaus die betrieblichen Qualifizierungs- und Schulungsmaßnahmen, die darauf abzielen, die bereits länger im Unternehmen befindlichen Mitarbeitenden zu qualifizieren. In Rahmen der bereits erwähnten Befragung von nordrhein-westfälischen KMU (Werning et al. 2018) wurden die Unternehmen als Ausgangspunkt danach gefragt, inwieweit die Personen, die für die Digitalisierung zuständig sind, bereits über eine entsprechende Erfahrung und spezialisierte Ausbildung verfügen. Hier bestätigt sich, dass es noch einige Defizite gibt. So sagten sechs von zehn kleineren Unternehmen (20-49 Mitarbeitende) aus, dass das nicht oder eher nicht der Fall sei, selbst bei den größeren KMU (250 bis 499 Mitarbeitende) war das noch bei einem Viertel der Unternehmen der Fall.

Dies vorausgeschickt wurde dann danach gefragt, inwieweit digitale Technologien wie E-Learning oder Webseminare zur Schulung und Weiterqualifikation der Mitarbeitenden eingesetzt würden. Bei drei Viertel der kleineren Unternehmen trifft das nicht oder eher nicht für alle Bereiche zu, was auch für gut die Hälfte der größeren Unternehmen der Fall ist. Schließlich wurde noch danach gefragt, ob die Mitarbeitenden aktiv durch Schulungsmaßnahmen auf die Digitalisierung vorbereitet würden. Auch dies wurde von drei Vierteln der kleineren und gut der Hälfte der größeren Unternehmen verneint.

Im Rahmen der Auswertung der Befragung des IAB-Betriebspanels (Frei et al. 2018) wurde der Zusammenhang zwischen dem Digitalisierungsgrad der nordrhein-westfälischen Betriebe und dem Aus- und Weiterbildungsbedarf untersucht. Demnach liegt der Anteil der Betriebe insgesamt, die einen Aus- und Weiterbildungsbedarf aufweisen, bei 30%, wobei er bei Betrieben mit geringem Digitalisierungsgrad 20% beträgt und bei Betrieben mit hohem Digitalisierungsgrad auf 47% steigt. Die Auszubildendenquote, also der Anteil der Auszubildenden an allen Beschäftigten, steigt von 3% auf 4%. Der Anteil der Betriebe mit Weiterbildung liegt im Durchschnitt bei 53% und steigt von 39% bei Betrieben mit geringem bis auf 69% bei solchen mit hohem Digitalisierungsgrad. Die Weiterbildungsquote, der Anteil der weitergebildeten Mitarbeitenden an allen Beschäftigten, steigt von 28% auf 34%.

Die bei zunehmendem Digitalisierungsgrad steigende Weiterbildung korrespondiert mit den Einschätzungen der Betriebe zu den Auswirkungen digitaler Technologien auf den Weiterbildungsbedarf. Während ein Drittel der Unternehmen mit niedrigem Digitalisierungsgrad einen steigenden oder stark steigenden Weiterbildungsbedarf sieht, sind es bei Unternehmen mit hohem Digitalisierungsgrad mehr als drei Viertel.

Auch auf die Bedeutung beruflicher Ausbildungs- und Studienabschlüsse wirken sich digitale Technologien aus. Die Einschätzung, dass deren Bedeutung zunimmt, nehmen 15% der Betriebe mit geringem Digitalisierungsgrad vor, aber sechs von zehn Betrieben mit einem hohem Digitalisierungsgrad. Worin die inner- und außerbetrieblichen Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen vornehmlich bestehen, geht ebenfalls aus der Befragung im Rahmen des IAB-Betriebspanels hervor. So

spielen externe und interne Kurse, Lehrgänge und Seminare die mit Abstand größte Rolle. Ferner sind die Einweisung und Einarbeitung am Arbeitsplatz sowie die Teilnahme an Vorträgen, Fachtagungen und Messen von zentraler Bedeutung. Diese Maßnahmen werden von mindestens jedem zweiten Betrieb vorgenommen. Job-Rotation, selbstgesteuertes Lernen mit Hilfe von Medien und diverse weitere Weiterbildungsmaßnahmen kommen ebenfalls zum Einsatz, sind aber weit weniger bedeutend als die zuvor genannten Maßnahmen.

Insgesamt zeigen die vorgestellten Befunde auf, dass Bildung, Ausbildung und Weiterbildung durch die Digitalisierung deutlich an Bedeutung gewinnen. Sowohl das außerbetriebliche als auch betriebliche Bildungs-, Ausbildungs- und Weiterbildungssysteme sehen sich dadurch in allen Bundesländern vor besondere Herausforderungen gestellt. Deren Bewältigung ist für die künftige wirtschaftliche Entwicklung von großer Relevanz. Die Zahlen für NRW zeigen, dass viele Betriebe zwar auf einem guten Weg sind, dass aber noch einiges geleistet werden muss, um den Herausforderungen der weiter voranschreitenden Digitalisierung gut zu begegnen.

### *Investitionsneigung der Wirtschaft in NRW und Zusammenhang mit den FuE-Investitionen*

Die Höhe der Investitionen in Sachanlagen (neue Ausrüstungen einschließlich sonstiger Anlagen als Teil der Bruttoanlageinvestitionen) bildet neben den Investitionen in FuE und in Humankapital einen zentralen Indikator für die Entwicklung des Leistungspotenzials einer Wirtschaft. Damit zeigt die Investitionshöhe auch einen Teilaspekt des Zukunftspotenzials einer Wirtschaft. In Hinblick auf diesen Indikator, der einen Teilbereich der Investitionsaktivitäten auf Unternehmensebene abbildet, lag NRW im Jahr 2019 mit 7.028 € je Erwerbstätigen im Mittelfeld der Bundesländer, blieb aber unter dem Bundesdurchschnitt von 8.925 € je Erwerbstätigen (Abb. 2.6.16).

Abb. 2.6.16: Bruttoanlageinvestitionen<sup>1</sup> je Erwerbstätigen in € je Erwerbstätigen, 2019 und jahresdurchschnittliche Wachstumsrate 2009 bis 2019, in %



1) Hier „Neue Ausrüstungen einschließlich sonstiger Anlagen“. Berechnungsstand November 2021/Februar 2022.

Eigene Darstellung nach Angaben der VGR der Länder (2021, 2022).

Das Wachstum dieses Indikators war im Zeitraum von 2009 bis 2019 in NRW mit 2,0% p.a. zudem niedriger als deutschlandweit mit 3,4% p.a. Somit kann für NRW bei den Investitionen in Sachanlagen je Erwerbstätigen bis 2019 insgesamt von einer unterdurchschnittlichen Entwicklung gesprochen werden.

Wenn die Bruttoanlageinvestitionen<sup>7</sup> insgesamt betrachtet werden, ist die Differenz in den Wachstumsraten sogar noch etwas größer: Einer Wachstumsrate von 3,1 % p.a. für NRW stehen 4,2% p.a. deutschlandweit gegenüber (Tab. 2.6.5). Dies kann prinzipiell auf Unterschiede in der Sektorstruktur (Struktureffekt) oder unterschiedliche Entwicklungen innerhalb der Sektoren zurückzuführen sein.<sup>8</sup> Die Ergebnisse einer im Rahmen unserer Untersuchungen durchgeführten Shift-Share-Analyse, die den Unterschied zwischen beiden Faktoren ermittelt, zeigt, dass die Differenz der Wachstumsraten von 1,1 Prozentpunkten vollständig auf Faktoren zurückzuführen ist, die ihre Ursache innerhalb der betrachteten Wirtschaftszweige haben. Die Wirtschaftszweigstruktur selbst leistet keinen Beitrag zur Erklärung der Wachstumsunterschiede.

Daher ist es sinnvoll, die Bruttoanlageinvestitionen im Zeitraum 2009 bis 2016 für wichtige Wirtschaftszweige in NRW im Vergleich zu Deutschland näher zu betrachten. Der Unterschied im Wachstum der Bruttoanlageinvestitionen ist hauptsächlich auf das Verarbeitende Gewerbe zurückzuführen (Wachstum der Investitionen deutschlandweit 34,8% verglichen mit NRW insgesamt 16,6%). In den Dienstleistungsbereichen war das Investitionswachstum mit 29,0% in NRW nur etwas niedriger als im Bundesdurchschnitt (32,7%). Die in Hinblick auf die zukünftige Entwicklung wichtigen Informations- und Kommunikationsdienstleistungen haben dagegen in NRW bis 2016 um 86,6% zugenommen, die Wachstumsrate der Investitionen lag mit 9,3% (Tab. 2.6.5) um 4 Prozentpunkte über dem Bundesdurchschnitt.

Im Verarbeitenden Gewerbe zeigt sich ein differenzierteres Bild: Die Wachstumsrate für die Investitionen übersteigt den deutschlandweiten Durchschnitt insbesondere in der Chemischen Industrie, bei der Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren sowie dem Elektroniksektor.

Demgegenüber fällt das Investitionswachstum im betrachteten Zeitraum u.a. im Maschinenbau und im Fahrzeugbau unterdurchschnittlich aus. Grund hierfür ist vermutlich die im Vergleich zu Deutschland ungünstigere Branchenstruktur mit vielen Zulieferunternehmen, die im Fahrzeugbau eher am Anfang der Wertschöpfungskette stehen und einer größeren Zahl von Unternehmen im Maschinenbau, die in wenig wachsenden Marktsegmenten tätig sind. Neben Teilen des Verarbeitenden Gewerbes war insbesondere im Bereich der Energieversorgung, in dem in NRW zahlreiche Unternehmen ansässig sind, ein Einbruch bei den Investitionen zu verzeichnen (minus 20% gegenüber einem Wachstum von 43,2% deutschlandweit).

Hier haben sich offensichtlich in NRW die strukturellen Anpassungserfordernisse in Zusammenhang mit der Energiewende negativ ausgewirkt. Wenn die Investitionen in den eng an die Automobilindustrie gekoppelten Wirtschaftszweigen (Metallerzeugung und -bearbeitung, Fahrzeugbau), der Maschinenbau und die Energieerzeugung mit den durchschnittlichen Wachstumsraten in Deutschland gewachsen wären, dann wäre der Unterschied im Investitionswachstum um zwei Drittel geringer gewesen. Dies zeigt, dass diese Differenz weniger mit allgemeinen wirtschaftlichen Trends als mit wirtschaftszweigspezifischen Entwicklungen zusammenhängen.

Wie in Abschnitt 2.3 gezeigt, liegt NRW auch bei den FuE-Investitionen zurück. Somit stellt sich die Frage, ob die beiden beobachteten Formen der Innovationsschwäche auf die gleichen Ursachen zurückzuführen sind. Eine differenzierte Betrachtung zeigt, dass ein Zusammenhang zumindest teilweise bestehen könnte. In acht von 13 Wirtschaftszweigen (WZ-Zweistellern) war das Wachstum in NRW bei beiden Indikatoren besser oder schlechter als im Bundesdurchschnitt, während dies bei fünf WZ-Zweistellern nicht der Fall war.

<sup>7</sup> Darunter versteht man den Wert der Anlagen inländischer Wirtschaftseinheiten, bestehend aus Ausrüstungen, Bauten und sonstigen Anlagen.

<sup>8</sup> In einer Shift-Share-Analyse wird von einem Standorteffekt gesprochen. Dies ist etwas missverständlich, da für diesen Effekt auch unterschiedliche wirtschaftszweiginterne Strukturen zusammen mit anderen Faktoren verantwortlich sein können.

Ein positiver Korrelationskoeffizient zwischen beiden Größen von 0,44 deutet darauf hin, dass ein Zusammenhang bestehen könnte, wobei aufgrund der geringen Beobachtungszahl kein Signifikanztest möglich ist. Eine stärkere Zunahme als im deutschlandweiten Durchschnitt war insbesondere bei den Informations- und Kommunikationsdienstleistungen sowie im Elektroniksektor (Herstellung von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen) zu beobachten. Demgegenüber entwickelten sich in der Metallerzeugung und -bearbeitung sowie dem Maschinen- und Fahrzeugbau beide Indikatoren in NRW ungünstiger.

Tab. 2.6.5: Wachstum der Bruttoanlageinvestitionen in Nordrhein-Westfalen und Deutschland, 2009 bis 2016

Wirtschaftszweig	Jahres- durch. Wachstums- rate NRW	Differenz zu Deutsch- land
	in %	in %-Pkt.
A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	2,8	0,5
C Verarbeitendes Gewerbe	2,2	-2,1
CA Nahrungs- und Futtermittel; Getränke; Tabak	1,6	-2,4
CB Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren, Schuhe	6,7	2,1
CC Holzwaren, Papier u. Druckerzeugnisse	5,6	3,4
CE Chemische Erzeugnisse	2,4	0,5
CF Pharmazeutische Erzeugnisse	-1,2	-5,6
CG Gummi-, Kunststoff- u. Glaswaren, Keramik u. Ä.	4,7	0,7
CH Metallerzeugung u. -bearbeitung, Metall- erzeugnisse	1,3	-1,5
CI DV-Geräte, elektronische u. optische Er- zeugnisse	4,5	2,0
CJ Elektrische Ausrüstungen	4,7	-0,8
CK Maschinenbau	-1,7	-4,5
CL Fahrzeugbau	4,0	-2,8
Übriges Verarbeitendes Gewerbe	1,3	-1,4
Bergbau, Energie- und Wasserversorg., Baugewerbe	1,1	-3,9
G-T Dienstleistungsbereiche	3,7	-0,4
J Information und Kommunikation	9,3	4,0
M Freiberufliche, wissenschaftliche u. tech- nische Dienstleister	5,6	-0,4
NA Sonstige Unternehmensdienstleister	0,2	-2,3
Übrige Dienstleister	3,8	-0,6
A-T Alle Wirtschaftsbereiche	3,1	-1,1

Bruttoanlageinvestitionen (ohne Saldo) in jeweiligen Preisen in den Bundesländern. Neue Ausrüstungen einschließlich sonstiger Anlagen. Berechnungsstand August 2018/ Februar 2019 (Sonderauswertung). Stuttgart: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. – Die Daten für Nordrhein-Westfalen für die Wirtschaftsbereiche CA-CM, J, M und N dürfen nur für interne Berechnungen verwendet werden und sind nicht zur Veröffentlichung freigegeben.

Eigene Darstellung nach Angaben der VGR der Länder (2019).

Sowohl bei Forschung und Entwicklung als auch bei Ausrüstungen und Anlagen handelt es sich um langfristige Investitionen. Daher überrascht es nicht, dass ökonometrische Untersuchungen einen positiven Zusammenhang zwischen den beiden Größen auf Unternehmensebene belegen und diese einen Zusammenhang zu Finanzierungsindikatoren aufweisen

(Carboni und Medda 2019; Mairesse und Siu 1984). Gleichzeitig werden diese teilweise aber auch von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Veränderungen in der Forschung und Entwicklung werden neben der Verfügbarkeit von finanziellen Ressourcen insbesondere von der Notwendigkeit getrieben, Innovationen auf dem Markt zu etablieren und dabei neue technologische Möglichkeiten auszuschöpfen. FuE-Investitionen können dann in wissensintensiven Branchen über einen längeren Zeitraum Anlageinvestitionen zur Folge haben (Lach und Schankerman 1989). Gleichzeitig ist zu beachten, dass FuE nur von einem kleinen Teil der Unternehmen betrieben werden. Demgegenüber ist das Hauptmotiv für die Investitionen in Sachanlagen die Erweiterung der Produktionskapazitäten.

Gerade im Maschinen- und Fahrzeugbau haben es viele in NRW ansässige Unternehmen mit einer ungünstigen Situation bei Investitionen zu tun, während die Möglichkeiten neuer Technologien wie autonomem Fahren und den damit verbundenen Produktinnovationen an anderen Stellen der Wertschöpfungskette entstehen. Ursache dafür ist, dass die Nachfrage nach den dort hergestellten Produkten aufgrund des Strukturwandels weniger stark zunimmt als in anderen Bereichen dieser beiden Wirtschaftszweige (bspw. bei Bereichen des Maschinenbaus, die eng mit der Montanindustrie verbunden sind).

Bei den Informations- und Kommunikationsdienstleistungen kommen der Aufholprozess beim Infrastrukturaufbau und der Aufbau neuer Forschungskapazitäten durch Großunternehmen in NRW zusammen, wobei letzterer wohl hauptsächlich als Voraussetzung für die Nutzung zukünftiger Marktchancen dient. Somit kann eine Schwäche Hinblick auf beide Indikatoren in NRW durch ein Zusammenwirken unterschiedlicher Faktoren hervorgerufen werden, ohne dass sich beide Indikatoren zwangsläufig in die gleiche Richtung entwickeln. Gleichzeitig können einzelne Wirtschaftszweige gegenüber Gesamtdeutschland einen positiven Investitionstrend aufweisen, während die FuE-Entwicklung unterdurchschnittlich ist, wie das im betrachteten Zeitraum beispielsweise bei der Chemischen Industrie in NRW der Fall war.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen, dass sich die schwache Investitionsentwicklung in NRW nicht auf alle Wirtschaftszweige bezog, sondern ihre Ursache in bestimmten ungünstigen Konstellationen in ausgewählten Wirtschaftszweigen wie dem Maschinen- und Fahrzeugbau sowie der Energieerzeugung hatte. Demgegenüber finden sich auch Wirtschaftszweige, in denen die Investitionsentwicklung deutlich günstiger als im bundesweiten Durchschnitt war (wie insbesondere im Elektroniksektor und bei den Informations- und Kommunikationsdienstleistungen). Ein unmittelbarer und zwangsläufiger Zusammenhang zu Schwächen bei den FuE-Aufwendungen existiert nicht. Dennoch führt die Gesamtkonstellation der Einflussfaktoren dazu, dass in zentralen Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes die Investitionsschwäche mit einer gegenüber dem Bund unterdurchschnittlichen Veränderung der FuE-Aufwendungen einhergeht.