

## 2. Indikatorenbericht

### 2.1 Humankapital, Bildung und Ausbildung

#### *Vorgehensweise*

Die Qualität der Bildung in Schulen und Hochschulen sowie die betriebliche Aus- und Weiterbildung bestimmen sowohl die beruflichen Möglichkeiten des Einzelnen als auch die Entwicklungsperspektiven der Wirtschaft insgesamt. Wichtige Faktoren im Rahmen eines Innovationssystems sind dabei der Zugang zur Bildungsinfrastruktur, die Qualifikation der Erwerbstätigen, der Übergang vom Bildungssystem in das Berufsleben und das Zusammenspiel zwischen Bildungseinrichtungen und Unternehmen.

Im Folgenden wird eine Bestandsaufnahme zu den zentralen Merkmalen des Bildungssystems in NRW im Vergleich zu anderen Bundesländern vorgenommen. Im Mittelpunkt stehen dabei die folgenden Aspekte:

- vorhandene Infrastrukturen und die Organisation der Bildung und Ausbildung,
- Input-Seite des Bildungssystems (Bildungsausgaben, Zahl der Schülerinnen und Schüler, Studierenden und Auszubildenden),
- Output des Bildungssystems (Schul- und Hochschulabsolventen, Ausbildungsabschlüsse),
- digitale Transformation des Bildungssystems.

Die vergleichende Bestandsaufnahme zielt darauf ab, das Bildungssystem in NRW dahingehend zu charakterisieren, inwieweit es insgesamt sowie auf seinen verschiedenen Stufen – Grundschulen, weiterführende Schulen, Hochschulen, Berufsausbildung – den Aufgaben des bevölkerungsreichsten und durch urbane Ballungsräume geprägten Bundeslandes gerecht wird, um eine gute Bildung und Ausbildung als Voraussetzung für die Innovationsfähigkeit hervorzubringen. Frühere Untersuchungen haben in dieser Hinsicht für NRW teilweise deutlichen Nachholbedarf aufgezeigt (RWI 2016). Das Aufzeigen des Stands der Forschung sowie die Untersuchung von Status und Mobilität des Humankapitals in Bezug auf

- die Beschäftigungsentwicklung,
- die Branchen- und Berufsgruppenstruktur
- die mögliche Betroffenheit der Beschäftigten durch die Digitalisierung,
- regionale Wanderungsbewegungen,
- die Durchlässigkeit des Bildungssystems,
- den Bildungszugang benachteiligter Milieus sowie
- den Erwerb und die Anerkennung nicht-formaler Qualifikationen

sind Gegenstand des Schwerpunkts in Kapitel 3.

#### *Bildungsinput und regionale Prosperität*

Im Folgenden werden in Hinblick auf Bildungschancen und Bildungshemmnisse Auswertungen wichtiger Indikatoren zu Humankapital, Bildung und Ausbildung im Vergleich zwischen Nordrhein-Westfalen und anderen Teilen Deutschlands vorgenommen. Über die genauen Wirkungsmechanismen der Investitionen in das Bildungssystem in Bezug auf Output-Größen wie den Bevölkerungsanteil der Schulabgängerinnen und Schulabgänger mit bestandener Abiturprüfung oder gar den Zusammenhang zwischen Bildungsinput, Bildungsoutput und Innovationsfähigkeit auf nationaler oder regionaler Ebene herrscht in der bildungsökonomischen Literatur keineswegs Klarheit. Unbestritten ist aber, dass sich weltweit für Einzelpersonen Investitionen in die eigene Schulbildung bezüglich der lebenslangen Einkommensperspektiven meistens lohnen werden, insbesondere in Entwicklungs-, aber auch in Industrieländern. Die auf der Individualebene nachweisbaren Effekte der (zusätzlichen) Schulausbildung dürften auch die Perspektiven der Regionen verbessern (Psacharopoulos und Patrinos 2018). Der Vergleich mit anderen Bundesländern kann dazu beitragen, die Aufgaben und Zielsetzungen bildungspolitischer Interventionen in Nordrhein-Westfalen genauer zu definieren.

Zhang (2009) zeigt einen Zusammenhang auf, der zwischen dem Bildungsinput – gemessen an der Variation der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit des Lehrpersonals an Hochschulen zwischen den Bundesstaaten der USA – und den Bildungseffekten – gemessen an den erzielten Erwerbseinkommen junger Hochschulabsolventinnen und -absolventen in den ersten Berufsjahren – besteht. Demnach sollte ein leistungsstarkes Bildungs- und Ausbildungssystem zu den Merkmalen einer innovationsstarken Region gehören, auch wenn nicht gesichert ist, dass die an einem Standort gut ausgebildeten Absolventinnen und Absolventen ihr Einkommen nach dem Berufseintritt auch in der Region ihrer Ausbildung erzielen. Weniger deutlich wird, ob und inwieweit Hochschulen etwa durch bestimmte inhaltliche Schwerpunktlegungen gezielt zur Stärkung regionaler Innovationssysteme beitragen können (Uyarra 2008). Agasiti et al. (2019) belegen allerdings für den Zeitraum 2006 bis 2012 am Beispiel italienischer Regionen einen statistischen Zusammenhang zwischen der forschungsrelevanten Leistungsfähigkeit von Universitäten und dem regionalen Wirtschaftswachstum.

Delgado et al. (2012) geben einen Überblick über die empirische Literatur zu den Effekten der Bildungsinvestitionen auf das nationale Wirtschaftswachstum. Gelingt es, die in den jeweiligen Regressionsmodellen entstehenden Identifikations-

probleme zu überwinden, die infolge der wechselseitigen Zusammenhänge zwischen Wirtschaftswachstum und Bildungsinvestitionen entstehen, so messen einige Studien einen signifikanten Einfluss einzelner Merkmale des Bildungssystems, z.B. der Grundschulausbildung (Sala-i-Martin et al. 2004). Andere Autoren (z.B. Henderson 2010) kommen zu dem Ergebnis, dass es keine unmittelbaren Zusammenhänge zwischen Bildungsstand und Wirtschaftswachstum gibt.

Delgado et al. (2012) stellen fest, dass insbesondere die Dauer der formalen Schulpflicht (in Jahren) im internationalen Vergleich den Untersuchungsgegenstand „Bildungsniveau“ bzw. „Humankapital“ offenbar nur unzureichend abbildet. Sie schlagen vor, in die Analyse der bildungsspezifischen Einflussfaktoren auf das Wirtschaftswachstum u.a. auch Merkmale der beruflichen Aus- und Weiterbildung einzubeziehen.

Für den Zusammenhang zwischen Bildung und dem Innovationsgeschehen in NRW ergibt sich aus der dargestellten Literatur folgendes Bild: Ob und inwieweit ein direkter Wirkungsmechanismus zwischen der Qualität des Bildungssystems in NRW und der regionalen Innovationsstärke besteht und vor allem, welche Richtung der vermutete Kausalzusammenhang aufweist, lässt sich nur schwer belegen. Es ist davon auszugehen, dass je leistungsfähiger und durchlässiger das Bildungssystem in NRW ist, desto wahrscheinlicher tragen die Absolventinnen und Absolventen der Schulen, Hochschulen und Einrichtungen der beruflichen Aus- und Weiterbildung in ihrer Heimatregion bzw. am Standort ihrer Ausbildung als kreative Köpfe zum Innovationsgeschehen bei. Gleichzeitig fällt es prosperierenden Regionen leichter, Investitionen in das örtliche Bildungssystem aufzubringen. Nachweisbar ist, dass sich für ein Individuum Investitionen in die eigene Aus- und Weiterbildung lohnen. Regionen, die sich stark für die Ausstattung ihres Bildungssystems engagieren, dürften sich somit auch Vorteile im Standortwettbewerb verschaffen, unabhängig davon, ob die Absolventinnen und Absolventen vor Ort berufstätig werden oder außerhalb als „Werbeträger“ fungieren.

Regionen mit einem besonders innovativen und wettbewerbsfähigen Wirtschaftsgeschehen ziehen viele leistungsfähige und -willige Arbeitskräfte an, die dort zur Steigerung der Prosperität beitragen, ohne aber vor Ort ausgebildet worden zu sein. Weniger prosperierende Regionen werden dagegen alleine durch intensive Anstrengungen zur Aufwertung ihres Bildungssystems ihre Wettbewerbsnachteile gegenüber anderen Regionen über kurz oder lang kaum komplett ausgleichen können.

Die Positionierung von Nordrhein-Westfalen hinsichtlich zentraler Kenngrößen des Bildungssystems ist vor diesem Hintergrund Gegenstand der folgenden Abschnitte des Indikatoren- sowie des Schwerpunkts (Kapitel 3), wobei die Auswertungen keine empirische Evidenz für den Einfluss von Investitionen in Bildung und Ausbildung auf das regionale Wirtschaftswachstum liefern.

### Umsetzung von Bildungspolitik – Governance

Überbetriebliche Kooperationsbeziehungen – etwa in Form von Zuliefer- und Absatzbeziehungen – wurden bereits von

Marshall (1890) als Erklärung für die regionale Ballung von Industrien herangezogen. In den vergangenen Jahrzehnten gehörte zu den Kernfragen der Regionalforschung, inwieweit auch regionale Vernetzungen, insbesondere solche zwischen Forschungseinrichtungen und Wirtschaft, zu den Erfolgsvoraussetzungen regionaler Innovationsstärke und wirtschaftlicher Wettbewerbsfähigkeit gehören (Schamp 2000). Deutlich wurde, dass die Umsetzung regionaler Entwicklungskonzepte, soweit sie etwa größere Infrastrukturmaßnahmen beinhalten, eine umfassende Kooperation im Zuge von *regional governance* zwischen den verschiedenen Akteuren erfordert, oftmals repräsentiert durch themen- bzw. interessensspezifische Initiativen (Fürst und Knieling 2002).

Empirisch stellt die Messung der Rolle von Kooperationsbeziehungen unter den Determinanten des regionalen Innovationsgeschehens eine Herausforderung dar (Barra und Zotti 2015). RWI et al. (2010) untersuchten in einer europaweiten Studie die Bedeutung der kommunalen Handlungsautonomie als Erklärungsfaktor für das regionale Einkommensniveau im Verhältnis zum jeweiligen nationalen Durchschnitt im Jahr 2004 am Beispiel des Indikators „Anteil des lokalen Steueraufkommens an den kommunalen Einnahmen insgesamt“. Im Vergleich zwischen 330 Städten spielt dieser Indikator zwar offenbar nur innerhalb einer Gruppe von 82 peripheren Städten, überwiegend aus den zentral- bzw. südosteuropäischen EU-Mitgliedsstaaten, eine Rolle. Innerhalb der Gruppe dieser Städte kann jedoch festgestellt werden, dass in solchen, deren örtliches Einkommensniveau weniger stark (nach unten) vom nationalen Durchschnitt abweicht, in der Regel ein höherer Anteil der kommunalen Einnahmen durch lokale Steuern entsteht und somit kommunalen Handlungsspielräumen unterliegt.

Die Untersuchung verdeutlicht somit, dass unter Städten mit vergleichsweise schlechten Ausgangsbedingungen zur Erzielung wirtschaftlicher Prosperität ein größerer Handlungsspielraum kommunaler Behörden einen wirtschaftlichen Standortvorteil darstellen kann. Inwieweit eine solche Handlungsautonomie längerfristig auch über gezielte Investitionen in die lokale Bildungsinfrastruktur zur Verbesserung der wirtschaftlichen Wettbewerbsposition der peripheren Städte beigetragen hat, bleibt offen. In Deutschland sind zwar die Bundesländer für die Bildungspolitik zuständig, Schulträger der öffentlichen Schulen sind jedoch in Nordrhein-Westfalen überwiegend die Gemeinden, für die Berufskollegs die Kreise bzw. kreisfreien Städte und für bestimmte Förderschulen die Landschaftsverbände. Zu erwarten ist, dass bei kommunaler Handlungsautonomie und entsprechender kommunalpolitischer Schwerpunktlegung eine vergleichsweise bessere (gebäude-)technische Ausstattung der Schulen ermöglicht werden kann.

Noch weitaus schwieriger als die Messung des Einflusses von Bildungsinvestitionen auf das Wirtschaftswachstum ist, Vorgehensweisen bei der Umsetzung bildungspolitischer Maßnahmen in Bezug auf ihre Auswirkungen auf das nationale oder regionale Wirtschaftswachstum zu bewerten. Inwieweit etwa die Kritik an zu viel Bürokratie bei der Gewährung von Leistungen aus dem Bildungs- und Teilhabepaket für Kinder und Jugendliche (BuT) (Deutscher Bundestag 2019) oder bei der Umsetzung des Digitalpakts (Tagesspiegel 2020) gerechtfertigt ist, sei dahingestellt.

Nahe liegt jedoch, dass es bei Maßnahmen zur Verbesserung des Bildungszugangs keineswegs nur darauf ankommt, den Schulen Mittel für die technische Ausstattung oder den Familien Gelder für Bildungskosten zur Verfügung zu stellen. Vielmehr dürfte erst ein ganzes Bündel von Maßnahmen dazu beitragen können, auf der Ebene eines Bundeslandes Output-Größen, wie sie durch PISA gemessen werden, zu verbessern. Neben der technischen Ausstattung oder der finanziellen Unterstützung von Familien dürften dabei insbesondere pädagogische Konzepte im Mittelpunkt stehen, die dazu geeignet sein sollten, bei schwierigen Ausgangsbedingungen, wie (zu) hohen Klassenstärken, großer Heterogenität der Sprachkompetenzen im Einschulungsalter und vielfältigen Inklusionsaufgaben der Regelschulen, Bildungsinhalte zu vermitteln.

### Bildungsinfrastruktur und Bildungsinput

Schulstufen in Nordrhein-Westfalen sind die Primarstufe, die Sekundarstufe I und die Sekundarstufe II. Die Grundschule (auch als Primarstufe bezeichnet) umfasst die Klassen 1 bis 4. Nach der Grundschule können die Eltern für ihre Kinder aus einem Angebot verschiedener Schulformen der Sekundarstufe I wählen, darunter auch die im Jahr 2011 neu eingeführte Sekundarschule. Die Sekundarstufe I umfasst die Klassen 5 bis 10, an Gymnasien mit verkürztem „G8-Bildungsgang“ (Abitur nach Klasse 12 anstatt nach Klasse 13) die Klassen 5 bis 9. Nach Abschluss der Sekundarstufe I besteht die Möglichkeit, an den Gymnasien und Gesamtschulen den Weg zum Abitur (Sekundarstufe II) einzuschlagen und die gymnasiale Oberstufe zu besuchen. Das Abitur kann auch an berufsbildenden Schulen erworben werden.

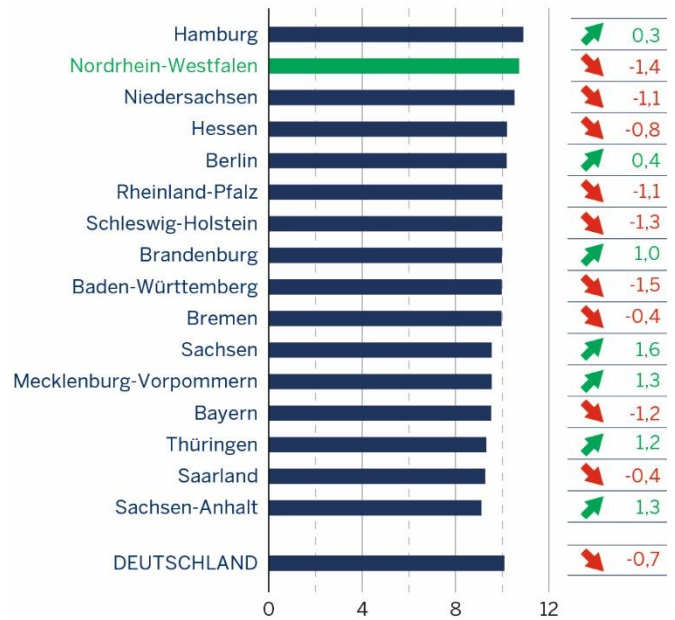
Das Berufskolleg ist eine weitere, mit den beruflichen Schulen anderer Bundesländer vergleichbare Schulform der Sekundarstufe II. Das Berufskolleg vermittelt berufliche Kenntnisse, berufliche Weiterbildung und Berufsabschlüsse. Darüber hinaus können vom Hauptschulabschluss bis zur Allgemeinen Hochschulreife alle allgemeinbildenden Abschlüsse erworben bzw. nachgeholt werden (MSB NRW 2020).

Im Schuljahr 2018/19 gab es in Nordrhein-Westfalen 5.518 Schulen, darunter 540 private und 4.978 öffentliche Schulen. Neben den 57 Waldorfschulen, die alle Schulstufen umfassen, gab es 65 Grundschulen, sieben Hauptschulen, neun Sekundarschulen, 54 Realschulen, 33 Gesamtschulen, 114 Gymnasien, 79 Förderschulen und 131 berufliche Schulen in privater Trägerschaft, denen 2.716 Grund-, 236 Haupt-, 105 Sekundar-, 375 Real-, 307 Gesamt-, 418 Förderschulen, 511 Gymnasien und 258 berufliche Schulen des öffentlichen Schulsystems gegenüberstanden (MSB NRW, 2019).

Mit 10,7 Schülerinnen und Schülern je 100 Einwohner im Jahr 2020 war der Anspruch an die Versorgung der Bevölkerung mit Bildungsinfrastruktur in Nordrhein-Westfalen höher als in fast allen anderen Bundesländern (Abb. 2.1.1). In Deutschland insgesamt waren es genau zehn Schülerinnen und Schüler, in den neuen Bundesländern deutlich weniger als zehn. Unterdurchschnittliche Schülerzahlen sind ein Kennzeichen des demographischen Wandels, der in den neuen Bundesländern besonders weit fortgeschritten ist. Allerdings nahm die

Zahl der Schülerinnen und Schüler in Relation zur Bevölkerung in den neuen Bundesländern gegenüber 2011 um jeweils mehr als eine Schülerin bzw. einen Schüler je 100 Einwohner zu, in Nordrhein-Westfalen ging die Schülerzahl dagegen um mehr als eine Schülerin bzw. einen Schüler je 100 Einwohner zurück.

Abb. 2.1.1: Schülerinnen und Schüler je 100 Einwohner, 2020 und Veränderung gegenüber 2011



Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis 2022a, 2022b).

Da das Schulwesen in den Bundesländern unterschiedlich aufgebaut ist, sind Vergleiche des Anteils der Schülerinnen und Schüler in bestimmten Schulformen nur begrenzt aussagekräftig. Dennoch soll, auch als Kennzeichen der Bildungsinfrastruktur, der Anteil der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien im Ländervergleich betrachtet werden, um durch die zeitliche Veränderung mögliche Schwerpunktverlagerungen zwischen den Schulformen zu untersuchen. Mit 26,1% entsprach der Schüleranteil an Gymnasien in Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020 etwa dem Bundesdurchschnitt (26,6%) (Abb. 2.1.2). Mit einem Rückgang des Schüleranteils an Gymnasien von -2,2 Prozentpunkten gegenüber 2011 lag die Entwicklung in Nordrhein-Westfalen leicht über dem Bundestrend (-1,4). Besonders hohe Schüleranteile (ca. 30%) entfielen auf Gymnasien in Hessen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz, geringe Anteile auf die in Bremen (16,7%) und Brandenburg (21,2%).

Abb. 2.1.2: Anteil der Schülerinnen und Schüler an Gymnasien, 2020, in % und Veränderung gegenüber 2011, in %-Punkten



Eigene Darstellung nach Angaben des BBSR (2019) und des Statistischen Bundesamts (Destatis 2022a, 2022c).

In Bezug auf die Zahl der Schülerinnen und Schüler an Berufsschulen des Bundes und der Länder lag NRW mit 19,3 Schülerinnen und Schülern je 1.000 Einwohner (2017) leicht über dem Bundesdurchschnitt (18,6 Berufsschüler je 1.000 Einwohner). Geringere Zahlen von Schülerinnen und Schülern an staatlichen Berufsschulen kennzeichnen alle neuen Bundesländer sowie Berlin. Gegenüber 2011 ist die Zahl der Berufsschülerinnen und Berufsschüler in Relation zur Bevölkerung in allen Bundesländern zurückgegangen, wobei die Rückgänge den Bundestrend (-1,8 Berufsschüler je 1.000 Einwohner) in den neuen Bundesländern wiederum übertrafen (mit Ausnahme von Sachsen). In Nordrhein-Westfalen ging die Zahl der Berufsschülerinnen und -schüler ebenfalls stärker zurück (-2,8) als in Deutschland insgesamt. In Bayern lag deren Zahl mit 21,5 je 1.000 Einwohner über dem Bundesdurchschnitt und ging mit -0,8 je 1.000 Einwohner weniger stark zurück als in Deutschland insgesamt.

Betrachtet man das Ausbildungsengagement der Unternehmen in Relation zur Zahl der Beschäftigten, zeigt sich ebenfalls ein deutliches West-Ost-Gefälle, wobei die Auszubildendichte 2020 insbesondere in Schleswig-Holstein und Niedersachsen über dem Bundesdurchschnitt lag (Abb. 2.1.3). Auch NRW lag mit etwa 41 Auszubildenden je 1.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten über dem Bundesdurchschnitt (38).

Abb. 2.1.3: Auszubildende je 1.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, 2020 und Veränderung gegenüber 2011



Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis 2022d, 2022e).

Die Zahl der Studierenden an Universitäten und Fachhochschulen je 1.000 Einwohner war 2020 in NRW höher als in den meisten anderen Flächenstaaten und lag mit gut 42 deutlich über dem Bundesdurchschnitt (35). Die Stadtstaaten – Städte mit großen Universitätsstandorten – lagen erwartungsgemäß über dem Bundesdurchschnitt, angeführt von Hamburg mit 62 Studierenden je 1.000 Einwohner. Nachholbedarf ist in dieser Hinsicht nicht nur den neuen Bundesländern zu bescheinigen. Auch in den weniger urbanen Bundesländern Baden-Württemberg und Bayern wurden verhältnismäßig weniger Studierende ausgebildet als in NRW und Hessen (Abb. 2.1.4). Zudem hat die Zahl der Studierenden in Relation zur Bevölkerung in NRW seit 2011 auch stark zugenommen (+8,9 je 1.000 Einwohner, gegenüber 5,5 im Bundesdurchschnitt).

Die Auswertungen im vorliegenden Abschnitt geben zunächst einen Überblick über die Bildungsinfrastruktur und den Bildungsinpult im Ländervergleich. Genauere Auswertungen zu den thematischen Schwerpunkten des Bildungsinpults und Bildungsausgults im Ländervergleich sind Gegenstand der noch folgenden vertiefenden Betrachtung der Bedeutung von MINT-Fächern.



Abb. 2.1.4: Studierende an Universitäten und Fachhochschulen je 1.000 Einwohner, 2020 und Veränderung gegenüber 2011



Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis 2012b, 2021f, 2022b).

Eine grundlegende Kenngröße des Bildungsinputs ist der für Bildungszwecke verwendete Mitteleinsatz. Untersucht man die Ausgaben der öffentlichen Haushalte im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt (BIP), so erscheint das West-Ost-Gefälle in einem anderen Licht (Abb. 2.1.5).

Abb. 2.1.5: Ausgaben für Bildung als Anteil am BIP, 2020, in % und Veränderung gegenüber 2010, in %-Punkten



Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis 2021g).

Mit Anteilen der Ausgaben für Bildung am BIP von über 5% lagen die neuen Bundesländer im Jahr 2020 über dem Bundesdurchschnitt von 4,8%. In NRW lag der BIP-Anteil leicht

unter dem Bundesdurchschnitt, in den wirtschaftsstarken Ländern Baden-Württemberg und Bayern lag er mit jeweils 3,9% dagegen sogar deutlich darunter. Der Bildungsanteil am BIP nahm in Deutschland zwischen 2010 und 2020 um rund 0,7 Prozentpunkte zu, und auch in NRW verzeichneten die Bildungsausgaben in Relation zum BIP eine ähnliche Zunahme (+0,6 Punkte). Untersucht man dagegen die Ausgaben für öffentliche Schulen je Schüler, lag Nordrhein-Westfalen mit 7.500 € (2020) unter den Bundesländern auf dem letzten Platz (Destatis 2022f). Thüringen lag ebenso wie Bayern und die Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen über dem Bundesdurchschnitt von 8.500 € je Schüler. Im Zeitraum von 2011 bis 2017 nahmen die Ausgaben je Schüler in Deutschland insgesamt um 18,3% zu. NRW verzeichnete mit 19,2% eine leicht überdurchschnittliche Zunahme.

Die Ausstattung mit Hochschulpersonal zeigt Abbildung 2.1.6 anhand der Betreuungsrelation auf. Hessen weist hier die ungünstigste Relation aller Bundesländer auf, dicht gefolgt von Nordrhein-Westfalen.

Abb. 2.1.6: Betreuungsrelation – Studierende in Relation zum wissenschaftlichen und künstlerischen Hochschulpersonal, 2020 und Veränderung gegenüber 2010



Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis 2021f).

Jeder Wissenschaftler bzw. jede Wissenschaftlerin an einer Hochschule betreut in Hessen fast doppelt so viele Studierende (14,6) wie in Sachsen (unter 7). In NRW war die Betreuungsrelation im Jahr 2020 mit 12,8 Studierenden je Hochschullehrerin bzw. Hochschullehrer ebenfalls sehr ungünstig. In Bayern (9,7) und Baden-Württemberg (8,8) ist die Betreuungssituation dagegen besser als im Bundesdurchschnitt (10,8). Verbessert hat sich die Situation im Laufe des Jahrzehnts in NRW nur leicht, denn seit 2010 nahm die Zahl der zu betreuenden Studierenden pro Wissenschaftler bzw. Wissenschaftlerin ein wenig ab (-0,3).

Wenn man die Mittelausstattung pro Schülerin und Schüler bzw. Studierenden als Maßstab zugrunde legt, ist NRW im Bundesländervergleich besonders schlecht ausgestattet, leistet sich also einen vergleichsweise geringen finanziellen Bildungsinput. Berücksichtigt man bei der Beurteilung des Bildungsinputs allerdings die Relation zum Bruttoinlandsprodukt, so zeigt sich NRW für einen Flächenstaat mit einem verhältnismäßig starken Bildungsinput und übertrifft insbesondere die wirtschaftsstarke Länder Baden-Württemberg und Bayern deutlich (s. nochmals Abb. 2.1.5). Die Unternehmen in NRW engagieren sich zudem, gemessen an den Auszubildenden im Verhältnis zu den Beschäftigten, intensiv in der beruflichen Ausbildung.

### Bildungoutput: Abschlussprüfungen und Absolventen

Berücksichtigt man den wirtschaftlichen Handlungsspielraum der öffentlichen Haushalte, weist Nordrhein-Westfalen vergleichsweise hohe Bildungsinvestitionen auf. Inwiefern dabei den aktuellen Herausforderungen in Zusammenhang mit dem digitalen Wandel begegnet wird und wie NRW sich diesbezüglich im Ländervergleich positioniert ergibt sich aus einer genaueren Betrachtung des Bildungsinputs und -outputs in Bezug auf die entsprechenden Fachgebiete.

Einen weiteren Untersuchungsgegenstand bildet die Qualifikation der Erwerbstätigen. Sie lässt zwar keine unmittelbaren Rückschlüsse auf das Bildungssystem zu, da viele Berufstätige zugewandert sind und außerhalb des Bundeslands ausgebildet wurden. Die bereits berufstätigen Personen sind jedoch neben den Schülerinnen und Schülern, Studierenden und Auszubildenden die wesentliche für die Bewältigung des digitalen Wandels maßgebende Bevölkerungsgruppe, sodass entsprechende Indikatoren Teil der vorliegenden Bestandsaufnahme sind.

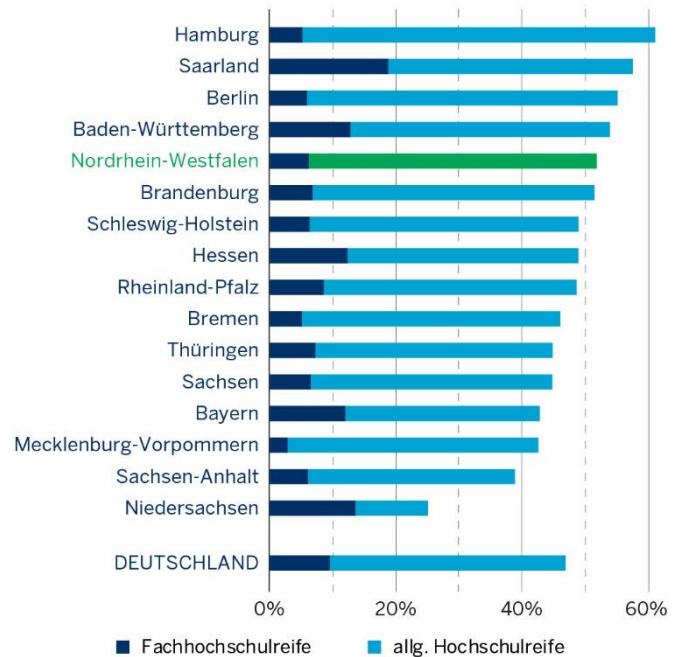
Im Folgenden wird anhand grundlegender Messgrößen zunächst der Bildungoutput anhand der Bevölkerungsanteile mit allgemeiner Hochschulreife sowie Fachhochschulreife und mit Studienabschluss im Ländervergleich untersucht.

Im Jahr 2020 haben 37% der 18- bis 21-Jährigen in Deutschland ihre Schullaufbahn mit der allgemeinen Hochschulreife, rund 10% mit Fachhochschulreife abgeschlossen. In Bezug auf den Absolventenanteil mit allgemeiner Hochschulreife lagen die Stadtstaaten Berlin (49%) und Hamburg (56%) an der Spitze, aber auch NRW und Baden-Württemberg mit gut 45% bzw. 41% über dem Bundesdurchschnitt. Bayern bildete dagegen mit nur 31% gemeinsam mit Sachsen-Anhalt das bundesweite Schlusslicht. Angesichts der Wirtschaftsstärke Bayerns zeigt sich anhand dieses Indikators sehr anschaulich, dass, wie oben erläutert, keine einfachen Rückschlüsse von Basisgrößen des Bildungoutputs (oder des -inputs) auf die Leistungsfähigkeit regionaler Innovationssysteme möglich sind.

Bildungseinrichtungen konzentrieren sich in Großstädten, sodass im ländlich geprägten Bayern bestimmte Indikatoren des Bildungsinputs und -outputs teilweise einen vergleichsweise geringen Entwicklungsstand aufzeigen, wenn das Abitur als

Maßstab angelegt wird. Bereits der Anteil der entsprechenden Alterskohorten (18-21 Jahre) mit Fachhochschulreife zeichnet ein verändertes Bild. Mit rund 12% (Bayern) bzw. knapp 13% (Baden-Württemberg) lagen die süddeutschen Bundesländer 2020 über dem Bundesdurchschnitt, NRW mit rund 6% dagegen deutlich darunter (Abb. 2.1.7).

Abb. 2.1.7: Anteil der Studienberechtigten mit allgemeiner Hochschulreife oder Fachhochschulreife an der gleichaltrigen Bevölkerung, 2020, in %



Eigene Darstellung nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis 2021f).

Misst man den Bildungoutput an der Zahl der Hochschulabsolventinnen und -absolventen an der Bevölkerung, lag NRW 2020 mit 3,7 Absolventen je 1.000 Einwohner leicht über dem Bundesdurchschnitt (3,4) und gleichauf mit Bayern (Abb. 2.1.8). Bremen lag gemeinsam mit den beiden anderen Stadtstaaten Berlin und Hamburg an der Spitze. Der hohe Anteil von Beschäftigten ohne Berufsabschluss dürfte für NRW die wirtschaftliche Entwicklung gehemmt haben (Abb. 2.1.9). Auch Baden-Württemberg verzeichnet einen vergleichsweise hohen Anteil an Beschäftigten ohne Schulabschluss. Im Zeitraum von 2012 bis 2021 ging ihr Anteil an den Beschäftigten dort allerdings – im Gegensatz zu NRW – zurück.

Abb. 2.1.8: Absolventinnen und Absolventen der Universitäten und Fachhochschulen je 1.000 Einwohner, 2020 und Veränderung gegenüber 2010



Eigene Berechnung nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis 2022b, 2021f).

Abb. 2.1.9: Anteil der Beschäftigten am Wohnort ohne Berufsabschluss, 2021, in % und Veränderung gegenüber 2012, in %-Punkten



Eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2018, 2022).

### Bedeutung der MINT-Bildung in NRW

Informationen über den Stellenwert der für die Bewältigung des digitalen Wandels bedeutenden MINT-Fächer sowie der Nutzung digitaler Medien gehen aus den Statistiken des Bundes und der Länder nur begrenzt hervor. Daher wird im Folgenden auf die Ergebnisse verschiedener Studien zugegriffen, insbesondere auf Daten des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB), das als wissenschaftliche Einrichtung der Bundesländer Bildungsstandards überprüft, sowie auf Daten aus einer Studie der Telekom-Stiftung zu digitalen Kompetenzen der Schülerinnen bzw. Schülern und Lehrkräfte.

Wie erläutert, lassen die vorgenommenen Analysen wichtiger Indikatoren zur Bildungsinfrastruktur sowie zum Bildungsinput und Bildungsoutput keine unmittelbaren Rückschlüsse darauf zu, inwieweit das Bildungssystem als Teil des Innovationssystems die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit oder die Adaptionsfähigkeit des Landes an die Herausforderungen der digitalen Transformation unterstützt bzw. fördert. Ebenso kann nicht eindeutig festgestellt werden, welche inhaltlichen Schwerpunktlegungen auf den verschiedenen Stufen des Bildungssystems wünschenswert sind, um den anstehenden Aufgaben im Zusammenhang mit der Digitalisierung in besonderem Maße gerecht zu werden. Wichtig ist jedoch eine Bestandsaufnahme darüber, welche Rolle MINT-Fächer und Digitalisierung im Bildungssystem spielen und welcher Fortschritt in dieser Hinsicht in NRW im Ländervergleich erzielt wurde.

Den Ergebnissen der Studien des IQB-Bildungstrends von 2018 (IQB 2019) und des IQB-Ländervergleichs von 2012 (IQB 2013) zufolge liegen die Mittelwerte der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler der 9. Klasse aller Schulen in Mathematik in NRW unter dem entsprechenden Bundesdurchschnitt (siehe dazu im Abschnitt „Potenziale von Künstlicher Intelligenz/Maschinenlernen für Nordrhein-Westfalen“ die Abb. 5.3.1). Am IQB-Bildungstrend nahmen knapp 45 Tsd. Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe aus insgesamt 1.462 Schulen in allen Bundesländern teil. In Mathematik und den Naturwissenschaften (Biologie, Chemie und Physik) wurde jeweils ein gewisses Spektrum an Kompetenzen getestet. Die Testergebnisse wurden für jedes Fach zu einem Index zusammengefasst, der in Deutschland insgesamt für alle Schulformen den Mittelwert 500 erreicht. In Gymnasien wurde in Mathematik im Jahr 2018 bundesweit der Mittelwert 578 erreicht.

An der Spitze lagen den Ergebnissen von 2018 zufolge neben Baden-Württemberg und Bayern die neuen Bundesländer Sachsen und Thüringen. Gegenüber 2012 verzeichnete NRW allerdings wie die beiden süddeutschen Bundesländer – im Gegensatz zu allen anderen Bundesländern – eine moderate Verbesserung der gemessenen Kompetenzen.

Leicht unterdurchschnittliche Kompetenzen in Mathematik bescheinigt auch die Beschränkung der Betrachtung auf die Mittelwerte der Schülerinnen und Schüler der 9. Klasse der Gymnasien (Abb. 2.1.10). Die Ergebnisse gegenüber dem Jahr 2012 wiesen hier nur in Bayern, Hamburg und Sachsen eine Verbesserung auf. Ähnliche Befunde ergeben sich auch, wenn man alle Schulformen betrachtet (vgl. Abb. 5.3.1 in Kapitel 5).



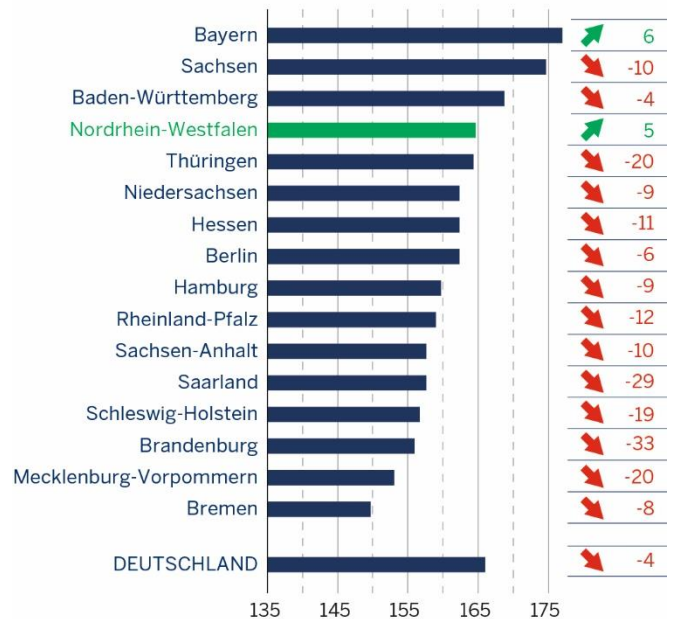
Abb. 2.1.10: Mittelwerte der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe der Gymnasien in Mathematik, 2018 und Veränderung gegenüber 2012



Eigene Darstellung nach Angaben von IQB (2013 und 2019).

Leicht unterdurchschnittlich schnitten die Schülerinnen und Schüler in NRW auch in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik ab. Allerdings liegt NRW immerhin direkt hinter den mit Abstand führenden Ländern Baden-Württemberg, Bayern und Sachsen und ist neben Bayern das einzige Bundesland, in dem sich die gemessenen Werte seit 2012 verbessert haben (Abb. 2.1.11). Die Gymnasien verzeichnen in NRW wiederum unterdurchschnittliche Werte und zeigen keine Verbesserung gegenüber 2012.

Abb. 2.1.11: Mittelwerte der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe aller Schulen in Naturwissenschaften, 2018 und Veränderung gegenüber 2012



Eigene Darstellung nach Angaben von IQB (2013 und 2019).

Die organisatorischen Bedingungen für die Teilnahme an Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer unterscheiden sich zwischen den Bundesländern. Die Vergleichbarkeit entsprechender Teilnahmequoten ist deshalb sicher eingeschränkt. Lässt man diese länderspezifischen Voraussetzungen außer Acht, zeigt sich, dass die Voraussetzungen für den Besuch von Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte in NRW offenbar besonders ungünstig sind und diesbezüglich gegenüber 2012 keine Verbesserung eingetreten ist (Abb. 2.1.12).

Auch die Schwerpunkte der beruflichen Ausbildung liegen – sicher im Einklang mit entsprechenden Tätigkeitsschwerpunkten der Unternehmen – in NRW im Ländervergleich in unterdurchschnittlichem Maße auf MINT-Berufen (Abb. 2.1.13). An der Spitze liegen auch in dieser Hinsicht die süddeutschen sowie mehrere neue Bundesländer (vor allem Thüringen als „Spitzenreiter“, Sachsen und Sachsen-Anhalt). Zwar hat der Anteil an den Ausbildungsabsolventinnen und -absolventen in MINT-Fächern gegenüber 2010 in NRW wie in allen Ländern zugenommen, mit +4,3 Prozentpunkten liegt die Zunahme allerdings unter dem Wert auf Bundesebene (+4,7 Prozentpunkte).

In der Hochschulausbildung zeigen sich anhand der Absolvenzzahlen der Universitäten und Fachhochschulen die stärksten Schwerpunktlegungen auf MINT-Fächer in Bayern und Baden-Württemberg. NRW liegt hier mit einem Anteil von etwa 35% nahe am Bundesdurchschnitt (Abb. 2.1.14).



Abb. 2.1.12: Teilnahmequoten besuchter Fortbildungsveranstaltungen von Lehrkräften in Mathematik und Naturwissenschaften, 2016/17 und 2017/18, in % und Veränderung gegenüber 2010/11 und 2011/12, in %-Punkten



Eigene Darstellung nach Angaben von IQB (2013 und 2019).

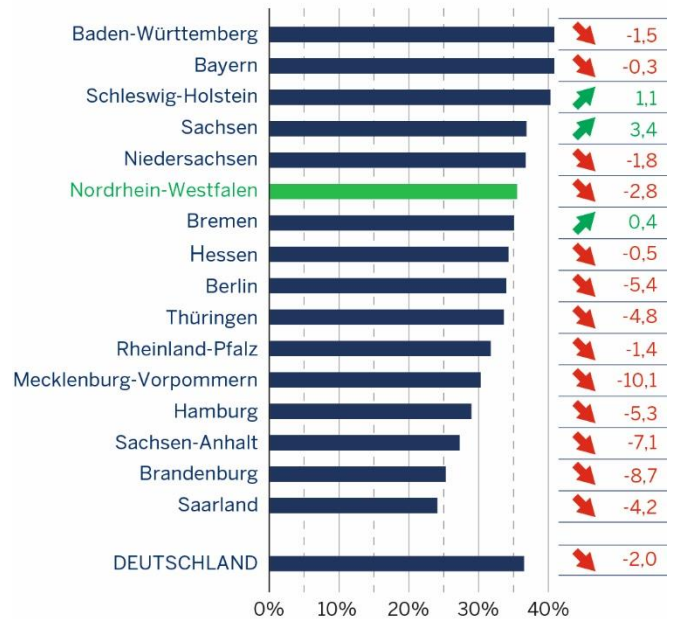
Abb. 2.1.13: Anteil der Absolventinnen und Absolventen in MINT-Ausbildungsberufen an allen Absolventen, 2019, in % und Veränderung 2010 bis 2020, in %-Punkten



Eigene Berechnungen nach Angaben des BIBB (2022).

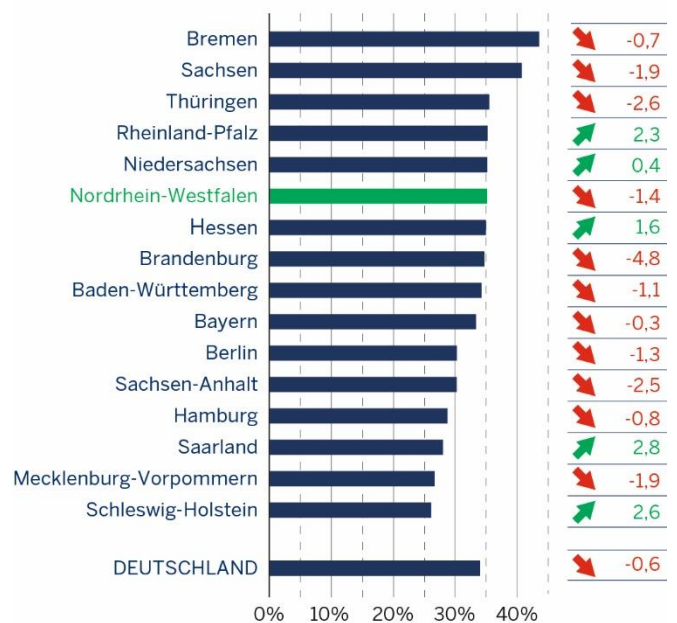
Mit einem Anteil von 35% des Personals in MINT-Fächern am gesamten wissenschaftlichen Hochschulpersonal liegt NRW leicht über dem Bundesdurchschnitt von 34% und vor den süddeutschen Bundesländern (Abb. 2.1.15).

Abb. 2.1.14: Anteil der Absolventinnen und Absolventen in MINT-Fächern an allen Absolventinnen und Absolventen (Bestandene Prüfungen von Bachelorabsolventinnen und -absolventen), 2018, in % und Veränderung gegenüber 2012, in %-Punkten



Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis 2020a).

Abb. 2.1.15: Anteil des wissenschaftlichen Personals in MINT-Fächern am gesamten Hochschulpersonal, 2020, in % und Veränderung gegenüber 2010, in %-Punkten

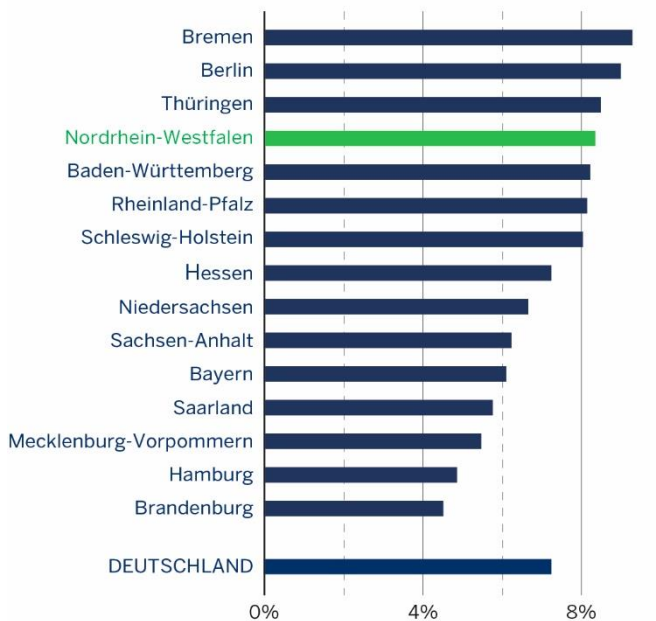


Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis 2011 und 2021a).

Untersucht man die „Nachwuchsbildung“ in den Ingenieurwissenschaften, indem man die Absolventinnen und Absolventen auf die Zahl der Beschäftigten bezieht, zeigt sich in NRW in diesem Bereich ein starkes Engagement. Je 100 sozialversi-

cherungspflichtig Beschäftigten in Ingenieursberufen beendeten im Jahr 2018 in NRW 8,4 Absolventinnen und Absolventen erfolgreich ihr Studium, im Bundesdurchschnitt waren es 7,2 (Abb. 2.1.16).

Abb. 2.1.16: Absolventinnen und Absolventen in Ingenieurwissenschaften je 100 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Ingenieursberufen, 2018, in %



Eigene Berechnungen nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2019) und des Statistischen Bundesamts (Destatis 2020f).

Die Bilanz des Bildungsoutputs in MINT-Fächern innerhalb des NRW-Bildungssystems fällt im Ländervergleich insgesamt gemischt aus. Kompetenzmessungen in den 9. Klassen bescheinigen den NRW-Schülerinnen und -Schülern leicht unterdurchschnittliche Ergebnisse, zum Teil aber Verbesserungen gegenüber 2012 (in naturwissenschaftlichen Fächern). Nachholbedarf besteht in Bezug auf Fortbildungsmaßnahmen der Lehrerinnen und Lehrer, wobei diesen Anstrengungen angesichts des Lehrermangels und der oftmals schon (zu) großen Klassenstärken Grenzen gesetzt sein dürften.

Sollten grundsätzliche Voraussetzungen wie die Vermeidung von Unterrichtsausfällen und angemessene Klassenstärken gewährleistet sein, stellen die Unterstützung der Lehrerinnen und Lehrer bei der Fortbildung und bei der Aktualisierung ihres Fachwissens wichtige Voraussetzungen dar, um innerhalb des Bildungssystems zur Anpassung von NRW an die digitale Transformation beizutragen.

Auf der Ebene der Hochschulausbildung liegt NRW in Bezug auf die MINT-Schwerpunktleitung, gemessen an den Absolventenzahlen sowie an den Anteilen des wissenschaftlichen Personals, im Bundestrend bzw. weist hinsichtlich der Absolventenanteile in den Ingenieurwissenschaften sogar eine leicht überdurchschnittliche Schwerpunktbildung auf. Im Vergleich zu den sehr wirtschaftsstarke süddeutschen Bundesländern, die die wichtigste Referenzgruppe darstellen, lässt NRW somit hinsichtlich der MINT-Ausbildung Nachholbedarfe in der schulischen und beruflichen Ausbildung erkennen, wo-

hingegen auf der Hochschulebene bereits eine mit den süddeutschen Bundesländern vergleichbare bzw. diese teilweise sogar übertreffende MINT-Schwerpunktleitung (etwa in den Ingenieurwissenschaften) vorliegt.

### Digitale Transformation des Bildungssystems

Eine Bestandserhebung zu den digitalen Kompetenzen der Lehrkräfte und der Schülerinnen und Schüler im Bundesländervergleich liegt in Form einer Repräsentativbefragung vor, die in den Jahren 2015 bis 2017, sowie 2021 im Auftrag der Telekom-Stiftung durchgeführt wurde (Deutsche Telekom Stiftung 2017, Lorenz et al. 2021). Im Jahr 2021 wurden zu diesem Zweck bundesweit 1.512 Lehrkräfte der Sekundarstufe I an allgemeinbildenden Schulen zu folgenden Themenschwerpunkten befragt:

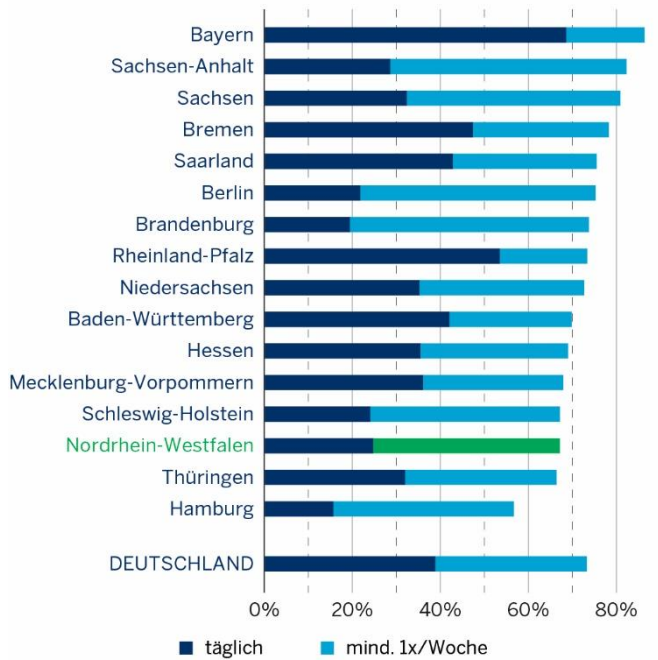
- IT-Ausstattung der Schulen und IT-Support,
- Nutzung digitaler Medien im Unterricht,
- Förderung der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler,
- Kompetenzen der Lehrkräfte im Umgang mit digitalen Medien im Unterricht,
- Entwicklungen durch Investitionsmaßnahmen,
- Entwicklungen durch die Corona-Pandemie,
- Fortbildung von Lehrkräften

Zu den im Ländervergleich relevanten grundlegenden Fragen gehört, ob und wie häufig digitale Medien im Unterricht genutzt werden. Die Befragung zeigt für 2021 deutliche Unterschiede zwischen den Bundesländern auf. Im Bundesdurchschnitt nutzten 34% der befragten Lehrkräfte nach eigener Aussage mindestens einmal pro Woche digitale Medien, 39% nutzten sie sogar täglich (Abb. 2.1.17). NRW lag mit einem Anteil von 25% bei der täglichen und 42% bei der wöchentlichen Nutzung in der Summe beider Anteile unterhalb des Deutschland-Durchschnitts.

Die nach eigener Aussage „tägliche“ Nutzung war in Bayern am häufigsten anzutreffen. Für 69% der befragten Lehrkräfte gehörte dort 2021 die Nutzung digitaler Medien zum Alltag. An zweiter Stelle im Länderranking lag in dieser Hinsicht Rheinland-Pfalz (54%). Baden-Württemberg lag mit 42% auch über dem Bundesdurchschnitt, NRW mit 25% aber weit darunter.

Hinsichtlich der nach eigener Angabe „wöchentlichen“ Nutzung digitaler Medien lag NRW mit 42% der befragten Lehrkräfte über dem Bundesdurchschnitt, Baden-Württemberg und Bayern lagen mit 28% und 18% unter dem Bundesdurchschnitt. In Brandenburg war der Anteil der wöchentlichen Nutzer mit 54% am höchsten, der Anteil der „täglichen“ Nutzer lag hier allerdings mit 20% unter dem Bundesdurchschnitt.

Abb. 2.1.17: Nutzung digitaler Medien in Schulen: Nutzungshäufigkeit digitaler Medien im Unterricht, 2021, in %



Eigene Darstellung nach Angaben von Lorenz et al. (2021).

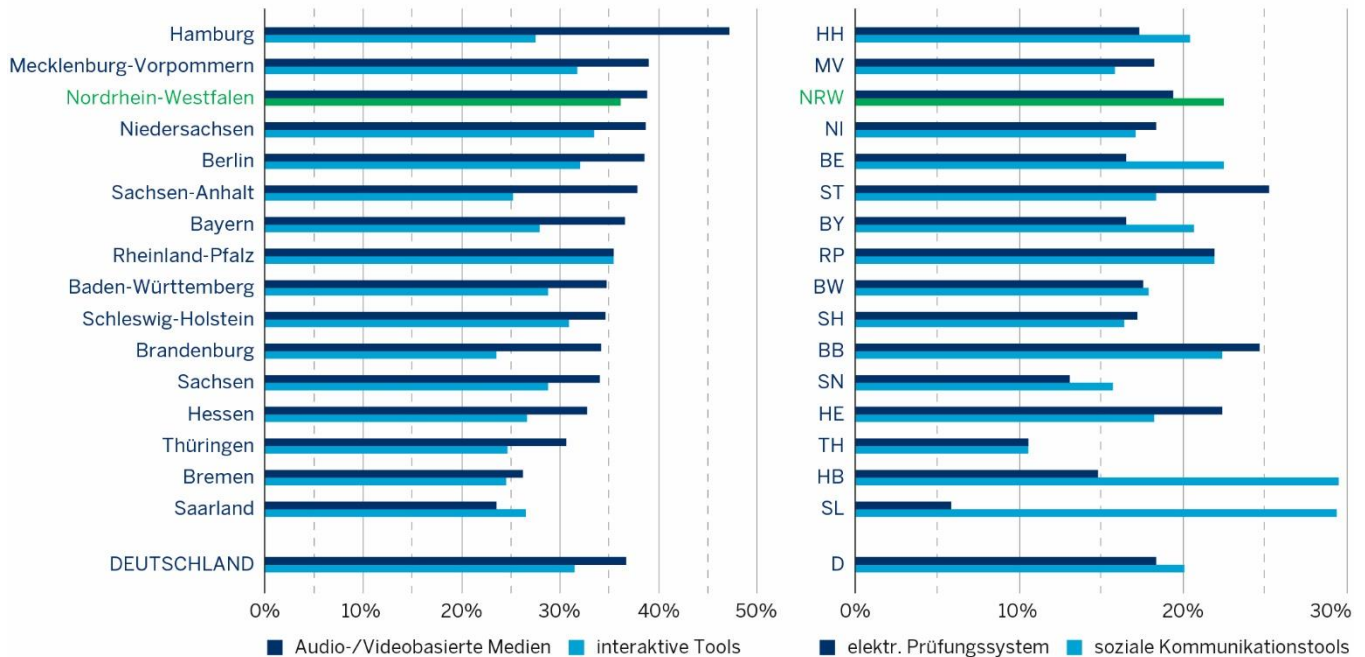
Ausgewählte Schülerkompetenzen sowie der Zugang von Lehrkräften zu digitalen Medien werden in der Studie mit Hilfe eines Stufensystems bewertet. Die Auswertung wurde dabei exemplarisch auf die Stufen 3 (Anteile der Lehrpersonen, die

angeben, dass sie mit den Schülerinnen und Schülern üben, wie man im Internet navigiert, z.B. unter Anwendung einer Suchmaschine) und 5 (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) ausgerichtet.

In NRW wurde nach Angabe der befragten Lehrkräfte die Navigation im Internet eher selten im Unterricht eingeübt (Stufe 3), während NRW aber in Bezug auf das gemeinsame Hinterfragen von Inhalten aus dem Internet innerhalb des Unterrichts im Mittelfeld der Bundesländer lag. Der Zugang zu digitalen Medien zur Nutzung im Unterricht war nach Aussage des Lehrpersonals in NRW sogar relativ gut.

Der 2019 durchgeführten Hochschulbefragung zufolge werden die klassischen digitalen Medien und Kommunikationstools wie digitale Präsentationen, Emails oder fachspezifische Datenbanken in der Hochschulausbildung in allen Bundesländern breit genutzt. Digitale Tools jenseits der klassischen digitalen Medien (z.B. soziale Kommunikationstools) werden in NRW im Ländervergleich sogar überdurchschnittlich häufig genutzt (Abb. 2.1.18).

Abb. 2.1.18: Nutzung digitaler Medien an Hochschulen, 2019, in %



N = 4.12

Eigene Darstellung der RWI/CEIT-Hochschulbefragung 2019.