



Sonderkapitel Digitalisierung

INSM-Bildungsmonitor 2022

Anger, Dr. Christina

INSM

Köln, 21.06.2021

Gutachten



Herausgeber

Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V.

Postfach 10 19 42

50459 Köln

Das Institut der deutschen Wirtschaft (IW) ist ein privates Wirtschaftsforschungsinstitut, das sich für eine freiheitliche Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung einsetzt. Unsere Aufgabe ist es, das Verständnis wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Zusammenhänge zu verbessern.

Das IW in den sozialen Medien

Twitter

[@iw_koeln](https://twitter.com/iw_koeln)

LinkedIn

[@Institut der deutschen Wirtschaft](https://www.linkedin.com/company/institut-der-deutschen-wirtschaft)

Facebook

[@IWKoeln](https://www.facebook.com/IWKoeln)

Instagram

[@IW_Koeln](https://www.instagram.com/IW_Koeln)

Autoren

Dr. Christina Anger

Senior Economist für Bildung, Zuwanderung
und Innovationen

anger@iwkoeln.de

0221 – 4981-718

Alle Studien finden Sie unter

www.iwkoeln.de

Stand:

Juni 2021

Inhaltsverzeichnis

1	Digitalisierung und Bildung	3
1.1	Zunehmende Bedeutung der Digitalisierung	3
1.1.1	Steigende Nachfrage nach IT-Kräften	3
1.1.2	Beschäftigungsentwicklung in IT-Berufen.....	6
1.1.3	IT-Absolventen	10
1.2	Ausbau der Digitalisierung im Bildungssystem	12
1.2.1	IT-Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern.....	12
1.2.2	Ausstattung der Schulen mit Informations- und Kommunikationstechnologien	16
1.2.3	Nutzung der digitalen Technologien im Unterricht	22
1.2.4	Anpassung der Unterrichtskonzepte und Qualifikation des Lehrpersonals	27
1.3	Handlungsempfehlungen	35
	Tabellenverzeichnis	42
	Abbildungsverzeichnis	43
	Literaturverzeichnis	44

1 Digitalisierung und Bildung

1.1 Zunehmende Bedeutung der Digitalisierung

1.1.1 Steigende Nachfrage nach IT-Kräften

In den kommenden Jahren steht die deutsche Volkswirtschaft vor großen Herausforderungen. Der demografische Wandel führt zu steigenden Fachkräfteengpässen, da die geburtenstarken Jahrgänge aus dem Arbeitsmarkt ausscheiden werden und geburtenschwache Jahrgänge nachrücken. Vor allem den Fachkräften im MINT-Bereich kommt eine große Bedeutung zu, da sie eine besondere Bedeutung für ein ausreichendes Innovationspotenzial haben. Innovationen sind eine Voraussetzung dafür, dass die Herausforderungen von Dekarbonisierung und Digitalisierung bewältigt werden können. Durch die Dekarbonisierung entsteht ein starker Transformationsdruck der deutschen Wirtschaft. Es müssen vermehrt klimafreundlichere Technologien eingesetzt und vermehrt fossile Brennstoffe durch erneuerbare Energien ersetzt werden. Die Digitalisierung wiederum verändert Geschäftsmodelle und ist mit anderen Qualifikationsbedarfen verbunden. Bei diesen Veränderungen ist zu berücksichtigen, dass diese gleichzeitig auftreten und Wechselbeziehungen zwischen den Trends die Komplexität erhöhen. Erschwerend kommt hinzu, dass zusätzlich Veränderungen bei der Globalisierung und der internationalen Arbeitsteilung Auswirkungen auf die Dekarbonisierung und die Digitalisierung haben (Demary et al., 2021).

Vor diesem Hintergrund wurden Unternehmen im Dezember 2020 gefragt, welche Bedeutung diese Trends in den kommenden fünf Jahren für das eigene Unternehmen haben werden. Dabei zeigen sich zwischen den befragten Branchengruppen deutliche Unterschiede (Tabelle 1-1).

Tabelle 1-1: Stellenwert von Demografie, Dekarbonisierung und Digitalisierung für die Unternehmen

Dezember 2020; Angaben: eher groß oder sehr groß, in Prozent

	Fachkräftesicherung	Energiewende	Digitalisierung
Chemie, Pharma, Gummi und Kunststoff	60,1	56,4	47,6
Metallerzeugung und -bearbeitung sowie Herstellung von Metallerzeugnissen	76,0	53,1	54,0
Maschinenbau, Elektroindustrie, Fahrzeugbau	61,4	27,5	58,2
Andere Branchen des Verarbeitenden Gewerbes	63,6	33,3	54,2
Energie-, Wasserversorgung, Entsorgung	54,2	78,9	52,5
Bauwirtschaft	79,5	33,8	59,9
Großhandel/Logistik	60,7	35,0	68,0
Unternehmensnahe Dienstleister	68,4	28,8	79,1
Gesamt	68,0	38,3	65,1

Quelle: Demary et al., 2021

Während die Energiewende vor allem für Unternehmen der Branchengruppe Energie-, Wasserversorgung, Entsorgung am häufigsten als Thema mit hohem Stellenwert für die kommenden fünf Jahren eingeordnet wird, wird die Digitalisierung am häufigsten von Unternehmen der Branchengruppen Unternehmensnahe Dienstleister und Großhandel/Logistik genannt. Bei den anderen sechs befragten Branchengruppen hat die Fachkräftesicherung beim größten Anteil der befragten Unternehmen einen eher großen oder sehr großen Stellenwert für das eigene Unternehmen. Bezogen auf alle befragten Unternehmen ordnen dies 68 Prozent der Unternehmen so ein. Die Digitalisierung hat für 65,1 Prozent der Unternehmen einen eher großen oder sehr großen Stellenwert, die Energiewende für 38,3 Prozent.

Für die Forschungsaktivitäten der Unternehmen spielt der Klimaschutz eine wichtige Rolle. Für die Entwicklung klimafreundlicher Technologien und Produkte sind aus Sicht der Unternehmen in den kommenden fünf Jahren vor allem MINT-Experten von besonderer Bedeutung. So erwarten 19 Prozent der Unternehmen speziell zur Entwicklung klimafreundlicher Technologien und Produkte einen zusätzlichen Bedarf an Ingenieuren und Umweltingenieuren und 15 Prozent einen steigenden Bedarf an sonstigen MINT-Experten. Einen steigenden Bedarf an IT-Experten erwarten sogar rund 32 Prozent der Unternehmen. In den für die Gesamtbeschäftigung besonders relevanten größeren Unternehmen sind die Erwartungen eines steigenden Bedarfs mit 43 Prozent bei Ingenieuren/Umweltingenieuren, 32 Prozent bei sonstigen MINT-Experten und 63 Prozent bei IT-Experten noch einmal deutlich größer (Tabelle 1-2).

Tabelle 1-2: Bedarf an Fachkräften speziell zur Entwicklung klimafreundlicher Technologien und Produkte in den kommenden fünf Jahren

Dezember 2020

		Alle Unternehmen	Unternehmen ab 250 Beschäftigte
Ingenieure/ Umweltingenieure	sinken	7,1	1,8
	gleich bleiben	74,0	55,1
	steigen	18,9	43,1
IT-Experten	sinken	5,4	1,8
	gleich bleiben	62,9	35,0
	steigen	31,7	63,2
Sonstige MINT-Experten	sinken	8,0	4,0
	gleich bleiben	77,4	64,1
	steigen	14,6	32,0

Quellen: Demary et al., 2021; IW-Zukunftspanel, n=1.190-1.204

Die hohe Bedeutung der IT-Experten ergibt sich auch daraus, dass zur Steigerung der Ressourceneffizienz und Energiewende die Digitalisierung ein wesentlicher Hebel sein kann. Sie kann zum Klimaschutz beitragen, indem Produktionsprozesse grundlegend verändert werden. Auch die Anwendung von KI kann einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Dank ihr besteht die Möglichkeit, Angebot und Nachfrage nach Energie besser zu prognostizieren, die Netzauslastung zu optimieren, die Wartung zu verbessern und die Dezentralisierung des Angebots erneuerbarer Energien besser zu steuern. In Transport und Verkehr könnte die Energieeffizienz erhöht, Prozesse verschiedener Verkehrssysteme besser synchronisiert und die Infrastruktur sowie

der Verbrauch von Wasserstoff und E-Mobilität effizienter geplant und gesteuert werden (KI-Bundesverband, 2021). Auch die Energieeffizienz und die Anwendung erneuerbarer Energien in der Landwirtschaft und bei Gebäuden kann mit KI deutlich verbessert werden. Durch einen gezielten Einsatz von KI sind die potenziellen Einspareffekte von Treibhausgasen dabei deutlich größer als der Energieverbrauch für KI oder mögliche Rebound-Effekte, also ansteigender Verbrauch aufgrund der Effizienzsteigerung.

Für die Untersuchung des aktuellen Bedarfs der Unternehmen im Bereich KI betrachteten Büchel/Mertens (2021) rund 7.000 KI-Stellenanzeigen. In 96 Prozent der KI-Stellenanzeigen wird explizit eine Qualifikation gefordert, für die ein Studienabschluss eine Mindestvoraussetzung darstellt. Unter den gewünschten Fachrichtungen dominieren dabei drei MINT-Studiengänge: Informatik (57 Prozent), Wirtschaftsinformatik (32 Prozent) und Mathematik (30 Prozent). Dabei waren Mehrfachangaben möglich.

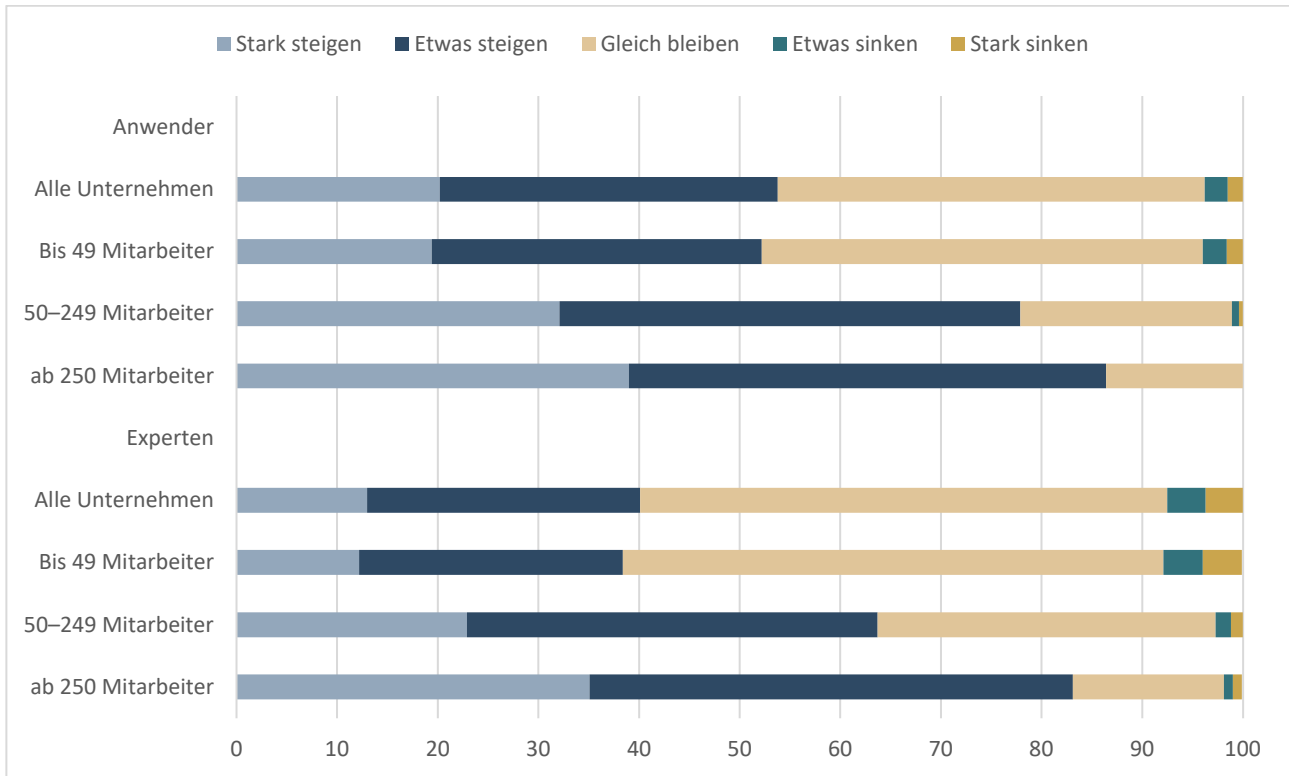
Die Beschäftigung in den IT-Berufen dürfte in Zukunft weiter auch deshalb deutlich zunehmen, da immer mehr Unternehmen versuchen, datengetriebene Geschäftsmodelle umzusetzen, die zunehmend zu einem wettbewerbsentscheidenden Faktor werden. Als Gründe für die Implementierung eines datengetriebenen Geschäftsmodells nennen die befragten Unternehmen vor allem die Sicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit (Fritsch/Krotova, 2020). Unternehmen, die bereits über ein datengetriebenes Angebot verfügen, fühlen sich am meisten von fehlenden Fachexperten gehemmt (Fritsch/Krotova, 2020). Befragt nach den Herausforderungen für die Implementierung datengetriebener Geschäftsmodelle in ihren Unternehmen antworteten 53 Prozent der befragten Unternehmen, dass der Nutzen für das eigene Unternehmen nicht klar ist. Ein ähnlicher Anteil von 53 Prozent weist auf fehlende Fachkräfte als Hemmnis hin (Demary et al., 2021).

Rund 40 Prozent aller befragten Unternehmen erwarten etwas oder stark steigende Bedarfe an Fachkräften mit digitalem Expertenwissen. Dazu gehören etwa Programmierer, KI-Experten oder Data Analysts. Für Fachkräfte mit digitalen Anwenderkenntnissen und Grundkompetenzen liegt der Anteil mit knapp 54 Prozent noch einmal deutlich darüber (Abbildung 1-1). In der Breite sind die Unternehmen insbesondere von einem steigenden Bedarf an Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern mit digitalen Anwender- und Grundkompetenzen betroffen. Die größeren Unternehmen gehen dabei sogar zu 83 Prozent bei Experten und zu 86 Prozent bei Anwendern von etwas oder stark steigenden Bedarfen aus. Ein Sinken des Bedarfs erwartet hingegen nur ein verschwindend geringer Anteil an Unternehmen.

Zahlreiche Studien zeigen, dass der individuelle Erfolg auf dem Arbeitsmarkt signifikant durch die Kompetenzen beeinflusst wird (Hanushek/Wößmann, 2008). Falck et al. (2016) betonen basierend auf Auswertungen der PIAAC-Daten, dass Kompetenzen in Informations- und Kommunikationstechnologien dabei eine besondere Bedeutung auf dem Arbeitsmarkt haben. Der Digitalisierungsschub während der Corona-Krise wird folglich den IT-Fachkräftebedarf weiter erhöhen (Plünnecke, 2020). So zeigt der Digitalisierungsindex, dass die Wirtschaft während der Corona-Pandemie digitaler geworden ist. Treiber für diese Entwicklung ist vor allem eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für eine zunehmende Digitalisierung, dazu gehört eine bessere digitale Vernetzung der Unternehmen. Fortschritte wurden unter anderem auch bei der technischen Infrastruktur erzielt (Büchel/Engels, 2022).

Abbildung 1-1: Bedarf an digital kompetenten Fachkräften nach Unternehmensgröße

Antworten auf die Frage: „Wie verändert sich der Bedarf Ihres Unternehmens an Fachkräften mit folgenden digitalen Kompetenzen in den kommenden fünf Jahren?“, in Prozent, 2020



N = 1.250.

Quelle: Demary et al., 2021; IW-Zukunftspanel 2020, 37. Befragungswelle

1.1.2 Beschäftigungsentwicklung in IT-Berufen

Die hohe Bedeutung der Digitalisierung wird auch bei der steigenden Beschäftigung in den IT-Berufen deutlich. Der Anteil der MINT-Beschäftigten an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ist zwischen dem vierten Quartal 2012 und dem dritten Quartal 2021 leicht von 21,4 auf 20,6 Prozent gesunken. Ohne die Beschäftigten im IT-Bereich ist der Rückgang bei den übrigen MINT-Berufen von 19,3 auf 17,8 Prozent noch größer ausgefallen. Dagegen ist der Anteil der IT-Beschäftigten im selben Zeitraum von 2,1 auf 2,8 Prozent angestiegen. Auch bei der Betrachtung der einzelnen Berufsfelder ist die Veränderung der Beschäftigungsstruktur innerhalb des MINT-Segments zugunsten der IT-Berufe sichtbar. Innerhalb der MINT-Expertenberufe ist die größte prozentuale Beschäftigungszunahme bei den IT-Expertenberufen (+105,8 Prozent) zu verzeichnen. Auch bei den fachlich ausgerichteten Berufen konnte im betrachteten Zeitraum der größte Beschäftigungszuwachs im IT-Bereich festgestellt werden. Hier nahm die Beschäftigung um 68,6 Prozent zu. Bei den MINT-Spezialistenberufen kann dagegen im Bereich der mathematisch-naturwissenschaftlichen Berufe der größte prozentuale Zuwachs an Beschäftigung festgestellt werden. Weiterhin haben vor allem die kreisfreien Großstädte die IT-Beschäftigung bei den Akademikern deutlich ausgeweitet. Bei den IT-Spezialistenberufen und den IT-Fachkräften ist in den dünn besiedelten ländlichen Kreisen ein relativ hoher Zuwachs zu verzeichnen (Tabelle 1-3).

Tabelle 1-3: Beschäftigungsentwicklung in verschiedenen MINT-Berufen

	Beschäftigung Q4/2012	Beschäftigung Q3/2021	Veränderung in Prozent
MINT-Expertenberufe gesamt	1.078.731	1.512.740	40,2
IT-Expertenberufe	190.064	391.211	105,8
Darunter:			
Kreisfreie Großstädte	109.061	244.454	124,1
Städtische Kreise	62.079	112.148	80,7
Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen	11.393	20.880	83,3
Dünn besiedelte ländliche Kreise	7.459	13.696	83,6
MINT-Spezialistenberufe gesamt	1.205.935	1.377.959	14,3
IT-Spezialistenberufe	316.704	386.468	22,0
Darunter:			
Kreisfreie Großstädte	172.791	205.937	19,2
Städtische Kreise	109.101	135.191	23,9
Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen	21.065	27.390	30,0
Dünn besiedelte ländliche Kreise	13.711	17.933	30,8
Fachlich ausgerichtete MINT-Berufe gesamt	4.037.324	4.181.019	3,6
Fachlich ausgerichtete IT-Berufe	101.048	170.353	68,6
Darunter:			
Kreisfreie Großstädte	52.064	85.129	63,5
Städtische Kreise	33.200	55.845	68,2
Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen	9.062	16.335	80,3
Dünn besiedelte ländliche Kreise	6.704	13.038	94,5

Quellen: Bundesagentur für Arbeit, 2022; eigene Berechnungen

Die IT-Beschäftigung hat sich auch in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich entwickelt, jedoch konnten in allen Bundesländern Zuwächse im IT-Bereich erzielt werden. Besonders hohe Beschäftigungszuwächse zwischen dem vierten Quartal 2012 und dem dritten Quartal 2021 lassen sich vor allem in Berlin (+112 Prozent), in Bayern (+61,1 Prozent), in Brandenburg (+57 Prozent) und in Baden-Württemberg (+56,2 Prozent) feststellen. Eher gering fallen die Beschäftigungszuwächse im Saarland (+34,5 Prozent), in Rheinland-Pfalz (+43,4 Prozent) und in Hessen (+44 Prozent) aus (Tabelle 1-4).

Tabelle 1-4: Entwicklung der IT-Beschäftigung nach Bundesländern

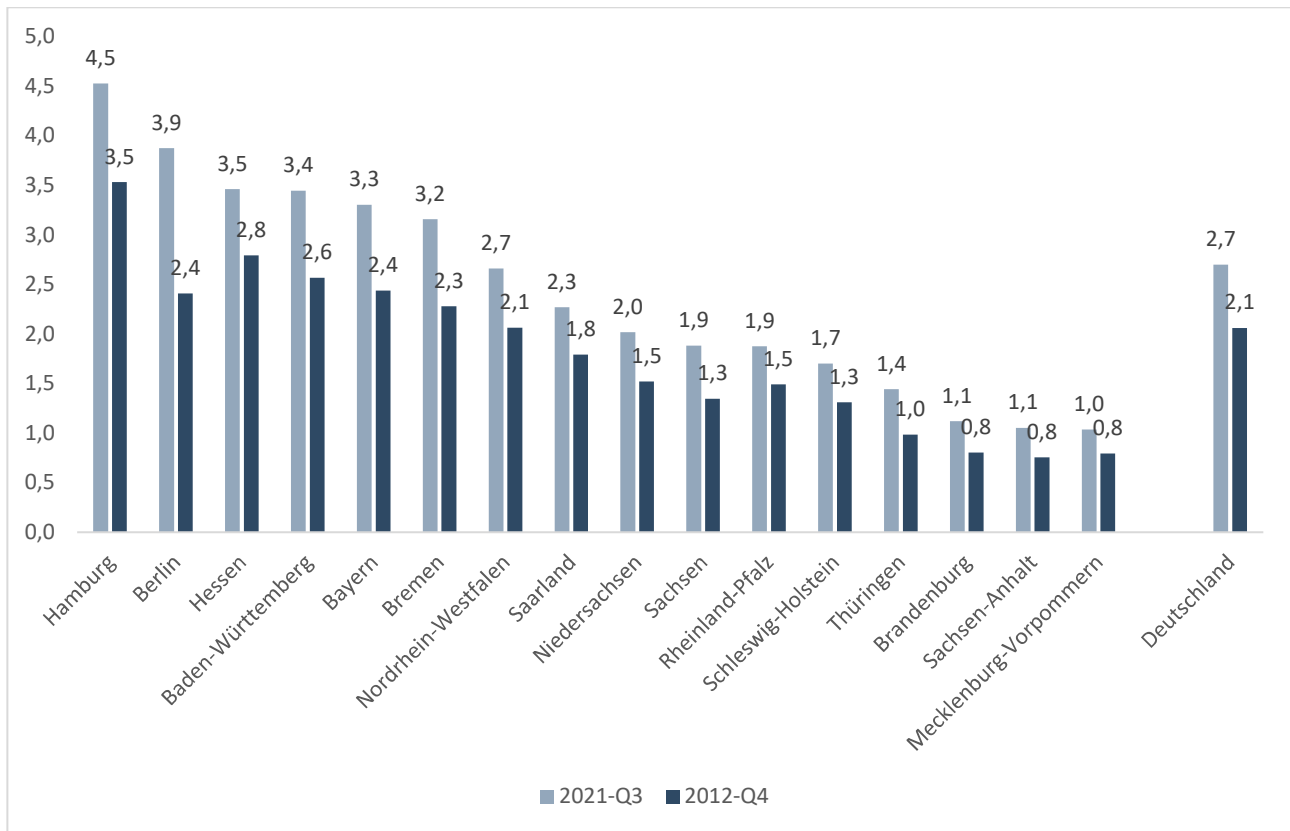
	Q4/2012	Q3/2021	Veränderung in Prozent
Bayern	119.455	192.497	61,1
Baden-Württemberg	106.726	166.736	56,2
Berlin	29.388	62.298	112,0
Brandenburg	6.262	9.832	57,0
Bremen	6.904	10.765	55,9
Hamburg	30.846	46.383	50,4
Hessen	64.810	93.336	44,0
Mecklenburg-Vorpommern	4.213	6.085	44,4
Niedersachsen	40.374	62.852	55,7
Nordrhein-Westfalen	128.043	191.669	49,7
Rheinland-Pfalz	19.324	27.707	43,4
Saarland	6.644	8.936	34,5
Sachsen	19.881	30.979	55,8
Sachsen-Anhalt	5.800	8.517	46,8
Schleswig-Holstein	11.451	17.742	54,9
Thüringen	7.569	11.642	53,8
Deutschland	607.816	906.992	49,2

Quellen: Bundesagentur für Arbeit, 2022a; eigene Berechnungen

Der Anteil der IT-Beschäftigten an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten fiel jedoch im dritten Quartal 2021 mit 4,5 Prozent in Hamburg am höchsten aus, gefolgt von Berlin (3,9 Prozent), Hessen (3,5 Prozent) und Baden-Württemberg (3,4 Prozent). Vor allem in den ostdeutschen Bundesländern fällt der Anteil der IT-Beschäftigten eher gering aus (zwischen 1,9 und 1,0 Prozent) (Abbildung 1-2).

Abbildung 1-2: Anteil der IT-Beschäftigten an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten

in Prozent

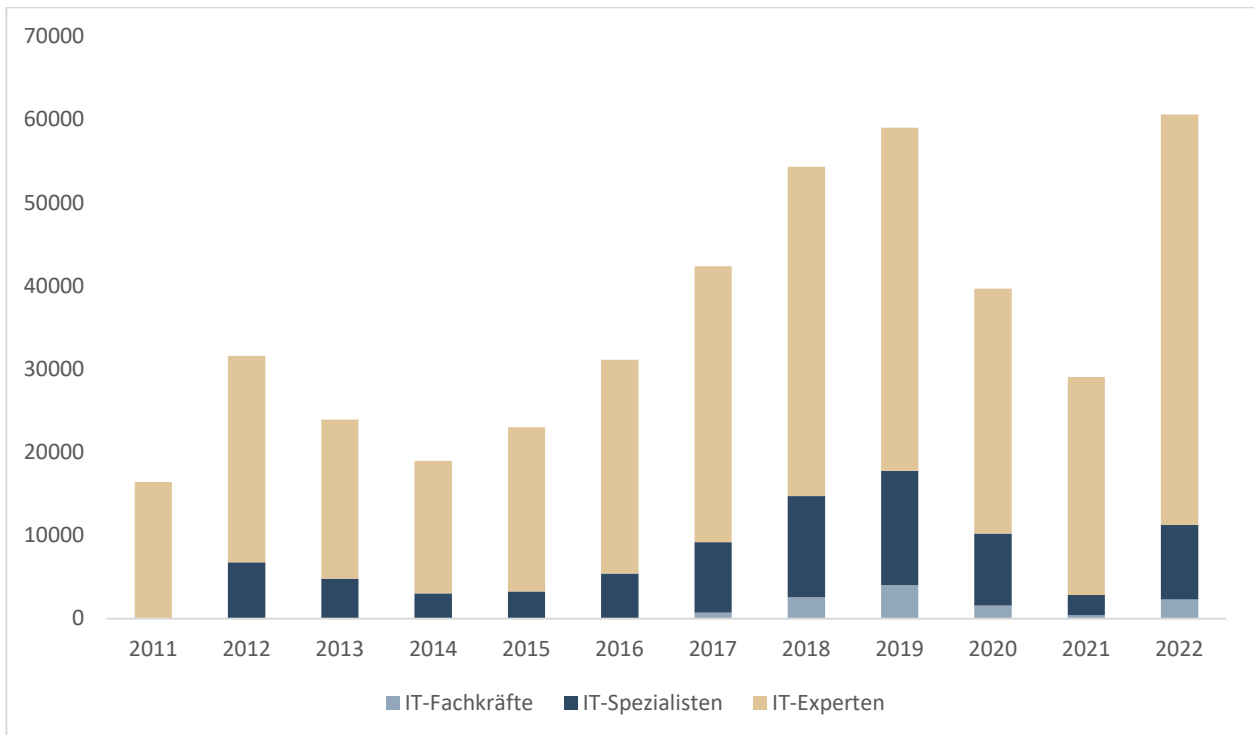


Quellen: Bundesagentur für Arbeit, 2022a; eigene Berechnungen

Auch wenn es in den letzten Jahren Fortschritte bei der IT-Beschäftigung gegeben hat, gibt es immer noch nicht ausreichend Arbeitskräfte in diesem Bereich. Der zunehmende Bedarf nach IT-Know-how spiegelt sich in der Arbeitskräftelücke bei den IT-Berufen (zum Beispiel Informatikern) wider. Im Vergleich der Aprilwerte war die IT-Lücke zunächst auf einem relativ stabilen Niveau und ist seit dem Jahr 2014 deutlich angestiegen (Abbildung 1-3). Durch die Corona-Pandemie kam es im Jahr 2020 auch zu einem Einbruch der IT-Lücke, inzwischen steigt sie jedoch ebenso wie die gesamte MINT-Lücke wieder an. Im April 2022 beträgt die IT-Lücke 60.600 und ist damit fast dreimal so hoch wie im Jahr 2015.

Abbildung 1-3: Arbeitskräftelücke IT-Berufe

Absolutwerte, Aprilwerte



Zum 01.01.2021 wurden die Einschaltquoten zur Hochrechnung der gemeldeten offenen Stellen aktualisiert. Dies hat auf die Lücke insgesamt aber kaum Effekte.

Quellen: Bundesagentur für Arbeit, 2022; eigene Berechnungen

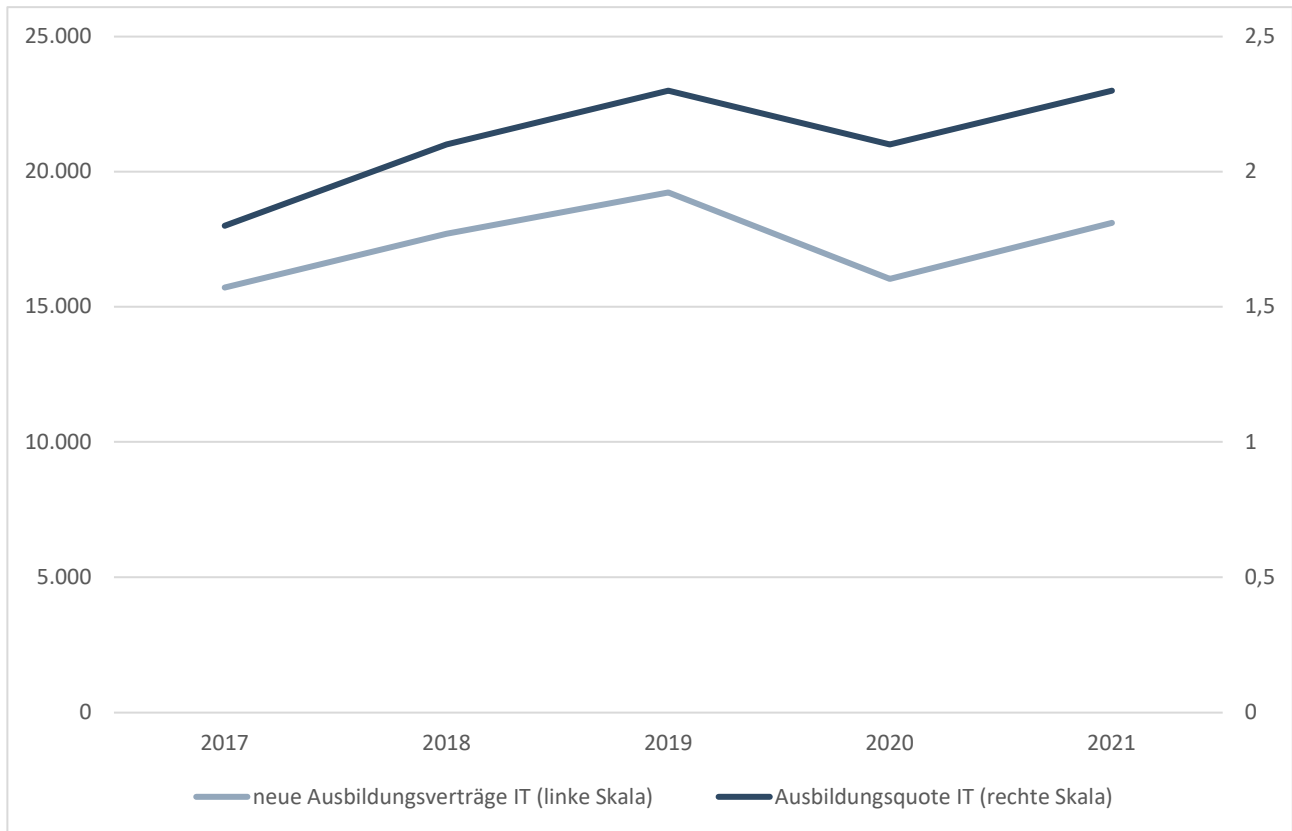
1.1.3 IT-Absolventen

Um die Beschäftigung im IT-Bereich weiter zu steigern, ist es wichtig, dass ausreichend junge Menschen eine Berufsausbildung im IT-Bereich oder ein entsprechendes Hochschulstudium absolvieren.

In den letzten fünf Jahren ist die Anzahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge von 15.700 auf 18.100 angestiegen. Setzt man diese Zahlen ins Verhältnis zum Kohortendurchschnitt der Bevölkerung im Alter zwischen 16 und 20 Jahren, so ergibt sich ein Anstieg der IT-Ausbildungsquote von 1,8 auf 2,3 Prozent. Nach einem coronabedingten Rückgang beider dargestellten Werte im Jahr 2020, ist am aktuellen Rand wieder ein Anstieg beider Kennziffern zu verzeichnen (Abbildung 1-4).

Abbildung 1-4: Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge im IT-Bereich und IT-Ausbildungsquote

Anzahl bzw. Prozent



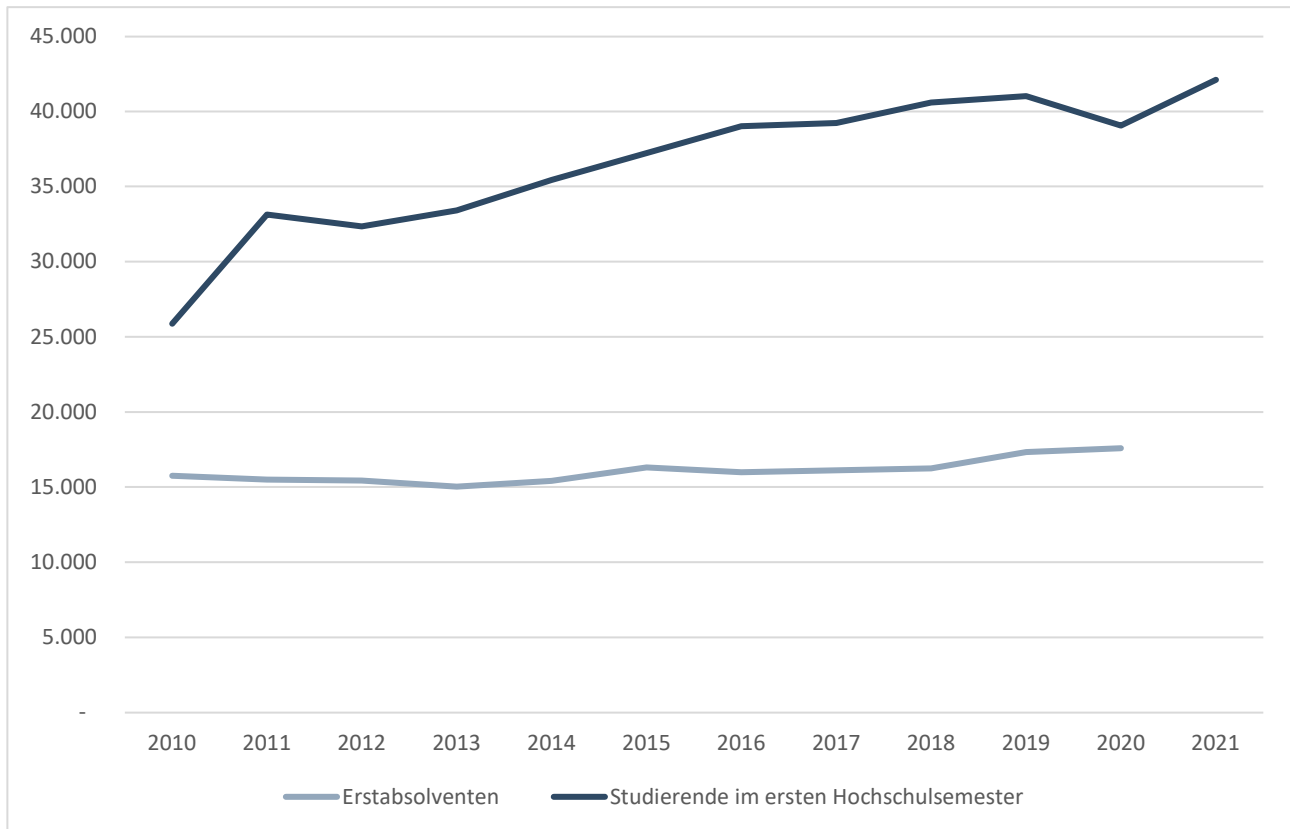
Quelle: BIBB, verschiedene Jahrgänge

Zudem ist seit dem Jahr 2010 die Anzahl der Studierenden im ersten Hochschulsemester deutlich angestiegen. Sie stieg von 25.900 im Jahr 2010 auf 42.100 im Jahr 2021. Auch hier lässt sich nach einem Rückgang im Jahr 2020 am aktuellen Rand wieder ein Anstieg verzeichnen. Die Zahl der Erstabsolventen nahm zwischen den Jahren 2010 und 2021 von 15.800 auf 17.600 zu (Abbildung 1-5).

Obwohl tendenziell eine positive Entwicklung bei der Anzahl neu abgeschlossener Ausbildungsverträge im IT-Bereich bzw. bei der Aufnahme eines IT-Studiums festzustellen ist, deutet die IT-Lücke darauf hin, dass weiterhin Fachkräfteengpässe in diesem Bereich bestehen. Daher sollten weiterhin Anstrengungen im Bildungssystem unternommen werden, um die digitalen Kompetenzen zu stärken und die Absolventenquoten in diesem Bereich zu stärken.

Abbildung 1-5: Erstabsolventen und Studienanfänger im IT-Bereich

Erstabsolventen und Studierende im ersten Hochschulsesemester an deutschen Hochschulen



Quelle: Statistisches Bundesamt, 2021a,b

1.2 Ausbau der Digitalisierung im Bildungssystem

1.2.1 IT-Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern

Deutschland

Um ausreichend Fachkräfte im IT-Bereich zu gewinnen, ist es hilfreich, wenn schon im Schulsystem digitale Kompetenzen vermittelt werden. Die Situation an den deutschen Schulen im Bereich Digitalisierung lässt sich anhand der International Computer and Information Literacy Study (ICILS) mit anderen Ländern vergleichen. In dieser Studie wurden unter anderem die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen sowie die Kompetenzen im Bereich „Computational Thinking“ von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe erhoben. In Deutschland erreichen die Schülerinnen und Schüler bei den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen einen Leistungsmittelwert von 518 Punkten. Damit kann keine signifikante Veränderung zu der Vorgängerbefragung aus dem Jahr 2013 festgestellt werden. Deutschland befindet sich damit im Mittelfeld der teilnehmenden Länder, erreicht aber einen höheren Wert als der internationale Mittelwert und als der Vergleichswert der teilnehmenden EU-Länder. Die Streuung der Leistungen in Deutschland liegt dabei im mittleren Bereich. An der Spitze der Rangliste befinden sich Dänemark (553), Korea (542) und Finnland (531) (Tabelle 1-5).

Tabelle 1-5: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Achtklässlern

	2018	2013*
Dänemark	553	542
<i>Moskau</i>	549	
Republik Korea	542	536
Finnland	531	
USA	519	
Deutschland	518	523
Portugal	516	
<i>Nordrhein-Westfalen</i>	515	
Vergleichsgruppe EU	509	
Frankreich	499	
Internationaler Mittelwert	496	
Luxemburg	482	
Chile	476	487
Italien	461	
Uruguay	450	
Kasachstan	395	

*Länder ohne Werte haben an der Untersuchung aus dem Jahr 2013 nicht teilgenommen.

Quelle: Eickelmann et al., 2019, 123

Die Leistungen der Schüler lassen sich fünf Kompetenzstufen zuordnen, wobei die erste Kompetenzstufe die Schüler mit den geringsten Leistungen und die fünfte Kompetenzstufe die Schüler mit den höchsten Leistungen umfasst. Für Deutschland lässt sich feststellen, dass ein Drittel der getesteten Schülerinnen und Schüler nur eine der untersten beiden Kompetenzstufen erreichen und damit nur über geringe Kompetenzen in diesem Bereich verfügen. Insgesamt erreichen in Deutschland nur 1,9 Prozent der Schülerinnen und Schüler die Kompetenzstufe 5, 23,9 Prozent die Kompetenzstufe 4, 66,8 Prozent die Kompetenzstufe 3, 23,5 Prozent die Kompetenzstufe 2 und 9,7 Prozent die Kompetenzstufe 1 (Eickelmann et al., 2019, 126).

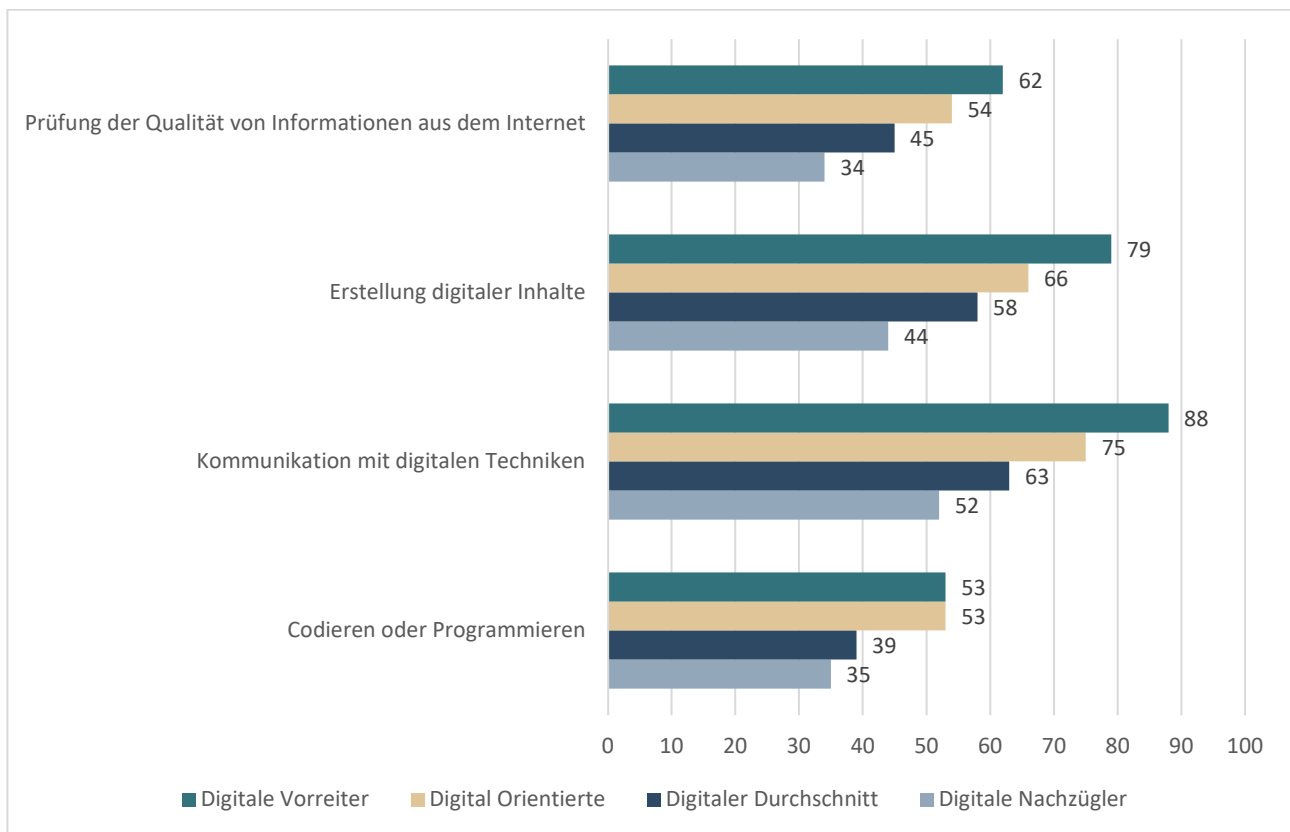
Unterschiede hinsichtlich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen lassen sich in Deutschland zwischen Schülern unterschiedlicher Schulformen, unterschiedlichen Geschlechts und unterschiedlicher sozialer Herkunft feststellen. Schülerinnen und Schüler, die ein Gymnasium besuchen, weisen mit 568 Punkten deutlich höhere Kompetenzen auf als Achtklässlerinnen und Achtklässler anderer Schulformen, die 493 Punkte erreichen (Eickelmann et al., 2019, 127 ff.). Darüber hinaus erreichen in allen teilnehmenden Ländern Mädchen höhere Punktwerte als Jungen. In Deutschland weisen Mädchen mit 526 Punkten eine signifikant höhere Leistung auf als Jungen, die 511 Punkte erreichen (Eickelmann et al., 2019, 277 ff.). Weiterhin weisen auch Schülerinnen und Schüler, deren soziale Herkunft als höher einzuschätzen ist oder die keinen Migrationshintergrund aufweisen, höhere Kompetenzen auf als Schülerinnen und Schüler mit einer niedrigeren sozialen Herkunft oder mit einem Migrationshintergrund (Eickelmann et al., 2019, 311 ff. und 342 ff.). Im

Vergleich Deutschlands mit anderen Ländern wird deutlich, dass die durchschnittlichen computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler noch erhöht werden könnten. Dabei ist es vor allem wichtig, den Anteil derjenigen zu verringern, die nur über geringe Kompetenzen verfügen, damit sie den Anforderungen einer digitalen Gesellschaft gewachsen sind. Zudem können gute IT-Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler die Basis für eine Berufsausbildung oder ein Hochschulstudium in diesem Bereich sein.

In einer Lehrkräftebefragung der Universität Göttingen wird deutlich, dass die Möglichkeiten der Schülerinnen und Schüler, digitale Kompetenzen zu erlernen, stark von der digitalen Ausrichtung ihrer jeweiligen Schule abhängt (Abbildung 1-6).

Abbildung 1-6: Vermittlung digitaler Kompetenzen in den Schulen

Anteil der Lehrkräfte, die angeben, dass an ihren Schulen die folgenden digitalen Kompetenzen vermittelt werden, 2021, in Prozent



Die Schulen werden auf der Basis eines Selbstevaluations-Instruments der Europäischen Kommission (SELFIE) hinsichtlich ihrer digitalen Kompetenzen unterschieden.

Quelle: Universität Göttingen, 2021

Bundesländer

Eine Erhebung über die digitalen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in den einzelnen Bundesländern liegt gegenwärtig nicht vor. In der Studie „Schule digital – der Länderindikator 2021“ wird jedoch erhoben, wie die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern gefördert werden. 82,2 Prozent der befragten Lehrkräfte vermitteln beispielsweise den Schülerinnen und Schülern die

Bedeutung und den richtigen Umgang mit Daten, 70,2 Prozent geben an, dass sie sich von den Schülerinnen und Schülern zeigen lassen, dass sie die Glaubwürdigkeit und Nützlichkeit ermittelter Informationen einschätzen können und 64,9 Prozent erklären ihren Schülerinnen und Schülern, wie Informationen in einem Dokument gespeichert werden, um sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder zu verwenden (Lorenz et al., 2022, 125). Im Vergleich zum letzten Länderindikator aus dem Jahr 2017 lassen sich keine größeren Veränderungen feststellen (Lorenz et al., 2022, 139). Im Bundesländervergleich schneiden bei der Förderung von computer- und informationsbezogenen Kompetenzen Berlin, Bremen und Sachsen-Anhalt schon relativ gut ab, Nachholbedarf gibt es vor allem in Baden-Württemberg (Tabelle 1-6).

Tabelle 1-6: Förderung der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Bundesländervergleich

	Erläuterung des Speicherns von Informationen in einem Dokument	Schritt-für-Schritt-Instruktionen zur Bearbeitung von Tabellen, Grafiken oder Texten	Üben der Navigation im Internet	Eigenständige Erstellung adressatengerechter Poster oder Präsentationen	Einschätzen der Glaubwürdigkeit und Nützlichkeit von Informationen	Vermittlung der Bedeutung und des richtigen Umgangs mit Daten	Üben der Modellierung von Problemen und der Bearbeitung mit algorithmisierten Lösungsansätzen
Überwiegend in der oberen Gruppe verortet							
Berlin	+	+	0	-	+	-	+
Bremen	+	+	+	0	+	+	+
Sachsen-Anhalt	-	0	-	-	+	+	+
Überwiegend in der mittleren Gruppe verortet							
Bayern	-	-	0	-	0	0	0
Hamburg	0	0	0	+	-	-	0
Hessen	0	0	-	+	+	0	-
Mecklenburg-Vorpommern	-	-	-	0	0	0	0
Niedersachsen	+	+	+	0	0	0	0
NRW	0	-	0	0	0	0	0
Rheinland-Pfalz	0	0	+	+	-	0	0
Saarland	0	0	0	0	0	0	0
Sachsen	-	0	0	0	0	0	+

Schleswig-Holstein	0	0	0	+	0	+	-
Thüringen	0	0	+	-	0	+	0
	Heterogene Gruppenverteilungen						
Brandenburg	+	+	0	0	-	-	-
	Überwiegend in der unteren Gruppe verortet						
Baden-Württemberg	0	-	-	0	-	-	-

+ = obere Gruppe; 0 = mittlere Gruppe; - = untere Gruppe

Quelle: Lorenz et al., 2022, 137

Es ist davon auszugehen, dass die digitalen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler während der Corona-Pandemie zugenommen haben, da vielerorts während der Schulschließungen auf digitale Unterrichtsmethoden ausgewichen wurde. Dies ist jedoch nicht systematisch und flächendeckend geschehen, so dass die digitalen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler weiter zu stärken sind. Hierzu ist es erforderlich, die Ausstattung der Bildungseinrichtungen mit Informations- und Kommunikationstechnologien zu verbessern und die Unterrichtsinhalte an diese digitale Ausstattung anzupassen.

1.2.2 Ausstattung der Schulen mit Informations- und Kommunikationstechnologien

Deutschland

Um hohe computer- und informationsbezogene Kompetenzen bei den Bildungsteilnehmern zu erzielen, ist es zunächst erforderlich, dass die Bildungseinrichtungen entsprechend mit Informations- und Kommunikationstechnologien ausgestattet sind. Hier besteht in Deutschland weiterhin Nachholbedarf.

Gemäß der International Computer and Information Literacy Study (ICILS) war die Ausstattung der Schulen in Deutschland mit digitalen Geräten im Jahr 2018 deutlich schlechter als im internationalen Durchschnitt. An den deutschen Schulen bestand zum Zeitpunkt dieser Erhebung für Achtklässlerinnen und Achtklässler im Durchschnitt ein Schüler-Computer-Verhältnis von 9,7:1. Damit erreichte Deutschland einen etwas schlechteren Wert als der Durchschnitt der teilnehmenden EU-Länder an dieser Studie (8,7:1). Es gibt einige Länder, die deutlich bessere Werte erzielten als Deutschland. So erreichten beispielsweise die USA oder Finnland ein Schüler-Computer-Verhältnis von 1,6:1 bzw. 3,4:1 (Eickelmann et al., 2019, 147).

Neben der Ausstattung mit Computern ist auch die Verfügbarkeit von Softwareprodukten von Bedeutung. Die deutschen Schulen sind nach der ICILS-Studie gut ausgestattet mit Textverarbeitungsprogrammen und Präsentationssoftware. In anderen Bereichen wies Deutschland jedoch im Vergleich zu anderen Ländern einen Nachholbedarf auf. Es zeigt sich, dass beispielsweise Lern-Management-Systeme in deutschen Schulen signifikant seltener zur Verfügung standen als im internationalen Mittelwert und als im Mittelwert der EU-

Länder. Darüber hinaus waren internetbasierte Anwendungen für gemeinschaftliches Lernen in Deutschland ebenfalls relativ selten verfügbar. Nur 16,5 Prozent der Achtklässlerinnen und Achtklässler besuchten Schulen, in denen dieses Angebot sowohl für Lehrkräfte als auch für Schülerinnen und Schüler zur Verfügung standen. Dies war der schlechteste Wert der teilnehmenden Länder (Internationaler Mittelwert: 63,1 Prozent; Vergleichsgruppe EU: 64,9 Prozent) (Eickelmann et al., 2019, 155). Auch die Ausstattung mit WLAN ist an den deutschen Schulen noch verbesserungswürdig. Nach der ICILS-Studie besuchten zum Erhebungszeitraum nur 26,2 Prozent der Schülerinnen und Schüler in der achten Klasse eine Schule, in der sowohl für die Lehrkräfte als auch für die Schülerinnen und Schüler ein WLAN-Zugang verfügbar ist. Deutschland erreichte hier wiederum den schlechtesten Wert der teilnehmenden Länder. Der internationale Mittelwert betrug 64,7 Prozent und der Vergleichswert für die teilnehmenden Länder aus der EU 67,6 Prozent. Dänemark erreichte hier sogar eine Quote von 100 Prozent. Weitere 42,2 Prozent der Schülerinnen und Schüler in Deutschland besuchten eine Schule, in der der Zugang zu einem WLAN nur für Lehrkräfte möglich war und bei 31,6 Prozent war WLAN gar nicht verfügbar (Eickelmann et al., 2019, 153).

Weitere Informationen zur Ausgangslage der Digitalisierung an den Schulen vor der Corona-Krise ergibt sich auch aus der Schulleiterbefragung bei PISA 2018. Die Schulleiter wurden zu verschiedenen Ausstattungsmerkmalen in ihren Schulen befragt. Aus Tabelle 1-7 wird deutlich, dass der Anteil der Schulleiter, die den jeweiligen Aussagen zustimmen oder voll und ganz zustimmen, in Deutschland in allen Aspekten deutlich niedriger liegt als in Dänemark, ein Land, das über eine gute digitale Ausstattung verfügt und somit als eine Referenz für Deutschland dienen könnte. So besuchen in Deutschland nur 44,2 Prozent der Schülerinnen und Schüler Schulen, in denen die Schulleitung die Anzahl der mit dem Internet verbundenen digitalen Geräte als ausreichend bezeichnet. Weiterhin verfügen 31,7 Prozent der besuchten Schulen über eine ausreichende Internetbandbreite und 33 Prozent über eine ausreichende Zahl digitaler Endgeräte. Bei dem letzteren Indikator wurde im OECD-Durchschnitt ein Wert von knapp 60 Prozent erreicht (Schuknecht/Schleicher, 2020). Auch im Vergleich zu Dänemark fallen die deutschen Anteilswerte deutlich geringer aus.

Tabelle 1-7: Digitalisierung an Schulen in Deutschland und Dänemark

	Deutschland	Dänemark
Die Anzahl der mit dem Internet verbundenen digitalen Geräte ist ausreichend	44,2	84,7
Die Internetbandbreite oder -geschwindigkeit der Schule ist ausreichend	31,7	89,9
Die Anzahl der digitalen Geräte für den Unterricht ist ausreichend	33,0	75,9
Digitale Geräte sind hinsichtlich der Rechenkapazität ausreichend leistungsfähig	58,8	83,7
Die Verfügbarkeit angemessener Software ist ausreichend	59,3	83,5

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der PISA-Rohdaten; Befragung der Schulleiter; gewichtet mit Größe der Schulen

Mit der Corona-Krise und dem notwendigen digital gestützten Fernunterricht gab es jedoch Fortschritte bei der Digitalisierung des Bildungssystems. Eine Befragung der Universität Göttingen aus dem Januar/Februar 2021 zeigt, dass zu diesem Zeitpunkt für rund 70 Prozent aller Lehrkräfte und 49 Prozent aller Schülerinnen und Schüler WLAN an deutschen Schulen verfügbar war (Universität Göttingen, 2021). Um digitalen Unterricht für alle Schülerinnen und Schüler zu gewährleisten, sind diese Anteilswerte jedoch immer noch zu gering. Zudem gibt es bei der Breitbandverfügbarkeit an Schulen zwischen den Bundesländern größere Unterschiede (Tabelle 1-8). Gerade in den ostdeutschen Bundesländern besteht hier Verbesserungsbedarf.

Tabelle 1-8: Verfügbarkeit von Breitband an Schulen in Prozent

>= 100 Mbit/s, Mitte 2020

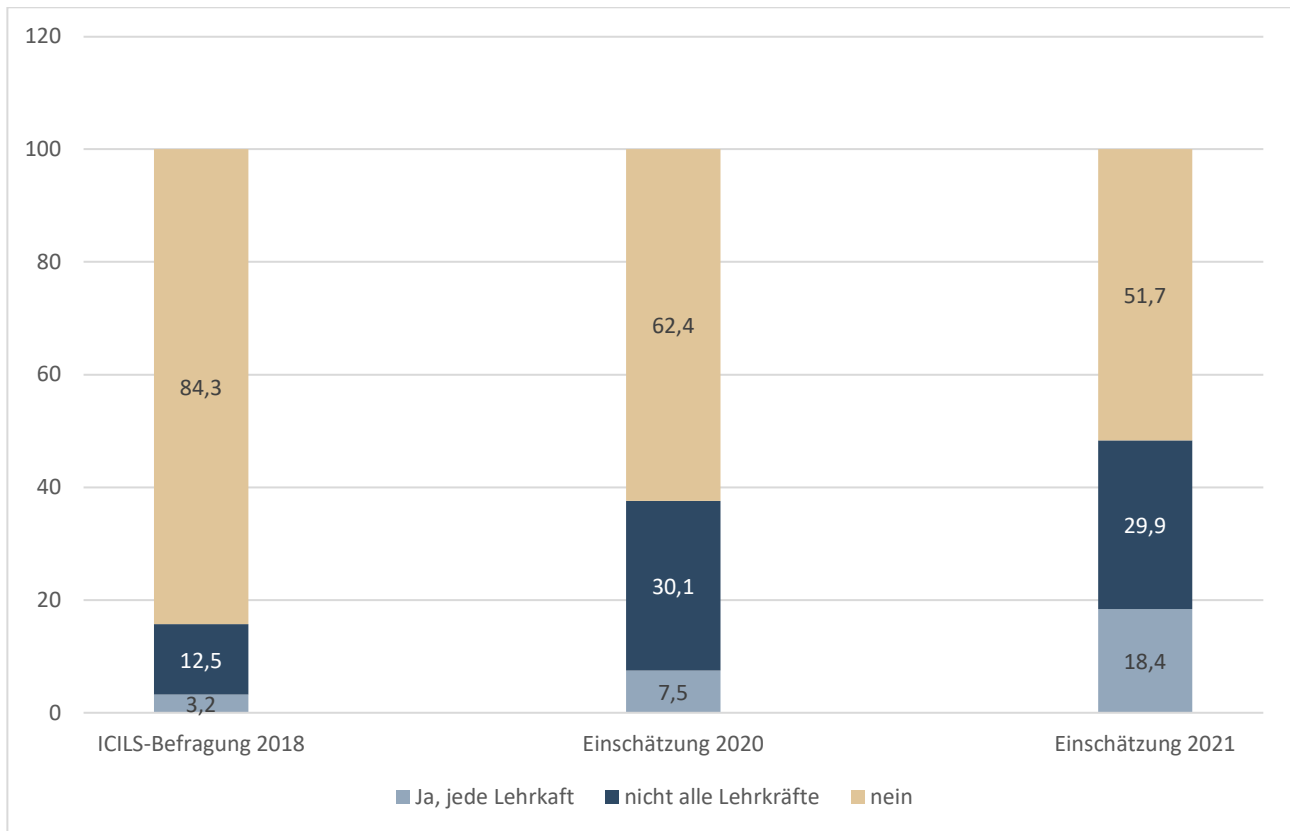
Hamburg	92,6
Bremen	89,0
Berlin	87,5
Nordrhein-Westfalen	79,2
Schleswig-Holstein	78,9
Bayern	74,8
Saarland	73,9
Hessen	72,3
Deutschland	72,1
Niedersachsen	71,5
Baden-Württemberg	69,8
Rheinland-Pfalz	65,4
Sachsen	63,1
Thüringen	61,6
Mecklenburg-Vorpommern	58,6
Brandenburg	55,6
Sachsen-Anhalt	52,1

Quelle: Deutscher Bundestag, 2021

Weiterhin gaben auch ein Jahr nach Pandemie-Beginn nur 57 Prozent der Lehrkräfte an, dass ausreichend digitale Endgeräte an den Schulen verfügbar waren. Dieser Einsatz der Geräte wurde zudem häufig durch technische Ausfälle erschwert. 64 Prozent der Lehrkräfte gaben an, dass sie aus diesem Grund digitale Technologien nicht sinnvoll einsetzen können (Universität Göttingen, 2021). Weitere Fortschritte konnten jedoch im Vergleich zu der ICILS Studie bei der Ausstattung der Lehrkräfte mit eigenen digitalen Geräten erzielt werden. Bei der ICILS-Studie 2018 stand nur für 16 Prozent der Lehrkräfte ein eigenes tragbares digitales Endgerät zur Verfügung (internationaler Durchschnitt: 48 Prozent). Bis zum Jahr 2020 vor der Corona-Krise stieg die Quote auf 38 Prozent an und erreicht im Jahr 2021 einen Wert von 48 Prozent (Abbildung 1-7).

Abbildung 1-7: Ausstattung der Lehrkräfte mit einem eigenen digitalen Endgerät

ICILS-Befragung und Digitalisierungsstudie im Vergleich, in Prozent



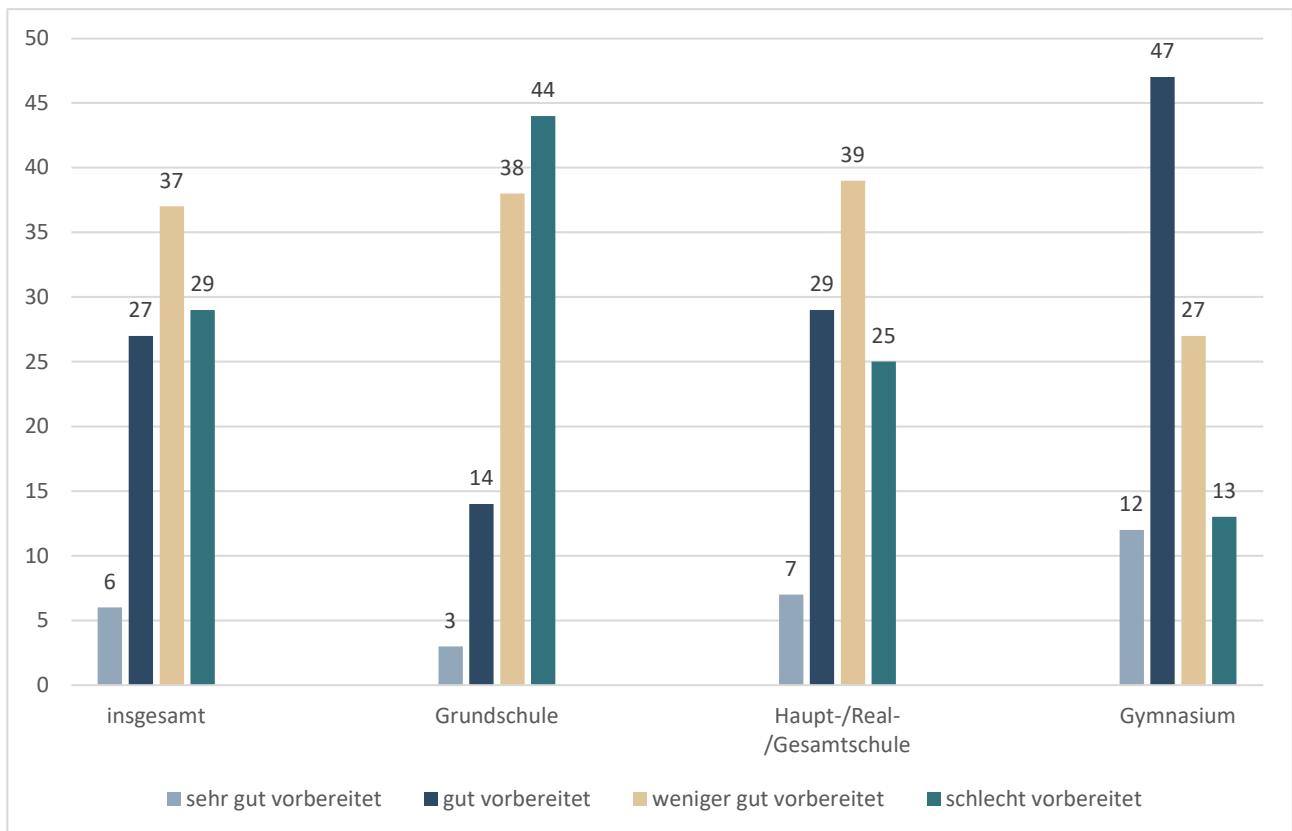
Quellen: Eickelmann, 2019 et al., Universität Göttingen, 2021

Auch eine Befragung von Lehrkräften für das Deutsche Schulbarometer Spezial zur Corona-Krise (Deutsches Schulportal, 2021) zeigt, dass die Schulen in Deutschland auf den digitalen Fernunterricht während der Corona-Pandemie nicht gut vorbereitet waren, es währenddessen aber Fortschritte bei der Digitalisierung der Schulen gegeben hat. Auf die Frage, ob die jeweilige Schule bei der Ausstattung mit digitalen Medien und bei den technischen Voraussetzungen auf die Pandemiesituation vorbereitet war, antworteten nur 6 Prozent, dass die Schule sehr gut vorbereitet war. An Gymnasien war die Ausstattung demnach etwas besser als an anderen Schulformen (Abbildung 1-8).

Eine Folgebefragung zeigt jedoch, dass es während der Corona-Pandemie Fortschritte bei der digitalen Ausstattung der Schulen gegeben hat, diese jedoch nach wie vor nicht ausreichend ist (Tabelle 1-9). Befragt nach der konkreten digitalen Ausstattung der eigenen Schule geben die befragten Lehrerinnen und Lehrer zwar an, dass bei 61 Prozent von ihnen die technischen Möglichkeiten für Videokonferenzen inzwischen zur Verfügung stehen (Vorgängerbefragung: 47 Prozent), dies heißt aber immer noch, dass vielen Lehrerinnen und Lehrern diese Unterrichtsmöglichkeit nicht zur Verfügung steht. Besonders gering fiel der Fortschritt auch bei der Verfügbarkeit von einer ausreichend starken Internetverbindung aus.

Abbildung 1-8: Vorbereitung der Schulen auf digitalen Unterricht

Befragung von Lehrkräften, 2020



Quelle: Deutsches Schulportal, 2020

Tabelle 1-9: Konkrete digitale Ausstattung der eigenen Schule

Befragung von Lehrkräften, 2020, 2021, Angaben in Prozent

	Dezember 2020	September 2021
Lern- und Arbeitsplattformen	78	86
Technik für Video-Unterricht	47	61
Laptops oder Tablets für (fast) alle Lehrkräfte	19	53
ausreichend starke Internetverbindung	36	38
Laptops oder Tablets für (fast) alle Schüler/innen	9	20

Quelle: Deutsches Schulportal, 2021

Bundesländer

Hinsichtlich der Ausstattung der Schulen mit Informations- und Kommunikationstechnologien lassen sich auch Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern feststellen. Die Angaben aus Tabelle 1-9 können jedoch nur eingeschränkt für die einzelnen Bundesländer dargestellt werden; Einzelangaben sind nur für die größeren Bundesländer vorhanden. Im Vergleich zu den anderen Ländern oder Ländergruppen schneidet Bayern bei diesen Indikatoren relativ gut ab (Tabelle 1-10)

Tabelle 1-10: Konkrete digitale Ausstattung der eigenen Schule

Befragung von Lehrkräften, September 2021, Angaben in Prozent

	insgesamt	Ost	Nord	NRW	Mitte	BW	Bayern
Lern- und Arbeitsplattformen	86	80	87	92	78	83	91
Technik für Video-Unterricht	61	44	69	71	46	66	74
Laptops oder Tablets für (fast) alle Lehrkräfte	53	25	49	86	49	56	50
ausreichend starke Internet- verbindung	38	26	41	37	32	45	45
Laptops oder Tablets für (fast) alle Schüler/innen	20	10	28	21	15	20	25

Quelle: Deutsches Schulportal, 2021

Auch im Länderindikator 2021 wurden Lehrerinnen und Lehrer der allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe I über die Ausstattung und Nutzung digitaler Medien im Unterricht befragt. Im Bereich der IT-Ausstattung erhebt der Länderindikator vier Einzelindikatoren. Durchschnittlich geben 56,6 Prozent der befragten Lehrerinnen und Lehrer an, dass an ihrer Schule eine ausreichende IT-Ausstattung zur Verfügung steht. Dies ist kaum eine Verbesserung zu der letzten Erhebung aus dem Jahr 2017. Weiterhin gaben im Jahr 2021 53,7 Prozent der befragten Lehrkräfte an, dass an ihrer Schule der Internetzugang ausreichend ist (2017: 67,3 Prozent) und 59,3 Prozent sind der Meinung, dass die Computer an ihrer Schule auf dem aktuellen Stand sind (2017: 62,9 Prozent). Der Anteil der Lehrkräfte, die angeben, dass in den Klassenräumen WLAN vorhanden ist, liegt im Jahr 2021 bei 60,1 Prozent (2017: 40,5 Prozent) (Lorenz et al., 2022, 41 ff.).

Aus den vier Indikatoren zusammen genommen lassen sich im Ländermonitor 2021 verschiedene Bundesländergruppen bezüglich der IT-Ausstattung der Schulen bilden (Tabelle 1-11). Zu der Gruppe von Ländern, in denen die IT-Ausstattung an den Schulen schon relativ gut ist, zählen Bayern, Hamburg, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein. Verbesserungsbedarf gibt es vor allem noch in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen. Hier ist anzumerken, dass der Ländermonitor auf Angaben der Lehrkräfte basiert, da es keine anderen Angaben zur IT-Ausstattung an Schulen gibt.

Tabelle 1-11: Ausstattung der Schulen im Bundesländervergleich

	WLAN	Technischer Stand der Computer	Ausreichende IT-Ausstattung	Ausreichender Internetzugang
	Überwiegend in der oberen Gruppe verortet			
Bayern	0	+	+	+
Hamburg	+	+	+	0
Sachsen-Anhalt	0	+	+	+
Schleswig-Holstein	0	+	+	+
	Überwiegend in der mittleren Gruppe verortet			
Baden-Württemberg	-	0	0	0
Berlin	0	-	0	0
Hessen	0	0	0	0
Niedersachsen	0	-	0	0
Nordrhein-Westfalen	+	0	0	0
Rheinland-Pfalz	0	0	0	0
Saarland	0	0	0	-
	Heterogene Gruppenverteilungen			
Bremen	+	0	0	+
Sachsen	-	0	-	0
	Überwiegend in der unteren Gruppe verortet			
Brandenburg	+	-	-	-
Mecklenburg-Vorpommern	-	0	-	-
Thüringen	-	-	-	-

+ = obere Gruppe; 0 = mittlere Gruppe; - = untere Gruppe

Quelle: Lorenz et al., 2022, 52

1.2.3 Nutzung der digitalen Technologien im Unterricht

Deutschland

Um Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien zu erlangen, ist es notwendig, dass diese regelmäßig im Unterricht eingesetzt werden. Im Vergleich zu anderen Ländern wurden in Deutschland vor der Corona-Pandemie digitale Medien relativ selten im Unterricht eingesetzt. Nur 23,3 Prozent der Lehrkräfte von Achtklässlerinnen und Achtklässlern setzten laut ICILS-2018 täglich digitale Medien im Unterricht ein. Deutschland lag hier deutlich unterhalb des internationalen Mittelwerts (47,9 Prozent) und des Vergleichswerts der teilnehmenden EU-Länder (47,6 Prozent) (Eickelmann et al., 2019, 215), auch wenn positiv zu vermerken ist, dass

der Anteil gegenüber 2013 mit 9,1 Prozent gestiegen ist. Auch wenn die Mehrheit der Lehrkräfte durch den Einsatz digitaler Medien durchaus positive Effekte für den Schulunterricht erwartete, lagen auch hier internationale Vergleichswerte deutlich höher (Eickelmann et. al., 2019, 229).

In der PISA-Erhebung aus dem Jahr 2018 wurden die Schülerinnen und Schüler ebenso befragt, wie häufig digitale Geräte in verschiedenen Unterrichtsstunden eingesetzt werden. Ein Vergleich von Deutschland mit Dänemark als Benchmark in ICILS-2018 macht ebenfalls deutlich, dass in Deutschland in der Zeit vor der Coronakrise ein großer Nachholbedarf beim Einsatz digitaler Endgeräte im Unterricht bestand. 65 Prozent der Schülerinnen und Schüler gaben bei PISA-2018 an, dass sowohl in Deutsch als auch in Mathematik in einer typischen Schulwoche keine digitalen Geräte im Unterricht eingesetzt wurden. In den Naturwissenschaften wurden etwas häufiger digitale Geräte eingesetzt. In Dänemark ergab sich ein vollkommen anderes Bild – der Einsatz digitaler Geräte in einer typischen Schulwoche war bereits vor der Coronakrise Standard (Tabelle 1-12).

Tabelle 1-12: Einsatz von digitalen Geräten in einer typischen Schulwoche

PISA 2018, Befragung von Neuntklässlern

	Nie	1-30 Minuten pro Woche	31-60 Minuten pro Woche	Mehr als 60 Minuten pro Woche
Deutschland				
Testsprache	65,7	22,2	5,8	6,0
Mathematik	64,5	19,4	8,1	7,6
Naturwissenschaften	52,9	28,0	11,4	6,3
Dänemark				
Testsprache	1,6	7,1	14,1	76,8
Mathematik	4,3	14,0	20,5	61,0
Naturwissenschaften	4,9	14,2	24,9	55,5

Die Angaben addieren sich nicht zu 100, da einige Schülerinnen und Schüler das jeweilige Fach nicht belegt haben.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis PISA 2018

Wenn in Deutschland dann digitale Geräte eingesetzt wurden, dann erfolgte die Nutzung relativ häufig noch durch den Lehrer allein. Vor allem der Vergleich mit Dänemark zeigt, dass dort viel häufiger eine gemeinsame Nutzung der digitalen Geräte durch Schüler und Lehrkräfte im Unterricht stattfindet (Tabelle 1-13).

Weiterhin zeigt sich auch bei einer Differenzierung nach Unterrichtsfächern, dass die Häufigkeit der Nutzung von Computern im Unterricht in Deutschland in der Vergangenheit relativ gering ausgeprägt war. Am häufigsten wurden Computer in Deutschland noch im Informatikunterricht eingesetzt (Deutschland: 60,3 Prozent; Vergleichsgruppe EU: 73,6 Prozent). In den anderen MINT-Fächern fiel die Computernutzung in Deutschland ebenfalls geringer aus als in der europäischen Vergleichsgruppe. So betrug der Anteil der Achtklässlerinnen und Achtklässler in Deutschland, die im Mathematikunterricht einen Computer benutzten, 31,2 Prozent und der Anteil derjenigen, die in den Naturwissenschaften einen Computer einsetzten, 47,6 Prozent.

Die entsprechenden Anteile der europäischen Vergleichsgruppe betragen 52,1 bzw. 67 Prozent (Eickelmann et al., 2019, 253). Auch nutzten nach der ICILS-Studie im Jahr 2018 erst 11 Prozent der Lehrkräfte Lernmanagementsysteme zumindest in einzelnen Schulstunden, was im Vergleich zu 51 Prozent im internationalen Durchschnitt den besonderen Nachholbedarf in Deutschland beschreibt (Eickelmann et al., 2019).

Tabelle 1-13: Einsatz von digitalen Geräten im Schulunterricht während des letzten Monats nach Nutzer
PISA 2018, Befragung von Neuntklässlern

	Nutzung durch Lehrer und Schü- ler	Nutzung nur durch Schüler	Nutzung nur durch Lehrer	Keine Nutzung
Deutschland				
Testsprache	20,0	9,8	19,3	50,2
Mathematik	20,8	9,0	17,4	51,9
Naturwissenschaf- ten	21,9	11,2	27,1	37,8
Dänemark				
Testsprache	88,9	6,9	2,7	1,2
Mathematik	80,3	11,1	4,4	3,9
Naturwissenschaf- ten	77,3	11,9	6,6	3,5

Die Angaben addieren sich nicht zu 100, da einige Schülerinnen und Schüler das jeweilige Fach nicht belegt haben.

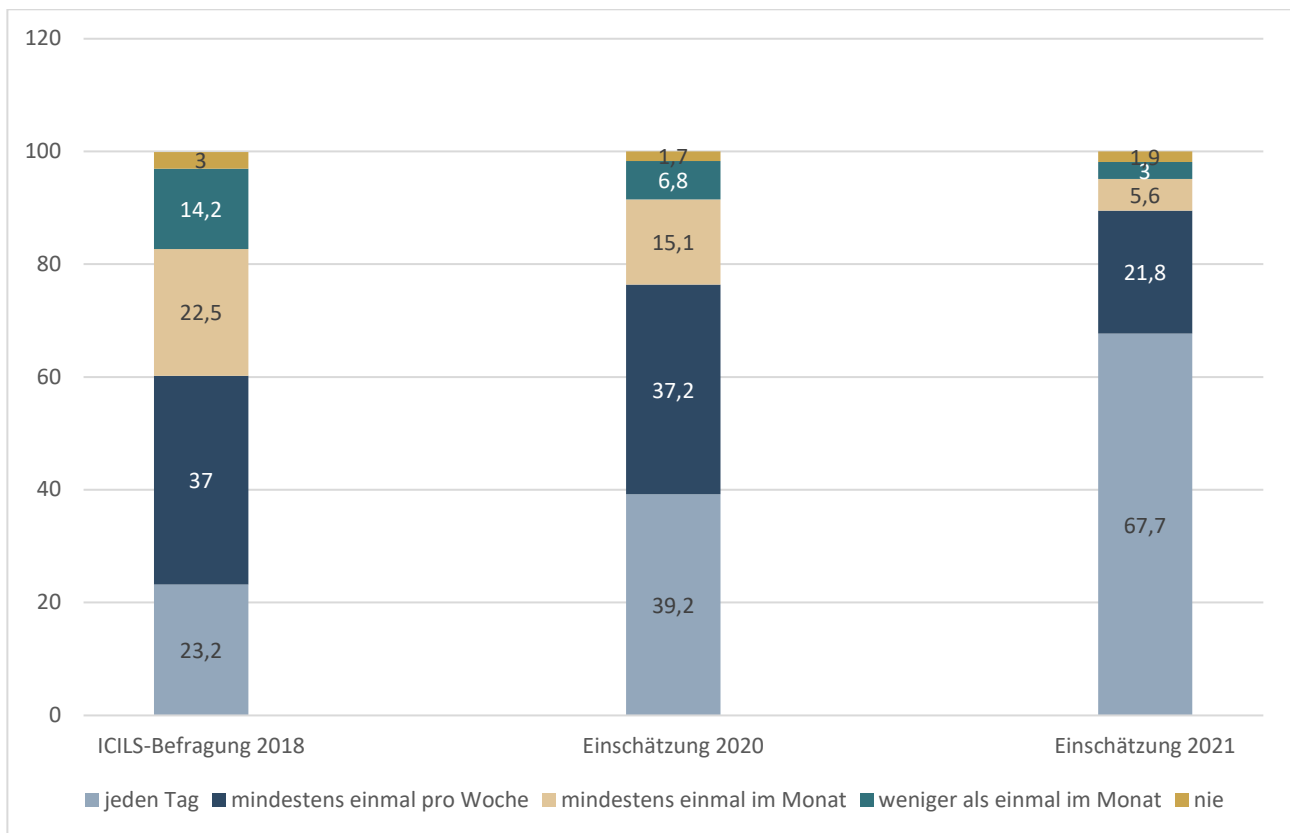
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis PISA 2018

Schon vor der Corona-Pandemie kommt eine repräsentative Befragung der deutschen Bevölkerung zu Bildungsthemen zu dem Schluss, dass die deutsche Bevölkerung den Einsatz von digitalen Medien an Schulen mehrheitlich begrüßt. So ist eine Mehrheit der Befragten dafür, dass der Bund Schulen mit Breitband und WLAN und die Schülerinnen und Schüler mit Computern ausstatten soll. Auch spricht sich eine Mehrheit für die Vermittlung digitaler Kompetenzen in der Grundschule, nicht aber im Kindergarten aus. Auch die Nutzung von digitalen Kommunikationswegen zur Information der Eltern wird mehrheitlich begrüßt (Wößmann et al., 2017).

Während der Corona-Pandemie hat die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien insbesondere während der Schulschließungszeiten zugenommen, auch wenn die Schulen in Deutschland, wie die bisherigen Ausführungen zeigen, darauf nicht gut vorbereitet waren. Setzten im Jahr 2018 erst 23 Prozent der Lehrkräfte in Deutschland digitale Medien täglich im Unterricht ein (Europa: 48 Prozent), stieg dieser Anteil im Jahr 2021 auf 68 Prozent (Abbildung 1-9). Auch der Einsatz eines Lern-Management-Systems nahm von 11,4 auf 58 Prozent zu (Universität Göttingen, 2021).

Abbildung 1-9: Nutzungshäufigkeit digitaler Medien im Schulunterricht

ICILS-Befragung und Digitalisierungsstudie im Vergleich, in Prozent



Quellen: Eickelmann, 2019 et al., Universität Göttingen, 2021

Wird jedoch danach differenziert, für welche konkrete Tätigkeit die digitalen Technologien eingesetzt werden, so zeigt sich, dass diese relativ häufig für Verwaltungstätigkeiten oder Unterrichtsorganisation (z. B. Kommunikation mit Schülerinnen und Schülern oder Eltern) und weniger für Videokonferenzen verwendet werden (Universität Göttingen, 2021).

Auch die Lehrerbefragungen des Deutschen Schulportals zeigen, dass während der Corona-Pandemie die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zugenommen hat, weitere Verbesserungen aber möglich sind (Tabelle 1-14). Es wird auch aus dieser Befragung deutlich, dass die digitalen Technologien noch besonders häufig als Kommunikationsmittel genutzt und weniger für die konkrete Unterrichtsgestaltung eingesetzt werden. Aber immerhin 66 Prozent der befragten Lehrkräfte geben inzwischen an, dass sie digitale Medien auch für die Aneignung neuer Lerninhalte nutzen, z. B. in Form von Erklärvideos. Dies ist ein deutlicher Anstieg im Vergleich mit der Zeit vor der Corona-Pandemie. Damals betrug der entsprechende Anteilswert erst 39 Prozent.

Tabelle 1-14: Bereiche, für die digitale Technologien genutzt werden

Befragung von Lehrkräften, 2020, 2021, Angaben in Prozent

	Vor März 2020	Dezember 2020	September 2021
Für Austausch und Abstimmung im Kollegium	37	64	72
Für die Aneignung neuer Lerninhalte	39	62	66
Für eigenständiges Üben	40	58	65
Für den individuellen Austausch mit einem Schüler / einer Schülerin	16	49	52
Für das Verteilen, Einreichen und Korrigieren von Aufgaben	12	48	46
Für die Interaktion mit einer Lerngruppe	7	28	32
Für virtuellen synchronen Unterricht	1	24	26
Für kooperative Lernformen	9	20	26
Für Leistungserhebungen/Tests	7	11	16

Quelle: Deutsches Schulportal, 2021

Bundesländer

Auch die Nutzung digitaler Medien fällt zwischen den einzelnen Bundesländern unterschiedlich aus. In der Lehrkräftebefragung für das Deutsche Schulbarometer wird beispielhaft gefragt, ob die Lehrkräfte eine Lern- und Arbeitsplattform im Präsenzunterricht nutzen. Bei dieser Frage wies Norddeutschland mit 69 Prozent einen besonders hohen Wert auf (Tabelle 1-15).

Tabelle 1-15: Nutzung einer Lern- und Arbeitsplattform im Präsenzunterricht

Befragung von Lehrkräften, September 2021, Angaben in Prozent

	insgesamt	Ost	Nord	NRW	Mitte	BW	Bayern
Nutzung einer Lern- und Arbeitsplattform	61	59	69	65	57	62	54

Diese Frage wurde nur von Lehrkräften beantwortet, an deren Schule eine Lern- und Arbeitsplattform vorhanden ist.

Quelle: Deutsches Schulportal, 2021

Nach dem Länderindikator 2021 werden digitale Medien allgemein vor allem in Bayern relativ häufig genutzt. 68,6 Prozent der Lehrkräfte setzten täglich digitale Medien im Unterricht ein und zusätzlich 17,8 Prozent

mindestens einmal in der Woche. Vor allem in Hamburg werden digitale Medien im Unterricht bislang nach dieser Befragung eher weniger genutzt (Tabelle 1-16).

Tabelle 1-16: Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien im Unterricht

Angaben in Prozent

	Jeden Tag	Mindestens einmal in der Woche	Mindestens einmal im Monat	Seltener als einmal im Monat	Nie
Bayern	68,6	17,8	10,5	3,1	0
Sachsen-Anhalt	28,7	53,6	12,2	0	5,6
Sachsen	32,4	48,5	10,6	6,7	1,8
Bremen	47,4	30,9	11,8	9,9	0
Saarland	42,9	32,6	22,5	0	2,0
Berlin	21,9	53,4	19,0	3,0	2,7
Brandenburg	19,5	54,3	26,2	0	0
Rheinland-Pfalz	53,5	19,9	14,1	10,8	1,7
Deutschland	38,9	34,4	16,7	8,2	1,8
Niedersachsen	35,3	37,4	15,8	10,1	1,4
Baden-Württemberg	42,1	27,8	13,6	13,5	3,0
Hessen	35,5	33,5	13,3	13,5	4,2
Mecklenburg-Vorpommern	36,1	31,8	14,5	16,2	1,4
Schleswig-Holstein	24,1	43,1	25,0	6,1	1,7
Nordrhein-Westfalen	24,8	42,4	23,3	7,5	2,0
Thüringen	32,1	34,2	19,5	14,1	0
Hamburg	15,8	40,9	26,3	15,6	1,4

Quelle: Lorenz et al., 2021, 70

1.2.4 Anpassung der Unterrichtskonzepte und Qualifikation des Lehrpersonals

Deutschland

Aus den bisherigen Ausführungen folgt, dass genügend digitale Geräte in den Schulen für die Lehrkräfte sowie für die Schülerinnen und Schüler zur Verfügung stehen sowie die Nutzung dieser Technologien ausgeweitet werden sollte. Damit könnten mehrere Ziele erreicht werden.

Zunächst könnten damit potenzielle Phasen des Unterrichtsausfalls besser kompensiert werden. Mit den Schulschließungen und dem Wechselunterricht hat der Einsatz digitaler Medien in der schulischen Bildung einen grundlegenden Bedeutungswandel erfahren. Bislang lag der Schwerpunkt der digitalen Bildung darauf, den Schülerinnen und Schülern Kenntnisse zu vermitteln, die sie auf eine erfolgreiche Teilhabe an einer zunehmend digitalisierten Welt vorbereiten. Mit der Pandemie hat sich ein großer Teil des Lernprozesses auf digitale Anwendungen verlagert. Aufgrund der unzureichenden Ausstattung der Schulen mit Informations- und Kommunikationstechnologien ist es während der Schulschließungen in der Corona-Pandemie zu einem Rückgang der Lernzeit gekommen. So gaben in der Elternbefragung durch das ifo im Frühjahr 2021 insgesamt 63 Prozent der Eltern mit leistungsschwächeren Kindern an, dass diese zu Hause weniger lernten als in der Schule, wohingegen es bei den leistungsstärkeren nur 52 Prozent waren. Viel weniger lernten den Angaben der Eltern zufolge 26 Prozent der leistungsschwächeren und 16 Prozent der leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler. Auch zeigen sich hier deutliche Unterschiede zwischen Kindern von Akademiker- und Nicht-Akademikereltern (Wößmann et al., 2021). In der Folge lassen sich insbesondere bei Kindern und Jugendlichen aus bildungsfernen Haushalten Lernrückstände feststellen (Engzell et al., 2020; Maldonado/De Witte, 2020; Tomasik et al., 2020; Zierer, 2021; Hammerstein et al., 2021; Helm et al., 2021). Mit einer besseren IT-Ausstattung an den Schulen sowie bei den Schülerinnen und Schülern hätte der Ausfall des Präsenzunterrichts besser kompensiert werden können. Schon vor etwa 20 Jahren hat Dänemark mit der Digitalisierung der Schulen begonnen, indem in Infrastruktur (WLAN, Computerausstattungen), Lernplattformen und Software zum gemeinschaftlichen Arbeiten investiert wurde. Dadurch konnte Dänemark flexibel in der Corona-Krise reagieren, die Schulen schnell wieder öffnen und auch Wechselmodelle zwischen Präsenz- und Distanzlernen nutzen (Leopoldina, 2020). Auch wenn komplette Onlineformate im schulischen Bereich keinesfalls einen gleichwertigen Ersatz für den Präsenzunterricht darstellen, können sie diesen gegebenenfalls auch über das Ende der Pandemie hinaus ergänzen. Beispielsweise könnte so Unterricht in den Muttersprachen für kleinere Zuwanderergruppen organisiert werden, bei denen dies vor dem Hintergrund zu kleiner Gruppengrößen an den Schulen vor Ort nicht möglich ist. Auch wäre eine über den regulären Unterricht hinausgehende Förderung für besonders begabte Schülerinnen und Schüler oder solche mit besonderem Förderbedarf auf diesem Wege denkbar.

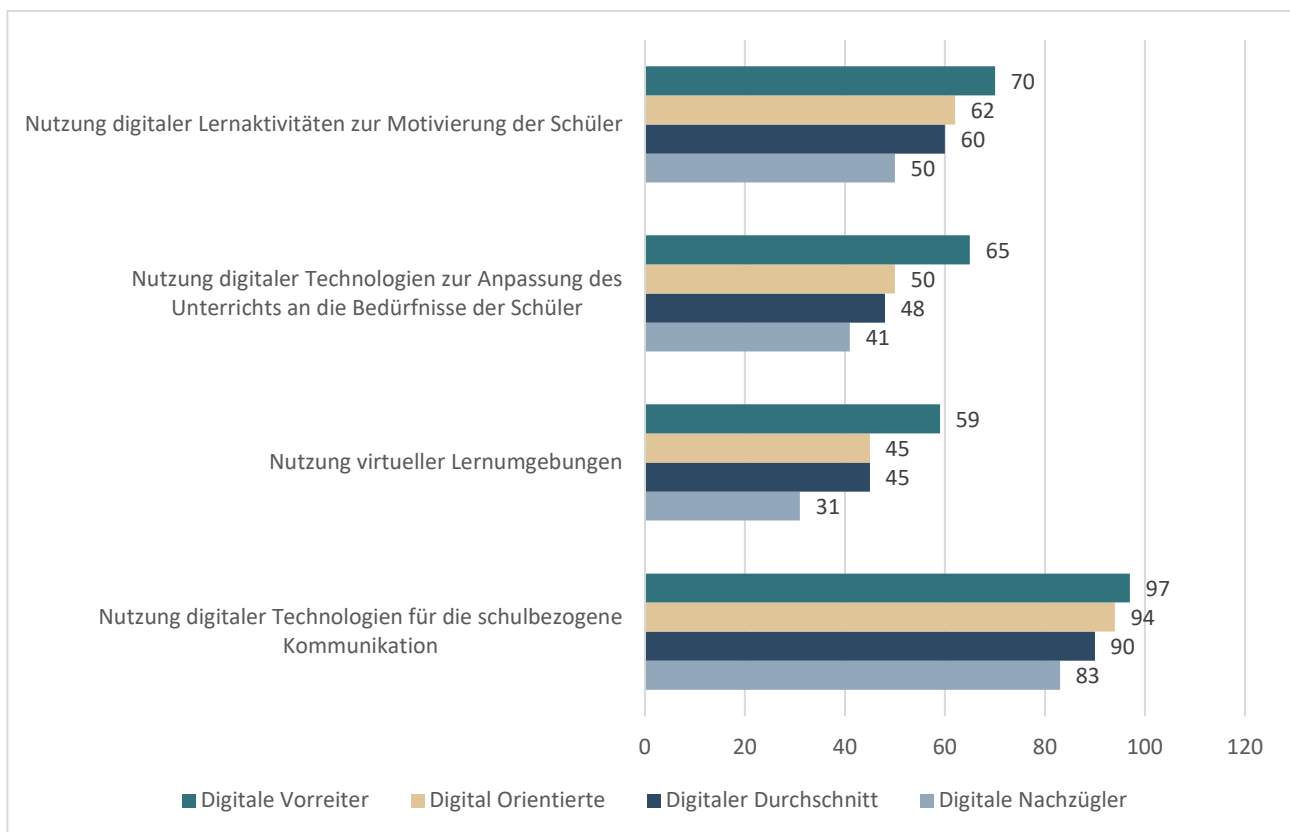
Weiterhin ist der vermehrte Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Unterricht wichtig, um die digitalen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler weiter zu verbessern. Dabei müssen die Informations- und Kommunikationstechnologien so eingesetzt werden, dass sie auch wirklich zu einer Zunahme der Kompetenzen in diesem Bereich beitragen. Betrachtet man das Zusammenspiel vom Einsatz von Computern und dem Erwerb von IKT-Kompetenzen, so kommen mehrere Studien zu dem Schluss, dass die Nutzung von Computern für den Erwerb von IKT-Kompetenzen derzeit noch nicht förderlich ist (zum Beispiel Comi et al., 2017; Anger et al., 2018; Falck et al., 2018). Daraus schlussfolgern die Verfasser dieser Studien, dass es auf die Art des Einsatzes von Computern ankommt. So ist der Einsatz kompetenzsteigernd, wenn er dazu dient, neue Ideen und Informationen zu generieren, wie es bei Recherchetätigkeiten und Gruppenarbeiten der Fall ist (Falck et al., 2018). Es ist folglich besonders wichtig, solche Unterrichtskonzepte zu entwickeln, bei denen durch den Einsatz von Computern und Software auch tatsächlich IKT-Kompetenzen gefördert werden können.

Darüber hinaus sollten auch digitale Lerninhalte zunehmend im Präsenzunterricht eingesetzt werden, um Lernangebote zu verbessern und zu flexibilisieren. Der zunehmende Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien bietet beispielsweise die Möglichkeit, das personalisierte Lernen auszuweiten und damit die individuelle Förderung der Schülerinnen und Schüler zu verbessern. Dies kann ein Beitrag zu einer

Verbesserung der Unterrichtsqualität sein (Holmes et al., 2018). Augenblicklich ist die pädagogische Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zwischen den Schulen sehr unterschiedlich (Abbildung 1-10). Lehrkräfte an digitalen Vorreiterschulen geben zu 65 Prozent an, dass sie die digitalen Technologien zur Anpassung ihres Unterrichts an die individuellen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler einsetzen. An den Schulen, an denen der Digitalisierungsprozess weniger weit fortgeschritten ist, sind es deutlich weniger.

Abbildung 1-10: Pädagogische Nutzung digitaler Technologien

Anteil der Lehrkräfte, die angeben, dass an ihren Schulen digitale Technologien für die folgenden Zwecke eingesetzt werden, 2021, in Prozent



Die Schulen werden auf der Basis eines Selbstevaluations-Instruments der Europäischen Kommission (SELFIE) hinsichtlich ihrer digitalen Kompetenzen unterschieden.

Quelle: Universität Göttingen, 2021

Daher müssen entsprechende Konzepte zum Einsatz digitaler Medien entwickelt und eingesetzt werden. Die IT-Ausstattung allein führt noch nicht zu positiven Effekten auf die Lernerfolge der Schüler. Ohne entsprechende Unterrichtskonzepte zum Einsatz der digitalen Medien bringt die IT-Ausstattung nicht die erhoffte Wirkung (Acatech/Körber Stiftung, 2017, 75; Aktionsrat Bildung, 2018, 80). Es müssen methodische Konzepte erarbeitet werden, wie Informations- und Kommunikationstechnologien gewinnbringend und zielführend eingesetzt werden, damit ihr Einsatz auch einen Mehrwert schafft und nicht überlegene traditionelle Unterrichtsmethoden ersetzt werden (Aktionsrat Bildung, 2017, 77 f., 81; Aktionsrat Bildung, 2018, 21). Auch der Nationale Bildungsbericht 2020 führt aus, dass nur ein kleiner Teil der eingesetzten digitalen Medien zu signifikanten positiven Effekten auf die Lernergebnisse führt. Der Bericht betont, dass nicht die eingesetzte Technik entscheidend für den Lernerfolg ist, sondern wie digitale Medien von den Lehrenden im alltäglichen Lehr-Lern-Geschehen integriert werden (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2020).

Für die Umsetzung neuer Konzepte im Unterricht müssen jedoch auch die entsprechenden Rahmenbedingungen an den Schulen geschaffen werden. Es muss die Bereitschaft von Schulleitungen und Kollegien erhöht werden, die neuen Technologien gewinnbringend im Unterricht einzusetzen. Dazu zeigt unter anderem die Schulleiterbefragung bei PISA-2018 weiteren Handlungsbedarf auf. Wie Tabelle 1-17 zeigt, bejahen nur 39,1 Prozent der Schulleiter die Frage, ob die Schule eine eigene schriftliche Erklärung speziell zur Verwendung digitaler Geräte für pädagogische Zwecke hat. In 45,2 Prozent der Schulen finden regelmäßige Gespräche mit Lehrkräften über den Einsatz digitaler Geräte für pädagogische Zwecke statt, in 20,2 Prozent der Schulen gibt es spezielle Programme zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen Lehrern beim Einsatz digitaler Geräte und nur für 12,9 Prozent der Lehrer ist Zeit eingeplant, um sich zu treffen, um Unterrichtsmaterialien zu teilen, zu bewerten oder zu entwickeln. Gerade bei letzterem ist die Zustimmung der Schulen in Dänemark, einem Vorreiterland bei der Digitalisierung der Schulen, mit 76,8 Prozent deutlich höher.

Tabelle 1-17: Rahmenbedingungen zur Digitalisierung an Schulen in Deutschland und Dänemark

Antwortkategorie: ja in Prozent, 2018

	Deutschland	Dänemark
Schule hat eine eigene schriftliche Erklärung speziell zur Verwendung digitaler Geräte für pädagogische Zwecke	39,1	41,0
Regelmäßige Gespräche mit Lehrkräften über den Einsatz digitaler Geräte für pädagogische Zwecke	45,2	88,5
Schule hat ein spezielles Programm zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen Lehrern beim Einsatz digitaler Geräte	20,2	43,0
Geplante Zeit für Lehrer, um sich zu treffen, um Unterrichtsmaterialien zu teilen, zu bewerten oder zu entwickeln	12,9	76,8

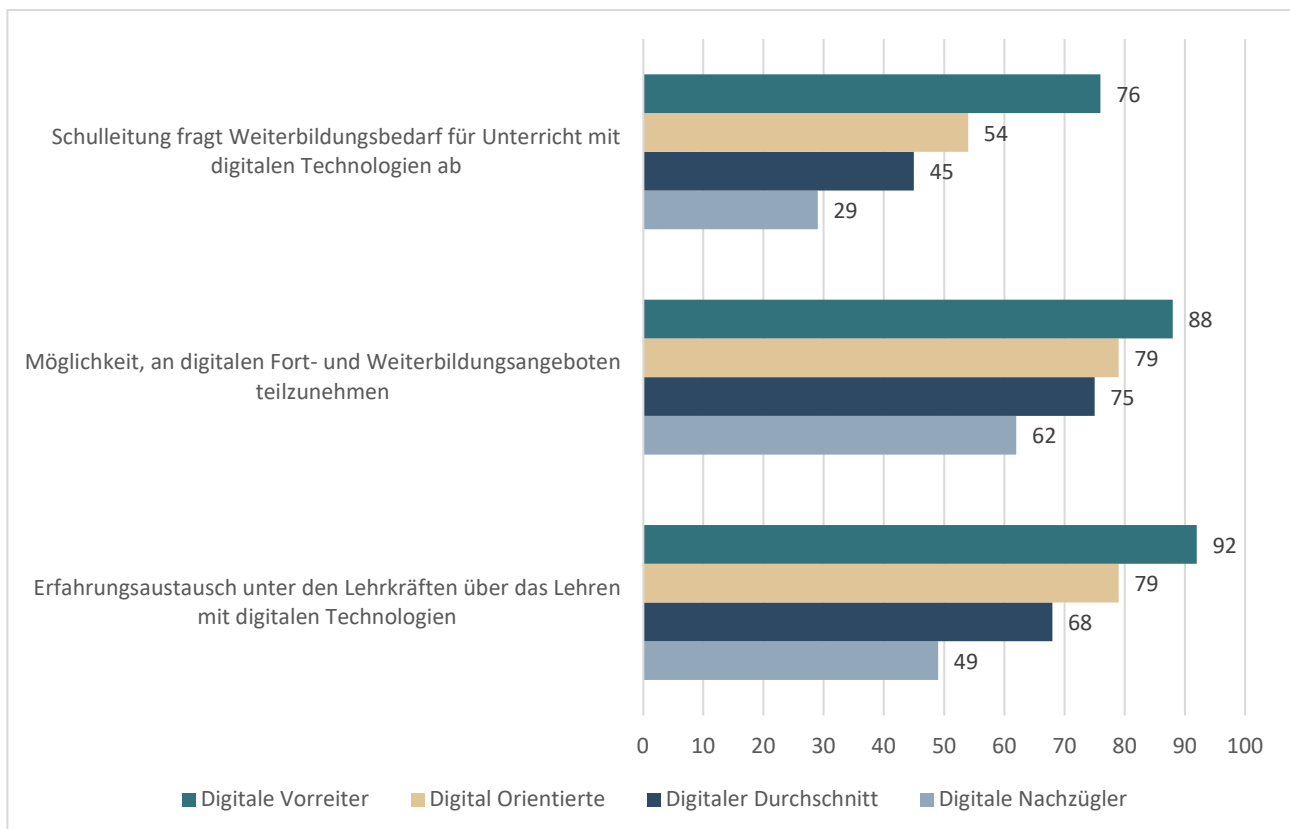
Quelle: eigene Berechnungen auf Basis der PISA-Rohdaten 2018; Befragung der Schulleiter; gewichtet mit Größe der Schulen

Wichtig für die Qualität des Unterrichts mit digitalen Technologien ist ferner die Möglichkeit für die Lehrkräfte, an entsprechenden Weiterbildungen teilzunehmen. In einer Metastudie zum Einsatz digitaler Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht zeigt sich, dass es eher einen positiven Einfluss digitaler Medien auf die Lernkompetenzen der Schülerinnen und Schüler gibt, wenn die Lehrkräfte vor dem Einsatz entsprechende Schulungen absolviert haben. Das Angebot an entsprechenden Schulungsmaßnahmen wird aber von den Lehrkräften als noch nicht ausreichend angesehen (Hillmayr et al., 2017, 12 f.). Daher ist eine umfassende Ausweitung der Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung im Bereich „digitale Bildung“ notwendig (Acatech/Körber Stiftung, 2017, 76; Aktionsrat Bildung, 2018, 21 f.), welche verbindlicher Bestandteil der Lehramtsausbildung und der Tätigkeit als Lehrer sein sollte. In der ICILS-Studie wurde deutlich, dass die Lehrerinnen und Lehrer in anderen Ländern die Potenziale des IT-Einsatzes im Unterricht teilweise höher einschätzen als deutsche Lehrerinnen und Lehrer (Eickelmann et al., 2019, 229). Dies kann auch darauf zurückzuführen sein, dass in Deutschland die Teilnahme an Fortbildungen zum Einsatz von IT im Unterricht relativ gering ausfällt. Nur 33 Prozent der Achtklässlerinnen und Achtklässler besuchen nach der ICILS-Studie Schulen, in denen viele Lehrkräfte interne Fortbildungsangebote zu digitalen Medien wahrgenommen haben. Bei externen Angeboten beträgt dieser Anteil lediglich 8,3 Prozent und bei Online-Angeboten 5,5 Prozent. Der internationale Mittelwert beträgt jeweils 33,8 Prozent, 19,4 Prozent und 18,9 Prozent (Eickelmann et al., 2019, 190).

Auch im Bereich der Weiterbildung gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Schulen in Abhängigkeit von ihrem Digitalisierungsgrad. Hohe Weiterbildungsanstrengungen gibt es vor allem an Schulen, die schon stark digitalisiert sind (Abbildung 1-11).

Abbildung 1-11: Umgang mit digitalem Weiterbildungsbedarf in den Schulen

Angaben der Lehrkräfte, 2021, in Prozent



Die Schulen werden auf der Basis eines Selbstevaluations-Instruments der Europäischen Kommission (SELFIE) hinsichtlich ihrer digitalen Kompetenzen unterschieden.

Quelle: Universität Göttingen, 2021

Damit die Lehrkräfte sich auch auf die pädagogischen Aspekte des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht konzentrieren können, ist es wichtig, dass ein technischer Support an den Schulen vorhanden ist und die Lehrkräfte sich nicht zusätzlich um die Wartung und Pflege der Geräte kümmern müssen. Bislang gibt nur die Hälfte der Lehrkräfte an, dass es an ihrer Schule eine technische Unterstützung bei Problemen mit digitalen Technologien gibt (Universität Göttingen, 2021).

Bundesländer

Die Rahmenbedingungen für den Einsatz digitaler Technologien in den Schulen unterscheiden sich auch zwischen den Bundesländern. Im Ländermonitor 2021 wird für bestimmte Indikatoren, die diese Rahmenbedingungen beschreiben, die Zustimmung oder Ablehnung der Lehrer erfasst (Tabelle 1-18). Vor allem in Berlin, Bremen und Sachsen-Anhalt finden die Lehrer schon relativ gute Bedingungen für den Einsatz digitaler

Medien vor. Verbesserungsbedarf gibt es nach Einschätzung der Lehrkräfte in diesem Bereich vor allem in Baden-Württemberg und Thüringen.

Tabelle 1-18: Bedingungen für die Nutzung digitaler Medien

Bundesland	Nutzung einer Lernplattform an der Schule	Vorhandensein eines Medienkonzepts an der Schule	Vorhandensein interner Workshops zum computergestützten Unterricht	Vorhandensein von Beispielmaterial zu computergestütztem Unterricht	Verbesserung der schulischen Leistungen durch den Einsatz von Computern	Ausreichende Vorbereitungszeit für computergestützten Unterricht	Gemeinsame systematische Entwicklung von Unterrichtsstunden	Unterrichtshospitation
Überwiegend in der oberen Gruppe verortet								
Berlin	0	0	0	+	+	+	+	+
Bremen	+	+	+	+	+	-	0	0
Sachsen-Anhalt	+	+	+	-	-	+	0	0
Überwiegend in der mittleren Gruppe verortet								
Brandenburg	0	+	0	0	0	0	0	+
Hessen	0	-	0	0	+	0	0	0
Mecklenburg-Vorpommern	0	+	0	0	0	-	+	+
Niedersachsen	-	0	0	0	0	0	+	+
NRW	0	0	+	0	0	0	+	+
Rheinland-Pfalz	0	0	-	0	0	0	0	0
Saarland	+	-	0	0	0	-	0	-
Sachsen	-	0	0	-	-	0	0	0
Heterogene Gruppenverteilungen								
Bayern	0	0	+	0	-	+	-	-
Hamburg	-	0	-	+	+	0	-	0
Schleswig-Holstein	+	-	0	+	0	+	-	-

	Überwiegend in der unteren Gruppe verortet							
Baden-Württemberg	0	-	-	-	0	0	-	-
Thüringen	-	0	-	-	-	-	+	0

+ = obere Gruppe; 0 = mittlere Gruppe; - = untere Gruppe

Quelle: Lorenz et al., 2022, 83

Wichtig für die Qualität des Unterrichts mit digitalen Medien ist auch die Möglichkeit, an Weiterbildungen teilzunehmen. Die Digitalisierungsstudie der Universität Göttingen bewertet die Einschätzung der Lehrkräfte, inwieweit diese die Möglichkeit haben, an beruflichen Fort- und Weiterbildungsangeboten für das Lehren und Lernen mit digitalen Technologien teilzunehmen (Tabelle 1-19). Hier schneiden die Bundesländer Rheinland-Pfalz, Bremen und Mecklenburg-Vorpommern besonders gut ab.

Tabelle 1-19: Möglichkeit zur Teilnahme an beruflichen Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für das Lehren und Lernen mit digitalen Technologien

Summe aus "stimme zu" und "stimme voll zu"

	2020	2021
Rheinland-Pfalz	76	88
Bremen	64	86
Mecklenburg-Vorpommern	66	83
Schleswig-Holstein	68	80
Berlin	66	79
Hamburg	54	79
Baden-Württemberg	68	75
Nordrhein-Westfalen	52	73
Niedersachsen	64	71
Sachsen-Anhalt	61	71
Sachsen	57	69
Thüringen	61	61
Brandenburg	38	50

Ohne Bayern, Hessen, Saarland

Quelle: Universität Göttingen, 2021

Fort- und Weiterbildung der Lehrkräfte ist auch deshalb von Bedeutung, da die Kompetenzen der Lehrkräfte in diesem Bereich augenblicklich noch sehr unterschiedlich sind. Im Ländermonitor 2021 wurden die befragten Lehrer gebeten, ihre Kompetenzen zum Einsatz von digitalen Medien im Unterricht einzuschätzen. Mehr als 80 Prozent der befragten Lehrkräfte stimmten dabei der Aussage zu, dass sie digitale Medien auswählen können, mit denen sich die Inhalte des Unterrichts besser vermitteln lassen. 77 Prozent gaben zudem an,

dass sie den Unterricht so gestalten können, dass die Fachinhalte, die digitalen Medien und die angewandten Lehrmethoden gut kombiniert werden. Nur knapp 52 Prozent sahen sich jedoch dazu in der Lage, andere Lehrkräfte anzuleiten, die digitalen Medien und geeignete Lehrmethoden aufeinander abzustimmen (Lorenz et al., 2022, 96). Hier ist weitgehend eine Verbesserung im Vergleich zu der letzten Erhebung aus dem Jahr 2017 festzustellen. Die Selbsteinschätzung über das Können und Wissen zum Einsatz digitaler Medien im Fachunterricht fiel bei den Lehrkräften in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein besonders hoch aus. Weniger sicher im Umgang mit digitalen Medien im Unterricht fühlen sich noch die Lehrkräfte in Brandenburg, Niedersachsen und NRW (Tabelle 1-20).

Tabelle 1-20: Einschätzung des Könnens und Wissens zum Einsatz digitaler Medien in bestimmten Lehr- und Lernsituationen zur Vermittlung von Fachinhalten im Bundesländervergleich

Bundesland	Vermittlung von Fachinhalten	Unterrichtsgestaltung	Strategien	Verbesserung der Lehr- und Lernprozesse	Anleitung anderer Lehrkräfte
Überwiegend in der oberen Gruppe verortet					
Sachsen	+	+	+	+	-
Sachsen-Anhalt	+	+	+	+	-
Schleswig-Holstein	+	+	+	0	+
Überwiegend in der mittleren Gruppe verortet					
Baden-Württemberg	0	0	-	0	0
Bayern	0	+	0	0	+
Berlin	-	0	0	-	0
Bremen	-	0	+	0	0
Hamburg	0	0	0	0	0
Hessen	0	0	0	+	-
Mecklenburg-Vorpommern	0	-	0	0	+
Rheinland-Pfalz	0	0	0	+	0
Saarland	0	0	0	0	0
Thüringen	+	0	0	0	0
Überwiegend in der unteren Gruppe verortet					
Brandenburg	-	-	-	-	-
Niedersachsen	0	-	-	-	+
NRW	-	-	-	-	0

+ = obere Gruppe; 0 = mittlere Gruppe; - = untere Gruppe

Quelle: Lorenz et al., 2022, 103

Auch der technische und pädagogische Support fällt in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich aus. Die technische und pädagogische Unterstützung für die IT-Ausstattung fällt in Bremen und Sachsen-Anhalt schon relativ gut aus, während vor allem in Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Thüringen noch Verbesserungsbedarf besteht (Tabelle 1-21).

Tabelle 1-21: Technischer und pädagogischer Support im Bundesländervergleich

	Technischer Support	Pädagogischer Support
Überwiegend in der oberen Gruppe verortet		
Bremen	+	+
Sachsen-Anhalt	+	+
Überwiegend in der mittleren Gruppe verortet		
Hamburg	0	0
Hessen	0	0
Mecklenburg-Vorpommern	0	0
Niedersachsen	0	0
Nordrhein-Westfalen	0	0
Schleswig-Holstein	0	0
Heterogene Gruppenverteilungen		
Baden-Württemberg	+	-
Bayern	+	0
Berlin	0	+
Brandenburg	-	0
Sachsen	0	+
Überwiegend in der unteren Gruppe verortet		
Rheinland-Pfalz	-	-
Saarland	-	-
Thüringen	-	-

+ = obere Gruppe; 0 = mittlere Gruppe; - = untere Gruppe

Quelle: Lorenz et al., 2022, 56

1.3 Handlungsempfehlungen

Die Corona-Krise hat verdeutlicht, wie groß der Nachholbedarf an den Schulen bei der Digitalisierung ist. Um auf den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wandel vorbereitet zu sein, den die Digitalisierung mit sich bringt, muss die Vermittlung von digitalen Kompetenzen von der Schul- bis hin zur Erwachsenenbildung fest verankert sein (Falck/Schüller, 2016). Schon in der Schule sollten somit umfangreiche IT-Kenntnisse vermittelt werden, um auch der zunehmenden Gefahr einer sich verschärfenden Ungleichheit der Bildungschancen entgegenzuwirken. Eine stärkere Digitalisierung ist schon länger ein Ziel für das deutsche Bildungssystem

(KMK, 2016). Die Coronapandemie hat den Handlungsdruck deutlich verstärkt und den Prozess beschleunigt. Allerdings gibt es große Unterschiede bezüglich des Stands der Digitalisierung zwischen Bundesländern aber auch zwischen den einzelnen Schulen. Wenn nun keine systematische Weiterentwicklung der Digitalisierung erfolgt, besteht die Gefahr, dass Kinder an Schulen mit guter digitaler Ausstattung anders gefördert werden als Kinder an Schulen mit einer weniger guten Ausstattung.

Bessere digitale Ausstattung an den Schulen

Um hohe computer- und informationsbezogene Kompetenzen bei den Bildungsteilnehmern zu erzielen, ist es zunächst erforderlich, dass die Bildungseinrichtungen entsprechend mit Informations- und Kommunikationstechnologien ausgestattet sind. Die Ausstattung der Schulen mit der notwendigen digitalen Infrastruktur muss schnell umgesetzt werden. Grundvoraussetzung hierfür ist der Breitbandausbau. Darüber hinaus gehört hierzu auch die Bereitstellung von digitalen Arbeitsplätzen für Lehrkräfte und die Ausstattung aller Klassen mit der erforderlichen Hard- und Software für einen digital gestützten Unterricht.

Hier besteht in Deutschland trotz der Fortschritte während der Corona-Pandemie weiter Nachholbedarf. In der Befragung des Schulbarometers sehen immer noch 76 Prozent der Lehrkräfte für einen möglichen temporär nötigen Fern- oder Hybridunterricht einen besonderen Verbesserungsbedarf bei der technischen Ausstattung der Schülerinnen und Schüler. Weiterhin 58 Prozent der Lehrkräfte sehen größere Verbesserungsbedarfe bei der technischen Ausstattung der Schule – gegenüber der Befragung aus dem Dezember 2020 ergibt sich hier kein Fortschritt. Knapp die Hälfte der Lehrkräfte sieht weiterhin größere Verbesserungsbedarfe bei der technischen Ausstattung der Lehrkräfte mit digitalen Endgeräten (Tabelle 1-22). Es gibt dabei Unterschiede zwischen den Bundesländern. In Bayern fällt der Verbesserungsbedarf beispielsweise etwas geringer aus als in anderen Landesteilen (Tabelle 1-23).

Tabelle 1-22: Größte Verbesserungsbedarfe beim Fern- oder Hybridunterricht an der eigenen Schule
Befragung von Lehrkräften, 2020, 2021, Angaben in Prozent

	April 2020	Dezember 2020	September 2021
bei der technischen Ausstattung der Schüler zu Hause		80	76
bei der technischen Ausstattung der Schule	64	58	58
bei der technischen Ausstattung der Lehrkräfte mit digitalen Endgeräten		58	46

Quelle: Deutsches Schulportal, 2021

Die digitale Ausstattung von Schulen, Lehrkräften und Schülern ist somit weiter zu verbessern. In allen Schulen, bei Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern sind WLAN und digitale Endgeräte verfügbar zu machen sowie Lernmanagement-Systeme und internetbasierte Anwendungen für gemeinschaftliches Arbeiten einzusetzen. Der Bund und die Bundesländer haben seit 2019 im DigitalPakt Schule finanzielle Mittel für die digitale Ausstattung zur Verfügung gestellt. Diese Mittel müssen zügig abgerufen werden und bei Bedarf weitere Mittel zur Verfügung gestellt werden. Auch die Verfügbarkeit von schnellem Internet in den Privathaushalten ist bundesweit sicherzustellen.

Tabelle 1-23: Größte Verbesserungsbedarfe beim Fern- oder Hybridunterricht nach Bundesländern

Befragung von Lehrkräften, September 2021, Angaben in Prozent

	insgesamt	Ost	Nord	NRW	Mitte	BW	Bayern
bei der technischen Ausstattung der Schüler zu Hause	76	79	71	79	82	72	72
bei der technischen Ausstattung der Schule	58	63	56	64	64	48	43
bei der technischen Ausstattung der Lehrkräfte mit digitalen Endgeräten	46	62	44	30	53	44	44

Quelle: Deutsches Schulportal, 2021

Bessere Ausbildung der Lehrkräfte

Als zweiter zentraler Schritt sollten die Kompetenzen der Lehrerinnen und Lehrer beim Umgang mit digitalen Medien im Unterricht weiter ausgebaut werden. Neben verbindlichen Fortbildungen und Lehrplanvorgaben zur Integration digitaler Technologien im Unterricht, muss Lehrkräften genug Zeit gegeben werden, um digitale Lehr- und Lernkonzepte zu entwickeln und zu integrieren und sich über die Erfahrung mit deren Einsatz auszutauschen. Der Aktionsrat Bildung schlägt deshalb vor, für alle Schularten ein Erweiterungsfach anzubieten, das einen Teil der angehenden Lehrkräfte zu Digitalisierungsbeauftragten ausbildet. Diese können ihre Kolleginnen und Kollegen bei digitalen Themen und Fragen beratend unterstützen (Aktionsrat Bildung, 2018, 24).

Zusätzlich ist es wichtig, bei der Ausbildung der Lehrkräfte dem Einsatz digitaler Formate im Unterricht ein höheres Gewicht einzuräumen. Acatech et al. (2020) betonen, dass digitales Lernen in der Lehrkräftebildung verankert werden sollte und dies systematisch und fächerübergreifend während des Studiums, im Vorbereitungsdienst und in Fort- und Weiterbildungen. Die Wirksamkeit der Fortbildungen sollten ferner evaluiert werden. Der Nationale Bildungsbericht 2020 verdeutlicht jedoch, dass bis zu diesem Zeitpunkt nur fünf Bundesländer einheitliche Vorgaben erlassen haben, dass im Lehramtsstudium in Grundschule und Sekundarbereich I Veranstaltungen zum Erwerb digitaler Kompetenzen anzubieten sind (Autorengruppe Bildungsbericht-erstattung, 2020). Mehr als die Hälfte der Lehrkräfte sieht dann auch Verbesserungsbedarf bei der Fortbildung von Lehrkräften, die Qualifizierungsbedarf im Umgang mit digitalen Lernformaten haben (Deutsches Schulportal, 2021).

Bessere Konzepte für eine Umsetzung der Digitalisierung

Die IT-Ausstattung allein führt jedoch noch nicht zu positiven Effekten auf die Lernerfolge der Schüler. Ohne entsprechende Unterrichtskonzepte zum Einsatz der digitalen Medien bringt die IT-Ausstattung nicht die erhoffte Wirkung (Acatech/Körper Stiftung, 2017, 75). Es müssen methodische Konzepte erarbeitet werden, wie Informations- und Kommunikationstechnologien gewinnbringend und zielführend eingesetzt werden, damit ihr Einsatz auch einen Mehrwert schafft und nicht überlegene traditionelle Unterrichtsmethoden ersetzt werden (Aktionsrat Bildung, 2017, 77 f., 81; Aktionsrat Bildung, 2018, 20).

Zudem müssen gute digitale Lernmaterialien entwickelt bzw. weiterentwickelt werden. Benötigt wird vor allem eine intelligente Lernsoftware, die Schülerinnen und Schüler motiviert und Lerndefizite beheben kann. Montag et al. (2019) beschreiben verschiedene psychologische Mechanismen, die sich zur Motivation der Schülerinnen und Schüler nutzen lassen. Nach Empfehlung von Köller (2020) ist die schnelle Einrichtung eines Gremiums mit Vertretern aus Politik, Schulbuchverlagen, kommerzieller Softwareentwicklung und Wissenschaft aus den Bereichen KI und Lehr-/Lernforschung sinnvoll, um eine länderübergreifende Strategie der Entwicklung intelligenter Software zu erarbeiten. Daran anschließend sollte die öffentliche Förderung von Projektverbänden aus Schule, Wissenschaft und Wirtschaft erfolgen, um intelligente digitale Lernsysteme für die Kernfächer zu entwickeln. Diese sollten dann auch umfangreich genutzt und breit zur Verfügung gestellt werden. So ergeben sich bei einer mit hohen Fixkosten verbundenen Entwicklung von digitalen interaktiven Lerntools gewaltige Potenziale der Skalierung, da die Grenzkosten der Einbeziehung eines weiteren Nutzers nahe Null sind (Shapiro/Varian, 1999; Klös, 2020). Gerade in Fächern wie Mathematik, in denen bundesweit Schülerinnen und Schüler vieler Jahrgänge ein Angebot gemeinsam verwenden können, bestehen große Effizienzpotenziale.

Die befragten Lehrkräfte im Schulbarometer sehen dann auch noch einen großen Verbesserungsbedarf bei der Verfügbarkeit von guten Materialien für das onlinegestützte Lernen und bei der Entwicklung eines Konzepts zum Einsatz digitaler Technologien an den einzelnen Schulen (Tabelle 1-24). Es lassen sich zwar Fortschritte im Vergleich zu der Zeit vor der Corona-Pandemie feststellen, am aktuellen Rand nimmt der Verbesserungsbedarf jedoch teilweise schon wieder zu. So sahen beispielsweise im Dezember 2020 23 Prozent der befragten Lehrkräfte Verbesserungsbedarf bei der Bereitschaft von Lehrkräften, digitale Lernformate im Unterricht auch einzusetzen, im September 2021 waren es schon wieder 32 Prozent.

Tabelle 1-24: Verbesserungsbedarf bei den Rahmenbedingungen für die Digitalisierung an den Schulen

Befragung von Lehrkräften, in Prozent

	04/2020	12/2020	09/2021
Verfügbarkeit qualitativ guter Inhalte für das onlinegestützte Lernen		48	51
Kompetenzen der Lehrkräfte mit digitalen Lernformaten	69	57	51
Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses an der Schule, wie digitale Formate im Unterricht sinnvoll eingesetzt werden sollen	57	43	46
Bereitschaft von Lehrkräften, digitale Lernformate im Unterricht auch einzusetzen	35	23	32

Quelle: Deutsches Schulportal, 2021

Es ist somit auch wichtig, die Lehrkräfte von den Vorteilen eines stärkeren Einsatzes digitaler Unterrichtsinhalte zu überzeugen. Sie können die individuelle Förderung erleichtern sowie die Schülerinnen und Schülern dabei unterstützen, sich eigenständig Inhalte zu erarbeiten oder den eigenen Lernfortschritt zu kontrollieren (SWK, 2021). Der Nationale Bildungsbericht 2020 (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2020) betont, dass der Einsatz digitaler Medien im Unterricht von der Grundhaltung des Personals und seinen pädagogischen und anwendungsbezogenen Kompetenzen abhängt. Zwar vertreten Lehrkräfte häufig die Auffassung, dass digitale Medien Schülerinnen und Schüler motivieren können, jedoch vertritt nur ein kleiner Anteil der

Lehrkräfte die Ansicht, dass digitale Medien Lernergebnisse verbessern oder individualisiertes Lernen ermöglichen können.

Für den langfristigen Erfolg der Digitalisierung ist es wichtig, die Kultur an den Schulen dauerhaft weiterzuentwickeln. Diese Veränderungen beziehen sich auf die Haltung der Akteure an Schulen, die Zusammenarbeit in multiprofessionellen Teams mit professionellen IT-Abteilungen an Schulen und dem Teilen von entwickelten Lehrinhalten über digitale Plattformen. So können sich Lehrkräfte dauerhaft gegenseitig unterstützen, indem digitale Unterrichtsinhalte zum Teilen eingestellt werden. Gegenseitige Unterrichtshospitationen ermöglichen eine weitere Steigerung der Lehrqualität und Unterstützung der Lehrkräfte. Die Schulleitungen müssen die Umsetzung einer digitalen Strategie an ihrer Schule verantworten und antreiben und u. a. eine strategische Rolle bei der Planung von Lehrerfortbildungen im Bereich digitale Kompetenzen und digitaler Unterricht übernehmen.

Eickelmann/Drossel (2020) betonen, dass ein Teil der Lehrkräfte während der Corona-Pandemie durchaus die Chance sieht, digitale Lernangebote zu etablieren und auszubauen. Befragungen der GEW (2020) zeigen, dass der Nutzen von digitalen Medien für die Unterrichtsgestaltung insgesamt von den befragten Lehrkräften eher positiv eingeschätzt wird. Bei der Einschätzung zum Zeitaufwand durch digitale Medien zeigt sich hingegen eher ein gemischtes Bild (GEW, 2020). Die Bildungsverwaltung sollte zusammen mit den Schulleitungen und Freiwilligen unter den Lehrkräften gemeinsam eine Vision entwickeln, wie die Digitalisierung der Bildung in der Zukunft aussehen, wie Lehrkräfte unterstützt und welche Ziele damit erreicht werden sollen. Wichtig ist es dabei, die Erwartungen und Zielsetzungen auch während der Pandemie-Zeit durch Schulbehörden und Ministerien transparent und unterstützend zu kommunizieren (Eickelmann/Drossel, 2020).

Schließlich müssen die Lehrkräfte nicht nur im Umgang und im Einsatz von IT-Technologien geschult werden. Sie müssen ihren Schülerinnen und Schülern auch einen verantwortungsvollen Umgang mit digitalen Medien vermitteln. Wichtig ist, dass die Schülerinnen und Schüler auch über die Risiken der digitalen Medien aufgeklärt werden und ihnen Handlungsstrategien vermittelt werden, wie mit diesen Risiken umgegangen werden kann (Acatech/Körper Stiftung, 2017, 37; Aktionsrat Bildung, 2018, 21).

Mehr Unterstützung bei der IT-Administration

Ein wichtiger Punkt zur weiteren Unterstützung der Lehrkräfte stellen die IT-Anforderungen dar. Nach Befragungen der GEW (2020) wird der technische Support an den Schulen eher kritisch bewertet. Nur ein Fünftel der Lehrkräfte ist damit grundsätzlich zufrieden (GEW, 2020). An den Schulen werden neuartige Personalkategorien benötigt. Dies können Technikerinnen und Techniker, Educational Technologists, administrative Leitungen oder auch Kooperationsverantwortliche sein (Nationales MINT-Forum, 2020). Würden bei den mehr als 40.000 allgemeinbildenden und beruflichen Schulen in Deutschland pro Schule eine halbe zusätzliche Stelle eingesetzt, müssten zusätzlich 20.000 IT-Experten zur Unterstützung der Digitalisierung an den Schulen eingestellt werden. Insgesamt werden dafür jährlich rund 2 Mrd. Euro zusätzlich benötigt (Anger/Plünnecke, 2021).

Schulfach Informatik

Um die IT-Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler zu verbessern, sollte bundesweit in möglichst vielen Jahrgangsstufen das Schulfach „Informatik“ unterrichtet werden, auch wenn die Vermittlung digitaler

Kompetenzen eine Querschnittsaufgabe ist. Der Informatik-Monitor der Gesellschaft für Informatik zeigt, dass alle Bundesländer in der Sekundarstufe II ein Angebot für einen Informatikunterricht machen, der jedoch in der Regel nicht verpflichtend ist. In der Sekundarstufe I unterscheiden sich die Angebote zum Teil deutlich zwischen den einzelnen Bundesländern (Tabelle 1-25). Besonders gut ist das Angebot schon in Mecklenburg-Vorpommern, andere Länder haben noch Nachholbedarf. Hier ist es wichtig, das Angebot bundesweit zu vereinheitlichen. Schleswig-Holstein, Niedersachsen und das Saarland haben schon geplant, ihr Angebot auszuweiten (Gesellschaft für Informatik, 2022).

Tabelle 1-25: Informatikunterricht in der Sekundarstufe I

Art des Informatikunterrichts	Bundesländer
Pflichtunterricht für alle SuS in allen Jahrgangsstufen ab Kl. 5	Mecklenburg-Vorpommern
Pflichtunterricht für alle SuS in den meisten Jahrgangsstufen ab Kl. 5	Sachsen
Pflichtunterricht für alle SuS in einzelnen Jahrgangsstufen ab Kl. 5	Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen
Ein curricular unterlegtes Angebot ist nicht in jeder Schulform ab Kl. 5 möglich	Berlin, Brandenburg, Hamburg, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein
Ein curricular unterlegtes Angebot ist nicht in allen Schulformen möglich.	Saarland, Sachsen-Anhalt, Thüringen
Kein Angebot	Bremen, Hessen

Quelle: Gesellschaft für Informatik, 2022

Datenbasis verbessern und Evaluationen sicherstellen

Die Weiterentwicklungen digitaler Bildungsformen sollten durch wissenschaftliche Evaluationen begleitet werden. Dabei sollte auch ein Austausch über innovative digitale Lehr- und Lernkonzepte stattfinden, der durch einen Ideenwettbewerb motiviert werden kann. Wichtig für den weiteren Digitalisierungsprozess an den Schulen ist es ferner, Erfolge sichtbar zu machen. So sollten Beispiele guter schulischer Arbeit und digital gestützter Lernansätze gebündelt und zugänglich gemacht werden. Beispiele finden sich bereits heute durch die Auszeichnungen von MINT-Schulen, MINT-EC-Schulen, smart schools oder digitale Schulen durch verschiedene zivilgesellschaftliche Akteure. Wichtig ist es auch, positive Erfahrungen von Modell- und Netzwerkschulen zu nutzen. Exemplarisch ist hier das Netzwerk Digitale Schule 2020 der Stiftung Bildungspakt Bayern 2020 zu nennen. Neben der Darstellung von Best Practice ist es wichtig, für die einzelnen Schulen Ziele zu formulieren, die im kommenden Schuljahr umgesetzt werden sollen.

Darüber hinaus sollten die digitalen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler wie andere Kernkompetenzen auch in schulübergreifenden Vergleichstests überprüft werden. Es sollten Vergleichsarbeiten zu computer- und informationsbezogenen Kompetenzen für die einzelnen Schulen sowie Vergleichstests auf Bundesländerebene entwickelt und deren Ergebnisse für eine fundierte Entwicklung des Unterrichts eingesetzt werden.

Schließlich ist es nötig, eine amtliche Datenbasis zur Ausstattung der Schulen mit digitaler Infrastruktur zu schaffen. Aussagen darüber können bislang im Wesentlichen nur über Lehrerbefragungen getroffen werden. Hier ist die Datenbasis deutlich zu verbessern, um zielgenauer entsprechende Investitionsbedarfe ermitteln zu können.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Stellenwert von Demografie, Dekarbonisierung und Digitalisierung für die Unternehmen.....	3
Tabelle 1-2: Bedarf an Fachkräften speziell zur Entwicklung klimafreundlicher Technologien und Produkte in den kommenden fünf Jahren.....	4
Tabelle 1-3: Beschäftigungsentwicklung in verschiedenen MINT-Berufen.....	7
Tabelle 1-4: Entwicklung der IT-Beschäftigung nach Bundesländern	8
Tabelle 1-5: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Achtklässlern	13
Tabelle 1-6: Förderung der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Bundesländervergleich	15
Tabelle 1-7: Digitalisierung an Schulen in Deutschland und Dänemark.....	17
Tabelle 1-8: Verfügbarkeit von Breitband an Schulen in Prozent	18
Tabelle 1-9: Konkrete digitale Ausstattung der eigenen Schule	20
Tabelle 1-10: Konkrete digitale Ausstattung der eigenen Schule	21
Tabelle 1-11: Ausstattung der Schulen im Bundesländervergleich.....	22
Tabelle 1-12: Einsatz von digitalen Geräten in einer typischen Schulwoche	23
Tabelle 1-13: Einsatz von digitalen Geräten im Schulunterricht während des letzten Monats nach Nutzer	24
Tabelle 1-14: Bereiche, für die digitale Technologien genutzt werden	26
Tabelle 1-15: Nutzung einer Lern- und Arbeitsplattform im Präsenzunterricht	26
Tabelle 1-16: Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien im Unterricht	27
Tabelle 1-17: Rahmenbedingungen zur Digitalisierung an Schulen in Deutschland und Dänemark	30
Tabelle 1-18: Bedingungen für die Nutzung digitaler Medien	32
Tabelle 1-19: Möglichkeit zur Teilnahme an beruflichen Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für das Lehren und Lernen mit digitalen Technologien.....	33
Tabelle 1-20: Einschätzung des Könnens und Wissens zum Einsatz digitaler Medien in bestimmten Lehr- und Lernsituationen zur Vermittlung von Fachinhalten im Bundesländervergleich	34
Tabelle 1-21: Technischer und pädagogischer Support im Bundesländervergleich	35
Tabelle 1-22: Größte Verbesserungsbedarfe beim Fern- oder Hybridunterricht an der eigenen Schule.....	36
Tabelle 1-23: Größte Verbesserungsbedarfe beim Fern- oder Hybridunterricht nach Bundesländern	37
Tabelle 1-24: Verbesserungsbedarf bei den Rahmenbedingungen für die Digitalisierung an den Schulen	38
Tabelle 1-25: Informatikunterricht in der Sekundarstufe I	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Bedarf an digital kompetenten Fachkräften nach Unternehmensgröße	6
Abbildung 1-2: Anteil der IT-Beschäftigten an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten	9
Abbildung 1-3: Arbeitskräftelücke IT-Berufe.....	10
Abbildung 1-4: Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge im IT-Bereich und IT-Ausbildungsquote.....	11
Abbildung 1-5: Erstabsolventen und Studienanfänger im IT-Bereich	12
Abbildung 1-6: Vermittlung digitaler Kompetenzen in den Schulen.....	14
Abbildung 1-7: Ausstattung der Lehrkräfte mit einem eigenen digitalen Endgerät	19
Abbildung 1-8: Vorbereitung der Schulen auf digitalen Unterricht	20
Abbildung 1-9: Nutzungshäufigkeit digitaler Medien im Schulunterricht.....	25
Abbildung 1-10: Pädagogische Nutzung digitaler Technologien.....	29
Abbildung 1-11: Umgang mit digitalem Weiterbildungsbedarf in den Schulen.....	31

Literaturverzeichnis

Acatech / Körber Stiftung, 2017, MINT Nachwuchsbarometer 2017, Fokusthema: Bildung in der digitalen Transformation, München/Hamburg

Acatech / IPN / Körber-Stiftung, 2020, MINT Nachwuchsbarometer 2020, München

Aktionsrat Bildung: Blossfeld, Hans-Peter / Bos, Wilfried / Daniel, Hans-Dieter / Hannover, Bettina / Köller, Olaf / Lenzen, Dieter / Roßbach, Hans-Günther / Seidel, Tina / Tippelt, Rudolf / Wößmann, Ludger, 2017, Bildung 2030 – veränderte Welt. Fragen an die Bildungspolitik, Münster

Aktionsrat Bildung: Blossfeld, Hans-Peter / Bos, Wilfried / Daniel, Hans-Dieter / Hannover, Bettina / Köller, Olaf / Lenzen, Dieter / Roßbach, Hans-Günther / Seidel, Tina / Tippelt, Rudolf / Wößmann, Ludger, 2018, Digitale Souveränität und Bildung, Münster

Anger, Christina / Koppel, Oliver / Plünnecke, Axel, 2018, MINT-Frühjahrsreport 2018, MINT-Offenheit, Chancen, Innovationen, Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall

Anger, Christina / Plünnecke, Axel, 2021, Bildungsgerechtigkeit. Herausforderungen für das deutsche Bildungssystem, IW-Analysen Nr. 140, Köln

Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2020, Bildung in Deutschland 2020. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt, Bielefeld

BA, 2022, Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Sonderauswertung der Beschäftigungsstatistik nach Berufsaggregaten, verschiedene Quartale, Nürnberg

BIBB, verschiedene Jahrgänge, Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge, unvermittelte Bewerber, unbesetzte Ausbildungsplätze, Angebot und Nachfrage mit Veränderungen zum Vorjahr in Prozent (VR) – KldB 2010: Berufsbereiche, <https://www.bibb.de/de/141949.php> [21.03.2022]

Büchel, Jan / Engels, Barbara, 2022, Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland, Digitalisierungsindex 2021, Berlin

Büchel, Jan / Mertens, Armin, 2021, KI-Bedarfe der Wirtschaft am Standort Deutschland. Eine Analyse von Stellenanzeigen für KI-Berufe, Studie im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Berlin

Comi, Simona Lorena / Argentin, Gianluca / Gui, Marco / Origo, Federica / Pagani, Laura, 2017, Is it the way they use it? Teachers, ICT and student achievement, in: Economics of Education Review, 56. Jg., S. 24–39

Demary, Vera / Matthes, Jürgen / Plünnecke, Axel / Schaefer, Thilo, 2021, Gleichzeitig: Wie vier Disruptionen die deutsche Wirtschaft verändern, IW-Studien, Köln

Deutscher Bundestag, 2021, Bildungspolitische Anstrengungen der Bundesregierung während der Corona-Pandemie, Antwort der Bundesregierung, Drucksache 19/27605, Berlin

Deutsches Schulportal, 2020, Das Deutsche Schulbarometer Spezial Corona-Krise, Ergebnisse einer Befragung von Lehrerinnen und Lehrern an allgemeinbildenden Schulen im Auftrag der Robert Bosch Stiftung in Kooperation mit der ZEIT, <https://deutsches-schulportal.de/unterricht/lehrer-umfrage-deutsches-schulbarometer-spezial-corona-krise-april-2020/> [06.04.2022]

Deutsches Schulportal, 2021, Deutsches Schulbarometer Spezial: Zweite Folgebefragung, Ergebnisse einer Befragung von Lehrerinnen und Lehrern an allgemeinbildenden Schulen im Auftrag der Robert Bosch Stiftung in Kooperation mit der ZEIT, <https://deutsches-schulportal.de/unterricht/umfrage-deutsches-schulbarometer/> [06.04.2022]

Eickelmann, Birgit et al. (Hrsg.), 2019, ICILS 2018, Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking, Münster

Eickelmann, Birgit / Drossel, Kerstin, 2020, Schule auf Distanz. Perspektiven und Empfehlungen für den neuen Schulalltag, Befragung des Instituts für Demoskopie Allensbach im Auftrag der Vodafone Stiftung Deutschland, Düsseldorf

Engzell, Per / Frey, Arun / Verhagen, Mark, 2020, Learning inequality during the COVID-19 pandemic, <https://osf.io/preprints/socarxiv/ve4z7/>

Falck, Oliver / Heimisch, Alexandra / Wiederhold, Simon, 2016, Returns to ICT Skills, CESifo Working Paper, Nr. 5720, München

Falck, Oliver / Mang, Constantin / Woessmann, Ludger, 2018, Virtually No Effect? Different Uses of Classroom Computers and their Effect on Student Achievement, in: Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 80. Jg., Nr. 1, S. 1–38

Falck, Oliver / Schüller, Simone, 2016, Querschnittstechnologie Internet – Universallösung für den Arbeitsmarkt der Zukunft?, in: Wirtschaftsdienst, 96. Jg., Nr. 8, S. 609–613

Fritsch, Manuel / Krotova, Alevtina, 2020, Wie datengetrieben sind Geschäftsmodelle in Deutschland?, Analyse des Status quo, IW-Report, Nr. 9, Köln

Gesellschaft für Informatik, 2022, Informatik-Monitor, Berlin

GEW - Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft, 2020, Digitalpakt Schule und Digitalisierung an Schulen. Ergebnisse der GEW-Mitgliederbefragung 2020. <https://www.gew.de/index.php?eID=dump-File&t=f&f=97283&token=1fff3c48386bb347b9cd047b05652541d9cc0cba&sdownload=&n=202004-Mitgliederbefr-Digitalisierung.pdf> [16.06.2020]

Hammerstein, Svenja et al., 2021, Effects of COVID-19 Related School Closures on Student Achievement – A Systematic Review, <https://psyarxiv.com/mcnvk/>

Hanushek, Eric A. / Wößmann, Ludger, 2008, The Role of Cognitive Skills in Economic Development, in: Journal of Economic Literature, Jg. 46, Nr. 3, S. 607–668

Helm, Christoph / Huber, Stephan Gerhard / Postlbauer, Alexandra, 2021, Lerneinbußen und Bildungsbenachteiligung durch Schulschließungen während der Covid-19-Pandemie im Frühjahr 2020, Eine Übersicht zur aktuellen Befundlage, in: Die Deutsche Schule, Beiheft 18, S. 59–81

Hillmayr, Delia / Reinhold, Frank / Ziernwald, Lisa / Reiss, Kristina, 2017, Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit, Münster

Holmes, Wayne / Anastopoulou, Stamatina / Schaumburg, Heike / Mavrikis, Manolis, 2018, Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien, Ein Roter Faden, Stuttgart

KI-Bundesverband, 2021, Wie Künstliche Intelligenz Klimaschutz und Nachhaltigkeit fördern kann, <https://ki-verband.de/wp-content/uploads/2021/02/KIBV-Klima-Positionspapier-1.pdf> [21.4.2021]

Klös, Hans-Peter, 2020, Nach dem Corona-Schock: Digitalisierungspotenziale für Deutschland, IW-Policy Paper 14/20, Köln

KMK, 2016, Bildung in der digitalen Welt, Strategie der Kultusministerkonferenz, Bonn/Berlin

Köller, Olaf, 2020, Auswirkungen der Schulschließungen auf die Digitalisierung im Bildungswesen, ifo Schnelldienst, 73. Jg., Nr. 9, S. 14–16

Leopoldina, 2020, Coronavirus-Pandemie: Für ein krisenresistentes Bildungssystem, 5. Ad-hoc-Stellungnahme vom 5. August 2020, Berlin

Lorenz, Ramona / Yotyodying, Sittipan / Eickelmann, Birgit / Endberg, Manuela, 2022, Schule digital – der Länderindikator 2021, Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Sekundarstufe I in Deutschland im Bundesländervergleich und im Trend seit 2017, Münster/New York

Maldonado, Joana Elisa / De Witte, Kristof, 2020, The effect of school closures on standardised student test outcomes, KU Leuven Discussion Paper DPS

Montag, Christian / Lachmann, Bernd / Herrlich, Marc / Zweig, Katharina, 2019, Addictive features of social media/messenger platforms and freemium games against the background of psychological and economic theories, International Journal of Environmental Research and Public Health, 16. Jg., Nr. 14, S. 1–16

Nationales MINT-Forum, 2020, Kernforderungen 2020. Schule und mehr. Gemeinsam die Zukunft der MINT-Bildung gestalten. https://www.nationalesmintforum.de/fileadmin/medienablage/content/themen/aktuelles/2020/Kernforderungen_NMF_2020.pdf [15. Juni 2020]

Plünnecke, Axel, 2020, Die Digitalisierung im Bildungswesen als Chance, in: ifo Schnelldienst, 9/2020, S. 11-13

Schuknecht, Ludger / Schleicher, Andreas, 2020, Digitale Herausforderungen für Schulen und Bildung, in: ifo Schnelldienst, Vol. 73, Nr. 5, S. 68-70

Shapiro, Carl / Varian, Hal R., 1999, Information Rules. A strategic guide to the network economy, Boston

Statistisches Bundesamt, 2021a, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Wiesbaden

Statistisches Bundesamt, 2021b, Schnellmeldungsergebnisse der Hochschulstatistik zu Studierenden und Studienanfänger/-innen, vorläufige Ergebnisse, Wiesbaden

SWK – Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz, 2021, Stellungnahme zur Weiterentwicklung der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“, Bonn/Berlin

Tomasik, Martin J. / Helbling, Laura A. / Moser, Urs, 2020, Educational gains of in-person vs. distance learning in primary and secondary schools, in: International Journal of Psychology, <https://doi.org/10.1002/ijop.12728>

Universität Göttingen, 2021, Digitalisierung im Schulsystem. Herausforderung für Arbeitszeit und Arbeitsbelastung von Lehrkräften, Pressekonferenz zur Vorstellung der Studienergebnisse, in: https://kooperationsstelle.uni-goettingen.de/fileadmin/digitalisierung_im_schulsystem_2021/projekte/kooperationsstelle/Digitalisierungsstudie_Praesentation_kommentiert_final.pdf [28.06.2021]

Wößmann, Ludger / Freundl, Vera / Grewenig, Elisabeth / Lergetporer, Philipp / Werner, Katharina / Zierow, Larissa, 2021, Bildung erneut im Lockdown: Wie verbrachten Schulkinder die Schulschließungen Anfang 2021?, ifo-Schnelldienst, Jg. 74. Nr. 5, S. 36–52

Wößmann, Ludger / Lergetporer, Philipp / Grewenig, Elisabeth / Kugler, Franziska / Werner, Katharina, 2017, Fürchten sich die Deutschen vor der Digitalisierung? Ergebnisse des ifo Bildungsbarometers 2017, in: ifo-Schnelldienst, 70. Jg., Nr. 17

Zierer, Klaus, 2021, Effects of Pandemic-Related School Closures on Pupils' Performance and Learning in Selected Countries: A Rapid Review, in: Education Sciences, 11. Jg., Nr. 252, S. 1–12