



## **INSM-Bildungsmonitor 2018**

**Auszug der Studie zum Thema „Digitalisierung und Bildung“**

**Studie im Auftrag der Initiative Neue Soziale  
Marktwirtschaft (INSM)**

**Ansprechpartner:**

Dr. Christina Anger  
Prof. Dr Axel Plünnecke  
Dr. Ruth Schüler

**Kontakt Daten Ansprechpartner**

Dr. Christina Anger  
Telefon: 0221 4981-718  
Fax: 0221 4981-99718  
E-Mail: [anger@iwkoeln.de](mailto:anger@iwkoeln.de)

Prof. Dr. Axel Plünnecke  
Telefon: 0221 4981-701  
Fax: 0221 4981-99701  
E-Mail: [pluennecke@iwkoeln.de](mailto:pluennecke@iwkoeln.de)

Ruth Maria Schüler  
Telefon: 0221 4981-885  
Fax: 0221 4981-99885  
E-Mail: [schueler@iwkoeln.de](mailto:schueler@iwkoeln.de)

Institut der deutschen Wirtschaft Köln  
Postfach 10 19 42  
50459 Köln

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Handlungsfeld Digitalisierung</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>Digitalisierung als neue Herausforderung für das Bildungssystem</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>Digitalisierung der Bildungseinrichtungen</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Situation in Deutschland</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Blick auf die Bundesländer</b> .....	<b>12</b>
1.2.2.1	IT-Ausstattung der Schulen .....	12
1.2.2.2	Medienbezogene Kompetenzen der Lehrkräfte .....	14
<b>1.3</b>	<b>Digitale Kompetenzen</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Situation in Deutschland</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Blick auf die Bundesländer</b> .....	<b>20</b>
1.3.2.1	Förderung Schülerkompetenzen .....	20
1.3.2.2	Nutzung digitaler Medien .....	22
<b>1.3.3</b>	<b>Zusammenhang zwischen der Nutzung neuer Technologien und den Kompetenzen der Schüler</b> .....	<b>24</b>
<b>1.4</b>	<b>Fachkräftesicherung</b> .....	<b>28</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Situation in Deutschland</b> .....	<b>28</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Blick auf die Bundesländer</b> .....	<b>30</b>
1.4.2.1	IT-Absolventen aus Hochschulen .....	30
1.4.2.2	IT-Auszubildende in der beruflichen Bildung .....	31
<b>1.5</b>	<b>Forschung im Bereich Digitalisierung</b> .....	<b>32</b>
<b>1.5.1</b>	<b>Situation in Deutschland</b> .....	<b>32</b>
<b>1.5.2</b>	<b>Blick auf die Bundesländer</b> .....	<b>34</b>
<b>1.6</b>	<b>Bewertung der Bundesländer</b> .....	<b>36</b>
<b>1.7</b>	<b>Handlungsempfehlungen</b> .....	<b>38</b>
<b>Literatur</b>	.....	<b>42</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	.....	<b>46</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	.....	<b>46</b>

# 1 Handlungsfeld Digitalisierung

## 1.1 Digitalisierung als neue Herausforderung für das Bildungssystem

Die Rahmenbedingungen für die Produktion in den Unternehmen haben sich in den vergangenen Jahrzehnten verändert – und damit auch die Produktionsprozesse und die Arbeitsorganisation. Zu diesen Veränderungen gehören die Entwicklung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien und die verstärkte Einführung und Nutzung dieser Technologien in den Betrieben. Damit erfolgt eine Informatisierung der Arbeitswelt. Die Betriebe sind zunehmend mit Informations- und Kommunikationstechnologien durchdrungen, vor allem mit dem Computer und dem Internet. Dies hat zur Folge, dass an vielen Arbeitsplätzen zunehmend Informations- und Kommunikationstechnologien als Arbeitsmittel eingesetzt werden und die Informationsverarbeitung damit an Bedeutung gewinnt. Daher wird es immer wichtiger, dass schon im Bildungssystem umfangreiche IT-Kenntnisse vermittelt werden.

Es wird davon ausgegangen, dass die Umsetzung der Industrie 4.0 deutlich positive Wachstumspotenziale erzeugen kann, allerdings bleibt unklar, welche Beschäftigungswirkung dies mit sich bringen wird. Während die Vermutung naheliegt, dass die durch die Digitalisierung ermöglichte Automatisierung Arbeitsplätze, die von Routinetätigkeiten geprägt sind, ersetzen kann, wird auf der anderen Seite der Einsatz von neuen Technologien die Nachfrage nach hochqualifiziertem Personal erhöhen können (Falck/Schüller, 2016). In einer Studie berechnet Bonin (2015), dass 12 Prozent der deutschen Arbeitsplätze Tätigkeitsprofile mit einem hohen Automatisierungsgrad aufweisen. Auch wenn der Autor der Studie betont, dass das technische Automatisierungspotenzial eines Arbeitsplatzes nicht mit Beschäftigungseffekten gleichzusetzen ist, macht diese Zahl deutlich, dass es unerlässlich ist, Beschäftigte auf den Wandel am Arbeitsmarkt vorzubereiten. Dies kann durch Weiterbildung und Umschulung, Förderung der betrieblichen Fortbildung und Qualifikation sowie durch verstärktes lebenslanges Lernen umgesetzt werden. Dies zeigt sich bereits heute in der aktuellen IW-Weiterbildungserhebung als wesentlicher Treiber der Nachfrage nach betrieblicher Weiterbildung (Seyda et al., 2018). 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). Der schulische Bereich sollte hierfür vor allem die folgenden Kompetenzen vermitteln: Basiskompetenzen in Lesen und Schreiben, im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich und im Bereich der Sozialkompetenzen sowie transversale Kompetenzen, d. h. Anpassungsfähigkeit, Kreativität, Problemlösekompetenzen, kritisches Denkvermögen und Metakognition. Darüber hinaus ist für Ausbildung, Studium und Weiterbildung wichtig, den Erwerb von digitalen Kompetenzen als lebenslangen Lernprozess zu verstehen und auch neben der formalen Ausbildung und dem Beruf zu lernen (Aktionsrat Bildung, 2018, 62). Digitale Bildung kann dabei in dünn besiedelten Regionen dazu beitragen, einer Abwanderung von Humankapital entgegenzuwirken. Angebote, wie z.B. Blended Learning, eine Kombination aus Präsenzlehre und Onlinekursen, ermöglichen es Menschen in peripheren Regionen, Bildungsangebote vor Ort wahrzunehmen.

Konkret beschreibt eine Studie von Hammermann und Stettes (2016), wie sich die Arbeitsanforderungen aufgrund der Digitalisierung in den Unternehmen verändern. Die Ergebnisse dieser Studie basieren auf einer Befragung der 11. Welle des IW-Personalpanels im Winter 2014. In Tabelle 1-1 wird angegeben, wie die Unternehmen die zukünftige Bedeutung von verschiedenen Kompetenzen einschätzen. Die Unternehmen werden dabei nach ihrem Digitalisierungsgrad unterschieden.

**Tabelle 1-1: Entwicklung der Bedeutung von verschiedenen Kompetenzen**

Anteil der Unternehmen in Prozent, 2014

	Unternehmen 4.0	Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad	Unternehmen 3.0 (Referenz)	Insgesamt
<b>Planungs- und Organisationsfähigkeit/Selbständigkeit</b>				
Deutlich steigen/ etwas steigen	81,5*	81,6	69,0	76,4
<b>Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit</b>				
Deutlich steigen/ etwas steigen	83,0***	78,7	72,2	77,5
<b>Handwerkliches Geschick</b>				
Deutlich steigen/ etwas steigen	20,6	35,8	24,1	26,0
<b>Betriebliches/berufliches Erfahrungswissen</b>				
Deutlich steigen/ etwas steigen	70,7***	76,4**	55,7	65,9
<b>Technisches Fachwissen</b>				
Deutlich steigen/ etwas steigen	60,8***	58,1	53,1	56,7
<b>Kaufmännisches/betriebswirtschaftliches Fachwissen</b>				
Deutlich steigen/ etwas steigen	57,4**	61,2	52,1	56,1
<b>IT-Fachwissen und Softwareprogrammierung</b>				
Deutlich steigen/ etwas steigen	63,8***	50,1	43,0	51,8
<b>Online-Kompetenzen</b>				
Deutlich steigen/ etwas steigen	75,0***	61,7	51,3	61,8

Rest zu 100: gleich bleiben, etwas abnehmen, deutlich abnehmen. \*\*\*/\*\*/\* signifikante Unterschiede auf dem 1-/5- oder 10-Prozent-Niveau. Ergebnisse basieren auf logistischen Regressionen mit Kontrollvariablen zu Unternehmensmerkmalen und der Beschäftigtenstruktur. Datengrundlage: IW-Personalpanel, 2014

Quelle: Hammermann/Stettes, 2016, 11 f.

Drei Viertel der Unternehmen geben an, dass in den nächsten fünf bis zehn Jahren die Planungs- und Organisationsfähigkeit sowie die Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit der Mitarbeiter an Bedeutung gewinnen wird. Wichtiger werden aus Sicht der Unternehmen auch das betriebliche/berufliche Erfahrungswissen und die Online-Kompetenzen. Hoch signifikante Unterschiede bezüglich des Bedeutungsgewinns verschiedener Kompetenzen gibt es zwischen Unternehmen mit einem hohen Digitalisierungsgrad (Unternehmen 4.0) und Unternehmen mit einem geringen Digitalisierungsgrad (Unternehmen 3.0) bei der Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit, beim betrieblichen und beruflichen Erfahrungswissen, beim technischen Fachwissen, beim IT-Fachwissen und der Softwareprogrammierung sowie bei den Online-Kompetenzen. Bei all diesen Kompetenzen gehen hoch digitalisierte Unternehmen von einer zukünftig stärkeren Bedeutung aus als gering digitalisierte

Unternehmen. Besonders große Unterschiede hinsichtlich des Bedeutungszuwachses zwischen Unternehmen mit hohem Digitalisierungsgrad und Unternehmen mit geringem Digitalisierungsgrad bestehen dabei bei dem IT-Fachwissen und der Softwareprogrammierung sowie bei den Online-Kompetenzen.

Um die Internetkompetenzen der zukünftigen und jetzigen Arbeitnehmer zu verbessern, können unter anderem betriebliche Qualifizierungsangebote ausgebaut und die schulische und akademische Ausbildung den veränderten Anforderungen angepasst werden. Vor allem die Unternehmen, die davon ausgehen, dass Online-Kompetenzen für den Großteil der Beschäftigten schon heute sehr wichtig sind oder in den kommenden fünf bis zehn Jahren wichtiger werden, halten es für sinnvoll, betriebliche Qualifizierungsangebote zur betrieblichen Internetnutzung auszubauen (Tabelle 1-2). 82 bzw. 77 Prozent dieser Unternehmen halten einen Ausbau der betrieblichen Qualifizierungsangebote für erforderlich und weisen damit signifikant höhere Werte auf als die Unternehmen, die Online-Kompetenzen gegenwärtig und zukünftig für nicht so wichtig einschätzen (61 bzw. 48 Prozent).

**Tabelle 1-2: Ausbau betrieblicher Qualifizierungsangebote zur beruflichen Internetnutzung**

Anteil der Unternehmen, die einen Ausbau betrieblicher Qualifizierungsangebote zur besseren Ausnutzung der Chancen des Internets voraussetzen<sup>1</sup>, in Prozent, 2014

	Kompetenz ist heute für den Großteil der Beschäftigten...		Kompetenz wird für den Großteil der Beschäftigten in den kommenden fünf bis zehn Jahren...	
	...nicht sehr wichtig	... sehr wichtig	...nicht wichtiger	...wichtiger
Planungs- und Organisationsfähigkeit/Selbständigkeit	64,5	66,0	46,7	71,2 <sup>+++</sup>
Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit	58,3	67,1 <sup>++</sup>	44,4	71,6 <sup>+++</sup>
Handwerkliches Geschick	67,4	60,7	64,5	67,6
Betriebliches/berufliches Erfahrungswissen	63,8	66,6	55,3	70,7 <sup>+++</sup>
Technisches Fachwissen	68,2	59,2	62,6	67,5 <sup>++</sup>
Kaufmännisches/betriebswirtschaftliches Fachwissen	62,4	74,9	52,6	75,4 <sup>+++</sup>
IT-Fachwissen und Softwareprogrammierung	64,7	73,7 <sup>+</sup>	55,4	75,0 <sup>+++</sup>
Online-Kompetenzen	60,5	81,7 <sup>+++</sup>	47,6	76,5 <sup>+++</sup>

<sup>1</sup> Angaben „trifft zu“ und „trifft eher zu“; +++/++/+ signifikante Unterschiede auf dem 1-/ 5- oder 10-Prozent-Niveau. +/- kennzeichnen positive/negative Korrelationen. Multivariate Analyse mit Kontrollvariablen zu Unternehmensmerkmalen und der Beschäftigtenstruktur. Datengrundlage: IW-Personalpanel, 2014

Quelle: Hammermann/Stettes, 2016, 28

Darüber hinaus sind die Unternehmen, die von einer steigenden Bedeutung verschiedener Kompetenzanforderungen ausgehen, signifikant häufiger der Meinung, dass die entsprechenden Inhalte

sich auch in der Ausbildung von Schule und Hochschule niederschlagen sollten (Tabelle 1-3). Es äußern vor allem die Unternehmen ein signifikant höheres Interesse an einer entsprechenden Anpassung der Bildungsinhalte, die davon ausgehen, dass das IT-Fachwissen und die Softwareprogrammierung sowie die Online-Kompetenzen in den nächsten fünf bis zehn Jahren an Bedeutung gewinnen werden. 80 Prozent dieser Unternehmen halten eine Anpassung der Bildungsinhalte für erforderlich.

Ob die Unternehmen einen Anpassungsbedarf bei den schulischen und akademischen Ausbildungsinhalten bezüglich veränderter Anforderungen an die Arbeitnehmer sehen, hängt dabei auch von ihrem Digitalisierungsgrad ab. 82,2 Prozent der Unternehmen mit hohem Digitalisierungsgrad (Unternehmen 4.0) sehen Anpassungsbedarf bei den Bildungsinhalten. Bei den Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad sind es 69,7 und bei den Unternehmen mit geringem Digitalisierungsgrad (Unternehmen 3.0) 58,7 Prozent (Hammermann/Stettes, 2016, 29).

**Tabelle 1-3: Anpassung schulischer und akademischer Bildungsinhalte**

Anteil der Unternehmen, die eine Anpassung schulischer und akademischer Bildungsinhalte zur besseren Ausnutzung der Chancen des Internets voraussetzen<sup>1</sup>, in Prozent, 2014

	Kompetenz ist heute für den Großteil der Beschäftigten...		Kompetenz wird für den Großteil der Beschäftigten in den kommenden fünf bis zehn Jahren...	
	...nicht sehr wichtig	... sehr wichtig	...nicht wichtiger	...wichtiger
Planungs- und Organisationsfähigkeit/Selbständigkeit	62,4	73,7	56,7	72,8 <sup>+++</sup>
Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit	58,6	71,8 <sup>+++</sup>	58,9	72,0 <sup>+++</sup>
Handwerkliches Geschick	72,1	62,8 <sup>-</sup>	69,0	69,1 <sup>+</sup>
Betriebliches/berufliches Erfahrungswissen	67,8	70,4	63,3	72,0 <sup>+++</sup>
Technisches Fachwissen	71,8	63,8	65,7	71,7 <sup>+++</sup>
Kaufmännisches/betriebswirtschaftliches Fachwissen	68,2	72,7	64,3	72,7 <sup>+++</sup>
IT-Fachwissen und Softwareprogrammierung	68,8	75,5 <sup>+</sup>	56,5	81,0 <sup>+++</sup>
Online-Kompetenzen	67,2	76,6	52,0	79,4 <sup>+++</sup>

<sup>1</sup> Angaben „trifft zu“ und „trifft eher zu“; +++/++/+ signifikante Unterschiede auf dem 1-/ 5- oder 10-Prozent-Niveau. +/- kennzeichnen positive/negative Korrelationen. Multivariate Analyse mit Kontrollvariablen zu Unternehmensmerkmalen und der Beschäftigtenstruktur. Datengrundlage: IW-Personalpanel, 2014

Quelle: Hammermann/Stettes, 2016, 30

Dass Kompetenzen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien am Arbeitsmarkt zunehmend an Bedeutung gewinnen, wird auch darin deutlich, dass Personen mit diesen Kompetenzen am Arbeitsmarkt höhere Löhne erzielen können. Falck et al. (2016) zeigen basierend auf den PIAAC-Daten, dass, bezogen auf alle teilnehmenden Länder, Personen mit Kompetenzen in Informations- und

Kommunikationstechnologien eine Rendite in Form höherer Löhne von 8 Prozent erzielen können. Wird nur Deutschland betrachtet, beträgt diese Rendite sogar mehr als 15 Prozent. Die Erträge der Kompetenzen in Informations- und Kommunikationstechnologien sind dabei vernachlässigbar in Beschäftigungen, die nur geringe oder gar keine dieser Kompetenzen für die Ausübungen der Arbeitsaufgaben benötigen. Sie sind am höchsten in den Beschäftigungen, die sehr stark auf Kompetenzen in Informations- und Kommunikationstechnologien angewiesen sind. Piopiunik et al. (2018) können zeigen, dass Personalleiter IT-Kenntnisse besonders bei Bewerberinnen honorieren. Für ihre Studie verschickten die Autoren fiktive Lebensläufe an Personalleiter, bei denen Informationen zu kognitiven und nicht-kognitiven Kompetenzen sowie zur Reife randomisiert wurden.

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Arbeitswelt wichtiger wird. Daher ist es auch zunehmend eine Aufgabe des Bildungssystems, den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit den neuen Medien umfassend zu vermitteln. Konzeptionell untermauert wird diese Entwicklung unter anderem durch die BMBF-Strategie „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft“ (BMBF, 2016) und die KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK, 2016). In der KMK-Strategie werden beispielsweise digitale Kompetenzen definiert, die im Rahmen der Schulbildung erworben werden sollen.

## 1.2 Digitalisierung der Bildungseinrichtungen

### 1.2.1 Situation in Deutschland

Eine aktuelle Befragung der IW Consult unter 297 verschiedenen Bildungseinrichtungen zeigt, dass das Thema Digitalisierung in diesen Institutionen inzwischen eine hohe Bedeutung hat. Eine hohe Priorität hat das Thema vor allem in den Berufsschulen (Tabelle 1-4). Hier ist der Nachholbedarf, was die technische Ausstattung betrifft, allerdings auch besonders hoch. In einer Studie der Bertelsmann-Stiftung gab nur jede dritte Berufsschule an, über einen ausreichenden WLAN-Zugang zu verfügen, während der Zugang in 40 Prozent der Berufsschulen komplett fehlte (Bertelsmann Stiftung, 2016, 30). Insgesamt werden die Chancen, die mit der Digitalisierung für die Bildungseinrichtungen einhergehen, dabei von der Mehrheit der Bildungseinrichtungen höher gewertet als die Risiken (IW Consult, 2018).

**Tabelle 1-4: Bedeutung der Digitalisierung für die Bildungseinrichtungen**

Bewertung	Gesamt	Allgemein bildende Schulen	Berufsschulen	Fort- und Weiterbildung	Sonstige
Sehr wichtig	40	28	68	46	45
Eher wichtig	47	55	32	44	39
Eher unwichtig	12	15	0	10	14
Unwichtig	1	2	0	0	2
Differenz zwischen wichtig und unwichtig	74	66	100	80	70

Sonstige: einschließlich Hochschulen und Sonderschulen

Quelle: IW Consult, 2018, 250

Besonders wichtig ist die Digitalisierung in den befragten Bildungseinrichtungen für die Bewältigung von Verwaltungsaufgaben. Eine geringere Bedeutung hat der Einsatz digitaler Medien als Mittel zur Wissensvermittlung und für die Vermittlung von Digitalkompetenzen. Besonders hohe Zustimmungswerte zu diesen drei Aufgabenbereichen werden in den beruflichen Schulen erzielt (Tabelle 1-5). Vor dem Hintergrund, dass Auszubildende mit einem Real- oder Hauptschulabschluss digitalen Medien aufgeschlossener und motivierter gegenüberstehen als Auszubildende mit Hochschulreife, gewinnt der Einsatz von digitalen Medien in Berufsschulen auch für die Akquise zukünftiger Auszubildender an Bedeutung (Aktionsrat Bildung, 2018, 206).

**Tabelle 1-5: Bedeutung der Digitalisierung nach Aufgabenbereichen**

Differenz zwischen "wichtig" und "unwichtig", in Prozentpunkten

Bewertung	Gesamt	Allgemeinbildende Schulen	Berufsschulen	Fort- und Weiterbildung
Verwaltungsaufgaben	95	99	100	91
Mittel zur Wissensvermittlung	46	42	72	51
Vermittlung von Digitalkompetenzen	44	50	66	34

Quelle: IW Consult, 2018, 252

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 durchaus noch Nachholbedarf.

Die Situation an den deutschen Schulen lässt sich anhand der ICILS-Studie (International Computer and Information Literacy Study) mit anderen Ländern vergleichen. In dieser Studie wurden die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe erhoben. An den deutschen Schulen besteht für Achtklässler im Durchschnitt ein Schüler-Computer-Verhältnis von 11,5:1. Damit erreicht Deutschland einen ähnlichen Wert wie der Durchschnitt der teilnehmenden EU-Länder an der ICILS-Studie. Dennoch gibt es einige Länder, die deutlich bessere Werte erzielen. So erreichen beispielsweise Norwegen oder Australien ein Schüler-Computer-Verhältnis von 2,4:1 bzw. 2,6:1. Die durchschnittliche Computeranzahl beträgt in den Schulen der Achtklässler 67, auch hier weisen Länder wie Norwegen und Australien deutlich höhere Werte auf (Bos et al., 2014, 161).

Bei anderen Ausstattungsmerkmalen schneidet Deutschland deutlich schlechter ab als der Durchschnitt der EU-Länder. Nur 6,5 Prozent der Achtklässler besuchen Schulen, in denen Tablets für den Unterricht zur Verfügung stehen (Vergleichsgruppe EU: 15,9 Prozent). Zudem stehen in den von deutschen Achtklässlern besuchten Schulen 5,5 Smart Boards zur Verfügung, während es in der Vergleichsgruppe EU 8,5 sind (Bos et al., 2014, 162).

Neben der Ausstattung mit Computern ist auch die Verfügbarkeit von Softwareprodukten von Bedeutung. Der Zugang zu computerbasierten Informationsquellen wie Textverarbeitungs- oder Tabellenkalkulationsprogrammen ist in den deutschen Schulen sehr ausgeprägt. Bei anderen IT-Ressourcen weist Deutschland jedoch im Vergleich zu anderen Ländern einen erheblichen Nachholbedarf auf. Es zeigt sich, dass gerade Lern-Management-Systeme in deutschen Schulen relativ selten zur Verfügung stehen. Nur 8 Prozent der Achtklässler besuchen Schulen, in denen diese

Technologie zur Verfügung steht (Vergleichsgruppe EU: 29,9 Prozent). Auch bei der Verfügbarkeit von Kommunikationsprogrammen und E-Mail-Konten für Schülerinnen und Schüler weist Deutschland im Vergleich zu vielen anderen Ländern einen Rückstand auf. Nur 61,8 Prozent der deutschen Schülerinnen und Schüler nutzen in der Schule Kommunikationsprogramme, während der EU-Vergleichswert bei 93,4 Prozent liegt. Darüber hinaus stellen auch nur etwas mehr als ein Viertel aller deutschen Schulen (28,8 Prozent) E-Mail-Konten für Schülerinnen und Schüler bereit, während dieser Wert in der EU-Vergleichsgruppe bei 66,8 Prozent liegt.

Auch die Befragung der IW Consult zeigt, dass die Ausstattung der Bildungseinrichtungen in Deutschland mit digitaler Infrastruktur sehr unterschiedlich ausfällt. Alle befragten Bildungseinrichtungen verfügen über einen Internetzugang und die meisten können auch eine eigene Website/Homepage aufweisen. Eigene E-Mail-Adressen für die Schüler bzw. Studierenden stellt jedoch nur einer Minderheit zur Verfügung (Tabelle 1-6).

**Tabelle 1-6: Ausstattung von Bildungseinrichtungen mit digitaler Infrastruktur**

	Ja-Antworten in Prozent
Einen Internetzugang	100,0
Eine eigene Website/Homepage	98,4
Eigene E-Mail-Adressen für die Belegschaft	78,9
Ein eigenes Intranet	56,4
Eine eigene Präsenz in sozialen Netzwerken	46,6
Eigene E-Mail-Adressen für die Schüler/Studierenden	23,0

Quelle: IW Consult, 2018, 255

Verbesserungspotenzial scheint es in deutschen Schulen auch bei der Qualität der zur Verfügung gestellten Computertechnik zu geben. 45,5 Prozent der Lehrerinnen und Lehrer, die in achten Klassen unterrichten, geben in der ICILS-Untersuchung an, dass in ihrer Schule der Internetzugang eingeschränkt ist. 43,1 Prozent sind der Meinung, dass die Computer an ihrer Schule veraltet sind und 42,2 Prozent bezeichnen die IT-Ausstattung an der Schule als unzureichend (Bos et al., 2014, 169).

Die IT-Ausstattung alleine 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; 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). 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 Lehrerbildung und Lehrerfortbildung im Bereich „digitale Bildung“ notwendig (Acatech / Körper Stiftung, 2017, 76; Aktionsrat Bildung, 2018, 21 f.), welche verbindlicher Bestandteil der Lehramtsausbildung und der Tätigkeit als Lehrer sein sollte. In der

Befragung von Bildungseinrichtungen durch die IW Consult wird deutlich, dass die digitalen Kompetenzen der Lehrkräfte oftmals über die Basisanwendungen nicht hinausgehen (Tabelle 1-7).

**Tabelle 1-7: Digitale Kompetenzen der Lehrkräfte**

Angaben in Prozent

	Trifft zu	Trifft eher zu	Trifft eher nicht zu	Trifft nicht zu
Lehrkräfte können einfache Anwendungen in ihren Grundfunktionen bedienen.	66,8	31,8	1,3	0
Lehrkräfte können mit den Grundfunktionen der eingesetzten Standard-Softwareanwendungen umgehen.	39,5	49,1	10,1	1,3
Lehrkräfte sind in der Lage, Wissen durch den Einsatz neuer digitaler Instrumente zu vermitteln.	16,4	53,3	26,4	3,9
Lehrkräfte können auf wichtige Daten oder Informationen der Bildungseinrichtung von zu Hause aus oder von unterwegs aus zugreifen.	33,4	30,5	18,7	17,4
Lehrkräfte können Inhalte in sozialen Netzwerken einstellen.	12,3	37,2	34,4	16,1
Lehrkräfte fordern selbst digitale Formen der Kommunikation ein.	11,7	31,4	38,2	18,7
Lehrkräfte können Webanwendungen gestalten.	3,9	18,2	53,3	24,6
Lehrkräfte kommunizieren mit Schülern oder Studierenden auch über Videokonferenzen, Online-Konferenzen oder Chats.	5,6	14,5	28,8	51,1
Lehrkräfte verfügen über grundlegende Programmierkenntnisse.	2,2	5,0	41,5	51,2

Quelle: IW Consult, 2018, 279

Dass Lehrerinnen und Lehrer in anderen Ländern den Nutzen des IT-Einsatzes im Unterricht teilweise höher einschätzen als deutsche Lehrerinnen und Lehrer kann auch darauf zurückzuführen sein, dass in Deutschland die Teilnahme an Fortbildungen zum Einsatz von IT im Unterricht relativ gering ausfällt (Bos et al., 2014, 183 ff.).

Somit sollten neben der technischen Ausstattung der Schulen mit digitalen Medien auch die Kompetenzen der Lehrerinnen und Lehrer beim Umgang mit diesen Medien im Unterricht weiter ausgebaut werden. Nur 12,1 Prozent der Schulleitungen in Deutschland geben an, dass Fortbildungen im IT-Bereich an der jeweiligen Schule eine hohe Priorität besitzen. Dieser Wert ist deutlich geringer als der Vergleichswert der OECD bzw. der EU (43,9 bzw. 43,4 Prozent). Auch beim Anteil der Lehrkräfte, die an schulinternen oder externen Fortbildungsangeboten im IT-Bereich teilgenommen haben, weist Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern mit 42,4 Prozent bzw. 13,4 Prozent jeweils relativ geringe Werte auf. Der internationale Mittelwert liegt hier bei 68,5 bzw. 38,8 Prozent (Bos et al., 2014, 183 ff.).

## 1.2.2 Blick auf die Bundesländer

### 1.2.2.1 IT-Ausstattung der Schulen

Hinsichtlich der Ausstattung der Schulen mit Informations- und Kommunikationstechnologien lassen sich auch Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern feststellen. Im Länderindikator 2017 wurden Lehrerinnen und Lehrer der allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufe I über die Ausstattung und Nutzung digitaler Medien im Unterricht befragt (Lorenz et al., 2017). Im Bereich der IT-Ausstattung erhebt der Länderindikator sieben Einzelindikatoren. Diese umfassen die eigentliche IT-Ausstattung und die technische sowie pädagogische Unterstützung.

Durchschnittlich geben 55,6 Prozent der befragten Lehrerinnen und Lehrer an, dass an ihrer Schule eine ausreichende IT-Ausstattung zur Verfügung steht. Länder mit höheren Anteilen an Lehrerbefürwortung sind Bayern, Brandenburg, Hessen und Rheinland-Pfalz. Zu den Ländern mit niedrigeren Anteilen an Lehrerbefürwortung gehören Berlin, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein (Lorenz et al., 2017, 62). Weiterhin gaben im Jahr 2017 67,3 Prozent der befragten Lehrkräfte an, dass an ihrer Schule der Internetzugang ausreichend ist und 62,9 Prozent sind der Meinung, dass die Computer an ihrer Schule auf dem aktuellen Stand sind. Bundesländer mit höheren Anteilen an Lehrerbefürwortung sind Bayern, Hessen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz bzw. Bayern, Hamburg, Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt. Niedrigere Zustimmungsraten weisen Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Thüringen bzw. Bremen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Thüringen auf (Lorenz et al., 2017, 57 ff.). Der Anteil der Lehrkräfte, die angeben, dass in den Klassenräumen WLAN vorhanden ist, liegt im Jahr 2017 bei 40,5 Prozent. Im Jahr 2015 stimmten 37,1 Prozent der befragten Lehrkräfte dieser Frage zu, im Jahr 2016 waren es noch lediglich 34,2 Prozent. Zu den Bundesländern mit einer höheren Zustimmungsrate der Lehrer gehören Berlin, Hamburg, Hessen und Thüringen. Besonders deutlicher Verbesserungsbedarf hinsichtlich der WLAN-Verfügbarkeit in den Klassenräumen besteht in Brandenburg, Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Sachsen-Anhalt (Lorenz et al., 2017, 63). Die technische und pädagogische Unterstützung für die IT-Ausstattung fällt in Rheinland-Pfalz schon relativ gut aus, während vor allem in Schleswig-Holstein noch Verbesserungsbedarf besteht.

Aus den sieben Indikatoren zusammen genommen lassen sich im Ländermonitor 2017 verschiedene Bundesländergruppen bezüglich der IT-Ausstattung der Schulen bilden (Tabelle 1-8 und 1-9). Zu der Gruppe von Ländern, in denen die IT-Ausstattung einschließlich des entsprechenden Supports an den Schulen schon relativ gut ist, zählen Rheinland-Pfalz, Bayern und Hessen. Verbesserungsbedarf gibt es vor allem noch in Berlin, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, dem Saarland, Sachsen und Schleswig-Holstein. Hier sei anzumerken, dass der Ländermonitor auf Angaben der Lehrkräfte basiert, da es keine anderen Angaben zur IT-Ausstattung an Schulen gibt.

**Tabelle 1-8: Ausstattung der Schulen im Bundesländervergleich**

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

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

Quelle: Lorenz et al., 2017, 67

**Tabelle 1-9: Technischer und pädagogischer Support im Bundesländervergleich**

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

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

Quelle: Lorenz et al., 2017, 73

### 1.2.2.2 Medienbezogene Kompetenzen der Lehrkräfte

Im Ländermonitor 2017 wurden die befragten Lehrer darüber hinaus gebeten, ihre Kompetenzen zum Einsatz von digitalen Medien im Unterricht einzuschätzen. Mehr als drei Viertel der befragten Lehrkräfte stimmten dabei der Aussage zu, dass sie digitale Medien auswählen können, mit denen sich die Inhalte des Unterrichts besser vermitteln lassen. Mehr als 73 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 43 Prozent sahen sich jedoch dazu in der Lage, andere Lehrkräfte anzuleiten, die digitalen Medien und geeignete Lehrmethoden aufeinander abzustimmen (Lorenz et al., 2017, 160). Die Selbsteinschätzung über das Können und Wissen zum Einsatz digitaler Medien im Fachunterricht fiel bei den Lehrkräften in Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-

Pfalz besonders hoch aus. Weniger sicher im Umgang mit digitalen Medien im Unterricht fühlen sich noch die Lehrkräfte in Berlin, dem Saarland, Sachsen und Schleswig-Holstein (s. Tabelle 1-10).

**Tabelle 1-10: 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	Verbesserung der Lehr- und Lernprozesse	Strategien	Anleitung anderer Lehrkräfte
Überwiegend in der oberen Gruppe verortet					
Bayern	o	o	+	+	+
Niedersachsen	+	o	+	o	+
(s. )Nordrhein-Westfalen	+	+	o	+	-
Rheinland-Pfalz	+	+	+	+	+
Überwiegend in der mittleren Gruppe verortet					
Baden-Württemberg	-	o	o	o	+
Bremen	o	+	+	o	o
Hamburg	o	o	o	o	-
Hessen	+	o	o	o	o
Mecklenburg-Vorpommern	o	o	o	o	o
Sachsen-Anhalt	o	o	o	o	-
Thüringen	o	+	o	-	o
Heterogene Gruppenverteilungen					
Brandenburg	o	-	-	+	o
Überwiegend in der unteren Gruppe verortet					
Berlin	-	-	o	-	o
Saarland	-	-	-	-	o
Sachsen	-	-	-	o	o
Schleswig-Holstein	o	o	-	-	-

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

Quelle: Lorenz et al., 2017, 167

Im Monitor Lehrerbildung erfasst die Bertelsmann Stiftung darüber hinaus, in welchen Bundesländern es verbindliche Vorgaben zum Erwerb professioneller Kompetenzen zum Umgang mit digitalen Medien bzw. zum methodisch-didaktischen Einsatz digitaler Medien in Lehrveranstaltungen gibt. In den meisten

Bundesländern gibt es keine verbindlichen Vorgaben hierzu. Weiterhin ist es lehrerstypabhängig, ob es solche Vorgaben gibt oder ob diese zumindest in Planung sind. Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt haben bereits für alle Lehramtstypen verbindliche Vorgaben zum Erwerb professioneller Kompetenzen zum Umgang mit digitalen Medien in Lehrveranstaltungen festgehalten. In Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern gibt es verbindliche Vorgaben für bestimmte Lehramtstypen. Beim methodisch-didaktischen Einsatz digitaler Medien in Lehrveranstaltungen haben Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Sachsen bereits verbindliche Vorgaben für alle Lehramtstypen festgelegt. Hamburg verzichtet über alle Lehramtstypen hinweg sowohl auf verbindliche Vorgaben zum Erwerb professioneller Kompetenzen als auch auf solche für den methodisch-didaktischen Einsatz digitaler Medien (Bertelsmann Stiftung, 2018).

### **1.3 Digitale Kompetenzen**

#### **1.3.1 Situation in Deutschland**

Auskunft über die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler der 8. Jahrgangsstufe gibt die International Computer and Information Literacy Study (ICILS) aus dem Jahr 2013.

In Deutschland erreichen die Schülerinnen und Schüler bei den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen einen Leistungsmittelwert von 523 Punkten. Deutschland befindet sich damit im Mittelfeld der teilnehmenden Länder und erreicht fast den Vergleichswert aller teilnehmenden EU-Länder. Die Streuung der Leistungen in Deutschland liegt dabei im mittleren Bereich. An der Spitze der Rangliste befinden sich die Tschechische Republik, Kanada (Ontario), Australien und Dänemark. Das Schlusslicht bilden Thailand und die Türkei (Bos et al., 2014, 126).

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 fast 30 Prozent 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 1,5 Prozent der Schülerinnen und Schüler die Kompetenzstufe 5, 24 Prozent die Kompetenzstufe 4, 45,3 Prozent die Kompetenzstufe 3, 21,8 Prozent die Kompetenzstufe 2 und 7,4 Prozent die Kompetenzstufe 1.

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 570 Punkten deutlich höhere Kompetenzen auf als Achtklässler anderer Schulformen, die 503 Punkte erreichen. Unter den Gymnasiasten befinden sich nur 8,1 Prozent auf den untersten beiden Kompetenzstufen, während es bei den Schülerinnen und Schülern anderer Schulformen 39,2 Prozent sind. Darüber hinaus erreichen in vielen der teilnehmenden Länder Mädchen höhere Punktwerte als Jungen, so auch in Deutschland. Hier weisen Mädchen mit 532 Punkten eine signifikant höhere Leistung auf als Jungen, die 516 Punkte erreichen. Auch der Anteil der Personen, der nur über sehr geringe computer- und informationsbezogene Kompetenzen verfügt, ist bei Mädchen geringer als bei Jungen. 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 (Bos et al., 2014).

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 (Bos et al., 2014, 140).

Um festzustellen, inwieweit die erwachsene Bevölkerung auf die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien vorbereitet ist, wurde auch in der PIAAC-Studie die technologiebasierte Problemlösekompetenz erhoben. In allen teilnehmenden Ländern verfügen relativ viele Personen nur über geringe Kompetenzen. Die Personen lassen sich vier Kompetenzstufen zuordnen. In Deutschland verfügen 45 Prozent nur über geringe Kompetenzen im technologiebasiertem Problemlösen (unter Stufe 1 und Stufe 1). Im OECD-Durchschnitt liegt der entsprechende Anteil bei 42 Prozent. Über sehr gute Kompetenzen (Stufe III) verfügen in Deutschland nur 6,8 Prozent der erwachsenen Bevölkerung (OECD-Durchschnitt 5,8 Prozent). Kompetenzwerte in diesem Bereich konnten jedoch nur bei den Personen erhoben werden, die überhaupt in der Lage sind, mit einem Computer umzugehen. In Deutschland waren 7,9 Prozent der erwachsenen Bevölkerung ohne Computererfahrung und weitere 3,7 Prozent haben die IT-Übung nicht bestanden (Rammstedt, 2013, 70). Der Anteil derjenigen, die ohne Computererfahrung sind bzw. die IT-Übung nicht bestanden haben, hängt dabei stark von dem Alter der Personen ab. Während in Deutschland unter den 55-65-Jährigen noch 26,9 Prozent in diese Gruppe fallen, sind es unter den 16-24-Jährigen nur 2 Prozent (OECD, 2013, 273 ff.).

Um Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien zu erlangen, ist es notwendig, dass diese regelmäßig im Unterricht eingesetzt werden. Die Lehrerinnen und Lehrer in Deutschland sehen mehrheitlich die Potenziale, die der Einsatz von digitalen Medien im Unterricht mit sich bringt. Lehrer aus anderen Ländern nehmen diese Potenziale, wie den Zugang zu besseren Informationsquellen oder die Entwicklung von größeren Lerninteressen, jedoch noch positiver wahr. Im Gegenzug fallen die Bedenken hinsichtlich des IT-Einsatzes im Unterricht bei deutschen Lehrerinnen und Lehrern besonders groß aus. 34,4 Prozent sehen organisatorische Probleme (Vergleichsgruppe EU: 15,0 Prozent), 29,5 Prozent befürchten eine Ablenkung vom Lernen (Vergleichsgruppe EU: 21,7 Prozent) und 75,8 Prozent sehen die Gefahr, dass die Schülerinnen und Schüler zum Kopieren aus dem Internet animiert werden (Vergleichsgruppe EU: 51,7 Prozent) (Bos et al., 2014, 177 ff.). Im Vergleich zu anderen Ländern werden in Deutschland digitale Medien dann auch relativ selten im Unterricht eingesetzt. Nur 9,1 Prozent der Lehrkräfte von Achtklässlern setzen täglich Computer im Unterricht ein. Kein anderes der teilnehmenden Länder weist einen so niedrigen Wert auf (Bos et al., 2014, 204).

Interessanterweise 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).

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. Außerdem sollten Lehrkräfte bei der Entwicklung von digitalen Lehr- und Lernkonzepten unterstützt werden. (Bos et al., 2015; OECD, 2018; Aktionsrat Bildung, 2018, 21). 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).

In der PISA-Erhebung aus dem Jahr 2015 werden verschiedene Indikatoren über die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Schule zu einem Index zusammengefasst. Im Vergleich von 47 Ländern erreicht Deutschland bei diesem Index über die Nutzung neuer Technologien in der Schule den 44. Platz. Deutschland liegt hier deutlich unter dem Durchschnitt der OECD-Länder. Die Länder mit den besten Werten sind Dänemark, Thailand, Australien und Schweden. Auch bei einem weiteren Index, der angibt, inwieweit die Schülerinnen und Schüler Informations- und Kommunikationstechnologien für ihre Hausaufgaben nutzen, erreicht Deutschland nur den 40. Platz (eigene Berechnungen auf Basis von PISA 2015). Im Vorreiterland Dänemark sorgen Schulleitungen dafür, dass Lehrkräfte, die an externen Fortbildungen zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien teilgenommen haben, ihr Wissen an Kolleginnen und Kollegen weitergeben. Eine solche Multiplikation zu verantworten, wäre auch deutschen Schulleitungen anzuraten, um die Nutzung dieser Technologien zu verbreiten (Aktionsrat Bildung, 2018, 161). Den Schulleitungen kommt somit eine zentrale Rolle bei der Umsetzung einer digitalen Strategie an Schulen zu.

Die unterdurchschnittliche Nutzung von Computern und digitalen Medien im Unterricht kann auch einen Beitrag dazu leisten, zu erklären, warum deutsche Schülerinnen und Schüler im PISA-Test 2015 relativ schlecht abgeschnitten haben. Da der Test in digitaler Form durchgeführt wurde und deutsche Schülerinnen und Schüler im Vergleich zu Schülerinnen und Schülern aus anderen teilnehmenden Ländern mit dieser Testform wenig vertraut sind, ist zu vermuten, dass die vergleichsweise schlechten Ergebnisse der deutschen Schülerinnen und Schüler auch darauf zurückzuführen sind, dass sie mit digitalen Testformen nicht vertraut sind. Auch die unterdurchschnittliche Einbindung von Computern und digitalen Medien im Unterricht könnte ein Grund dafür sein. Um deutsche Schülerinnen und Schüler international wettbewerbsfähig zu machen, wäre es wichtig, digitale Abschlussprüfungen einzuführen, da diese nur so mit diesem Testmodus vertraut gemacht werden können.

Weiterhin zeigt sich auch bei einer Differenzierung nach Unterrichtsfächern, dass die Häufigkeit der Nutzung von Computern im Unterricht in Deutschland relativ gering ausgeprägt ist. Am häufigsten werden Computer in Deutschland noch im Informatikunterricht eingesetzt (Deutschland: 58,3 Prozent; Vergleichsgruppe EU: 73,1 Prozent). In den anderen MINT-Fächern fällt die Computernutzung in Deutschland ebenfalls geringer aus als in der europäischen Vergleichsgruppe. So beträgt der Anteil der Achtklässler in Deutschland, die im Mathematikunterricht einen Computer benutzen, 29,4 Prozent und der Anteil derjenigen, die in den Naturwissenschaften einen Computer einsetzen, 39,5 Prozent. Die entsprechenden Anteile der europäischen Vergleichsgruppe betragen 36,0 bzw. 51,9 Prozent (Bos et al., 2014, 214). Um den Anforderungen der Digitalisierung gerecht zu werden, ist es jedoch fraglich, ob die Verortung des Themas Digitalisierung in nur einem Unterrichtsfach ausreichen kann (Aktionsrat Bildung, 2017, 82). In seinem für die Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft erstellten Fachgutachten fordert der Aktionsrat Bildung deshalb die interdisziplinäre Entwicklung von Fachkonzepten und deren Erprobung im Unterricht (Aktionsrat Bildung, 2018, 164).

Die Umfrage der IW Consult unter deutschen Bildungseinrichtungen macht ebenfalls deutlich, dass im Unterricht vorwiegend noch nicht-digitale „klassische“ Lehrmittel eingesetzt werden. Darüber hinaus werden häufig ein Beamer oder ein Desktop-PC/Notebook verwendet (Tabelle 1-11).

**Tabelle 1-11: Einsatzintensität technischer Geräte im Unterricht**

Angaben in Prozent

	Sehr intensiv	Eher intensiv	Weniger intensiv	Gar nicht
Nicht-digitale „klassische“ Lehrmittel	52,4	39,9	6,0	1,6
Beamer	44,4	35,1	17,0	3,5
Desktop-PC/Notebook	29,1	37,3	27,4	6,2
Interaktives Whiteboard	16,1	19,4	22,4	42,2
Dokumentenkamera/Visualizer	12,7	21,0	26,3	40,1
E-Learning oder Software wie Moodle	9,3	20,5	32,4	37,7
Tablet	6,6	20,0	40,9	32,5
Smartphone/Handy	2,0	14,4	49,7	33,9
AR/VR-Brillen (Augmented/Virtual-Reality-Brillen)		2,5	3,4	93,2
Spielkonsole		1,9	4,3	93,0

Quelle: IW Consult, 2018, 264

Auch die Nutzung verschiedener digitaler Instrumente im Unterricht fällt weitgehend noch zurückhaltend aus. Am ehesten werden CD-ROMs/DVDs aus Schulbüchern, Lern-Apps/Lernplattformen/Bildungsserver und Wikis/Wikipedia bzw. Online-Lexika verwendet (Tabelle 1-12).

**Tabelle 1-12: Einsatzintensität digitaler Instrumente im Unterricht**

Angaben in Prozent

	Sehr intensiv	Eher intensiv	Weniger intensiv	Gar nicht
CD-ROMs/DVDs aus Schulbüchern	4,3	33,4	39,3	22,9
Lern-Apps, Lernplattformen, Bildungsserver	11,7	21,5	40,8	26,1
Wikis/Wikipedia bzw. Online-Lexika	7,7	24,7	45,9	21,8
Elektronische Texte wie E-Books und PDF, freie Lern- und Lehrmaterialien	8,6	23,2	41,6	26,5
Videos, Online-Tutorials	8,0	23,5	44,8	23,7
Geräte und Programme für kreatives Arbeiten	6,8	18,7	42,8	31,7

Digitale Lernspiele und Simulationen	4,0	17,9	48,4	29,7
Cloud Services zur Speicherung von Daten, zur Erweiterung der Rechnerleistung oder zum Austausch von Informationen	8,0	12,6	25,1	54,3
Digitale Prüfungen oder Tests	6,8	10,0	42,8	40,4
Web-Sessions, Webinare, Online-Vorlesung etc.	4,3	8,9	28,9	57,8
Soziale Netzwerke	1,9	7,4	22,3	68,4
Chat-Dienste	1,1	3,2	28,4	67,4

Quelle: IW Consult, 2018, 267

Teil der Vermittlung digitaler Kompetenzen sollte auch die Vermittlung von Medienkompetenz sein, d.h. Schülerinnen und Schüler sollten lernen, Medien sachkundig zu verwenden, also z.B. Quellen kritisch zu bewerten, das Mediensystem zu kennen, Medien zu nutzen und auch zu gestalten (Aktionsrat Bildung 2018).

Ein Mittel, sowohl digitale als auch Medienkompetenz zu vermitteln, ist die Implementierung einer Nationalen Bildungscloud. Eine solche Cloud könnte allen Interessierten einen einfachen Zugang zu Lerninhalten bieten, welche auch zertifiziert werden könnten, sodass ein individualisiertes und auf die Bedürfnisse der Lernenden ausgerichteteres Lernen ermöglicht wird. Verschiedene Bildungsanbieter würden die Inhalte der Nationalen Bildungscloud bereitstellen (Arbeitsgruppe 1 „Digitale Bildungsplattformen: Innovationen im Bildungsbereich“, 2016). Das Projekt Schul-Cloud des Hasso-Plattner-Instituts und des Exzellenznetzwerks mathematisch-naturwissenschaftlicher Schulen (MINT-EC) bietet eine solche Cloud bereits für Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte an (EFI, 2018).

### 1.3.2 Blick auf die Bundesländer

#### 1.3.2.1 Förderung Schülerkompetenzen

Eine Erhebung über die digitalen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in den einzelnen Bundesländern liegt gegenwärtig nicht vor. Im Ländermonitor 2017 wird jedoch erhoben, wie die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern gefördert werden. 70,1 Prozent der befragten Lehrkräfte geben beispielsweise an, dass sie sich von den Schülerinnen und Schülern zeigen lassen, dass sie die Glaubwürdigkeit und Nützlichkeit ermittelter Informationen einschätzen können. 63,3 Prozent erklären ihren Schülern, wie Informationen in einem Dokument gespeichert werden, um sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder zu verwenden (Lorenz et al., 2017, 131). Insgesamt schneiden bei der Förderung von computer- und informationsbezogenen Kompetenzen Baden-Württemberg und das Saarland schon besonders gut ab, Nachholbedarf gibt es vor allem in Berlin und Hamburg (Tabelle 1-13).

**Tabelle 1-13: 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	Richtiges Einschätzen der Glaubwürdigkeit und Nützlichkeit medial ermittelter Informationen
Überwiegend in der oberen Gruppe verortet					
Baden-Württemberg	+	+	+	o	o
Saarland	+	+	+	+	o
Überwiegend in der mittleren Gruppe verortet					
Bayern	o	-	o	-	o
Bremen	o	o	o	o	-
Hessen	o	o	+	o	o
Mecklenburg-Vorpommern	+	o	o	o	+
Niedersachsen	o	o	+	o	o
Nordrhein-Westfalen	+	o	-	o	o
Sachsen	o	o	o	-	-
Thüringen	o	o	o	o	+
Heterogene Gruppenverteilung					
Brandenburg	-	o	-	+	+
Rheinland-Pfalz	o	-	-	+	o
Sachsen-Anhalt	-	-	o	o	+
Schleswig-Holstein	-	+	o	+	o
Überwiegend in der unteren Gruppe verortet					
Berlin	o	+	-	-	-
Hamburg	-	-	o	-	-

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

Quelle: Lorenz et al., 2017, 143

1.3.2.2 Nutzung digitaler Medien

Auch die Nutzung digitaler Medien fällt zwischen den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich aus. Am regelmäßigsten werden digitale Medien in Bayern genutzt. 64,4 Prozent der Lehrkräfte setzen wenigstens einmal wöchentlich digitale Medien im Unterricht ein. In Bremen beträgt der entsprechende Wert nur 34 Prozent. In Bremen werden auch am häufigsten Computer gar nicht im Unterricht eingesetzt (Tabelle 1-14). Die Häufigkeit, mit der digitale Medien im Unterricht eingesetzt werden, wird auch durch die Rahmenbedingungen an den jeweiligen Schulen beeinflusst. Im Ländermonitor 2017 wird hierzu ebenfalls für bestimmte Indikatoren die Zustimmung oder Ablehnung der Lehrer erfasst (Tabelle 1-15). Vor allem in Hessen finden die Lehrer schon relativ gute Bedingungen für den Einsatz digitaler Medien vor. Aus diesen sieben Indikatoren für die Bedingungen für die Nutzung von Computern lässt sich im Zusammenspiel mit der Nutzungshäufigkeit digitaler Medien (Nutzungshäufigkeit *Mindestens einmal die Woche* und Nutzungshäufigkeit *Nie*) eine Gruppe von Ländern bilden, die im Bereich der Nutzung digitaler Medien im Unterricht zur oberen Ländergruppe zu zählen ist. Dazu zählen Hessen, Rheinland-Pfalz und Thüringen. Besonderen Verbesserungsbedarf gibt es in Berlin und Sachsen.

**Tabelle 1-14: Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien im Unterricht**

Angaben in Prozent

	Täglich	Mindestens einmal wöchentlich, aber nicht jeden Tag	Mindestens einmal im Monat, aber nicht jede Woche	Seltener als einmal im Monat	Nie
Bayern	31,1	33,3	21,5	11,1	3,0
Schleswig-Holstein	22,0	36,0	18,0	18,0	6,0
Berlin	28,3	26,4	24,5	13,2	7,5
Baden-Württemberg	23,7	30,6	29,8	13,7	2,2
Hamburg	15,4	38,5	23,1	19,2	3,8
Thüringen	21,2	30,8	28,8	17,3	1,9
Hessen	16,5	33,0	25,8	20,6	4,1
Brandenburg	30,0	18,0	30,0	20,0	2,0
Nordrhein-Westfalen	11,1	35,2	27,8	21,6	4,3
Saarland	20,0	26,0	32,0	20,0	2,0
Mecklenburg-Vorpommern	14,8	29,6	44,4	11,1	0,0
Niedersachsen	11,0	31,2	33,9	19,3	4,6
Sachsen-Anhalt	18,0	24,0	34,0	22,0	2,0
Rheinland-Pfalz	12,5	26,4	43,1	18,1	0,0
Sachsen	12,5	22,9	31,3	27,1	6,3

Bremen	18,0	16,0	38,0	20,0	8,0
<i>Deutschland</i>	<i>18,6</i>	<i>31,4</i>	<i>28,5</i>	<i>17,8</i>	<i>3,7</i>

Quelle: Lorenz et al., 2017, 94

**Tabelle 1-15: Bedingungen für die Nutzung digitaler Medien**

Bundesland	Vorhandensein von Beispielmateriale zu computer-gestütztem Unterricht	Vorhandensein eines Medienkonzepts in der Schule	Verbesserung der schulischen Leistungen durch den Einsatz von Computern	Ausreichende Vorbereitungszeit für computer-gestützten Unterricht	Vorhandensein interner Workshops zu computer-gestütztem Unterricht	Gemeinsame systemat. Entwicklung von Unterrichtsstunden	Unterrichtshospitation
Überwiegend in der oberen Gruppe verortet							
Hessen	+	+	+	o	+	o	o
Überwiegend in der mittleren Gruppe verortet							
Baden-Württemberg	o	o	-	-	-	o	o
Brandenburg	o	o	o	-	+	o	+
Bremen	-	o	o	o	o	+	o
Hamburg	o	o	-	o	o	-	o
Mecklenburg-Vorpommern	o	o	o	o	-	-	o
Nordrhein-Westfalen	-	o	o	o	o	o	o
Sachsen-Anhalt	o	o	+	o	o	o	o
Heterogene Gruppenverteilung							
Bayern	-	-	+	o	o	o	+
Berlin	o	-	o	-	-	+	+
Niedersachsen	+	+	o	-	o	+	o
Rheinland-Pfalz	+	+	o	o	+	o	-
Saarland	o	-	o	+	-	+	-
Sachsen	+	o	o	+	+	-	-
Schleswig-Holstein	o	-	o	+	o	-	+
Thüringen	-	+	+	+	o	o	o

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

Quelle: Lorenz et al., 2017, 110

### 1.3.3 Zusammenhang zwischen der Nutzung neuer Technologien und den Kompetenzen der Schüler

In der ICILS-Studie wurde der Einfluss des Einsatzes neuer Technologien auf die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen mithilfe einer Regressionsanalyse untersucht. Die Untersuchungen führen zu dem Ergebnis, dass in Deutschland eine häufige Nutzung von Computern im Unterricht signifikant negativ mit den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen verbunden ist. Kein signifikanter Zusammenhang besteht zwischen den schulisch erlernten computerbezogenen Tätigkeiten und den Kompetenzen. In vielen anderen Ländern lässt sich jedoch jeweils ein signifikant positiver Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen und den computer- und informationsbezogenen Kompetenzen feststellen (Bos et al., 2014, 221 ff.). Die Autoren der Studie kommen daher zu dem Schluss, „dass die Computernutzung in der Schule in Deutschland, so wie sie die meisten Schülerinnen und Schüler erfahren, den Erwerb computer- und informationsbezogener Kompetenzen derzeit nicht fördern“ (Bos et al., 2014, 223). So formuliert auch der Aktionsrat Bildung in seinem Gutachten für die Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft, „dass Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe mit der Nutzung digitaler Medien durchaus vertraut sind, dabei aber nicht unbedingt diejenigen Kompetenzen erwerben, die nach dem Stand der internationalen Forschung für hohe ICT-Kompetenzen sprechen“ (Aktionsrat Bildung, 2018, 142).

Der Zusammenhang zwischen Kompetenzen der Schüler und der Verfügbarkeit und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien wurde auch auf der Basis der PISA-Daten untersucht, so zum Beispiel von Fuchs/Wößmann (2004). Sie untersuchten für die Gesamtheit der teilnehmenden PISA-Länder den Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit bzw. Nutzung von Computern und den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen „Lesen“ und „Mathematik“. Unter Kontrolle verschiedener weiterer Faktoren erhalten die Autoren für die PISA-Studie aus dem Jahr 2000 einen insignifikanten Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von Computern in der Schule und den Schülerkompetenzen. Der Zusammenhang zwischen der Nutzung von Computer und Internet in der Schule und den Kompetenzen verläuft U-förmig. Das bedeutet, dass Schüler, die nie einen Computer in der Schule benutzen, schlechter abschneiden als Schüler, die den Computer manchmal benutzen. Letztere erzielen jedoch wiederum bessere Ergebnisse als Schüler, die in der Schule sehr häufig Computer benutzen. Die Autoren folgern daraus, dass es ein optimales Level für die Computernutzung in der Schule gibt.

Auch andere Studien konnten zwar zeigen, dass die Bereitstellung digitaler Technologien deren Einsatz erhöht, jedoch nur geringe oder gar keine Effekte auf die Kompetenzen der Schüler hat (für einen Überblick siehe: Bulman/Fairlie, 2016). So finden mehrere Studien mit Blick auf Schülerleistungen keine oder negative Effekte durch die Bereitstellung von Computern an Schulen (Angrist/Lavy, 2002), durch die Verwendung von Lese- und Mathematiksoftware (Campuzano et al., 2009), durch den Unterrichtsbesuch an einer virtuellen Schule (Chingos/Schwerdt, 2014) und durch den Zugang zu Computer und Internet zu Hause (Fairlie/Robinson, 2013; Faber et al., 2015). Studien, die einen positiven Einsatz von computergestützten Maßnahmen zeigen können, tun dies unter besonderen Umständen. So entfalten computergestützte Lernprogramme ihre Wirkung in einer Studie von Banerjee et al. (2007) in Indien auch deshalb, weil die Hälfte der Zeit zur Nutzung von Lernprogrammen zusätzlich zur eigentlichen Unterrichtszeit stattfindet. Falck et al. (2018) folgern deshalb, dass der Einsatz von Computern im Unterricht immer unter dem Gesichtspunkt des Trade-offs mit anderen traditionellen Lehrmethoden abgewogen werden sollte und untersuchen näher, wann der Einsatz von digitalen Technologien im Unterricht kompetenzsteigernd ist. Sie können zeigen, dass die Auswirkung der Computernutzung im Schulunterricht auf die Schülerkompetenzen sehr stark von der Art der Nutzung

abhängt. Einige Aktivitäten können produktiver sein als die bisherigen Unterrichtsmethoden und zu einer Leistungssteigerung der Schüler führen, während andere sehr effektive traditionelle Methoden ersetzen. Diese gegenläufigen Entwicklungen können sich gegenseitig neutralisieren, sodass es schwierig ist, eindeutige Effekte der Computernutzung im Unterricht auf die Schülerkompetenzen nachzuweisen. Auf Basis der TIMSS-Daten untersuchen die Autoren für die Gesamtheit aller teilnehmenden Länder, welche computergestützten Aktivitäten die Kompetenzen der Schüler erhöhen und welche nicht. In der TIMSS-Erhebung wird detailliert erfasst, wie oft in verschiedenen Fächern die Lehrer Computer für verschiedene Aktivitäten einsetzen. Unterschieden wird danach, ob der Computereinsatz dazu dient, neue Ideen und Informationen zu generieren, ob er für das Einüben von Fertigkeiten und Methoden oder für das Erstellen und Analysieren von Daten verwendet wird. Eine Steigerung der Kompetenzen der Schüler lässt sich dann erzielen, wenn der Computereinsatz dazu dient, neue Ideen und Informationen zu generieren. Wird der Computer jedoch dazu genutzt, Fertigkeiten und Methoden einzuüben, ergibt sich ein negativer Effekt. Für die Computernutzung bei der Generierung und Analyse von Daten können keine Effekte gefunden werden.

Comi et al. (2017) replizieren die Studie von Falck et al. (2018) am Beispiel der italienischen Region Lombardei. Auch sie finden, dass die Effektivität des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) vom jeweiligen Einsatzfeld abhängt. So profitieren Schüler vom IKT-Einsatz, wenn dieser für Wissensvermittlung, Medienerziehung und für die Kommunikation mit Lehrern, Eltern und Schülern verwendet wird, während der Einsatz von spezieller Software negative Effekte mit sich bringt. Es ist beim Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Unterricht also ganz besonders darauf zu achten, dass diese Technologien bewährte und effektive Lehr- und Lernmethoden nicht verdrängen, sondern da implementiert werden, wo ihr Einsatz effektiver ist als traditionelle Lehrmethoden.

Im Folgenden wird eine eigene Untersuchung auf Basis der PISA-Daten aus den Jahren 2012 und 2015 vorgenommen. Es wird der Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit und Nutzung von Computern in der Schule und den Kompetenzen der Schüler in den Bereichen Mathematik und Naturwissenschaften untersucht. In dieser Analyse werden ausschließlich Daten für Deutschland berücksichtigt. Für den Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien und den Kompetenzen der Schüler wird auf die PISA-Daten aus dem Jahr 2012 zurückgegriffen (Tabelle 1-16), da in dieser Erhebung die Datenlage für diese Variablen besser ist als im Jahr 2015. Die Verfügbarkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien in den Schulen wird dabei einmal anhand eines Index gemessen, der mehrere Variablen zur Ausstattung der Schulen mit digitalen Medien umfasst (Modelle II und IV). In einem weiteren Modell werden einzelne Variablen zur Ausstattung mit Informations- und Kommunikationstechnologien getrennt betrachtet, so die Verfügbarkeit von Computern, von Internetanschlüssen, von Lernsoftware, dem Verhältnis von Schülern zu Computern und dem Verhältnis von Computern mit Internetanschluss an allen Schulcomputern (Modelle I und III). Den Modellen werden umfangreiche Kontrollvariablen hinzugefügt, da die Kompetenzen der Schüler auch von weiteren Variablen beeinflusst werden. In beiden Modellen weist der Index über die Ausstattung der Schule mit Informations- und Kommunikationstechnologien einen signifikant negativen Zusammenhang zu den Kompetenzen in Mathematik und in den Naturwissenschaften auf. Eine gute Ausstattung mit diesen Technologien wirkt sich demnach nicht positiv auf die Schülerkompetenzen aus. Wird die Ausstattung anhand von einzelnen Indikatoren betrachtet, so zeigt die Tabelle, dass zumindest die Verfügbarkeit einer Lernsoftware sowie das Verhältnis von Computern mit Internetanschlüssen zu allen Computern einen positiven Einfluss auf die Kompetenzen der Schüler in Mathematik und Naturwissenschaften haben. Die anderen Variablen haben keinen signifikanten Einfluss. Insgesamt untermauern diese Ergebnisse, dass eine bessere Ausstattung der Schulen mit Informations- und

Kommunikationstechnologien allein gegenwärtig nicht zu höheren Kompetenzen der Schüler führt, sondern dass auch entsprechende pädagogische Konzepte notwendig sind.

**Tabelle 1-16: Zusammenhang zwischen Ausstattung der Schulen mit IT und den Schülerkompetenzen Deutschland, 2012**

	Mathematik		Naturwissenschaften	
	I	II	III	IV
<b>Computer in der Schule (Referenz: fehlen stark)</b>				
Computer fehlen gar nicht	-2,0 (-0,19)		-8,5 (-0,83)	
Computer fehlen ein bisschen	-5,3 (-0,54)		-10,7 (-1,10)	
<b>Internetverfügbarkeit in der Schule (Referenz: fehlt stark)</b>				
Internet fehlt gar nicht	0,9 (0,08)		3,1 (0,30)	
Internet fehlt ein bisschen	7,1 (0,79)		17,2** (2,09)	
<b>Lernsoftware (Referenz: fehlt stark)</b>				
Lernsoftware fehlt gar nicht	45,4*** (3,39)		35,9*** (2,77)	
Lernsoftware fehlt ein bisschen	38,3*** (3,76)		26,6*** (2,79)	
Computer pro Schüler	-5,4 (-1,38)		-6,8	
Internetanschluss pro Computer	83,9* (1,78)		81,9* (1,70)	
Index für die Computerausstattung an der Schule		-11,1*** (-4,34)		-10,8*** (-4,53)
R <sup>2</sup>	0,4015	0,3695	0,3864	0,3547
N	2.743	2.814	2.743	2.814

Kontrollvariablen: sozioökonomischer Hintergrund der Schüler; Familienstand; Erwerbstätigkeit der Eltern; Ausstattung mit Lernmitteln zu Hause; Ausstattung der Schulen; Lernatmosphäre; Geschlecht

Abhängige Variable: Punkte im PISA-Test; Schätzung von cluster-robusten OLS-Modellen; \*\*\*, \*\*, \* = signifikant auf dem 1-/5-/10-Prozent-Niveau; in Klammern sind die t-Werte angegeben.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von PISA 2012

**Tabelle 1-17: Zusammenhang zwischen Nutzung von IT in der Schule und den Schülerkompetenzen Deutschland, 2015**

	Mathematik		Naturwissenschaften	
	I	II	III	IV
Index für die Computernutzung in der Schule	-13,1*** (-5,12)		-9,1*** (-3,72)	
<b>Art der Nutzung</b>				
Computer wird für das Chatten genutzt (Referenz: nie oder fast nie dafür genutzt)		-11,3*** (-2,95)		-13,5*** (-3,31)
Computer wird für das Schreiben von E-Mails genutzt (Referenz: nie oder fast nie dafür genutzt)		3,2 (0,70)		4,3 (0,87)
Computer wird für das Durchsuchen des Internets für Schularbeiten genutzt (Referenz: nie oder fast nie dafür genutzt)		10,4*** (3,14)		12,2*** (2,72)
Computer wird für das Durchsuchen der Schul-Webseite genutzt (Referenz: nie oder fast nie dafür genutzt)		1,5 (0,34)		-0,2 (-0,04)
Computer wird für das Posten von Arbeiten auf der Schul-Webseite genutzt (Referenz: nie oder fast nie dafür genutzt)		-23,8*** (-4,02)		-28,4*** (-4,14)
Computer wird für Simulationen genutzt (Referenz: nie oder fast nie dafür genutzt)		-6,9 (-1,43)		1,48 (0,25)
Computer wird für das Üben einer Fremdsprache oder Mathematik genutzt (Referenz: nie oder fast nie dafür genutzt)		-19,9*** (-5,75)		-14,7*** (-3,99)
Computer wird für das Erstellen der Hausaufgaben genutzt (Referenz: nie oder fast nie dafür genutzt)		-12,1*** (-2,71)		-12,3** (-2,44)
Computer wird für Gruppenarbeiten genutzt (Referenz: nie oder fast nie dafür genutzt)		10,1*** (3,08)		12,8*** (3,55)
R <sup>2</sup>		0,3719		0,3740
N		2.733		2.733

Kontrollvariablen: sozioökonomischer Hintergrund der Schüler; Ausstattung mit Lernmitteln zu Hause; Ausstattung der Schulen; Lernatmosphäre; Geschlecht

Abhängige Variable: Punkte im PISA-Test; Schätzung von cluster-robusten OLS-Modellen; \*\*\*, \*\*, \* = signifikant auf dem 1-/5-/10-Prozent-Niveau; in Klammern sind die t-Werte angegeben.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von PISA 2015

In einem zweiten Schritt wird in Tabelle 1-17 der Zusammenhang zwischen der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und den Schülerkompetenzen in Mathematik und

Naturwissenschaften untersucht. Für den Zusammenhang zwischen der Nutzung von neuen Technologien und den Kompetenzen können die Angaben aus dem Jahr 2015 herangezogen werden. Die Analysen führen zu dem Ergebnis, dass ein höherer Index für die Intensität der Computernutzung in der Schule zu signifikant geringen Kompetenzen in beiden Unterrichtsfächern führt (Modelle I und III). Insgesamt kann wie schon in der ICILS-Studie gefolgert werden, dass Informations- und Kommunikationstechnologien in deutschen Schulen gegenwärtig anscheinend noch nicht so eingesetzt werden, dass sie zu höheren Kompetenzen der Schüler führen. Es kommt also nicht nur auf die Infrastruktur, sondern auch auf pädagogische Konzepte und Kompetenzen an.

Eine einzelne Betrachtung verschiedener Nutzungsarten führt wie auch schon in den oben genannten Studien zu differenzierten Ergebnissen (Modelle II und IV). Der Einsatz von Computern kann die Kompetenzen der Schüler signifikant erhöhen, wenn er für Recherchetätigkeiten oder für Gruppenarbeiten eingesetzt wird. Ein signifikant negativer Effekt lässt sich dagegen feststellen, wenn der Computer in der Schule fürs Chatten, für das Posten von Arbeiten, für das Erstellen der Hausaufgaben oder für das Üben von Lerninhalten verwendet wird.

Zu differenzierten Ergebnissen kommt auch eine Meta-Studie zum Einsatz digitaler Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe (Hillmayr et al., 2017). Als Ergebnis aus verschiedenen Einzelstudien kann festgehalten werden, dass der Einsatz digitaler Unterrichtsmedien in den Fächern Mathematik, Physik, Biologie und Chemie zu besseren Lernergebnissen führt als der alleinige Einsatz von traditionellen Unterrichtsmethoden. Digitale Unterrichtsmethoden erzielen dabei dann den größten Nutzen, wenn sie ergänzend zu traditionellen Unterrichtsmethoden angewandt werden. Auch ist der positive Nutzen bei einem kurzzeitigen Einsatz am höchsten. Der positive Nutzen der digitalen Medien wird vor allem dadurch erzielt, dass der Einsatz dieser Medien auf die Schüler motivationssteigernd sein kann und mehr Möglichkeiten für einen differenzierten Unterricht entstehen können.

## **1.4 Fachkräftesicherung**

### **1.4.1 Situation in Deutschland**

Die zunehmende Digitalisierung von Geschäftsmodellen stellt auch für deutsche Industrieunternehmen eine große Herausforderung dar. Ein in diesem Zusammenhang häufig verwendetes Schlagwort lautet Industrie 4.0. Dieses steht für „eine intelligente Vernetzung zwischen Produktentwicklung, Produktion, Logistik und Kunden“ (Bitkom/Fraunhofer, 2014) mit der Folge einer starken Individualisierung der Produkte unter den Bedingungen einer hoch flexibilisierten (Großserien-) Produktion bis hin zur Einzelfertigung. Die neben technischen Aspekten wesentlichsten Voraussetzungen für die erfolgreiche Implementierung digitalisierter Geschäftsmodelle liegen in der simultanen Verfügbarkeit von qualifizierten IT-Arbeitskräften und adäquater IT-Infrastruktur. Daher kann vermutet werden, dass der Bedarf an IT-Akademikern künftig weiterhin hoch und steigend sein wird.

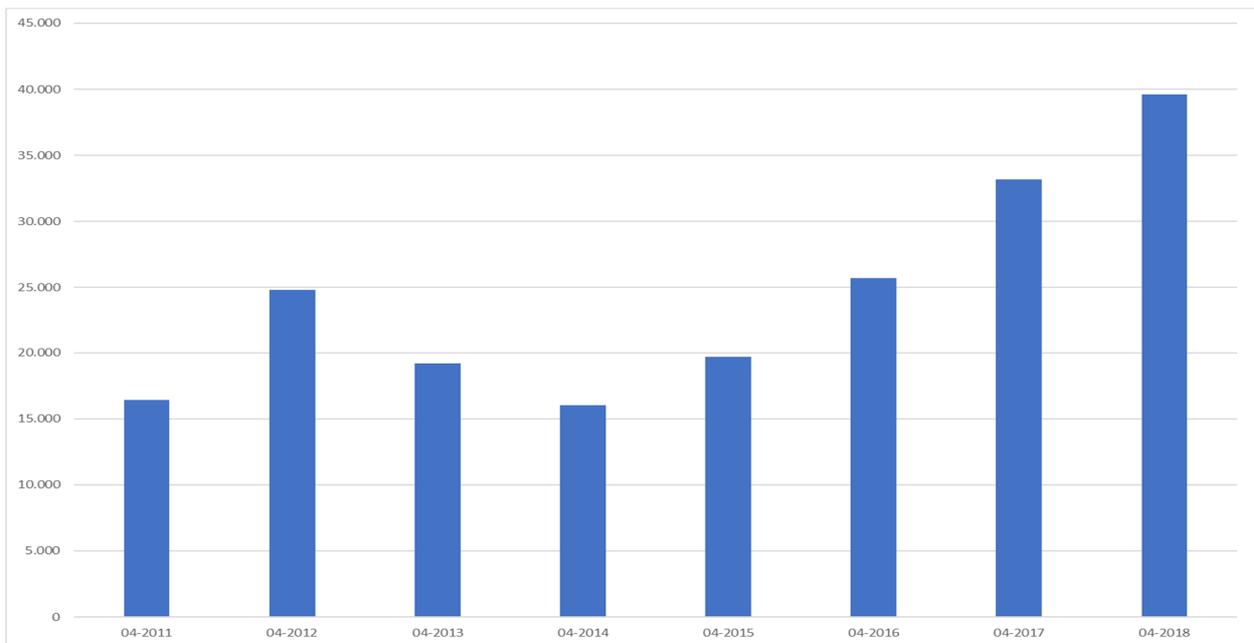
Ende April 2018 waren in den MINT-Berufen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) insgesamt 486.600 Stellen zu besetzen. Dies ist ein neuer Allzeit-Höchststand seit Beginn der Aufzeichnungen. Im Vergleich zum April 2017 nahm damit die Anzahl der offenen Stellen in technisch-naturwissenschaftlichen Berufen insgesamt um 56.200 oder 13,1 Prozent zu. Gleichzeitig ist die Arbeitslosigkeit in den MINT-Berufen im Vorjahresvergleich in sämtlichen Berufsgruppen gesunken und lag bei insgesamt 174.955 Personen – rund 24.200 oder 12,2 Prozent weniger im Vergleich zum April des Vorjahres. Dies ist der niedrigste April-Stand seit Beginn der Aufzeichnungen. Unter Berücksichtigung

des qualifikatorischen Mismatches resultiert für Ende April 2018 eine über sämtliche 36 MINT-Berufskategorien aggregierte Arbeitskräftelücke in Höhe von 314.800 Personen. Die Lücke hat damit einen neuen Allzeit-Höchststand seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 2011 erreicht und liegt um 77.300 oder 32,5 Prozent höher als noch im April des Vorjahres (Anger et al., 2018).

In den letzten Jahren hat sich die Struktur der MINT-Lücke verändert. Der mit der Digitalisierung einhergehende zunehmende Bedarf nach IT-Know-how spiegelt sich in der Arbeitskräftelücke bei den IT-Expertenberufen (z.B. Informatikern) wider. Im Vergleich der Aprilwerte war die IT-Expertenlücke zunächst auf einem relativ stabilen Niveau und hat sich zwischen den Jahren 2014 und 2018 von 16.000 auf 39.600 mehr als verdoppelt (Abbildung 1-1). Die aktuell gute Konjunktur und positive Geschäftserwartungen sowie gegenwärtige Herausforderungen – angefangen bei der Gestaltung der Digitalisierung über Smart Grids bis hin zu Smart Homes – verdeutlichen den zu erwartenden Bedarf an IT-Experten. Dementsprechend ist anzunehmen, dass die Nachfrage nach IT-Experten so schnell nicht abreißen wird.

**Abbildung 1-1: Arbeitskräftelücke IT-Expertenberufe**

Absolutwerte, Aprilwerte



Quelle: Bundesagentur für Arbeit, 2018; IW-Zukunftspanel, 2011; eigene Berechnungen

Um den vorhandenen Bedarf an IT-Experten decken zu können, bedarf es demnach einer exzellenten Ausbildungsleistung der Hochschulen im Informatikbereich. Die deutsche Hochschulstatistik zeigt, dass im Jahr 2016 knapp 25.200 akademische Abschlüsse in der Fachrichtung Informatik erzielt wurden. Im Durchschnitt des Bundesgebietes beträgt die aktuelle jährliche Ausbildungsquote damit 73 Informatikabschlüsse bezogen auf 100.000 Erwerbstätige.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nicht jeder neue Abschluss der regionalisierten Hochschulstatistik entspricht auch einem neuen Absolventen, denn diese enthält in Folge der Bologna-Reform über die Jahre Mehrfachzählungen. Beispielhaft wird ein Informatiker, der 2011 einen Bachelor- und 2014 einen Masterabschluss erworben hat, als zwei Abschlüsse gezählt und taucht zu zwei Zeitpunkten in der Statistik auf (Fallzählung), während er dem Arbeitsmarkt nur einmal zur Verfügung steht (Kopfzählung). Der Quervergleich zwischen Regionen und Bundesländern liefert jedoch trotzdem qualitativ valide Ergebnisse, da diese Verzerrung alle Bundesländer gleich betrifft.

Die Struktur der MINT-Lücke hat sich jedoch auch noch in einem anderen Bereich verändert. Der Anteil der nichtakademischen Berufskategorien (Facharbeiter, Meister, Techniker) an der gesamten MINT-Arbeitskräftelücke ist in den letzten Jahren gestiegen und liegt aktuell bei 67 Prozent, der Anteil der akademischen MINT-Berufe entsprechend bei 33 Prozent. Die Engpässe im beruflichen MINT-Segment nehmen somit relativ zu. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass der Anteil junger Menschen mit einer Berufsausbildung sinkt. Zwischen den Jahren 2005 und 2015 ist der Anteil der 35- bis 39-jährigen Personen mit einer MINT-Berufsausbildung als höchstem Abschluss von 24,0 auf 19,5 Prozent gesunken. Bei den 30- bis 34-Jährigen sank der entsprechende Anteil im selben Zeitraum von 22,3 auf 18,2 Prozent. Vor allem in den MINT-Ausbildungsberufen wird es in der Zukunft darauf ankommen, mehr junge Menschen für diese Berufe zu gewinnen und weitere Potenziale zu erschließen. Es zeigt sich inzwischen, dass sich die Erwerbstätigkeit von beruflich qualifizierten Fachkräften rückläufig entwickelt. Während die Erwerbstätigkeit von MINT-Akademikern von 2.366.000 Personen im Jahr 2011 auf rund 2.697.400 Personen im Jahr 2015 und damit um 14,0 Prozent gestiegen ist, sank die Anzahl von beruflich qualifizierten Fachkräften von 9.178.400 auf 9.080.400 um 1,1 Prozent (Anger et al., 2018). Die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) fordert, für alle Ausbildungsberufe zu überprüfen, welche Digitalkompetenzen in Zukunft von Bedeutung sein werden, und diese Kompetenzen entsprechend in die Curricula zu integrieren (EFI, 2018). Bisher liegen in Bezug auf Kompetenzanforderungen gehaltvolle wissenschaftliche Erörterungen nur für die gewerblich-technischen Berufe im Bereich der Industrie vor (Wilbers, 2017, 14). Für die M+E-Branche wurden bereits Daten erhoben und die spezifischen Kompetenzanforderungen sowie Empfehlungen zur zukünftigen Ausrichtung, wie z. B. der Neugestaltung von M+E Berufen (bayme vbm, 2016), abgeleitet und inzwischen umgesetzt.

**1.4.2 Blick auf die Bundesländer**

**1.4.2.1 IT-Absolventen aus Hochschulen**

Der Vergleich nach Bundesländern zeigt, dass die Ausbildungsintensität baden-württembergischer Hochschulen im Informatikbereich als exzellent zu bezeichnen ist (Tabelle 1-18). In diesem Bundesland sind im Jahr 2016 97,2 Informatikabschlüsse pro 100.000 Erwerbstätige zu verzeichnen. Auch das Saarland, Bayern und Hessen bilden relativ viele Informatiker aus. Dagegen bilden sämtliche ostdeutschen Länder deutlich unterdurchschnittlich Informatiker aus. In Brandenburg wurden beispielsweise nur 33,4 Informatiker pro 100.000 Erwerbstätige ausgebildet.

**Tabelle 1-18: Ausbildung von Informatikern nach Bundesländern**

So viele akademische Informatikabschlüsse haben die Hochschulen im Jahr 2016 je 100.000 Erwerbstätige hervorgebracht; Bundesländer

<b>Flächenländer</b>	
Baden-Württemberg	97,2
Saarland	92,1
Bayern	64,8
Hessen	64,6
Nordrhein-Westfalen	53,0
Sachsen	51,9

Rheinland-Pfalz	51,7
Schleswig-Holstein	48,5
Mecklenburg-Vorpommern	43,4
Sachsen-Anhalt	37,4
Niedersachsen	37,0
Thüringen	36,8
Brandenburg	33,4
<i>Stadtstaaten</i>	
Bremen	104,9
Berlin	84,3
Hamburg	56,8
<i>Deutschland</i>	<i>73,1</i>

Quellen: Statistisches Bundesamt, 2017a, 2017b; eigene Berechnungen

Nimmt man für eine qualitative Einschätzung eine Differenzierung der Bundesländer vor und ordnet Bundesländer als überdurchschnittlich ein, deren Wert eine halbe Standardabweichung über dem Wert für Deutschland liegt, so ist die IT-Ausbildung an Hochschulen quantitativ in Baden-Württemberg, dem Saarland sowie in den Stadtstaaten Bremen und Berlin überdurchschnittlich. Unterdurchschnittliche Werte, die eine halbe Standardabweichung unter dem Wert von Deutschland liegen, weisen Brandenburg, Thüringen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Nordrhein-Westfalen und Hamburg auf.

Auch der Stifterverband untersucht an Hand von 12 Indikatoren die Entwicklungen im Fachbereich Informatik an den Hochschulen zwischen 2011 und 2016 und betrachtet dabei unter anderem die Entwicklung des wissenschaftlichen Personals in diesem Fachbereich. In Bezug auf den Zuwachs an wissenschaftlichem Personal im Fachbereich Informatik konnten vor allem Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen punkten. Bremen und das Saarland liegen beim Anteil des wissenschaftlichen Personals im Fachbereich Informatik am gesamten wissenschaftlichen Personal vorne. Auf den ersten Blick überraschend erscheint, dass Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen, die bei allen anderen Indikatoren die Schlussgruppe der Bundesländer bilden, in Bezug auf das Betreuungsverhältnis im Fachbereich Informatik besonders gut abschneiden. Das gute Abschneiden lässt sich aber vor allem dadurch begründen, dass diese beiden Bundesländer über alle Fachbereiche hinweg ein gutes Betreuungsverhältnis vorweisen können (Winde/Schröder, 2018).

#### 1.4.2.2 IT-Auszubildende in der beruflichen Bildung

Der Vergleich nach Bundesländern zeigt, dass die Ausbildungsintensität der beruflichen Bildung gemessen an der Bevölkerung im Alter von 16 bis 20 Jahren in den Stadtstaaten Hamburg und Bremen sowie im Saarland und in Bayern überdurchschnittlich ist (halbe Standardabweichung über Wert von Deutschland). Gemessen an einer durchschnittlichen Jahrgangsstärke wurden im Jahr 2017 in Hamburg 3,3 Prozent neue Ausbildungsverträge in den IT-Berufen 431-434 abgeschlossen. Unterdurchschnittlich

sind die IT-Ausbildungsstellen quantitativ in den fünf ostdeutschen Flächenländern und Schleswig-Holstein einzuschätzen.

**Tabelle 1-19: IT-Ausbildung beruflich nach Bundesländern**

<b>Flächenländer</b>	
Saarland	2,4
Bayern	2,2
NRW	2,1
Baden-Württemberg	1,8
Hessen	1,8
Niedersachsen	1,6
Rheinland-Pfalz	1,5
Schleswig-Holstein	1,4
Sachsen	1,2
Mecklenburg-Vorpommern	1,1
Sachsen-Anhalt	0,9
Thüringen	0,8
Brandenburg	0,6
<i>Stadtstaaten</i>	
Hamburg	3,3
Bremen	3,2
Berlin	1,6
<i>Deutschland</i>	<i>1,8</i>

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von BIBB, 2018

## **1.5 Forschung im Bereich Digitalisierung**

### **1.5.1 Situation in Deutschland**

Innovationen sind für die Stärkung des Wirtschaftswachstums und der Wettbewerbsfähigkeit eines Landes maßgeblich. Als eine der aussagekräftigsten Messgrößen für Innovationskraft dienen Patente, da sie die oft notwendige – wenngleich nicht hinreichende – Bedingung für erfolgreiche technologiebasierte Innovationen darstellen (Koppel, 2011). So argumentieren Acemoglu et al. (2002), dass das Produktivitätswachstum einer Volkswirtschaft sowohl durch Diffusion und Imitation bestehender Technologien als auch durch die Entwicklung radikaler Innovationen erreicht werden kann. Insgesamt weist Deutschland im europäischen Vergleich eine hohe Innovationskraft auf und zählt nicht zuletzt aufgrund der starken Patentaktivität zur Gruppe der Innovation Leaders (KOM, 2016). Das bestätigt auch der Jahresbericht des Europäischen Patentamtes, der für Deutschland eine starke Patentleistung ausweist (EPO, 2016). Während es ausführliche Statistiken zur generellen Patentaktivität

gibt, sind Forschungsergebnisse in Form von Patenten im Bereich der Digitalisierung bisher wenig erforscht.

Für die Messung der Patentleistung im Bereich Digitalisierung werden im Folgenden Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt (EPO) aus dem Jahr 2015 herangezogen. Da Patentinformationen erst mit einer Frist von 18 Monaten offengelegt werden, bildet das Jahr 2015 den aktuellsten verfügbaren Datenstand. Für die Identifizierung von Digitalisierungspatenten wurde eine Abgrenzung digitalisierungsaffiner Technologieklassen zugrunde gelegt. Diese Abgrenzung beinhaltet vorrangig Klassifikationen der Computertechnologie sowie der audio-visuellen Technologie und orientiert sich an vbw (2015). Darüber hinaus wurden neu geschaffene Unterklassen mit Digitalisierungsbezug, unter anderem zum 3D-Druck sowie zur computergestützten Chirurgie, ergänzt.

Um die Patentleistung zwischen den einzelnen Ländern besser vergleichbar zu machen, werden die angemeldeten Digitalisierungspatente zu der jeweiligen Anzahl der Erwerbspersonen ins Verhältnis gesetzt. Tabelle 1-20 gibt eine Übersicht über die 20 patentstärksten Länder im Bereich der Digitalisierung gemessen an der jeweiligen Erwerbspersonenzahl.

**Tabelle 1-20: Digitalisierungspatente im internationalen Vergleich**

Patentanmeldungen am Europäische Patentamt (inkl. PCT-Anmeldungen) mit Digitalisierungsbezug im Jahr 2015; Zuordnung gemäß Anmeldersitz

	<b>Anmeldungen Digitalisierungspatente je 100.000 Erwerbspersonen</b>	<b>Anmeldungen Digitalisierungspatente je 100 Patentanmeldungen insgesamt</b>
Schweden	21,5	31,7
Finnland	19,6	35,1
Niederlande	12,9	18,3
Schweiz	10,9	7,7
Südkorea	8,8	42,8
Frankreich	8,7	22,6
Deutschland	8,1	11,0
Österreich	6,9	11,2
Irland	6,8	22,8
Japan	5,4	22,3
Belgien	5,1	12,6
USA	4,9	27,6
Israel	4,6	19,8
Taiwan	3,8	37,0
Dänemark	3,2	5,3
Singapur	2,6	31,0

Norwegen	2,4	10,3
Großbritannien	2,3	15,9
Estland	1,4	23,7
Kanada	1,3	22,2

Quellen: Depatisnet, 2016; eigene Berechnungen

Die beiden nordeuropäischen Länder Schweden und Finnland verzeichnen mit 21,5 bzw. 19,6 Digitalisierungspatenten je 100.000 Erwerbspersonen die mit Abstand stärksten Werte, gefolgt von den Niederlanden (12,9 Patentanmeldungen) und der Schweiz (10,9 Patentanmeldungen). Deutschland belegt mit 8,1 Patentanmeldungen in digitalisierungsaffinen Technologieklassen je 100.000 Erwerbspersonen den siebten Rang. Die USA, die zwar gemäß EPO-Jahresbericht zu den in Absolutwerten gemessen anmeldestärksten Nationen zählen, erreichen in der relativierten Betrachtung mit einem Wert von 4,9 nur den zwölften Rang.

Die Analyse der relativen Patentleistung im Bereich Digitalisierung lässt sich um eine zweite Dimension erweitern: die Spezialisierung (Digitalisierungspatente je Patente insgesamt). Wie die Tabelle zeigt, ist die Patentleistung Deutschlands im Bereich Digitalisierung gut, jedoch noch deutlich ausbaufähig. Während Deutschland bei den allgemeinen Patentanmeldungen – also bei Betrachtung sämtlicher IPC-Klassen zusammengenommen – einen sehr starken Wert aufweist (vgl. EPO, 2016), besteht bei der Spezialisierung gerade im Vergleich zu anderen großen Industrienationen noch Aufholbedarf. Im Jahr 2015 wurde in Deutschland gerade einmal gut jedes neunte Patent in einer digitalisierungsaffinen Technologieklasse angemeldet.

Während sich somit Deutschlands generell hohe Patentleistung auch als positiver Hebel in puncto Digitalisierungspatente bemerkbar macht, verhindert seine weit unterdurchschnittliche Spezialisierung einen besseren Platz im internationalen Vergleich. Bei den meisten anderen in Tabelle 1-20 dargestellten Nationen lag die Spezialisierung auf Digitalisierungstechnologien zwei- bis dreimal so hoch wie der Wert Deutschlands. Um eine Erklärung für das vergleichsweise schlechte Abschneiden Deutschlands im internationalen Vergleich der Digitalisierungspatente zu finden, wird im Folgenden die regionale Dimension der Entstehung von Digitalisierungstechnologie hierzulande untersucht.

### 1.5.2 Blick auf die Bundesländer

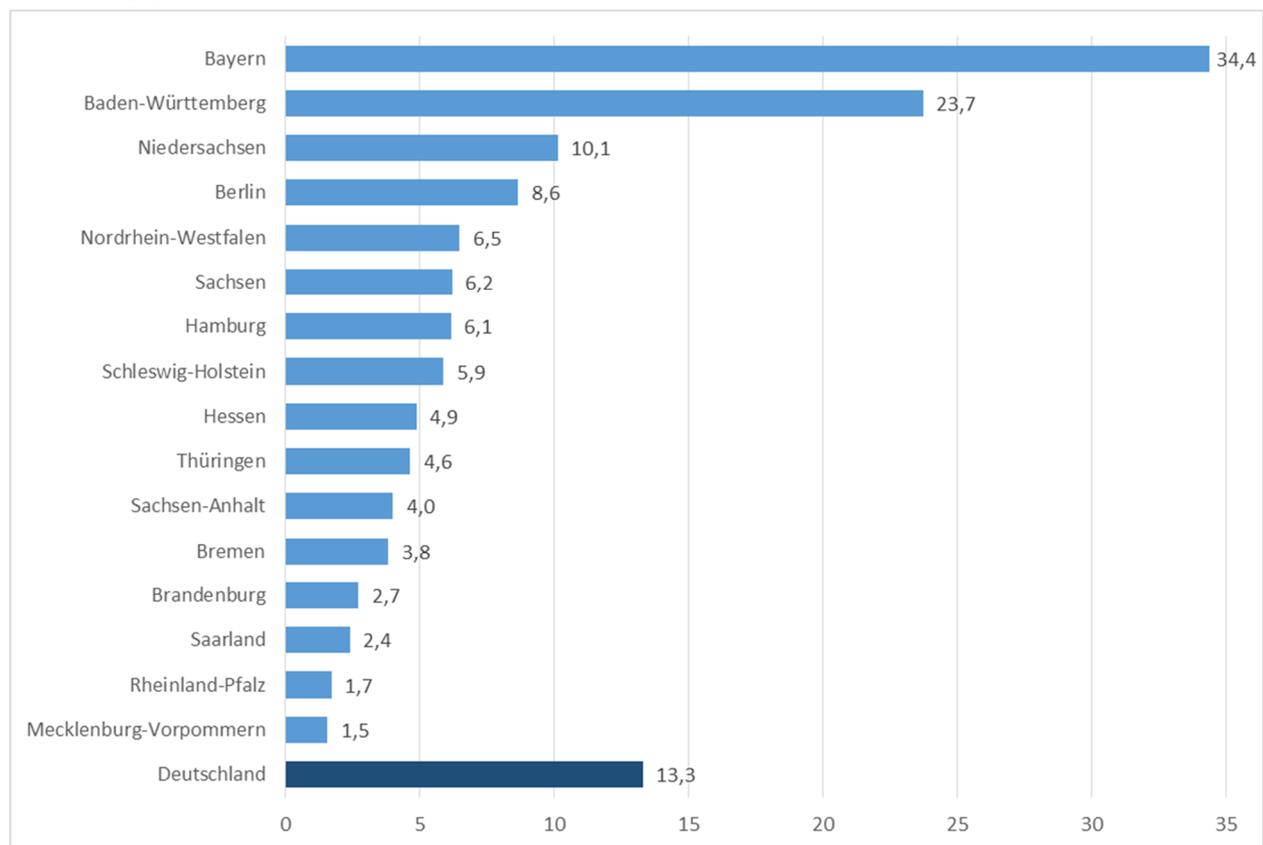
Für die Regionalanalyse Deutschlands wurden Patentanmeldungen von Anmeldern mit Sitz in Deutschland aus dem Jahr 2015 mit Schutzwirkung für Deutschland (DPMA) beziehungsweise für den europäischen Raum (EPA) herangezogen. Hierbei wurden ausschließlich originäre Erstanmeldungen berücksichtigt, um Doppelzählungen zu vermeiden. Entsprechend liegt der regionalen Perspektive eine andere Datenbasis zu Grunde als der internationalen Perspektive, bei der – zur Vermeidung eines Home Bias der Anmeldungen, der für europäische Länder bei der ausschließlichen Betrachtung von Erstanmeldungen existieren würde – sämtliche Zugangswege betrachtet wurden. Für die Regionalanalyse Deutschlands ergibt sich so für das Jahr 2015 eine Datenbasis von 42.050 Patentanmeldungen, die sich aus rund 38.200 DPMA- und 3.800 EPA-Erstanmeldungen zusammensetzt. Von diesen konnten insgesamt gut 4.100 als Digitalisierungspatente identifiziert werden. Das entspricht einem Anteil von 9,8 Prozent, wobei der Anteil der Digitalisierungspatente an allen Patenten mit dem Internationalisierungsgrad der Anmeldung deutlich steigt. So lag die entsprechende

Spezialisierungsquote bei DPMA-Anmeldungen bei 9,4 Prozent, während innerhalb der Klasse der EPA-Anmeldungen ein Anteil von 13,6 Prozent gemessen wurde.

Der Bundesländervergleich deckt hinsichtlich der Patentaktivität im Bereich der Digitalisierungstechnologien eine starke Konzentration in den süddeutschen Bundesländern auf. Mehr als zwei Drittel aller Digitalisierungspatente entfallen auf die beiden Länder Bayern und Baden-Württemberg. Für eine bessere Vergleichbarkeit der Leistung im Bereich der Digitalisierung werden die Digitalisierungspatente mit den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ins Verhältnis gesetzt. Mit einem Wert von 34 Patentanmeldungen je 100.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten weist Bayern den mit Abstand stärksten Wert auf. Baden-Württemberg erzielt mit einem Wert von knapp 24 eine ebenfalls beachtliche Leistung. Alle anderen Bundesländer liegen teilweise deutlich unter dem Bundesschnitt (13,6), so auch Niedersachsen, das zwar den drittstärksten Wert aufweist, jedoch mit gut zehn Digitalisierungspatenten je 100.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten unter dem Bundesschnitt liegt.

**Abbildung 1-2: Süddeutsche Bundesländer sind Spitzenreiter bei der Digitalisierung**

Angemeldete Digitalisierungspatente je 100.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten; Jahr 2015, Zuordnung gemäß Anmeldersitz



Quellen: Eigene Auswertung auf Basis von Depatisnet, 2016; BA, 2015

Bei diesem Indikator zeigen sich ein deutliches West-Ost-Gefälle und ein deutlicher Nachholbedarf Ostdeutschlands hinsichtlich der Entwicklung von Digitalisierungstechnologien. Im Durchschnitt wurden in Westdeutschland rund 15 Digitalisierungspatente je 100.000 sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten angemeldet und damit knapp viermal so viele wie in Ostdeutschland (4,3). Berlin wurde

aufgrund seiner Sonderrolle dabei im West-Ost-Vergleich ausgenommen, fällt jedoch mit einem Wert von 8,6 ebenfalls deutlich hinter den westdeutschen Bundesländern zurück. Wie bereits in zurückliegenden Jahren (vgl. Berger et al., 2017) zeichnen sich Länder wie beispielsweise Berlin und Thüringen durch eine starke Spezialisierung (Digitalisierungspatente je Patente insgesamt) aus, schaffen es jedoch aufgrund einer unterdurchschnittlichen generellen Patentleistungen nicht, an die starken Werte der süddeutschen Flächenländer heranzureichen.

## **1.6 Bewertung der Bundesländer**

Um die Bundesländer in ihrer Entwicklung zu beurteilen, werden im Folgenden entlang der im Bildungsmonitor beschriebenen Herausforderungen Indikatoren auf Bundesländerebene bewertet. Hierbei werden die qualitativen Beurteilungen bestehender Studien übernommen und für selbst erhobene Merkmale qualitative Bewertungen vorgenommen. Da Deutschland in den betrachteten Handlungsbereichen im internationalen Vergleich der entwickelten Volkswirtschaften eher eine durchschnittliche Einstufung erreicht, werden Bundesländer mit „gelb“ bewertet, wenn ihre Indikatorwerte eine halbe Standardabweichung um den Mittelwert liegen. Sind die Werte um eine halbe Standardabweichung besser, werden die Werte „grün“ hinterlegt, liegen die Werte eine halbe Standardabweichung schlechter entsprechend „rot“.

Im Gesamtergebnis zeigt sich, dass Bayern und Baden-Württemberg von den sieben betrachteten Bereichen mehr als zweimal in Nettobetrachtung eine überdurchschnittliche Bewertung aufweisen. Damit werden beide Bundesländer im Handlungsfeld Digitalisierung auf Basis der vorliegenden Indikatoren positiv eingeordnet. Die ostdeutschen Flächenländer – mit Ausnahme von Thüringen – sowie Schleswig-Holstein und Berlin weisen netto mehr als zwei unterdurchschnittliche Bewertungen in den sieben betrachteten Bereichen auf und werden daher im Handlungsfeld Digitalisierung negativ bewertet.

Im Handlungsfeld „Digitalisierung“ ergeben sich dann die folgenden Bewertungen:

	IT- Ausstattung Schulen, 2017	Medien- bezogene Kompe- tenzen Lehrkräfte, 2017	Förderung Schüler- kompetenzen, 2017	Nutzung digitaler Medien, 2017	Berufliche Bildung: IT- Auszu- bildende, 2017	Hochschule: IT- Absolventen, 2016	Forschung: Digitali- sierungs- patente, 2017	<i>Gesamt</i>
BW	0	0	+	0	1,8	97,2	23,7	
BY	+	+	0	0	2,2	64,8	34,4	
BE	0	-	-	-	1,6	84,3	8,6	
BB	-	0	0	0	0,6	33,4	2,7	
HB	0	0	0	0	3,2	104,9	3,8	
HH	0	0	-	0	3,3	56,8	6,1	
HE	+	0	0	+	1,8	64,6	4,9	
MV	0	0	0	0	1,1	43,4	1,5	
NI	0	+	0	0	1,6	37,0	10,1	
NR W	-	+	0	0	2,1	53,0	6,5	
RP	+	+	0	+	1,5	51,7	1,7	
SL	-	-	+	0	2,4	92,1	2,4	
SN	-	-	0	-	1,2	51,9	6,2	
ST	0	0	0	0	0,9	37,4	4,0	
SH	-	-	0	0	1,4	48,5	5,9	
TH	0	0	0	+	0,8	36,8	4,6	
D					1,8	73,1	13,3	
	Lorenz et al., 2017	Lorenz et al., 2017	Lorenz et al., 2017	Lorenz et al., 2017	Eigene Berechnungen BIBB, 2018	Eigene Berechnungen Statistisches Bundesamt, 2017a	Eigene Berechnungen Depatisnet, 2016	

## 1.7 Handlungsempfehlungen

Zusammenfassend ergeben sich aus den vorangehenden Ausführungen verschiedene Handlungsansätze. Zunächst einmal wurde festgestellt, dass die Ausstattung der Schulen in Deutschland mit neuen Informations- und Kommunikationstechnologien unterentwickelt ist. Hier besteht Nachholbedarf. Im Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung wurde ein Digitalpakt beschlossen, auf dessen Basis Bundesbildungsministerium und Bundesländer die finanziellen Rahmenbedingungen für eine bessere Ausstattung der Schulen mit Informations- und Kommunikationstechnologien schaffen sollen. Es ist geplant, dass der Bund in den nächsten Jahren fünf Milliarden Euro, davon 3,5 Mrd. Euro in dieser Legislaturperiode, zur Verfügung stellt, die die Investitionen der Länder und Kommunen ergänzen, aber nicht ersetzen sollen. Die Länder sollen im Gegenzug pädagogische Konzepte entwickeln sowie die entsprechenden Fortbildungen der Lehrer organisieren (Bundesregierung, 2018; BMBF, 2017). Diesen Pakt gilt es nun für allgemeinbildende und berufliche Schulen zeitnah umzusetzen.

Berechnungen der Bertelsmann Stiftung (2016) ergeben, dass allein rund 2,8 Mrd. Euro aufgebracht werden müssen, um alle Grundschulen und weiterführenden Schulen mit der notwendigen Computertechnik auszustatten. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass schon jetzt in einigen Schulen eine IT-Infrastruktur zur Verfügung gestellt wird, die sich aber nicht bundesweit erfassen lässt (Breiter et al., 2017). Hier ist es dringend notwendig, die Datengrundlage zu verbessern, damit das Investitionsvolumen richtig abgeschätzt werden kann.

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). Dafür ist eine umfassende Ausweitung der Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung im Bereich „digitale Bildung“ notwendig (Acatech/Körper Stiftung, 2017, 76; Aktionsrat Bildung, 2018, 21). Mehr als vier Fünftel der befragten Lehrkräfte im Ländermonitor 2016 sind der Meinung, dass sowohl in der universitären Lehrerausbildung als auch in der Referendarausbildung stärker auf die Förderung der computerbezogenen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler sowie auf den Einsatz digitaler Medien im Unterricht vorbereitet werden muss (Bertelsmann Stiftung, 2016, 157 f.).

Diese Ergebnisse decken sich mit Erkenntnissen der Befragung der IW Consult von Bildungseinrichtungen. Befragt nach den Hemmnissen auf dem Weg zu einer weiteren Digitalisierung wird am häufigsten genannt, dass digitale Lernangebote, Technologien und Anwendungen in der Ausbildung der Lehrkräfte nicht ausreichend behandelt werden (Tabelle 1-21).

**Tabelle 1-21: Hemmnisse für eine weitere Digitalisierung**

Angaben in Prozent

	Trifft zu	Trifft eher zu	Trifft eher nicht zu	Trifft nicht zu
Digitale Lernangebote, Technologien und Anwendungen werden in der Ausbildung der Lehrkräfte nicht ausreichend behandelt.	34,0	45,8	15,4	4,8
Lehrkräfte haben nur wenig Zeit zur Einarbeitung in digitale Lehrmethoden/digitale Instrumente.	30,7	45,8	16,0	7,4
Digitale Lernangebote, Technologien und Anwendungen werden in Fort- und Weiterbildung der Lehrkräfte nicht ausreichend behandelt.	24,4	49,1	19,5	7,1
Fehlende Finanzkraft für IT-Investitionen.	39,1	31,0	16,7	13,1
Bürokratien und Regularien im Bildungsbereich verlangsamen/hemmen diesen Prozess.	29,0	35,5	19,3	16,2
Das Angebot zu digitalem Lernen ist zu unübersichtlich.	15,7	47,5	26,8	10,0
Die Breitbandinfrastruktur ist unzulänglich.	35,6	22,0	23,7	18,8
Fehlendes internes Fachwissen über die Nutzung neuer digitaler Technologien.	13,2	34,5	32,7	19,6
Es gibt keinen zentralen Ansprechpartner, der das Thema Digitalisierung in der Bildungseinrichtung vorantreibt.	14,1	20,9	24,3	40,7
Lehrkräfte stehen neuen digitalen Technologien skeptisch gegenüber.	5,6	29,3	46,5	18,5
IT- und Datensicherheit kann nicht sichergestellt werden.	6,5	18,4	40,8	34,3
Digitales Lernen hat negative Auswirkungen auf die kognitive Entwicklung der Schüler.	3,8	16,7	46,1	33,4

Quelle: IW Consult, 2018, 286

Den größten Unterstützungsbedarf hinsichtlich einer stärkeren Digitalisierung sehen die befragten Bildungseinrichtungen bei der finanziellen Unterstützung und bei dem Ausbau der Schulungsangebote für die Lehrkräfte.

**Tabelle 1-22: Unterstützungsbedarf zur Bewältigung der digitalen Anforderungen**

Angaben in Prozent

	Trifft zu	Trifft eher zu	Trifft eher nicht zu	Trifft nicht zu
Finanzielle Förderung	55,3	27,2	7,6	9,9
Schulungsangebote zum Aufbau digitaler Kompetenzen unserer Lehrkräfte	36,5	43,5	13,7	7,4
Beratung zum Thema „Formen virtueller Zusammenarbeit“	23,7	42,3	19,9	14,1
Beratung zum Thema „E-Learning“	25,0	37,2	22,5	15,3
Beratung zum Thema „Auswahl von Softwareprodukten“	17,5	37,8	24,8	20,0
Beratung zum Thema „IT-Sicherheit und Datenschutz“	20,5	34,3	27,1	18,0
Beratung zum Thema „Cloud-Angebote“	18,9	26,7	30,1	24,2
Beratung zum Thema „Nutzung sozialer Medien“	13,6	29,2	27,1	30,1
Beratung zum Thema „Online-Marketing oder Suchmaschinen-Marketing, um die Bekanntheit zu stärken	12,9	29,2	24,2	33,8
Beratung zum Thema „Auswahl von Hardwareprodukten“	16,3	24,6	33,8	25,4

Quelle: IW Consult, 2018, 289

Die Lehrer müssen dabei 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/Körber Stiftung, 2017, 37; Aktionsrat Bildung, 2018, 21). Im Jahr 2017 gaben 30 Prozent der befragten Lehrkräfte an, die Kompetenzen ihrer Schüler im Bereich der Medienerziehung zu fördern. Hierzu gehört zum Beispiel das Erkennen und Beurteilen von Medieneinflüssen (Lorenz et al., 2017, 190). Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, sollten Lehrkräfte im Studium und Referendariat auf das Einbinden digitaler Medien in den Unterricht vorbereitet werden und auch in ihrer aktiven Zeit des Unterrichts durch Weiterbildungen und durch den aktiven Austausch mit Kolleginnen und Kollegen die Möglichkeit haben, neue Lehrkonzepte kennenzulernen und in den Unterricht einzubinden (Aktionsrat Bildung, 2018, 24).

Abschließend ergeben sich hieraus die folgenden fünf Forderungen:

1. 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.
2. Lehrerfortbildungen zu digitalen Kompetenzen und digitalem Unterricht müssen verbindlich in Lehrentwicklungsplänen festgeschrieben werden. Ein phasenübergreifendes Konzept zur

Vermittlung von digitalen (Lehr-)Kompetenzen ist notwendig: Die Vermittlung dieser Kompetenzen muss in Studium, Referendariat und die aktive Berufsphase integriert sein.

3. 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.
4. Digitale Kompetenzen müssen wie andere Kernkompetenzen in schulübergreifenden Vergleichstests überprüft werden.
5. Ein Austausch über innovative digitale Lehr- und Lernkonzepte muss stattfinden und kann z.B. durch einen Ideenwettbewerb motiviert werden.

Wichtig ist es darüber hinaus, eine amtliche Datenbasis zur Infrastruktur, Lehrkompetenz, Weiterbildung etc. im Bereich Digitalisierung und Bildung aufzubauen, um zielgenauer entsprechende Investitionsbedarfe ermitteln zu können.

## Literatur

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

Acemoglu, Daron / Aghion, Philippe / Zilibotti, Fabrizio, 2002, Distance to frontier, selection and economic growth, NBER Working Paper, Nr. 9066, Cambridge MA

AG 1 – Arbeitsgruppe 1 „Digitale Bildungsplattformen: Innovationen im Bildungsbereich“, 2016, Eine Bildungscloud für Deutschland, Saarbrücken

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 / McElvany, Nele / 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

Angrist, Joshua David / Lavy, Victor 2002, New evidence on classroom computers and pupil learning, in: The Economic Journal, 112. Jg., S. 735–765

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2015, Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Sonderauswertung der Beschäftigungsstatistik nach Berufsaggregaten, verschiedene Quartale, Nürnberg

BA, 2018, Sonderauswertung der Arbeitslosen- und Offenen-Stellen-Statistik nach Berufsaggregaten, verschiedene Monate, Nürnberg

Banerjee, Abhijit V. / Cole, Shawn / Duflo, Esther / Linden, Leigh L., 2007, Remedying education. Evidence from two randomized experiments in India, in: Quarterly Journal of Economics, 122. Jg., Nr. 3, S. 1235–1264

bayme vbm – Bayerischer Unternehmensverband Metall und Elektro e. V. und Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie e. V. (Hrsg.), 2016, Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E-Industrie. Eine bayme vbm Studie, erstellt von der Universität Bremen

Berger, Sarah / Koppel, Oliver / Röben, Enno, 2017, Deutschlands Hochburgen der Digitalisierung, IW-Kurzbericht, Nr. 37, Köln

Bertelsmann Stiftung, 2016, Monitor Digitale Bildung. Berufliche Ausbildung im digitalen Zeitalter, Gütersloh

Bertelsmann Stiftung, 2018, Lehramtsstudium in der digitalen Welt – Professionelle Vorbereitung auf den Unterricht mit digitalen Medien?!, Gütersloh

BIBB, 2018, Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2017, Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung, Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Bitkom / Fraunhofer, 2014, Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, <https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf> [13.5.2016]

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2016, Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft, Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Berlin

BMBF, 2017, Digitalpakt: Bund und Länder setzten Arbeitsgruppe ein, Pressemitteilung Nr. 7, 31.01.2017, Berlin

Bonin, Holger, 2015, Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, Mannheim

Bos, Wilfried, Eickelmann, Birgit / Gerick, Julia / Goldhammer, Frank / Schaumburg, Heike / Schwippert, Knut / Senkbeil, Martin / Schulz-Zander, Renate / Wendt, Heike. (Hrsg.), 2014, ICILS 2013, Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich, Münster/New York

Breiter, Andreas / Zeisig, Anja / Stolpmann, Björn Eric, 2017, IT-Ausstattung an Schulen: Kommunen brauchen Unterstützung für millionenschwere Daueraufgabe, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh

Bulman, George / Fairlie, Robert W., 2016, Technology and Education: Computers, Software, and the Internet, NBER Working Paper, Nr. 22237, Cambridge MA

Bundesregierung, 2018, Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, Berlin

Campuzano, Larissa / Dynarski, Mark / Agodini, Roberto / Rall, Kristina, 2009, Effectiveness of Reading and Mathematics Software Products: Findings from Two Student Cohorts, Studie für das U.S. Department of Education, Washington D.C.

Chingos, Matthew M. / Schwerdt, Guido 2014, Virtual Schooling and Student Learning: Evidence from the Florida Virtual School, PEPG Working Paper, Nr. 2, Cambridge MA

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

Depatisnet, 2016, Datenbank, <https://depatisnet.dpma.de/DepatisNet/depatisnet?window=1&space=menu&content=index&action=index> [20.10.2017]

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation, 2018, Gutachten 2018, Berlin

EPO – European Patent Office, 2016, Annual Report 2016. Statistics at a Glance, München

Faber, Benjamin / Sanchis-Guarner, Rosa / Weinhardt, Felix, 2015, ICT and education. Evidence from student home addresses, NBER working paper series, Nr. 21306, Cambridge MA

Fairlie, Robert W. / Robinson, Jonathan, 2013, Experimental evidence on the effects of home computers on academic achievement among schoolchildren, in: American Economic Journal: Applied economics, 5. Jg., Nr. 3, S. 211–240

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

Fuchs, Thomas / Wößmann, Ludger, 2004, Computers and Student Learning: Bivariate and Multivariate Evidence on the Availability and Use of Computers at Home and at School, CESifo Working Paper, Nr. 1321, München

Hammermann, Andrea / Stettes, Oliver, 2016, Qualifikationsbedarf und Qualifizierung, Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung, IW policy paper, 3/2016, Köln

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

IW Consult, 2018, Digital-Atlas Deutschland, Überblick über die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft von KMU, NGOs, Bildungseinrichtungen sowie der Zukunft der Arbeit in Deutschland, Köln

IW-Personalpanel, 2014, Köln

IW-Zukunftspanel, 2011, 15. Welle, Teildatensatz, Stichprobenumfang: 3.614 Unternehmen

KMK – Kultusministerkonferenz, 2016, Bildung in der digitalen Welt, Strategie der Kultusministerkonferenz, Berlin

KOM – Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2016, European Innovation Scoreboard 2016, Brüssel

Koppel, Oliver, 2011, Patente – Unverzichtbarer Schutz des geistigen Eigentums in der globalisierten Wirtschaft, IW-Positionen – Beiträge zur Ordnungspolitik Nr. 48, Köln

Lorenz, Ramona / Bos, Wilfried / Endberg, Manuela / Eickelmann, Birgit / Grafe, Silke / Vahrenhold, Jan (Hrsg.), 2017, Schule digital – der Länderindikator 2017, Schulische Medienbildung in der Sekundarstufe

I mit besonderem Fokus auf MINT-Fächer im Bundesländervergleich und Trends von 2015 bis 2017, Münster/New York

OECD, 2013, OECD Skills Outlook 2013, First results from the survey of adult skills, Paris

OECD, 2018, Teaching for the Future – Effective Classroom Practices To Transform Education, Paris

Piopiunik, Marc / Schwerdt, Guido / Simon, Lisa / Wößmann, Ludger, 2018, Skills, Signals, and Employability: An Experimental Investigation, CESifo Working Paper, Nr. 6858, München

Rammstedt, Beatrice (Hrsg.), 2013, Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich: Ergebnisse von PIAAC 2012, Münster

Seyda, Susanne / Meinhard, David B. / Placke, Beate, 2018, Weiterbildung 4.0 – Digitalisierung als Treiber und Innovator betrieblicher Weiterbildung, in: IW-Trends, 45. Jg., Nr. 1, S. 107–124

Statistisches Bundesamt, 2017a, Prüfungen an Hochschulen, Sonderauswertung, Wiesbaden

Statistisches Bundesamt, 2017b, Bevölkerung, Erwerbstätige, Erwerbslose, Erwerbspersonen, Nichterwerbspersonen: Bundesländer, Jahre, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/%20tabelleErgebnis/12211-0005> [9.11.2017]

vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V., 2015, Digitalisierung als Rahmenbedingung für Wachstum – Methodik, München

Wilbers, Karl, 2017, Industrie 4.0, Wirtschaft 4.0, Arbeiten 4.0. Berufliche Bildung im 4.0-Zeitalter, in: vlb-Akzente – Berufliche Bildung in Bayern, 26. Jg., Nr. 7, S. 13–16

Winde, Mathias / Schröder, Eike, 2018, Der Hochschulsektor im föderalen Wettbewerb. Ländercheck Informatik, Essen

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

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Entwicklung der Bedeutung von verschiedenen Kompetenzen.....	5
Tabelle 1-2: Ausbau betrieblicher Qualifizierungsangebote zur beruflichen Internetnutzung .....	6
Tabelle 1-3: Anpassung schulischer und akademischer Bildungsinhalte .....	7
Tabelle 1-4: Bedeutung der Digitalisierung für die Bildungseinrichtungen .....	8
Tabelle 1-5: Bedeutung der Digitalisierung nach Aufgabenbereichen .....	9
Tabelle 1-6: Ausstattung von Bildungseinrichtungen mit digitaler Infrastruktur .....	10
Tabelle 1-7: Digitale Kompetenzen der Lehrkräfte .....	11
Tabelle 1-8: Ausstattung der Schulen im Bundesländervergleich.....	13
Tabelle 1-9: Technischer und pädagogischer Support im Bundesländervergleich .....	14
Tabelle 1-10: Einschätzung des Könnens und Wissens zum Einsatz digitaler Medien in bestimmten Lehr- und Lernsituationen zur Vermittlung von Fachinhalten im Bundesländervergleich.....	15
Tabelle 1-11: Einsatzintensität technischer Geräte im Unterricht.....	19
Tabelle 1-12: Einsatzintensität digitaler Instrumente im Unterricht .....	19
Tabelle 1-13: Förderung der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Bundesländervergleich .....	21
Tabelle 1-14: Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien im Unterricht .....	22
Tabelle 1-15: Bedingungen für die Nutzung digitaler Medien .....	23
Tabelle 1-16: Zusammenhang zwischen Ausstattung der Schulen mit IT und den Schülerkompetenzen..	26
Tabelle 1-17: Zusammenhang zwischen Nutzung von IT in der Schule und den Schülerkompetenzen .....	27
Tabelle 1-18: Ausbildung von Informatikern nach Bundesländern.....	30
Tabelle 1-19: IT-Ausbildung beruflich nach Bundesländern .....	32
Tabelle 1-20: Digitalisierungspatente im internationalen Vergleich.....	33
Tabelle 1-21: Hemmnisse für eine weitere Digitalisierung .....	39
Tabelle 1-22: Unterstützungsbedarf zur Bewältigung der digitalen Anforderungen.....	40

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Arbeitskräftelücke IT-Expertenberufe .....	29
Abbildung 1-2: Süddeutsche Bundesländer sind Spitzenreiter bei der Digitalisierung.....	35