

Anhörung A20 – 18.06.2018 – Chancen der Digitalisierung

Bereich Bildung

Stellungnahme zur Anhörung

Landtag NRW
Platz des Landtags 1
40221 Düsseldorf

Ansprechpartner:

Prof. Dr Axel Plünnecke

Köln, 11.06.2018

Kontakt Daten Ansprechpartner

Prof. Dr. Axel Plünnecke
Telefon: 0221 4981-701
Fax: 0221 4981-99701
E-Mail: pluennecke@iwkoeln.de

Institut der deutschen Wirtschaft Köln
Postfach 10 19 42
50459 Köln

Digitalisierung

Inhaltsverzeichnis

1	Digitalisierung als neue Herausforderung für das Bildungssystem	4
2	Digitalisierung in Schulen	6
2.1	Digitalisierung der Bildungseinrichtungen	6
2.2	Digitale Kompetenzen	9
2.3	Zusammenhang zwischen der Nutzung neuer Technologien und den Kompetenzen der Schüler	11
2.4	Blick auf die Bundesländer im Bereich Digitalisierung und Schule	13
2.4.1	Ausstattung der Schulen	13
2.4.2	Medienbezogene Kompetenzen der Lehrkräfte	13
2.4.3	Förderung Schülerkompetenzen.....	14
2.4.4	Nutzung digitaler Medien.....	14
3	Fachkräftesicherung.....	15
3.1	IT-Akademiker	15
3.2	IT-Experten und -Fachkräfte	16
3.3	Blick auf die Bundesländer.....	16
3.3.1	IT-Absolventen aus Hochschulen	16
3.3.2	IT-Auszubildende in der beruflichen Bildung.....	17
4	Forschung im Bereich Digitalisierung	18
4.1	Digitalisierungspatente in Deutschland	18
4.2	Blick auf die Bundesländer.....	20
5	Handlungsempfehlungen.....	21
Literatur		23
Tabellenverzeichnis.....		26
Abbildungsverzeichnis		26

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. Die Umsetzung der Industrie 4.0 wird deutlich positive Wachstumspotenziale mit sich bringen, 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).

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 und 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 formalem Ausbildung und dem Beruf zu lernen (Aktionsrat Bildung, 2018, 62).

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.

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 Digitalisierungs- und Unternehmen mit geringem Digitalisierungsgrad bestehen dabei bei dem IT-Fachwissen und der Softwareprogrammierung sowie bei den Online-Kompetenzen.

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 sollte. 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 (Hammermann/Stettes, 2016).

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
Planungs- und Organisationsfähigkeit/Selbständigkeit				
Deutlich steigen/ etwas steigen	81,5*	81,6	69,0	76,4
Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit				
Deutlich steigen/ etwas steigen	83,0***	78,7	72,2	77,5
Handwerkliches Geschick				
Deutlich steigen/ etwas steigen	20,6	35,8	24,1	26,0
Betriebliches/berufliches Erfahrungswissen				
Deutlich steigen/ etwas steigen	70,7***	76,4**	55,7	65,9
Technisches Fachwissen				
Deutlich steigen/ etwas steigen	60,8***	58,1	53,1	56,7
Kaufmännisches/betriebswirtschaftliches Fachwissen				
Deutlich steigen/ etwas steigen	57,4**	61,2	52,1	56,1
IT-Fachwissen und Softwareprogrammierung				
Deutlich steigen/ etwas steigen	63,8***	50,1	43,0	51,8
Online-Kompetenzen				
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, 11f.

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).

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.

2 Digitalisierung in Schulen

2.1 Digitalisierung der Bildungseinrichtungen

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 1-2). 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 1-2: 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 1-3). Vor dem Hintergrund, dass Auszubildende mit einem Real- oder Hauptschulabschluss digitalen Medien aufgeschlossener und motivierter gegenüberstehen als Auszubildende mit Hochschulreife, gewinnt die Bedeutung des Einsatzes von digitalen Medien in Berufsschulen auch für die Gewinnung von zukünftigen Auszubildenden an Bedeutung (Aktionsrat Bildung, 2018, 206).

Tabelle 1-3: 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 zu 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). 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 (Bos et al., 2016).

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 (IW Consult, 2018).

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).

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, 12f.). Daher ist eine umfassende Ausweitung der Lehrerbildung und Lehrerfortbildung im Bereich „digitale Bildung“ notwendig (Acatech / Körber Stiftung, 2017, 76; Aktionsrat Bildung, 2018, 21f), 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 1-4).

Tabelle 1-4: 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.).

2.2 Digitale Kompetenzen

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 damit 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.

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 technologiebasierten 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. 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 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).

Um Lehrkräfte besser auf den Einsatz von IT im Unterricht vorzubereiten, sollten Lehrkräfte vermehrt an Lehrerfortbildungen zu diesem Thema teilnehmen (Eickelmann et al., 2015; Acatech/Körber Stiftung, 2017; Aktionsrat Bildung, 2018, 165). So führt die alleinige Ausstattung der Schulen mit digitalen Technologien nicht zu positiven Lerneffekten, vielmehr entscheidend sind effektive Unterrichtskonzepte und deren Umsetzung (Acatech/Körber Stiftung, 2017; Aktionsrat Bildung, 2018, 80). Lehrerfortbildungen zeigen sich insgesamt wirkungsvoller als Neueinstellungen (Biehler/Scherer, 2015) und sind besonders wirksam, wenn sie langfristig angelegt sind und aus Theorie-, Praxis- und Reflexionsanteilen bestehen (Altrichter/Maag Merki, 2016). Neben verbindlichen Fortbildungen und Lehrplanvorgaben zur Integration digitaler Technologien im Unterricht, muss den 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).

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. Auch die Nutzung verschiedener digitaler Instrumente im Unterricht fällt weitgehend noch zurückhaltend aus. Am ehesten werden noch CD-ROMs/DVDs aus Schulbüchern, Lern-Apps/Lernplattformen/Bildungsserver und Wikis/Wikipedia bzw. Online-Lexika verwendet (IW Consult, 2018).

Tabelle 1-5: 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/Vi- sualizer	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 (Aug- mented/Virtual-Reality- Brillen)		2,5	3,4	93,2
Spielkonsole		1,9	4,3	93,0

Quelle: IW Consult, 2018, 264

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, so dass ein individualisiertes und auf die Bedürfnisse der Lernenden ausgerichtetes 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 und Lehrkräfte an (EFI, 2018).

2.3 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). 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). 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.

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, 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). Um es in den Worten des Bildungsforschers Hattie (2013, 2015; Hattie/Yates, 2015) auszudrücken, ist die digitale Ausstattung allein noch kein Erfolgsgarant für digitales Lernen, sondern es kommt darauf an, wie die digitalen Technologien eingesetzt werden. Studien, die einen positiven Einsatz von computergestützten Maßnahmen zeigen können, tun dies unter besonderen Umständen.

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.

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 bei dem alleinigen 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 daher erzielt, dass der Einsatz dieser Medien auf die Schüler motivationssteigernd sein kann und mehr Möglichkeiten für einen differenzierten Unterricht entstehen können.

2.4 Blick auf die Bundesländer im Bereich Digitalisierung und Schule

2.4.1 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 nur noch 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. 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, 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.

2.4.2 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 Fachunter-

richt 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 (Tabelle 1-10).

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 solchen verbindlichen Vorgaben. Weiterhin ist es lehramtstypabhängig, 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).

2.4.3 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.

2.4.4 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 setzten 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 1-21). 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. 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.

3 Fachkräftesicherung

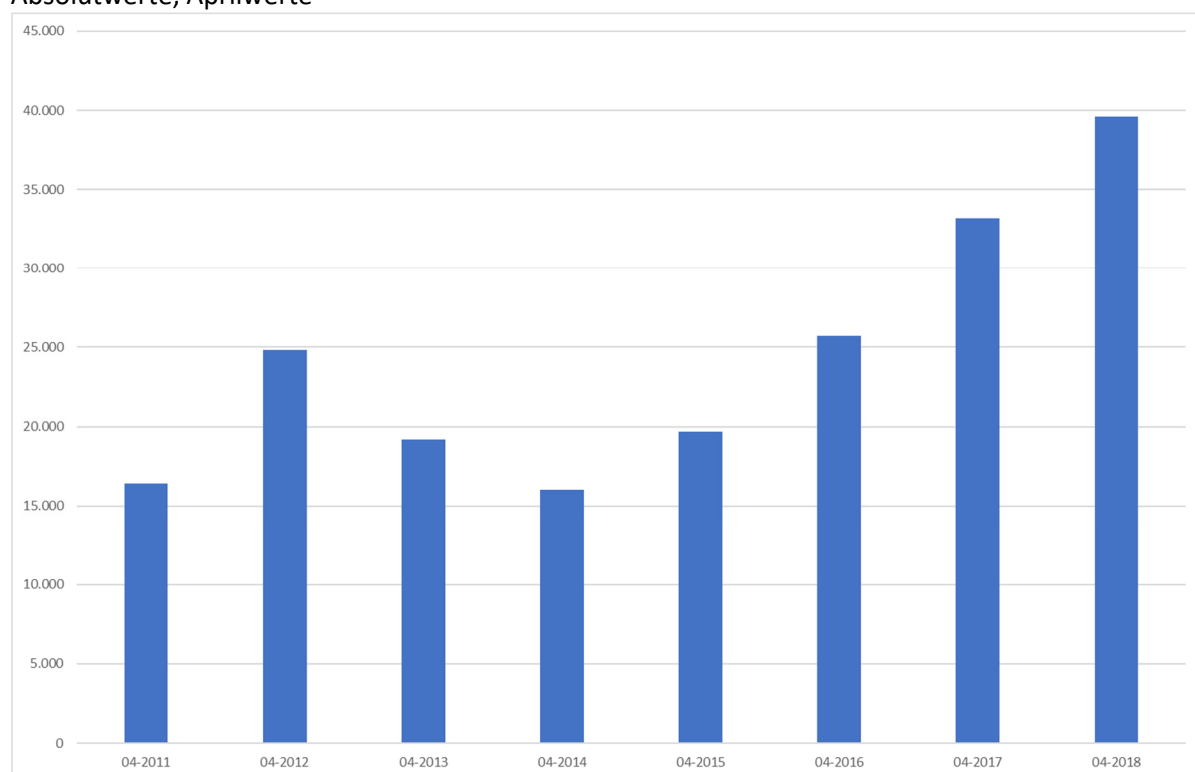
3.1 IT-Akademiker

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. 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. 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 3-1).

Abbildung 3-1: Arbeitskräftelücke IT-Expertenberufe

Absolutwerte, Aprilwerte



Quellen: 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.

3.2 IT-Experten und -Fachkräfte

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).

3.3 Blick auf die Bundesländer

3.3.1 IT-Absolventen aus Hochschulen

Der Vergleich nach Bundesländern zeigt, dass die Ausbildungsintensität baden-württembergischer Hochschulen im Informatikbereich als exzellent zu bezeichnen ist. 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.

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).

Tabelle 1-6: Ausbildung von Informatikern nach Bundesländern

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

Flächenländer	
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

3.3.2 IT-Auszubildende in der beruflichen Bildung

Der Vergleich nach Bundesländern zeigt, dass die Ausbildungsintensität der beruflichen Bildung gemessen an der Anzahl der Bevölkerung im Alter von 16 bis 20 Jahren in den Stadtstaaten Hamburg und Bremen sowie im Saarland und Bayern überdurchschnittlich ist (halbe Standardabweichung über Wert von D). 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 1-7: IT-Ausbildung beruflich nach Bundesländern

Flächenländer	
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 BIBB, 2018

4 Forschung im Bereich Digitalisierung

4.1 Digitalisierungspatente in Deutschland

Innovationen sind für die Stärkung des Wirtschaftswachstums und der Wettbewerbsfähigkeit eines Landes maßgeblich. Als eine der aussagefähigsten Messgrößen für Innovationskraft dienen Patente, da sie die oft notwendige – wenngleich nicht hinreichende – Bedingung für erfolgreiche technologiebasierte Innovationen darstellen (Koppel, 2011). So kann das Produktivitätswachstum einer Volkswirtschaft sowohl durch Diffusion und Imitation bestehender Technologien als auch durch die Entwicklung radikaler Innovationen erreicht werden. 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 ins Verhältnis zu der jeweiligen Anzahl der Erwerbspersonen gesetzt. Tabelle 1-10 gibt eine Übersicht über die 20 patentstärksten Länder im Bereich der Digitalisierung gemessen an der jeweiligen Erwerbspersonenzahl.

Tabelle 1-8: Digitalisierungspatente im internationalen Vergleich

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

	Anmeldungen Digitalisierungspatente je 100.000 Erwerbspersonen	Anmeldungen Digitalisierungspatente je 100 Patentanmeldungen insgesamt
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
...	...	...
China	0,2	46,4

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. Ähnliches gilt für das ebenfalls hinsichtlich Patentaktivität starke China, das bei den Digitalisierungspatenten in Relation zu den Erwerbspersonen lediglich einen Wert von 0,2 erzielt.

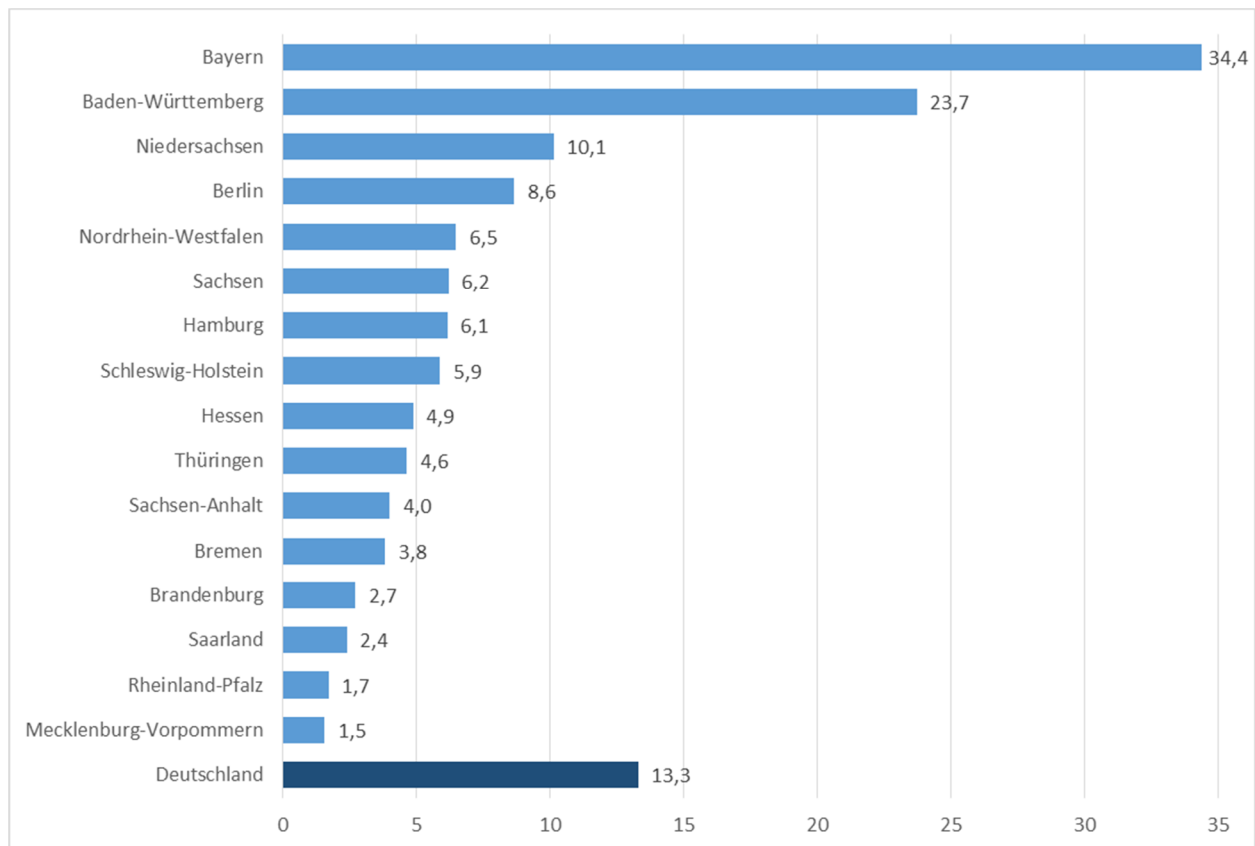
4.2 Blick auf die Bundesländer

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 4-1: 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.

5 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/Körber 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 Lehrerbildung und Lehrerfortbildung im Bereich „digitale Bildung“ notwendig (Acatech / Körber 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 Lehrerbildung 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, 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. Den größten Unterstützungsbedarf hinsichtlich einer stärkeren Digitalisierung sehen die befragten Bildungseinrichtungen bei der finanziellen Unterstützung und bei dem Ausbau der Schulungsangebote für die Lehrkräfte (IW Consult, 2018).

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 Unterrichtens 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).

Literatur

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

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

Altrichter, Herbert / Maag Merki, Katharina (Hrsg.), 2016, Handbuch Neue Steuerung im Schulsystem, Educational Governance, Band 7, Wiesbaden

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

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

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

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

Biehler, Rolf / Scherer, Petra, 2015, Lehrerfortbildung Mathematik – Konzepte und Wirkungsforschung – Editorial, in: Journal für Mathematik-Didaktik, 36. Jg., Nr. 2, S. 191–194

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

Bos, Wilfried et al. (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 No. 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

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

Eickelmann, Birgit / Gerick, Julia / Bos, Wilfried, 2015, Impulse für eine Schule der Zukunft, in: Schulmanagement. Die Fachzeitschrift für Schul- und Unterrichtsentwicklung, Nr. 1, S. 22–26

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

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

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, No. 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 No. 1321, München

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

Hattie, John, 2013, Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von „Visible Learning“, Baltmannsweiler

Hattie, John, 2015, Lernen sichtbar machen für Lehrpersonen, Baltmannsweiler

Hattie, John / Yates, Gregory C. R., 2015, Lernen sichtbar machen aus psychologischer Perspektive, Baltmannsweiler

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

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 et al. (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

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

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: Bedeutung der Digitalisierung für die Bildungseinrichtungen	6
Tabelle 1-3: Bedeutung der Digitalisierung nach Aufgabenbereichen	7
Tabelle 1-4: Digitale Kompetenzen der Lehrkräfte	8
Tabelle 1-5: Einsatzintensität technischer Geräte im Unterricht	11
Tabelle 1-6: Ausbildung von Informatikern nach Bundesländern	17
Tabelle 1-7: IT-Ausbildung beruflich nach Bundesländern	18
Tabelle 1-8: Digitalisierungspatente im internationalen Vergleich	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Arbeitskräftelücke IT-Expertenberufe	15
Abbildung 4-1: Süddeutsche Bundesländer sind Spitzenreiter bei der Digitalisierung	21