



**Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung**

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



BBSR-Online-Publikation Nr. 19/2019

Beitrag der Digitalisierung zur Produktivität in der Baubranche

Das Projekt des Forschungsprogramms „Zukunft Bau“ wurde vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI) durchgeführt.

ISSN 1868-0097

IMPRESSUM

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Wissenschaftliche Begleitung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Referat II 13 – Wohnungs- und Immobilienwirtschaft, Bauwirtschaft
Stefan Rein
stefan.rein@bbr.bund.de

Auftragnehmer

ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, Mannheim
Prof. Dr. Irene Bertschek, Dr. Thomas Niebel, Dr. Jörg Ohnemus

Stand

Oktober 2019

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Die vom Auftragnehmer vertretene Auffassung ist nicht unbedingt mit der des Herausgebers identisch.

Zitierweise

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Entwicklung der Marktstruktur im deutschen Baugewerbe. BBSR-Online-Publikation 19/2019, Bonn, Dezember 2019.



Liebe Leserinnen und Leser,

seit geraumer Zeit thematisiert die ökonomische Forschung mögliche Gründe für geringere Wachstumsraten der volkswirtschaftlichen Wertschöpfung. Nahezu alle westlichen Industrieländer sind von einer Abnahme der Arbeitsproduktivität betroffen, obwohl die Investitionen in die Informations- und Kommunikationstechnologie steigen. Das Gegenteil wäre also zu erwarten. Dieses Phänomen wird als „Produktivitäts-Paradoxon der IT-Investitionen“ bezeichnet.

Mehrere Studien weisen allerdings auf branchenspezifische Unterschiede bei der Rentabilitätssteigerung hin. Das kleinteilige deutsche Baugewerbe gilt traditionell als wenig innovationsfreudig. Die vorliegende Untersuchung verdeutlicht in der Tat, dass andere Branchen in den letzten Jahren deutlich stärkere Produktivitätsfortschritte als der Baubereich – nach wie vor einer der wichtigsten Wirtschaftssektoren in Deutschland – verzeichnen konnten.

Auch zeigt sich, dass der Bausektor im Vergleich zu anderen Branchen sowie im internationalen Vergleich beim Einsatz digitaler Technologien zum Teil noch hinterherhinkt. Bislang investiert die Branche wenig in Digitalisierungsprojekte und beschränkt sich dann oftmals auf den Einsatz grundlegender digitaler Lösungen wie die der elektronischen Rechnungsstellung oder CAD-Anwendungen. Bauspezifische Technologien wie 3D-Scanner oder Virtuelle Realität werden dagegen eher selten genutzt. Die Bauwirtschaft hat aber die großen Potenziale der Digitalisierung für die ökonomischen Erfolgsvariablen wie Wettbewerbsfähigkeit, Innovationsfähigkeit oder Arbeitsproduktivität erkannt. Die Unternehmensbefragung verdeutlicht, dass deutlich mehr Unternehmen für die Zukunft positive Auswirkungen der Digitalisierung erwarten. Diese positive Erwartung muss durch Forschung befördert werden. So forscht zum Beispiel das Center Construction Robotics auf dem RWTH Aachen-Campus an der Automatisierung des Bauens und will die Baustelle der Zukunft mittels Digitalisierung von der Vorproduktion über die gesamte Wertschöpfungskette bis hin zur teilautomatisierten Baustelle entwickeln.

Neben einer umfangreichen Bestandsaufnahme zum Stand der Digitalisierung in der Baubranche thematisiert die vorliegende Studie auch Hemmnisse, die einer verstärkten Nutzung entgegenstehen. Die Unternehmen der Baubranche müssen der Studie zufolge stärker für die Potenziale der Digitalisierung sensibilisiert werden. Angebote und Best-Practice-Beispiele der Kompetenzzentren sollten deshalb besser auf die Belange der Bauwirtschaft zugeschnitten und in Kooperation mit Verbänden und Kammern vermittelt werden.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre.

A handwritten signature in black ink that reads "Markus Eltges". The signature is written in a cursive, flowing style.

Dr. Markus Eltges
Leiter des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	vii
Kurzfassung	1
Executive Summary	5
1 Motivation	9
2 Bestandsaufnahme: Digitalisierung im Baugewerbe	11
2.1 Literaturanalyse	11
2.2 Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Baugewerbe	15
2.2.1 Nutzung von IKT im Baugewerbe im internationalen Vergleich	16
2.2.2 Nutzung von IKT in Deutschland im Branchenvergleich	22
2.3 IKT-Investitionen im Baugewerbe	29
2.4 Vorleistungsstruktur in der Baubranche auf Basis von Input-Output-Tabellen	34
2.5 Zwischenfazit	38
3 Unternehmensbefragung	40
3.1 Methode und Struktur der Befragung	40
3.2 Ergebnisse der Unternehmensbefragung	43
3.3 Zwischenfazit	71
4 Experteninterviews	72
4.1 Ziel und Struktur der Experteninterviews	72
4.2 Ergebnisse der Experteninterviews	72
4.3 Zwischenfazit	76
4.4 Exkurs: Ausgewählte Beispiele für Digitalisierung im Baubereich	77
5 Produktivität im Baugewerbe	80
5.1 Entwicklung der Arbeitsproduktivität	80
5.2 Entwicklung der Totalen Faktorproduktivität	87
5.3 Produktivitätsbeitrag von IKT	90

5.4	Zwischenfazit	93
6	Fazit und Handlungsempfehlungen: Potenziale zur Produktivitätssteigerung durch Digitalisierung	94
7	Literaturverzeichnis	97
8	Anhang	101
8.1	Workshop	101
8.2	Tabellen	102
8.3	Abbildungen	105
8.4	Fragebogen	118

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Anteil der Beschäftigten, die an das WWW angeschlossene Computer nutzen – Baugewerbe .	16
Abb. 2-2: Anteil der Beschäftigten, denen tragbare Geräte mit mobiler Internetverbindung für geschäftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden – Baugewerbe	17
Abb. 2-3: Anteil der Unternehmen, die ERP-Softwarepakete verwendet haben, um Informationen innerhalb der Sachabteilungen auszutauschen – Baugewerbe	18
Abb. 2-4: Anteil der Unternehmen, die RFID (Radio Frequency Identification) Technologien einsetzen – Baugewerbe	19
Abb. 2-5: Anteil der Unternehmen, die kostenpflichtige Cloud Computing Dienste (CC-Dienste) über das Internet beziehen – Baugewerbe.....	20
Abb. 2-6: Anteil der Unternehmen, die Big Data analysieren – Baugewerbe.....	21
Abb. 2-7: Anteil der Beschäftigten, die an das WWW angeschlossene Computer nutzen – Branchenvergleich in Deutschland	22
Abb. 2-8: Anteil der Beschäftigten, denen tragbare Geräte mit mobiler Internetverbindung für geschäftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden – Branchenvergleich.....	23
Abb. 2-9: Anteil der Unternehmen, die ERP-Softwarepakete verwendet haben, um Informationen innerhalb der Sachabteilungen auszutauschen – Branchenvergleich.....	24
Abb. 2-10: Anteil der Unternehmen, die elektronische Rechnungen B2BG versenden, die automatisiert weiterverarbeitet werden können- Branchenvergleich.....	25
Abb. 2-11: Anteil der Unternehmen, die RFID (Radio Frequency Identification) Technologien einsetzen – Branchenvergleich.....	26
Abb. 2-12: Anteil der Unternehmen, die kostenpflichtige Cloud Computing Dienste (CC-Dienste) über das Internet beziehen – Branchenvergleich	27
Abb. 2-13: Anteil der Unternehmen, die Big Data analysieren – Branchenvergleich	28
Abb. 2-14: Nominale Bruttoanlageinvestitionen im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf	30
Abb. 2-15: Anteil der nominalen IKT-Investitionen an den gesamten nominalen Bruttoanlageinvestitionen im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf	31
Abb. 2-16: Detaillierte Darstellung der nominalen Bruttoanlageinvestitionen in IKT-Güter im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf.....	32
Abb. 2-17: Anteil der nominalen (Nicht-)IKT-Investitionen an der gesamten nominalen Bruttowertschöpfung im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf	33
Abb. 2-18: Die zehn wichtigsten Vorleistungsbereiche des Baugewerbes 2015	35
Abb. 2-19: Die zehn wichtigsten Vorleistungsbereiche des Baugewerbes 2010	36
Abb. 3-1: Branchenabgrenzung Bauwirtschaft und Planungsbereich.....	41

Abb. 3-2: Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien 2017 und 2020 (geplant) in der Bauwirtschaft.....	44
Abb. 3-3: Anteil der Beschäftigten mit überwiegender Computernutzung, Internetzugang und mobilem Internetzugang in der Bauwirtschaft inkl. Planende	45
Abb. 3-4: Digitalisierungsprojekte in der Bauwirtschaft inkl. Planende in den letzten und kommenden drei Jahren	47
Abb. 3-5: In den letzten drei Jahren realisierte Digitalisierungsprojekte nach (Teil-) Branchen.....	48
Abb. 3-6: Einsatz digitaler Technologien in der Bauwirtschaft inkl. Planende.....	49
Abb. 3-7: Einsatz digitaler Technologien in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach Digitalisierungserfahrung.....	50
Abb. 3-8: Nutzung von CAD-Anwendungen im Unternehmen nach Digitalisierungserfahrung und (Teil-) Branchen	50
Abb. 3-9: Digitalisierungsgrad von Prozessen in der Bauwirtschaft inkl. Planende	51
Abb. 3-10: Digitalisierungsgrad von Prozessen nach (Teil-) Branchen und Größenklassen: Bauvorbereitung	52
Abb. 3-11: Digitalisierungsgrad von Prozessen nach (Teil-) Branchen und Größenklassen: Bauausführung	53
Abb. 3-12: Digitalisierungsgrad von Prozessen in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach Digitalisierungserfahrung.....	54
Abb. 3-13: Digitaler Vernetzungsgrad der Unternehmen aus der Bauwirtschaft inkl. Planende	55
Abb. 3-14: Digitaler Vernetzungsgrad der Unternehmen nach (Teil-) Branchen.....	56
Abb. 3-15: Einfluss der Digitalisierung auf die Bauwirtschaft inkl. Planende heute	57
Abb. 3-16: Einfluss der Digitalisierung auf die Bauwirtschaft inkl. Planende in drei Jahren.....	58
Abb. 3-17: Positiver Einfluss der Digitalisierung heute und in drei Jahren in der Bauwirtschaft inkl. Planende	59
Abb. 3-18: Positiver Einfluss der Digitalisierung auf die Arbeitsproduktivität heute und in drei Jahren in der Bauwirtschaft inkl. Planende	60
Abb. 3-19: Hemmnisse der Digitalisierung in der Bauwirtschaft inkl. Planende.....	61
Abb. 3-20: Hemmnisse der Digitalisierung in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach (Teil-) Branchen und Größenklassen: Keine Notwendigkeit für Digitalisierung.....	62
Abb. 3-21: Hemmnisse der Digitalisierung in der Bauwirtschaft inkl. Planende und nach Digitalisierungserfahrung (Auswahl).....	63
Abb. 3-22: Anpassung der Organisationsstruktur im Zuge der Digitalisierung in der Bauwirtschaft inkl. Planende	64
Abb. 3-23: Anteil der Beschäftigten, die an einer Weiterbildungsmaßnahme teilgenommen haben nach (Teil-) Branchen.....	65

Abb. 3-24: Fortbildungsbedarf bei Beschäftigten in der Bauwirtschaft inkl. Planende	66
Abb. 3-25: Fortbildungsbedarf bei Beschäftigten in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach Digitalisierungserfahrung.....	67
Abb. 3-26: Einsatz Digitale Gebäudemodelle (BIM) in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach Größenklassen	68
Abb. 3-27: Aussagen zu digitalen Gebäudemodellen (BIM) in der Bauwirtschaft inkl. Planende	69
Abb. 3-28: Nutzung von digitalen Gebäudemodellen (BIM) nach (Teil-) Branchen und Digitalisierungserfahrung.....	70
Abb. 5-1: Bruttowertschöpfung, Arbeitsstunden und Arbeitsproduktivität im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf.....	81
Abb. 5-2: Unterschiedliche Maße der Arbeitsproduktivität im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf.	82
Abb. 5-3: Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im Baugewerbe im internationalen Vergleich	83
Abb. 5-4: Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im Branchenvergleich in Deutschland im Zeitverlauf.....	85
Abb. 5-5: Wachstumsraten der Totalen Faktorproduktivität im Baugewerbe im internationalen Vergleich.	88
Abb. 5-6: Wachstumsraten der Totalen Faktorproduktivität im Branchenvergleich in Deutschland im Zeitverlauf (ohne die Jahre 2009/2010.....	89
Abb. 5-7: Durchschnittliche jährliche Beiträge zum Arbeitsproduktivitätswachstum in Deutschland – 1998- 2015	91
Abb. 5-8: Durchschnittliche jährliche Beiträge zum Arbeitsproduktivitätswachstum im Baugewerbe im Ländervergleich – 1998-2015.....	92
Abb. 8-1: Anteil der Beschäftigten, die an das WWW angeschlossene Computer nutzen - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1 (in Prozent).....	105
Abb. 8-2: Anteil der Beschäftigten, denen tragbare Geräte mit mobiler Internetverbindung für geschäftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1	106
Abb. 8-3: Anteil der Unternehmen, die ERP-Softwarepakete verwendet haben, um Informationen innerhalb der Sachabteilungen auszutauschen - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1	107
Abb. 8-4: Anteil der Unternehmen, die RFID (Radio Frequency Identification) Technologien einsetzen - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1.....	108
Abb. 8-5: Anteil der Unternehmen, die kostenpflichtige Cloud Computing Dienste (CC-Dienste) über das Internet beziehen - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1.....	108
Abb. 8-6: Anteil der Unternehmen, die Big Data analysieren - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10- 82, 95.1	109
Abb. 8-7: Nominale IKT-Investitionen in der Gesamtwirtschaft in Deutschland im Zeitverlauf.....	110

Abb. 8-8: Anteil der nominalen IKT-Investitionen an den gesamten nominalen Bruttoanlageinvestitionen in der Gesamtwirtschaft in Deutschland im Zeitverlauf	110
Abb. 8-9: Anteil der nominalen (Nicht-)IKT-Investitionen an der gesamten nominalen Bruttowertschöpfung in der Gesamtwirtschaft in Deutschland im Zeitverlauf.....	111
Abb. 8-10: Reale (preisbereinigte) Bruttoanlageinvestitionen im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf – Basisjahr: 2010.....	111
Abb. 8-11: Detaillierte Darstellung der realen (preisbereinigten) Bruttoanlageinvestitionen in IKT-Güter im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf – Basisjahr: 2010	112
Abb. 8-12: Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien 2017 in der Bauwirtschaft nach Größenklassen	113
Abb. 8-13: Geplante Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien 2020 in der Bauwirtschaft nach geplanten Digitalisierungsprojekten	113
Abb. 8-14: Digitalisierungsprojekte in der Bauwirtschaft in den letzten und kommenden drei Jahren (Bauwirtschaft mit und ohne Planungsbereich	114
Abb. 8-15: Digitalisierungsgrad von Prozessen nach (Teil-) Branchen, Größenklassen und Digitalisierungserfahrung: Bauvorbereitung	115
Abb. 8-16: Digitalisierungsgrad von Prozessen nach (Teil-) Branchen, Größenklassen und Digitalisierungserfahrung: Bauausführung	116
Abb. 8-17: Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im Branchenvergleich in Deutschland im Zeitverlauf (inklusive Jahre 2009/2010	117
Abb. 8-18: Wachstumsraten der Totalen Faktorproduktivität im Branchenvergleich in Deutschland im Zeitverlauf (inklusive Jahre 2009/2010.....	117

Tabellenverzeichnis

Tab. 5-1: Wertschöpfung, Arbeitsproduktivität, Erwerbstätige und Arbeitsvolumen im Baugewerbe im internationalen Vergleich	84
Tab. 5-2: Wertschöpfung, Arbeitsproduktivität, Erwerbstätige und Arbeitsvolumen im Branchenvergleich in Deutschland	86
Tab. 5-3: TFP im Baugewerbe im internationalen Vergleich.....	88
Tab. 5-4: TFP im Branchenvergleich in Deutschland.....	89
Tab. 8-1: Wertschöpfung, Arbeitsproduktivität, Erwerbstätige und Arbeitsvolumen in der Gesamtwirtschaft im internationalen Vergleich – durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent: 1998-2015	102
Tab. 8-2: Wertschöpfung, Arbeitsproduktivität, Erwerbstätige und Arbeitsvolumen im Baugewerbe im internationalen Vergleich – durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent: 1998-2008	103
Tab. 8-3: Verteilung der an der Befragung teilnehmenden Unternehmen nach Branchen	103
Tab. 8-4: Verteilung der an der Befragung teilnehmenden Unternehmen nach Größenklasse	104
Tab. 8-5: Rücklaufverhalten der an der Befragung teilnehmenden Unternehmen.....	104

Kurzfassung

Das Baugewerbe in Deutschland mit seinen rund zwei Millionen Beschäftigten und fast 330.000 Betrieben (BBSR 2019: 4) ist einer der bedeutendsten Wirtschaftssektoren in Deutschland. Wie in der Gesamtwirtschaft gilt die digitale Transformation auch im Baugewerbe als große Herausforderung, die zugleich große Chancen für die zukünftige Entwicklung bietet.

Unter dem Begriff der Digitalisierung ist die Ausstattung mit und Anwendung von modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie die Integration digitaler Ressourcen in Arbeitsabläufe, Prozesse und Wertschöpfungsketten in Unternehmen zu verstehen. Diese recht allgemeine Definition trägt der Tatsache Rechnung, dass sich durch technologischen Fortschritt und ständige Weiterentwicklungen auch die Möglichkeiten der Digitalisierung im Zeitablauf ändern. Zudem können die branchen- und unternehmensspezifischen Anforderungen der Digitalisierung recht unterschiedlich sein.

Die wissenschaftliche Literatur zum Stand der Digitalisierung im Baugewerbe und deren Auswirkung auf die Produktivität ist, trotz der wirtschaftlichen Bedeutung der Branche und der Aktualität des Themas, nicht sehr umfassend. Insgesamt betrachtet besteht jedoch die Erwartung, dass die digitale Transformation in der Baubranche, so wie in anderen Branchen, zu Produktivitätssteigerung führen wird.

Die seit Jahren anhaltende gute konjunkturelle Lage im Baugewerbe scheint jedoch die notwendigen Anpassungsschritte in Richtung Digitalisierung bisher in den Hintergrund gedrängt zu haben (Rürup/Jung 2017). Das in vielen anderen Ländern schon intensiv genutzte „Building Information Modeling“ (BIM) – das Industrie 4.0-Konzept des Baugewerbes – steckt in Deutschland derzeit noch in den Kinderschuhen. Auch beim Einsatz anderer digitaler Technologien hinkt die Bauwirtschaft in Deutschland im Branchen- und internationalen Vergleich zum Teil noch hinterher.

Auswertungen auf Basis der Eurostat IKT-Erhebung bezüglich des Einsatzes von nicht-bauspezifischen Informations- und Kommunikationstechnologien wie ERP-Systeme, Cloud Computing und Big Data zeigen, dass das deutsche Baugewerbe im europäischen Vergleich eher im hinteren Mittelfeld zu finden ist. Einzig bei der Verwendung von Big Data-Technologien ist die deutsche Baubranche, auf insgesamt niedrigem Niveau, sehr gut aufgestellt. Im Vergleich zu anderen Branchen in Deutschland ist das Baugewerbe bei einem Großteil der hier betrachteten digitalen Technologien nur in geringem Maße oder gar am wenigsten digital aufgestellt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Nutzung digitaler Technologien und Anwendungen allgemein erheblich von der Unternehmensgröße abhängt. Da in der deutschen Bauwirtschaft überdurchschnittlich viele Kleinunternehmen tätig sind, lässt sich der geringe Digitalisierungsgrad im deutschen Branchenvergleich in Teilen dadurch erklären.

Die Höhe der nominalen IKT-Investition als monetäres Maß der Digitalisierung ist im deutschen Baugewerbe im Zeitverlauf relativ konstant und weniger konjunkturabhängig als die Nicht-IKT-Investitionen. Der Anteil der nominalen IKT-Investitionen an den gesamten nominalen Bruttoanlageinvestitionen liegt dabei insgesamt über dem der Gesamtwirtschaft. Im Vergleich zur Bruttowertschöpfung sind jedoch sowohl die nominalen Nicht-IKT-Investitionen als auch die nominalen IKT-Investitionen geringer als in der Gesamtwirtschaft,

was für ein insgesamt eher geringes Investitionsniveau in der Bauwirtschaft spricht. Preis- und qualitätsbereinigt haben sich die realen IKT-Investitionen im deutschen Baugewerbe in den Jahren 1997 bis 2015 jedoch mehr als verdoppelt.

Die Input-Output-Analyse zur wirtschaftlichen Verflechtung der Bauwirtschaft mit anderen Branchen zeigt, dass der Bezug von Vorleistungen aus der IKT-Branche (z. B. IT-Beratung, Cloud-Dienste) im Jahr 2015 rund 1,2 Milliarden Euro betrug. Damit gehören IKT-Leistungen nicht zu den zehn wichtigsten Vorleistungsbereichen und machen an den gesamten Vorleistungen der Bauwirtschaft lediglich rund 0,8 Prozent aus. Sowohl absolut als auch gemessen am Anteil aller Vorleistungen sind die IKT-Vorleistungen im Jahr 2015 im Vergleich zum Jahr 2010 sogar eher rückläufig.

Der Rückgang beim Bezug von Vorleistungen aus der IKT-Branche könnte mit Ungenauigkeiten bei der statistischen Erfassung von Cloud-Diensten zusammenhängen. Zum einen ist nicht garantiert, dass sämtliche Cloud-Dienstleistungen der IKT-Branche zugeordnet werden. Zum anderen betrachtet die Input-Output-Analyse die nominalen Vorleistungen und ignoriert damit die sinkenden Preise sowie die steigende Qualität (Rechenleistung etc.). Letzteres bedeutet, dass ein Unternehmen aus dem Baugewerbe für die gleiche Summe an Vorleistungen im Jahr 2015 deutlich bessere Cloud-Dienste erhält als noch im Jahr 2010.

Die Auswertung der im Rahmen des Projekts durchgeführten Unternehmensbefragung liefert wichtige Hinweise zur Bedeutung der Digitalisierung für Geschäfts- und Produktionsprozesse der Unternehmen in der Bauwirtschaft und im Planungsbereich. Der Planungsbereich ist die Teilbranche mit dem höchsten Digitalisierungsgrad, die zugleich am stärksten den positiven Einfluss der Digitalisierung auf die Unternehmensperformance wahrnimmt. Im Vergleich dazu sind das Bauhauptgewerbe und das Ausbaugewerbe deutlich weniger digital aufgestellt.

Während einzelne Anwendungen recht häufig zum Einsatz kommen, so zum Beispiel die elektronische Rechnungstellung und CAD-Software, werden bauspezifische digitale Technologien wie 3D-Scanner oder Virtuelle Realität bisher eher selten genutzt. Dies dürfte sich nach Auffassung der Unternehmen auch in naher Zukunft nicht ändern. Lediglich 35 Prozent der Unternehmen haben in den letzten drei Jahren Digitalisierungsprojekte durchgeführt und fast genauso viele (36 Prozent) planen Digitalisierungsprojekte in den kommenden drei Jahren. Hemmnisse für die Digitalisierung werden hauptsächlich im hohen Investitions- und Zeitaufwand gesehen. Dass die Digitalisierung trotz allem in Zukunft einen entscheidenden Einfluss haben wird, nimmt auch die Bauwirtschaft inklusive des Planungsbereichs wahr. Deutlich mehr Unternehmen erwarten positive Auswirkungen der Digitalisierung auf ökonomische Erfolgsvariablen wie Wettbewerbsfähigkeit, Innovationsfähigkeit oder Arbeitsproduktivität in der Zukunft als gegenwärtig. Zudem bewerten die Unternehmen, die bereits Digitalisierungsprojekte realisiert haben, die fortschreitende Digitalisierung durchweg positiver als jene Unternehmen, die bislang keine Digitalisierungsprojekte umgesetzt haben.

Die Expertengespräche zeigen, dass die Digitalisierung für die verschiedenen Teilbranchen der Bauwirtschaft unterschiedliche Bedeutung hat. Während Digitalisierung für das ausführende Gewerbe bedeutet ein Kalkulationsprogramm, eine Webseite oder einen digitalen Fahrtenschreiber zu nutzen, heißt Digitalisierung für den Planungsbereich, 3D-, 4D- oder 5D-Modelle zu erstellen und den Planungs- und Dokumentationsprozess digital durchzuführen.

Einig sind sich die Expertinnen und Experten darin, dass technische Standardisierung für die häufig notwendige Kooperation mehrerer Gewerke in einem Projekt hilfreich wäre, um diese effizienter zu organisieren und durchzuführen. Zudem können Informations- und Schulungsmaßnahmen, die durch Transferpartnerschaften von Verbänden und Kompetenzzentren angeboten werden, dabei helfen, insbesondere kleinere

Handwerksunternehmen für die Nutzung digitaler Technologien zu gewinnen. Im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung sehen die Expertinnen und Experten auch die Politik in der Pflicht. Es sollten klare Verantwortlichkeiten für das Thema Digitalisierung zugewiesen werden, da die über viele Ministerien verteilten Zuständigkeiten der Weiterentwicklung nicht zuträglich sind.

Die durchschnittliche reale Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im deutschen Baugewerbe war in Deutschland in den Jahren 1998 bis 2015 mit 0,12 Prozent im Vergleich zur Gesamtwirtschaft (1,12 Prozent) deutlich unterdurchschnittlich. Im internationalen Ländervergleich unterscheidet sich die Produktivitätsentwicklung des Baugewerbes erheblich. Dabei hat sich die Arbeitsproduktivität in der deutschen Bauwirtschaft im Vergleich zu den anderen fünf hier betrachteten europäischen Ländern (Frankreich, Italien, Schweden, Spanien, Vereinigtes Königreich) überdurchschnittlich gut entwickelt. Einzig im Vereinigten Königreich, mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde von 0,32 Prozent im Zeitraum 1998 bis 2015, hat sich die Produktivität in der Bauwirtschaft im Ländervergleich besser entwickelt. In Frankreich, Italien, Schweden und Spanien war in diesem Zeitraum im Durchschnitt sogar ein Rückgang der Arbeitsproduktivität in der Bauwirtschaft zu verzeichnen.

Das durchschnittliche Wachstum der Totalen Faktorproduktivität (TFP), welches gemeinhin als Maß für den allgemeinen technischen Fortschritt herangezogen wird, war für das Baugewerbe in sämtlichen betrachteten Ländern negativ. Dieser Rückgang der Totalen Faktorproduktivität im Baugewerbe, obwohl auch schon in früheren Studien aufgezeigt, ist überraschend. Ein möglicher Erklärungsansatz für das negative TFP-Wachstum wäre zum einen die Tatsache, dass dieses Maß schon um den technischen Fortschritt, der in neuen Investitionsgütern gebundenen ist, bereinigt ist. Zum anderen könnten dadurch, dass das TFP allgemein als Residuum berechnet wird, etwaige Messfehler bei der Erfassung in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR), insbesondere in der Bauwirtschaft (beispielsweise wegen schwieriger Messung der geleisteten Arbeitsstunden), eine gewisse Rolle spielen.

Der gemessene Produktivitätsbeitrag der Digitalisierung ist im deutschen Baugewerbe mit 0,07 Prozentpunkten im Gegensatz zu anderen Branchen in Deutschland eher gering. Im internationalen Vergleich bewegt sich der Produktivitätsbeitrag der Digitalisierung ebenfalls auf einem niedrigen Niveau, allerdings leicht überdurchschnittlich.

Fazit

- Bisher ist ein geringer Beitrag der Investitionen in IKT bzw. in die Digitalisierung zum, im Branchenvergleich ohnehin geringen, Produktivitätswachstum in der Bauwirtschaft in Deutschland zu beobachten.
- Die Bauwirtschaft investiert bislang wenig in Digitalisierungsprojekte, die sich dann oftmals auf den Einsatz einfacher und grundlegender digitaler Lösungen beschränken.
- Dennoch wird die Digitalisierung in der Bauwirtschaft von der Branche als Chance wahrgenommen, um die Wettbewerbsfähigkeit, die Innovationsfähigkeit und die Arbeitsproduktivität insbesondere in Zukunft zu steigern.

Handlungsempfehlungen

- Unternehmen über die Potenziale der Digitalisierung und die Möglichkeiten entsprechender Vorhaben informieren und für deren Relevanz sensibilisieren. Angebote und Best Practice-Beispiele der Kompetenzzentren auf die Belange der Bauwirtschaft zuschneiden und in Kooperation mit Verbänden und Kammern vermitteln.
- Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien und in Digitalisierungsprojekte in der Bauwirtschaft finanziell fördern und dazu entsprechende bestehende oder geplante Programme gezielter kommunizieren und unbürokratisch zugänglich machen.
- Den Breitbandausbau vorantreiben, insbesondere die flächendeckende Abdeckung mit mobilem Internet ist für die nicht an feste Einsatzorte gebundenen Unternehmen der Bauwirtschaft essentiell.
- Standards und Schnittstellen für den digitalen Austausch und die Vernetzung der Akteure in der Bauwirtschaft klar definieren und festlegen.

Executive Summary

The construction industry in Germany with its approximately two million employees and almost 330,000 companies (BBSR 2019: 4) is one of the most important economic sectors in Germany. As for the economy as a whole, digital transformation is seen as a major challenge in the construction industry, but also as an opportunity for future development.

The term digitalisation refers to the provision and application of modern information and communication technologies (ICT), but also to the integration of digital technologies into work processes and value chains in companies. This rather general definition takes into account the fact that technological progress and continuous enhancements also change the potentials of digitalisation over time. In addition, the industry- and company-specific requirements of digitalisation can be quite different.

The scientific literature on the state of digitalisation in the construction industry and its impact on productivity is not very comprehensive despite the economic importance of the sector and the timeliness of the topic. Overall, however, it is expected that the digital transformation in the construction sector will lead to an increase in productivity.

However, the good economic situation in the sector, which has persisted for years, seems to have pushed the necessary adjustment steps towards digitalisation into the background (Rürup/Jung 2017). The "Building Information Modeling" (BIM) system, which is already being used intensively in many other countries and is often referred to as Industry 4.0 in the construction sector, is still in its infancy in Germany. Likewise, in the use of other digital technologies, the construction industry in Germany (to some extent) lags behind in comparison with other industries in Germany and compared to the construction industry in other countries.

The analyses based on the Eurostat ICT survey regarding the use of non-construction-specific information and communication technologies, such as ERP systems, cloud computing and big data, show that the German construction industry is mostly below average in the European comparison. Only in the use of big data technologies, the German construction industry is very well positioned at a low overall level. In comparison with other sectors in Germany, the construction industry is at the lower end of the rankings for most of the information and communication technologies considered here, and often at the bottom. When interpreting the values of the sector comparison, it should be noted that ICT use in general depends considerably on the size of the company. The above-average number of small companies active in the German construction industry can partly explain its low degree of digitalisation.

The level of nominal ICT investment as a monetary measure of digitalisation in the German construction industry is relatively constant over time and less cyclical than non-ICT investment. The share of nominal ICT investments in total nominal gross fixed capital formation in the construction industry is higher than in the economy as a whole. However, both nominal non-ICT investment and nominal ICT investment shares in gross value added are lower than in the economy as a whole, which suggests a rather low overall level of investment in the construction industry. Adjusted for prices and quality, however, real ICT investment in the German construction industry more than doubled between 1997 and 2015.

The input-output analysis of the economic interdependence of the construction industry with other sectors shows that the procurement of inputs from the ICT sector (e.g. IT consulting, cloud services) amounted to around EUR 1.2 billion in 2015. This means that ICT services are not among the ten most important intermediate inputs and account for only around 0.8 percent of the total intermediate inputs of the construction industry. Both in absolute terms and in terms of the share of all input services, ICT input services in 2015 even tend to decline compared to 2010.

The decline in the purchase of intermediate inputs from the ICT sector could be linked to inaccuracies in the measurement of cloud services. First, there is no guarantee that all cloud services will be allocated to the ICT sector. Second, by considering nominal inputs in the input-output analysis, falling prices and rising quality of cloud services (computing power, etc.) are ignored. The latter means that a company in the construction industry will receive significantly better cloud services in 2015 than in 2010 for the same amount of intermediate inputs.

The results of the company survey conducted within the project provide important information on the role of digitalisation for business and production processes of companies in the construction and planning industries. The sector breakdown provides information on the fact that the sub-sectors of the construction industry show varying degrees of digitalisation progress. The sub-sector with the greatest current use of digital technologies and the highest positive influence of digitalisation on firm performance is the planning sector, followed by the other construction sector. In comparison, the main construction industry and the finishing trades are lagging behind.

While some applications are used quite frequently, such as electronic invoicing and CAD software, construction-specific digital technologies such as 3D scanners or virtual reality are rarely used. According to the companies, this is not expected to change in the near future. Only approximately 35 percent of the companies have conducted digitalisation projects during the last three years, and almost as many (36 percent) plan digitalisation projects in the coming three years. Obstacles to digitalisation are mainly seen in the high investment and time expenditure. However, the construction industry, including the planning sector, is realising that, despite the above, digitalisation will have a decisive influence in the future. Significantly more companies expect the positive effects of digitalisation on economic success variables such as competitiveness, innovativeness or labour productivity to be greater in the future than they are at present. The sector breakdown provides information on the fact that the sub-sectors of the construction industry show varying degrees of digitalisation progress. Companies that have already implemented digitalisation projects rate the progressing digitalisation more positively than those that have not yet implemented any digitalisation projects.

The expert interviews indicate that digitalisation has different significance for the various sub-sectors of the construction industry. While for the construction industry digitalisation means using a calculation programme, a website or a digital tachograph, for the planning sector digitalisation means creating 3-, 4- or 5D models and carrying out the planning and documentation process digitally.

The experts agree that technical standardisation would be helpful for the often necessary cooperation of several trades in one project in order to efficiently organise and implement the projects. In addition, information and training measures offered through transfer partnerships between the associations and competence centres can help to attract smaller craft enterprises in particular to the use of digital technologies. Regarding the future development in the field of digitalisation, the experts also see politics as having a duty. Clear responsibilities for the topic must be assigned, since the responsibilities for digitalisation currently distributed across many ministries are not conducive to further development.

The average real growth rate of labour productivity per hour worked in the German construction industry in the years 1998 to 2015 was 0.12 percent in Germany, well below the average for the economy as a whole (1.12 percent). In an international comparison of countries, the productivity growth of the construction industry differs considerably. Labour productivity in the German construction industry has performed above average in comparison with the other five European countries considered here (France, Italy, Sweden, Spain and the United Kingdom). Only in the United Kingdom, with an average annual growth rate of labour productivity per hour worked of 0.32 percent in the period 1998 to 2015, did productivity in the construction industry show a better trend than in other countries. In France, Italy, Sweden and Spain, labour productivity in the construction sector even declined on average during this period.

The average Total Factor Productivity (TFP) growth, which is commonly used as a measure of general technical progress, was negative for the construction sector in all countries considered. This decline in TFP in construction, although already shown in previous studies, is surprising. A possible explanation for the negative TFP growth would be, on the one hand, the fact that this measure has already been adjusted for the technical progress embodied in new investment goods. On the other hand, because the TFP is generally calculated as a residual, any measurement errors in the national accounts, especially in the construction industry (e.g. because of difficult measurement of the number of hours worked), could play a certain role.

At 0.07 percentage points, the measured contribution of digitalisation to productivity growth in the German construction industry is rather low compared to other sectors in Germany. However, in an international comparison, the productivity contribution of digitalisation in the German construction sector is slightly above average.

Conclusion

- The construction industry in Germany records a relatively low degree of investments in ICT respectively digitalisation, also against the background of the industry's low productivity growth as compared to other sectors.
- Investments in digital projects undertaken by the construction industry are relatively low until now and if existent, these are mostly restricted to the usage of simple and basic digital solutions.
- Although it is expected that digital projects will not increase considerably in the near future, the construction industry perceives digitalisation generally as a chance to enhance the competitiveness, innovativeness and labour productivity.

Recommendations for action

- Inform companies about the potential of digitalisation and the realization of respective projects and raise awareness about the underlying relevance. Develop offerings and best practices of the competence centres that are specifically tailored to the needs of the construction industry and communicate these in cooperation with associations and chambers of commerce.
- Support the construction industry financially with regard to investments in ICT and digitalisation projects, communicate existent or planned programs in a well-targeted manner and provide non-bureaucratic access to support measures.

- Promote the further deployment of broadband networks with special regard to the comprehensive coverage of mobile Internet given the construction industry's reliance on various operating sites.
- Define and determine precisely the standards and interfaces needed for the digital exchange and interconnectedness of the actors in the construction industry.

1 Motivation

Das Baugewerbe in Deutschland mit seinen rund zwei Millionen Beschäftigten und fast 330.000 Betrieben (BBSR 2019: 4) ist einer der bedeutendsten Wirtschaftssektoren in Deutschland. Wie in der Gesamtwirtschaft gilt die digitale Transformation auch im Baugewerbe als große Herausforderung, die zugleich große Chancen für die zukünftige Entwicklung bietet.

Unter dem Begriff der Digitalisierung ist die Ausstattung mit und Anwendung von modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie die Integration digitaler Ressourcen in Arbeitsabläufe, Prozesse und Wertschöpfungsketten in Unternehmen zu verstehen. Diese recht allgemeine Definition trägt der Tatsache Rechnung, dass sich durch technologischen Fortschritt und ständige Weiterentwicklungen auch die Möglichkeiten der Digitalisierung im Zeitablauf ändern. Zudem können die branchen- und unternehmensspezifischen Anforderungen an die Digitalisierung recht unterschiedlich sein. In der Studie wird daher zwischen nicht-bauspezifischen digitalen Technologien wie ERP-Systeme, Cloud Computing und Big Data sowie bauspezifischen digitalen Technologien wie 3D-Scanner und „Building Information Modeling“ (BIM) unterschieden.

Neben der Definition der Digitalisierung ist auch eine klare Abgrenzung der „Baubranche“ ratsam. In der vorliegenden Studie werden die Begriffe *Baubranche*, *Bauwirtschaft* und *Baugewerbe* als Synonyme verwendet. In einzelnen Abschnitten wird zudem auf die drei Teilbereiche der *Baubranche*, bestehend aus dem *Bauhauptgewerbe*, dem *Ausbaugewerbe* und dem *Sonstigen Baugewerbe* (Erschließung von Grundstücken sowie Bauträger), eingegangen. In der eigens durchgeführten Unternehmensbefragung werden zusätzlich Ergebnisse zum *Planungsbereich* bzw. den *Planenden* (Architektur- und Ingenieurbüros) sowie einem Aggregat aus Bauwirtschaft und Planungsbereich dargestellt (siehe Abb. 3-1). Sind zusätzlich zur Bauwirtschaft und den Planenden weitere Akteure wie Kunden und Lieferanten involviert, wird der Begriff *Wertschöpfungskette Bau* verwendet. Zudem wird bei den Input-Output-Analysen vom *Produktionsbereich Bau* gesprochen, da dort keine Abgrenzung nach Wirtschaftszweigen sondern nach dem tatsächlichen Ersteller der Güter oder Dienstleistungen erfolgt.

In der Bauwirtschaft scheint die seit Jahren anhaltende gute konjunkturelle Lage die notwendigen Anpassungsschritte in Richtung Digitalisierung bisher in den Hintergrund gedrängt zu haben (Rürup/Jung 2017). Das in vielen anderen Ländern schon intensiv genutzte System des „Building Information Modeling“ (BIM), was oftmals mit Industrie 4.0 im Baugewerbe verglichen wird, steckt in Deutschland derzeit noch in den Kinderschuhen. Auch beim Einsatz anderer digitaler Technologien hinkt die Bauwirtschaft in Deutschland im Branchen- und internationalen Vergleich (teilweise) noch hinterher.

Im Rahmen des Projekts sollte deshalb überprüft werden, inwieweit Investitionen in digitale Technologien in der Vergangenheit die Geschäfts- und Produktionsprozesse beeinflusst und welche Wirkungen diese Investitionen auf die Produktivität im Baugewerbe entfaltet haben. Ferner sollte die Frage beantwortet werden, was von Seiten der Wirtschaft und der Politik zu beachten ist, damit sich das volle Potenzial der Digitalisierung im Baugewerbe entfalten kann.

Investitionen in IKT werden im Allgemeinen mit deutlichen Produktivitätszuwächsen assoziiert (Cardona/Kretschmer/Strobel 2013). Trotz eines raschen Anstiegs der Investitionsausgaben für Güter und Dienstleistungen der Informations- und Kommunikationstechnologie, ist in vielen Branchen und Ländern, und somit nicht nur im Baugewerbe, ein geringes Produktivitätswachstums zu verzeichnen (Van Ark 2016). Für dieses Phänomen gibt es mannigfaltige Erklärungsansätze. Konsens herrscht darüber, dass es keine

singuläre Erklärung für das geringe Produktivitätswachstum gibt. Peters et al. (2018) sowie Crafts (2018) nennen unter anderem noch nicht voll entfaltete technologische Potenziale der Digitalisierung sowie fehlende Qualifikation der Beschäftigten zur Ausnutzung technologischer Potenziale im Bereich digitaler Technologien als mögliche Gründe für das trotz der fortschreitenden Digitalisierung anhaltend geringe Produktivitätswachstum in vielen Industrienationen.

Der vorliegende Bericht umfasst die Ergebnisse, die im Rahmen des Projekts „Zukunft Bau – Beitrag der Digitalisierung zur Produktivität in der Baubranche“ erzielt wurden. Abschnitt 2 stellt die relevante Literatur sowie die Entwicklung der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Bauwirtschaft im internationalen Vergleich und im Branchenvergleich dar. Ferner werden die Investitionen im Baugewerbe und die Vorleistungsstruktur des Produktionsbereichs Bau untersucht. Methodik und Ergebnisse der Unternehmensbefragung sind Gegenstand von Abschnitt 3. In Abschnitt 4 werden die Ergebnisse der Experteninterviews präsentiert. Abschnitt 5 widmet sich der Analyse der Produktivitätsentwicklung im Baugewerbe sowie dem Einfluss der Digitalisierung auf die Produktivität. Potenziale zu weiteren Produktivitätssteigerungen und Handlungsempfehlungen werden in Abschnitt 6 dargestellt und diskutiert.

2 Bestandsaufnahme: Digitalisierung im Baugewerbe

2.1 Literaturanalyse

Mit einem Anteil von annähernd 6 Prozent¹ der globalen Bruttowertschöpfung im Jahr 2017 und der Erwartung, dass dieser Anteil über die nächsten Jahre noch wachsen wird, ist die weltweite Bauwirtschaft von volkswirtschaftlich hoher Relevanz (WEF/BCG 2016). In Deutschland trug das Baugewerbe im Jahr 2018 etwas über 5 Prozent zur Bruttowertschöpfung bei (Destatis 2019: 7) und hat neben dieser bedeutenden ökonomischen Leistung auch einen maßgeblichen Einfluss auf die Lebensbedingungen der Menschen (Wohn- und Arbeitsraum) im Land.

Für die langfristige Entwicklung der Branche ist eine Betrachtung der Produktivität unerlässlich. Hierbei zeigt sich, dass die Bauwirtschaft schon seit längerer Zeit deutlich hinter der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung zurückbleibt. Dies ist allerdings nicht nur in Deutschland zu beobachten, sondern auch in zahlreichen anderen großen OECD-Ländern. Untersuchungen belegen, dass die Bauwirtschaft in Deutschland im Zeitraum von 1990 bis 2005 ein negatives Produktivitätswachstum verzeichnet hat, d.h. die Bauwirtschaft war im Jahr 2005 weniger produktiv als zur Zeit der Wiedervereinigung (Abdel-Wahab/Vogel 2011). In den jüngeren Jahren wiederum sind positive Entwicklungen der Produktivität in der Branche festzustellen. Hier ist allerdings unklar, inwiefern die Wirtschaftskrise 2008/2009 und die anschließend starke Erholung dieses Ergebnis beeinflusst haben. Allgemein bleibt festzustellen, dass eine längerfristige einheitliche und konsistente Betrachtung der Produktivitätsentwicklung in der Bauwirtschaft in Deutschland bislang noch fehlt. Auf globaler Ebene² hat die Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im Zeitraum von 1995 bis 2014 durchschnittlich um 1 Prozent zugenommen. Dieser Wert lag jedoch deutlich unter der Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität im Verarbeitenden Gewerbe (3,6 Prozent) sowie dem der Gesamtwirtschaft mit 2,7 Prozent (McKinsey Global Institute 2017: 2).

Als weltweit größter Konsument von natürlichen Ressourcen und aufgrund der Tatsache, dass Gebäude für rund 40 Prozent des globalen Energieverbrauchs verantwortlich sind, ist die Bauwirtschaft auch als bedeutender ökologischer Faktor zu berücksichtigen, welcher langfristig signifikant zur generellen Wohlfahrt der Menschheit beitragen könnte (WEF/BCG 2016). Gegeben dem hohen Anteil an wirtschaftlicher Aktivität und der hohen Ressourcenintensität, ist die schwache bis nicht vorhandene Produktivitätssteigerung in der Baubranche eine Vergeudung der Chance zur Wohlfahrtssteigerung. Wäre die Produktivität und Innovationskraft dieses Sektors höher bzw. hätte sie mit der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung mitgehalten, so wäre es durch die daraus entstehenden Kostensenkungen möglich, qualitativ bessere Gebäude mit besserer Energieeffizienz zu bauen.

Das McKinsey Global Institute (2017) schätzt, dass das entgangene ökonomische Potenzial in Folge der niedrigen Arbeitsproduktivität in der Baubranche ein Niveau von jährlich circa 1,6 Billionen Dollar erreicht. Dies entspricht ungefähr 2 Prozent der jährlichen globalen Wirtschaftsleistung. Aus deutscher Sicht würde eine höhere Arbeitsproduktivität natürlich auch einen Vorteil im internationalen Wettbewerb darstellen. Dies

¹ Quelle: United Nations Statistics Division (2018), Berechnungen des ZEW.

² Die Analyse bezieht sich auf eine Stichprobe von 41 Ländern, die 96 Prozent des globalen BIP generieren.

könnte im Zuge der zunehmenden Internationalisierung von Bauausschreibungen zur vermehrten Akquise von Aufträgen durch deutsche Firmen führen und so den Exportstandort Deutschland weiter stärken.

Um der langfristig rückläufigen bzw. stagnierenden Produktivitätsentwicklung entgegenzuwirken, ruhen einige Hoffnungen auf der Digitalisierung und dem damit verbundenen zunehmenden Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT; Kocijan 2018). Bereits heute profitieren viele Parteien eines Bauprojekts vom Einsatz digitaler Technologien. Beispielweise werden in der Planung CAD-Modelle genutzt und für das Baustellenmanagement digitale Systeme verwendet.

Insgesamt liegt die deutsche Wirtschaft bei der Digitalisierung im internationalen Vergleich im oberen Mittelfeld. Der Digital Economy and Society Index (DESI) mit seinem Teilindikator „Integration der Digitaltechnik“ misst den Digitalisierungsgrad der Wirtschaft vergleichend für die 28 EU-Mitgliedsstaaten. Demnach liegt Deutschland auf Rang 12 (Europäische Kommission 2018a). Der Digitalisierungsgrad variiert stark nach Branchen. Die IKT-Branche ist am stärksten digitalisiert, gefolgt von den wissensintensiven Dienstleistern und weiteren Dienstleistungsbranchen. Im Mittelfeld liegen die Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. Das Gesundheitswesen gilt als wenig digitalisiert (Weber et al. 2018). Die Baubranche reiht sich ebenfalls bei den wenig digitalisierten Branchen ein. So zeigt eine aktuelle Studie von KfW Research (Zimmermann 2018), dass in der Baubranche lediglich 13 Prozent der Unternehmen im Zeitraum von 2014 bis 2016 ein Digitalisierungsprojekt abgeschlossen haben, während es im forschungs- und entwicklungsintensiven Verarbeitenden Gewerbe 31 und bei den wissensintensiven Dienstleistern 32 Prozent sind. Überraschenderweise liegt die Baubranche recht weit vorn, wenn es um die Digitalisierung des Kontakts zu Kunden und Zulieferern geht. Hier geben 59 Prozent der Unternehmen im Bau an, diesen Kontakt digitalisiert zu haben. Bei den wissensintensiven Dienstleistern sind es mit 60 Prozent fast genauso viele. Eine aktuelle Studie von Ernst & Young (2018) zeigt, dass in der Baubranche nur für 15 Prozent der Unternehmen die Digitalisierung eine große Rolle für das eigene Geschäftsmodell spielt, während es beispielsweise in der Energie- und Wasserversorgung 35 und im Maschinenbau 22 Prozent der Unternehmen sind. Hingegen betrachten 77 Prozent der Bauunternehmen die Digitalisierung ihres eigenen Unternehmens als Chance, nur sechs Prozent sehen sie als Bedrohung. Dieses Ergebnis bestätigt auch die Resultate früherer Studien zur Digitalisierung. Beispielweise zeigen El-Mashaleh/O'Brian/Minichin (2006) für die USA, dass eine deutliche Mehrheit der befragten Unternehmen der Bauwirtschaft bereits Anfang des Jahrtausends IKT einen positiven Einfluss auf Profitabilität, Pünktlichkeit, Kosten, Kundenzufriedenheit und Sicherheit (auf der Baustelle) zusprechen.

Wird die Digitalisierung bzw. werden die Investitionen in IKT im Allgemeinen mit deutlichen Produktivitätszuwächsen assoziiert (Cardona/Kretschmer/Strobel 2013; Dedrick/Kraemer/Shih 2013), so dürfte der geringe Digitalisierungsgrad der deutschen Baubranche zumindest teilweise die beobachtete Entwicklung erklären. Des Weiteren wird seit längerer Zeit eine sehr beschränkte Forschungs- und Entwicklungsaktivität (F&E-Aktivität) in der Bauwirtschaft beobachtet. Laut einer Studie des World Economic Forum in Kooperation mit der Boston Consulting Group werden in der Bauwirtschaft durchschnittlich nur knapp 1 Prozent der Nettoverkäufe in F&E-Aktivitäten reinvestiert (WEF/BCG 2016). Die durchschnittlichen F&E-Ausgaben in beispielweise der Automobilbranche liegen im Kontrast dazu bei 3,5 bis 4,5 Prozent der Nettoverkäufe (McKinsey & Company 2016). Teilweise dafür verantwortlich ist wohl der extrem hohe Grad an Fragmentierung in der Bauwirtschaft. Diese Fragmentierung und die sehr hohe Zahl an kleinen Unternehmen haben naturgemäß beschränkte finanzielle Ressourcen zur Folge und wirken somit hemmend auf die Digitalisierung wie auch auf die innerbetriebliche Forschungsaktivität (Oesterreich/Teuteberg 2017). Zusätzlich weisen mehrere Studien und wissenschaftliche Untersuchungen auf die generell konservativ und traditionell geprägte Kultur der Bauwirtschaft hin. Diese stellt einen Widerstand gegen einen grundlegenden Wandel in

Form von Digitalisierung und Innovationen dar (Oesterreich/Teuteberg 2016; WEF/BCG 2016). Die Baubranche ist zudem in einem besonderen Maß vom herrschenden Fachkräftemangel auf dem Markt für „digitale Fachkräfte“ betroffen, da sie unter eben jener Zielgruppe eine eher bescheidene Reputation als Arbeitgeber besitzt. Dies könnte sich wiederum erst durch eine umfassende Modernisierung der Branche ändern (Oesterreich/Teuteberg 2017).

Im Lichte eines bereits ausgeprägten Fachkräftemangels, der sich im Verlauf des digitalen Wandels noch verstärken dürfte (Oesterreich/Teuteberg 2017), ist auch die deutsche Hochschullandschaft gefordert. Diese ist, neben den Firmen der Privatwirtschaft, hauptsächlich an der Aus- und Weiterbildung von Fachkräften für den Bau beteiligt und somit auch hauptverantwortlich für den Aufbau digitaler Kompetenz (BMVI 2015). Die Hochschulen müssten auf breiter Basis, neben den klassischen Lehrinhalten, damit beginnen, zukünftige Bauingenieure, Architekten etc. gezielt auf die modernen Arbeitsweisen am Bau und im Planungsprozess vorzubereiten. Allerdings kann ein Wandel nicht nur durch externe Kräfte bewältigt werden. Die Unternehmen der Bauwirtschaft müssen dafür sorgen, dass international kompatible bzw. einheitliche Softwarestandards etabliert werden. Weiterhin müssen die Unternehmen von einer Kultur der Abschottung abrücken und sich hin zu einer Kultur des Austauschs und der Kooperation entwickeln (WEF/BCG, 2016).

Die Wertschöpfungskette Bau ist komplexer als in anderen klassischen Industrien, da der Wertschöpfungsprozess von vielen unabhängigen Akteuren geprägt ist. Neben den bauausführenden Unternehmen sind Planende, Ingenieure und auch der Kunde selbst intensiv in den Prozess eingebunden (Oesterreich/Teuteberg 2017). Diese Tatsache erschwert natürlich die Implementierung einheitlicher Technologien entlang der Wertschöpfungskette. Eine Technologie, welche oft als zentrales Element der Digitalen Revolution in der Baubranche gesehen wird, ist Building Information Modeling (BIM). BIM ist eine kooperative Arbeitsmethode, mit der alle an einem Bauprojekt beteiligten Parteien, basierend auf digitalen Modellen des Gebäudes, auf alle für den gesamten Lebenszyklus relevante Daten zugreifen können. Dies ermöglicht eine transparente Verwaltung des Projektes und verbessert die Kommunikationsfähigkeiten der Projektpartner untereinander erheblich (BMVI 2015). Dies bedeutet im Endeffekt, dass wenn mit BIM gearbeitet wird, zunächst ein komplettes virtuelles Gebäudemodell erstellt wird, welches zusätzlich auch noch um Dimensionen wie Zeit und Kosten erweitert werden kann (5D-BIM). BIM bietet dabei viele konkrete Vorteile für ein Bauprojekt wie erhöhte Kostensicherheit, Vorbeugung von Missverständnissen und Planungsinkompatibilitäten, verbessertes Risikomanagement sowie verbesserte Möglichkeiten zum Gebäudemanagement nach der eigentlichen Bauphase (Product-Lifecycle Management) (BMVI 2015).

Alleiniger Heilsbringer für die schwierige Situation der Bauwirtschaft kann Building Information Modeling jedoch auch nicht sein. Es existieren noch einige weitere Technologien aus dem Industrie 4.0-Konzept, welche in der Baubranche Anwendung finden können und dies teilweise auch schon tun. Generell bedarf das Konzept der Industrie 4.0, welches aus der stationären Industrie stammt, einer bauspezifischen Definition bzw. müssen viele Technologien unter den branchenspezifischen Umständen der Bauwirtschaft betrachtet und evaluiert werden.

Beispielsweise kann erst durch das Cloud Computing in Verbindung mit der Nutzung von mobilen Endgeräten das volle Potenzial von BIM ausgeschöpft werden, denn erst sie ermöglichen den reibungslosen Zugriff auf zentral gespeicherte Modelle. Generell bedarf es für die volle Entfaltung moderner Bautechnologien einer sinnvollen, modernen und kompatiblen digitalen Infrastruktur (Oesterreich/Teuteberg 2017). Des Weiteren können viele andere Technologien wie z. B. mit dem Internet verbundene Sensoren (Internet of Things), Kameradrohnen, digitale Systeme zum Management von Equipment oder auch Augmented Reality-Brillen, die Informationen, wenn nötig direkt, vor dem Zuständigen bzw. Verantwortlichen einblenden.

Dies kann zu deutlich verbesserten Abläufen auf einer Baustelle führen und so die Effizienz der Beschäftigten erheblich steigern.

Einige Untersuchungen sehen den Staat, in seiner Rolle als bedeutender Nachfrager von Bauleistungen, als einen der Hauptakteure um positive Veränderungen zu initiieren beziehungsweise zu unterstützen (WEF/BCG 2016). Das Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur (BMVI) ist in diesem Bereich mit seinem Projekt „Stufenplan Digitales Bauen“ einen großen Schritt gegangen. Dieses möchte nach dem Abschluss einer Pilotphase bis 2020 für alle neu in Auftrag gegebenen Projekte des BMVI, Building Information Modeling verpflichtend einführen. Es bedarf aber noch deutlich weiterführender Maßnahmen von Seiten des Staates, um ein optimales Ergebnis zu erreichen. Darunter fallen unter anderem Anpassungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie der Verwaltung an moderne Gegebenheiten und Prozesse. Damit ist im Besonderen gemeint, dass durch die Gesetzgebung Anreize für Firmen geschaffen werden sollten, moderne Verfahren wie BIM oder modulares Bauen sowie innovative und umweltschonende Materialien einzusetzen. Dabei sollte der gängigen Praxis ein Ende gemacht werden, schlicht das günstigste Angebot zu wählen, da hierdurch Anreize verloren gehen in moderne (digitale) Technologien zu investieren, die sich erst in der langen Sicht auszahlen (WEF/BCG 2016). Um dies angemessen umzusetzen, ist es natürlich auch für Staat und Verwaltung selbst wichtig, eigene BIM- und Digitalkompetenzen aufzubauen, um Ausschreibungen entsprechend gestalten und Bauvorhaben angemessen kontrollieren zu können (BMVI 2015).

Weitere innovative Bereiche, die große Produktivitätsgewinne für die Bauwirtschaft versprechen, aber nicht direkt unter dem Thema Digitalisierung einzuordnen sind, sind die Modularisierung und die Vorfertigung von Bauwerken bzw. Bauteilen. Diesen Ansatz nennt McKinsey Global Institute (2017) einen Wandel weg von dem projektbasierten Ansatz hin zu einer Art industriellem Produktionssystem. Diese Änderung könnte für bestimmte Teile der Bauwirtschaft die heutige Produktivität um das Fünf- bis Zehnfache anheben (McKinsey Global Institute 2017: 119). Die in McKinsey Global Institute (2017) genannten Produktivitätssteigerungen beziehen sich auf neue Wohnbauten. Bei Maßnahmen am Bestand von Wohnbauten, die im Jahr 2017 in Deutschland rund 67 Prozent des Bauvolumens ausgemacht haben (BBSR 2018b: 22), sind derart hohe Produktivitätssteigerungen schwerer zu realisieren. Aber auch bei Bestandsgebäuden gibt es erste erfolgsversprechende Ansätze, um durch Vorfertigung Produktivitätssteigerung zu erzielen (Green Alliance 2019: 11 ff). Unter Modularisierung kann im Allgemeinen das Aufteilen eines einzigen großen Projektes in viele kleine Bausteine (Module) verstanden werden. Bei entsprechender Planung sind die Module so untereinander kompatibel, dass sie später einfach zu dem großen Endobjekt zusammengesetzt werden können. Vorproduktion meint dabei das Anfertigen dieser Module oder Teile dieser Module außerhalb der eigentlichen Baustelle in dafür vorgesehenen Fabriken. Hierbei können auch neuartige digitale Produktionssysteme wie z. B. 3D-Drucker zum Einsatz kommen.

2.2 Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Baugewerbe

Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Baugewerbe soll nachfolgend einem internationalen Vergleich sowie einem innerdeutschen Branchenvergleich unterzogen werden.

Die Auswertung basiert auf der Eurostat Erhebung³ zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen, die in Deutschland durch das Statistische Bundesamt durchgeführt wird.⁴ Ein Hauptvorteil dieser Erhebung ist die Repräsentativität der Ergebnisse sowie die internationale Vergleichbarkeit. Die zugrundeliegende Stichprobe wird jährlich neu gezogen. Im Jahr 2018 wurden in Deutschland insgesamt 61.933 Unternehmen befragt, von denen 35 Prozent geantwortet haben.⁵ Die IKT-Erhebung wird seit 2002 durchgeführt. Ein Grundstock an Fragen wird jährlich abgefragt, andere Themengebiete nur mit mehrjährigem Abstand. Zusätzlich werden von Zeit zu Zeit auch neue technologische Trends, wie die Nutzung von Big Data, in die Befragung aufgenommen. Seit 2009 werden die Daten auf Basis der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) bzw. dem europäischen Äquivalent⁶, der Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft NACE Rev. 2., erhoben. Vergleichsbranchen zum Baugewerbe (WZ 41-43) sind die Elektrischen Ausrüstungen/Maschinenbau (WZ 27 und 28), der Fahrzeugbau (WZ 29 und 30), Verkehr und Lagerei (WZ 49-53) sowie die wissensintensiven Dienstleistungen (WZ 69-74). Zusätzlich werden noch alle in der IKT-Erhebung abgedeckten Wirtschaftsbereiche betrachtet („Alle Bereiche“ WZ 10-82, 95.1).⁷

Die Fragen werden unter der Ägide von Eurostat von den EU Ländern gemeinsam entwickelt und sind daher gemeinhin identisch. Die Befragung deckt alle Unternehmen der zuvor erwähnten Wirtschaftsbereiche mit mehr als 10 Beschäftigten ab. Im Hinblick auf die hohe Anzahl von Kleinunternehmen in der Bauwirtschaft ist die Abschneidegrenze bei 10 Beschäftigten problematisch und schränkt die Aussagekraft der Ergebnisse ein. So hatten im deutschen Baugewerbe (WZ 41-43 bzw. F) im Jahr 2017 knapp 90 Prozent der Unternehmen lediglich 0-9 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte⁸. Gelegentlich kann aufgrund von (kleinen) Unterschieden in der Übersetzung bzw. bei der Interpretation der Fragen der antwortenden Unternehmen sowie in den Bezugszeiträumen die Vergleichbarkeit der Ergebnisse für einzelne Länder eingeschränkt sein. Als Vergleichsländer dienen Spanien (ES), Frankreich (FR), Italien (IT), Schweden (SE) und das Vereinigte Königreich (UK).

Insgesamt werden sieben verschiedene Indikatoren zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien dargestellt: (1) der Anteil der Beschäftigten, die Computer mit Internetzugriff nutzen, (2) der Anteil der Beschäftigten, denen tragbare Geräte mit mobiler Internetverbindung für geschäftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden, (3) der Anteil der Unternehmen, die ERP-Softwarepakete verwenden, (4)

³ <http://ec.europa.eu/eurostat/web/digital-economy-and-society/overview>.

⁴ <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Unternehmen/ikt-unternehmen-2018.pdf>.

⁵ [https://circabc.europa.eu/sd/a/f3ce741f-4c77-4693-b1c6-00bc459ea20d/isoc_sdds_de\(0\).htm](https://circabc.europa.eu/sd/a/f3ce741f-4c77-4693-b1c6-00bc459ea20d/isoc_sdds_de(0).htm).

⁶ Siehe Destatis (2008: 17).

⁷ Jedoch ohne Finanz- und Versicherungsdienstleistungen (WZ 64-66) sowie dem Veterinärwesen (WZ 75). WZ 95.1 ist die Reparatur von Datenverarbeitungs- und Telekommunikationsgeräten. Zudem werden die Landwirtschaft, der Bergbau und der öffentliche Sektor nicht befragt.

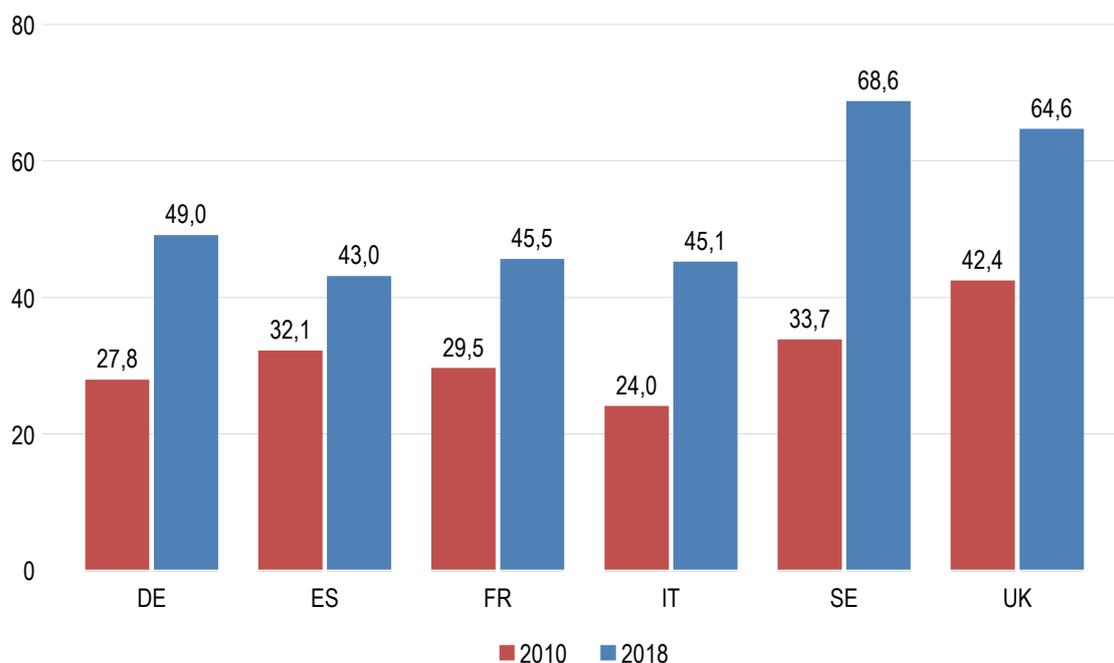
⁸ Quelle: Destatis Unternehmensregister, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/tabellen/52111-0001>.

der Anteil der Unternehmen, die elektronische Rechnungen B2BG versenden⁹, (5) der Anteil der Unternehmen, die RFID-Technologien einsetzen, (6) der Anteil der Unternehmen, die kostenpflichtige Cloud Computing Dienste über das Internet beziehen sowie (7) der Anteil der Unternehmen, die Big Data analysieren. Bei jedem Indikator werden zwei Zeitpunkte angegeben, die die Veränderungen in der Nutzungsintensität im Zeitverlauf verdeutlichen. Zum einen ist dies das Jahr 2010 bzw. das früheste verfügbare Jahr sowie das Jahr 2018 bzw. das jüngste verfügbare Jahr in den Daten von Eurostat. Das in den Grafiken angegebene Jahr ist das Erhebungsjahr. Bei einzelnen Indikatoren ist das Bezugsjahr jedoch das Vorjahr.

2.2.1 Nutzung von IKT im Baugewerbe im internationalen Vergleich

Als Vergleichsländer dienen die vier nach Deutschland größten europäischen Volkswirtschaften Spanien (ES), Frankreich (FR), Italien (IT) und das Vereinigte Königreich (UK). Ergänzt wird die Liste von Schweden (SE) als eine der am stärksten digitalisierten Volkswirtschaften in der Europäischen Union.¹⁰

Abb. 2-1: Anteil der Beschäftigten, die an das WWW angeschlossene Computer nutzen – Baugewerbe (in Prozent)



Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: P_IUSE; Eurostat industry code: 10_F41_43; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

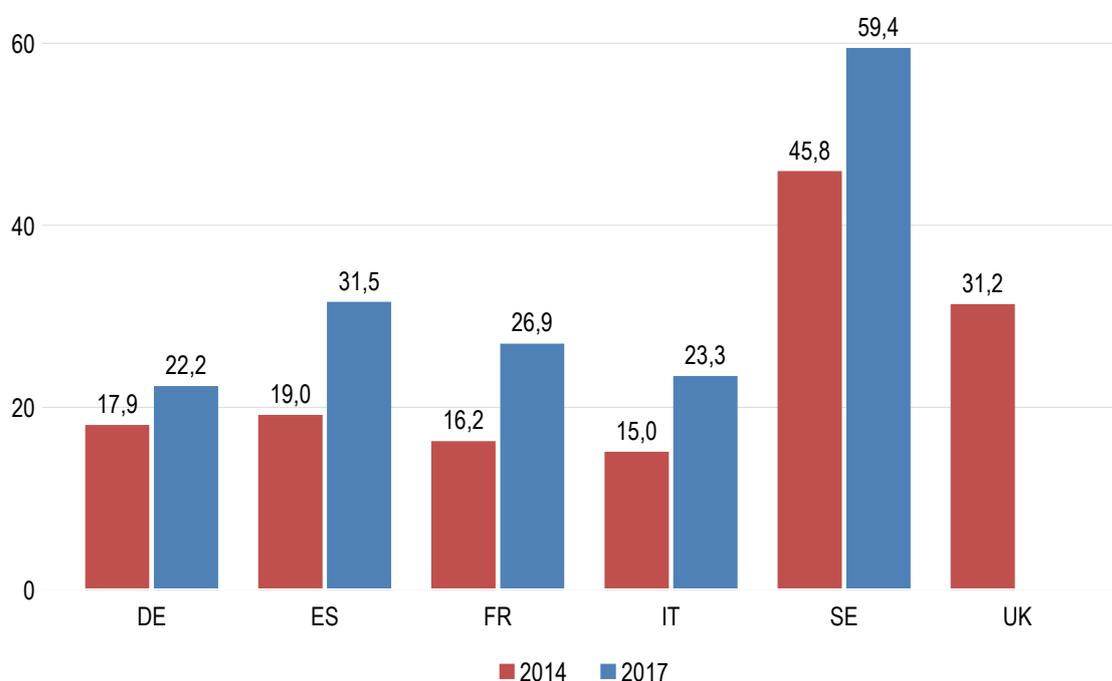
In Abb. 2-1 werden die durchschnittlichen Anteile der Beschäftigten, die im Baugewerbe für geschäftliche Zwecke internetfähige Computer nutzen, im internationalen Vergleich dargestellt. Dieser Anteil ist einer der

⁹ B2BG: Business-to-Business (B2B) sowie Business-to-Government (B2G). Ein internationaler Vergleich dieses Indikators ist momentan nicht möglich, da die Frage über die Jahre meist optional war.

¹⁰ Siehe z. B. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>.

grundlegenden Indikatoren bezüglich der Nutzung von IKT bzw. dem Stand der Digitalisierung in einer Branche oder Volkswirtschaft. Basierend auf den neuesten Zahlen für das Jahr 2018 lag Deutschland im Vergleich der 6 Länder auf dem dritten Platz. Im Vergleich zum Jahr 2010 verbesserte sich die Quote um mehr als 20 Prozentpunkte, wobei zwischen den Jahren 2017 und 2018 der größte Anstieg zu verzeichnen war. Mit 49 Prozent lag die deutsche Baubranche jedoch weiterhin abgeschlagen hinter den Spitzenreitern Schweden und UK, wo 2018 deutlich mehr als 60 Prozent der Beschäftigten für geschäftliche Zwecke internetfähige Computer nutzten. Bei der Betrachtung der Summe aller in der IKT-Erhebung abgedeckten Wirtschaftsbereiche (siehe Abb. 8-1 im Anhang) landet Deutschland mit 58,1 Prozent auf dem 4. Platz.

Abb. 2-2: Anteil der Beschäftigten, denen tragbare Geräte mit mobiler Internetverbindung für geschäftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden – Baugewerbe (in Prozent)



Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: P_EMPMD1; Eurostat industry code: 10_F41_43; Anteil in Prozent; Wert für das Jahr 2017 für UK nicht verfügbar; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 2-2 gibt einen Überblick über die Verbreitung tragbarer Geräte mit mobiler Internetverbindung im Baugewerbe, die den Beschäftigten für geschäftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden. Insbesondere für das Baugewerbe ist dies ein guter Indikator für den Stand der Digitalisierung, da dort große Teile der Wertschöpfung fernab des Unternehmenssitzes erbracht werden. Auch bei diesem Indikator lag im Jahr 2017 die deutsche Baubranche im Ländervergleich, mit einem durchschnittlichen Anteil der Beschäftigten mit tragbaren mobilen Internetgeräten von 22,2 Prozent, auf dem letzten Rang. Aber auch hier ist im Vergleich zum Jahr 2014 ein deutlicher Anstieg von etwas über 4 Prozentpunkten zu verzeichnen. Führend ist auch hier wiederum Schweden. Dort wurden annähernd 60 Prozent der Beschäftigten in der Baubranche mit tragbaren Geräten, mit mobiler Internetverbindung, ausgestattet. Betrachtet man das Aggregat der in der IKT-Erhebung abgedeckten Wirtschaftsbereiche (Abb. 8-2 im Anhang), so liegt auch hier Deutschland bei

der Nutzung mobiler Endgeräte im Ländervergleich auf dem letzten Platz. Bezüglich der Gründe für die insgesamt geringe Nutzung tragbarer Geräte mit mobiler Internetverbindung für geschäftliche Zwecke in Deutschland, lassen sich keine eindeutigen Aussagen treffen. Erste Anhaltspunkte liefern die Preise für private Mobilfunkanschlüsse sowie die LTE-Abdeckung¹¹ der Haushalte. Bei den Preisen lag Deutschland im Jahr 2018 in der Gruppe der relativ günstigen Länder (Europäische Kommission 2018b: 36). Die LTE-Abdeckung lag im Jahr 2017 jedoch deutlich unterhalb des EU-28 Durchschnitts (Europäische Kommission 2018c: 35 ff).

Abb. 2-3: Anteil der Unternehmen, die ERP-Softwarepakete verwendet haben, um Informationen innerhalb der Sachabteilungen auszutauschen – Baugewerbe (in Prozent)



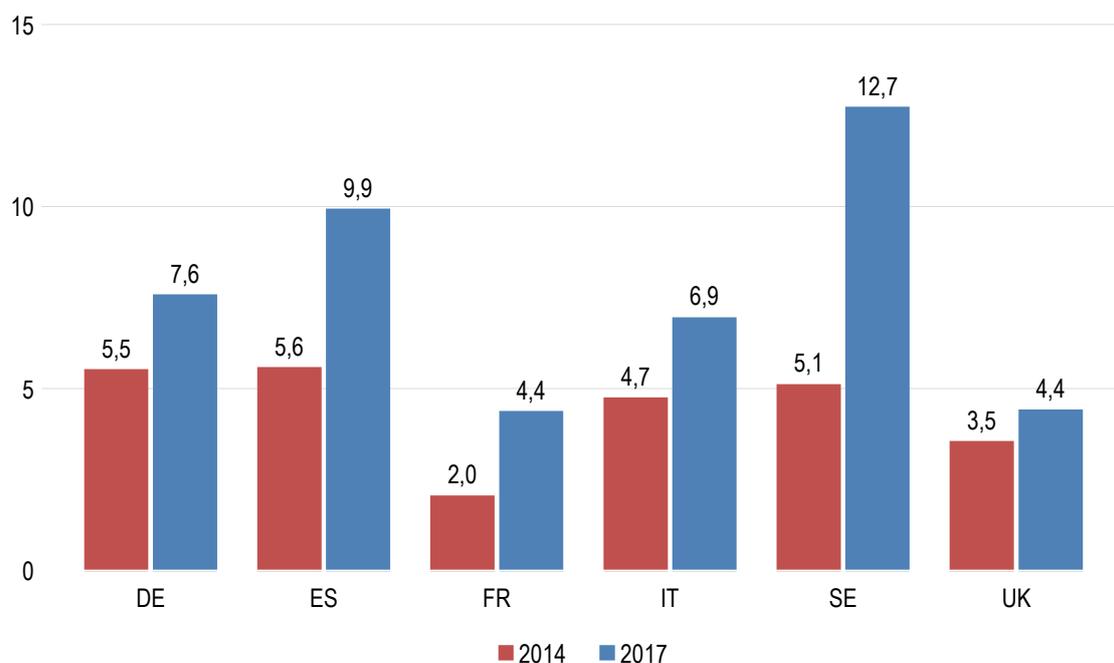
Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_ERP1; Eurostat industry code: 10_F41_43; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

In Abb. 2-3 wird die Verbreitung von Enterprise Resource Planning Software (ERP-Systeme) in der Baubranche dargestellt. Sie dient zur Verwaltung und Steuerung der Unternehmensressourcen und ist ein weit verbreiteter Indikator bezüglich des Standes der Digitalisierung einer Branche. Mit einem Anteil von 19,9 Prozent der Unternehmen, die ERP-Systeme nutzen, lag das deutsche Baugewerbe im Jahr 2017 auf dem vierten Platz. Die Verbreitung von ERP-Software in der Baubranche in Deutschland hat sich damit seit dem Jahr 2010 mehr als verdoppelt. Spitzenreiter in der ERP-Nutzung ist Spanien mit einem Nutzeranteil von 30 Prozent der Unternehmen des Baugewerbes. Über alle Wirtschaftsbereiche hinweg liegt die Nutzung von

¹¹ LTE (Long-Term Evolution) ist ein Mobilfunkstandard der dritten bzw. vierten Generation. In Europäische Kommission 2018c wird keine Unterscheidung zwischen LTE (3.9G) und LTE-Advanced (4G) getroffen.

ERP-Systemen in Deutschland bei 37,6 Prozent und somit auf Rang 3 im Ländervergleich (siehe Abb. 8-3 im Anhang).

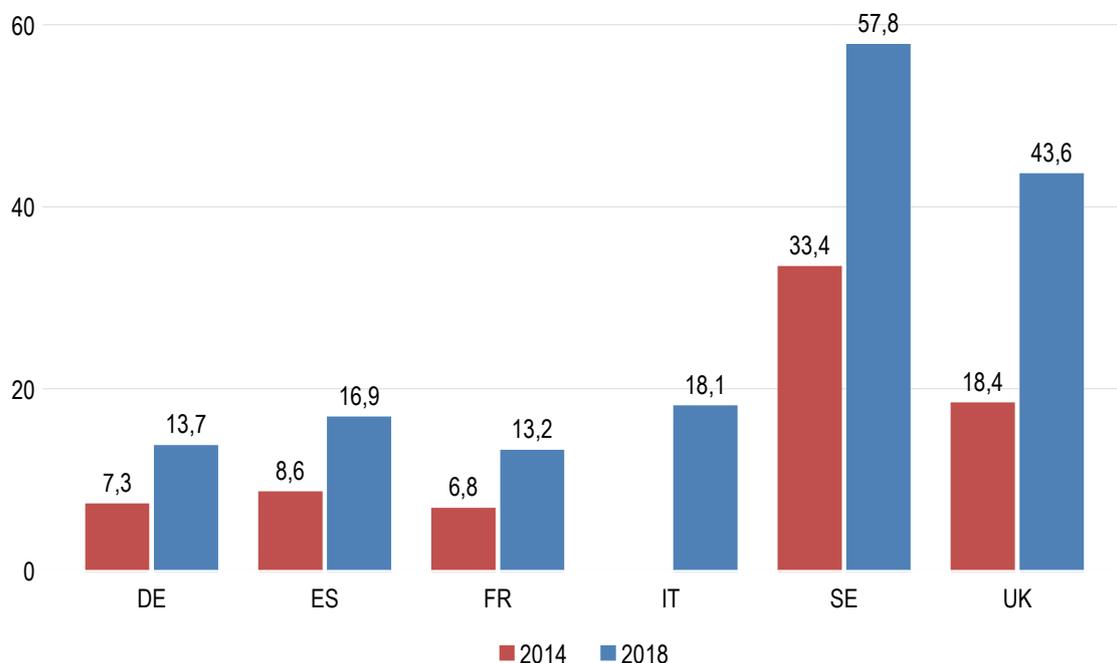
Abb. 2-4: Anteil der Unternehmen, die RFID (Radio Frequency Identification) Technologien einsetzen – Baugewerbe (in Prozent)



Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_RFID1; Eurostat industry code: 10_F41_43; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 2-4 stellt den Anteil der Unternehmen in der Baubranche, die RFID (Radio Frequency Identification) Technologien verwenden, dar. Die Nutzung von RFID-Systemen ermöglicht die automatische und berührungslose Identifikation von Objekten und kann insbesondere bei der Materialbewirtschaftung und Optimierung von Lieferketten von Nutzen sein. Das deutsche Baugewerbe lag im Jahr 2017 mit einem Anteil von 7,6 Prozent der Unternehmen auf Rang 3. Dies entspricht im Vergleich zum Jahr 2014 einem Anstieg von mehr als 2 Prozentpunkten. Führend bei dem Einsatz dieser Technologie in der Baubranche war im Jahr 2017 Schweden, wo 12,7 Prozent der Unternehmen im dortigen Baugewerbe RFID-Technologien verwendeten. Betrachtet man das Aggregat aller in der IKT-Erhebung abgedeckten Branchen, so lag Deutschland im Jahr 2017 im Ländervergleich mit 15,5 Prozent auf Rang 1 (siehe Abb. 8-4 im Anhang), wobei in Deutschland insbesondere auch die Branchen Elektrische Ausrüstungen/Maschinenbau sowie der Fahrzeugbau dieses Ergebnis treiben (siehe Abb. 2-11).

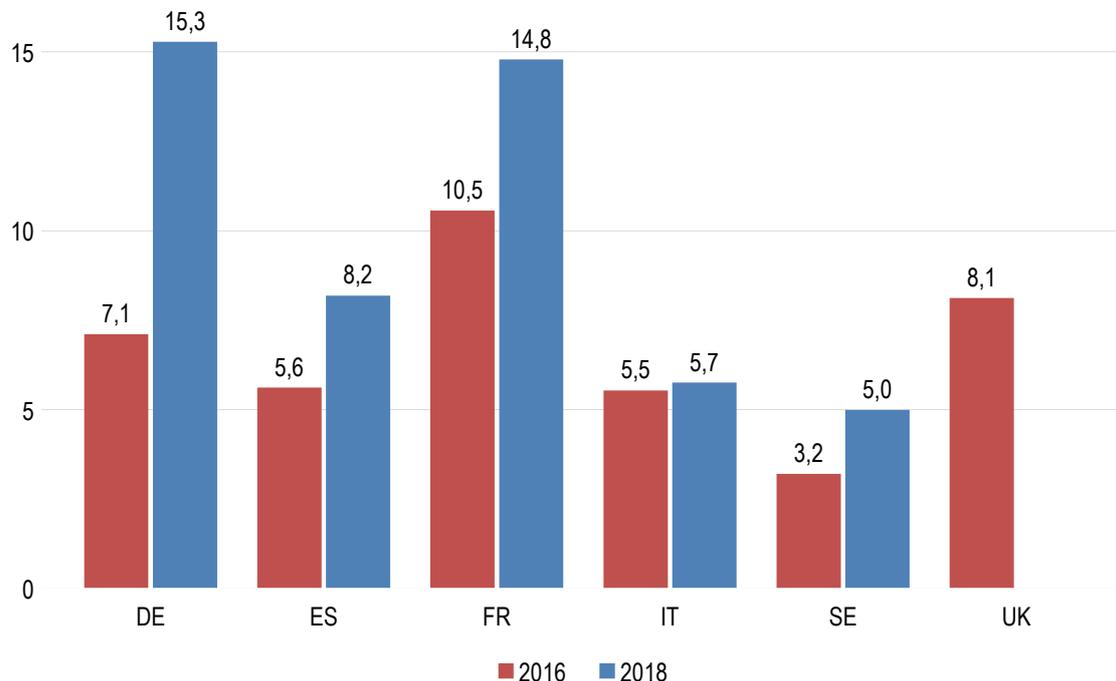
Abb. 2-5: Anteil der Unternehmen, die kostenpflichtige Cloud Computing Dienste (CC-Dienste) über das Internet beziehen – Baugewerbe (in Prozent)



Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_CC; Eurostat industry code: 10_F41_43; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Cloud Computing stellt insbesondere in Verbindung mit der Nutzung von mobilen Endgeräten eine der Basistechnologien für die Digitalisierung der Baustelle dar (Oesterreich/Teuteberg 2017). Die OECD sieht den Hauptvorteil von Cloud Computing aus ökonomischer Sicht in der Fähigkeit, auf IT-Ressourcen bei Bedarf zugreifen zu können, ohne dass erhebliche Investitionen erforderlich sind (OECD 2014: 4). Positive Produktivitätseffekte der Nutzung von Cloud Computing ließen sich mit UK-Daten empirisch bisher jedoch nur für junge Unternehmen nachweisen (DeStefano/Kneller/Timmis 2019). Bei der Verwendung von kostenpflichtigen Cloud Computing Diensten im Baugewerbe bestanden im Jahr 2018 erhebliche Unterschiede zwischen den hier betrachteten Ländern (Abb. 2-5). Deutschland lag im Jahr 2018, mit einem Anteil in Höhe von 13,7 Prozent der Bauunternehmen, die diese Dienste nutzen, auf Rang 5. Dies entsprach im Vergleich zum Jahr 2014 einem Anstieg um etwas mehr als 6 Prozentpunkte. Spitzenreiter zu beiden Zeitpunkten war Schweden mit einem Wert von 33,4 bzw. 57,8 Prozent. Bei der Betrachtung aller Wirtschaftsbereiche ergibt sich ein ähnliches Bild wie im Baugewerbe (siehe Abb. 8-5 im Anhang). Auch in der Gesamtwirtschaft waren im Jahr 2018 das Vereinigte Königreich sowie Schweden mit großem Abstand führend. Zu beachten ist, dass insbesondere auch datenschutzrechtliche Aspekte sowie die Preise und die Verfügbarkeit von (mobilem) Breitbandinternet für die Unterschiede zwischen den Ländern beim Thema Cloud Computing ausschlaggebend sein könnten.

Abb. 2-6: Anteil der Unternehmen, die Big Data analysieren – Baugewerbe (in Prozent)



Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_BD; Eurostat industry code: 10_F41_43; Anteil in Prozent; Wert für das Jahr 2018 für UK nicht verfügbar; eigene Darstellung des ZEW.

Der Einsatz von Big Data Analytics war in der Baubranche im Jahr 2016 in allen betrachteten Ländern wenig verbreitet (Abb. 2-6). Die gezielte Analyse von großen Datenmengen hat das Potenzial zu mehr Produktinnovationen und einer höheren Innovationsintensität der Unternehmen beizutragen.¹² In Deutschland gaben im Jahr 2016 etwas mehr als 7 Prozent der Unternehmen der Baubranche an, Big Data zu analysieren. Damit lag Deutschland im Ländervergleich auf dem dritten Rang. Bis zum Jahr 2018 hat sich die Big Data Nutzung im deutschen Baugewerbe mit einem Anteil der Unternehmen von 15,3 Prozent mehr als verdoppelt. Deutschland lag damit im Jahr 2018 bei der Big Data Nutzung auf dem ersten Rang, wobei für UK für 2018 keine Daten vorliegen. Das sehr gute Abschneiden von Deutschland sowie das äußerst schlechte Abschneiden von Schweden bei der Big Data Nutzung im Baugewerbe überrascht etwas. Die grobe Tendenz ist bei der Betrachtung sämtlicher Wirtschaftsbereiche jedoch tendenziell vergleichbar (siehe Abb. 8-6 im Anhang). Daher ist nicht ganz auszuschließen, dass es zwischen den einzelnen Ländern bei der Auffassung bzw. Interpretation der Big Data Frage durch die befragten Unternehmen gewisse Unterschiede geben könnte.¹³

¹² Siehe z. B. Niebel/Rasel/Viete (2019).

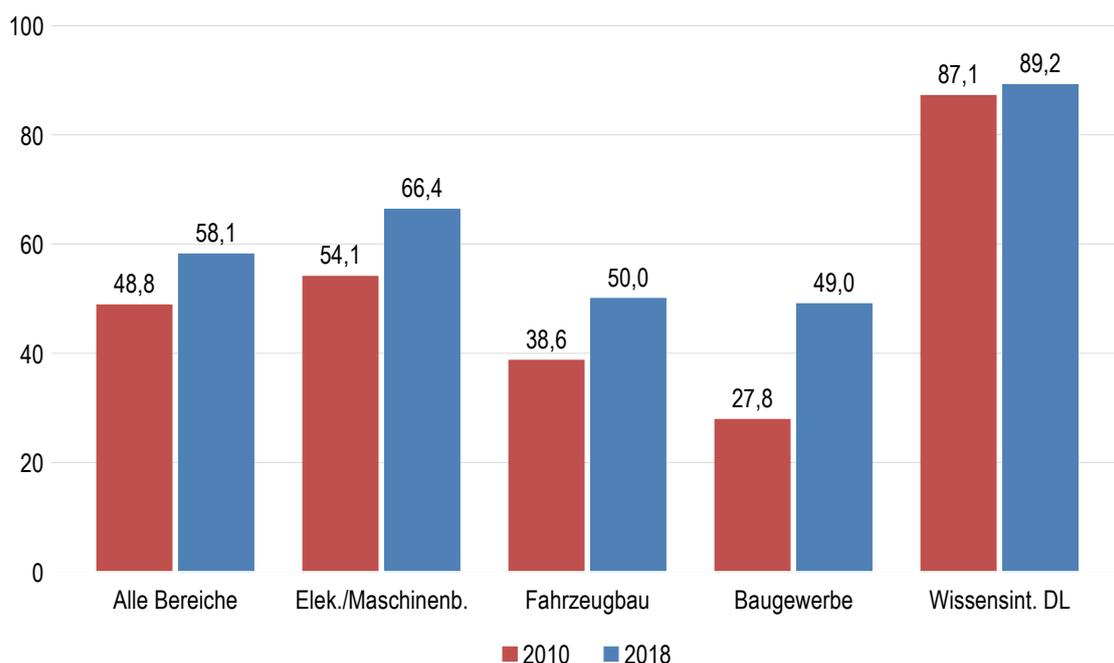
¹³ Der Fragebogen mit der detaillierten Big Data Frage (Seite 12) findet sich unter <https://circabc.europa.eu/sd/a/1fbef4a1-4c31-4b6a-afe8-19ee6d7e3b0f/ICT-Entr%202018%20-%20Model%20Questionnaire%20V%201.2.pdf>.

2.2.2 Nutzung von IKT in Deutschland im Branchenvergleich

Im Hinblick auf die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen gibt es zwischen den Ländern eine große Heterogenität. Diese Diskrepanz besteht in erheblichem Umfang auch innerhalb der Branchen eines Landes. Für die unterschiedlichen Geschwindigkeiten bei der Diffusion existieren es mannigfaltige Erklärungsansätze. Oft genannt werden der hohe zeitliche und finanzielle Aufwand sowie fehlende digitale Kompetenzen der Beschäftigten (Graumann et al. 2016: S.69). Bei manch einer Technologie oder Anwendung dürften sich auch schon der prinzipielle Nutzen und die Anwendbarkeit zwischen den Branchen recht stark unterscheiden.

Als Vergleichsbranchen zum Baugewerbe (WZ 41-43) dienen die Elektrischen Ausrüstungen/Maschinenbau (WZ 27 und 28), der Fahrzeugbau (WZ 29 und 30), Verkehr und Lagerei (WZ 49-53) sowie die wissensintensiven Dienstleistungen (WZ69-74). Die IKT-Nutzung bzw. die Digitalisierung in der Gesamtwirtschaft zeigt sich im Aggregat „Alle Bereiche“ (WZ 10-82, 95.1), welches sämtliche in der IKT-Erhebung abgedeckten Wirtschaftsbereiche in Deutschland enthält.¹⁴

Abb. 2-7: Anteil der Beschäftigten, die an das WWW angeschlossene Computer nutzen – Branchenvergleich in Deutschland (in Prozent)

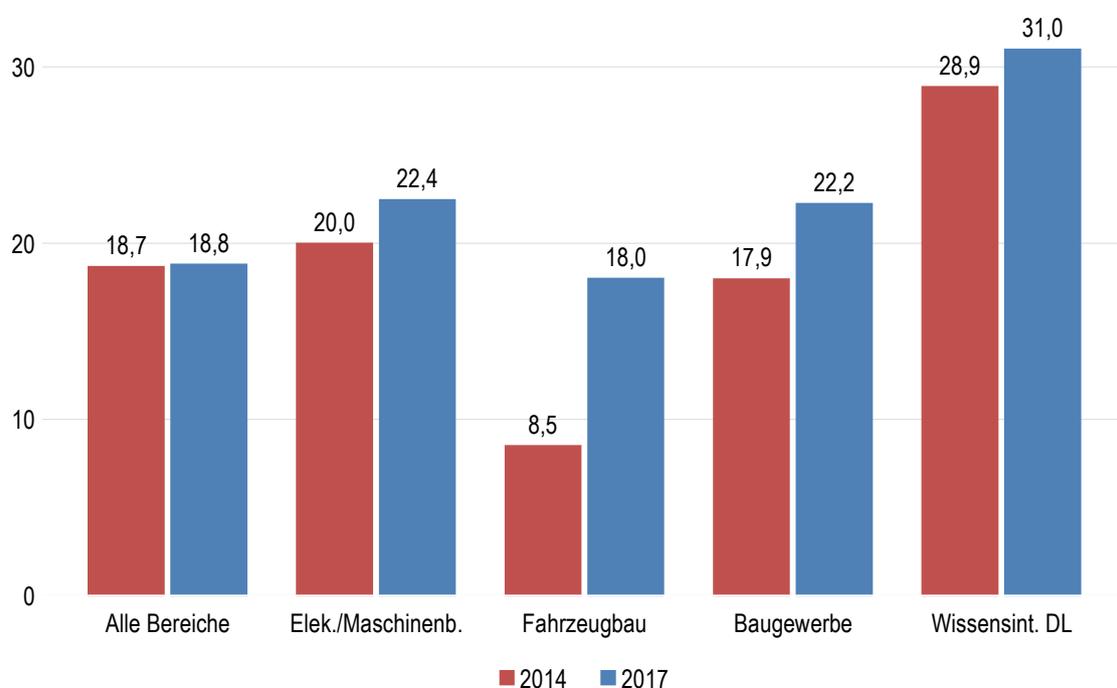


Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: P_IUSE; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

¹⁴ Jedoch ohne Finanz- und Versicherungsdienstleistungen (WZ 64-74) sowie dem Veterinärwesen (WZ 75). WZ 95.1 ist die Reparatur von Datenverarbeitungs- und Telekommunikationsgeräten. Zudem werden die Landwirtschaft, der Bergbau und der öffentliche Sektor nicht befragt.

Abb. 2-7 zeigt die Anteile der Beschäftigten, die in Deutschland für geschäftliche Zwecke internetfähige Computer nutzen, im Branchenvergleich. Der Indikator gibt den Stand der Digitalisierung in den einzelnen Branchen wieder. Mit 27,8 bzw. 49 Prozent lag das Baugewerbe dabei sowohl im Jahr 2010 als auch 2018 auf dem letzten Platz. Auch im Vergleich zu allen Wirtschaftsbereichen oder anderen Bereichen des produzierenden Gewerbes wie die Elektrischen Ausrüstungen/Maschinenbau und dem Fahrzeugbau, weist das Baugewerbe geringere Anteile auf, was nicht zuletzt mit den Tätigkeitsstrukturen der im Baugewerbe Beschäftigten zusammenhängt. Positiv zu bewerten ist der doch relativ starke Anstieg zwischen 2010 und 2018. Wenig überraschend lag im Jahr 2018 der Anteil der Beschäftigten, die im Bereich der wissensintensiven Dienstleistungen für geschäftliche Zwecke internetfähige Computer nutzen, mit etwas über 89 Prozent am höchsten.

Abb. 2-8: Anteil der Beschäftigten, denen tragbare Geräte mit mobiler Internetverbindung für geschäftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden – Branchenvergleich (in Prozent)

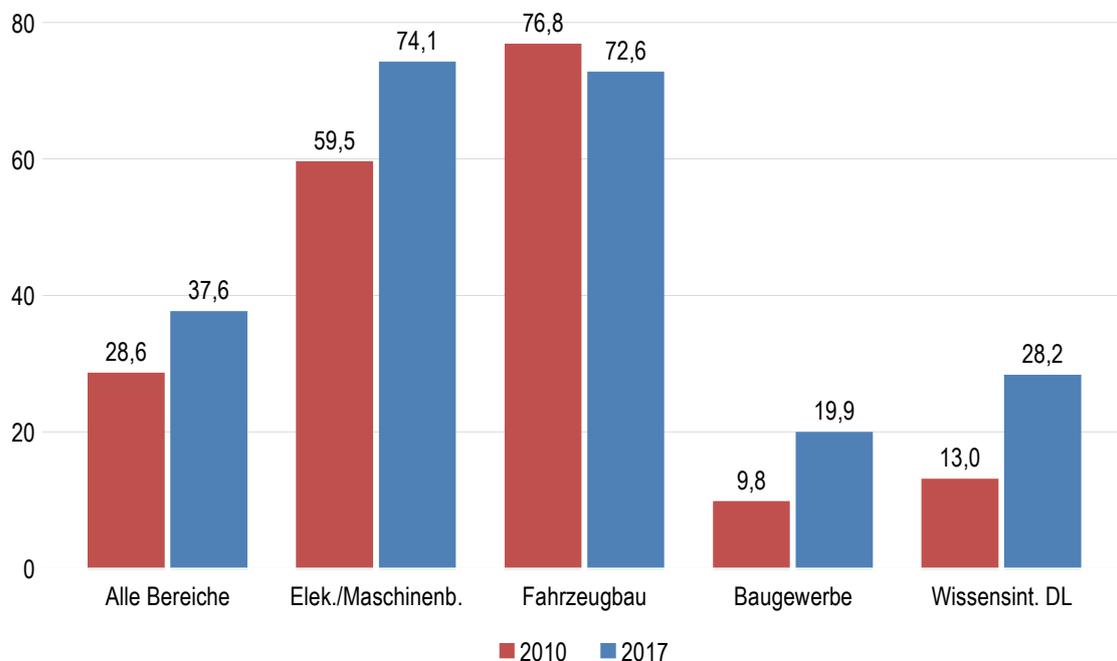


Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: P_EMPMD1; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Bei der Nutzung tragbarer, internetfähiger Geräte lag die Baubranche im Jahr 2017 mit einem Beschäftigtenanteil von 22,2 Prozent im Mittelfeld (Abb. 2-8). Dies ist insofern interessant, da im internationalen Vergleich die deutsche Wirtschaft an letzter Stelle lag (siehe Abb. 2-2). Auch der Anstieg zwischen den Jahren 2014 und 2017 ist überdurchschnittlich hoch ausgefallen. Die Baubranche lag 2017 damit auch über dem Durchschnitt aller in der Befragung abgedeckten Wirtschaftsbereiche von 18,8 Prozent. Spitzenreiter der hier betrachteten Branchen waren im Jahr 2017 die wissensintensiven Dienstleistungen. Dort waren 31 Prozent der Beschäftigten mit tragbaren Geräten mit mobiler Internetverbindung zur Verwendung für geschäftliche Zwecke ausgestattet.

Beim Einsatz von ERP-Softwarepaketen zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Branchen in Deutschland (siehe Abb. 2-9). So nutzten in den hier dargestellten Branchen des Verarbeitenden Gewerbes (elektrische Ausrüstungen/Maschinenbau, Fahrzeugbau) mehr als zwei Drittel der Unternehmen im Jahr 2017 ERP-Systeme. Im Baugewerbe lag dieser Wert bei 19,9 Prozent. Etwas größere Verbreitung fanden ERP-Softwarepakete mit 28,2 Prozent bei den wissensintensiven Dienstleistungen. Beide Branchen lagen jedoch sowohl im Jahr 2010 als auch im Jahr 2017 deutlich unterhalb des Aggregats aller in der Erhebung abgedeckten Wirtschaftsbereiche. Bei der Interpretation der Werte gilt es zu beachten, dass insbesondere auch der Einsatz von ERP-Systemen sehr stark von der Unternehmensgröße abhängig ist.¹⁵ Da in der Bauwirtschaft sehr viele Kleinunternehmen tätig sind, ist der geringe Einsatz von ERP-Softwarepaketen wenig überraschend.

Abb. 2-9: Anteil der Unternehmen, die ERP-Softwarepakete verwendet haben, um Informationen innerhalb der Sachabteilungen auszutauschen – Branchenvergleich (in Prozent)



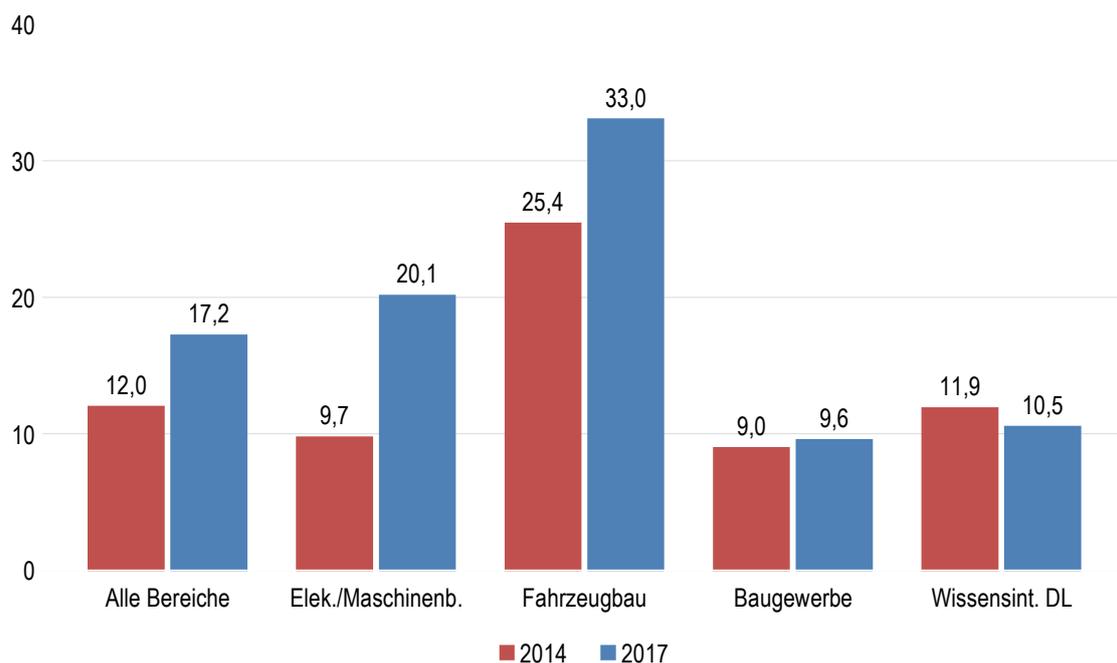
Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_ERP1; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Die Möglichkeit zum Versand elektronischer Rechnungen, die automatisch weiterverarbeitet werden können, wird in Abb. 2-10 dargestellt. Hier lag das Baugewerbe in den Jahren 2014 und 2017 mit 9,0 und 9,6 Prozent jeweils deutlich unter den hier untersuchten Vergleichsbranchen und auch dem Aggregat aller Wirt-

¹⁵ Der Anteil der Unternehmen, die 2017 ERP-Systeme im Einsatz hatten, lag in „Allen Bereichen“ (WZ 10-82, 95.1) bei Unternehmen mit 10-49 Mitarbeitern bei 31 Prozent, bei Unternehmen mit 50-249 Mitarbeitern bei 62 Prozent und bei Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern bei 82 Prozent.

schaftsbereiche. Spitzenreiter bei der Verwendung dieser Technologie war in beiden Jahren der Fahrzeugbau mit 25,4 bzw. 33,0 Prozent der Unternehmen. Der durchschnittliche Anteil der Unternehmen, die die Möglichkeit zum Versand von maschinenlesbaren elektronischen Rechnungen hatten, lag insgesamt im Jahr 2014 bei 12,0 Prozent. Hier war jedoch bis zum Jahr 2017 ein relativ starker Anstieg auf nunmehr 17,2 Prozent zu verzeichnen.

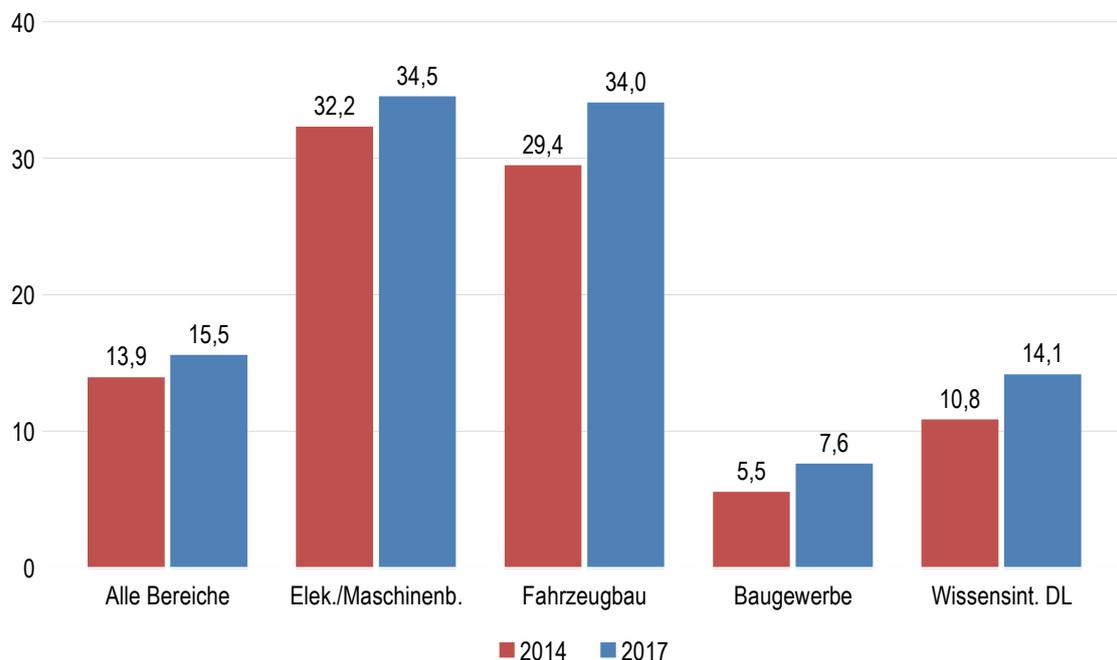
Abb. 2-10: Anteil der Unternehmen, die elektronische Rechnungen B2BG versenden, die automatisiert weiterverarbeitet werden können- Branchenvergleich (in Prozent)



Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_INV3SBG_AP_GT0; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Auch bei der Nutzung von RFID-Technologien zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den hier betrachteten Branchen in Deutschland (Abb. 2-11). Die größte Verbreitung dieser Technologie zur automatischen und berührungslosen Identifikation von Objekten fand sich zu beiden in Abb. 2-11 dargestellten Zeitpunkten im Bereich der Elektrischen Ausrüstungen/Maschinenbau und dem Fahrzeugbau. Dort haben im Jahr 2017 jeweils bereits ungefähr 34 Prozent der Unternehmen RFID-Systeme eingesetzt. In der Baubranche hat diese Technologie bis dato nur eine sehr geringe Verbreitung gefunden. Lediglich 7,6 Prozent der Unternehmen des Baugewerbes gehörten 2017 zur Nutzergruppe. Dies ist weniger als die Hälfte des Werts für das Aggregat aller mit der Eurostat IKT-Erhebung abgedeckten Bereiche.

Abb. 2-11: Anteil der Unternehmen, die RFID (Radio Frequency Identification) Technologien einsetzen – Branchenvergleich (in Prozent)

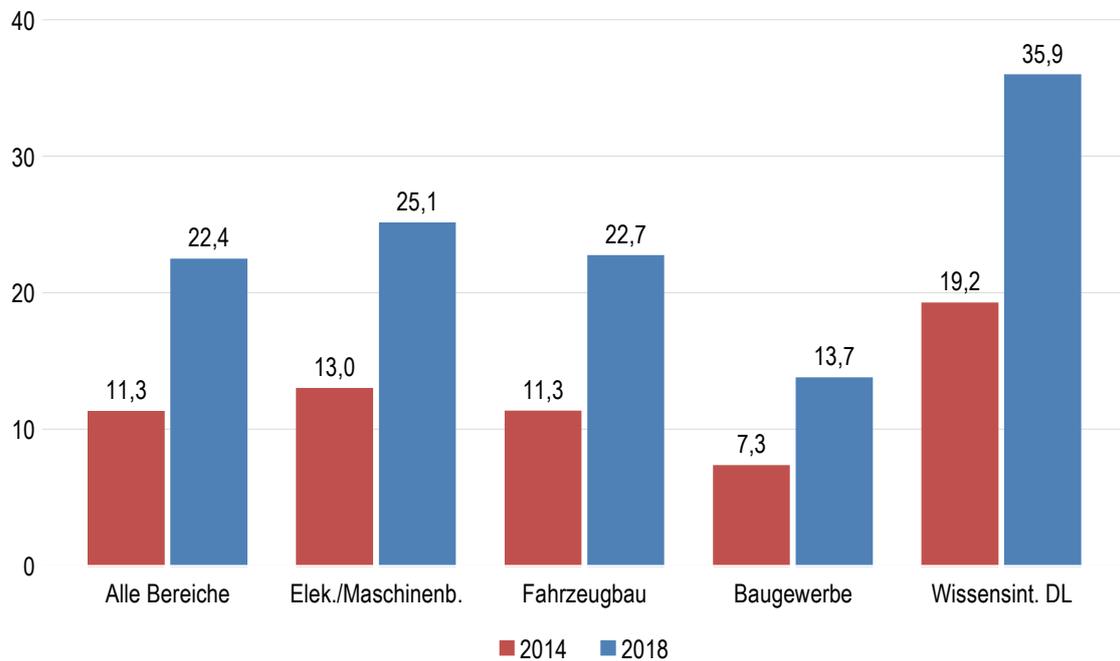


Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_RFID1; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 2-12 gibt einen Überblick über den derzeitigen Stand der Verwendung von kostenpflichtigen Cloud Computing Diensten in der deutschen Wirtschaft. Der Vorteil von Cloud Computing als Bezugsmodell liegt darin, dass nur die tatsächlich genutzte Rechenleistung zu bezahlen ist und diese auch sehr kurzfristig gesteigert werden kann. Es entstehen also keine hohen Investitions- und Fixkosten, was insbesondere für kleine Unternehmen, wie sie auch häufig im Baugewerbe anzutreffen sind, von Vorteil sein kann. Der Bezug von Rechenleistung als Dienstleistung anstelle von Investitionen in eigene Computerhardware und Software hat allem Anschein nach aber auch Implikationen für die Messung der IKT-Investitionen (siehe z. B. Byrne/Corrado/Sichel 2018 sowie die Analysen in Abschnitt 2.3).

Wie aus Abb. 2-12 ersichtlich, sind die Branchenunterschiede bei der Nutzung von Cloud Computing Diensten im Vergleich zu den anderen in Abschnitt 2.2.2 bisher diskutierten Informations- und Kommunikationstechnologien im Allgemeinen eher gering. Der Anteil der Unternehmen des Baugewerbes, die im Jahr 2018 Cloud Computing nutzten, lag mit 13,7 Prozent, trotz der annähernden Verdoppelung im Vergleich zu 2014, doch schon recht erheblich unterhalb des gewichteten Durchschnitts aller Wirtschaftsbereiche von 22,4 Prozent.

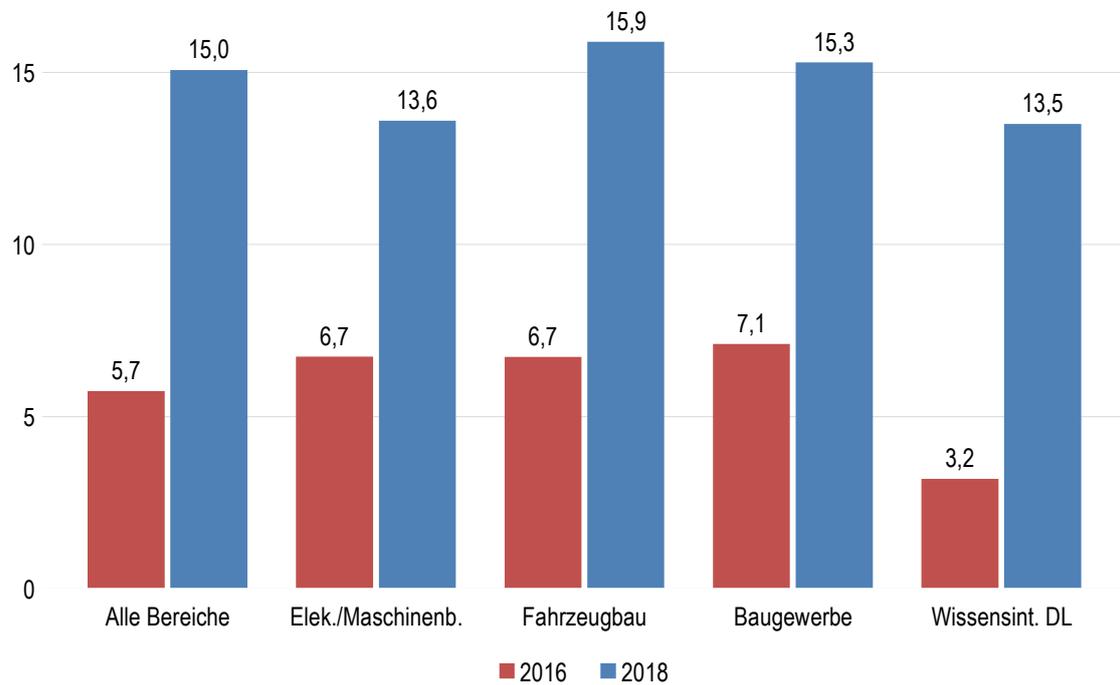
Abb. 2-12: Anteil der Unternehmen, die kostenpflichtige Cloud Computing Dienste (CC-Dienste) über das Internet beziehen – Branchenvergleich (in Prozent)



Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_CC; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 2-13 stellt die Verwendung von Big Data Analytics im Branchenvergleich in Deutschland dar. Insgesamt war die Technologie im Jahr 2016, mit einem durchschnittlichen Nutzeranteil („Alle Bereiche“) von knapp 6 Prozent, noch wenig verbreitet. Bis zum Jahr 2018 war auf gesamtwirtschaftlicher Ebene („Alle Bereiche“) ein starker Anstieg auf 15 Prozent zu verzeichnen. Im Jahr 2016 nahm das Baugewerbe im Branchenvergleich die Spitzenposition ein und wurde im Jahr 2018 lediglich knapp vom Fahrzeugbau überholt. Im Jahr 2016 gaben 7,1 Prozent der Unternehmen in der deutschen Bauwirtschaft an, große Datenmengen gezielt zu analysieren. Dieser Werte hatte sich bis zum Jahr 2018 auf 15,3 Prozent deutlich erhöht.

Abb. 2-13: Anteil der Unternehmen, die Big Data analysieren – Branchenvergleich (in Prozent)



Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018.
Eurostat Indikator: E_BD; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

2.3 IKT-Investitionen im Baugewerbe

Neben Analysen der Nutzung spezifischer Informations- und Kommunikationstechnologien, kann die Betrachtung der IKT-Investitionen Aufschluss über den Digitalisierungsgrad einer Branche geben. Deutschland ist derzeit eines der wenigen Länder in der EU, welches keine Daten zu Investitionen in Computer Hardware und Kommunikationstechnik im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) auf Branchenebene veröffentlicht.¹⁶ Investitionen in Software und Datenbanken, sowohl selbst erstellt als auch zugekauft, werden jedoch in der VGR auf Branchenebene ausgewiesen.

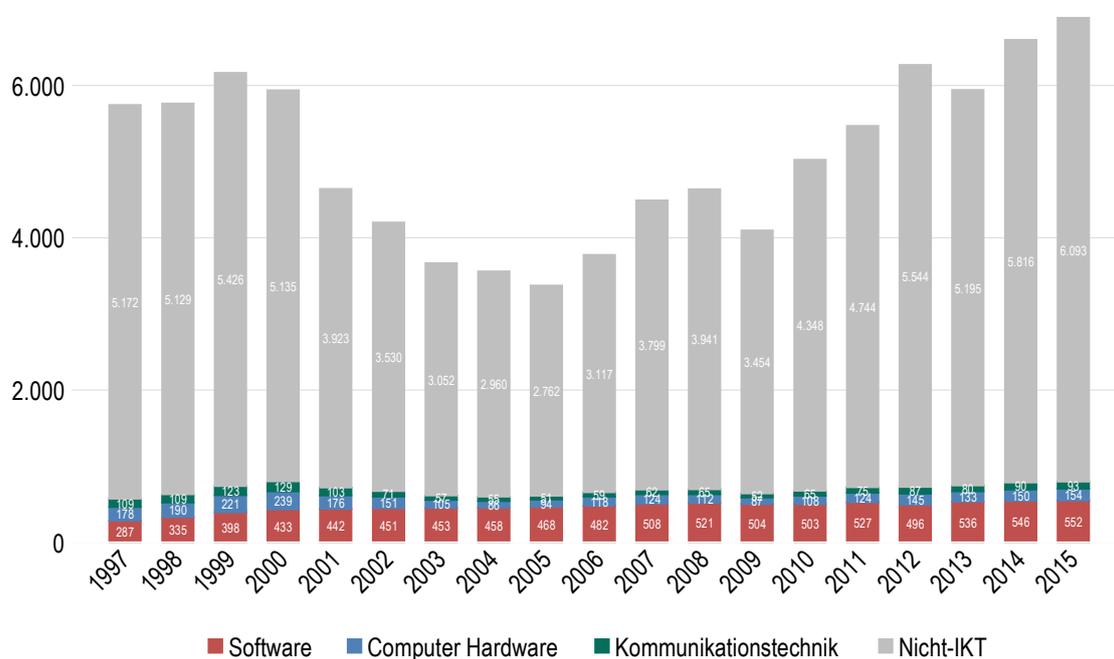
Die nachfolgenden Auswertungen der IKT-Investitionen im Baugewerbe (WZ 2008 bzw. NACE Rev. 2, Abschnitt F) basieren daher auf der EU KLEMS Datenbank¹⁷, welche in Abschnitt 5 auch bei der Analyse der Produktivitätsentwicklung im Baugewerbe verwendet wird. Zur Erstellung der aktuellen Version der EU KLEMS Datenbank wurden hauptsächlich Daten von Eurostat verwendet. Diese wurden ergänzt durch Daten der nationalen Statistischen Ämter sowie eigenen Berechnungen. Eine detaillierte Beschreibung der Methoden und Daten der EU KLEMS Datenbank findet sich in O'Mahony/Timmer (2009) sowie für die aktuelle Version in Jäger (2017).

Abb. 2-14 gibt einen Überblick über die nominalen Bruttoanlageinvestitionen im deutschen Baugewerbe im Zeitverlauf. Die Investitionen sind dabei in die drei Kategorien der IKT-Güter (Software, Computer Hardware sowie Kommunikationstechnik) und restliche Investitionen (Nicht-IKT-Investitionen: Bauten, Fahrzeuge, Sonstige Ausrüstungen und Waffensysteme, Nutztiere und Nutzpflanzungen sowie Geistiges Eigentum abzüglich Software) untergliedert. Es zeigt sich, dass die Summe der Investitionen in der deutschen Baubranche in den 2000er Jahren relativ niedrig war, bis 2010 aber beinahe kontinuierlich angestiegen ist. Im Jahr 2015 wurden in der Baubranche in Deutschland Investitionen von insgesamt knapp 6,9 Milliarden Euro getätigt. Der Anteil der IKT-Investitionen war über den gesamten Zeitraum hinweg relativ gering.

¹⁶ http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nama_10_nfa_fl&lang=de

¹⁷ <http://www.euklems.net/>. Die EU KLEMS Datenbank wurde ursprünglich im Rahmen des 6. bzw. 7. EU Forschungsrahmenprogramms entworfen. Die gegenwärtig aktuelle Version wurde vom Conference Board für DG ECFIN erstellt. KLEMS steht für capital (K), labour (L), energy (E), material (M) und service (S) – siehe O'Mahony/Timmer (2009): F374.

Abb. 2-14: Nominale Bruttoanlageinvestitionen im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf (in Millionen Euro)



Quelle: EU KLEMS September 2017 release.

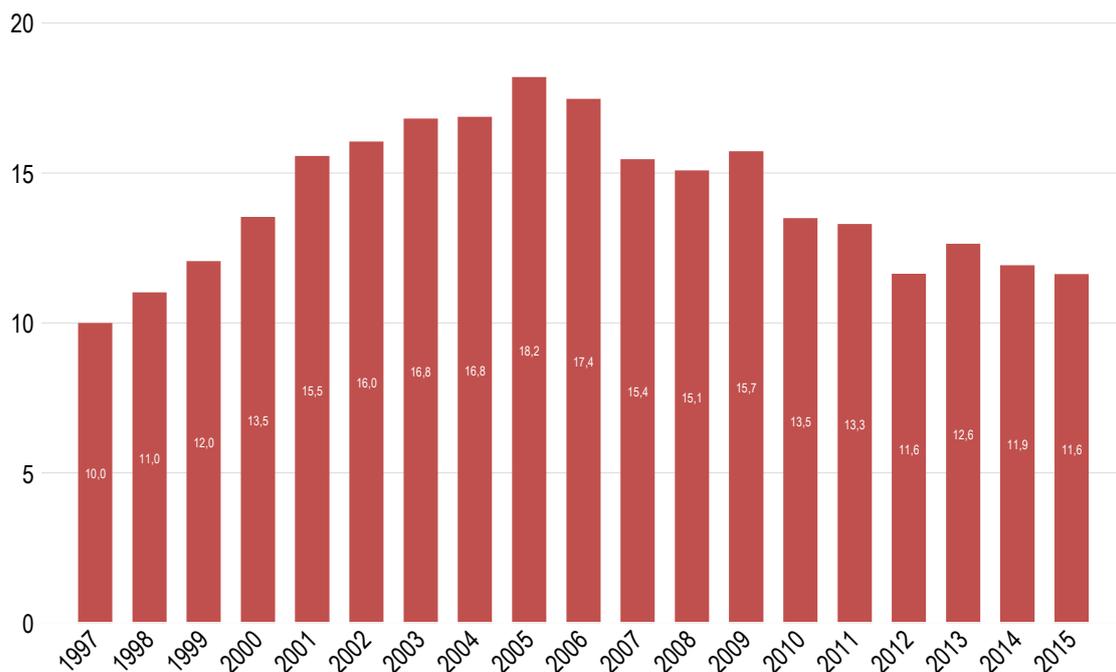
EU KLEMS industry code (NACE 2): F; Angaben in Millionen Euro; eigene Darstellung des ZEW.

Dies wird in Abb. 2-15 nochmals verdeutlicht. Hier ist der prozentuale Anteil der IKT-Investitionen an den gesamten Investitionen der deutschen Baubranche abgetragen. Der prozentuale Anteil der IKT-Investitionen lag im Jahr 1997 bei genau 10 Prozent und im Jahr 2015 bei 11,6 Prozent. Der Höchstwert wurde im Jahr 2005 erreicht. Dort waren 18,2 Prozent der nominalen Bruttoanlageinvestitionen Investitionen in IKT-Güter. Im Jahr 2005 waren jedoch die Gesamtinvestitionen des Baugewerbes auf dem Tiefpunkt des hier betrachteten Zeitraums angelangt. Somit ist der Höchstwert im Jahr 2005 insbesondere auch durch die geringen Nicht-IKT-Investitionen getrieben, für welche unter anderem die jahrelange Krise des deutschen Baugewerbes bis zum Jahr 2005 ursächlich war (siehe den Verlauf der realen Bruttowertschöpfung in Abb. Abb. 5-1). Der Anteil der nominalen IKT-Investitionen an den gesamten nominalen Bruttoanlageinvestitionen im Baugewerbe liegt insgesamt aber höher als in der Gesamtwirtschaft (siehe Abb. 8-8 im Anhang). Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene lag der Anteil der IKT-Investitionen an den gesamten Investitionen im Jahr 1997 bei 8,3 Prozent und im Jahr 2015 bei 7,7 Prozent.¹⁸ Bei der Interpretation dieser Werte gilt es zudem zu beachten, dass die IKT, die z. B. in modernen Baumaschinen enthalten sind („embedded ICT“), nicht als

¹⁸ Die Anteile der IKT-Investitionen an den Gesamtinvestitionen im Baugewerbe und in der Gesamtwirtschaft sind nicht unmittelbar vergleichbar, da bei den Werten für die Gesamtwirtschaft auch Investitionen in Wohnbauten enthalten sind, welche ausschließlich im Wirtschaftszweig Grundstücks- und Wohnungswesen (L) auftreten. Der Anteil der IKT-Investitionen an den Gesamtinvestitionen im Baugewerbe ist jedoch auch unter Herausrechnung der Wohnbauten meist höher als in der Gesamtwirtschaft.

IKT-Investitionen erfasst werden.¹⁹ Dies gilt jedoch auch für andere Wirtschaftsbereiche bzw. die dort getätigten Investitionen in Maschinen und Ausrüstungen. Auch bei diesen Investitionen wird die zunehmende Verbreitung eingebetteter IKT statistisch nicht gesondert erfasst.

Abb. 2-15: Anteil der nominalen IKT-Investitionen an den gesamten nominalen Bruttoanlageinvestitionen im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf (in Prozent)



Quelle: EU KLEMS September 2017 release.

EU KLEMS industry code (NACE 2): F; Anteil in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

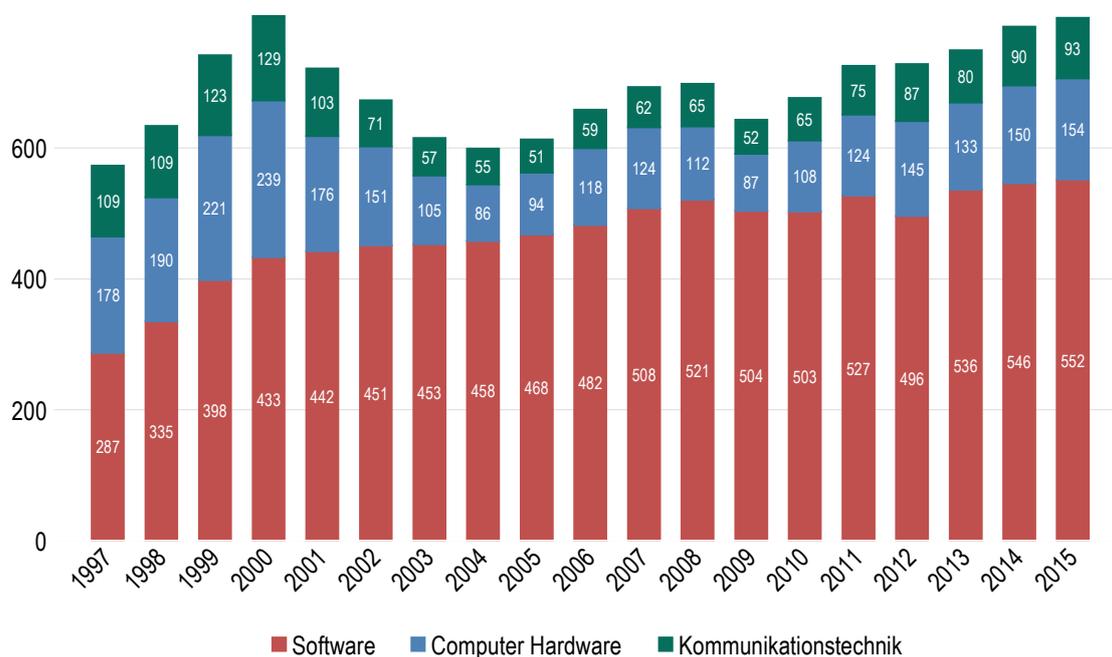
In Abb. 2-16 sind die nominalen Bruttoanlageinvestitionen in IKT-Güter in der Baubranche in Deutschland nochmals in detaillierter Form dargestellt. Bei dieser Betrachtung der nominalen Investitionen (ohne Preis- und Qualitätsbereinigung) lassen sich drei Ergebnisse ableiten. Die Investitionen in Software machen den Großteil der IKT-Investitionen im Baugewerbe aus. Sie haben im Zeitverlauf relativ kontinuierlich zugenommen und sich zwischen den Jahren 1997 und 2015 beinahe verdoppelt. Weiterhin wurde in Computer Hardware sowie Kommunikationstechnik insbesondere in den Jahren 1999 und 2001 außergewöhnlich viel investiert.

Im Jahr 2015 hat die deutsche Bauwirtschaft ziemlich genau 800 Millionen Euro in IKT investiert. In der Gesamtwirtschaft beliefen sich dagegen die Investitionen in IKT-Güter im Jahr 2015 auf knapp 48 Milliarden Euro (siehe Abb. 8-7 im Anhang).

¹⁹ Siehe OECD (2019b).

Da es insbesondere bei der Computer Hardware sowie der Kommunikationstechnik im Zeitverlauf einen raschen technologischen Fortschritt gibt und gab, ist es notwendig, auch preis- und qualitätsbereinigte Investitionsdaten zu analysieren. Aus diesen geht hervor (Abb. 8-11 im Anhang), dass nach der Preis- und Qualitätsbereinigung insbesondere bei den Investitionen in Computer Hardware eine starke Zunahme zu verzeichnen ist. Insgesamt haben sich die realen IKT-Investitionen im deutschen Baugewerbe in den Jahren 1997 bis 2015 mehr als verdoppelt (Abb. 8-11 im Anhang).

Abb. 2-16: Detaillierte Darstellung der nominalen Bruttoanlageinvestitionen in IKT-Güter im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf (in Millionen Euro)

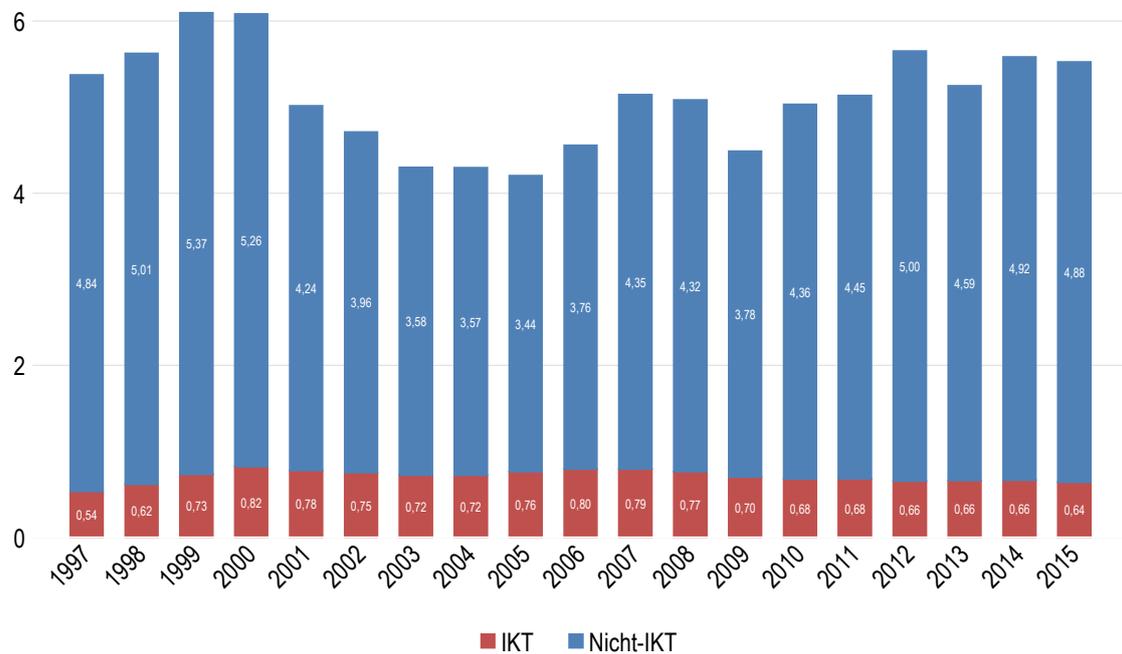


Quelle: EU KLEMS September 2017 release.

EU KLEMS industry code (NACE 2): F; Angaben in Millionen Euro; eigene Darstellung des ZEW.

In Abb. 2-17 ist der Anteil der nominalen (Nicht-)IKT-Investitionen an der gesamten nominalen Bruttowertschöpfung im Baugewerbe dargestellt. Dies ist ein Maß für die generelle Investitionsbereitschaft einer Branche. Die IKT-Investitionen lagen im Zeitverlauf immer zwischen 0,5 und 0,8 Prozent der Wertschöpfung. Dieser Wert und auch der Wert für die Nicht-IKT-Investitionen liegen in der Baubranche dabei deutlich unterhalb der Werte für die Gesamtwirtschaft (siehe Abb. 8-9 im Anhang). Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene lag der Anteil der nominalen IKT-Investitionen an der gesamten nominalen Bruttowertschöpfung im Jahr 1997 bei 2,1 Prozent und im Jahr 2015 bei 1,8 Prozent und somit deutlich höher als in der Bauwirtschaft. Die Anteile auf gesamtwirtschaftlicher Ebene lagen im Zeitverlauf immer zwischen 1,7 und 2,8 Prozent, wobei der Höchstwert im Jahr 2000 erreicht wurde.

Abb. 2-17: Anteil der nominalen (Nicht-)IKT-Investitionen an der gesamten nominalen Bruttowertschöpfung im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf (in Prozent)



Quelle: EU KLEMS September 2017 release.

EU KLEMS industry code (NACE 2): F; Anteil in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

2.4 Vorleistungsstruktur in der Baubranche auf Basis von Input-Output-Tabellen

Hinweis

Die Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für Deutschland sind funktional nach homogenen Gütergruppen abgegrenzt, d.h. gleiche Güter oder Dienstleistungen werden in Produktionsbereiche zusammengefasst, unabhängig vom Wirtschaftszweig, in dem die Güter oder Dienstleistungen erstellt wurden. Die Wirtschaftszweige in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung werden hingegen institutionell gebildet und fassen Unternehmen gemäß dem wirtschaftlichen Schwerpunkt ihrer Tätigkeit zusammen. Die Angaben in diesem Abschnitt sind deshalb nicht ohne weiteres mit denen der anderen Teile des Berichts vergleichbar, da dort die institutionelle Abgrenzung nach Wirtschaftszweigen verwendet wird.

Im Produktionsbereich Bau (Hochbauarbeiten, Tiefbauarbeiten, vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbauarbeiten) wurden im Jahr 2015 in Deutschland insgesamt Güter mit einem Produktionswert von rund 295,3 Milliarden Euro hergestellt. Damit ist der Wert in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen und lag mit mehr als 51 Milliarden Euro über dem Produktionswert aus dem Jahr 2010 (243,9 Milliarden Euro).²⁰

Der Produktionswert setzt sich im Wesentlichen aus den beiden Komponenten Vorleistungen aus den Produktionsbereichen und der Bruttowertschöpfung zusammen. Die Vorleistungen geben wiederum an, welche Güterbereiche (und damit letztendlich auch welche Branchen) besonders wichtig für die zu untersuchende Branche sind.

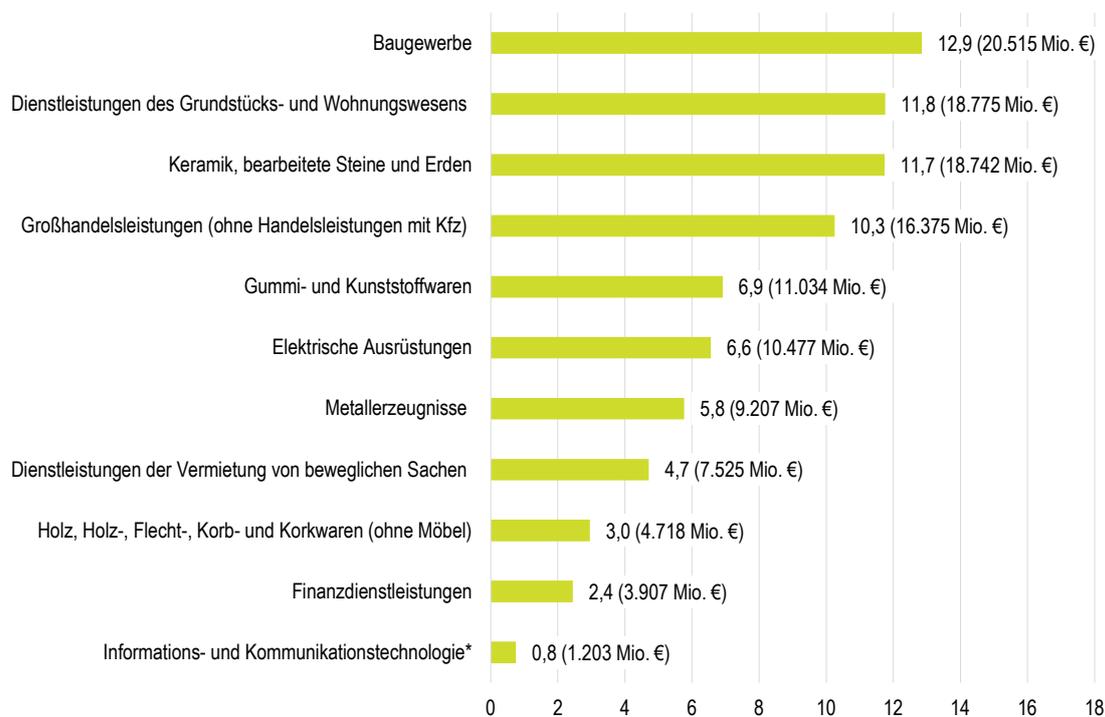
In der Bauwirtschaft²¹ entfielen im Jahr 2015 rund 54 Prozent des Produktionswertes auf Vorleistungen (aus anderen, aber auch aus der eigenen Branche). Dies entspricht einem monetären Wert von rund 160 Milliarden Euro, deren Verteilung auf die zehn wichtigsten Vorleistungsbereiche mit ihren jeweiligen Anteilswerten an den gesamten Vorleistungen der Bauwirtschaft in Abb. 2-18 dargestellt ist. Die zehn wichtigsten Vorleistungsbereiche sind für insgesamt 76,1 Prozent aller Vorleistungen verantwortlich, oder umgerechnet für rund 122 Milliarden Euro. Alle restlichen Bereiche (inklusive Informations- und Kommunikationstechnologien) summieren sich demzufolge auf 23,9 Prozent bzw. ca. 38 Milliarden Euro. Nicht überraschend ist die Baubranche mit 12,9 Prozent an Vorleistungen wiederum für sich selbst die wichtigste Vorleistungsbranche,²² dicht gefolgt von den Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens (mit einem Anteil von 11,8 Prozent an den gesamten Vorleistungen im Jahr 2015) und dem Bereich Keramik, bearbeitete Steine und Erden (11,7 Prozent).

²⁰ Das Jahr 2015 bildet den aktuellen Rand der Datenverfügbarkeit der Input-Output-Rechnung des Statistischen Bundesamtes. Die frühesten vergleichbaren Daten stammen aus dem Jahr 2010.

²¹ Zur besseren Lesbarkeit des Textes wird hier auch von Bauwirtschaft gesprochen, obwohl natürlich der Produktionsbereich Bau und nicht die eigentliche Branche Bauwirtschaft gemeint ist.

²² In der Regel trifft das für alle Branchen bzw. Produktionsbereiche zu.

Abb. 2-18: Die zehn wichtigsten Vorleistungsbereiche des Baugewerbes 2015 (in Prozent der gesamten Vorleistungen)



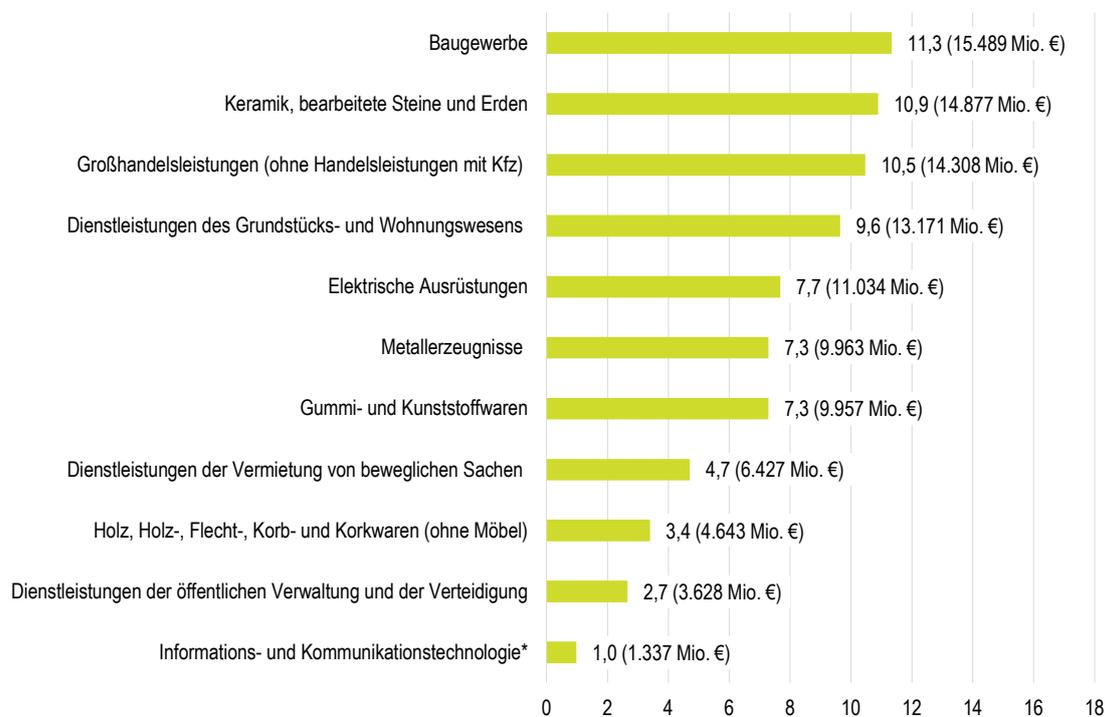
Lesehilfe: Mit 12,9 Prozent der Vorleistungen des Baugewerbes im Jahr 2015 stammen die meisten Vorleistungen aus dem Baugewerbe selbst, gefolgt von 11,8 Prozent an Vorleistungen aus dem Bereich Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens.

Anmerkung: * Nachrichtlich der Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien, welcher mit 0,8 Prozent nicht zu den Top 10 Bereichen zählt.

Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Input-Output-Rechnung 2015 (Revision 2014, Stand: August 2018), Statistisches Bundesamt (Destatis) 2019, erschienen am 10. Januar 2019.

Im Vergleich zum Jahr 2010 hat sich an der grundsätzlichen Vorleistungsstruktur des Baugewerbes wenig geändert. Auch im Jahr 2010 war die Baubranche der wichtigste Vorleistungslieferant für die eigene Produktion, damals mit einem Anteil von 11,3 Prozent an den gesamten Vorleistungen (siehe Abb. 2-19). Auf den nachfolgenden Plätzen sind leichte Verschiebungen der Rangfolge im Vergleich zum Jahr 2014 festzustellen, allerdings ergibt sich im Vergleich zum Jahr 2014 nur eine Veränderung in der Liste der zehn wichtigsten Vorleistungslieferanten. Während im Jahr 2010 noch die Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung und der Verteidigung als eine der zehn wichtigsten Vorleistungsbranchen galten, wurde diese im Jahr 2014 durch die Finanzdienstleistungen abgelöst.

Abb. 2-19: Die zehn wichtigsten Vorleistungsbereiche des Baugewerbes 2010 (in Prozent der gesamten Vorleistungen)



Lesehilfe: Mit 11,3 Prozent der Vorleistungen des Baugewerbes im Jahr 2010 stammen die meisten Vorleistungen aus dem Baugewerbe selbst, gefolgt von 10,9 Prozent an Vorleistungen aus dem Bereich Keramik, bearbeitete Steine und Erden.

Anmerkung: * Nachrichtlich der Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien, welcher mit 1,0 Prozent nicht zu den Top 10 Bereichen zählt.

Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Input-Output-Rechnung 2010 (Revision 2014), Statistisches Bundesamt (Destatis) 2015, erschienen am 11. Juni 2015, aktualisiert am 23.07.2015.

Neben den zehn wichtigsten Vorleistungsbereichen des Baugewerbes in den Jahren 2010 und 2015, enthalten die Abb. 2-18 und Abb. 2-19 auch noch den Bereich der Waren und Dienstleistungen der Informations- und Kommunikationstechnologien. Obwohl der Produktionswert im Baugewerbe zwischen 2010 und 2015 deutlich gestiegen und der Vorleistungsanteil nahezu unverändert geblieben ist, konnte der Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologieleistungen keinen Anstieg verzeichnen. In absoluten Werten flossen im Jahr 2010 1,337 Milliarden Euro als Vorleistungen in die Baubranche und damit sogar mehr als fünf Jahre später (1,203 Milliarden Euro). Damit erklärt sich auch der fallende Vorleistungsanteil von nur noch 0,8 Prozent im Jahr 2015 im Vergleich zu 1,0 Prozent im Jahr 2010.

Trotz der Tatsache, dass die digitalen Technologien und Dienstleistungen in den vergangenen Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen haben, scheint sich dies nicht in der Vorleistungsstruktur des Baugewerbes widerzuspiegeln. Allerdings muss man hier auch vorsichtig sein, da viele IKT-Güter nicht als Vorleistungen in den Produktionsprozess einfließen, sondern als langfristige Investitionen getätigt werden und somit in den hier dargestellten Zahlen nicht berücksichtigt werden.

Grundsätzlich würde man erwarten, dass durch die verstärkte Nutzung von Cloud Computing-Diensten Investitionen in eigene Hard- und Software zurückgehen und der Bezug von IKT-Vorleistungen zunehmen

würde (OECD 2019a: 132). Es bestehen jedoch erhebliche Probleme bei der korrekten Erfassung von Cloud Diensten im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (Byrne/Corrado/Sichel 2018, OECD 2019a: 132). Insbesondere die exakte Messung der Preis- und Qualitätsveränderungen von Cloud-Diensten stellen eine große Herausforderung dar (Coyle/Nguyen 2018: 22 ff). Weiterhin ist nicht gesichert, dass sämtliche Cloud-Dienstleistungen im Wirtschaftszweig „Information und Kommunikation“, welcher ein Teilbereich der IKT-Branche darstellt, erfasst werden (OECD 2019a: 132).

Der Rückgang beim Einsatz nominaler Vorleistungen aus der IKT-Branche kann somit auch mit Ungenauigkeiten bei der Messung von Cloud-Dienstleistungen zusammenhängen. Insbesondere dadurch, dass der Input-Output-Analyse nominale Vorleistungen zugrunde liegen, wird der Einfluss von sinkenden Preisen sowie der steigenden Qualität bei Cloud-Diensten (Rechenleistung etc.) ignoriert. Sinkende Preise, bzw. bessere Leistungen zum selben Preis können somit den Bezug von Vorleistungen aus der IKT-Branche verringern.

2.5 Zwischenfazit

Die wissenschaftliche Literatur zum Stand der Digitalisierung im Baugewerbe und deren Auswirkung auf die Produktivität ist, trotz der wirtschaftlichen Bedeutung der Branche und der Aktualität des Themas, nicht sehr umfassend. Insgesamt betrachtet besteht jedoch die Erwartung, dass die digitale Transformation in der Baubranche zu Produktivitätssteigerung führen wird.

Die Auswertungen auf Basis der Eurostat IKT-Erhebung bezüglich des Einsatzes von nicht-bauspezifischen Informations- und Kommunikationstechnologien, wie ERP-Systeme, Cloud Computing und Big Data, zeigen, dass das deutsche Baugewerbe im europäischen Vergleich eher im hinteren Mittelfeld zu finden ist. Einzig bei der Verwendung von Big Data-Technologien ist die deutsche Baubranche, auf insgesamt niedrigem Niveau, sehr gut aufgestellt. Im Vergleich mit anderen Branchen in Deutschland liegt das Baugewerbe bei einem Großteil der hier betrachteten Informations- und Kommunikationstechnologien auf den hinteren Rängen und oftmals auf dem letzten Rang. Einzig der Einsatz tragbarer internetfähiger Geräte ist im deutschen Baugewerbe im Vergleich zu anderen Branchen in Deutschland relativ hoch. Bei der Interpretation der Werte des Branchenvergleichs gilt es zu beachten, dass die IKT-Nutzung allgemein erheblich von der Unternehmensgröße abhängig ist.²³ Da in der deutschen Bauwirtschaft überdurchschnittlich viele Kleinunternehmen tätig sind, lässt sich das schlechte Abschneiden im deutschen Branchenvergleich in Teilen auch dadurch erklären.

Die Höhe der nominalen IKT-Investition als monetäres Maß der Digitalisierung ist im deutschen Baugewerbe im Zeitverlauf relativ konstant und weniger konjunkturabhängig als die Nicht-IKT-Investitionen. Der Anteil der nominalen IKT-Investitionen an den gesamten nominalen Bruttoanlageinvestitionen im Baugewerbe liegt dabei insgesamt über dem der Gesamtwirtschaft. Im Vergleich zur Bruttowertschöpfung sind sowohl die nominalen Nicht-IKT-Investitionen als auch die nominalen IKT-Investitionen jedoch geringer als in der Gesamtwirtschaft, was für ein insgesamt eher geringes Investitionsniveau in der Bauwirtschaft spricht. Preis- und qualitätsbereinigt haben sich die realen IKT-Investitionen im deutschen Baugewerbe in den Jahren 1997 bis 2015 jedoch mehr als verdoppelt. Zudem wird in der Bauwirtschaft sowie auch in anderen Wirtschaftsbereichen die Bedeutung der IKT-Investitionen unterschätzt, da die IKT, die in zunehmendem Maße auch in gewöhnlichen Investitionsgütern (Maschinen etc.) enthalten ist, nicht gesondert ausgewiesen wird.

Die Input-Output-Analyse zur wirtschaftlichen Verflechtung der Bauwirtschaft mit anderen Branchen zeigt, dass der Bezug von Vorleistungen aus der IKT-Branche (z. B. IT-Beratung, Cloud-Dienste) im Jahr 2015 rund 1,2 Milliarden Euro betrug. Damit gehören IKT-Leistungen nicht zu den zehn wichtigsten Vorleistungsbereichen und machen an den gesamten Vorleistungen der Bauwirtschaft lediglich rund 0,8 Prozent aus. Sowohl absolut als auch gemessen am Anteil aller Vorleistungen sind die IKT-Vorleistungen im Jahr 2015 im Vergleich zum Jahr 2010 sogar eher rückläufig.

Der Rückgang beim Bezug von Vorleistungen aus der IKT-Branche könnte auch mit Ungenauigkeiten bei der statistischen Erfassung von Cloud-Diensten zusammenhängen. Zum einen ist nicht garantiert, dass sämtliche Cloud-Dienstleistungen der IKT-Branche zugeordnet werden. Zum anderen werden dadurch, dass bei der Input-Output-Analyse die nominalen Vorleistungen betrachtet werden, die sinkenden Preise sowie die steigende Qualität (Rechenleistung etc.) ignoriert. Letzteres bedeutet, dass ein Unternehmen aus

²³ Siehe z.B. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/tabellen/52911-0004>.

dem Baugewerbe für die gleiche Summe an Vorleistungen im Jahr 2015 deutlich bessere Cloud-Dienste erhält als noch im Jahr 2010.

3 Unternehmensbefragung

Zusätzlich zu den Auswertungen der amtlichen Statistik zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen (siehe Abschnitt 2.2), hat das ZEW eine eigene Unternehmensbefragung in der Bauwirtschaft sowie dem Planungsbereich durchgeführt. Dabei ergaben sich im Vergleich zur amtlichen Statistik zwei Hauptvorteile: Zum einen ist eine Aufschlüsselung der Ergebnisse in die einzelnen Teilbereiche des Baugewerbes sowie dem Planungsbereich möglich, zum anderen bestand die Möglichkeit bauspezifische Fragestellungen konkret abzufragen, die anderswo nicht Gegenstand der Umfrage waren.

Im Mittelpunkt der Befragung stand die Ermittlung des Einflusses der Digitalisierung auf Geschäfts- und Produktionsprozesse der Unternehmen in der Bauwirtschaft und dem Planungsbereich. Hierzu wurde am ZEW ein Fragebogen (siehe Abschnitt 8.4 im Anhang) konzipiert und in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber sowie externen Experten finalisiert. In das Befragungsinstrument sind zusätzlich wertvolle Informationen aus dem im Rahmen des Projekts am 20. März 2018 durchgeführten Workshop eingeflossen (siehe Abschnitt 8.1 im Anhang).

3.1 Methode und Struktur der Befragung

Im Rahmen der Primärdatenerhebung wurden mehr als 12.000 Unternehmen einer nach Branchen und Größenklassen geschichteten zufälligen Stichprobe der deutschen Bauwirtschaft und dem Planungsbereich kontaktiert. Als Grundlage für die Ziehung dieser Bruttostichprobe diente das Mannheimer Unternehmenspanel (MUP) des ZEW. Das MUP stellt die von der Beobachtungszahl umfangreichste Panel-Unternehmensdatenbank in Deutschland außerhalb der amtlichen Statistik dar. Es enthält Informationen zu mehr als 8 Millionen Unternehmen, die in Deutschland wirtschaftsaktiv sind oder in der Vergangenheit wirtschaftsaktiv waren.

Die ausgewählten Unternehmen (bzw. die identifizierten Geschäftsführer) wurden in einem Anschreiben per Brief darum gebeten an der Befragung teilzunehmen. Die Befragungsteilnehmer hatten die Möglichkeit, den Fragebogen per Post oder per Fax zurückzusenden oder den Fragebogen im Internet online auszufüllen. Dem Anschreiben lagen sowohl der gedruckte zweiseitige Fragebogen als auch die Informationen (Link und Passwort) für den Onlinezugang bei. Nach einer gewissen Zeit wurden die Unternehmen, die bis dahin noch nicht geantwortet hatten, nochmals per Brief (mit beigefügtem Fragebogen) an die Befragung erinnert.

Für die Onlineerhebung und die Erfassung der Offlinedaten wurde die Open-Source-Umfrage-Software LimeSurvey²⁴ eingesetzt, welche auf den gesicherten Servern des ZEW installiert ist. Der personalisierte Zugang verhindert Mehrfachantworten oder Antworten von Unternehmen oder Personen, die nicht dazu aufgefordert wurden an der Befragung teilzunehmen.

²⁴ <https://www.limesurvey.org/de/>.

Während der Feldlaufzeit im Juli und August 2018 nahmen mehr als 700 Unternehmen an der Befragung teil. Nach Bereinigung der Daten standen letztendlich 650 Beobachtungen für die Auswertung zu Verfügung,²⁵ was einer Netto-Rücklaufquote von 5,6 Prozent entspricht. Nähere Informationen zum Rücklauf nach Branchen und Größenklassen und zum Antwortmodus finden sich in Tab. 8-3, Tab. 8-4 und Tab. 8-5 im Anhang.

Die (geschichtete) Stichprobenziehung und die Struktur des Teilnahmeverhaltens an der Befragung erlauben es, unter Zuhilfenahme einer geeigneten Grundgesamtheit auf Basis des Unternehmensregisters des Statistischen Bundesamtes die Befragungsergebnisse zu gewichten bzw. hochzurechnen. Für die Bestimmung der Hochrechnungsfaktoren werden die zwei Schichtungsmerkmale (Branche und Größe) verwendet: Die Hochrechnungsfaktoren setzen dabei die Verteilung der Nettostichprobe (entsprechend den zwei Schichtungsmerkmalen) ins Verhältnis zur Verteilung in der Grundgesamtheit. Insgesamt wurden zwei Hochrechnungsfaktoren ermittelt: Ein ungebundener Faktor zur Hochrechnung qualitativer Größen auf die Anzahl der Unternehmen der Bauwirtschaft inklusive Planende in Deutschland und ein gebundener Faktor zur Hochrechnung quantitativer Größen auf die Anzahl der Beschäftigten in der Bauwirtschaft (inkl. Planende) in Deutschland.²⁶

Damit sind die hier dargestellten Resultate repräsentativ für die Bauwirtschaft inklusive Planungsbereich²⁷ in Deutschland insgesamt, aber auch für die Teilbranchen Bauhauptgewerbe, Ausbaugewerbe, Sonstiges Baugewerbe und den Planungsbereich. Ferner erlaubt die Methodik repräsentative Aussagen für das Baugewerbe inklusive Planende nach Unternehmensgrößenklassen (gemessen anhand der Anzahl an Beschäftigten) zu treffen.

Abb. 3-1: Branchenabgrenzung Bauwirtschaft und Planungsbereich



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008).

²⁵ Nichtauswertbare Fragebögen ergaben sich in den meisten Fällen aufgrund einer in der manuellen Nachrecherche festgestellten Nichtzugehörigkeit zur festgelegten Branchenabgrenzung (siehe Abb. 3-1).

²⁶ Der Hochrechnungsfaktor auf Basis der Anzahl an Unternehmen ergibt sich als Inverse der Ziehungswahrscheinlichkeit in jeder Zelle (Branchen-/Größenklassenkombination). Der Hochrechnungsfaktor auf Basis der Beschäftigten ergibt sich anhand der entsprechenden Gewichtung der Zellen mit den Beschäftigtenangaben.

²⁷ Vereinzelt werden auch (repräsentative) Ergebnisse nur für die Bauwirtschaft ohne Planungsbereich dargestellt.

Im Rahmen der ZEW Unternehmensbefragung Bau wurde die in Abb. 3-1 skizzierte Branchenabgrenzung verwendet. Im Fokus steht dabei das Baugewerbe (Abschnitt F, 41-43) in seiner nach der Wirtschaftszweigklassifikation 2008 (WZ 2008) des Statistischen Bundesamtes definierten Abgrenzung nach dem Bauhauptgewerbe (WZ 2008: 41.2 Bau von Gebäuden, 42 Tiefbau, 43.1 Abbrucharbeiten und vorbereitende Baustellenarbeiten und 43.9 Sonstige spezialisierte Bautätigkeiten) und dem Ausbaugewerbe (43.2 Bauinstallationen und 43.3 Sonstiger Ausbau). Zur vollständigen Erfassung des Baugewerbes zählt zudem noch der Bereich Sonstiges Baugewerbe, welcher die Erschließung von Grundstücken und Bauträger (41.1) umfasst.

Neben der Analyse des Baugewerbes und seiner Teilbereiche wurde in der Unternehmensbefragung auch der Planungsbereich (Architektur- und Ingenieurbüros (71.1) ohne Ingenieurbüros für technische Fachplanung und Ingenieurdesign (71.12.2)) untersucht, da gerade aus dem Planungsbereich Impulse zur Digitalisierung des Baugewerbes erwartet werden.

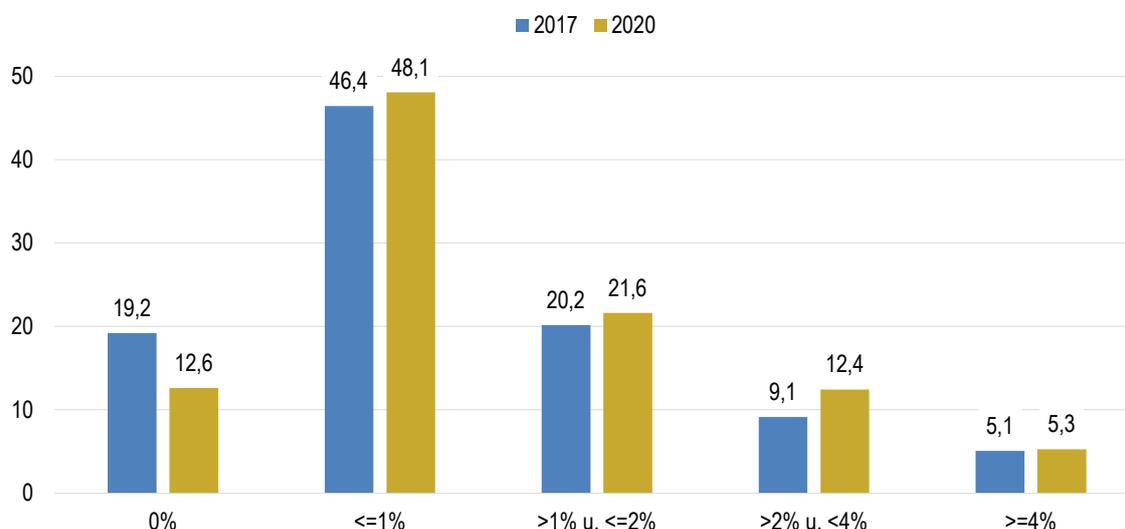
3.2 Ergebnisse der Unternehmensbefragung

Die zentralen Ergebnisse der ZEW Unternehmensbefragung in der Bauwirtschaft und im Planungsbereich werden im folgenden Abschnitt präsentiert. Sie geben einen umfassenden Überblick über den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien, den Stand der Digitalisierung und deren zukünftige Entwicklung in den Unternehmen der Bauwirtschaft inklusive Planende in Deutschland. Ferner wird der Einfluss der Digitalisierung auf die Geschäfts- und Produktionsprozesse der Unternehmen analysiert. Im Wesentlichen werden die zentralen Ergebnisse der ZEW Unternehmensbefragung auf Ebene der gesamten Bauwirtschaft inklusive Planungsbereich dargestellt, teilweise differenziert nach Unternehmen, die in den vergangenen Jahren bereits Erfahrung mit Digitalisierungsprojekten sammeln konnten und Unternehmen ohne solche Erfahrungen. Zusätzlich werden an gegebener Stelle Vergleiche zwischen den einzelnen Teilbranchen der Bauwirtschaft (Bauhauptgewerbe, Ausbaugewerbe, Sonstiges Baugewerbe und Planungsbereich) durchgeführt.

Mehrheit der Unternehmen in der Bauwirtschaft investiert gar nicht oder weniger als ein Prozent des Umsatzes in moderne Informations- und Kommunikationstechnologien.

Abb. 3-2 stellt die Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) des Jahres 2017 den geplanten IKT-Investitionen im Jahr 2020 gegenüber. Gemessen werden die IKT-Investitionen dabei als Anteil am Umsatz des Unternehmens. Sowohl heute als auch voraussichtlich in drei Jahren investiert die deutliche Mehrzahl der Unternehmen des Baugewerbes (ohne den Planungsbereich) einen positiven aber unter einem Prozent des Jahresumsatzes liegenden Betrag in IKT-Güter und -Dienstleistungen. 19,2 Prozent der Unternehmen hatten im Jahr 2017 gar keine IKT-Investitionen getätigt. Dieser Wert nimmt zukünftig ab und im Jahr 2020 sind es (prognostiziert) nur noch 12,6 Prozent der Unternehmen, welche planen keine IKT-Investitionen vorzunehmen. Aktuell tätigen 46,4 Prozent der Unternehmen IKT-Investitionen in Höhe von maximal einem Prozent des Umsatzes. Dieser Wert bleibt auch in Zukunft relativ stabil, da nur geringfügig mehr Unternehmen (48,1 Prozent) im Jahr 2020 in dieser IKT-Investitionsklasse tätig sein wollen.

Abb. 3-2: Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien 2017 und 2020 (geplant) in der Bauwirtschaft (in Prozent der Unternehmen)



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie hoch waren im Jahr 2017 die Investitionen Ihres Unternehmens in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), wie Hardware, Software und Telekommunikation in Prozent Ihres Umsatzes bzw. wie hoch werden im Jahr 2020 voraussichtlich die IKT-Investitionen Ihres Unternehmens in Prozent Ihres Umsatzes sein?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Während im Investitionsintervall bis maximal zwei Prozent des Umsatzes ebenfalls ein Anstieg des Anteils an Unternehmen über den Zeitverlauf zu beobachten ist, fällt dieser im Bereich 2 bis 4 Prozent des Umsatzes für IKT-Investitionen im Zeitablauf am deutlichsten ins Gewicht. Im Jahr 2017 sind hier 9,1 Prozent der Unternehmen der Bauwirtschaft zu verorten und bis zum Jahr 2020 steigt dieser Wert voraussichtlich um mehr als 3 Prozentpunkte an. Andererseits ist zu beobachten, dass sich der Anteil der Unternehmen, die sehr intensiv in IKT investieren (mehr als 4 Prozent des Umsatzes), weitestgehend stabil bleibt und im Jahr 2020 voraussichtlich 5,3 Prozent beträgt.

Betrachtet man die Investitionen der Bauwirtschaft in IKT nach Unternehmensgrößenklassen (siehe Abb. 8-12 im Anhang), liegen die Anteile der Unternehmen, die dem Investitionsintervall bis 1 Prozent zuzuordnen sind, in einem recht ähnlichen Bereich von 45,7 (5-19 Beschäftigte) bis 51,1 Prozent (ab 100 Beschäftigte). Nicht überraschend ist die Tatsache, dass vor allem Kleinunternehmen der Bauwirtschaft mit weniger als 5 Beschäftigten überhaupt nicht in IKT investieren. Damit ist diese Gruppe auch relativ schwächer in den hohen Investitionsklassen mit über einem Prozent an IKT-Investitionen am Umsatz vertreten.

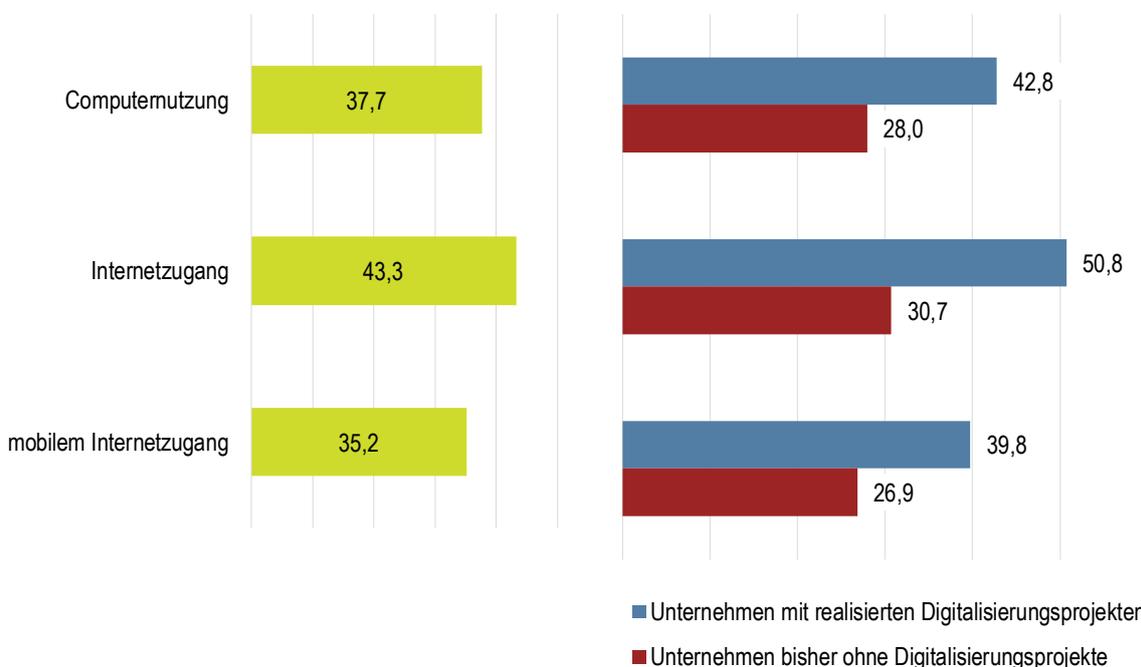
Bezüglich der zukünftigen Investitionstätigkeit in IKT spielt die Frage, ob ein Unternehmen in Zukunft Digitalisierungsprojekte plant (mehr dazu weiter unten, Abb. 3-4) eine merkliche Rolle. Die Unternehmen in der Bauwirtschaft, die planen erste oder weitere Digitalisierungsprojekte in den kommenden 3 Jahren durchzuführen, zeigen auch eine deutlich höhere Investitionsneigung, indem sie höhere Anteile ihres Umsatzes in Informations- und Kommunikationstechnologien investieren wollen (siehe Abb. 8-13 im Anhang). Zudem werden 17 Prozent der Unternehmen ohne geplante Digitalisierungsprojekte im Jahr 2020 keine IKT-Investitionen tätigen. Dieser Wert liegt bei Unternehmen mit geplanten Digitalisierungsprojekten nur bei 1,6 Prozent.

Inwieweit bei den hier dargestellten Zahlen die Substitution von Investitionen in eigene Software und Hardware hin zu zugekauften Vorleistungen („as a Service“) eine Rolle spielt, lässt sich nicht eindeutig bestimmen. Aus Abb. 3-6 kann man jedoch zumindest eine zukünftig breitere Nutzung von Cloud Computing ableiten, was wiederum den Bedarf an Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien in diesem Bereich ein Stück weit überflüssig macht.

Mehr als ein Drittel der Beschäftigten in der Bauwirtschaft inklusive Planende arbeiten überwiegend an einem Computer

Rund 38 Prozent der Beschäftigten in der Bauwirtschaft und des Planungsbereichs arbeiten aktuell überwiegend an einem Computer (vgl. Abb. 3-3). In Unternehmen mit bereits realisierten Digitalisierungsprojekten (siehe Abb. 3-3 rechts) liegt dieser Anteil deutlich höher bei knapp 43 Prozent. Folglich ist die überwiegende Computerarbeit bei Unternehmen ohne Digitalisierungserfahrung wesentlich weniger verbreitet (28 Prozent der Beschäftigten). Rund 43 Prozent der Beschäftigten in der deutschen Bauwirtschaft inklusive Planenden haben einen Zugang zum Internet und 35 Prozent der Beschäftigten werden von ihrem Arbeitgeber mit einem Gerät für einen mobilen Internetzugang ausgerüstet. Auch hier zeigt sich, dass bei Unternehmen, die bereits Digitalisierungsprojekte durchgeführt haben, dieser Beschäftigungsanteil überdurchschnittlich hoch ist. In diesen Unternehmen hat jeder zweite Beschäftigte Internetzugang und knapp 40 Prozent haben Zugang zu mobilem Internet.

Abb. 3-3: Anteil der Beschäftigten mit überwiegender Computernutzung, Internetzugang und mobilem Internetzugang in der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent)



Angaben in Prozent der Beschäftigten auf die Frage: „Wie hoch ist in Ihrem Unternehmen der Anteil der Beschäftigten mit ...?“. Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

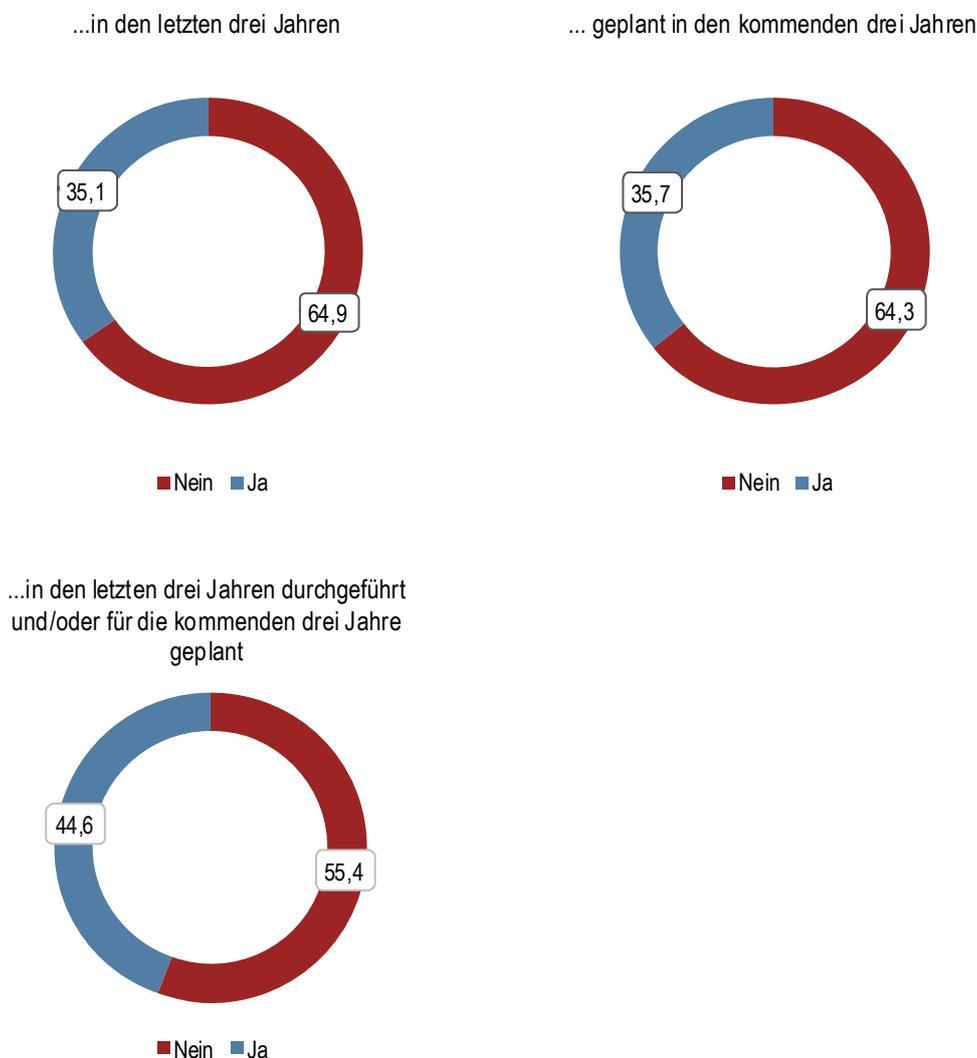
Die (überwiegende) Computernutzung und der Zugang zum Internet werden weitestgehend von den Unternehmen aus dem Planungsbereich dominiert. Rund 94 Prozent der Beschäftigten in dieser Branche arbeiten überwiegend an einem Computer und ebenfalls rund 94 Prozent haben einen Zugang zum Internet. Bei der Ausstattung der Beschäftigten mit einem mobilen Internetzugangsgesamt liegt der Bereich Sonstiges Baugewerbe mit knapp 51 Prozent der Beschäftigten vorne, gefolgt von den Planenden, wo etwa 47 Prozent der Beschäftigten mit einem mobilen Zugang zum Internet ausgestattet sind.

Bauwirtschaft inklusive Planende bei Digitalisierungsprojekten noch zurückhaltend

Die Durchführung von Digitalisierungsprojekten wird in der Bauwirtschaft inklusive Planungsbereich bisher nicht als zwingende Notwendigkeit wahrgenommen. Lediglich 35,1 Prozent der Unternehmen geben an, in den vergangenen drei Jahren Projekte zur Förderung der Digitalisierung im Unternehmen durchgeführt zu haben (Abb. 3-4). Damit haben knapp zwei Drittel der Unternehmen in der Bauwirtschaft in den vergangenen Jahren keinerlei Digitalisierungsprojekte realisiert. Auch zukünftig ist diesbezüglich keine maßgebliche Veränderung zu erwarten. So ist den Umfrageergebnissen zufolge davon auszugehen, dass auch in den kommenden drei Jahren fast zwei Drittel der Unternehmen (64,3 Prozent) keine Digitalisierungsprojekte durchführen werden. Insgesamt ist somit offenkundig, dass viele Unternehmen den Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung gar nicht bzw. höchstens unregelmäßig mit (umfassenden) Digitalisierungsprojekten begegnen. Fasst man die vergangenen und zukünftigen „Digitalisierer“ in der Bauwirtschaft zusammen, sind es auch hier immer noch weniger als die Hälfte der Unternehmen (44,6 Prozent), die digitale Projekte realisiert haben oder zukünftig realisieren wollen.

Sowohl bezüglich der in den vergangenen drei Jahren realisierten Digitalisierungsprojekte als auch zukünftig geplanter Projekte sind die Unternehmen im Planungsbereich Vorreiter. Rund 67 Prozent der Planenden haben in den letzten drei Jahren Digitalisierungsprojekte durchgeführt und 69 Prozent der Unternehmen im Planungsbereich werden dies in den kommenden drei Jahren (wieder) tun. Damit liegt auch der Anteil der Unternehmen für die gesamte Bauwirtschaft ohne Planende, die Digitalisierungsprojekte realisiert haben, deutlich unter dem Wert mit Planende (siehe Abb. 8-14 im Anhang). Derselbe Effekt ergibt sich bezüglich der in Zukunft geplanten Digitalisierungsprojekte.

Abb. 3-4: Digitalisierungsprojekte in der Bauwirtschaft inkl. Planende in den letzten und kommenden drei Jahren (in Prozent der Unternehmen)

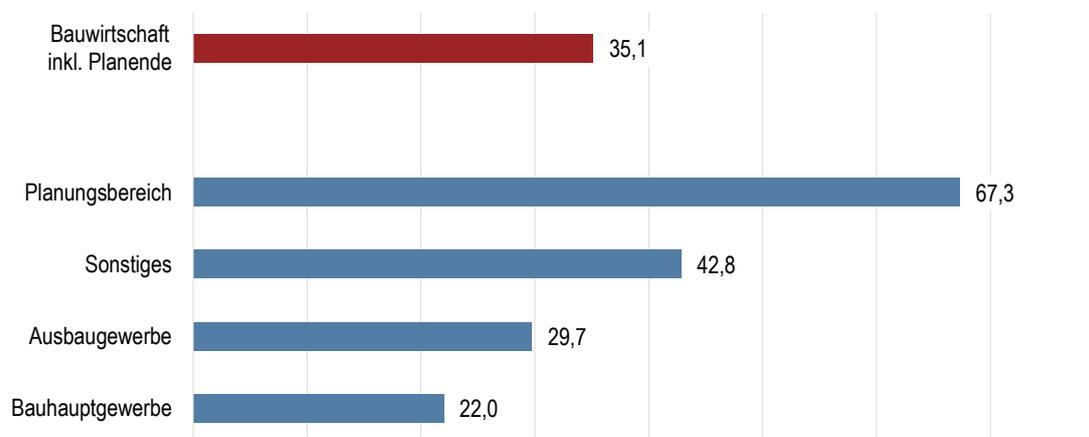


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Haben Sie in den vergangenen 3 Jahren Digitalisierungsprojekte durchgeführt bzw. plant Ihr Unternehmen erste oder weitere Digitalisierungsprojekte in den kommenden 3 Jahren durchzuführen?“. Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Die Anteile der Unternehmen mit in den letzten drei Jahren realisierten Digitalisierungsprojekten nach Teilbranchen der Bauwirtschaft und dem Planungsbereich werden in Abb. 3-5 dargestellt. Auffallend sind hier, abgesehen vom Planungsbereich (siehe oben), die offenkundig großen Unterschiede innerhalb des Baugewerbes. Im Sonstigen Baugewerbe haben bereits fast 43 Prozent der Unternehmen Digitalisierungsprojekte durchgeführt, wohingegen im Ausbaugewerbe (29,7 Prozent) und im Bauhauptgewerbe (22,0 Prozent) deutlich weniger Unternehmen Digitalisierungsprojekte in den letzten drei Jahren realisiert haben.

Genauere Einblicke bezüglich der Hemmnisse für die Durchführung von Digitalisierungsprojekten finden sich in Abb. 3-19.

Abb. 3-5: In den letzten drei Jahren realisierte Digitalisierungsprojekte nach (Teil-) Branchen (in Prozent der Unternehmen)



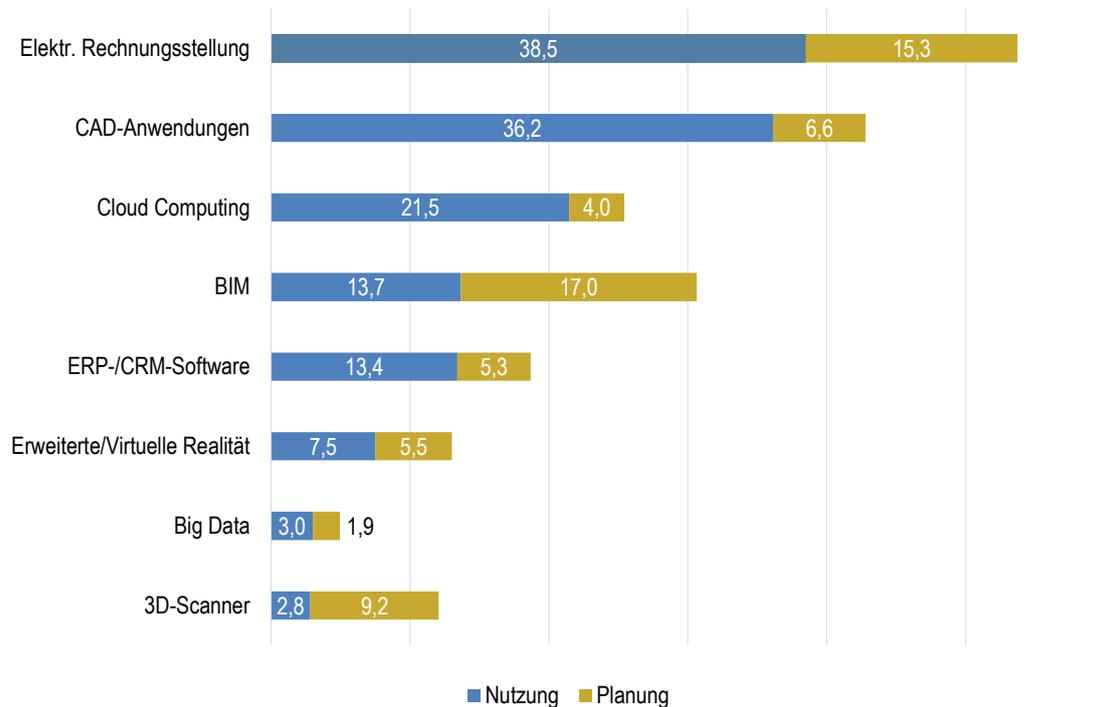
Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Haben Sie in den vergangenen 3 Jahren Digitalisierungsprojekte durchgeführt?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Elektronische Rechnungsstellung und CAD-Anwendung dominieren den Technologieeinsatz

Der Einsatz digitaler Technologien ist ein Gradmesser für die gesamte Digitalisierung von Unternehmen. Abb. 3-6 gibt einen Überblick über die (aktuelle) Verbreitung digitaler Technologien bei Unternehmen in der Bauwirtschaft inklusive Planungsbereich. Die elektronische Rechnungsstellung (38,5 Prozent) sowie CAD-Anwendungen (36,2 Prozent) werden aktuell am häufigsten eingesetzt und bereits von mehr als einem Drittel der Unternehmen genutzt. Weitere 15,3 Prozent bzw. 6,6 Prozent der Unternehmen haben bereits konkrete Pläne, diese Technologien in den nächsten drei Jahren in ihrem Unternehmen zu etablieren. Die von vielen Akteuren in der Bauwirtschaft und deren Umfeld als zentraler Baustein auf dem Weg zur Digitalisierung gesehenen Digitalen Gebäudemodelle (Building Information Modeling, BIM) werden hingegen aktuell noch relativ wenig genutzt. Lediglich 13,7 Prozent der Unternehmen geben an, diese Technologie derzeit einzusetzen. Allerdings wird die BIM-Nutzung der Unternehmen aller Voraussicht nach innerhalb der nächsten drei Jahre auf 30,7 Prozent steigen und sich somit mehr als verdoppeln. Komplexere Anwendungen wie Erweiterte/Virtuelle Realität oder Big Data sind in der Bauwirtschaft inklusive Planungsbereich aktuell kaum verbreitet. Die Nutzung von 3D-Scannern wird jedoch in naher Zukunft deutlich zunehmen. 9,2 Prozent der Unternehmen planen 3D-Scanner in den nächsten drei Jahren erstmalig einzusetzen.

Abb. 3-6: Einsatz digitaler Technologien in der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent der Unternehmen)

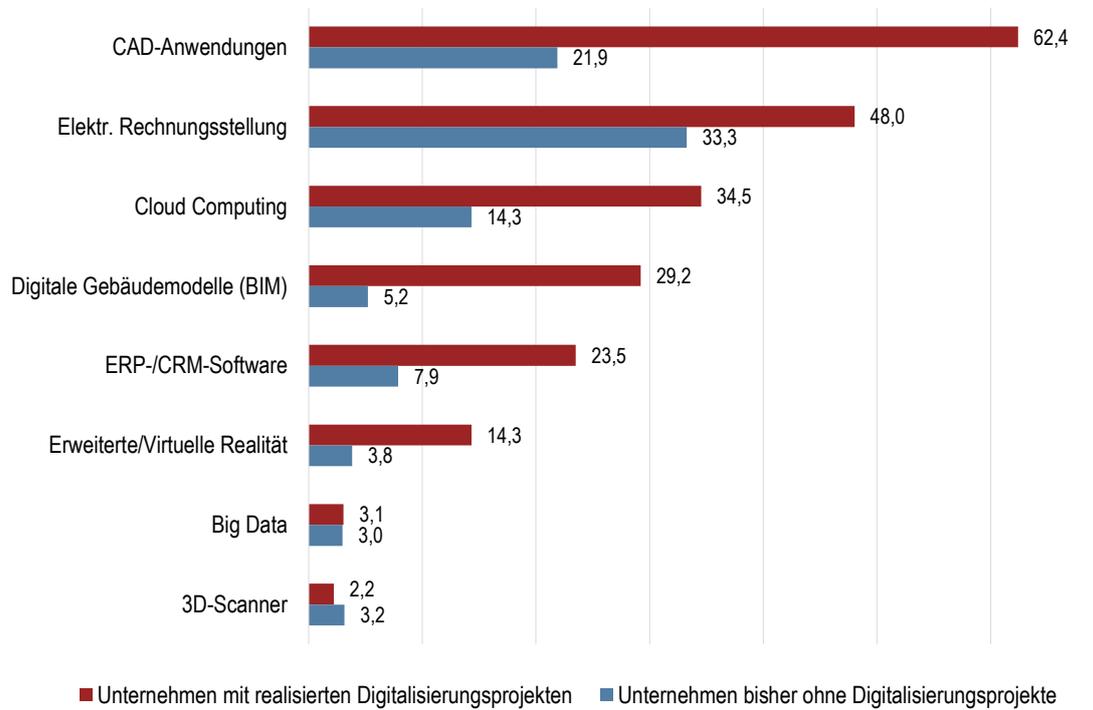


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Welche der folgenden Technologien setzen Sie bereits in Ihrem Unternehmen ein oder planen den Einsatz in den kommenden 3 Jahren?“.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

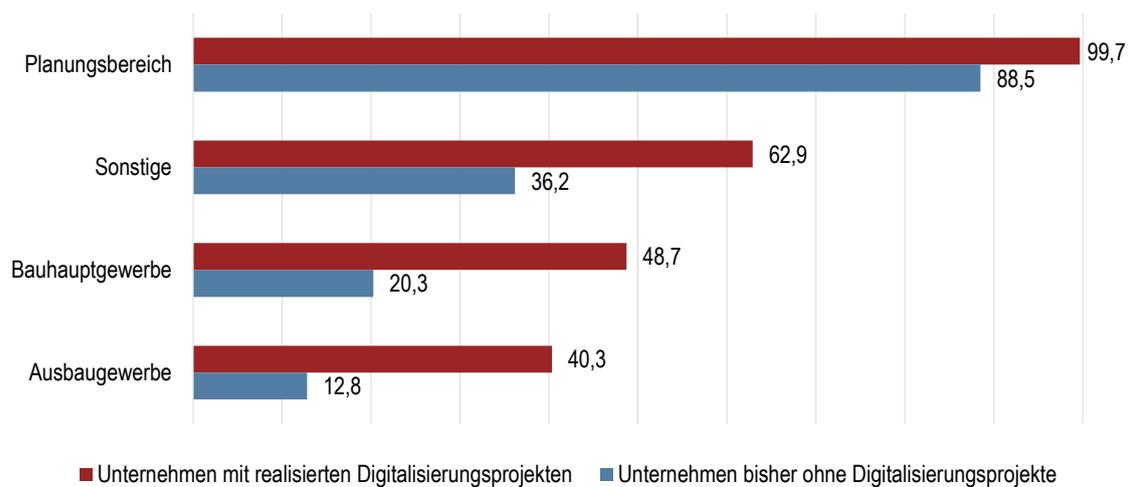
Ob ein Unternehmen bereits Erfahrungen mit der Digitalisierung gesammelt hat, kann eine wesentliche Rolle in der Nutzung digitaler Technologien spielen. Abb. 3-7 zeigt die unterschiedliche Technologienutzung zwischen Unternehmen mit Digitalisierungserfahrung und ohne Digitalisierungserfahrung. Unternehmen mit bereits realisierten Digitalisierungsprojekten nutzen CAD-Anwendungen (62,4 Prozent) sowie elektronische Rechnungsstellungen (48,0 Prozent) deutlich häufiger. Wie Abb. 3-8 zeigt, sind die Unterschiede bei der Nutzung von CAD im Bauhauptgewerbe (48,7 Prozent) sowie im Ausbaugewerbe (40,3 Prozent) besonders ausgeprägt. Im Planungsbereich werden CAD-Anwendungen nahezu vollständig von allen Unternehmen genutzt.

Abb. 3-7: Einsatz digitaler Technologien in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach Digitalisierungserfahrung (in Prozent der Unternehmen)



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Welche der folgenden Technologien setzen Sie bereits in Ihrem Unternehmen ein oder planen den Einsatz in den kommenden 3 Jahren?“. Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Abb. 3-8: Nutzung von CAD-Anwendungen im Unternehmen nach Digitalisierungserfahrung und (Teil-) Branchen (in Prozent der Unternehmen)

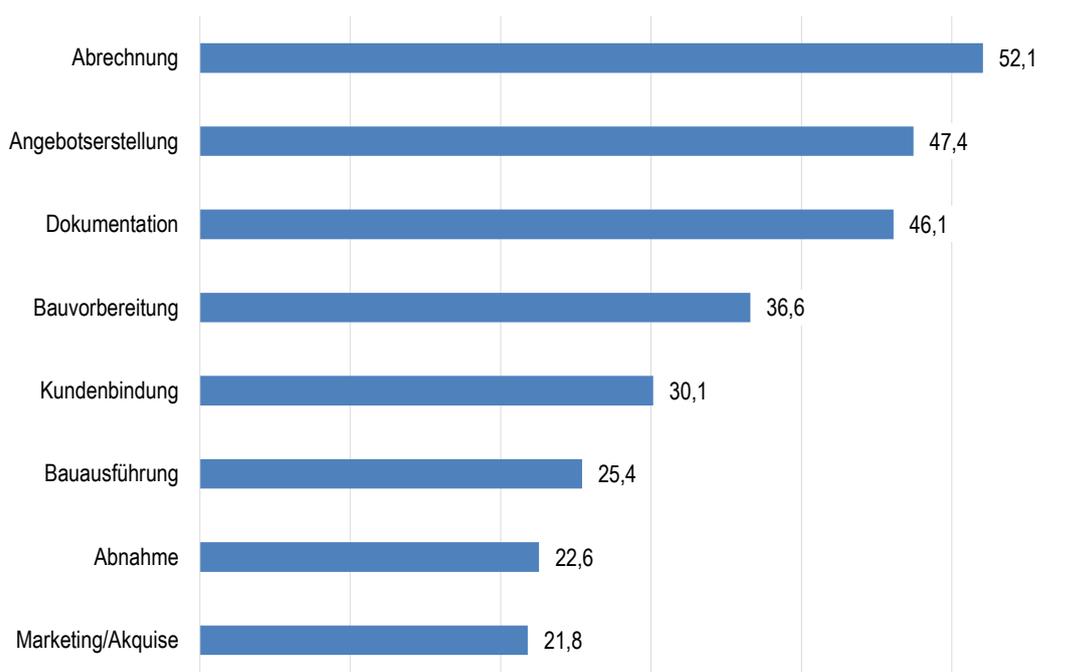


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Welche der folgenden Technologien setzen Sie bereits in Ihrem Unternehmen ein oder planen den Einsatz in den kommenden 3 Jahren?“. Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Abrechnungs- und Dokumentationsprozesse hoch digitalisiert

Im Einklang mit den Erkenntnissen zum Einsatz digitaler Technologien (Abb. 3-6) sind besonders diejenigen Unternehmensprozesse stark digitalisiert, bei denen vorrangig grundlegende digitale Technologien wie die elektronische Rechnungslegung oder CAD-Anwendungen angewandt werden. So wird das Ranking der Digitalisierung von Prozessen (Abb. 3-9) vom Abrechnungsprozess angeführt. Hier sagen 52,1 Prozent der Unternehmen aus der Bauwirtschaft inklusive Planende, dass dieser Prozess bei ihnen hoch digitalisiert ist. An zweiter und dritter Stelle folgen die Prozesse der Angebotserstellung (47,4 Prozent) und der Baudokumentation (46,1 Prozent). Die Kundenbindung und insbesondere die Kundengewinnung sind bisher jedoch wenig digitalisiert. Nur 3 von 10 Unternehmen nutzen digitale Technologien in der Kundenbindung. Digitale Möglichkeiten im Marketing und der Akquise werden lediglich von rund 22 Prozent der Unternehmen wahrgenommen. Während bei der Bauvorbereitung noch fast 37 Prozent der Unternehmen diesen Prozess als bereits hochdigitalisiert einschätzen, liegt der Anteil bei der Bauausführung lediglich bei einem Viertel.

Abb. 3-9: Digitalisierungsgrad von Prozessen in der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent der Unternehmen)



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den heutigen Digitalisierungsgrad nachfolgender Prozesse in Ihrem Unternehmen ein?“. Dargestellt sind die Anteile der Unternehmen, die auf einer Antwortskala von 1 (gering) bis 4 (hoch) die Werte 3 oder 4 angegeben haben.

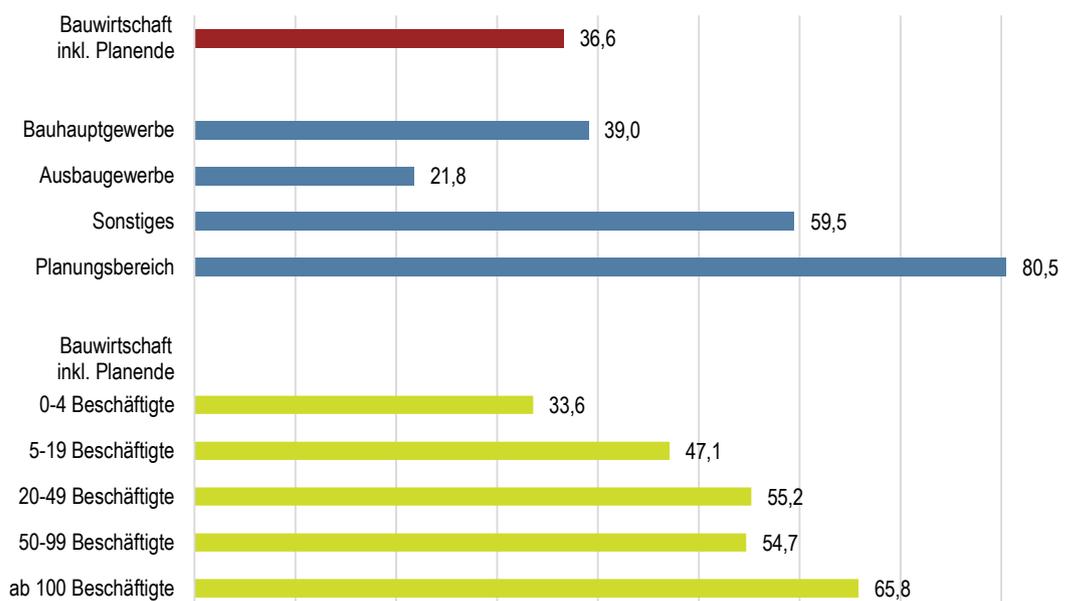
Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Nicht nur zwischen den Prozessen bestehen substantielle Unterschiede im Digitalisierungsgrad. Auch bei der Betrachtung einzelner Prozesse zeigen sich Unterschiede sowohl zwischen den einzelnen Teilbranchen des Baugewerbes als auch im Vergleich zum Planungsbereich. Zugleich ist ein relativ deutlicher positiver

Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und dem Digitalisierungsgrad von Prozessen zu erkennen.

Beides ist in den Abb. 3-10 für den Prozess der Bauvorbereitung sowie Abb. 3-11 für den Prozess der Bauausführung ersichtlich. Der Prozess der Bauvorbereitung (Abb. 3-10) ist lediglich bei 21,8 Prozent der Unternehmen des Ausbaugewerbes digitalisiert. Dieser Wert liegt im Bauhauptgewerbe bei 39 Prozent und im Planungsbereich bei über 80 Prozent.

Abb. 3-10: Digitalisierungsgrad von Prozessen nach (Teil-) Branchen und Größenklassen: Bauvorbereitung (in Prozent der Unternehmen)

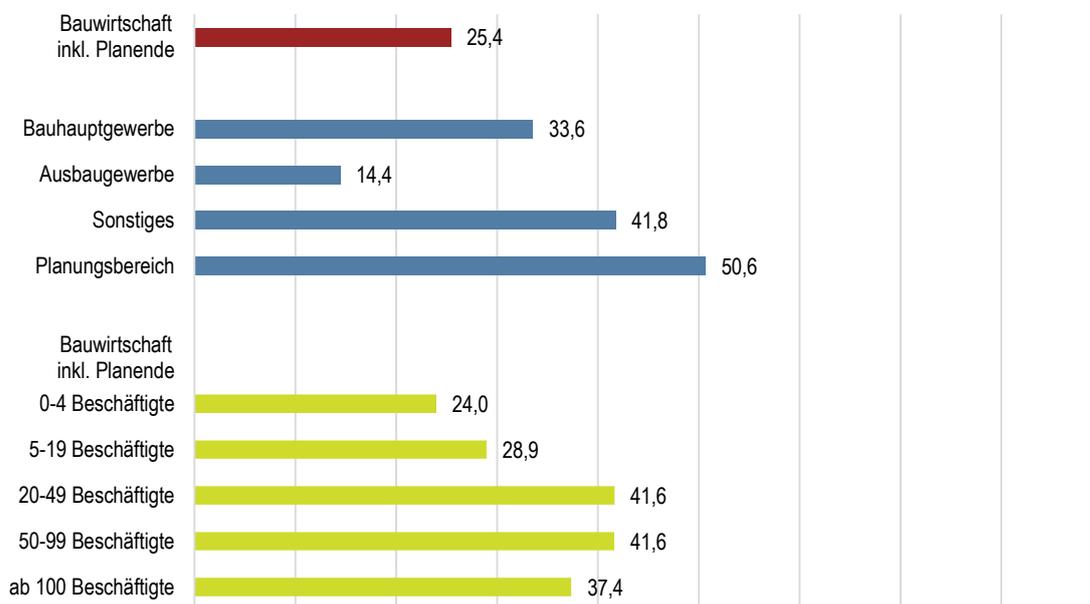


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den heutigen Digitalisierungsgrad nachfolgender Prozesse in Ihrem Unternehmen ein?“. Dargestellt sind die Anteile der Unternehmen, die auf einer Antwortskala von 1 (gering) bis 4 (hoch) die Werte 3 oder 4 angegeben haben.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Ein vergleichbares Bild zeigt sich bei der Bauausführung (Abb. 3-11). Auch hier ergeben sich beim Ausbaugewerbe deutlich unterdurchschnittliche Werte. Lediglich etwas mehr als 14 Prozent der Unternehmen des Ausbaugewerbes geben an, dass der Prozess der Bauausführung bereits hoch digitalisiert ist. Beim Bauhauptgewerbe liegt dieser Wert immerhin schon bei annähernd 34 Prozent. Führend ist auch hier wiederum der Planungsbereich. Dort geben mehr als die Hälfte der Unternehmen an, dass der Prozess der Bauausführung bereits hoch digitalisiert ist.

Abb. 3-11: Digitalisierungsgrad von Prozessen nach (Teil-) Branchen und Größenklassen: Bauausführung (in Prozent der Unternehmen)



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den heutigen Digitalisierungsgrad nachfolgender Prozesse in Ihrem Unternehmen ein?“. Dargestellt sind die Anteile der Unternehmen, die auf einer Antwortskala von 1 (gering) bis 4 (hoch) die Werte 3 oder 4 angegeben haben.

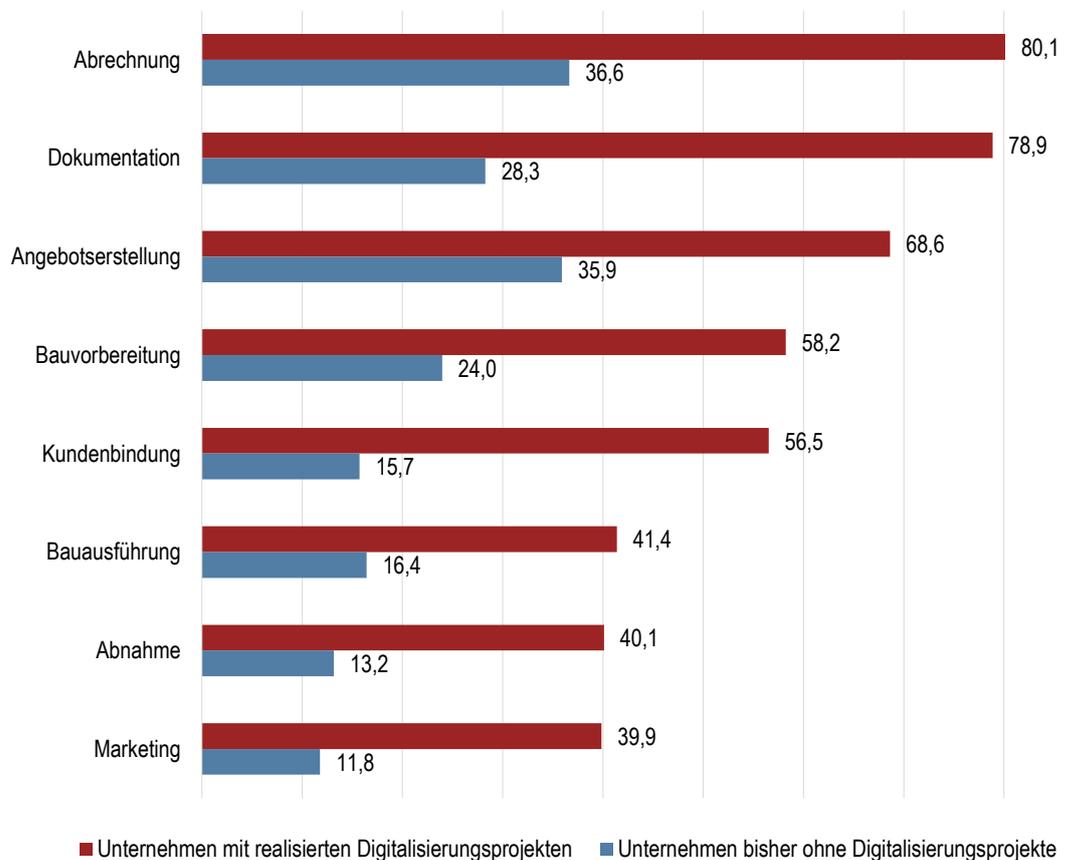
Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Ebenfalls interessant ist die Tatsache, dass der Anteil von Unternehmen, der angibt hoch digitalisierte Prozesse zu haben, bei Unternehmen mit Digitalisierungserfahrung fast durchweg doppelt so groß ist, wie bei Unternehmen ohne Digitalisierungserfahrung.

Abb. 3-12 stellt die Unterschiede zwischen beiden Gruppen dar. Die Prozesse Abrechnung und Dokumentation sind in 4 von 5 Unternehmen der Bauwirtschaft inklusive Planende, die bereits Digitalisierungserfahrung gesammelt haben, hoch digitalisiert. Unternehmen, die keine Digitalisierungsprojekte durchgeführt haben, setzen mehrheitlich auf herkömmliche Methoden der Prozessgestaltung mit eher geringem Digitalisierungsgrad.

Ausführliche Darstellungen zum Digitalisierungsgrad der Prozesse Bauvorbereitung und Bauausführung sind den Abb. 8-15 und Abb. 8-16 im Anhang zu entnehmen.

Abb. 3-12: Digitalisierungsgrad von Prozessen in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach Digitalisierungserfahrung (in Prozent der Unternehmen)



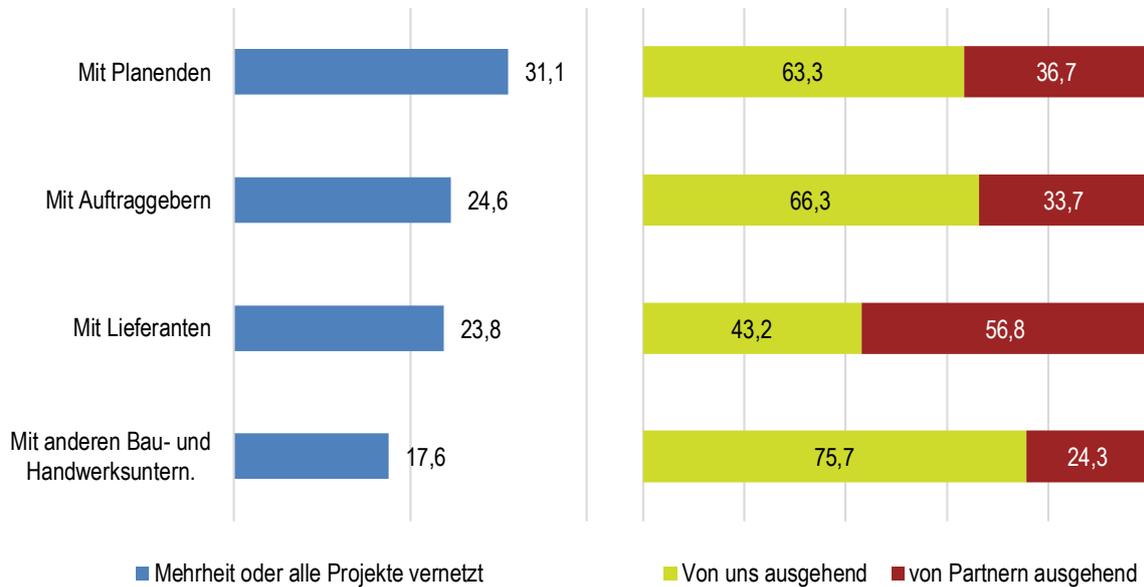
Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den heutigen Digitalisierungsgrad nachfolgender Prozesse in Ihrem Unternehmen ein?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Digitale Vernetzung hauptsächlich mit Architekten und Ingenieuren aus dem Bereich Planung

Die Unternehmen der Bauwirtschaft inklusive Planungsbereich unterscheiden sich in der digitalen Vernetzung im Rahmen von Projekten mit anderen Akteuren der Wertschöpfungskette Bau (Abb. 3-13). Mit den Planenden sind bereits 31,1 Prozent der Unternehmen der Bauwirtschaft digital vernetzt. Hierbei geben 63,3 Prozent dieser Unternehmen an, dass die Vernetzung mit den Planenden mehrheitlich aus Eigeninitiative (also von den Bauunternehmen ausgehend) entstanden ist. Etwa jedes vierte Unternehmen führt die Mehrheit oder alle Projekte vernetzt mit Auftraggebern und Lieferanten durch. Hier fällt auf, dass die digitale Vernetzung im Fall der Lieferantenbeziehung mehrheitlich von den Lieferanten (56,8 Prozent) der Bauwirtschaft inklusive Planende ausgeht. Die digitale Vernetzung mit anderen Bau- und Handwerksunternehmen ist dagegen geringer. Nur 17,6 Prozent der Unternehmen geben hier an, mehrheitlich digital vernetzt Projekte durchzuführen. Sollte dies trotzdem der Fall sein, ging die Initiative hierzu mit deutlicher Mehrheit (75,7 Prozent) von den Unternehmen der Bauwirtschaft oder den Planenden aus.

Abb. 3-13: Digitaler Vernetzungsgrad der Unternehmen aus der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent der Unternehmen)

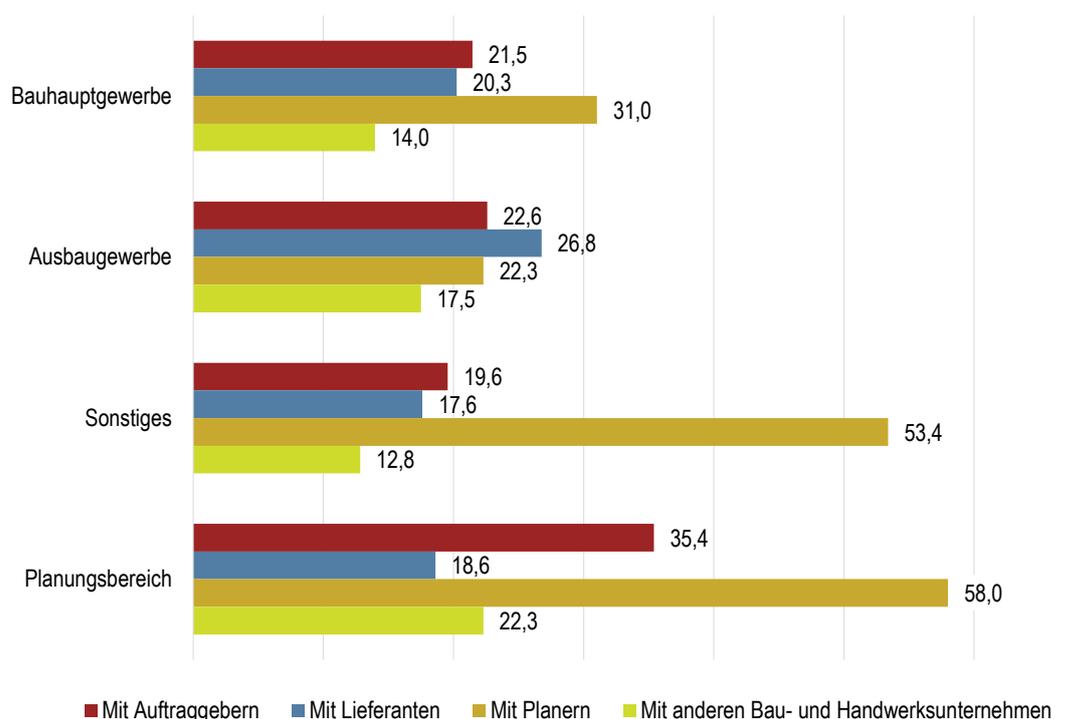


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den digitalen Vernetzungsgrad Ihres Unternehmens mit folgenden Gruppen ein und von wem ging jeweils die Initiative zur Vernetzung aus?“. Rechte Abbildung gefiltert auf Unternehmen mit Mehrheit oder alle Projekte vernetzt.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

In Abb. 3-14 ist der digitale Vernetzungsgrad der Unternehmen nach Teilbranchen dargestellt. Sowohl im Bauhauptgewerbe als auch im Sonstigen Baugewerbe und im Planungsbereich sind die Unternehmen am stärksten mit den (anderen) Planenden digital vernetzt. Zudem besteht ein relativ hoher Vernetzungsgrad des Planungsbereichs mit deren Auftraggebern, der allerdings in fast zwei Drittel aller Fälle vom Planungsbereich selbst ausgeht.

Abb. 3-14: Digitaler Vernetzungsgrad der Unternehmen nach (Teil-) Branchen (in Prozent der Unternehmen)



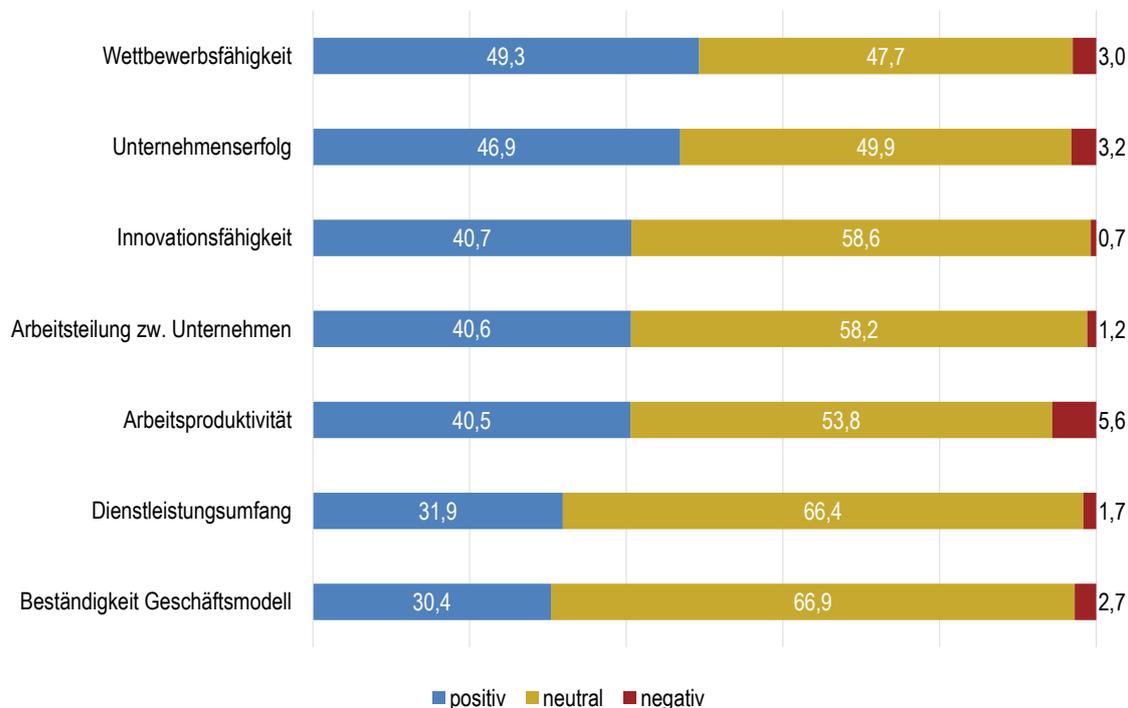
Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den digitalen Vernetzungsgrad Ihres Unternehmens mit folgenden Gruppen ein?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Weitestgehend positiver oder neutraler Einfluss der Digitalisierung auf die Unternehmensperformance

Bereits heute wird der Einfluss der Digitalisierung auf das eigene Unternehmen mehrheitlich positiv bzw. neutral wahrgenommen. Abb. 3-15 zeigt, dass lediglich bei der Arbeitsproduktivität etwas mehr als 5 Prozent der Unternehmen derzeit einen negativen Einfluss der Digitalisierung feststellen. Für dieses Phänomen gibt es mehrere mögliche Erklärungen. Hierbei könnte es sich zum Beispiel um zeitraubende Anpassungsprozesse handeln. Auch könnte eine gewisse Überforderung der Beschäftigten im Umgang mit neuen digitalen Technologien bestehen. Letzteres Erklärungsmuster wird in Abb. 3-24 beim Fortbildungsbedarf der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aufgegriffen. Vor allem in Bezug auf die für die wirtschaftliche Performance besonders wichtigen Aspekte der Wettbewerbsfähigkeit und des Unternehmenserfolgs schätzen die meisten Unternehmen die Rolle der Digitalisierung als überaus positiv ein. Knapp die Hälfte (49,3 bzw. 46,9 Prozent) der Unternehmen des Baugewerbes und des Planungsbereichs sehen hier einen positiven Einfluss und lediglich rund drei Prozent stellen einen negativen Einfluss fest.

Abb. 3-15: Einfluss der Digitalisierung auf die Bauwirtschaft inkl. Planende heute (in Prozent der Unternehmen)

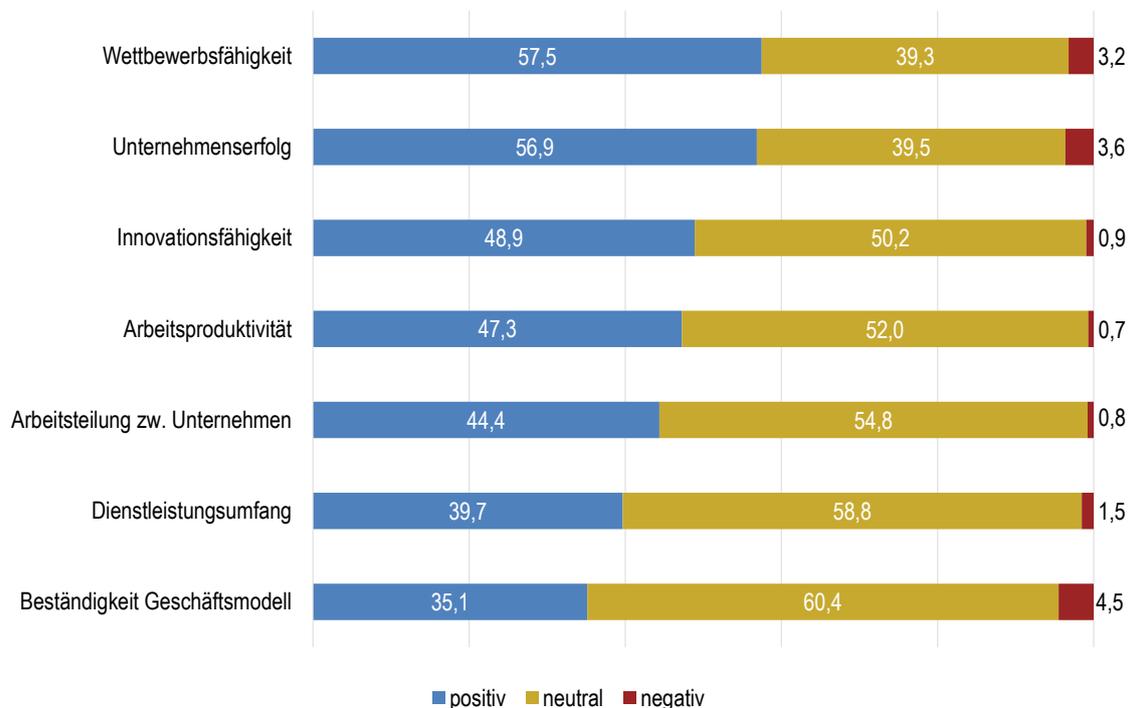


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den Einfluss der Digitalisierung auf die folgenden Aspekte Ihres Unternehmens ein?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Auch in drei Jahren wird von den Unternehmen des Baugewerbes inklusive Planungsbereich der bedeutendste positive Beitrag der Digitalisierung bei den Kernaspekten der Wettbewerbsfähigkeit und des Unternehmenserfolgs erwartet. Dabei steigt der Anteil der Unternehmen mit einer positiven Einschätzung sogar noch weiter auf 57,5 bzw. 56,9 Prozent an. Insgesamt lässt sich aus Abb. 3-16 die Erwartungshaltung der Unternehmen ableiten, dass sich die Digitalisierung in Zukunft in (noch) größerem Umfang positiv auf die einzelnen Aspekte des Unternehmens auswirken wird. Einzig die Negativeinschätzung bezüglich der Beständigkeit des Geschäftsmodells ändert sich deutlich, allerdings auf sehr niedrigem Niveau, von 2,7 auf 4,5 Prozent.

Abb. 3-16: Einfluss der Digitalisierung auf die Bauwirtschaft inkl. Planende in drei Jahren (in Prozent der Unternehmen)

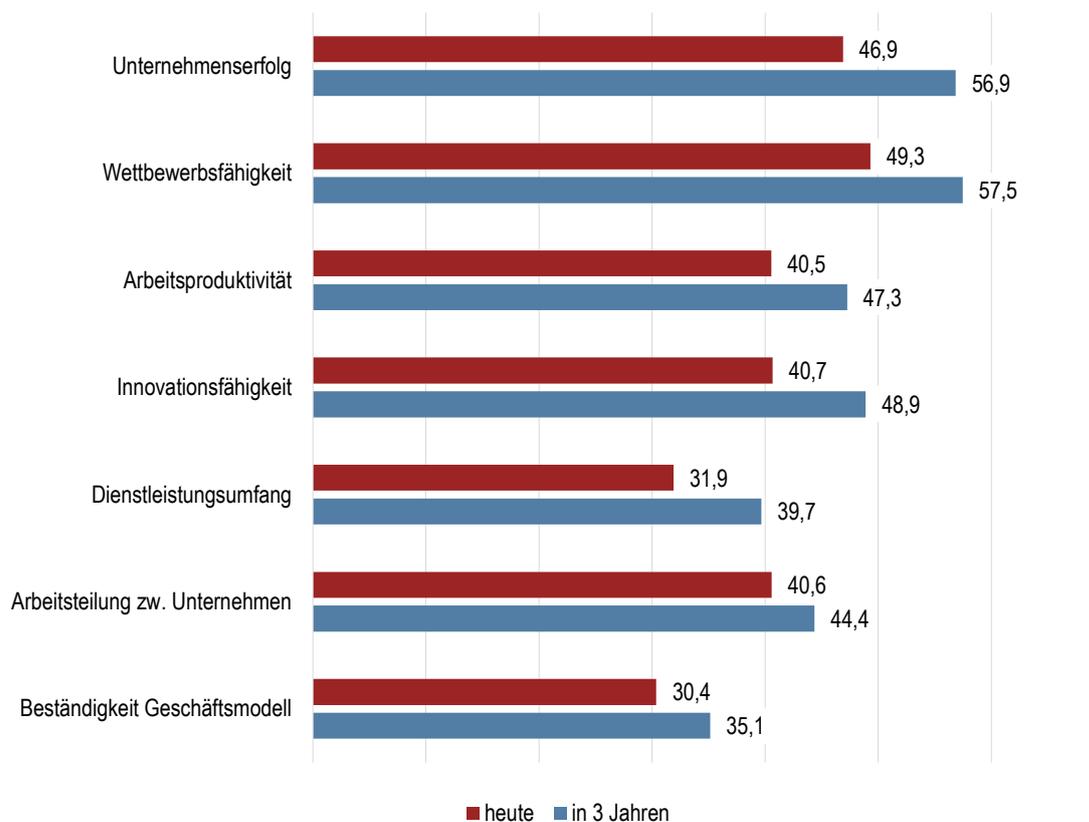


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den Einfluss der Digitalisierung auf die folgenden Aspekte Ihres Unternehmens ein?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Abb. 3-17 unterstreicht, dass die Digitalisierung in der Bauwirtschaft einen positiven Einfluss auf alle Aspekte der Unternehmen haben wird. Für die nächsten drei Jahre schätzen bspw. zehn Prozentpunkte mehr Unternehmen (56,9), dass sich die Digitalisierung positiv auf den Unternehmenserfolg auswirken wird. Auch der Einfluss der Digitalisierung auf die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit wird deutlich häufiger positiv gesehen als dies aktuell der Fall ist.

Abb. 3-17: Positiver Einfluss der Digitalisierung heute und in drei Jahren in der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent der Unternehmen)



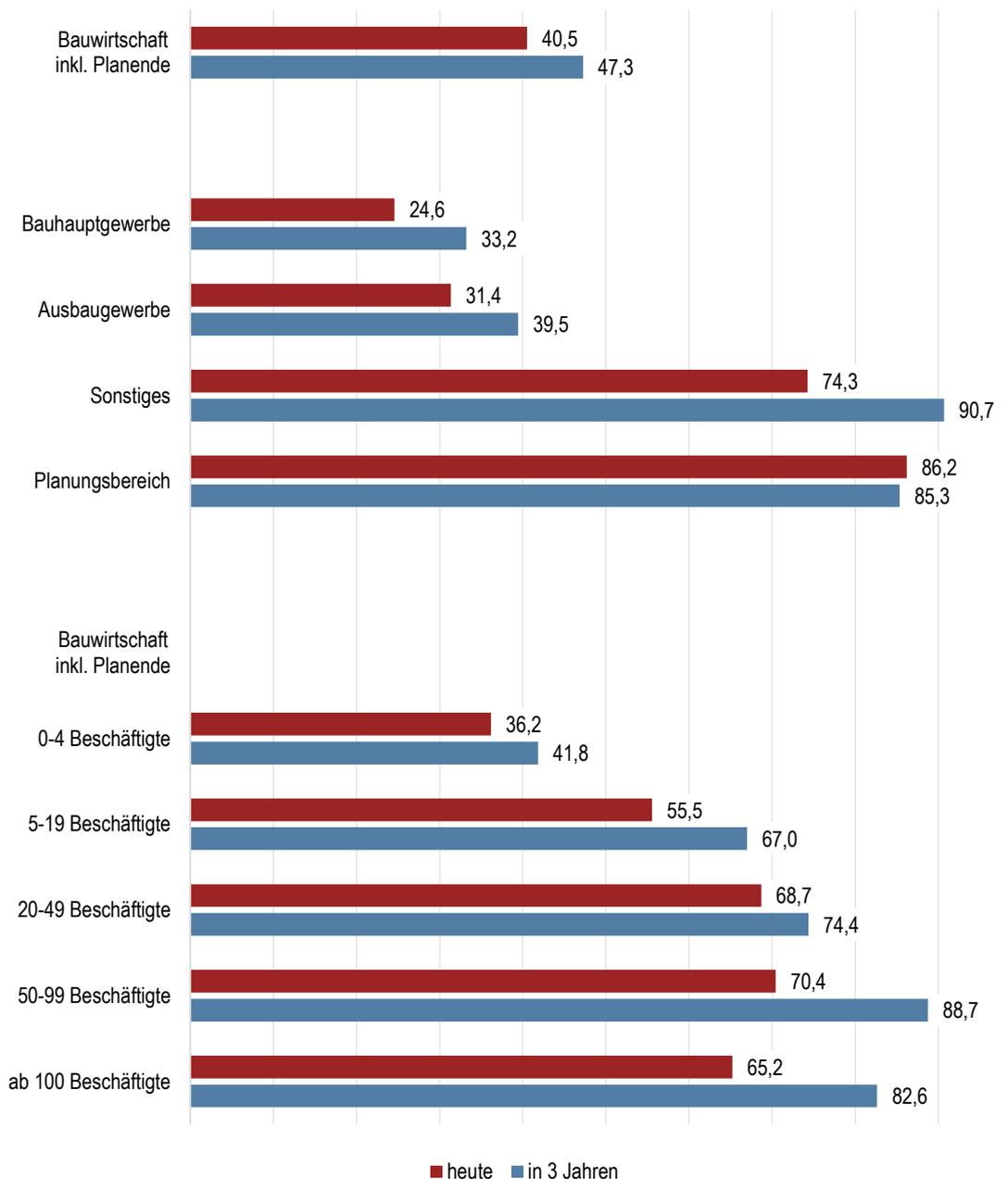
Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den Einfluss der Digitalisierung auf die folgenden Aspekte Ihres Unternehmens ein?“.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Aktuell sieht ein geringer aber verhältnismäßig hoher Anteil an Unternehmen noch einen negativen Einfluss der Digitalisierung auf die Arbeitsproduktivität in der Bauwirtschaft inkl. Planende (siehe oben und Abb. 3-15). Bezüglich des ökonomischen Erfolgsmaßes, nicht nur in Bezug auf die gesamte Bauwirtschaft inklusive Planende, sondern auch in (fast) jeder der einzelnen Teilbranchen und in sämtlichen Unternehmensgrößenklassen, zeigt sich eine zukünftig positivere Beurteilung der Unternehmen. Den größten Zuwachs positiver Nennungen bezüglich der Arbeitsproduktivitätsentwicklung erzielt dabei das Sonstige Baugewerbe (+16,4 Prozentpunkte), welches bereits eine insgesamt hohe Zustimmungsrate aufwies. Dem Sonstigen Baugewerbe folgt das Bauhauptgewerbe (+8,6 Prozentpunkte) und das Ausbaugewerbe (+8,1 Prozentpunkte).

Unternehmen aller Größenklassen rechnen zudem mit einer verbesserten Arbeitsproduktivität durch die Digitalisierung in den nächsten Jahren. Dabei ist die positive Zustimmung zu dieser Aussage, sowohl was den aktuellen Stand als auch die zukünftige Entwicklung betrifft, besonders in den mittleren und größeren Unternehmen deutlich ausgeprägter als in den Kleinunternehmen mit weniger als 5 Beschäftigten.

Abb. 3-18: Positiver Einfluss der Digitalisierung auf die Arbeitsproduktivität heute und in drei Jahren in der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent der Unternehmen)



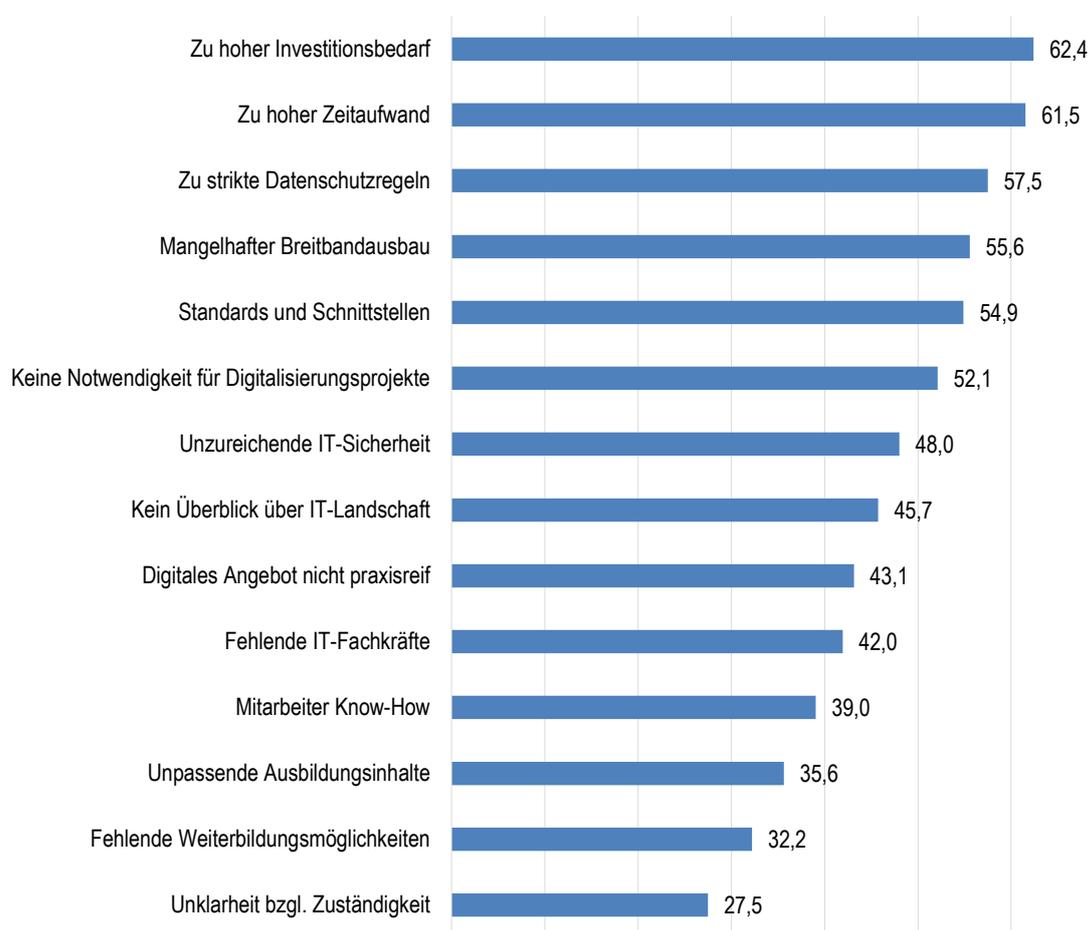
Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den Einfluss der Digitalisierung auf die folgenden Aspekte Ihres Unternehmens ein? – Arbeitsproduktivität“.
 Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Zu hoher Investitionsbedarf und hoher Zeitaufwand als zentrale Hemmnisse der Digitalisierung

Die Unternehmen der Bauwirtschaft und des Planungsbereichs sehen zahlreiche Hemmnisse für die erfolgreiche Umsetzung von Digitalisierungsprojekten. Abb. 3-19 zeigt, dass alle hier betrachteten Faktoren von

mindestens knapp einem Viertel der Unternehmen als Hemmnis für die erfolgreiche Umsetzung von Digitalisierungsprojekten wahrgenommen werden. Besonders der finanzielle (62,4 Prozent) und zeitliche (61,5 Prozent) Aufwand, der mit Digitalisierungsprojekten einhergeht, wird von der Mehrzahl der Unternehmen als problematisch wahrgenommen. Der unzureichende Breitbandausbau wird nach den zu strikten Datenschutzregeln ebenfalls von vielen Unternehmen der Bauwirtschaft inklusive Planende als wichtiger Hemmnisfaktor wahrgenommen. Aber auch fehlende Standards und Schnittstellen werden von zahlreichen Unternehmen als Hemmnisse angesehen. Der IT-Fachkräftemangel (42 Prozent) sowie die IT-Qualifikation der Mitarbeiter (39 Prozent) spielen im direkten Vergleich eine relativ untergeordnete Rolle. Eine bemerkenswerte Beobachtung ist weiterhin, dass mehr als die Hälfte der Unternehmen (52,1 Prozent) schlichtweg keine Notwendigkeit für Digitalisierungsprojekte sehen.

Abb. 3-19: Hemmnisse der Digitalisierung in der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent der Unternehmen)

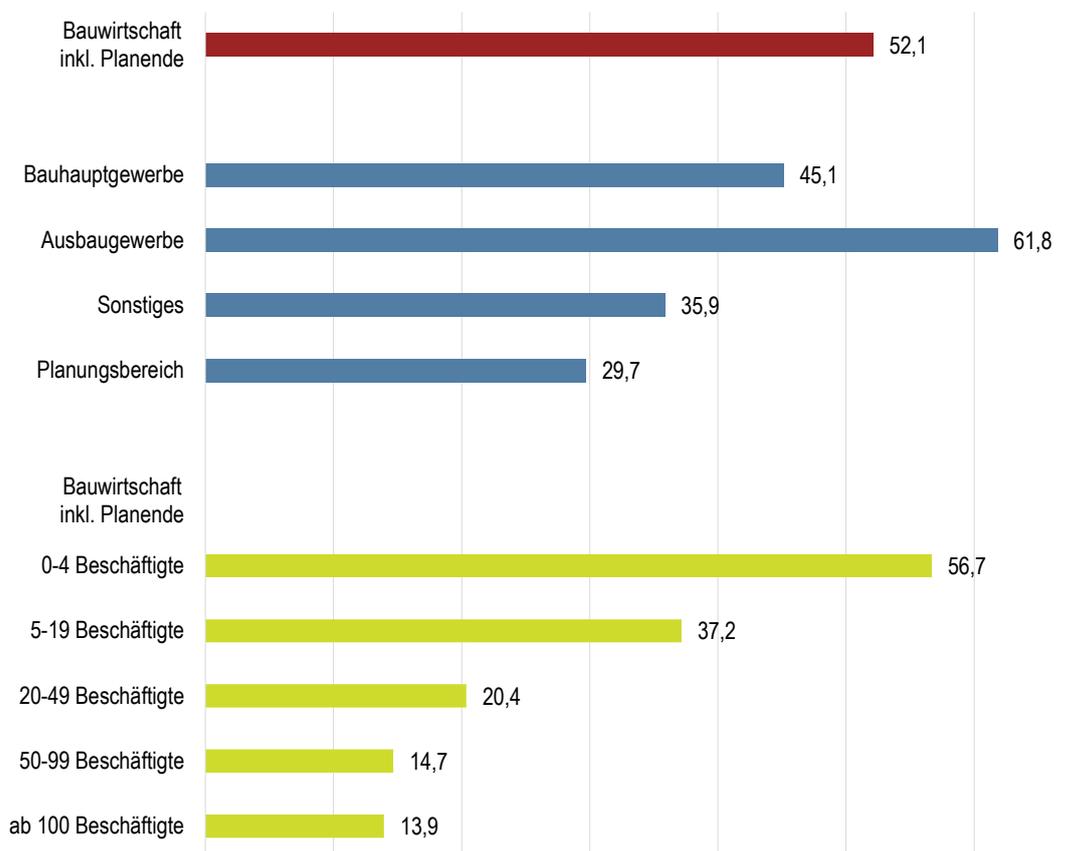


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Welche der folgenden Gründe behindern aus Sicht Ihres Unternehmens eine erfolgreiche Umsetzung von Digitalisierungsprojekten?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Während im Planungsbereich mit knapp 30 Prozent der Unternehmen die geringste Skepsis bezüglich der Notwendigkeit von Digitalisierung vorherrscht (Abb. 3-20), sind es im Ausbaugewerbe deutlich über 60 Prozent, die angeben keine Notwendigkeit für die Digitalisierung zu sehen. Ob Unternehmen eine Notwendigkeit für Digitalisierung sehen, hängt stark von der Unternehmensgröße ab. Ab einer Unternehmensgröße von 20 und mehr Beschäftigten herrscht eine breite Zustimmung zu Digitalisierungsvorhaben. Im Gegensatz dazu sind die Kleinst- (0-4 Beschäftigte) und Kleinunternehmen (5-19 Beschäftigte) eher (und im Fall der Kleinstunternehmen sogar in der Mehrheit) Digitalisierungsskeptiker bzw. sehen aktuell keine Notwendigkeit die Digitalisierung in ihrem Unternehmen voranzutreiben. Dies ist vermutlich der Tatsache geschuldet, dass in der momentan guten wirtschaftlichen Lage die Kapazitäten, sich mit dem Thema Digitalisierung zu beschäftigen, gerade in den kleinen Unternehmen nicht vorhanden sind.

Abb. 3-20: Hemmnisse der Digitalisierung in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach (Teil-) Branchen und Größenklassen: Keine Notwendigkeit für Digitalisierung (in Prozent der Unternehmen)



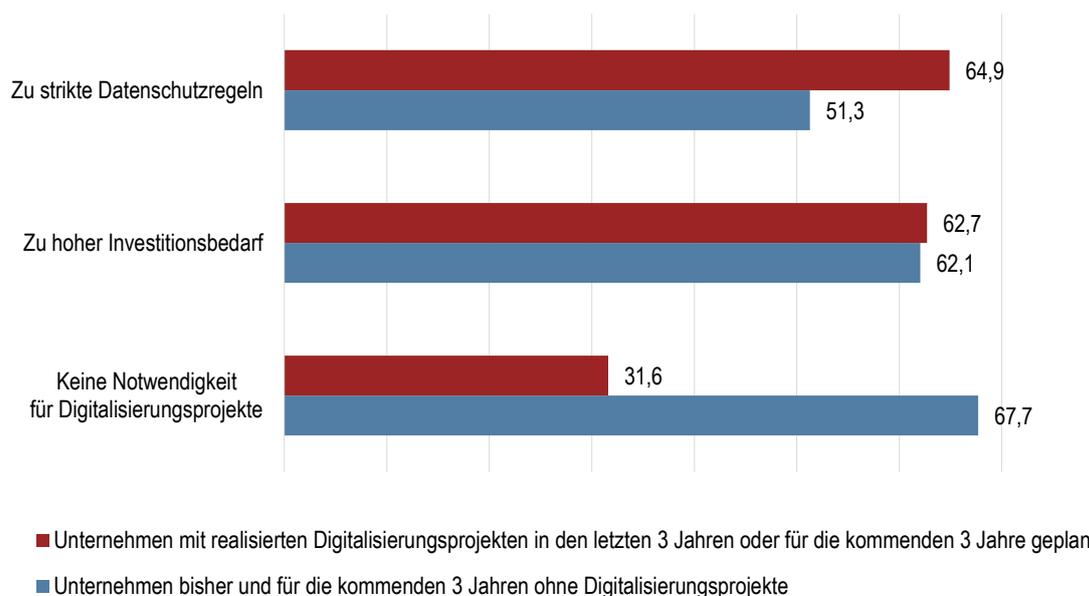
Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Welche der folgenden Gründe behindern aus Sicht Ihres Unternehmens eine erfolgreiche Umsetzung von Digitalisierungsprojekten?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Abb. 3-21 zeigt einige ausgewählte Hemmnisse differenziert nach Unternehmen, die Digitalisierungsprojekte bereits durchgeführt haben oder für die Zukunft planen und Unternehmen ohne bisherige und auch ohne für die Zukunft geplante Digitalisierungsprojekte. Kaum Unterschiede gibt es beim Hemmnis des zu

hohen Investitionsbedarfs. Zu strikte Datenschutzregeln nennen überwiegend Unternehmen, die bereits Digitalisierungserfahrung gesammelt haben oder in Zukunft sammeln wollen. Unternehmen ohne Digitalisierungspläne sehen auch mehrheitlich keine Notwendigkeit für Digitalisierungsprojekte.

Abb. 3-21: Hemmnisse der Digitalisierung in der Bauwirtschaft inkl. Planende und nach Digitalisierungserfahrung (Auswahl) (in Prozent der Unternehmen)



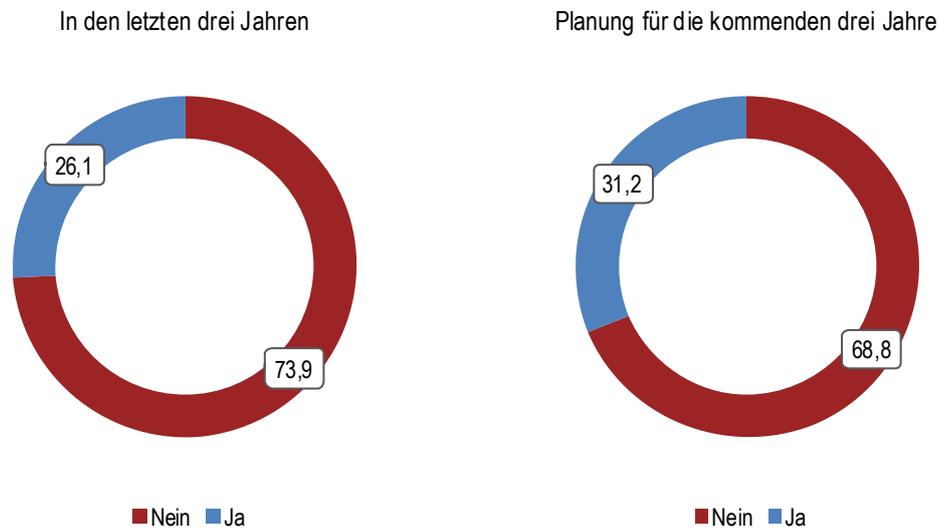
Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Welche der folgenden Gründe behindern aus Sicht Ihres Unternehmens eine erfolgreiche Umsetzung von Digitalisierungsprojekten?“.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Relative wenige Unternehmen passen ihre Organisationsstruktur im Zuge der Digitalisierung an

Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien alleine bringen häufig nicht den gewünschten Erfolg. Unstrittig ist, dass komplementäre Investitionen in Humankapital (bspw. Aus- und Weiterbildung der Beschäftigten) und organisatorische Veränderungen mit den Investitionen in Digitalisierung einhergehen müssen, um erfolgreich zu sein. Abb. 3-22 stellt die Anpassung der Organisationsstruktur aufgrund der Digitalisierung in den vergangenen drei Jahren der Planung der Anpassung der Organisationsstruktur in den nächsten drei Jahre gegenüber. Heute wie auch in drei Jahren führen Unternehmen der Bauwirtschaft und des Planungsbereichs demnach mehrheitlich keine Anpassungen der Organisationsstruktur durch, um den Herausforderungen der Digitalisierungen zu begegnen bzw. die Potenziale der Digitalisierung vollständig auszuschöpfen. Obwohl für den Zeitraum der nächsten drei Jahre zumindest ein Anstieg von 5 Prozentpunkten zu erkennen ist, sehen auch dann weiterhin weniger als ein Drittel der Unternehmen (31,2 Prozent) die Notwendigkeit zur Anpassung der Organisationsstruktur gegeben.

Abb. 3-22: Anpassung der Organisationsstruktur im Zuge der Digitalisierung in der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent der Unternehmen)



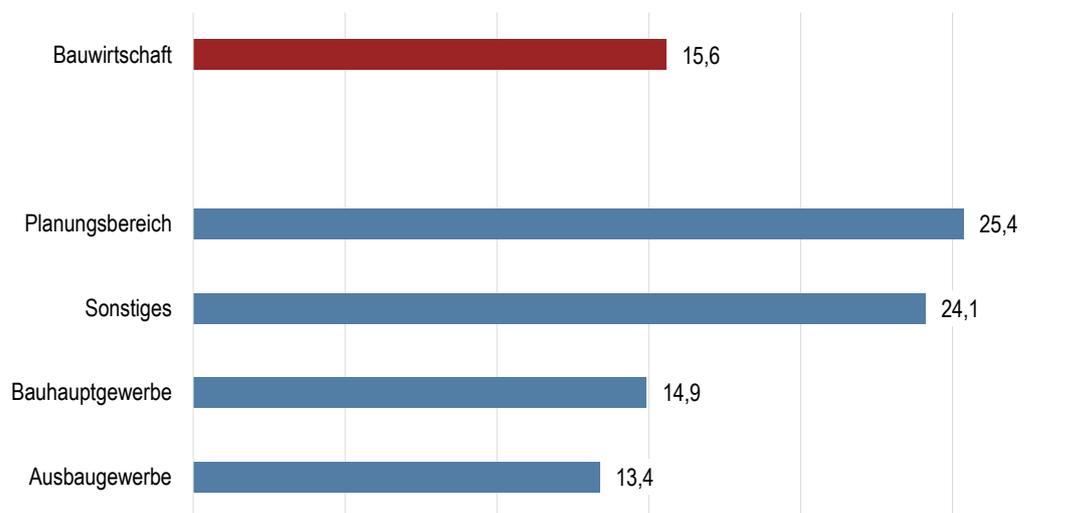
Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Haben Sie in den vergangenen 3 Jahren aufgrund der Digitalisierung in Ihrem Unternehmen Ihre Organisationsstruktur angepasst bzw. planen Sie aufgrund der Digitalisierung weitere organisatorische Anpassungen in den kommenden 3 Jahren?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Weiterbildungsmaßnahmen im Zuge der Digitalisierung werden nur von relativ wenigen Beschäftigten bisher in Anspruch genommen

15,6 Prozent aller Beschäftigten in der Bauwirtschaft inklusive Planende haben bisher an Weiterbildungsmaßnahmen im Kontext der Digitalisierung teilgenommen. In Abb. 3-23 wird der Anteil der Beschäftigten, die an Fortbildungsmaßnahmen teilgenommen haben, nach Teilbranchen gegliedert dargestellt. Ein Viertel der Beschäftigten im Planungsbereich sowie der Gruppe Sonstiges haben Weiterbildungsmaßnahmen absolviert. Lediglich 14,9 Prozent im Bauhauptgewerbe und 13,4 Prozent im Ausbaugewerbe haben Fortbildungsmaßnahmen besucht. Damit liegt ein erheblicher Unterschied zwischen den planungsintensiven und ausführenden Gewerken vor, welcher auch Auswirkung auf den Einsatz digitaler Technologien haben kann.

Abb. 3-23: Anteil der Beschäftigten, die an einer Weiterbildungsmaßnahme teilgenommen haben nach (Teil-)Branchen (in Prozent)



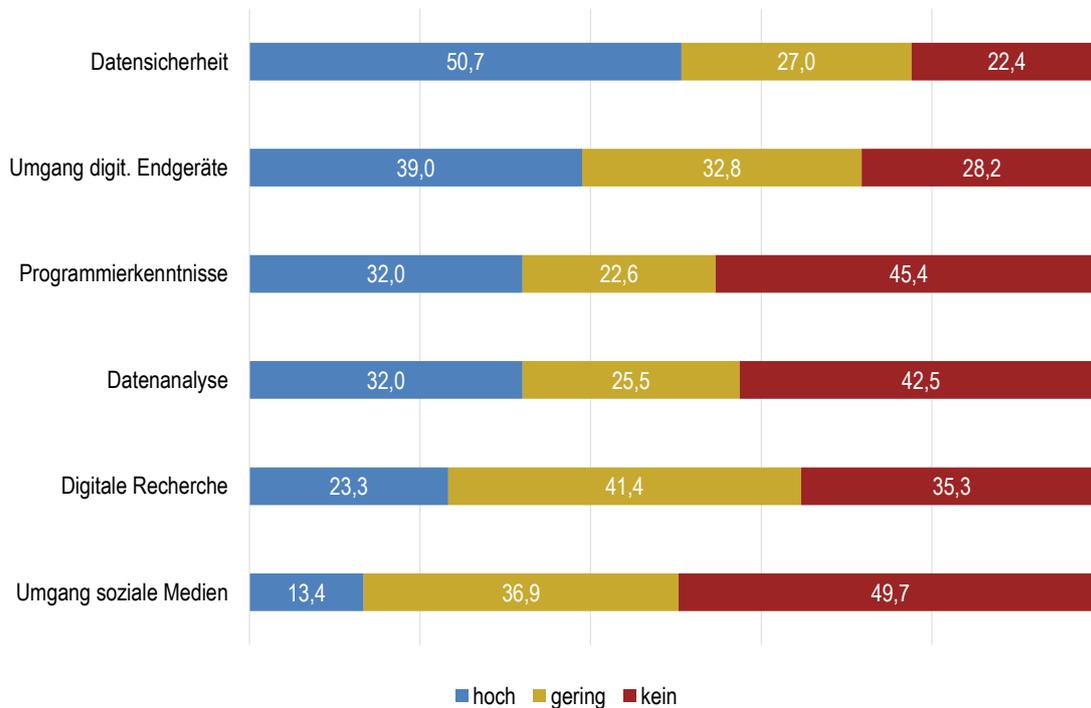
Angaben in Prozent der Beschäftigten auf die Frage: „Wie hoch ist der Anteil der Beschäftigten in Ihrem Unternehmen, die in den vergangenen 3 Jahren an Weiterbildungsmaßnahmen im Kontext der Digitalisierung teilgenommen haben?“.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Datensicherheit, aber auch der Umgang mit digitalen Endgeräten wird als zentraler Punkt des Fortbildungsbedarfs identifiziert

Der von den Unternehmen der Bauwirtschaft und des Planungsbereichs beobachtete Fortbildungsbedarf für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ist in Abb. 3-24 dargestellt. Insbesondere die Kompetenzen und Fähigkeiten in Bezug auf die Datensicherheit werden von den Unternehmen der Bauwirtschaft inklusive Planungsbereich als unzureichend wahrgenommen. Mehr als jedes zweite Unternehmen (50,7 Prozent) sieht hier einen hohen Fortbildungsbedarf bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Auch der allgemeine Umgang mit digitalen Endgeräten wird häufig als verbesserungswürdig wahrgenommen. Bei anspruchsvolleren computerunterstützten Anwendungen und Methoden, wie Programmierkenntnissen, der Datenanalyse und der digitalen Recherche, wird die Notwendigkeit zur Fortbildung hingegen als eher gering eingeschätzt. Im Einklang mit der zuvor gewonnenen Erkenntnis, dass Marketing- und Akquisitionsprozesse vergleichsweise wenig digitalisiert sind (Abb. 3-9), sehen die Unternehmen den geringsten Fortbildungsbedarf im Umgang mit den häufig für Marketingzwecke eingesetzten sozialen Medien.

Abb. 3-24: Fortbildungsbedarf bei Beschäftigten in der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent der Unternehmen)

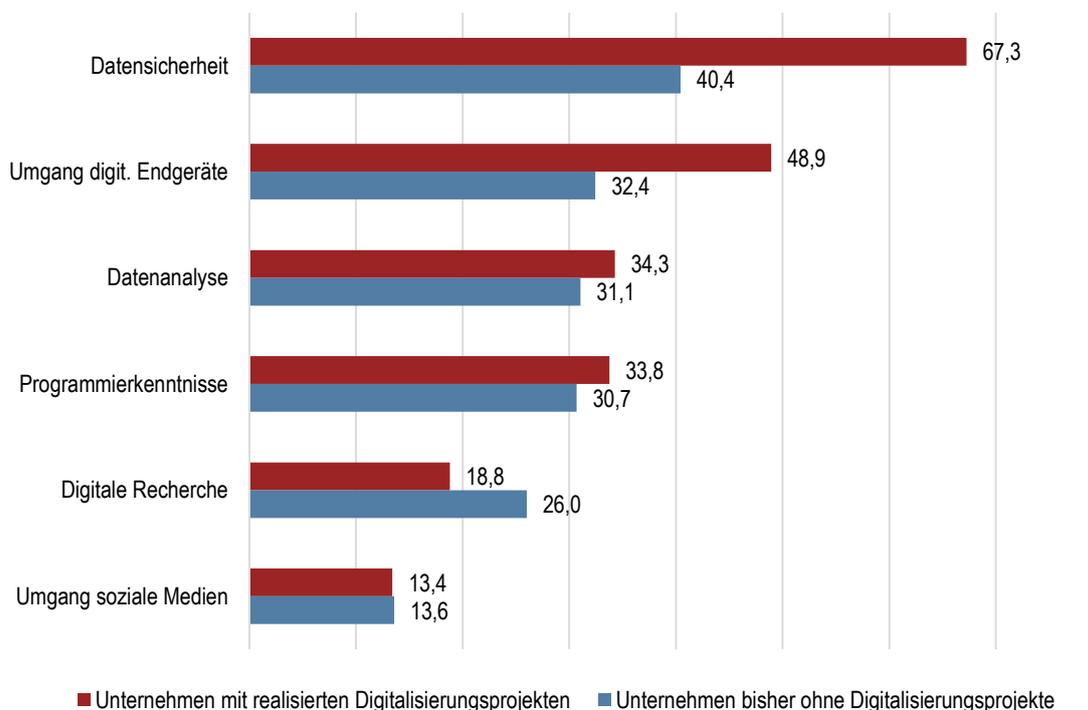


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Bei welchen Kompetenzen sehen Sie im Hinblick auf die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen den größten Fortbildungsbedarf bei Ihren Mitarbeitern?“.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Unternehmen mit realisierten Digitalisierungsprojekten sehen deutlich größeren Fortbildungsbedarf hinsichtlich der Datensicherheit (67,3 Prozent) und dem Umgang mit digitalen Endgeräten (48,9 Prozent) (Abb. 3-25). Unabhängig von der Umsetzung digitaler Projekte sehen ein Drittel der Unternehmen Fortbildungsbedarf im Bereich Datenanalyse und bei Programmierkenntnissen. Auffallend ist, dass Unternehmen ohne bisherige Digitalisierungsprojekte einen höheren Weiterbildungsbedarf bei der digitalen Recherche sehen, also bei sehr grundlegenden digitalen Kompetenzen.

Abb. 3-25: Fortbildungsbedarf bei Beschäftigten in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach Digitalisierungserfahrung (in Prozent der Unternehmen)



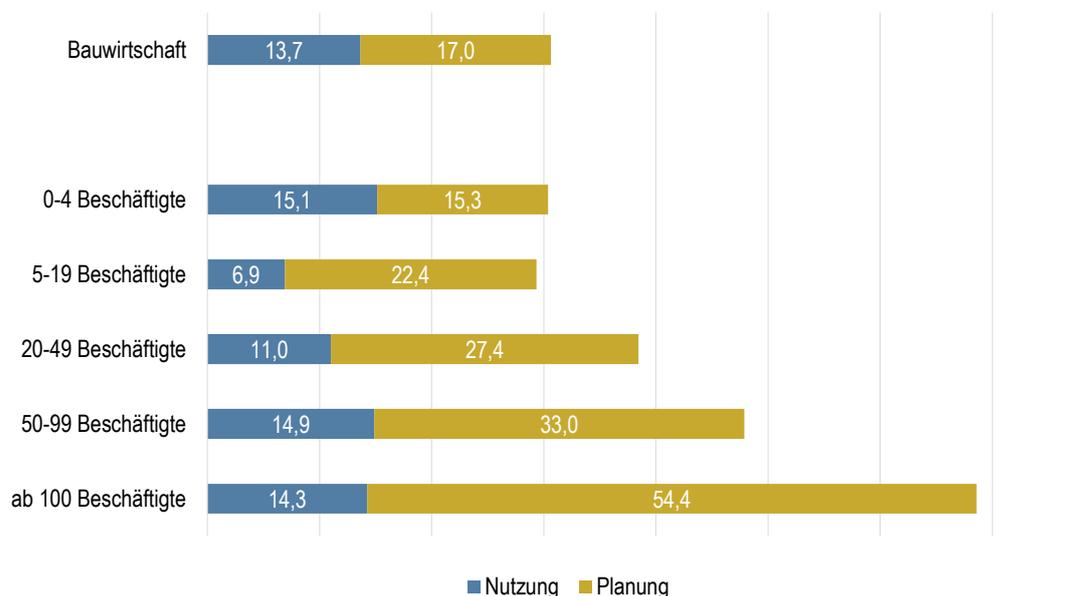
Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Bei welchen Kompetenzen sehen Sie im Hinblick auf die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen den größten Fortbildungsbedarf bei Ihren Mitarbeitern?“.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

BIM wird bisher eher zurückhaltend genutzt – zukünftiges Potenzial wird aber erkannt

Obwohl bislang lediglich 13,0 Prozent der Unternehmen in der Bauwirtschaft inklusive Planungsbereich digitale Gebäudemodelle (BIM) einsetzen (vgl. Abb. 3-6 und Abb. 3-26), erkennen die Unternehmen mehrheitlich die Potenziale dieser Technologie an. Abgesehen von der Aussage über die verbesserte Wertschöpfung stimmt die Mehrzahl der Unternehmen sämtlichen in Abb. 3-27 aufgezeigten Potenzialen, die sich durch den Einsatz von BIM eröffnen, zu. Die positive Einschätzung bezüglich der Potenziale von BIM deckt sich damit, dass 17 Prozent der Unternehmen den Einsatz von BIM in den nächsten drei Jahren planen (Abb. 3-6). Das größte Potenzial sehen die Unternehmen hier bei der Projektplanung, wo annähernd drei von vier (74,6 Prozent) Unternehmen Verbesserungspotenziale durch BIM sehen. Auch den Aussagen bezüglich der größeren Datengenauigkeit (70,7 Prozent) und dem andauernden Wert der geschaffenen Daten (69,8 Prozent) stimmt die überwiegende Mehrheit der Unternehmen des Baugewerbes zu. Über die Hälfte der Unternehmen (55,2 Prozent) stimmt zudem zu, dass der Nutzen der BIM-Anwendung den Aufwand für dessen Implementierung rechtfertigt.

Abb. 3-26: Einsatz Digitale Gebäudemodelle (BIM) in der Bauwirtschaft inkl. Planende nach Größenklassen (in Prozent der Unternehmen)

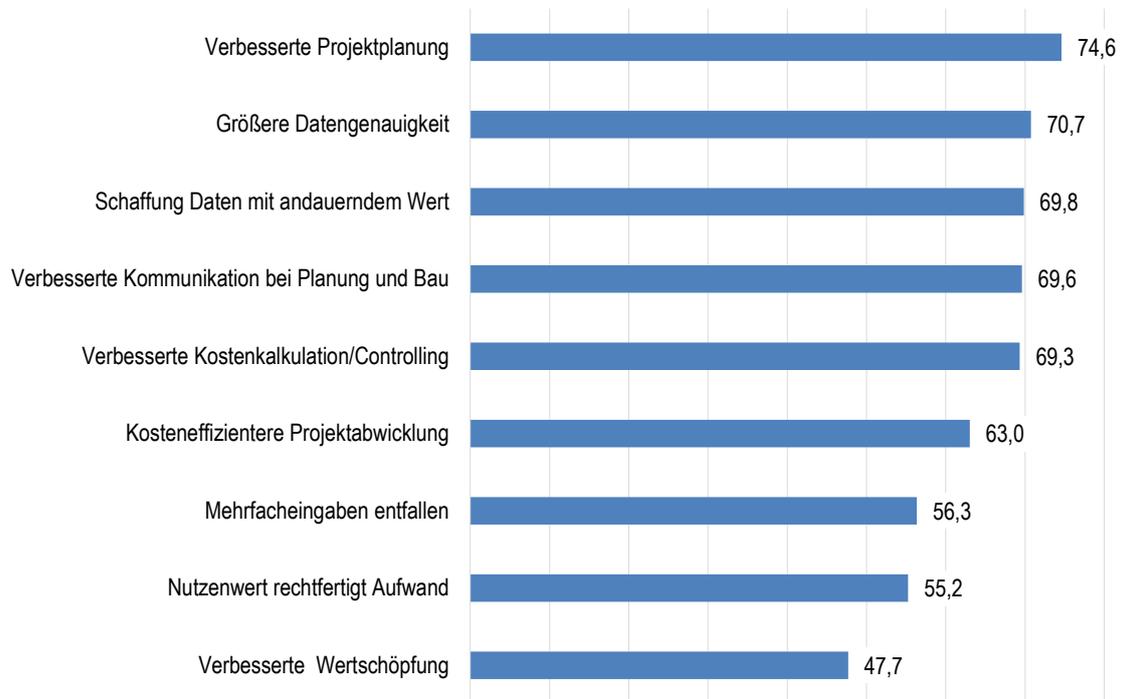


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Welche der folgenden Technologien setzen Sie bereits in Ihrem Unternehmen ein oder planen den Einsatz in den kommenden 3 Jahren? -- Digitale Gebäudemodelle (BIM)“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Interessant ist die Tatsache, dass momentan der Nutzeranteil von BIM bei den Kleinstunternehmen (mit weniger als 5 Beschäftigten) dasselbe Niveau erreicht, wie bei den Unternehmen mit 50-99 Beschäftigten und der Gruppe von Unternehmen ab 100 Beschäftigten. Erst wenn es um die Planung der zukünftigen Nutzung geht, zeigen sich deutliche Größenklassenunterschiede (Abb. 3-26). Während bis in drei Jahren knapp 69 Prozent der Großunternehmen in der Bauwirtschaft inklusive Planende digitale Gebäudemodelle nutzen wollen, sind es bei den Klein- und Kleinstunternehmen nur rund 29 bzw. 30 Prozent. Gerade was BIM betrifft, sind anscheinend in der Startphase einer digitalen Technologie ähnlich viele Kleinstunternehmen wie Großunternehmen als frühzeitige Anwender zu begeistern.

Abb. 3-27: Aussagen zu digitalen Gebäudemodellen (BIM) in der Bauwirtschaft inkl. Planende (in Prozent der Unternehmen)

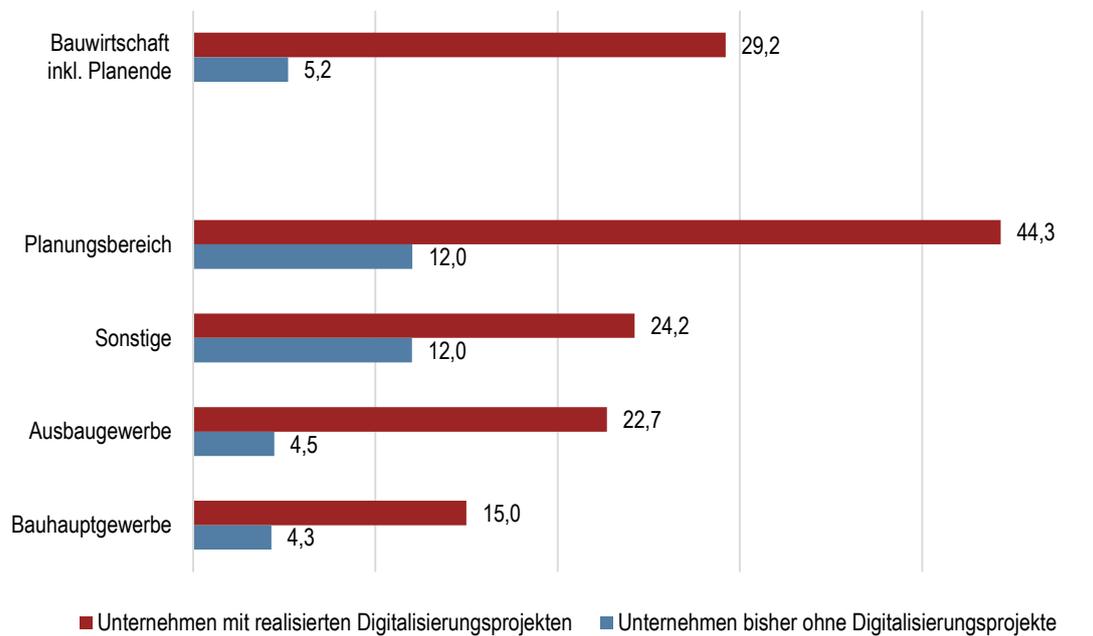


Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zur Arbeit mit digitalen Gebäudemodellen (BIM) zu?“

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Abb. 3-28 zeigt, dass die Nutzung von BIM zwischen den Teilbranchen variiert. Zudem nutzen Unternehmen, die Digitalisierungsprojekte realisiert haben, BIM sechsmal häufiger (29,2 Prozent) als Unternehmen, die keine Digitalisierungsprojekte durchgeführt haben (5,2 Prozent). Im Planungsbereich kommt BIM mit einer Nutzungsrate von 44,3 Prozent am häufigsten zum Einsatz, wohingegen im Bauhauptgewerbe (15,0 Prozent) BIM-Anwendungen bisher nur eine kleine Rolle spielen.

Abb. 3-28: Nutzung von digitalen Gebäudemodellen (BIM) nach (Teil-) Branchen und Digitalisierungserfahrung (in Prozent der Unternehmen)



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Welche der folgenden Technologien setzen Sie bereits in Ihrem Unternehmen ein oder planen den Einsatz in den kommenden 3 Jahren?“.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

3.3 Zwischenfazit

Die Auswertung der Unternehmensbefragung liefert wichtige Hinweise zum Einfluss der Digitalisierung auf Geschäfts- und Produktionsprozesse der Unternehmen in der Bauwirtschaft und im Planungsbereich. Während einzelne Anwendungen recht häufig zum Einsatz kommen, so zum Beispiel die elektronische Rechnungstellung und CAD-Software, werden bauspezifische digitale Technologien wie 3D-Scanner oder Virtuelle Realität bisher eher selten genutzt. Auch beim zukünftig geplanten Einsatz dieser Technologien sind, abgesehen von der Nutzung von BIM sowie 3D-Scannern, keine größeren Veränderung zu erwarten.

Dieses Ergebnis deckt sich mit der Tatsache, dass viele Unternehmen in der Bauwirtschaft inklusive Planende noch nicht den Bedarf sehen, gezielt Digitalisierungsprojekte durchzuführen. Lediglich 35 Prozent der Unternehmen haben in den letzten drei Jahren Digitalisierungsprojekte durchgeführt und fast genauso viele (36 Prozent) planen Digitalisierungsprojekte in den kommenden drei Jahren. Hemmnisse für die Digitalisierung werden hauptsächlich im hohen Investitions- und Zeitaufwand gesehen. Dass die Digitalisierung trotz allem in Zukunft einen entscheidenden Einfluss haben wird, nimmt auch die Bauwirtschaft inklusive des Planungsbereichs wahr. Deutlich mehr Unternehmen erwarten positive Auswirkungen der Digitalisierung auf ökonomische Erfolgsvariablen wie Wettbewerbsfähigkeit, Innovationsfähigkeit oder Arbeitsproduktivität in der Zukunft als gegenwärtig. Die Branchendifferenzierung gibt darüber Aufschluss, dass die Teilbranchen der Bauwirtschaft inklusive Planende unterschiedlich starke Digitalisierungsfortschritte aufweisen. Der Planungsbereich ist die Teilbranche mit dem höchsten Digitalisierungsgrad, die zugleich am stärksten den positiven Einfluss der Digitalisierung auf die Unternehmensperformance wahrnimmt. Im Vergleich dazu sind das Bauhauptgewerbe und das Ausbaugewerbe deutlich weniger digital aufgestellt. Unternehmen, die bereits Digitalisierungsprojekte realisiert haben, bewerten die fortschreitende Digitalisierung durchweg positiver als jene Unternehmen, die bislang keine Digitalisierungsprojekte umgesetzt haben.

4 Experteninterviews

4.1 Ziel und Struktur der Experteninterviews

Die Experteninterviews dienen dazu, die bereits in der Unternehmensbefragung (siehe Abschnitt 3) gewonnenen Erkenntnisse noch einmal zu überprüfen und zusätzlich tiefergehende Fragen zu einzelnen Aspekten, die im Rahmen einer standardisierten Befragung nicht erhoben werden konnten, zu stellen. Die Ergebnisse der Experteninterviews fließen wiederum in die Entwicklung von Handlungsempfehlungen ein.

Die ausgewählten Experten²⁸ gehören verschiedenen Bereichen der Bauwirtschaft und des Planungsbereichs an und geben dadurch einen Eindruck vom Stand der Digitalisierung in der gesamten Branche. Es wurden insgesamt sieben Interviews mit Branchenexperten aus öffentlichen Institutionen sowie Verbänden und Unternehmen durchgeführt. Darunter waren zwei Vertreter aus der Wissenschaft, ein technischer Gebäudeplaner, ein Architekt, ein Vertreter aus dem Ausbaugewerbe, ein Verbandsvertreter aus der Bauwirtschaft sowie ein Vertreter eines Kompetenzzentrums. Insgesamt wurden drei große Fragenblöcke behandelt, die jeweils Aufschluss über verschiedene Aspekte der Digitalisierung in der Bauwirtschaft gaben. Der erste Fragenblock behandelte den Stand der Digitalisierung, während sich der zweite Block mit dem Einfluss der Investitionen in IKT auf die Geschäfts- und Produktionsprozesse und somit auf die Produktivität beschäftigte. Der letzte Teil befasste sich mit den durch die Digitalisierung geänderten Anforderungen an die Kompetenzen und Fähigkeiten der Beschäftigten sowie der Veränderung von Ausbildungsinhalten. Zudem wurden potenzielle Handlungsempfehlungen für die Politik abgefragt.

4.2 Ergebnisse der Experteninterviews

Der Gesamteindruck aller Experten zeigt, dass die Digitalisierung einen wichtigen Teil zum weiteren Wachstum der Baubranche beitragen wird. Jedoch waren die Investitionsstrategien der letzten Jahre bei den Unternehmen in der Bauwirtschaft oftmals ohne ein zugrundeliegendes strukturiertes Digitalisierungskonzept. Nur wenige Unternehmen haben eine umfassende Investitionsstrategie für Informations- und Kommunikationstechnologien und es verbleiben somit häufig vereinzelt „Insellösungen“. Hauptsächlich wurde in die Software- und/oder Hardwareinfrastrukturen investiert. Auffallend ist ebenfalls, dass größere Unternehmen, im Gegensatz zu kleinen und mittelständischen Unternehmen, deutlich aktiver im Digitalisierungsprozess waren. Insbesondere kleine Unternehmen sind oft überfordert und verfügen nicht über die finanziellen und personellen Mittel. Außerdem fehlt den kleinen Unternehmen, nicht zuletzt aufgrund der hohen Auslastung der Unternehmen und der guten konjunkturellen Lage der Baubranche, die Zeit, sich mit dem Thema Digitalisierung und somit mit Investitionen in IKT auseinanderzusetzen. Die Interviewpartner erwarten deshalb, dass die zukünftige Entwicklung der Digitalisierung in der Bauwirtschaft langsam verlaufen wird. Vor allem kleine Unternehmen konzentrieren sich zurzeit auf ihr Hauptgeschäft und warten die weitere Entwicklung erstmal ab.

²⁸ Grundsätzlich wurde den Interviewpartnern Anonymität zugesichert, weshalb die diskutierten Aussagen nicht personalisiert wurden. Die Interviews wurden telefonisch im Zeitraum Mitte Februar bis Anfang März 2019 durchgeführt.

Trotz einiger Vorbehalte wächst das Interesse der Handwerksbetriebe an der Digitalisierung stetig an. Mittlerweile werden spezielle Apps und Softwaretools für Handwerker entwickelt. Diese sollen die Dokumentation, Zeiterfassung und Schadensmeldung vereinfachen und den Unternehmen und ihren Beschäftigten Zeitersparnis bringen. Bislang werden diese Angebote allerdings noch zögerlich von den Unternehmern angenommen und eingesetzt. Vor allem für das ausführende Gewerbe stellen Kalkulationsprogramme mit GAEB²⁹ Schnittstelle sowie elektronische Fahrtenschreiber eine der wichtigsten Investitionen in IKT dar. Diese ermöglichen einen vereinfachten Austausch von Information sowie eine standardisierte Dokumentation, was zu einer erheblichen Produktivitätssteigerung führen kann. Des Weiteren erleichtert der Online-Kundenkontakt die Kommunikation und verbessert die Vernetzung.

Die Strategien zur Digitalisierung unterscheiden sich zwischen den Unternehmen sehr stark. Während sich kleine Unternehmen insbesondere durch Selbstrecherche oder dem *Trial and Error* Prinzip an das Thema heranarbeiten, integrieren große Unternehmen die Digitalisierung in die Unternehmensstrategie und stimmen ihre Prozesse auf BIM ab. Eine Idee, kleinen Unternehmen dabei zu helfen, die Digitalisierung voranzutreiben, wäre eine Branchenlösung, die von einem Leitbetrieb umgesetzt wird. Dieser Leitbetrieb könnte dann als Best Practice-Beispiel für andere Unternehmen dienen.

Eine Forschungsgruppe der Bergischen Universität Wuppertal beschäftigt sich mit der Entwicklung einer „idealtypischen Soll-Prozesskette zur Anwendung der BIM-Methode im Lebenszyklus von Bauwerken“ (BBSR 2018a: 13 ff.). Das Ziel ist eine Standardisierung von Bauwerksdatenmodellen, um den Planungsprozess einheitlich zu gestalten. Dies könnte auch die Möglichkeiten kleinerer Unternehmen steigern, da eine Vereinheitlichung zeitsparend wirkt sowie den Planungs- und Bauprozess strukturieren könnte. Ein weiteres Mittel, welches den Unternehmen helfen könnte, sind Transferpartnerschaften von Verbänden mit den Kompetenzzentren. Durch diese Partnerschaften können die Unternehmen durch die Bereitstellung digitaler Tools und Fortbildungsmaßnahmen unterstützt werden. Verbände dienen dabei als Multiplikator sowie als Schnittstelle zwischen den Kompetenzzentren und Betrieben.

In der Literatur wird BIM oftmals als zentrales Element der digitalen Transformation in der Baubranche angesehen. Die Meinungen der Experten gehen hierzu jedoch weit auseinander. Während vor allem Unternehmen im Planungsbereich BIM als zentralen Bestandteil sehen, ist es für die ausführenden Gewerke eher nur ein digitales Werkzeug von vielen. Dennoch hat der Einsatz von BIM auch aus der persönlichen Erfahrung eines befragten Experten heraus in den letzten Jahren stark zugenommen. Vor drei Jahren betrug der Anteil von BIM-Projekten aus seiner Sicht schätzungsweise 20 Prozent, wohingegen mittlerweile zwischen 50 bis 60 Prozent der Großprojekte mit BIM gebaut werden. Der Stufenplan der Bundesregierung sieht vor, dass für kommende Großprojekte ab 2020 die BIM Software verpflichtend vorausgesetzt wird. Ein großes Problem ist allerdings, dass die Daten aus verschiedenen BIM-Anwendungen nicht ohne weiteres zu einem Modell zusammengefügt werden können. Mit Hilfe von IFC-Schnittstellen kann zwar auf Fehler überprüft werden, eine allgemeine Kompatibilität der verfügbaren Software ist jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nicht gegeben. Die Erfahrung lehrt, dass vor allem die Projekte mit BIM Einsatz erfolgreich waren, bei denen ausschließlich Software des gleichen Herstellers bzw. ein geschlossenes System verwendet wurde.

Ein weiterer zentraler Aspekt ist die Frage, ob die Digitalisierung dazu beigetragen hat, neue Geschäftsprozesse in den Unternehmen zu implementieren. Laut Experten sind wenige bis sehr wenige Beispiele im ausführenden Gewerbe bekannt. Die deutschen Klein- und Mittelständler sehen keine Notwendigkeit in der

²⁹ Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen (GAEB), bietet standardisierten Austausch von Bauinformationen.

Veränderung ihres Geschäftsbetriebes und der Erweiterung durch neue Geschäftsprozesse. Dagegen werden im internationalen Vergleich, vor allem im Planungsbereich, neue Technologien wie *virtual reality* oder *augmented reality* schon heutzutage aktiv eingesetzt. Großbritannien hat schon früh Anreize für eine Digitalisierung gesetzt und diese stark gefördert. Dadurch ist ein BIM Level 2 für öffentliche Bauprojekte verpflichtend. BIM Level 2 bedeutet, dass jede involvierte Partei CAD-Anwendungen verwenden muss, damit ein einheitliches Gesamtmodell erstellt werden kann. Auch die skandinavischen Länder sind im internationalen Vergleich stark in der Digitalisierung aufgestellt. Die Prozesse in der Planung sind größtenteils durch BIM gesteuert. Die deutschen Unternehmen agieren dagegen vorsichtiger und abwartend. Dies könnte in naher Zukunft zu Problemen führen, da viele Großprojekte, sowohl aus öffentlicher Hand, als auch von privaten Anbietern, CAD- und BIM-Anwendungen voraussetzen. Dadurch entsteht für viele kleinere Unternehmen eine hohe Markteintrittsbarriere. Für Auftraggeber hat dies zur Folge, dass es weniger Anbieter geben wird.

Durch die Digitalisierung entstehen auch potenzielle neue Geschäftsmodelle im Bereich des Datenmanagements. Produktdatenbanken können eine größere Transparenz schaffen und ermöglichen eine größere Auswahl an Produkten. Daneben werden Drohnen teilweise zur Vermessung von Gebieten sowie zur Bewertung von Objekten und für die Bestandsaufnahme verwendet. Ein weiterer Bereich ist der Proptech-Markt, in dem Immobilien online bewertet werden. Die Rückmeldung von Unternehmen, die Digitalisierungsprojekte durchgeführt haben, fällt hierbei sehr gemischt aus. Während Softwaretools wie die digitale Stundenerfassung den Unternehmen viel Zeit erspart, beklagen sich die Unternehmen bei den Verbänden, dass es oftmals kaum Hilfestellung bei Digitalisierungsvorhaben gibt und somit die Umsetzung sehr mühsam ist. Des Weiteren verändern sich durch den Einsatz von BIM-Technologien die Arbeitsprozesse, wodurch manche Arbeitsschritte, wie die Werk- und Montageplanung, komplett wegfallen und bei den ausführenden Gewerken zu erheblichen Umsatzeinbußen führen. Die Anwendung neuer Technologien stellt einen Kulturwandel dar, weil sich dadurch die Art der Zusammenarbeit zwischen den Akteuren des Baugewerbes verändert.

Um eine Veränderung der Bauwirtschaft hinsichtlich der Nutzung von digitalisierten Tools zu erzeugen, sollten neben der Regierung auch die Unternehmen aktiv Veränderungen fördern. Auch wenn sich die Ausbildungsinhalte seit einigen Jahren langsam anpassen, wäre es wichtig, in der Ausbildung der Beschäftigten ein größeres Gewicht auf die Bedienung von Maschinen und Softwaretools zu legen. Des Weiteren sollten mehr Schulungen mit kooperierenden Softwareunternehmen angeboten und die Hilfestellungen der Kompetenzzentren genutzt werden. Neben den Verbänden und Unternehmen sollten auch die Universitäten und Berufsschulen digitale Inhalte vermehrt in ihren Lehrplan einbinden. Oft werden nur ‚Randkurse‘ für die Nutzung von BIM- und CAD-Anwendungen an den Universitäten angeboten, wodurch sich die Studierenden die (weitergehenden) Kenntnisse selbst aneignen müssen.

Aus allen Interviews geht hervor, dass die fehlende Zuordnung des Themas Digitalisierung zu einem der Ministerien eines der Hauptprobleme darstellt. Zwischen den Ministerien fehlt aus Sicht der befragten Expertinnen und Experten jegliche Abstimmung und Kommunikation, wodurch es für die Unternehmen schwierig ist geeignete Ansprechpartner zu finden. Diese hohen Bürokratiehürden erschweren die Teilnahme an Förderprogrammen. Für die Unternehmen lohnt es sich daher nicht, sich auf die Fördermaßnahmen zu bewerben, da aufgrund des hohen Zeitaufwandes kein Kosteneinsparungsvorteil entsteht. Die Politik sollte deshalb komplexe Strukturen vereinfachen und ihre Kompetenzen im Bereich Beratung stärken. Zusätzlich sollten einheitliche Standards und klare Richtlinien für die Vergabe von Fördermitteln definiert werden. Ein

weitere Problem ist, dass der Stufenplan 2015 nur Schulungsmaßnahmen für die öffentliche Vergabe vorsieht und die Marktpartner nicht berücksichtigt werden. Dieser Ansatz löst das Problem nicht, sondern fördert das Ungleichgewicht umso mehr.

Um den Unternehmen den Digitalisierungsprozess zu vereinfachen, wäre die Einrichtung eines digitalen Bauamts sinnvoll, in dem die Unterlagen oder Modelle online eingereicht werden können. Denn wenn der Stufenplan BIM-Anwendungen voraussetzt, sollte auch die Verwaltung digitalisiert sein. Zudem sollte von Seiten der Politik und der Verbände ein größeres Angebot von Fortbildungsmaßnahmen und Informationsmaterialien zur Verfügung gestellt werden.

4.3 Zwischenfazit

Die Expertengespräche zeigen, dass die Digitalisierung für die verschiedenen Teilbranchen der Bauwirtschaft unterschiedliche Bedeutung hat. Während für das ausführende Gewerbe Digitalisierung bedeutet ein Kalkulationsprogramm, eine Webseite oder einen digitalen Fahrtenschreiber zu nutzen, heißt Digitalisierung für den Planungsbereich 3-, 4- oder 5D-Modelle zu erstellen und den Planungs- und Dokumentationsprozess digital durchzuführen.

Einig sind sich die Expertinnen und Experten darin, dass technische Standardisierung für die häufig notwendige Kooperation mehrerer Gewerke in einem Projekt hilfreich wäre, um diese effizienter zu organisieren und durchzuführen. Zudem können Informations- und Schulungsmaßnahmen, die durch Transferpartnerschaften zwischen den Verbänden und Kompetenzzentren angeboten werden, dabei helfen, insbesondere kleinere Handwerksunternehmen für die Nutzung digitaler Technologien zu gewinnen. Im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung sehen die Expertinnen und Experten auch die Politik in der Pflicht. Es müssen klare Verantwortlichkeiten für das Thema Digitalisierung zugewiesen werden, da die über viele Ministerien verteilten Zuständigkeiten der Weiterentwicklung nicht zuträglich sind.

4.4 Exkurs: Ausgewählte Beispiele für Digitalisierung im Baubereich

In den nachfolgenden Informationsboxen werden beispielhaft drei zentrale Aspekte der Digitalisierung in der Bauwirtschaft näher beleuchtet. Building Information Modeling (BIM) wird von zahlreichen Akteuren als zentraler Baustein der Digitalisierungsstrategie in der Bauwirtschaft angesehen, obwohl, wie die Erkenntnisse aus der Unternehmensbefragung und den Experteneinschätzungen zeigen, deren breiter Einsatz noch weit entfernt liegt. Insbesondere Kleinst- und Kleinunternehmen kämpfen mit viel rudimentäreren Herausforderungen der Digitalisierung und nutzen BIM nur dann, wenn sie in der Auftragskette dazu angehalten werden.

Gerade für kleinere Unternehmen ergibt sich über digitale Sharing-Plattformen zum gegenseitigen Tausch gerade benötigter bzw. nicht benötigter Maschinen und Ausrüstungsgegenstände eine effizientere Nutzung ihrer Investitionsmittel.

Welche Chancen der 3D-Druck bzw. die additive Fertigung als digitale Produktionstechnologie in der Bauwirtschaft bietet, wird in einer abschließenden Informationsbox beleuchtet.

Building Information Modeling – Industrie 4.0 in der Bauwirtschaft

Erst digital, dann real bauen!

Building Information Modeling (BIM) gilt als zentraler Aspekt der Digitalisierung in der Bauwirtschaft. „Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“ (BMWi 2015). Im Idealfall wird das virtuelle Bauwerksmodell über den ganzen Planungsprozess von allen am Bauprojekt Beteiligten – Architekten, Bauunternehmen, Bauherren und Betreibern – mit Informationen angereichert und unterstützt so eine bessere Planung, Konstruktion sowie Verwaltung des Gebäudes.

BIM wird in der Bauwirtschaft noch selten eingesetzt: Einer Studie der Unternehmensberatung PwC zufolge beträgt die Einsatzquote der Technologie unter den befragten Unternehmen maximal 11 Prozent (PwC 2018). Die BIM-Methode findet aber zunehmend Einzug in die Bauwirtschaft und verschiedene Softwareanbieter haben bereits IT-Lösungen für die Technologie entwickelt. Mit der 2016 auf den Markt gebrachten Planungssoftware CAALA des gleichnamigen deutschen Start-ups können Architekten beispielsweise bereits in einer frühen Planungsphase den Energiebedarf, die Lebenszykluskosten sowie die Ökobilanz von Gebäudeentwürfen ermitteln. Die Software kalkuliert die finanziellen und ökologischen Folgen von Entwurfsentscheidungen und erlaubt es, durch den Vergleich von Varianten das Optimum möglicher Maßnahmen (beispielsweise in Bezug auf Gebäudegeometrie und Materialien) über den gesamten Gebäudezyklus zu bestimmen.

Insbesondere die Planung und Realisierung von Großprojekten profitiert von der Einführung des Building Information Modeling. Crossrail, ein derzeit im Bau befindliches Eisenbahnverkehrsprojekt in London und gleichzeitig eines der größten Verkehrsinfrastrukturprojekte Europas, zielt darauf ab, das erste große Infrastrukturprojekt zu sein, bei welchem das BIM-Konzept vollständig umgesetzt wird. Gebaut wird eine 118 Kilometer lange Eisenbahnlinie, die von Reading in Berkshire bis Shenfield in Essex einmal mitten unter der

Londoner Hauptstadt hindurch führt. Von dem entwickelten BIM-Modell erwartet man sich langfristige Kosteneinsparungen, die durch die Bereitstellung präziser Informationen entstehen, die den Bahnbetreibern und Wartungsbetrieben zur Verwaltung der Crossrail-Anlagen nach der Fertigstellung übergeben werden können (Crossrail 2018).

Die UNESCO-Weltkulturstadt Bamberg ist darüber hinaus ein Beispiel für den BIM-Einsatz in Deutschland. Auf der Hochgeschwindigkeitsverbindung von München nach Berlin gilt der Eisenbahnknoten Bamberg derzeit als Engpass, da sich dort unterschiedliche Verkehrsströme überlagern. Daher sahen die Planungen der Deutschen Bahn AG vor, die bestehende zweigleisige Strecke auf vier Gleise auszubauen und mit hohen Lärmschutzwänden einzurahmen. Die Bevölkerung Bambergs befürchtete, durch den Bau der Lärmschutzwälle den UNESCO-Welterbe-Status der Stadt zu verlieren. Diese Kritik bot Anlass, die Auswirkungen des Vorhabens für die Bewohner Bambergs im Rahmen eines 3D-Stadtmodells nachvollziehbar zu visualisieren. Das entwickelte zentrale Gebäudedatenmodell wurde in einer Cloud gespeichert und auf der Website der Stadt Bamberg abgebildet.

Sharing Economy in der Baubranche

Mieten statt Besitzen!

Wohnungen werden über AirBnB an Urlauber vermietet und Car-Sharing-Modelle wie Car2Go oder Drive Now machen den Besitz eines eigenen Autos überflüssig. Laut einer repräsentativen Umfrage der Unternehmensberatung PwC nutzt bereits fast jeder zweite Deutsche Sharing Dienste (PwC 2018). Nun findet der Trend zum „Teilen statt Kaufen“ auch Einzug in die Baubranche.

Unter dem Motto „Meine Baumaschine ist deine Baumaschine“ launchte im Juli 2018 Sharemac, eine internetbasierte Mietplattform für Baumaschinen, die es Unternehmen der Bauwirtschaft ermöglicht, Maschinen oder Geräte untereinander zu vermieten und zu mieten. Das Sharemac-Konzept bietet dem bisherigen Baumaschinenmanagement eine ressourcensparende und effiziente Alternative, die für alle Beteiligten des Austauschprozesses eine Win-Win Situation darstellt. Anbieter bzw. Vermieter vermeiden durch die Bereitstellung ungenutzter Baumaschinen unnötige Kosten (z. B. Lagerkosten, Opportunitätskosten) und können neue Umsatz- und Absatzpotenziale erschließen. Zudem können Mietinteressenten das für sie passende Bau-Equipment bei Bedarf problemlos finden und profitieren durch den Verzicht bzw. die Reduzierung von Eigentum (Klickrent 2018).

Im Hinblick auf die Zukunftsfähigkeit von Sharing-Konzepten im Bausektor kommt eine Studie des GfK Vereins zu dem Ergebnis, dass die Sharing Economy für die Baubranche zwar nicht das Potenzial zum Trendthema hat, sondern vielmehr ein Nischenphänomen ist, ein Trend also, dem nur bestimmte Bereiche oder Konsumentengruppen folgen werden (GfK Verein 2015).

3D-Druck in der Bauwirtschaft

Immer mehr 3D-Drucker-Hersteller sehen die Zukunftspotenziale des 3D-Drucks in der Bauwirtschaft. So auch beispielsweise das italienische Unternehmen WASP, das im Oktober 2018 den 12 Meter hohen 3D-Drucker „Big Delta“ vorstellte. Konstruiert wurde der Drucker für den Bau kostengünstiger Häuser aus nachhaltigen Ressourcen für Dritte Welt- und Entwicklungsländer. Zusätzlich entwickelt WASP unter dem Stichwort „Maker Economy“ derzeit ein theoretisches Modell, das es Architekten und Bauunternehmern zukünftig ermöglichen soll, Materialien, Werkzeuge und Einzelteile, die sie für den Bau von Häuser benötigen, selbstständig herzustellen. Allgemeines Ziel des Einsatzes der 3D-Drucktechnologie in der Bauwirtschaft ist es die Umweltbelastungen zu reduzieren, die Kosten zu senken, die Baugeschwindigkeit zu steigern und Bauunfälle zu vermeiden.

Auch der Bau von Brücken wird als ein Zukunftsfeld des 3D-Drucks gesehen. Das niederländische Unternehmen MX3D stellte auf der Dutch Design Week 2018 beispielsweise die weltweit erste Stahlbrücke aus einem 3D-Drucker vor. Die Brücke ist 12 Meter lang, besitzt ein geschwungenes Design und verfügt über Sensoren, die den Verkehr ermitteln und Daten der Umgebung aufzeichnen. Sie soll 2020 in Amsterdam errichtet werden.

In den USA entwickelten zwei Architekten des Unternehmens Emerging Objects mit „Cool Brick“ 3D-gedruckte Tonziegel, die der Umgebung Wärme entziehen und so Räume umweltfreundlich kühlen können. Unter Einsatz der 3D-Drucktechnologie wurden die Ziegel so konstruiert, dass sie Wasser aufsaugen wie ein Schwamm und Luftströme durch die dreidimensionale Gitterstruktur hindurch geleitet werden können. Wenn sich die Luft dann durch den Stein bewegt, verdampft das Wasser und kühlt den entsprechenden Raum. Neben Emerging Objects arbeitet auch die bayrische Unipor-Gruppe in Zusammenarbeit mit der TU Darmstadt an einem 3D-Druckverfahren für Mauerziegel. Das eigens entwickelte Verfahren ermöglicht eine exakte Gestaltung des Mauerziegels und Baukeramiken können in ganz neuen Geometrien gefertigt werden.

Unternehmen aus Russland, China, den USA und den Niederlanden haben bereits bewiesen, dass sogar ganze Häuser 3D-gedruckt werden können. Das Startup ICON präsentierte 2018 beispielsweise ein einstöckiges, 56 Quadratmeter großes Haus aus Zement, das innerhalb von 24 Stunden mit einem 3D-Drucker hergestellt wurde und gerade einmal 4.000 US-Dollar kosten soll. Das Unternehmen möchte mit 3D-gedruckten Wohnhäusern das Raumproblem lösen, das durch die stetig wachsende Population entsteht. Die einfache, kostengünstige und effiziente Herstellungsweise von Häusern mit dem 3D-Drucker könnte mithelfen durch neue Bauformen die weltweite Herausforderung der Raumknappheit zu lösen.

Inwieweit sich 3D-Druck und andere additive Fertigungstechnologien in der täglichen Baupraxis tatsächlich bewähren und die beschriebenen Potenziale mittel- und langfristig auch im deutschen Baugewerbe ausgeschöpft werden können, wird sich erst in Zukunft zeigen.

5 Produktivität im Baugewerbe

Der folgende Abschnitt gibt Aufschluss über die Produktivität im Baugewerbe. Hierfür werden die Entwicklung des deutschen Baugewerbes sowie der Produktivitätsbeitrag von IKT im Zeitraum 1998 bis 2015 betrachtet. Es wird dabei sowohl auf unterschiedliche Maße der Arbeitsproduktivität als auch auf Vergleiche zu anderen Branchen in Deutschland und zur Baubranche in anderen europäischen Ländern eingegangen. Die Vergleichsländer entsprechen denen des Abschnitts 2.2. Bei der Darstellung der Produktivitätsentwicklung wird zwischen der Arbeitsproduktivität und der Totalen Faktorproduktivität (TFP) unterschieden.

Als Datenbasis dient, wie schon in Abschnitt 2.3, die EU KLEMS Datenbank.³⁰ Diese hat sich in den letzten Jahren als De-facto-Standard für Produktivitätsanalysen auf Branchenebene etabliert. Grundlage für die EU KLEMS Datenbank sind die volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der einzelnen Länder. Eine genaue Beschreibung der Datenbank findet sich in O'Mahony/Timmer (2009) sowie, für die hier verwendete neueste Ausgabe, in Jäger (2017).

Für verlässliche Aussagen bezüglich der Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Baugewerbe sind insbesondere auch zuverlässige Informationen über die tatsächlich jährlich geleisteten Arbeitsstunden notwendig, da diese durch äußere Einflüsse, wie z. B. das Wetter, erheblich zwischen einzelnen Jahren schwanken können. Die tatsächlich jährlich geleisteten Arbeitsstunden werden vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) der Bundesagentur für Arbeit auf Basis von Modellrechnungen ermittelt (Wanger/Weigand/Zapf 2014). Dabei werden eine Vielzahl von möglichen verzerrenden Einflüssen wie Kurzarbeit und Schlechtwetter berücksichtigt (Destatis 2019b: 26). Einen Überblick über die Einflüsse von bezahlten und unbezahlten Überstunden, Kurzarbeit, Schlechtwetter etc. auf das jährlich geleistete Arbeitsvolumen (Arbeitsstunden) liefert die Publikation „Durchschnittliche Arbeitszeit und ihre Komponenten“ des IAB.³¹ Die Berechnungen des IAB über die tatsächlich jährlich geleisteten Arbeitsstunden fließen direkt in die deutsche VGR und damit in die EU KLEMS Datenbank ein.

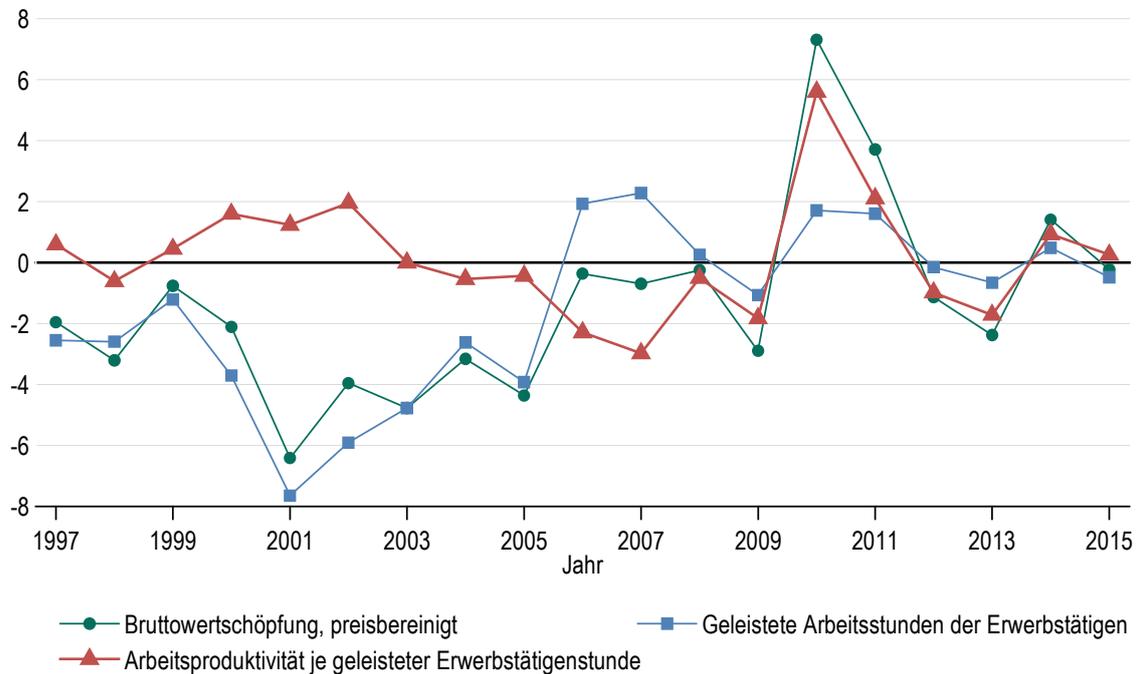
5.1 Entwicklung der Arbeitsproduktivität

In Abb. 5-1 sind die jährlichen Wachstumsraten der preisbereinigten Bruttowertschöpfung, der geleisteten Arbeitsstunden der Erwerbstätigen und der Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im deutschen Baugewerbe im Zeitverlauf abgetragen. Die Bruttowertschöpfung ist die Differenz zwischen Produktionswert (Wert der produzierten Waren und Dienstleistungen) und den im Produktionsprozess verwendeten Vorleistungen. Zwischen 1997 und 2005 waren sowohl die jährlichen Wachstumsraten der Bruttowertschöpfung als auch die der geleisteten Arbeitsstunden negativ. Da der Rückgang des Arbeitsvolumens meist höher als der Rückgang der Wertschöpfung ausfiel, war insgesamt dann jedoch meist eine moderate Steigerung der Arbeitsproduktivität in der deutschen Baubranche zu verzeichnen. Nach 2005 gab es nur noch in 4 von 10 Jahren eine Steigerung der Arbeitsproduktivität.

³⁰ <http://www.euklems.net/>.

³¹ http://doku.iab.de/arbeitsmarktdaten/AZ_Komponenten.xlsx.

Abb. 5-1: Bruttowertschöpfung, Arbeitsstunden und Arbeitsproduktivität im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf (jährliche Wachstumsraten in Prozent)

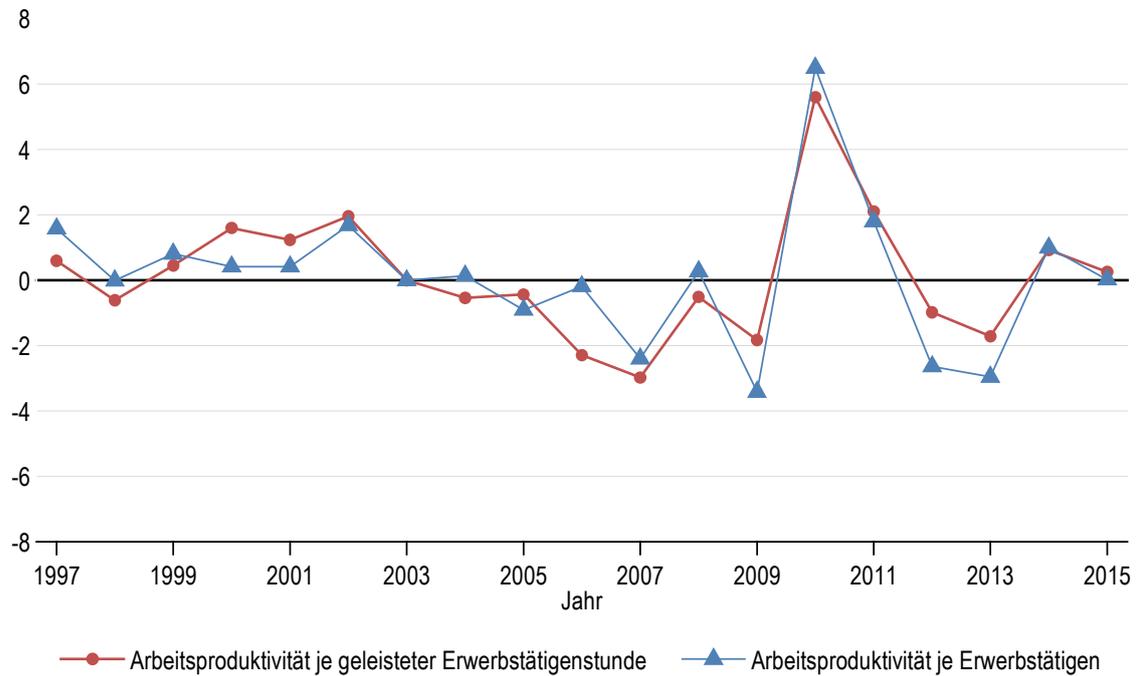


Quelle: EU KLEMS September 2017 release.

EU KLEMS industry code (NACE 2): F; jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 5-2 vergleicht die zwei am häufigsten verwendeten Maße der Arbeitsproduktivität. Dies ist zum einen die Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde (wie in Abb. 5-1) als auch die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen. Als Outputmaß dient jeweils die reale Bruttowertschöpfung. Insgesamt sind die Unterschiede der beiden Produktivitätsmaße eher gering. Am Beispiel des Jahres 2006 zeigt sich aber, dass die Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde das zu präferierende Maß ist. In diesem Jahr gab es einen Rückgang der Erwerbstätigkeit, wobei diese nun geringere Zahl der Erwerbstätigen insgesamt mehr Arbeitsstunden erbracht haben. Die Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen ist in diesem Jahr fast unverändert. Tatsächlich gab es aber, gemessen an den Erwerbstätigenstunden, einen recht starken Rückgang der Produktivität von über zwei Prozent.

Abb. 5-2: Unterschiedliche Maße der Arbeitsproduktivität im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf (jährliche Wachstumsraten in Prozent)

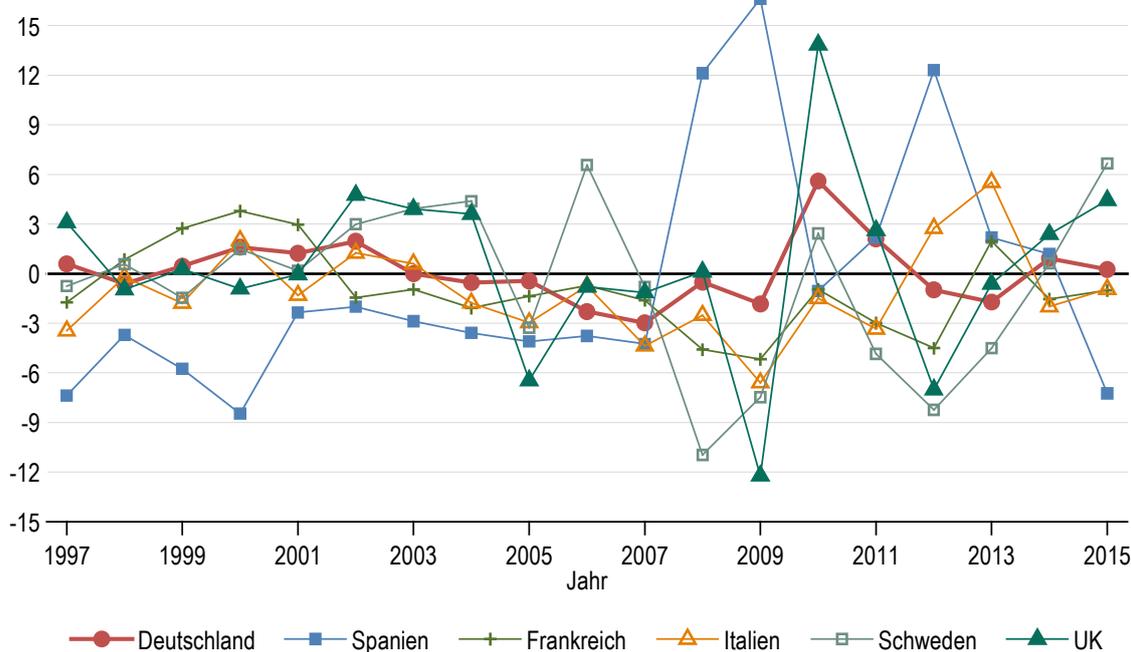


Quelle: EU KLEMS September 2017 release.

EU KLEMS industry code (NACE 2): F; jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 5-3 zeigt die Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im Baugewerbe im internationalen Vergleich. Aus dieser Grafik lassen sich insbesondere drei Ergebnisse ableiten: (1) Die jährliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität im Baugewerbe unterscheidet sich im Ländervergleich erheblich. (2) Weiterhin scheint es keinen generellen Produktivitätstrend im Baugewerbe zu geben, von dem alle betrachteten Länder gleichermaßen profitieren. (3) Die Produktivitätsentwicklung im Zeitraum vor der Weltwirtschaftskrise (1997-2008) erscheint weniger volatil als in den Jahren 2009-2015.

Abb. 5-3: Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im Baugewerbe im internationalen Vergleich (jährliche Wachstumsraten in Prozent)



Quelle: EU KLEMS September 2017 release.

EU KLEMS industry code (NACE 2): F; jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

In Tab. 5-1 sind die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten der Wertschöpfung, der Arbeitsproduktivität, der Erwerbstätigen und des Arbeitsvolumens für den Zeitraum 1998 bis 2015 dargestellt (siehe auch Tab. 8-1 im Anhang für die Darstellung der Werte für die Gesamtwirtschaft). Hier zeigt sich, dass die Wachstumsrate der realen Bruttowertschöpfung im Baugewerbe in drei von sechs Ländern über den genannten Zeitraum negativ war. In Deutschland war durchschnittlich ein Rückgang der Wertschöpfung in Höhe von 1,35 Prozent zu verzeichnen. Auch die Anzahl der Erwerbstätigen und die geleisteten Arbeitsstunden gingen in der deutschen Baubranche im Zeitraum von 1998 bis 2015 jährlich um durchschnittlich 1,38 Prozent bzw. 1,47 Prozent zurück. Insgesamt war die Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im deutschen Baugewerbe aber mit 0,12 Prozent leicht positiv. Deutschland ist dabei neben dem Vereinigten Königreich das einzige Land, welches über diesen Zeitraum hinweg eine positive Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Baugewerbe verzeichnen konnte.

Tab. 5-1: Wertschöpfung, Arbeitsproduktivität, Erwerbstätige und Arbeitsvolumen im Baugewerbe im internationalen Vergleich (durchschnittliche jährliche Wachstumsrate in Prozent: 1998-2015)

	DE	ES	FR	IT	SE	UK
Bruttowertschöpfung, preisbereinigt	-1,35	-1,47	0,12	-0,90	1,40	1,20
Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde	0,12	-0,14	-0,92	-0,99	-0,65	0,32
Geleistete Arbeitsstunden der Erwerbstätigen	-1,47	-1,33	1,04	0,09	2,06	0,88
Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen	0,03	0,13	-1,16	-1,29	-1,52	0,34
Erwerbstätige	-1,38	-1,60	1,28	0,39	2,92	0,86

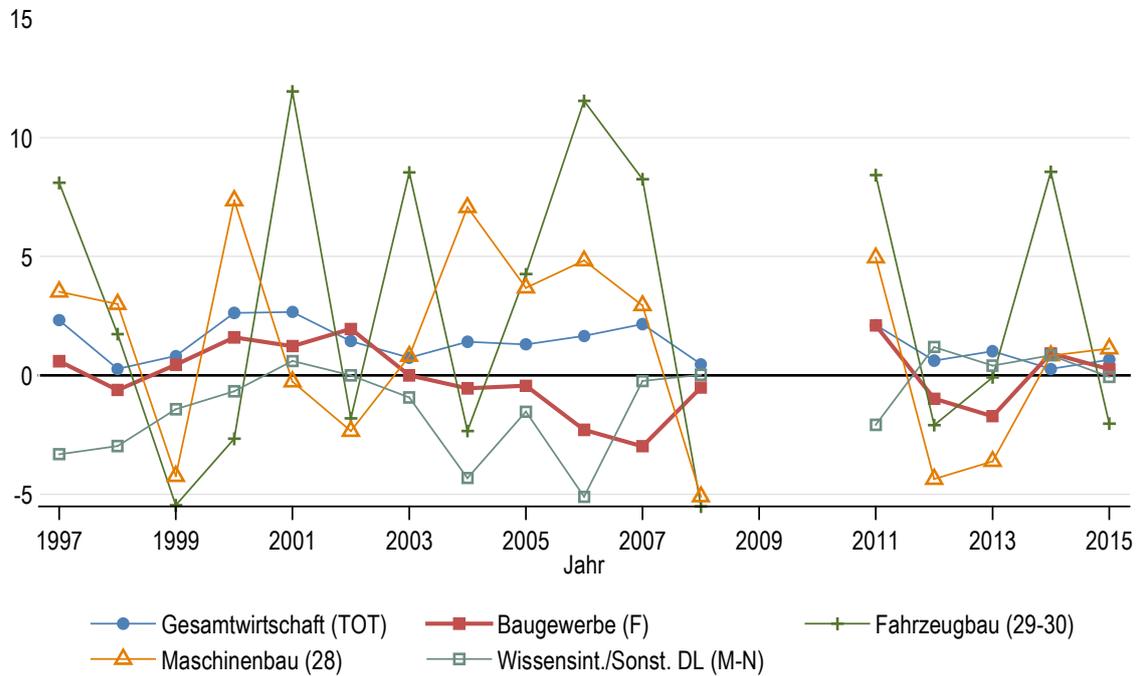
Quelle: EU KLEMS September 2017 Release.

EU KLEMS industry code (NACE 2): F; durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

Die Produktivitätsentwicklung im Zeitraum während und nach der Weltwirtschaftskrise erscheint jedoch so un stetig, dass eine abschließende Interpretation schwierig ist. Daher ist es sinnvoll, auch zusätzlich noch den Zeitraum von 1998 bis 2008 zu betrachten. In Tab. 8-2 im Anhang sind die Wertschöpfung, Arbeitsproduktivität, Erwerbstätigenzahl und das Arbeitsvolumen im Baugewerbe im internationalen Vergleich für die Jahre 1998 bis 2008 dargestellt. Daraus geht hervor, dass in diesem Zeitraum die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Wertschöpfung im deutschen Baugewerbe stark rückläufig war (-2,73 Prozent) und auch bei der Arbeitsproduktivität ein geringer Rückgang zu verzeichnen war (-0,19 Prozent). Damit nimmt die deutsche Baubranche gewissermaßen eine Sonderstellung ein. In allen anderen betrachteten Ländern lässt sich eine starke Zunahme der realen Bruttowertschöpfung, der Erwerbstätigkeit und des Arbeitsvolumens feststellen. In Ländern wie Spanien, wo die Erwerbstätigkeit im Baugewerbe jährlich um mehr als 5 Prozent zugenommen hat, war wenig überraschend auch ein starker Rückgang der Arbeitsproduktivität zu verzeichnen.

In Abb. 5-4 ist die Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Baugewerbe und den Vergleichsbranchen in Deutschland im Zeitraum 1997 bis 2015 dargestellt. Da in den Jahren 2009 und 2010 in einzelnen Branchen Änderungsraten der Arbeitsproduktivität von mehr als 20 Prozent zu verzeichnen waren (siehe Abb. 8-17 im Anhang), sind diese beiden Jahre aus Gründen der Übersichtlichkeit ausgenommen. In 15 der 17 hier dargestellten Jahre liegt die jährliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität in der Bauwirtschaft unterhalb der Wachstumsrate in der Gesamtwirtschaft. Die Produktivitätsentwicklung im deutschen Baugewerbe unterliegt dabei aber deutlich geringeren Schwankungen als in den anderen hier betrachtenden Branchen, wobei insbesondere der Fahrzeugbau starken Schwankungen unterliegt.

Abb. 5-4: Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im Branchenvergleich in Deutschland im Zeitverlauf (ohne die Jahre 2009/2010, jährliche Wachstumsraten in Prozent)



Quelle: EU KLEMS September 2017 release; jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

In Tab. 5-2 sind die durchschnittlichen jährlichen Veränderungen der Bruttowertschöpfung, der Arbeitsproduktivität, der Erwerbstätigkeit und des Arbeitsvolumens im Branchenvergleich in Deutschland für den Zeitraum 1998 bis 2015 aufgeführt. Das Baugewerbe ist die einzige der hier betrachteten Branchen, in der die Bruttowertschöpfung, die Erwerbstätigkeit und das Arbeitsvolumen rückläufig waren. Die Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde ist im Branchenvergleich mit einer jährlichen Wachstumsrate von 0,12 Prozent leicht unterdurchschnittlich. Es gibt aber auch Branchen, wie die wissensintensiven und sonstigen Dienstleistungen, die insgesamt einen Rückgang der Produktivität zu verzeichnen haben.

Tab. 5-2: Wertschöpfung, Arbeitsproduktivität, Erwerbstätige und Arbeitsvolumen im Branchenvergleich in Deutschland (durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent: 1998-2015)

	Maschinen- bau (28)	Fahrzeugbau (29-30)	Baugewerbe (F)	Wissensint./ Sonst. DL (M-N)	Gesamtwirt- schaft (TOT)
Bruttowertschöpfung, preisbereinigt	0,86	3,27	-1,35	1,65	1,36
Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigen- stunde	0,45	3,11	0,12	-1,36	1,12
Geleistete Arbeitsstun- den der Erwerbstätigen	0,40	0,16	-1,47	3,02	0,19
Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen	0,29	2,85	0,03	-1,98	0,65
Erwerbstätige	0,57	0,42	-1,38	3,63	0,70

Quelle: EU KLEMS September 2017 Release; durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

5.2 Entwicklung der Totalen Faktorproduktivität

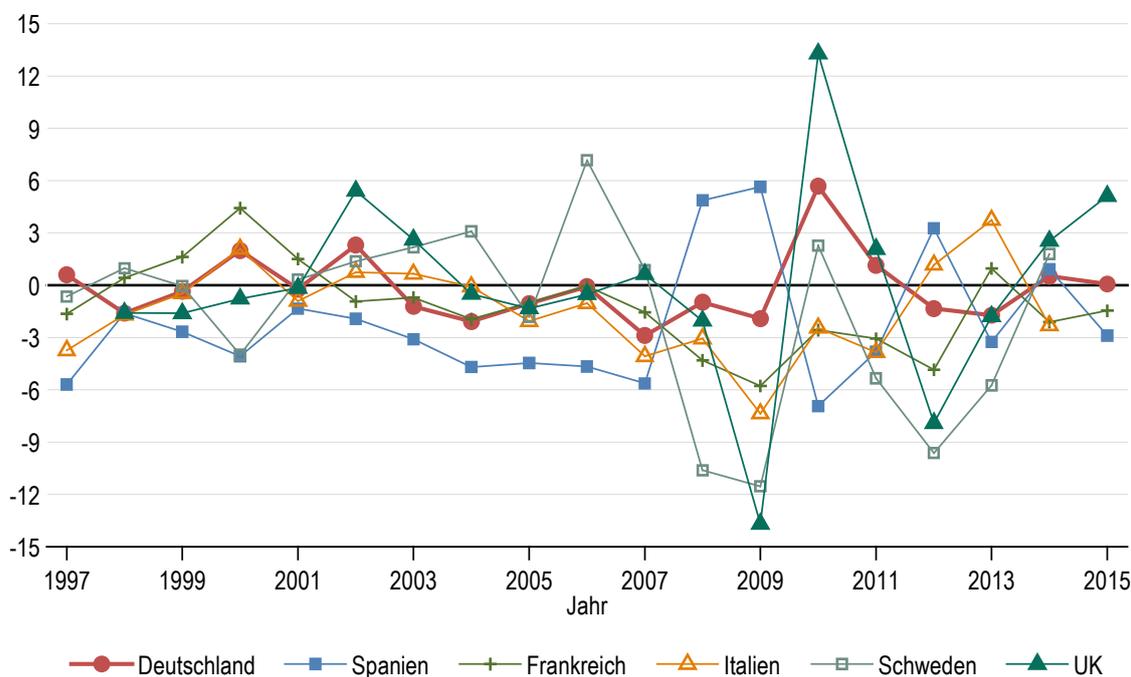
Neben der Analyse der Arbeitsproduktivität (siehe Abschnitt 5.1) bietet sich die Betrachtung des Wachstums der Totalen Faktorproduktivität (TFP) an. Das TFP-Wachstum wird oftmals als Maß für den allgemeinen technischen Fortschritt herangezogen. Es wird als Residuum berechnet aus der Differenz der Bruttowertschöpfung und dem gewichteten Wachstum der einzelnen Faktorinputs (siehe z. B. Jorgenson/Ho/Stiroh 2005 sowie Ademmer et al. 2017: 77 ff.):

$$\Delta \ln TFP = \Delta \ln Y - v^{LAB} \Delta \ln L - v^{IT} \Delta \ln K^{IT} - v^{NIT} \Delta \ln K^{NIT}$$

Da das TFP-Wachstum als Residuum berechnet wird, beinhaltet es jedoch auch unerwünschte Effekte wie Messfehler sowie unberücksichtigte Faktoren wie immaterielles Kapital oder Abweichungen von den zugrundeliegenden Modellannahmen (siehe z. B. Hulten 2001: 9 ff. und 40 ff., O'Mahony/Timmer 2009: F394). Dadurch, dass in der hier verwendeten EU KLEMS Datenbank bei der Berechnung des Kapitalinputs qualitätsadjustierte Preise sowie Nutzerkosten als Gewichte verwendet werden, wird jedoch für den in neuen Investitionsgütern gebundenen technischen Fortschritt (embodied technological change) bereits kontrolliert. Das hier dargestellte TFP-Wachstum entspricht somit (unter der Annahme des Nichtvorhandenseins der zuvor erwähnten unerwünschten Effekte) dem sogenannten ungebundenen technischen Fortschritt (disembodied technological change; siehe O'Mahony/Timmer 2009: F394).

Abb. 5-5 stellt den Verlauf der jährlichen Wachstumsraten der Totalen Faktorproduktivität im Baugewerbe im internationalen Vergleich dar. Hier zeigt sich, dass das TFP-Wachstum des Baugewerbes in den hier betrachteten Ländern teils erheblichen jährlichen Schwankungen unterliegt. Die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten der Totalen Faktorproduktivität im Baugewerbe im Zeitraum von 1997-2015 waren in allen hier betrachteten Ländern negativ (Tab. 5-3). Im deutschen Baugewerbe sowie im Baugewerbe des Vereinigten Königreichs fielen die Wachstumsraten mit -0,21 sowie -0,01 Prozent jedoch nur moderat negativ aus. Negatives TFP-Wachstum im Baugewerbe wurde auch schon in früheren Arbeiten beobachtet (z. B. Abdel-Wahab/Vogel 2011 und Jorgenson/Ho/Stiroh 2005b: 336).

Abb. 5-5: Wachstumsraten der Totalen Faktorproduktivität im Baugewerbe im internationalen Vergleich (jährliche Wachstumsraten in Prozent)



Quelle: EU KLEMS September 2017 release.
 EU KLEMS industry code (NACE 2): F; jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Tab. 5-3: TFP im Baugewerbe im internationalen Vergleich (durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent: 1998-2015)

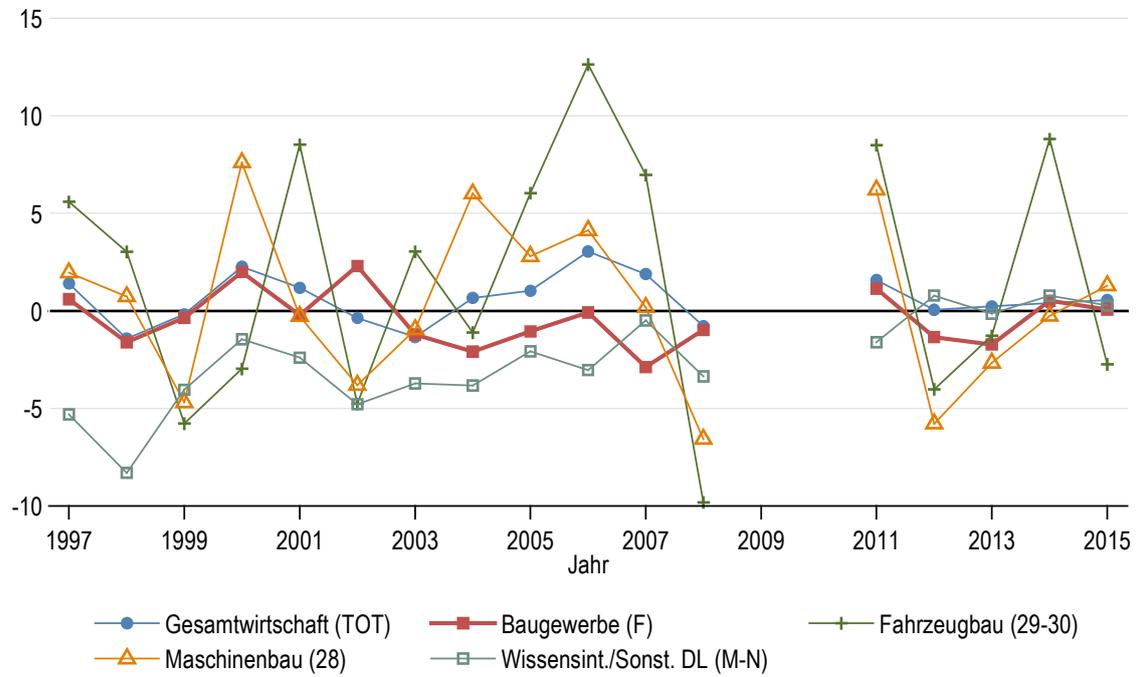
	DE	ES	FR	IT	SE	UK
TFP	-0,21	-2,02	-1,19	-1,23	-1,68	-0,01

Quelle: EU KLEMS September 2017 Release; Italien und Schweden 1998-2014.
 EU KLEMS industry code (NACE 2): F; durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

Im Vergleich zu ausgewählten anderen Branchen der deutschen Wirtschaft ist das durchschnittliche jährliche TFP-Wachstum im deutschen Baugewerbe leicht unterdurchschnittlich (Tab. 5-4), aber tendenziell auch geringerer Fluktuation ausgesetzt (Abb. 5-6).³² Während die Totale Faktorproduktivität in der Gesamtwirtschaft in Deutschland im Zeitraum von 1998-2015 um jährlich 0,34 Prozent zugenommen hat, liegt das durchschnittliche jährliche TFP-Wachstum in der Bauwirtschaft, wie zuvor bereits erwähnt, bei -0,21 Prozent. Dieser Wert ist vergleichbar mit dem Wert im Maschinenbau. Dagegen ist die durchschnittliche TFP-Wachstumsrate im Fahrzeugbau mit 1,8 Prozent deutlich höher als im Baugewerbe.

³² In den Jahren 2009 und 2010 sind in einzelnen Branchen sehr hohe Änderungsraten der Totalen Faktorproduktivität zu verzeichnen. Diese sind in Abb. 5-6 ausgelassen, jedoch in Abb. 8-20 im Anhang dargestellt.

Abb. 5-6: Wachstumsraten der Totalen Faktorproduktivität im Branchenvergleich in Deutschland im Zeitverlauf (ohne die Jahre 2009/2010, jährliche Wachstumsraten in Prozent)



Quelle: EU KLEMS September 2017 release; jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Tab. 5-4: TFP im Branchenvergleich in Deutschland (durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent: 1998-2015)

	Maschinenbau (28)	Fahrzeugbau (29-30)	Baugewerbe (F)	Wissensint./ Sonst. DL (M-N)	Gesamtwirtschaft (TOT)
TFP	-0,22	1,8	-0,21	-2,68	0,34

EU KLEMS, September 2017 Release; durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

5.3 Produktivitätsbeitrag von IKT

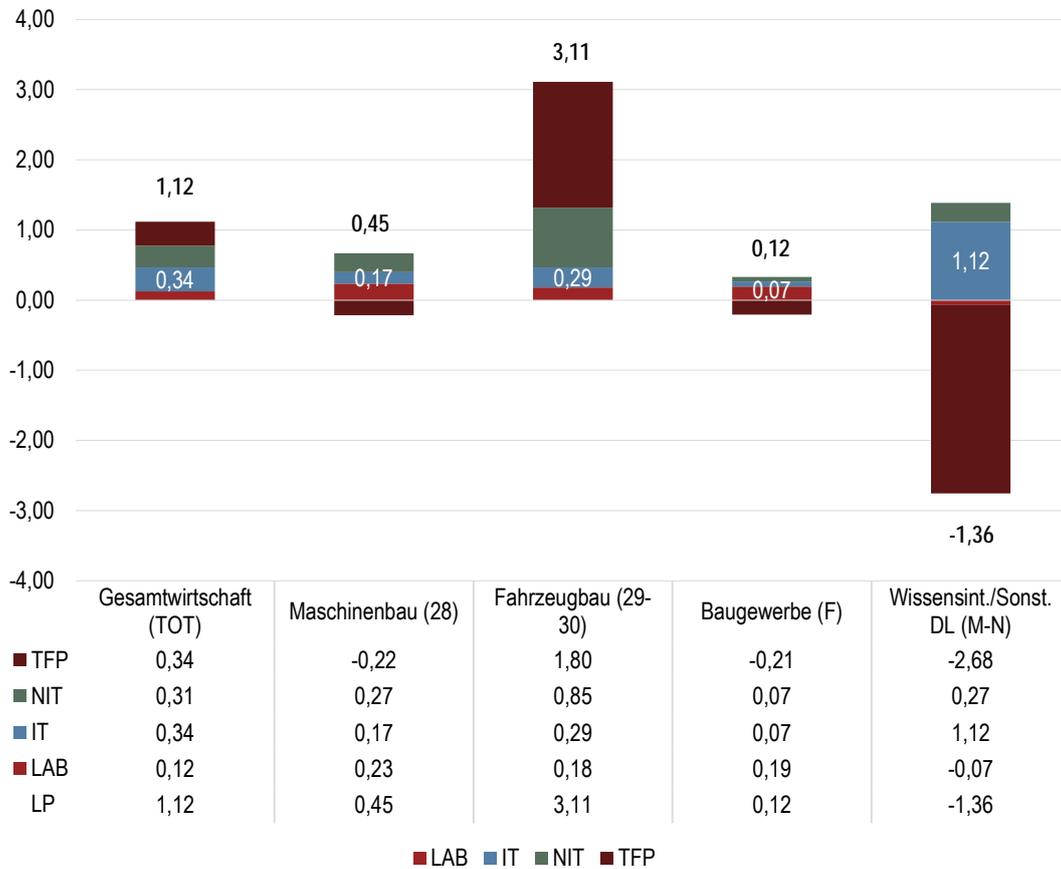
Der Beitrag der Digitalisierung zum Arbeitsproduktivitätswachstum lässt sich anhand eines Growth Accounting Ansatzes (Wachstumsbuchhaltung bzw. Wachstumszerlegung) berechnen. Hierzu wird das Wachstum der Arbeitsproduktivität $\Delta \ln y$ in seine Teilkomponenten zerlegt. Diese sind die Zusammensetzung (Bildungsgrad, Alter, Geschlecht) des Arbeitseinsatzes ($\Delta \ln LAB$), die IKT-Kapitalintensität ($\Delta \ln k^{IT}$), die Nicht-IKT-Kapitalintensität ($\Delta \ln k^{NIT}$) und die Totale Faktorproduktivität ($\Delta \ln TFP$):

$$\Delta \ln y = v^{LAB} \Delta \ln LAB + v^{IT} \Delta \ln k^{IT} + v^{NIT} \Delta \ln k^{NIT} + \Delta \ln TFP$$

Die Arbeitsproduktivität y ist wie zuvor in Abschnitt 5.1 als reale Bruttowertschöpfung pro geleisteter Arbeitsstunde definiert. Die Wachstumsraten der drei Inputfaktoren werden mit den Zweijahresdurchschnitten der Anteile der jeweiligen Faktoringputs am gesamten Faktoreinkommen (v^{LAB} , v^{IT} und v^{NIT}) gewichtet. Der durchschnittliche Beitrag der Digitalisierung zum Arbeitsproduktivitätswachstum ist dann somit das Produkt aus $v^{IT} \Delta \ln k^{IT}$. Eine ausführliche Beschreibung der Growth Accounting Methodik mit dem Fokus auf IKT-Kapital findet sich in Inklaar/O'Mahony/Timmer (2005). Als Datenbasis dient wiederum wie in den Abschnitten 2.3 sowie 5.1 und 5.2 die EU KLEMS Datenbank.

Abb. 5-7 zeigt den Growth Accounting basierten Beitrag der Digitalisierung zum Arbeitsproduktivitätswachstum im Branchenvergleich in Deutschland. In der Gesamtwirtschaft ist die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität (LP) um 1,12 Prozent angestiegen. Der Beitrag der IKT-Kapitalintensität (IT) und somit der Digitalisierung lag im Durchschnitt bei 0,34 Prozentpunkten und somit auf ähnlichem Niveau wie der Beitrag der Nicht-IKT Kapitalintensität (NIT) und der Totalen Faktorproduktivität (TFP). Im Baugewerbe hingegen hat die Digitalisierung zum (geringen) Arbeitsproduktivitätswachstum von 0,12 Prozent durchschnittlich mit 0,07 Prozentpunkten beigetragen. Der Produktivitätsbeitrag von IKT im Baugewerbe ist in absoluten Zahlen der geringste der hier betrachteten Branchen.

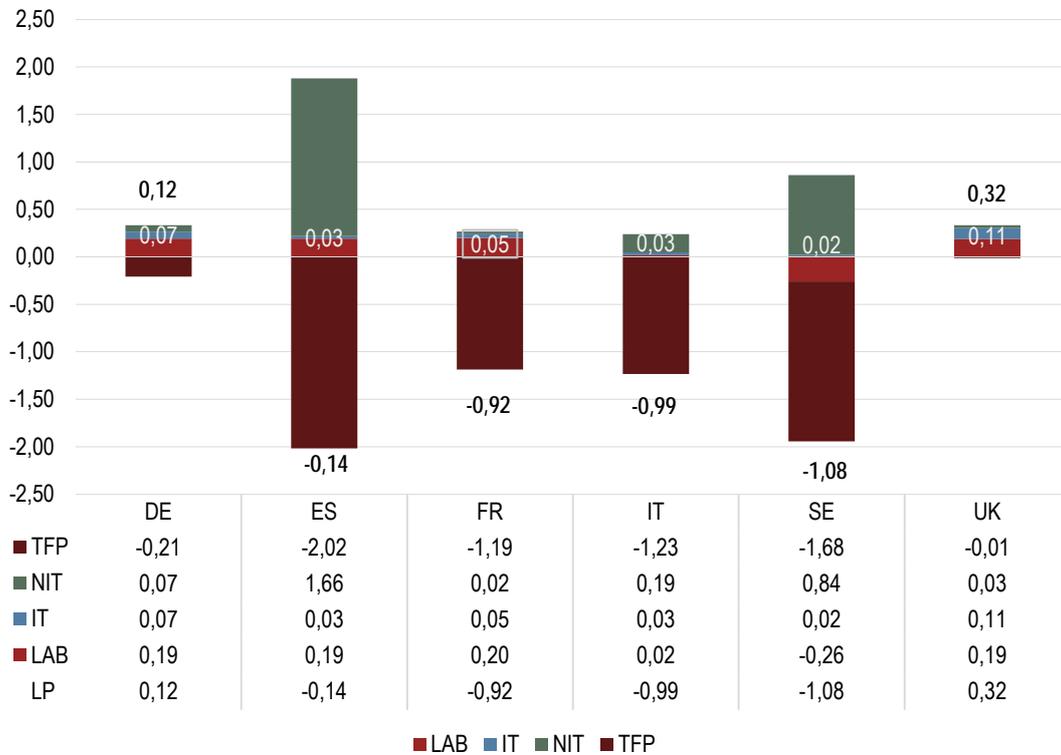
Abb. 5-7: Durchschnittliche jährliche Beiträge zum Arbeitsproduktivitätswachstum in Deutschland – 1998-2015 (in Prozent)



Quelle: EU KLEMS, September 2017 Release, eigene Berechnungen des ZEW. Die Zahl außerhalb der Säulen gibt die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität (LP - reale Bruttowertschöpfung pro geleisteter Arbeitsstunde) an. Die Segmente der Säulen stellen die einzelnen Beiträge zum Arbeitsproduktivitätswachstum dar: Arbeitsqualität bzw. Zusammensetzung des Arbeitsinputs (LAB), IKT Kapitalintensität (IT), Nicht-IKT Kapitalintensität (NIT) und Totale Faktorproduktivität (TFP).

Im internationalen Vergleich (Abb. 5-8) liegt das deutsche Baugewerbe mit seinem Beitrag der Digitalisierung zum Arbeitsproduktivitätswachstum von 0,07 Prozentpunkten knapp hinter dem Vereinigten Königreich mit 0,11 Prozentpunkten auf Rang zwei. Der errechnete durchschnittliche jährliche Produktivitätsbeitrag von IKT im Baugewerbe bewegt sich jedoch in den betrachteten Ländern auf ähnlich niedrigem Niveau.

Abb. 5-8: Durchschnittliche jährliche Beiträge zum Arbeitsproduktivitätswachstum im Baugewerbe im Ländervergleich – 1998-2015 (in Prozent)



Quelle: EU KLEMS, September 2017 Release, eigene Berechnungen des ZEW. Die Zahl außerhalb der Säulen gibt die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität (LP - reale Bruttowertschöpfung pro geleisteter Arbeitsstunde) an. Die Segmente der Säulen stellen die einzelnen Beiträge zum Arbeitsproduktivitätswachstum dar: Arbeitsqualität bzw. Zusammensetzung des Arbeitsinputs (LAB), IKT Kapitalintensität (IT), Nicht-IKT Kapitalintensität (NIT) und Totale Faktorproduktivität (TFP). Italien und Schweden 1998-2014.

5.4 Zwischenfazit

Die durchschnittliche reale Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im deutschen Baugewerbe war in Deutschland in den Jahren 1998 bis 2015 mit 0,12 Prozent im Vergleich zur Gesamtwirtschaft (1,12 Prozent) deutlich unterdurchschnittlich. Im internationalen Ländervergleich unterscheidet sich die Produktivitätsentwicklung des Baugewerbes erheblich. Dabei hat sich die Arbeitsproduktivität in der deutschen Bauwirtschaft im Vergleich zu den anderen fünf hier betrachteten europäischen Ländern (Frankreich, Italien, Schweden, Spanien, Vereinigtes Königreich) überdurchschnittlich gut entwickelt. Einzig im Vereinigten Königreich, mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde von 0,32 Prozent im Zeitraum 1998 bis 2015, hat sich die Produktivität in der Bauwirtschaft im Ländervergleich besser entwickelt. In Frankreich, Italien, Schweden und Spanien war in diesem Zeitraum im Durchschnitt sogar ein Rückgang der Arbeitsproduktivität in der Bauwirtschaft zu verzeichnen.

Das durchschnittliche Wachstum der Totalen Faktorproduktivität (TFP), welches gemeinhin als Maß für den allgemeinen technischen Fortschritt herangezogen wird, war für das Baugewerbe in sämtlichen betrachteten Ländern negativ. Dieser Rückgang der Totalen Faktorproduktivität im Baugewerbe, obwohl auch schon in früheren Studien aufgezeigt, ist überraschend. Ein möglicher Erklärungsansatz für das negative TFP-Wachstum wäre zum einen die Tatsache, dass dieses Maß schon um den technischen Fortschritt, der in neuen Investitionsgütern gebunden ist, bereinigt ist. Zum anderen könnten dadurch, dass das TFP allgemein als Residuum berechnet wird, etwaige Messfehler bei der Erfassung in der VGR, insbesondere in der Bauwirtschaft (beispielsweise wegen schwieriger Messung der geleisteten Arbeitsstunden), eine gewisse Rolle spielen.

Der gemessene Produktivitätsbeitrag der Digitalisierung ist im deutschen Baugewerbe mit 0,07 Prozentpunkten im Gegensatz zu anderen Branchen in Deutschland eher gering. Im internationalen Vergleich bewegt sich der Produktivitätsbeitrag der Digitalisierung ebenfalls auf einem niedrigen Niveau, allerdings leicht überdurchschnittlich. Dies deckt sich im Großen und Ganzen mit den Ergebnissen zum Stand der Digitalisierung in der Bauwirtschaft auf Basis der Eurostat IKT-Erhebung, die in Abschnitt 2.2 dargestellt sind.

6 Fazit und Handlungsempfehlungen: Potenziale zur Produktivitätssteigerung durch Digitalisierung

Die Produktivitätsentwicklung in der deutschen Bauwirtschaft hat sich in den letzten Jahren im Vergleich zu anderen Branchen unterdurchschnittlich entwickelt. Dennoch steht die Bauwirtschaft bezüglich der Entwicklung der Arbeitsproduktivität im internationalen Vergleich recht gut da. Umso erstaunlicher ist es, dass der Produktivitätsbeitrag bisheriger Digitalisierungsmaßnahmen in der deutschen Bauwirtschaft nicht nur im Gegensatz zu anderen Branchen in Deutschland eher gering ist, sondern auch im internationalen Vergleich nur ein mittelmäßiges Niveau erreicht.

Eine Ursache hierfür ist sicherlich die in dieser Studie festgestellte Tatsache, dass sich viele Unternehmen der Bauwirtschaft inklusive Planungsbereich bisher kaum oder nur in geringem Umfang mit dem Thema Digitalisierung auseinandergesetzt haben. Mehr als die Hälfte der Unternehmen in der Bauwirtschaft inklusive Planende sehen immer noch nicht den Bedarf, gezielt Digitalisierungsprojekte durchzuführen. Von den Unternehmen, die (erste) Digitalisierungsprojekte realisiert haben, konzentrieren sich viele noch auf grundlegende und einfache Maßnahmen wie beispielsweise die automatische Zeiterfassung oder die digitale Bau-dokumentation. Die gesamte Bauwirtschaft steht somit erst noch am Beginn eines umfassenden Digitalisierungsprozesses.

Allerdings sind geringe Produktivitätszuwächse aufgrund der Digitalisierung nicht nur in der Bauwirtschaft, sondern auch in vielen anderen Branchen auf nationaler und internationaler Ebene zu beobachten. Hierfür gibt es unterschiedliche Erklärungsansätze. Einigkeit besteht darin, dass es keine singuläre Ursache für das geringe Produktivitätswachstum gibt. Unter anderem werden die noch nicht voll entfaltenen technologischen Potenziale der Digitalisierung sowie die zum Teil fehlende Qualifikation der Beschäftigten zur Ausschöpfung technologischer Möglichkeiten als potenzielle Gründe genannt. Kann man diese Hürden überwinden, besteht die Möglichkeit, dass sich die Digitalisierung in Zukunft durchschlagender auf die Produktivität auswirken wird.

Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass durchaus Potenzial für (weitere) Digitalisierungsprojekte vorhanden ist. Dabei gibt es große Unterschiede zwischen den Teilbereichen der Bauwirtschaft und den Planenden. Während für das ausführende Gewerbe Digitalisierung bedeutet ein Kalkulationsprogramm, eine Webseite und einen Fahrtenschreiber einzusetzen, bedeutet Digitalisierung für den Planungsbereich fortgeschrittene 3D-, 4D- oder 5D- Modelle zu erstellen und den Planungs- und Dokumentationsprozess vollständig digital durchzuführen.

Die derzeit gute konjunkturelle Lage sowie fehlende Kapazitäten in Unternehmen sind einer weiteren Digitalisierung derzeit nicht unbedingt förderlich, da gerade kleine Betriebe, die in Bauwirtschaft und Planungsbereich besonders zahlreich zu finden sind, nicht die Zeit aufwenden können, sich mit der Digitalisierung zu beschäftigen. Zudem sehen über 52 Prozent der Unternehmen in der Bauwirtschaft überhaupt keine Notwendigkeit für Digitalisierungsprojekte in ihrem Unternehmen. Dabei wäre es wichtig, sich auf konjunkturell weniger gute Zeiten vorzubereiten und gerade die Digitalisierung kann dazu beitragen. Wie empirische Studien (z.B. Bertschek et al. 2019) zeigen, sind es die hoch digitalisierten Unternehmen, die besser für Krisenzeiten gewappnet sind als die wenig digitalisierten, da sie ihre Prozesse flexibler an unterschiedliche wirtschaftliche Rahmenbedingungen anpassen können.

Investitionen in die Digitalisierung bringen eine stärkere Vernetzung von Unternehmen in der Bauwirtschaft bzw. in der Wertschöpfungskette Bau mit sich. Dies ist heute schon feststellbar. Insbesondere im bereits bestehenden relativ hohen digitalen Vernetzungsgrad zwischen dem Planungsbereich, mit seiner bereits fortgeschrittenen Digitalisierung, und den anderen, weniger digitalen Akteuren in der Bauwirtschaft. In welcher Geschwindigkeit sich die Vernetzung von bauausführenden Unternehmen untereinander, aber auch mit anderen Partnern der Wertschöpfungskette in Zukunft entwickeln wird, hängt nicht zuletzt von der Geschwindigkeit der weiteren Digitalisierung der gesamten Wirtschaft in Deutschland ab.

Bezüglich der Wettbewerbsfähigkeit werden an die Digitalisierung große Erwartungen geknüpft. Bereits heute gehen fast 50 Prozent der Bauunternehmen davon aus, dass die Digitalisierung ihre Wettbewerbsposition verbessert, in Zukunft wird dieser Wert um einige weitere Prozentpunkte steigen.

Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien alleine bringen häufig nicht den gewünschten Erfolg. Unstrittig ist, dass komplementäre Investitionen in Humankapital (bspw. Aus- und Weiterbildung der Beschäftigten) und organisatorische Veränderungen mit Investitionen in Digitalisierung einhergehen müssen, um deren Produktivitätspotenziale ausschöpfen zu können. Bisher haben in der Bauwirtschaft inklusive Planende noch relativ wenige Unternehmen organisatorische Veränderungen bezüglich der Digitalisierung vorgenommen. Dies planen in Zukunft zwar mehr Unternehmen zu tun, allerdings nur in einem überschaubaren Rahmen. Ebenso hat bisher nur ein Bruchteil der Beschäftigten in der Bauwirtschaft an Weiterbildungsmaßnahmen zur Digitalisierung teilgenommen. Der Fortbildungsbedarf wird aber bei Unternehmen mit bereits realisierten Digitalisierungsprojekten in vielen Fällen deutlich höher eingeschätzt als bei nicht digitalen Unternehmen.

Aus politischer Perspektive bestehen grundsätzlich drei Ansatzpunkte, um die Digitalisierung in der Bauwirtschaft voranzutreiben: (i) Unternehmen besser über die Potenziale der Digitalisierung informieren und für deren Relevanz sensibilisieren; (ii) Rahmenbedingungen schaffen, die Digitalisierung erleichtern und (iii) konkrete Umsetzungsmaßnahmen finanziell fördern.

Im Rahmen informationspolitischer Maßnahmen hat sich die Bundesregierung mit ihrer Umsetzungsstrategie *digital-made-in.de*³³ das Ziel gesetzt kleine und mittlere Unternehmen bei der Digitalisierung zu unterstützen. Gerade Klein- und Kleinstunternehmen wissen oft nicht, welche Chancen ihnen die Digitalisierung eröffnen kann und wie sie diese konkret nutzen können. Ein Kernelement der Maßnahmen sind die Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentren. Sie können mittels Best Practice-Beispielen, die konkret die Bauwirtschaft adressieren, aufzeigen, wie sich digitale Lösungen in einzelnen Betrieben einsetzen lassen und wie der Digitalisierungsprozess in die gesamte Unternehmensstrategie integriert werden kann. Die Unterstützung der digitalen Transformation im Mittelstand spielt gerade in der Bauwirtschaft mit seiner ausgeprägten Kleinteiligkeit der Betriebe eine zentrale Rolle. Kompetenzzentren, aber auch andere Institutionen wie regionale Kammern und Verbände, dienen dabei als zentrale Ansprechpartner zu allen Fragen der Digitalisierung und können in Form von Transferpartnerschaften für entsprechende Multiplikatoreffekte sorgen.

Idealerweise werden Informationsangebote durch entsprechende Schulungsangebote ergänzt, die das nötige Wissen für die Umsetzung vermitteln. Der Umgang mit digitalen Technologien und Lösungen sollte aber

³³ Siehe <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digital-made-in-de>.

auch als regulärer Bestandteil Einzug in die Aus- und Weiterbildungsprogramme auf allen Qualifikationsstufen halten, die für die Bauwirtschaft und die Planenden relevant sind. Denn um Produktivitätspotenziale durch Digitalisierung zu eröffnen, bedarf es der entsprechenden Qualifikation der Beschäftigten.

Der Staat als Akteur sowie als bedeutender Auftraggeber für Bauprojekte kann einen Beitrag zur Digitalisierung der Bauwirtschaft leisten, indem er die Entwicklung von Richtlinien und Standards unterstützt sowie dafür einen planbaren Zeithorizont vorgibt, wie dies für das BIM bereits der Fall ist. Klare Zuständigkeiten und Ansprechpersonen in der Politik für das Thema Digitalisierung können zudem zu einer reibungsärmeren, schnelleren und zielgerichteten Weiterentwicklung der Digitalisierung in der Bauwirtschaft und dem Planungsbereich – und nicht nur da – beitragen.

Finanzielle Förderung kann zusätzlich Anreize setzen, sich mit der Digitalisierung zu befassen und konkrete Projekte durchzuführen. Hierbei spielen in der Bauwirtschaft, wie auch in der gesamten Wirtschaft, Investitionszuschüsse und zinsgünstige Kredite eine Rolle. Neben Programmen auf Bundesländerebene plant das BMWi bis Ende des Jahres 2019 ein Investitionszuschussprogramm für den Mittelstand aufzulegen und damit für kleine- und mittlere Unternehmen (KMU) Anreize zu setzen, ihre digitalen Geschäftsprozesse zu verbessern und neue Geschäftsmodelle zu generieren. KMU sollen bei Investitionen in notwendige digitale Technologien mit einem Investitionszuschuss unterstützt werden.³⁴ Diese Maßnahme ist ausdrücklich zu begrüßen und bildet neben der Förderung von Beratungsdienstleistungen für die Digitalisierung im Rahmen des Programms „go-digital“ eine sinnvolle und notwendige Ergänzung. Für die erfolgreiche Nutzung solcher Angebote ist es wichtig, die Inanspruchnahme von Förderleistungen an nicht allzu hohe bürokratische Hürden zu knüpfen.

Die Weichen sind bereits gestellt, um Unternehmen über die Potenziale der Digitalisierung zu informieren und zu sensibilisieren und entsprechende Lösungswege dafür aufzuzeigen und die Umsetzung finanziell zu unterstützen. Sie sollten spezifisch auf die Unternehmen der Bauwirtschaft und die an der Wertschöpfungskette Bau beteiligten Akteure zugeschnitten werden, um das in diesem Bereich der Wirtschaft brach liegende Potenzial der Digitalisierung heben zu können.

In Zukunft ist weiterer Forschungsbedarf notwendig, um die Fortschritte in der Digitalisierung und der Produktivitätsentwicklung in der Bauwirtschaft regelmäßig, z. B. im Rahmen eines wiederkehrenden Monitoringprozesses, zu messen und zu verfolgen. Nur so ist gewährleistet, dass die Akteure in der Bauwirtschaft die Branche durch adäquate (Politik-) Maßnahmen voranbringen und ggf. Fehlentwicklungen frühzeitig korrigiert werden können. Darüber hinaus helfen spezielle Teilbranchenbetrachtungen innerhalb der Bauwirtschaft bzw. der Wertschöpfungskette Bau die unterschiedlichen Spezifika der einzelnen Bereiche hinsichtlich der Digitalisierung besser zu identifizieren und zu verstehen. Detaillierte Branchenstudien ermöglichen es, fundierte Erklärungsmuster für die Produktivitätsunterschiede zwischen verschiedenen Branchen zu finden.³⁵

³⁴ Weitere Fördermöglichkeiten bestehen über zinsgünstige Kredite der KfW Bankengruppe wie den ERP-Digitalisierungs- und Innovationskredit.

³⁵ Für eine Beispielstudie aus dem Maschinenbau, siehe Rammer/Jäger/Krieger/Lerch/Licht/Peters/Spielkamp (2018).

7 Literaturverzeichnis

- Abdel-Wahab, Mohamed; Vogel, Bernard, 2011: Trends of productivity growth in the construction industry across Europe, US and Japan. *Construction Management and Economics*, 29. Jg.(6), S. 635–644.
- Ademmer, Martin; Bickenbach, Frank; Bode, Eckhardt; Boysen-Hogrefe, Jens; Fiedler, Salomon; Gern, Klaus-Jürgen; Görg, Holger; Groll, Dominik; Hornok, Cecilia; Jannsen, Nils; Kooths, Stefan; Krieger-Boden, Christiane, 2017: Produktivität in Deutschland: Messbarkeit und Entwicklung. *Kieler Beiträge zur Wirtschaftspolitik* 12.
- Bertschek, Irene; Polder, Michael; Schulte, Patrick, 2019: ICT and resilience in times of crisis: evidence from cross-country micro moments data. *Economics of Innovation and New Technology*, 28. Jg.(8), S. 759–774.
- BBSR Bundesinstitut für Bau, Stadt- und Raumforschung, 2019: Bericht zur Lage und Perspektive der Bauwirtschaft 2019. BBSR-Analysen KOMPAKT 01/2019. Bonn, Februar 2019.
- BBSR Bundesinstitut für Bau, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2018a: Zukunft Bauen: Das Magazin der Forschungsinitiative Zukunft Bau 2018. Nr. 6. Bonn, Dezember 2018. Zugriff: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/ministerien/ZukunftBauen/ausgaben/6-2018-dl.pdf?blob=publicationFile&v=2> [abgerufen am 08.05.2019].
- BBSR Bundesinstitut für Bau, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.), 2018b: Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe. Berechnungen für das Jahr 2017. BBSR-Online-Publikation 09/2018, Oktober 2018.
- BMVI Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), 2015: Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Zugriff: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?blob=publicationFile> [abgerufen am 08.05.2019].
- Byrne, David; Corrado, Carol; Sichel, Daniel E, 2018: The rise of cloud computing: minding your P's, Q's and K's. National Bureau of Economic Research, Working Paper Series w25188. Zugriff: <http://doi.org/10.3386/w25188> [abgerufen am 08.05.2019].
- Cardona, Melisande; Kretschmer, Tobias; Strobel, Tobias, 2013: ICT and productivity: conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy*, 25. Jg.(3), S. 109–125.
- Coyle, Diane; Nguyen, David, 2018: Cloud computing and national accounting, Economic Statistics Centre of Excellence (ESCoE) Discussion Paper 2018-19. Zugriff: <https://www.escoe.ac.uk/wp-content/uploads/2018/12/ESCoE-DP-2018-19.pdf> [abgerufen am 08.05.2019].
- Crafts, Nicholas, 2018: The productivity slowdown: is it the 'new normal'? *Oxford Review of Economic Policy*, 34. Jg.(3), S. 443–460.
- Crossrail, 2018: Driving industry standards for design innovation on major infrastructure projects. London.
- Dedrick, Jason; Kraemer, Kenneth; Shih, Eric, 2013: Information technology and productivity in developed and developing countries. *Journal of Management Information Systems*, 30. Jg.(1), S. 97–122.

- Destatis Statistisches Bundesamt, 2019a: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen - erste Ergebnisse zur gesamtwirtschaftlichen Lage 2018. Zugriff: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Inlandsprodukt/ergebnisse-gesamtwirtschaftliche-lage-5811113187004.pdf> [abgerufen am 08.05.2019].
- Destatis Statistisches Bundesamt, 2019b: Inlandsproduktberechnung – detaillierte Jahresergebnisse (vorläufige Ergebnisse), Fachserie 18 Reihe 1.4 – 2018. Zugriff: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Inlandsprodukt/inlandsprodukt-vorlaeufig-pdf-2180140.pdf> [abgerufen am 08.05.2019].
- Destatis Statistisches Bundesamt, 2008: Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen – 2008. Zugriff: https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/Downloads/klassifikation-wz-2008-3100100089004.pdf?__blob=publicationFile [abgerufen am 08.05.2019].
- Destatis Statistisches Bundesamt (verschiedene Jahrgänge): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung des Bundes – Input-Output-Rechnung, Fachserie 18 Reihe 2. Zugriff: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/inhalt.html> [abgerufen am 08.05.2019].
- DeStefano, Timothy; Kneller, Richard; Timmis, Jonathan, 2019: Cloud computing and firm growth, University of Nottingham Research Paper Series No. 2019-09. Zugriff: <https://www.nottingham.ac.uk/gep/documents/papers/2019/2019-09.pdf> [abgerufen am 08.05.2019].
- El-Mashaleh, Mohammad; O'Brian, William; Minchin, R. Edward, 2006: Firm performance and information technology utilization in the construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132. Jg.(5), S. 499–507.
- Ernst & Young, 2018: Digitalisierung im deutschen Mittelstand. Zugriff: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-digitalisierung-im-deutschen-mittelstand-maerz-2018/\\$FILE/ey-digitalisierung-im-deutschen-mittelstand-maerz-2018.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-digitalisierung-im-deutschen-mittelstand-maerz-2018/$FILE/ey-digitalisierung-im-deutschen-mittelstand-maerz-2018.pdf) [abgerufen am 08.05.2019].
- Europäische Kommission, 2018a: Digital Economy and Society Index 2018 report. Zugriff: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-economy-and-society-index-2018-report> [abgerufen am 08.05.2019].
- Europäische Kommission, 2018b: Mobile broadband prices in Europe 2018. Zugriff: https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=57336 [abgerufen am 08.05.2019].
- Europäische Kommission, 2018c: Broadband coverage in Europe 2017. Zugriff: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=52968 [abgerufen am 08.05.2019].
- GfK Verein, 2015: Sharing Economy: Die Sicht des Marketing. Zugriff: <https://www.gfk-verein.org/compact/fokusthemen/sharing-economy-die-sicht-des-marketing> [abgerufen am 08.05.2019].
- Graumann, Sabine; Bertschek, Irene; Weber, Tobias; Ebert, Martin; Ohnemus, Jörg, 2017: Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2017. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- Graumann, Sabine; Bertschek, Irene; Weber, Tobias; Ebert, Martin; Ettner, K; Speich, A; Weinzierl, M; Ohnemus, Jörg; Niebel, Thomas; Rammer, Christian; Rasel, Fabienne; Schulte, Patrick, 2016: Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2016. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin.

- Green Alliance, 2019: Reinventing retrofit: how to scale up home energy efficiency in the UK. Zugriff: http://www.green-alliance.org.uk/resources/reinventing_retrofit.pdf [abgerufen am 08.05.2019].
- Hulten, Charles, 2001: Total factor productivity: a short biography. In: New developments in productivity analysis. University of Chicago Press, S. 1-54.
- Inklaar, Robert; O'Mahony, Mary; Timmer, Marcel, 2005: ICT and Europe's productivity performance: Industry-level growth account comparisons with the United States. Review of Income and Wealth, 51. Jg.(4).
- Jäger, K., 2017: EU KLEMS growth and productivity accounts 2017 release - description of methodology and general notes. Zugriff: http://euklems.net/TCB/2017/Methology_EU%20KLEMS_2017.pdf [abgerufen am 08.05.2019].
- Jorgenson, Dale; Ho, Mun; Stiroh, Kevin, 2005a: Growth of US industries and investments in information technology and higher education. In: Measuring capital in the New Economy, S. 403–478, University of Chicago Press.
- Jorgenson, Dale; Ho, Mun; Stiroh, Kevin, 2005a: Information technology and the American growth resurgence. Cambridge, Mass, MIT Press.
- Klickrent, 2018: Sharing economy goes B2B. Zugriff: https://portal.klickrent.de/blog/sharing-economy-goes-b2b/?utm_sour [abgerufen am 08.05.2019].
- Kocijan, Matijas, 2018: Digitalisierung im Bausektor. ifo Schnelldienst, 71. Jg.(1).
- McKinsey Global Institute, 2013: Infrastructure productivity: how to save \$1 trillion a year. Zugriff: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/infrastructure-productivity> [abgerufen am 08.05.2019].
- McKinsey & Company, 2016: Imagining construction's digital future. Zugriff: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future-info-graphic> [abgerufen am 08.05.2019].
- McKinsey Global Institute, 2017: Reinventing construction: a route to higher productivity. Zugriff: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution> [abgerufen am 08.05.2019].
- Niebel, Thomas; Rasel, Fabienne; Viète, Steffen, 2019: BIG Data - BIG Gains? Understanding the link between big data analytics and innovation. Economics of Innovation and New Technology, 28. Jg.(3), S. 296–316.
- OECD, 2019a: Measuring the digital transformation: A roadmap for the future, OECD Publishing, Paris. Zugriff: <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en> [abgerufen am 08.05.2019].
- OECD, 2019b: Measuring indirect investments in ICT, OECD Digital Economy Papers, No. 276, OECD Publishing, Paris. Zugriff: <https://doi.org/10.1787/e115e2ea-en> [abgerufen am 08.05.2019].
- OECD, 2014: Cloud computing: the concept, impacts and the role of government policy, In: OECD Digital Economy Papers No. 240. Zugriff: <http://dx.doi.org/10.1787/5jxzf4lcc7f5-en>.
- Oesterreich, Thuy Duong; Teuteberg, Frank, 2017: Industrie 4.0 in der Wertschöpfungskette Bau – Ferne Vision oder greifbare Realität? In: Reinheimer, Stefan (Hrsg.): Industrie 4.0 – Herausforderungen, Konzepte und Praxisbeispiele, Springer, Wiesbaden, S. 71-89.

- Oesterreich, Thuy Duong; Teuteberg, Frank, 2016: Understanding the implications of digitisation and automation in the context of industry 4.0: a triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, (83), S. 121–139.
- O'Mahony, Mary; Timmer, Marcel P., 2009: Output, input and productivity measures at the industry level: the EU KLEMS Database. *The Economic Journal*, 119. Jg.(538), S. 374-403.
- Peters, Bettina; Mohnen, Pierre A.; Saam, Marianne; Blandinieres, Florence; Hud, Martin; Krieger, Bastian; Niebel, Thomas, 2018: Innovationsaktivitäten als Ursache des Productivity Slowdowns? Eine Literaturstudie: Studie im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation. No. 10-2018. *Studien zum deutschen Innovationssystem*, 2018. Zugriff: https://www.e-fi.de/fileadmin/Innovationsstudien_2018/StuDIS_10_2018.pdf [abgerufen am 08.05.2019].
- PwC, 2018: Baubranche aktuell, Wachstum 2020 – Digitalisierung und BIM. Zugriff: <https://www.pwc.de/de/industrielle-produktion/baubranche-aktuell-wachstum-2020-maerz-2018.pdf> [abgerufen am 08.05.2019].
- Rammer, Christian; Jäger, Angela; Krieger, Bastian; Lerch, Christian; Licht, Georg; Peters, Bettina; Spielkamp, Alfred, 2018: Produktivitätsparadoxon im Maschinenbau, IMPULS-Stiftung, Mannheim und Karlsruhe. Zugriff: <http://www.impuls-stiftung.de/studien> [abgerufen am 08.05.2019].
- Rürup, Bert; Jung, Sven, 2017: Digitalisierung: Chancen auf neues Wachstum. In: Hildebrandt, Alexandra; Landhäußer, Werner (Hrsg.): *CSR und Digitalisierung*, Management-Reihe Corporate Social Responsibility, Springer Gabler, Berlin, Heidelberg, S. 3-21.
- United Nations Statistics Division, 2018: National accounts - analysis of main aggregates (AMA) - GDP and its breakdown at current prices in US Dollars - all regions/subregions (totals) for all years, Dezember 2018. Zugriff: <https://unstats.un.org/unsd/amaapi/api/file/3> [abgerufen am 08.05.2019].
- Van Ark, Bart, 2016: The productivity paradox of the new Digital Economy. *International Productivity Monitor*, 31, 3–18. Zugriff: <http://www.csls.ca/ipm/31/vanark.pdf> [abgerufen am 08.05.2019].
- Wanger, Susanne; Weigand, Roland; Zapf, Ines, 2014: Revision der IAB-Arbeitszeitrechnung 2014: Grundlagen, methodische Weiterentwicklungen sowie ausgewählte Ergebnisse im Rahmen der Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. *IAB-Forschungsbericht*, 9, Nürnberg.
- Weber, Tobias; Bertschek, Irene; Ohnemus, Jörg; Ebert, Martin, 2018: *Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018*. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin. Zugriff: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/ZEW_MonitoringWirtschaftDigital2018_LF.pdf [abgerufen am 08.05.2019].
- World Economic Forum (WEF); Boston Consulting Group (BCG), 2016: *Shaping the future of construction – a breakthrough in mindset and technology*. Zugriff: <https://www.weforum.org/reports/shaping-the-future-of-construction-a-breakthrough-in-mindset-and-technology> [abgerufen am 08.05.2019].
- Zimmermann, Volker, 2018: *Digitalisierung im Mittelstand: Durchführung von Vorhaben und Höhe der Digitalisierungsausgaben*, KfW Research, Fokus Volkswirtschaft, 202. Zugriff: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2018/Fokus-Nr.-202-M%C3%A4rz-2018-Digitalisierung-im-Mittelstand.pdf> [abgerufen am 08.05.2019].

8 Anhang

8.1 Workshop

Am 20. März fand der vom Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung organisierte eintägige Kick-off Workshop zum Projekt im Ernst-Reuter Haus in Berlin statt. Ziel des Workshops war u.a. die Einbindung wesentlicher Akteure und Interessensgruppen des Baugewerbes in das Projekt. Insbesondere deren Erfahrungsschatz hinsichtlich der Digitalisierung der Branche stand zudem im Fokus des Workshops. Insgesamt diskutierten 23 Personen aus Wissenschaft, Politik, Verbänden und der privaten Wirtschaft über die Digitalisierung in der Baubranche und deren Potenziale und Herausforderungen.

Der Workshop startete mit Impulsreferaten von

- Prof. Dr. Irene Bertschek (ZEW): „Die digitale Transformation – wo steht die deutsche Wirtschaft?“,
- Dr. Thomas Niebel (ZEW): „Digitalisierung und Produktivitätsentwicklung in der Baubranche“,
- Sara Frenzen (Kompetenzzentrum Digitales Handwerk): „Prozess-Inventur für die erfolgreiche Digitalisierung“,
- Jakob Przybylo (buildingSMART e.V.): „Die Baubranche auf der digitalen Welle“.

Mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern wurde im Anschluss in zwei Gruppen an den Stellwänden „Organisation/Prozesse“ und „Humankapital/Weiterbildung“ u.a. diskutiert:

- welche Technologien in der Baubranche bereits besonders erfolgreich eingesetzt werden,
- welche Faktoren die Digitalisierung in der Baubranche vorantreiben und welche sie behindern,
- auf welche Strategien die Unternehmen der Baubranche setzen, um die Potenziale der Digitalisierung auszuschöpfen,
- welche Handlungsfelder die Akteure der Baubranche als besonders dringlich wahrnehmen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit in Zukunft zu sichern.

Die Ergebnisse des Workshops flossen allgemein in die weitere Projektarbeit und im Speziellen in die Konzeption des Fragebogens für die Primärdatenerhebung ein. Hier wurden neben dem Baugewerbe (Abschnitt F der Wirtschaftszweigklassifikation 2008), bestehend aus dem Bauhauptgewerbe (Bau von Gebäuden, Tiefbau, Abbrucharbeiten und vorbereitende Baustellenarbeiten, Sonstige spezialisierte Bautätigkeiten), dem Ausbaugewerbe (Bauinstallationen, Sonstiger Ausbau) und dem Sonstigen Baugewerbe (Erschließung von Grundstücken und Bauträger), auch der Bereich Planung, d.h. die Architektur- und Ingenieurbüros erfasst (siehe Abb. 3-1).

8.2 Tabellen

Tab. 8-1: Wertschöpfung, Arbeitsproduktivität, Erwerbstätige und Arbeitsvolumen in der Gesamtwirtschaft im internationalen Vergleich – durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent: 1998-2015

	Deutsch- land	Spanien	Frankreich	Italien	Schweden	UK
Bruttowertschöpfung, preisbereinigt	1,36	1,92	1,55	0,37	2,45	1,94
Arbeitsproduktivität je ge- leisteter Erwerbstätigen- stunde	1,12	0,40	1,31	0,13	1,77	0,87
Geleistete Arbeitsstunden der Erwerbstätigen	0,19	1,19	0,47	0,14	0,80	0,76
Arbeitsproduktivität je Er- werbstätigen	0,65	0,38	0,92	-0,23	1,60	0,82
Erwerbstätige	0,70	1,32	0,73	0,56	0,96	0,92

Quelle: EU KLEMS September 2017 Release.

EU KLEMS industry code (NACE 2): TOT; durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

Tab. 8-2: Wertschöpfung, Arbeitsproduktivität, Erwerbstätige und Arbeitsvolumen im Baugewerbe im internationalen Vergleich – durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent: 1998-2008

	Deutschland	Spanien	Frankreich	Italien	Schweden	UK
Bruttowertschöpfung, preisbereinigt	-2,73	2,93	2,08	1,87	2,91	1,69
Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde	-0,19	-2,61	-0,22	-1,07	0,33	0,21
Geleistete Arbeitsstunden der Erwerbstätigen	-2,54	5,54	2,30	2,94	2,58	1,48
Arbeitsproduktivität je Erwerbstätigen	0,02	-2,21	-0,49	-0,91	-0,61	-0,32
Erwerbstätige	-2,75	5,15	2,58	2,79	3,52	2,01

Quelle: EU KLEMS September 2017 Release.

EU KLEMS industry code (NACE 2): F; durchschnittliche jährliche Wachstumsraten in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

Tab. 8-3: Verteilung der an der Befragung teilnehmenden Unternehmen nach Branchen

Branche	Anzahl	Prozent
Bauhauptgewerbe	277	42,62
Ausbaugewerbe	184	28,31
Sonstiges Baugewerbe	53	8,15
Planungsbereich	136	20,92
Summe	650	100

Branchendefinition siehe Abb. 3-1.

Tab. 8-4: Verteilung der an der Befragung teilnehmenden Unternehmen nach Größenklasse

Größenklasse	Anzahl	Prozent
1-4 Beschäftigte	104	16,00
5-19 Beschäftigte	228	35,08
20-49 Beschäftigte	157	24,15
50-99 Beschäftigte	120	18,46
ab 100 Beschäftigten	41	6,31
Summe	650	100

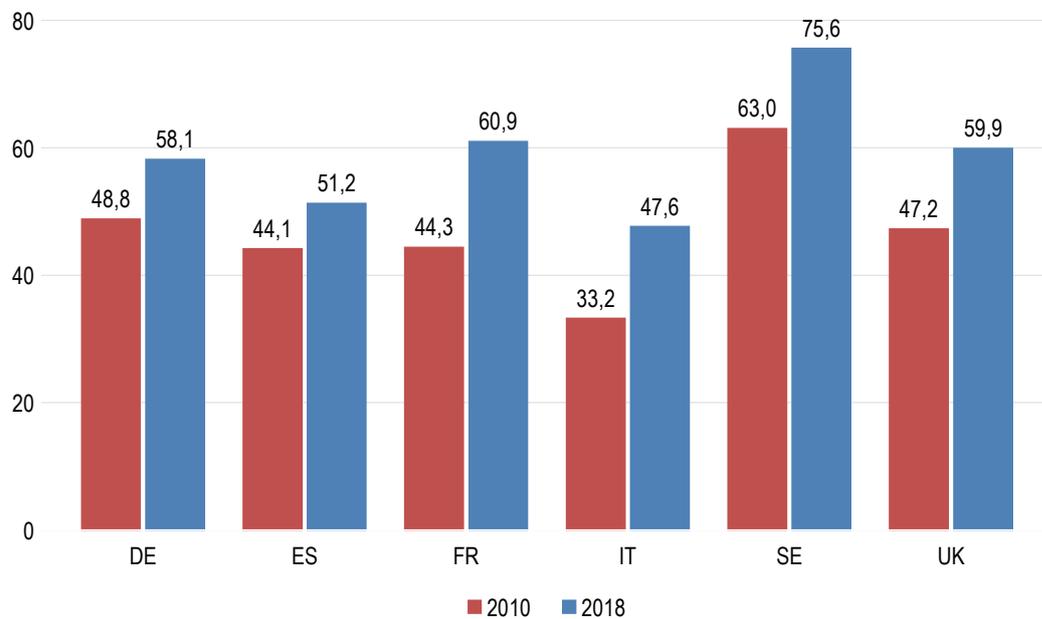
Tab. 8-5: Rücklaufverhalten der an der Befragung teilnehmenden Unternehmen

Rücklauf	Anzahl	Prozent
Brief 1	34	5,23
Brief 2	76	11,69
Email 1	40	6,15
Email 2	43	6,62
Fax 1	95	14,62
Fax 2	104	16,00
Online 1	96	14,77
Online 2	162	24,92
Summe	650	100

Wege der Teilnahme an der Umfrage. Die angeschriebenen Unternehmen konnten sich per Brief, Email, Fax sowie über ein Online-Formular an der Umfrage beteiligen. (1) bedeutet Teilnahme nach dem ersten Kontakt, (2) bedeutet Teilnahme nach dem Erinnerungsschreiben.

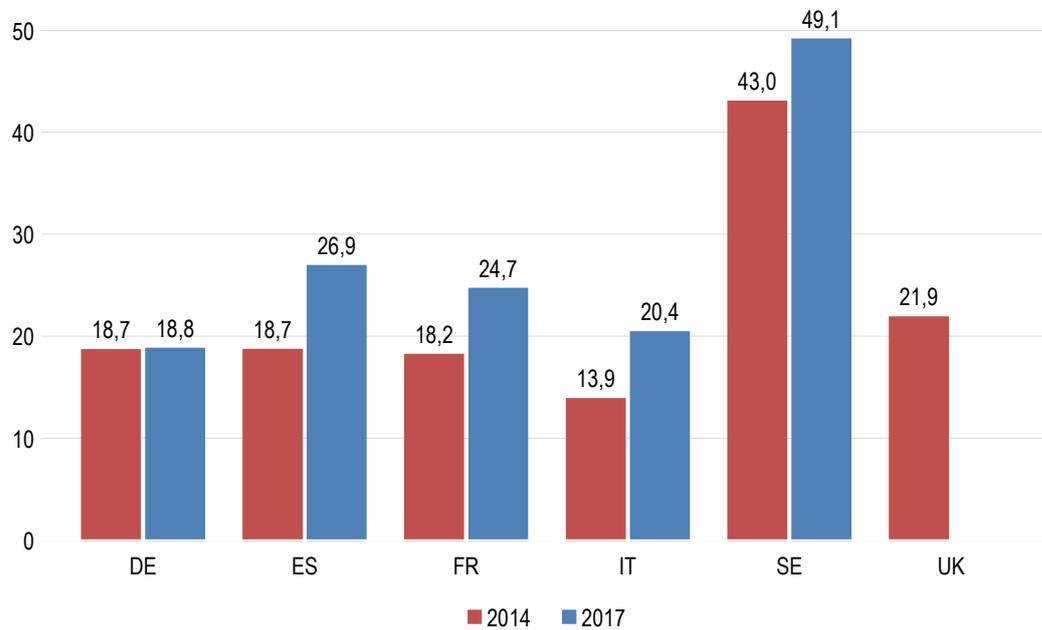
8.3 Abbildungen

Abb. 8-1: Anteil der Beschäftigten, die an das WWW angeschlossene Computer nutzen - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1 (in Prozent)



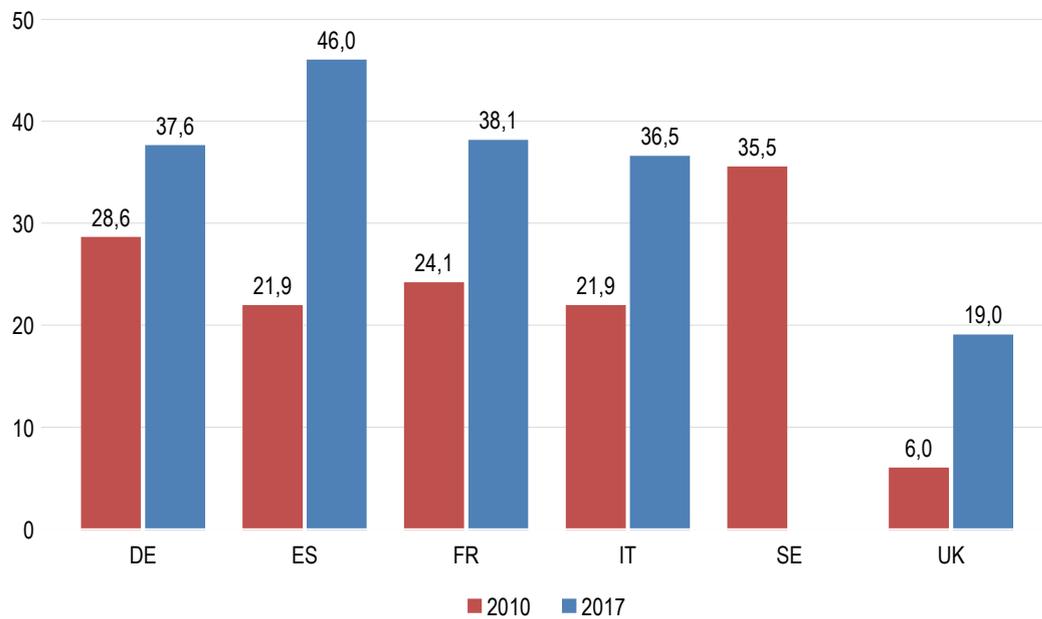
Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018.
Eurostat Indikator: P_IUSE; Eurostat industry code: 10_C10_S951_XK; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-2: Anteil der Beschäftigten, denen tragbare Geräte mit mobiler Internetverbindung für geschäftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1 (in Prozent)



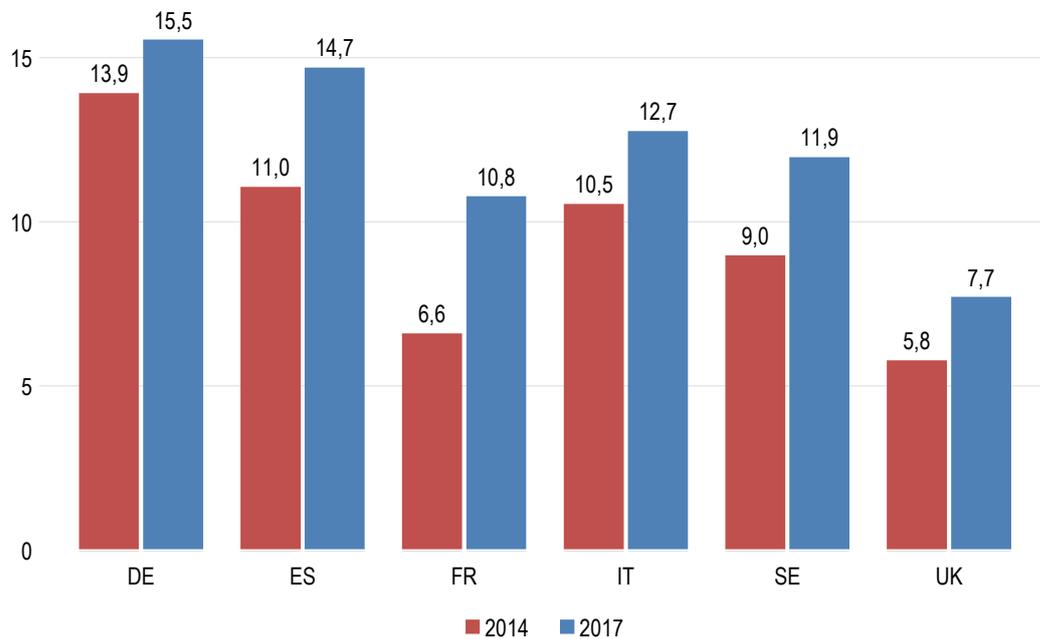
Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: P_EMPMD1; Eurostat industry code: 10_C10_S951_XK; Anteil in Prozent; Wert für das Jahr 2017 für UK nicht verfügbar; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-3: Anteil der Unternehmen, die ERP-Softwarepakete verwendet haben, um Informationen innerhalb der Sachabteilungen auszutauschen - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1 (in Prozent)



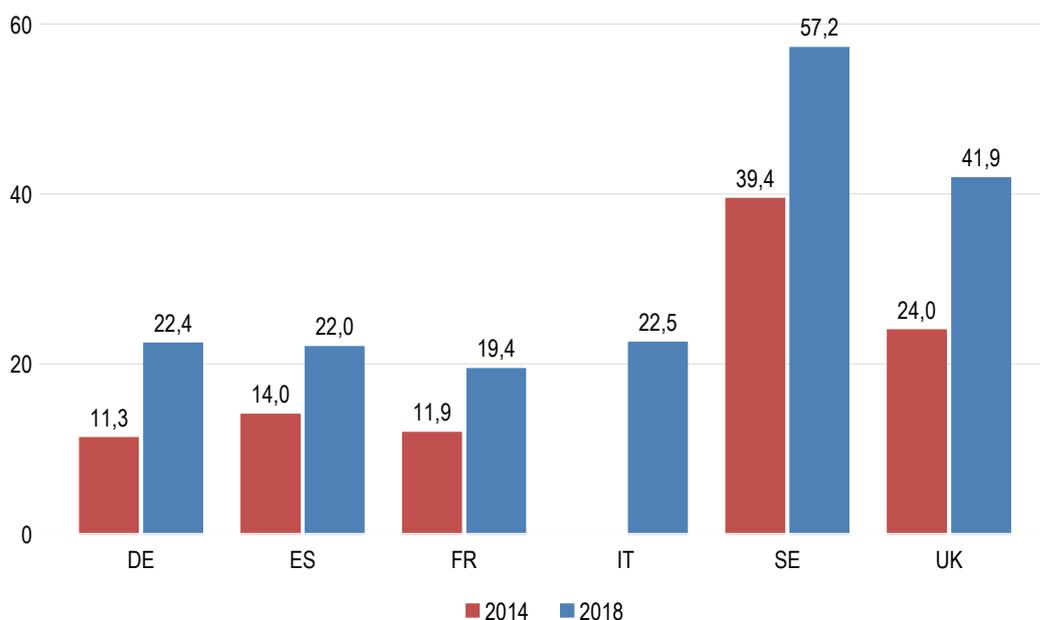
Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018.
Eurostat Indikator: E_ERP1; Eurostat industry code: 10_C10_S951_XK; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-4: Anteil der Unternehmen, die RFID (Radio Frequency Identification) Technologien einsetzen - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1 (in Prozent)



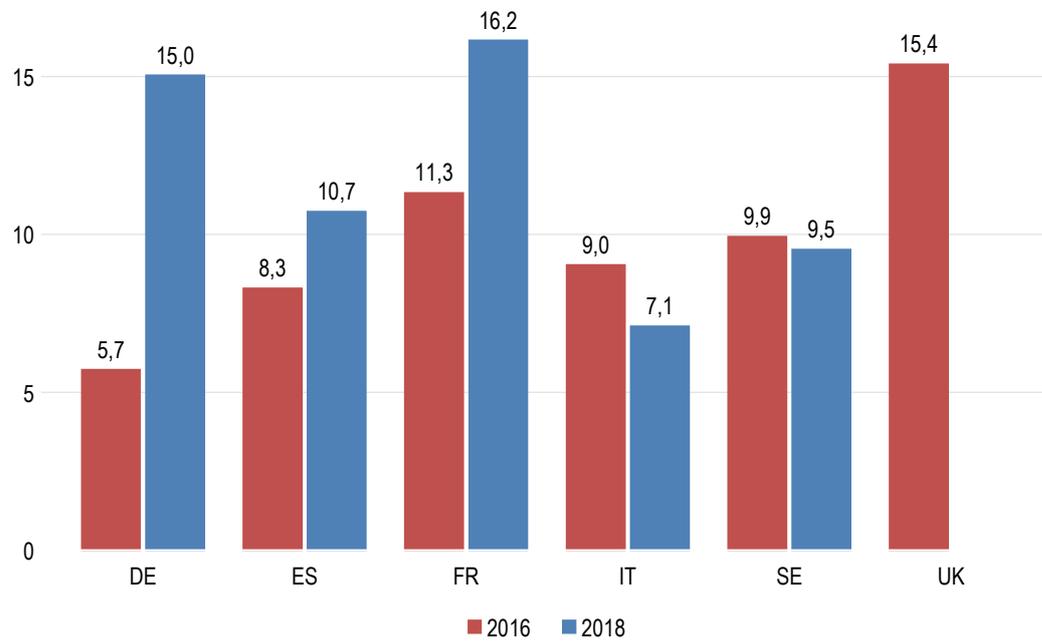
Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_RFID1; Eurostat industry code: 10_C10_S951_XK; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-5: Anteil der Unternehmen, die kostenpflichtige Cloud Computing Dienste (CC-Dienste) über das Internet beziehen - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1 (in Prozent)



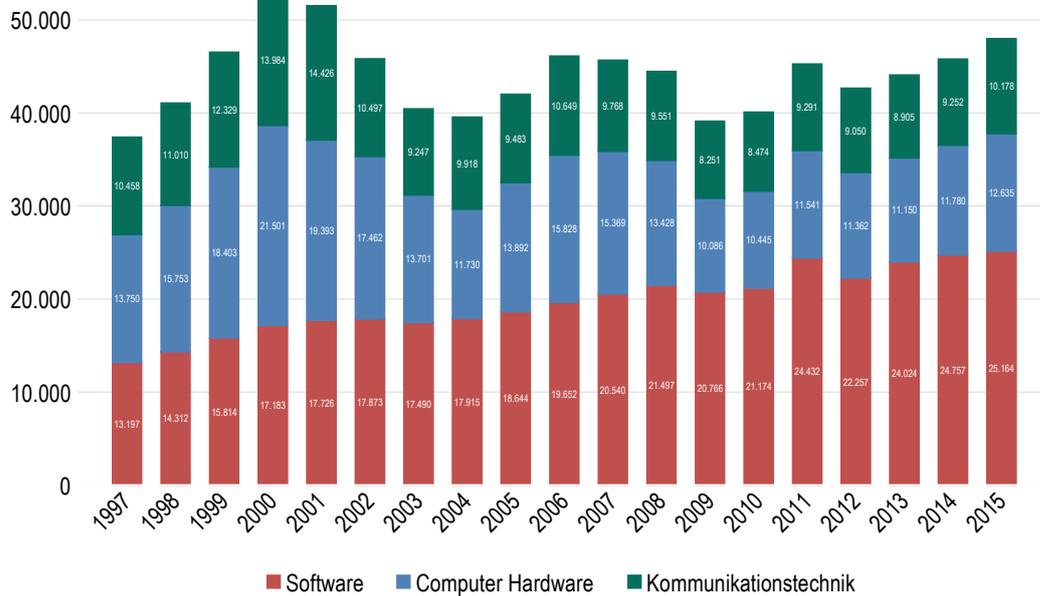
Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_CC; Eurostat industry code: 10_C10_S951_XK; Anteil in Prozent; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-6: Anteil der Unternehmen, die Big Data analysieren - Alle Bereiche ohne Bankensektor - WZ 10-82, 95.1 (in Prozent)



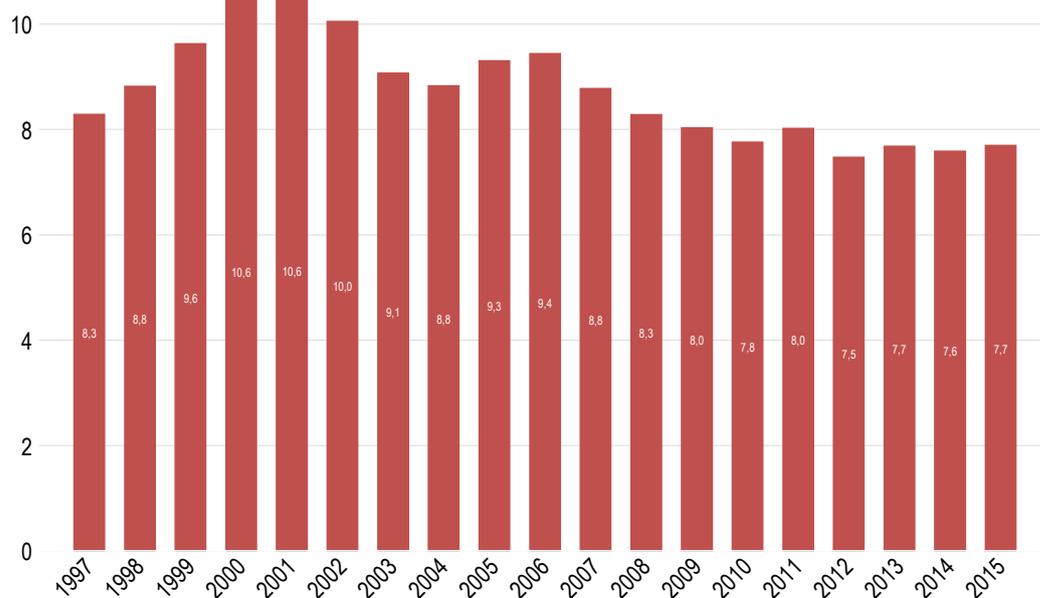
Quelle: Eurostat - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen 2018, Stand: 13. Dezember 2018. Eurostat Indikator: E_BD; Eurostat industry code: 10_C10_S951_XK; Anteil in Prozent; Wert für das Jahr 2018 für UK nicht verfügbar; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-7: Nominale IKT-Investitionen in der Gesamtwirtschaft in Deutschland im Zeitverlauf (in Millionen Euro)



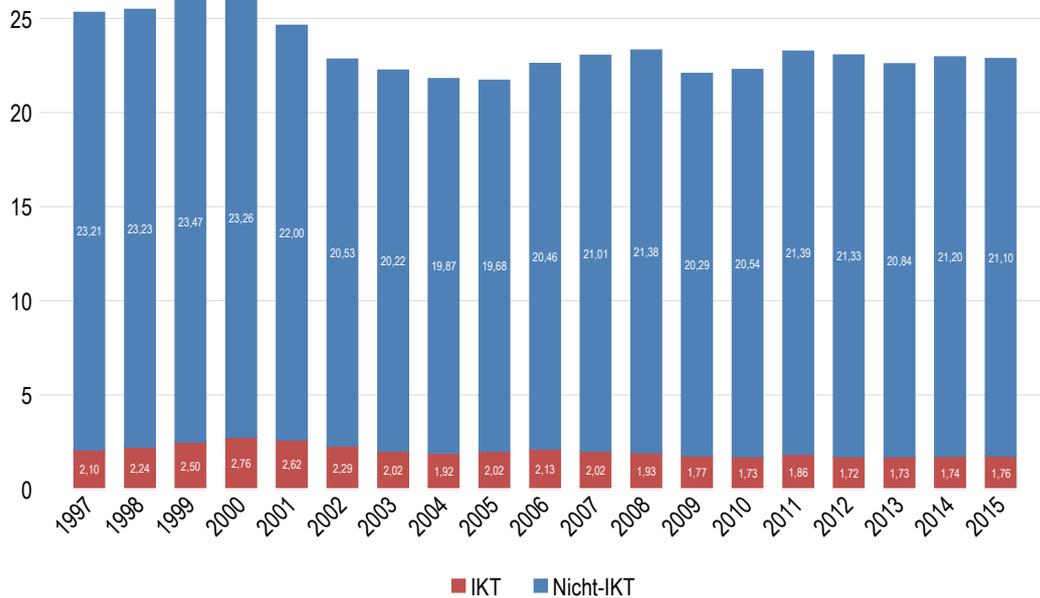
Quelle: EU KLEMS September 2017 release.
 EU KLEMS industry code (NACE 2): TOT; Angaben in Millionen Euro; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-8: Anteil der nominalen IKT-Investitionen an den gesamten nominalen Bruttoanlageinvestitionen in der Gesamtwirtschaft in Deutschland im Zeitverlauf (in Prozent)



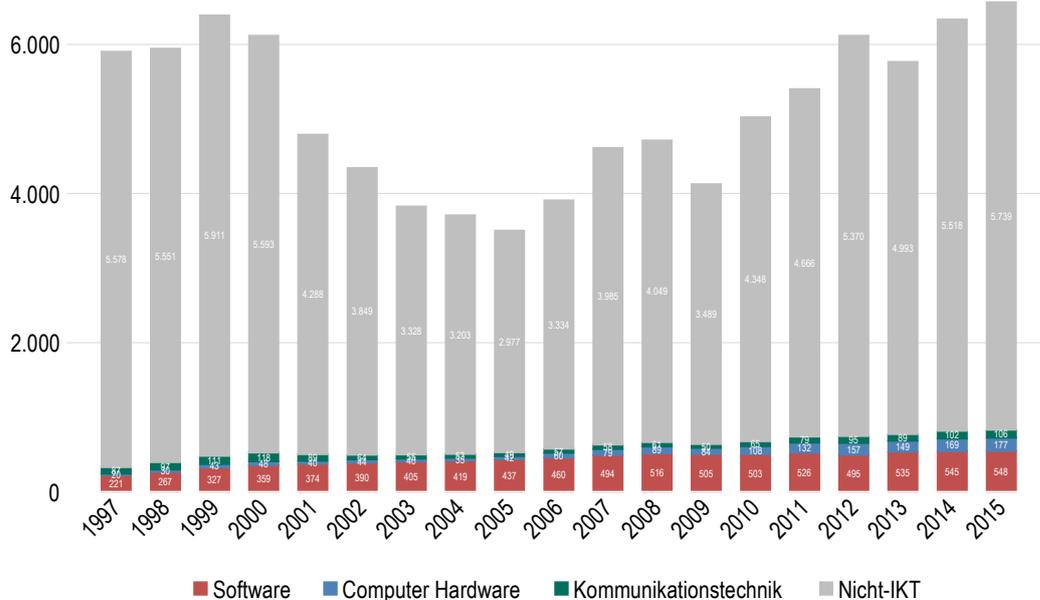
Quelle: EU KLEMS September 2017 release.
 EU KLEMS industry code (NACE 2): TOT; Anteil in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

Abb. 8-9: Anteil der nominalen (Nicht-)IKT-Investitionen an der gesamten nominalen Bruttowertschöpfung in der Gesamtwirtschaft in Deutschland im Zeitverlauf (in Prozent)



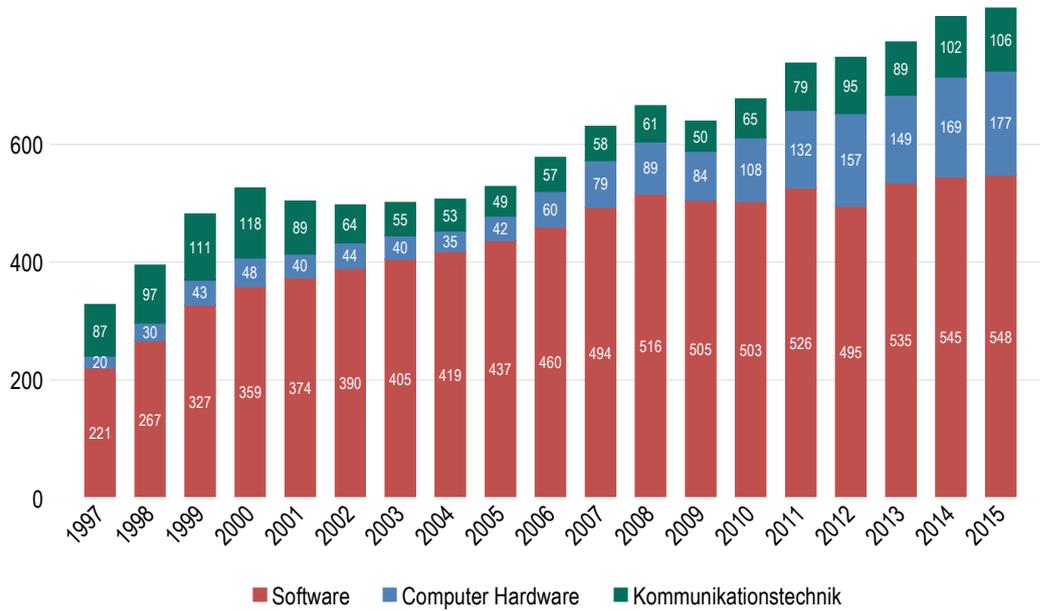
Quelle: EU KLEMS September 2017 release.
 EU KLEMS industry code (NACE 2): TOT; Anteil in Prozent; eigene Berechnungen des ZEW.

Abb. 8-10: Reale (preisbereinigte) Bruttoanlageinvestitionen im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf – Basisjahr: 2010 (in Millionen Euro)



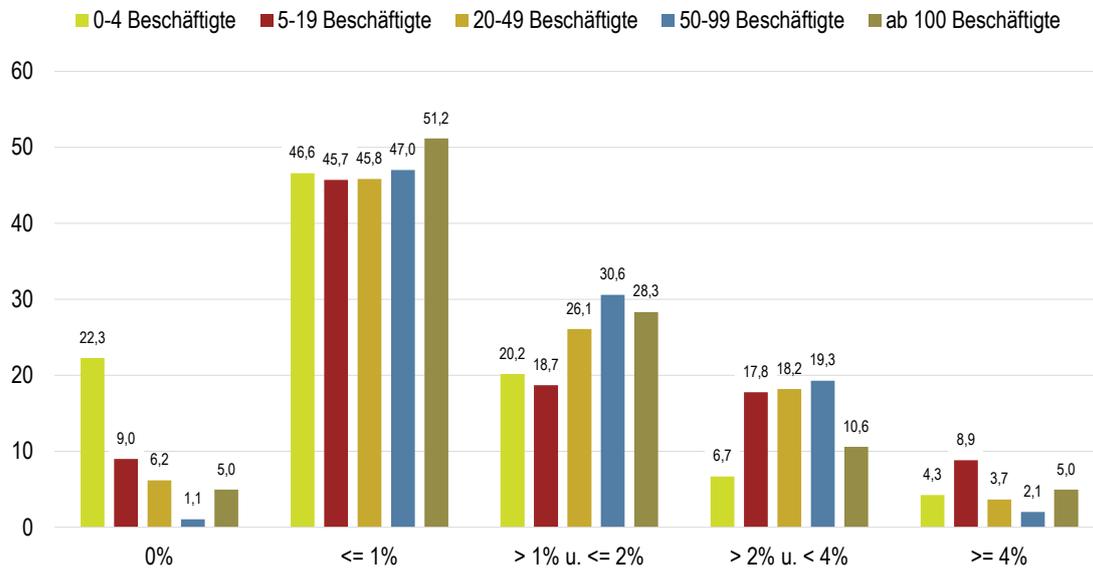
Quelle: EU KLEMS September 2017 release.
 EU KLEMS industry code (NACE 2): F; Angaben in Millionen Euro; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-11: Detaillierte Darstellung der realen (preisbereinigten) Bruttoanlageinvestitionen in IKT-Güter im Baugewerbe in Deutschland im Zeitverlauf – Basisjahr: 2010 (in Millionen Euro)



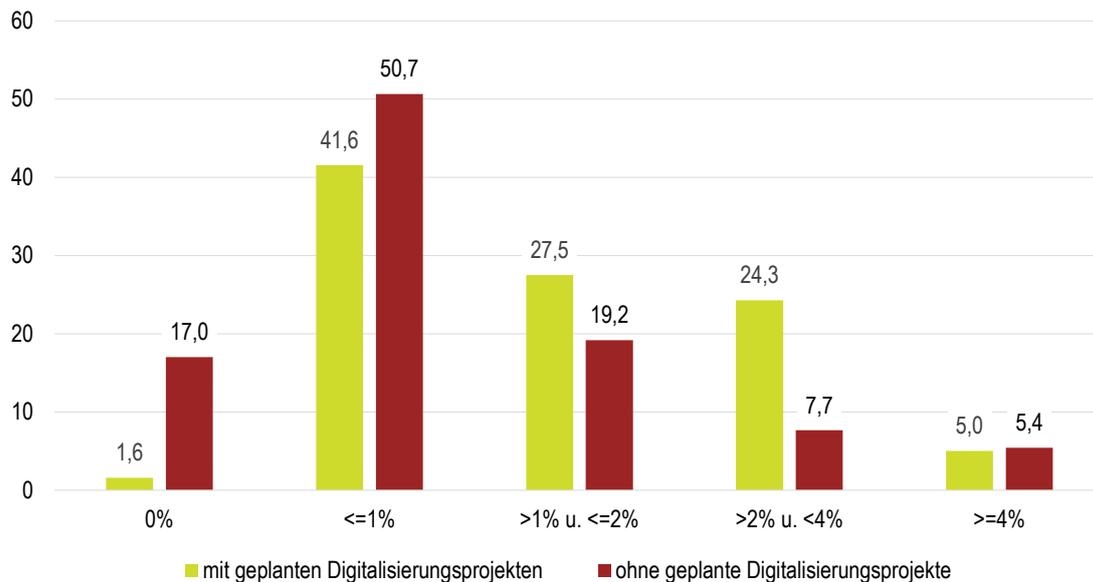
Quelle: EU KLEMS September 2017 release.
 EU KLEMS industry code (NACE 2): F; Angaben in Millionen Euro; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-12: Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien 2017 in der Bauwirtschaft nach Größenklassen (in Prozent der Unternehmen)



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie hoch waren im Jahr 2017 die Investitionen Ihres Unternehmens in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), wie Hardware, Software und Telekommunikation in Prozent Ihres Umsatzes?“. Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Abb. 8-13: Geplante Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien 2020 in der Bauwirtschaft nach geplanten Digitalisierungsprojekten (in Prozent der Unternehmen)



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie hoch waren im Jahr 2020 die Investitionen Ihres Unternehmens in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), wie Hardware, Software und Telekommunikation in Prozent Ihres Umsatzes?“. Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

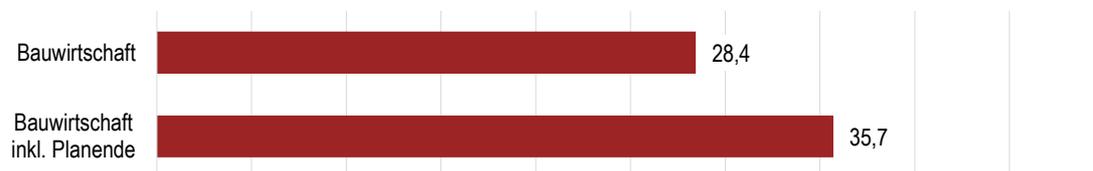
Abb. 8-14: Digitalisierungsprojekte in der Bauwirtschaft in den letzten und kommenden drei Jahren (Bauwirtschaft mit und ohne Planungsbereich, in Prozent der Unternehmen)

Digitalisierungsprojekte...

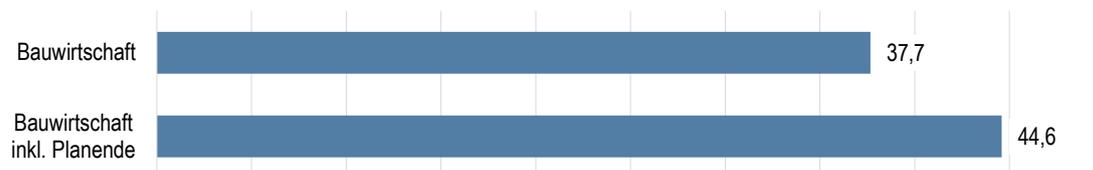
...in den letzten drei Jahren.



... geplant in den kommenden drei Jahren.



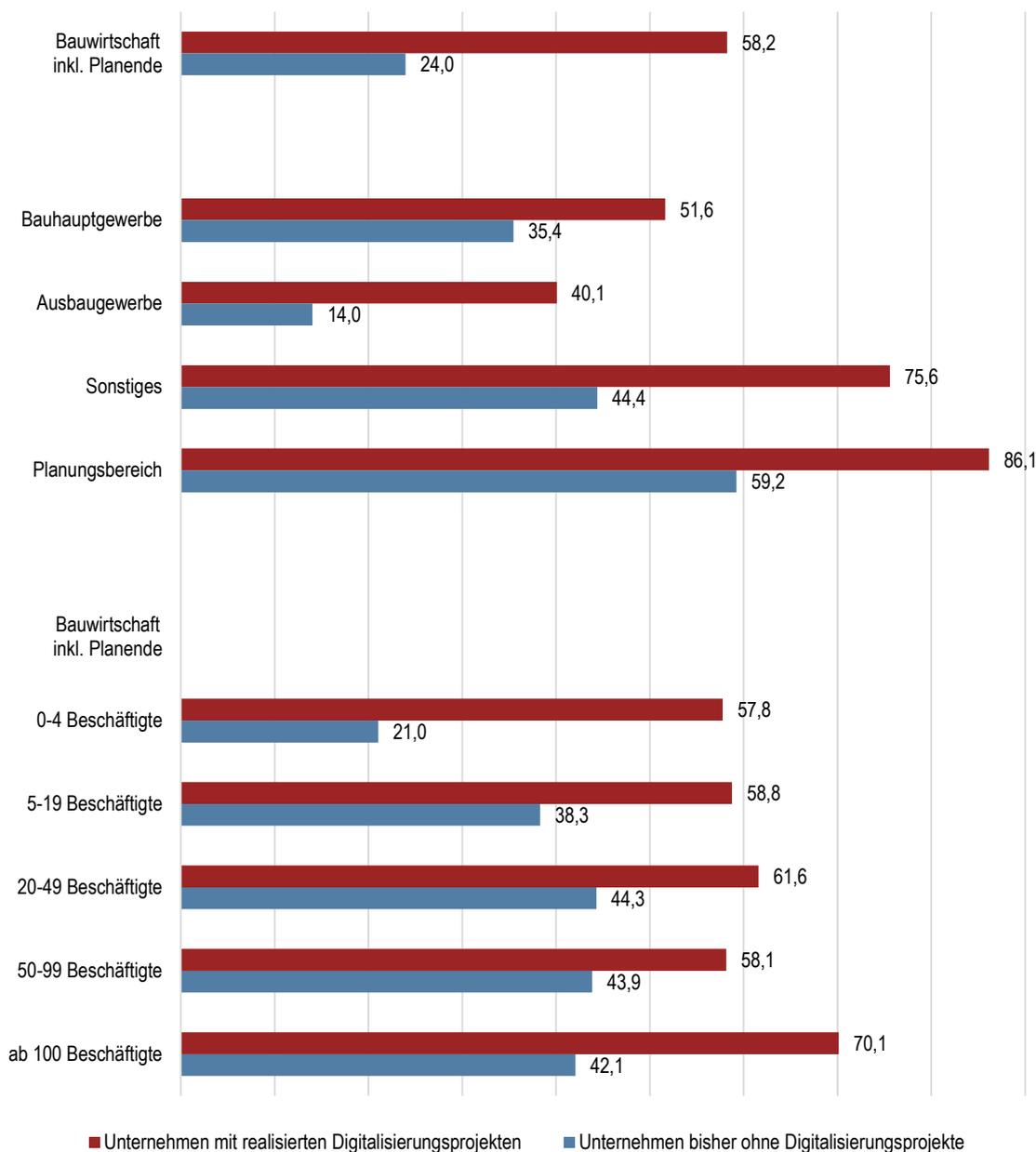
... in den letzten drei Jahren durchgeführt und/oder für die kommenden drei Jahre geplant.



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Haben Sie in den vergangenen 3 Jahren Digitalisierungsprojekte durchgeführt bzw. plant Ihr Unternehmen erste oder weitere Digitalisierungsprojekte in den kommenden 3 Jahren durchzuführen?“.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

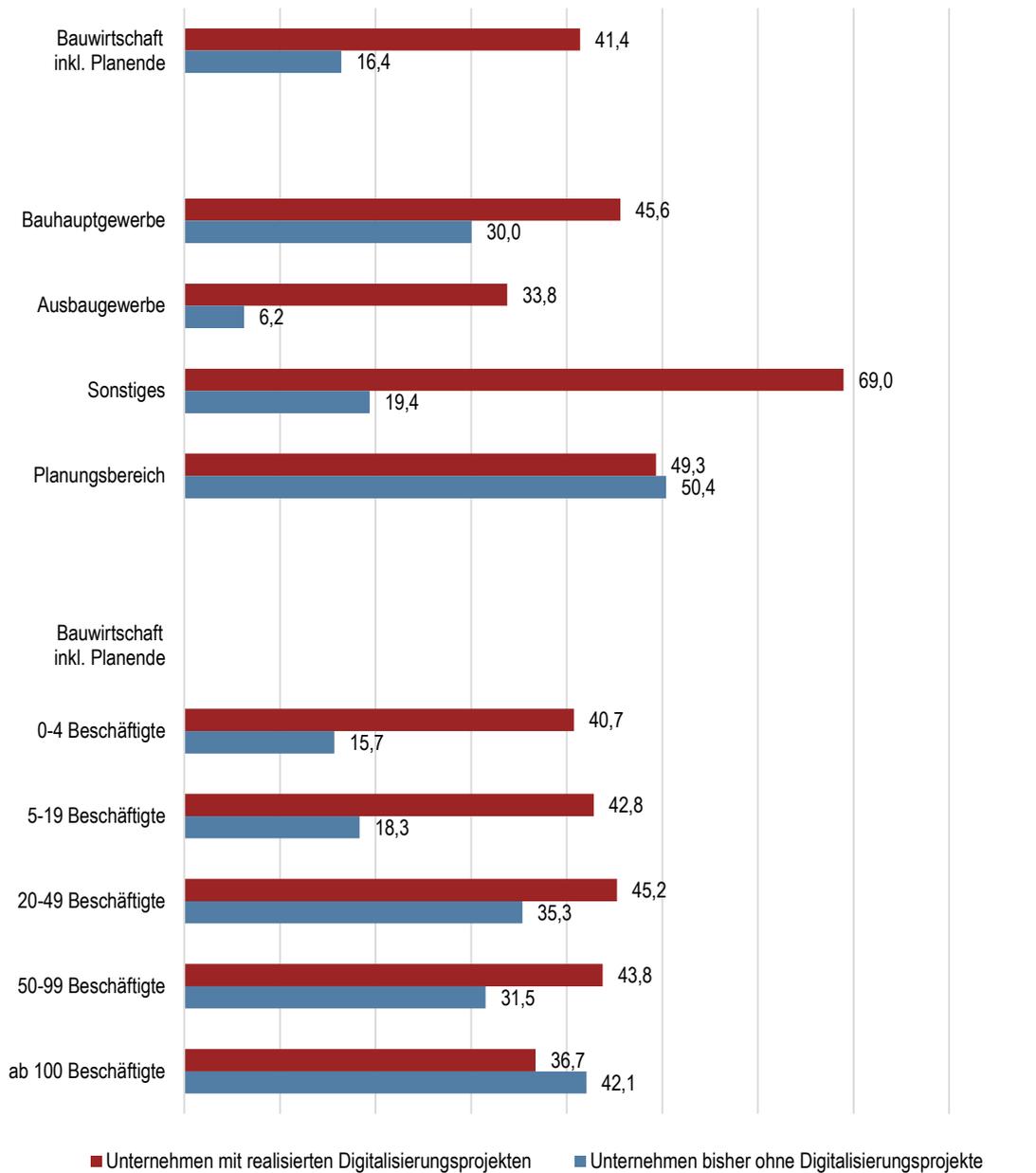
Abb. 8-15: Digitalisierungsgrad von Prozessen nach (Teil-) Branchen, Größenklassen und Digitalisierungserfahrung: Bauvorbereitung (in Prozent der Unternehmen)



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den heutigen Digitalisierungsgrad nachfolgender Prozesse in Ihrem Unternehmen ein?“. Dargestellt sind die Anteile der Unternehmen, die auf einer Antwortskala von 1 (gering) bis 4 (hoch) die Werte 3 oder 4 angegeben haben.

Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

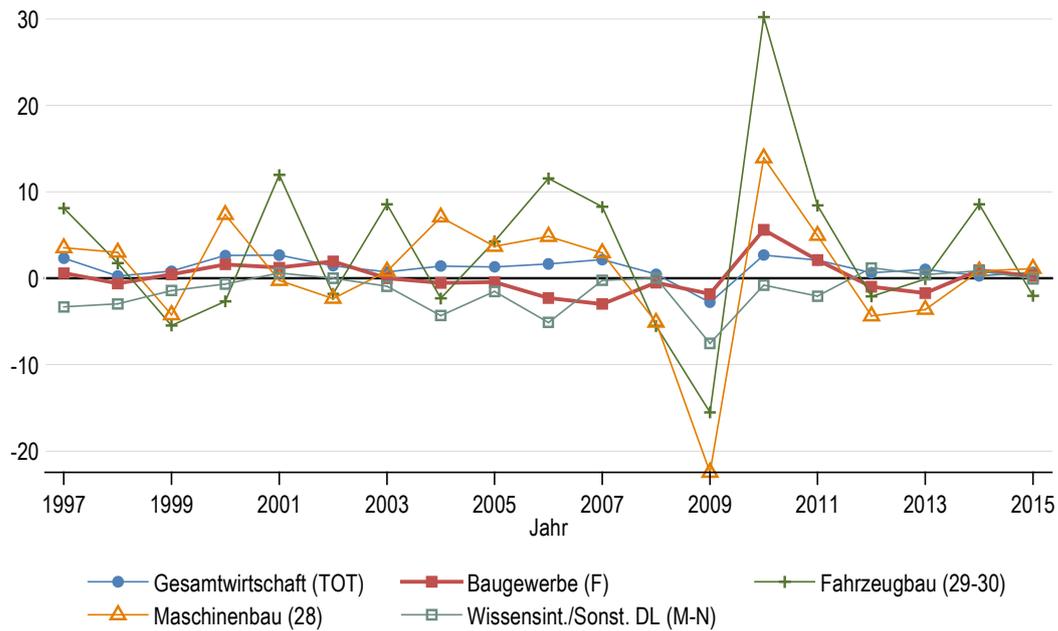
Abb. 8-16: Digitalisierungsgrad von Prozessen nach (Teil-) Branchen, Größenklassen und Digitalisierungserfahrung: Bauausführung (in Prozent der Unternehmen)



Angaben in Prozent der Unternehmen auf die Frage: „Wie schätzen Sie den heutigen Digitalisierungsgrad nachfolgender Prozesse in Ihrem Unternehmen ein?“. Dargestellt sind die Anteile der Unternehmen, die auf einer Antwortskala von 1 (gering) bis 4 (hoch) die Werte 3 oder 4 angegeben haben.

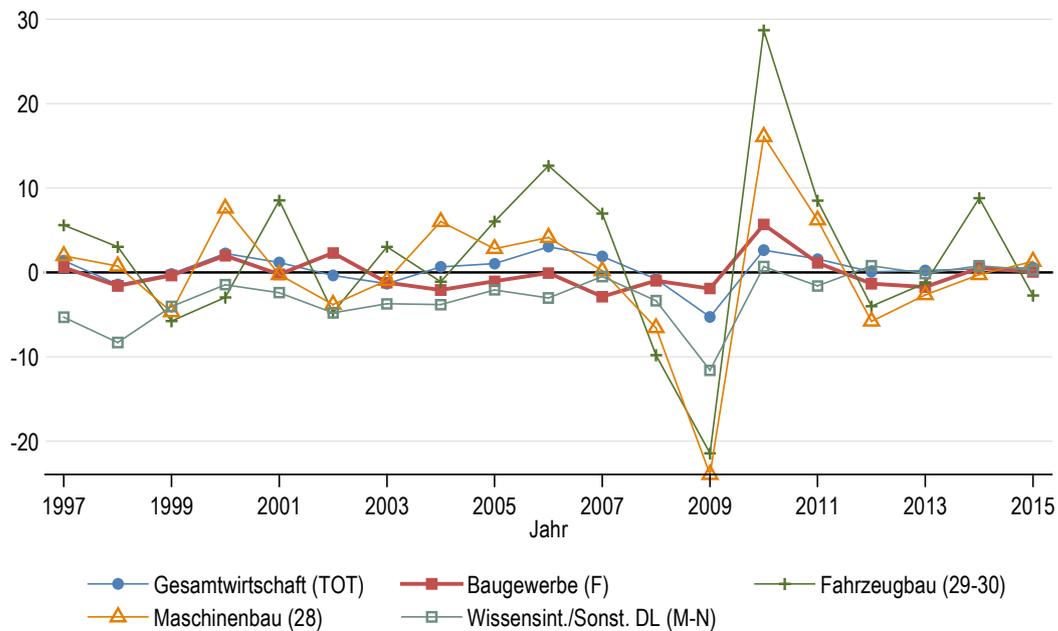
Quelle: ZEW Unternehmensbefragung Bau, 2018.

Abb. 8-17: Arbeitsproduktivität je geleisteter Erwerbstätigenstunde im Branchenvergleich in Deutschland im Zeitverlauf (inklusive Jahre 2009/2010, jährliche Wachstumsraten in Prozent)



Quelle: EU KLEMS September 2017 release; jährliche Wachstumsraten; eigene Darstellung des ZEW.

Abb. 8-18: Wachstumsraten der Totalen Faktorproduktivität im Branchenvergleich in Deutschland im Zeitverlauf (inklusive Jahre 2009/2010, jährliche Wachstumsraten in Prozent)



Quelle: EU KLEMS September 2017 release; jährliche Wachstumsraten; eigene Darstellung des ZEW.

8.4 Fragebogen

ZEW – Unternehmensbefragung Bau

Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen bis **Mittwoch, 4. Juli 2018**, per Fax: 0621/1235-4228 oder Scan: bau2018@zew.de (oder per Post, Gebühr zahlt Empfänger) zurück an das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW).

ZEW
 Unternehmensbefragung Bau
 Postfach 10 34 43
 68034 Mannheim

Rücksendung erbeten bis Mittwoch, 4. Juli 2018 an Fax-Nr. 0621/1235-4228 oder Scan: bau2018@zew.de

Wie viele **Beschäftigte** (inkl. Geschäftsführung und Auszubildende) hatte Ihr Unternehmen durchschnittlich im Jahr 2017?

Beschäftigte 2017: _____

Wie hoch ist in Ihrem Unternehmen der Anteil der Beschäftigten mit ...

... überwiegender **Computernutzung** ca. _____ %

... **Internetzugang** ca. _____ %

... **mobilem Internetzugang** zur geschäftlichen Nutzung ca. _____ %

Welche der folgenden **Technologien** setzen Sie bereits in Ihrem Unternehmen ein oder planen den Einsatz in den kommenden 3 Jahren?

	nutzen wir	Einsatz planen wir	nicht relevant für uns
Cloud Computing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Big Data (systematische Datenanalyse für strategische Entscheidungen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ERP-/CRM-Software (z.B. SAP)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektronische Rechnungslegung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erweiterte/Virtuelle Realität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Digitale Gebäudemodelle (BIM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-Anwendungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3D-Scanner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

In den folgenden Fragen geht es um die Digitalisierung. Mit Digitalisierung meinen wir die Ausstattung und Anwendung von modernen Informations- und Kommunikationstechnologien in Ihrem Unternehmen. Dies bedeutet auch die Integration digitaler Ressourcen in Arbeitsabläufe, Prozesse und Wertschöpfungsketten in Ihrem Unternehmen.

Haben Sie in den **vergangenen 3 Jahren Digitalisierungsprojekte** durchgeführt?

Ja Nein

Plant Ihr Unternehmen erste oder weitere **Digitalisierungsprojekte** in den **kommenden 3 Jahren** durchzuführen?

Ja Nein

Wie schätzen Sie den **heutigen Digitalisierungsgrad** nachfolgender **Prozesse** in Ihrem Unternehmen ein?

	gering	→	→	→	→	hoch
Marketing/Akquise	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4		
Angebotserstellung	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4		
Bauvorbereitung	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4		
Bauausführung	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4		
Abrechnung	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4		
Kundenbindung	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4		
Abnahme	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4		
Dokumentation	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4		

Wie hoch waren im **Jahr 2017** die **Investitionen** Ihres Unternehmens in **Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)**, wie **Hardware, Software und Telekommunikation** in Prozent Ihres Umsatzes?

≤ 1% ≤ 2% ≤ 3% ≤ 4% mehr als 4%

Es wurden keine IKT-Investitionen getätigt.

Wie hoch werden im **Jahr 2020** voraussichtlich die **IKT-Investitionen** Ihres Unternehmens in Prozent Ihres Umsatzes sein?

≤ 1% ≤ 2% ≤ 3% ≤ 4% mehr als 4%

Es werden voraussichtlich keine IKT-Investitionen getätigt

Haben Sie in den **vergangenen 3 Jahren** aufgrund der **Digitalisierung** in Ihrem Unternehmen Ihre **Organisationsstruktur** angepasst?

Ja Nein

Planen Sie aufgrund der **Digitalisierung** weitere **organisatorische Anpassungen** in den **kommenden 3 Jahren**?

Ja Nein

Wie schätzen Sie den **digitalen Vernetzungsgrad** Ihres Unternehmens mit folgenden Gruppen ein und von wem ging jeweils die **Initiative zur Vernetzung** aus?

	keine Projekte vernetzt				alle Projekte vernetzt				Vernetzung mehrheitlich von uns ausgehend	Vernetzung mehrheitlich von Partnern ausgehend
	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4		
Mit Auftraggebern	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□	□
Mit Lieferanten	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□	□
Mit Planern	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□	□
Mit anderen Bau- und Handwerksunternehmen	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□	□

Wie schätzen Sie den **Einfluss der Digitalisierung** auf die folgenden Aspekte Ihres Unternehmens ein?

	Einfluss heute			Einfluss bis in 3 Jahren		
	negativer Einfluss	kein Einfluss	positiver Einfluss	negativer Einfluss	kein Einfluss	positiver Einfluss
Unternehmenserfolg	□	□	□	□	□	□
Wettbewerbsfähigkeit	□	□	□	□	□	□
Arbeitsproduktivität	□	□	□	□	□	□
Innovationsfähigkeit	□	□	□	□	□	□
Umfang baubegleitender Dienstleistungen (z.B. Qualitätsüberwachung)	□	□	□	□	□	□
Arbeitsteilung zwischen Unternehmen	□	□	□	□	□	□
Beständigkeit des bisherigen Geschäftsmodells	□	□	□	□	□	□

Welche der folgenden **Gründe behindern** aus Sicht Ihres Unternehmens eine erfolgreiche **Umsetzung von Digitalisierungsprojekten**?

	trifft gar nicht zu				trifft voll und ganz zu			
	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Keine klar geregelten Zuständigkeiten für Digitalisierung innerhalb des Unternehmens	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Fehlendes digitales Know-how der Mitarbeiter	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Fehlender Überblick/ Informationslage über IT-Landschaft	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Fehlende IT-Fachkräfte	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Unpassende Ausbildungsinhalte	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Fehlende Weiterbildungsmöglichkeiten	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Mangelnde Praxisreife der angebotenen Lösungen	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Zu strikte Datenschutzregeln	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Unzureichende IT-Sicherheit	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Zu hoher Zeitaufwand	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Fehlende, verlässliche Standards/Schnittstellen	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Fehlendes, leistungsfähiges Breitbandnetz	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Zu hoher Investitionsbedarf	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Keine Notwendigkeit für Digitalisierungsvorhaben gegeben	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Sonstiges: _____								

Welches ist aus Sicht Ihres Unternehmens die **zentrale Forderung an die Bundesregierung**, um die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen voran zu treiben?

Antwort: _____

Wie hoch ist der **Anteil der Beschäftigten** in Ihrem Unternehmen, die in den vergangenen 3 Jahren an **Weiterbildungsmaßnahmen im Kontext der Digitalisierung** teilgenommen haben?

Anteil der Beschäftigten: ca. _____ %

Bei welchen **Kompetenzen** sehen Sie im Hinblick auf die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen den **größten Fortbildungsbedarf bei Ihren Mitarbeitern**?

	kein Bedarf	geringer Bedarf	hoher Bedarf
Umgang mit digitalen Endgeräten	□ 1	□ 2	□ 3
Recherche und Informationsbeschaffung über das Internet	□ 1	□ 2	□ 3
Umgang mit sozialen Medien	□ 1	□ 2	□ 3
Datensicherheit	□ 1	□ 2	□ 3
Programmierkenntnissen	□ 1	□ 2	□ 3
Datenanalyse- und Interpretationsfähigkeiten	□ 1	□ 2	□ 3
Sonstiges: _____	□ 1	□ 2	□ 3

Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zur Arbeit mit **digitalen Gebäudemodellen (BIM)** zu?

	stimme überhaupt nicht zu	stimme nicht zu	stimme zu	stimme voll und ganz zu
Projekte können besser geplant werden	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Projekte können kosteneffizienter abgewickelt werden	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Verbesserte Kostenkalkulation/ Controlling	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Verbesserte Kommunikation im Planungs- und Bauprozess	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Aufwand zur Erstellung wird dem Nutzwert gerecht	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Unternehmensinterne Wertschöpfung hat sich verbessert	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Mehrfacheingaben entfallen	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Größere Datengenauigkeit	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Modelldaten sind auch nach der Realisierung hilfreich	□ 1	□ 2	□ 3	□ 4
Sonstiges: _____				

Wie hoch war der **Umsatz Ihres Unternehmens im Jahr 2017**? (Angaben bitte ohne Umsatzsteuer, in vollen Euro und nur für Gesellschaften mit Sitz in Deutschland)

Umsatz 2017 insgesamt ca. _____ Euro.

Welcher **Branche** gehört Ihr Unternehmen an?

Um uns die **Zuordnung Ihres Unternehmens zu einer Branche** zu erleichtern, beschreiben Sie bitte die Haupttätigkeit Ihres Unternehmens kurz mit einem Schlagwort oder nennen Sie uns Ihr **umsatzstärkstes Produkt bzw. Ihre** **umsatzstärkste Dienstleistung**.

Beschreibung: _____

Rücksendung erbeten bis Mittwoch, 4. Juli 2018 an Fax-Nr. 0621/1235-4228 oder Scan: bau2018@zew.de