

Daniel Schreiber

# Berufsbildung 4.0 – Fachkräfte-qualifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf „Straßenbauer/-in“ im Screening

Gefördert vom



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Heft 211

Daniel Schreiber

# **Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf „Straßenbauer/-in“ im Screening**

Gefördert vom



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Bundesinstitut  
für Berufsbildung **BiBB**

- Forschen
- Beraten
- Zukunft gestalten

Die WISSENSCHAFTLICHEN DISKUSSIONSPAPIERE des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) werden durch den Präsidenten herausgegeben. Sie erscheinen als Namensbeiträge ihrer Verfasser und geben deren Meinung und nicht unbedingt die des Herausgebers wieder. Sie sind urheberrechtlich geschützt. Ihre Veröffentlichung dient der Diskussion mit der Fachöffentlichkeit.

Teilstudie des Forschungs- und Entwicklungsprojekts 7.8.154

**Zitervorschlag:**

Schreiber, Daniel: Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf „Straßenbauer/-in“ im Screening. Bonn 2019

1. Auflage 2019

**Herausgeber:**

Bundesinstitut für Berufsbildung  
Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn  
Internet: [www.bibb.de](http://www.bibb.de)

**Publikationsmanagement:**

Stabsstelle „Publikationen und wissenschaftliche Informationsdienste“  
E-Mail: [publikationsmanagement@bibb.de](mailto:publikationsmanagement@bibb.de)  
[www.bibb.de/veroeffentlichungen](http://www.bibb.de/veroeffentlichungen)

**Herstellung und Vertrieb:**

Verlag Barbara Budrich  
Stauffenbergstraße 7  
51379 Leverkusen  
Internet: [www.budrich.de](http://www.budrich.de)  
E-Mail: [info@budrich.de](mailto:info@budrich.de)

**Lizenzierung:**

Der Inhalt dieses Werkes steht unter einer Creative-Commons-Lizenz  
(Lizenztyp: Namensnennung – Keine kommerzielle Nutzung –



Keine Bearbeitung – 4.0 Deutschland).  
Weitere Informationen finden Sie im  
Internet auf unserer Creative-Commons-  
Infoseite [www.bibb.de/cc-lizenz](http://www.bibb.de/cc-lizenz).

ISBN 978-3-8474-2982-1 (Print)

ISBN 978-3-96208-142-3 (Open Access)

urn:nbn:de:0035-0789-4

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Das Wichtigste in Kürze</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Hintergrund und Anlass der Initiative</b> .....	<b>6</b>
2.1	Digitalisierung der Wirtschaft und die Herausforderungen für die Berufsbildung. . . .	6
2.2	Die Initiative „Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen“ .....	7
2.3	Begriffsbestimmung Berufsbildung 4.0 .....	8
<b>3</b>	<b>Konzeptioneller Rahmen des Berufescreenings</b> .....	<b>9</b>
3.1	Berufescreening – Ziele, Nutzen und erwartete Ergebnisse. ....	9
3.2	Ausgewählte Ausbildungsberufe. ....	10
3.3	Fragestellungen .....	12
3.4	Untersuchungsdesign .....	12
3.5	Zur Untersuchung für den Beruf Straßenbauer/-in .....	14
<b>4</b>	<b>Der Ausbildungsberuf „Straßenbauer/-in“</b> .....	<b>16</b>
4.1	Beschreibung des Berufsbilds. ....	16
4.2	Tätigkeiten und Aufgabenbereiche im Straßenbau. ....	17
4.3	Digitalisierung im Straßenbau .....	19
4.4	Digitalisierungs- und Vernetzungsansätze in der betrieblichen Praxis? .....	19
4.5	Building Information Modeling (BIM) .....	21
4.6	Organisatorische Einbettung – Digitalisierungsstrategien .....	22
4.7	Veränderungen der Tätigkeiten .....	23
4.8	Zukünftiger Bedarf .....	24
4.9	Zukünftige Kompetenzen. ....	26
<b>5</b>	<b>Ausblick und Handlungsempfehlungen</b> .....	<b>28</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>30</b>
	<b>Danksagung</b> .....	<b>31</b>
	<b>Anhang</b> .....	<b>32</b>
	Berufedatenblatt .....	32
	Leitfaden für Interviews .....	34
	<b>Autor</b> .....	<b>36</b>
	<b>Abstract</b> .....	<b>37</b>

# Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

## Abbildungen

Abbildung 1: Prozessnutzen und erwartete Ergebnisse . . . . .	9
Abbildung 2: Zu untersuchende Kernpunkte im Berufescreening . . . . .	13
Abbildung 3: Methodisches Vorgehen beim Berufescreening . . . . .	14
Abbildung 4: Neuabschlüsse im Beruf Straßenbauer/-in 2017 . . . . .	16

## Tabellen

Tabelle 1: Für die Untersuchung ausgewählte anerkannte Ausbildungsberufe . . . . .	11
Tabelle 2: Qualifikationsebene und Aufgabenbereiche im Tiefbau . . . . .	18

# 1 Das Wichtigste in Kürze

Unter dem Dach der Initiative „Berufsbildung 4.0“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) wurden im Rahmen der Forschungsinitiative „Fachkräftequalifikation und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen“ unterschiedliche Ausbildungsberufe im Hinblick auf den Einfluss zunehmender Digitalisierung auf ihr jeweiliges Tätigkeitsprofil untersucht. Auch der Beruf des Straßenbauers/der Straßenbauerin wurde entsprechend überprüft, da davon auszugehen war, dass sich das Aufgabenspektrum einer Fachkraft vor dem Hintergrund einer digitalisierten Bauplanung und -durchführung anhand von dreidimensionalen Baumodellen wandeln wird.

In Form von explorativen Fallstudien wurde dabei beleuchtet, inwiefern die im Rahmen der Ausbildung vermittelten Kompetenzen den zukünftig anfallenden Aufgaben noch genügen können bzw. welche (anderen) Qualifikationen ggf. vermittelt werden sollten. Im Folgenden werden Befunde und Handlungsempfehlungen als Resultat der Teilstudie im Beruf Straßenbauer/-in skizziert.

Die Digitalisierung auf den Baustellen vollzieht sich im Rahmen einer stetigen technologischen Weiterentwicklung. Im Tiefbaubereich, in dem Straßenbauer/-innen eingesetzt werden, sind erste Schritte in Richtung einer digitalen Transformation der Branche erkennbar.

Die Ergebnisse im Einzelnen:

- ▶ Building Information Modeling (BIM) wird in einigen Baufirmen angewendet. Allerdings stehen die Unternehmen am Anfang der Entwicklung.
- ▶ Auf Ebene der Straßenbaufachkräfte hat die Digitalisierung bisher wenige Auswirkungen. Vor allem sind die Führungskräfte, insbesondere Bauleiter/-innen und Poliere/Polierinnen, von digitalen Veränderungen betroffen.
- ▶ Trotz des digitalen Fortschritts bei Messinstrumenten, Baugeräten und -maschinen üben Straßenbauer/-innen auch zukünftig überwiegend manuelle Tätigkeiten aus.
- ▶ Hinsichtlich des Führens von digitalen Geräten und Maschinen verändern sich die Anforderungen an die Fachkräfte. Digitale Steuerungssysteme erleichtern die Arbeit; gleichzeitig müssen Straßenbauer/-innen zukünftig mit Daten umgehen können, um die Geräte und Maschinen führen zu können.
- ▶ Eine durch die Digitalisierung bedingte Veränderung der Beschäftigtenstruktur auf den Tiefbaustellen wird nicht erwartet. Eine Rationalisierung des Personaleinsatzes wurde in den letzten Jahren bereits vollzogen.
- ▶ Mit der fortschreitenden Digitalisierung könnte der Beruf Baugeräteführer/-in eine zentrale Rolle erhalten. Baugeräteführer/-innen sind in der Lage, eine Vielzahl von hoch technisierten Geräten und Maschinen zu bedienen. Ob es zu einer Verdrängung von Straßenbauern/Straßenbauerinnen kommt, ist bisher nicht absehbar.
- ▶ Zukünftige, in der Ausbildung zu vermittelnde Kompetenzen betreffen eine höhere Lese- und Transferleistungskompetenz, ein besseres technisches Verständnis von Baugeräten und -maschinen sowie der digitalen Planung und Durchführung eigener Arbeiten, erweiterte Kenntnisse des Datenschutzes und ein grundsätzliches Verständnis der Zusammenhänge beim digitalen Bauen.
- ▶ Durch die zunehmende Technikoffenheit werden Veränderungen in der Ausbildungsordnung zum Ausbildungsberuf Straßenbauer/-in nicht erwartet.
- ▶ Gleichzeitig wird empfohlen, die Ausbildungsinhalte an die durch die Digitalisierung veränderten Anforderungen anzupassen.

## 2 Hintergrund und Anlass der Initiative

### 2.1 Digitalisierung der Wirtschaft und die Herausforderungen für die Berufsbildung

Digitalisierung wird seit einigen Jahren nach den Maßstäben des Begriffs „Industrie 4.0“ gemessen. Industrie 4.0 gilt als vierte Stufe der Industrialisierung, die durch eine intelligente Vernetzung von Ressourcen, Informationen, Objekten und Menschen auf Basis von cyberphysikalischen Systemen (CPS) gekennzeichnet ist. Digitale Vernetzung, Nutzung cyberphysikalischer Systeme, künstliche Intelligenz und Big Data verändern Prozessabläufe, Dienstleistungs- und Produktionsprozesse in Unternehmen.

Digitalisierung ist eine gesellschaftliche Herausforderung, die sowohl positive als auch negative Erwartungen weckt.

Als Folge wird die Organisation der Arbeit flexibler, mobiler und entgrenzter. Die örtliche Gebundenheit der Unternehmen sowie ihrer Mitarbeiter/-innen verliert an Bedeutung. Losgröße 1 (kosteneffiziente Sonderanfertigungen), Predictive Maintenance (vorausschauende Instandhaltung) und Scrum (agiles Projektmanagement) sind Merkmale einer veränderten Arbeitsorganisation, die Flexibilität, Qualifikation, Kreativität und Verantwortung der Fachkräfte fördern und stärken. Unternehmen erfinden sich neu: Aus Automobilherstellern werden z. B. Mobilitätsanbieter; Startups entwickeln Apps und darauf basierend neue Geschäftsmodelle; Google baut z. B. Autos und betreibt Flotten; Drohnen und selbstfahrende Geräte werden zu gebräuchlichen Arbeitsmitteln in der Land- und Bauwirtschaft.

Die Kehrseite zum positiven Blick: Dieser Umbruch funktioniert nicht reibungslos. Unternehmen und Mitarbeiter/-innen unterliegen der Gefahr einer Existenzbedrohung, wenn Geschwindigkeit und Intensität des Wandels und die daraus folgenden notwendigen Anpassungen ungleich verlaufen.

Wir beobachten, dass Verbraucher/-innen bereits heute verschiedene Produkte oder Dienstleistungen in anderer Weise nachfragen als noch vor wenigen Jahren. So konkurrieren etwa Handwerks- und Dienstleistungsunternehmen zunehmend auf Internetplattformen: Etablierte Unternehmen stehen im Wettbewerb mit Service- und Onlineangeboten, die insbesondere von Jüngeren gern genutzt werden und kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) Marktanteile streitig machen (PISTER 2016). Landwirtschaftlichen Familienbetrieben fallen Investitionen im Zuge der Digitalisierung schwerer als „Agrarfabriken“. In der Industrie werden Produktionsarbeit und Verwaltungstätigkeiten automatisiert – es bleiben „Resttätigkeiten“. Der Einzelhandel schrumpft – Kassierer/-innen werden mancherorts bereits durch automatische Bezahlssysteme ersetzt. Banken schließen Filialen. Versicherer wickeln Schadensfälle mithilfe von Computeralgorithmen ab.

Für die Facharbeit kann dies Folgendes bedeuten:

- ▶ eine mehr oder weniger schnelle Änderung der Tätigkeiten auf bestehenden Arbeitsplätzen,
- ▶ die Entstehung neuer Arbeitsplätze mit neuen Aufgaben und Berufsprofilen,
- ▶ aber auch der Wegfall von Arbeitsplätzen, wenn entweder
  - ▶ Fachkräfte durch Hilfskräfte und Angelernte ersetzt werden oder
  - ▶ akademisch Ausgebildete komplexere Arbeitsaufgaben und Arbeitsplätze von dual ausgebildeten Fachkräften übernehmen oder
  - ▶ einfache und Routinetätigkeiten wegfallen und damit An- und Ungelernte freigesetzt oder weiterqualifiziert werden.

Welchen Platz werden Facharbeit und Berufsbildung also in Zukunft haben? In welche Richtung sich Berufsbildung künftig qualitativ und quantitativ entwickeln wird, ist kein Automatismus, sondern eine gesellschaftliche Gestaltungsaufgabe und letztendlich auch ein gesellschaftlicher Aushandlungsprozess. Dafür sind Wissen und Informationen notwendig, wie, wo und mit welchem Tempo sich Veränderungen vollziehen und wo zum Zwecke der Optimierung Einfluss genommen werden sollte. Schon jetzt zeichnet sich ab, dass neben der Qualifikation, Anlagen, Maschinen oder Geräte IT-gestützt bedienen zu können, für eine berufliche Handlungsfähigkeit ein größeres Abstraktionsvermögen, Prozess- und Systemverständnis und weitere methodische, soziale und personale Kompetenzen wichtig sein werden. Durch eine steigende Komplexität miteinander vernetzter Systeme und aufgrund sich verkürzender Innovationszyklen neuer Technologien steigen darüber hinaus die Anforderungen an die Problemlösungs- und Selbstlernkompetenzen vieler Beschäftigter. Um diese Systeme zu entwickeln, zu bauen und zu betreiben, müssen interdisziplinäre Teams während der gesamten Wertschöpfungskette zusammenarbeiten. Angesichts der Tatsache, dass sich Aufgaben- und Kompetenzprofile von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern vielfach ändern werden, ist und bleibt die Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte enorm wichtig.

Die Digitalisierung der Arbeitswelt verändert das Beschäftigungssystem in Deutschland und führt zu einem anhaltenden Prozess quantitativer und qualitativer Verschiebungen bei der Ausübung von Erwerbsberufen nach Wirtschaftsbereichen und Branchen. Beschäftigte müssen sich immer häufiger durch Fortbildung und Stellenwechsel mit diesen Veränderungen arrangieren. Die staatlich anerkannten Ausbildungsberufe innerhalb des dualen Berufsbildungssystems sind dabei das Fundament, das diese Flexibilität ermöglicht und auch künftig ermöglichen soll.

Das Berufsbildungssystem muss sich sowohl auf systemisch-strategischer als auch auf operativer Ebene diesen Herausforderungen stellen. Dies ist nur durch die angepasste Gestaltung der Bildungsgänge auf Umsetzungsebene und durch regelmäßige Fortschreibung der systemischen Rahmenbedingungen, wie z. B. der Anpassung bestehender Ausbildungsberufe und darauf abgestimmter Fortbildungsregelungen, möglich. Darüber hinaus, so die Annahme, entstehen neue Beschäftigungsfelder, die die Möglichkeit auch neuer Ausbildungsberufe und Fortbildungsregelungen implizieren. Das zunehmende Tempo der Veränderung und das zeitliche Auseinanderfallen der Wirkungen, bezogen auf einzelne Unternehmen und Arbeitsplätze, stellen bisherige Konzepte und Lösungen grundsätzlich auf den Prüfstand.

## **2.2 Die Initiative „Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen“**

Die Initiative Berufsbildung 4.0 zielt darauf ab, eine zukunftsfeste, attraktive und wettbewerbsfähige Berufsausbildung zu gestalten (vgl. BMBF 2017). Sie gehört zu den Aktivitäten der Bundesregierung zur Unterstützung des digitalen Wandels in Deutschland.

Teil dessen ist die Forschungsinitiative „Fachkräftequalifikation und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen“, in deren Rahmen das Berufscreening erfolgt.

Die Ergebnisse daraus sollen gefiltert, auf übergeordnete Wirkungen und Impulse geprüft und öffentlichkeitswirksam in den Gesamtdialog zur Umsetzung der Digitalen Agenda eingebracht werden. Auch die vorliegenden Ergebnisse aus der Teilstudie zu dem Beruf „Straßenbauer/-in“ finden hier Eingang.

## 2.3 Begriffsbestimmung Berufsbildung 4.0

Für das Projekt wurde zunächst ein gemeinsames Grundverständnis des Begriffs „Berufsbildung 4.0“ erarbeitet, um auf dessen Basis die Forschungsfragen und Untersuchungsschritte zu entwickeln. Die Bezeichnung der BMBF-Initiative mit dem Schlagwort „Berufsbildung 4.0“ schlägt durch die symbolträchtige Endung „4.0“ die Brücke zu den im Laufe der voranschreitenden Digitalisierung geprägten Bezeichnungen „Industrie 4.0“, „Wirtschaft 4.0“ oder „Arbeit 4.0“. Diese beziehen sich durchgängig auf erweiterte Dimensionen, die sich aus digitalen Technologien neuerer Generation ergeben (WILBERS 2017, S. 10ff.). Industrie 4.0 deutet hierbei die Vorstellung von einer „vierten industriellen Revolution“ an, die, ausgelöst durch die neueren technologischen Entwicklungen, zu einem grundlegenden Wandel der Produktionsweise führen wird (KAGERMANN u. a. 2013, S. 18). Digitale Technologien bieten inzwischen weitreichende internetgestützte Vernetzungsmöglichkeiten, einen höheren Automatisierungsgrad durch selbstständig miteinander kommunizierende Systeme bis hin zur intelligenten Vernetzung von Menschen, Informationen und Objekten auf Basis von cyber-physischen Systemen (CPS). Hieraus ergeben sich für Unternehmen erweiterte Spielräume zur Gestaltung ihrer Kooperationsformen, Geschäfts- und Produktionsprozesse, Geschäftsmodelle sowie der Unternehmensorganisation und -steuerung. Die wachsende Vernetzung und zunehmende Mensch-Maschine-Schnittstellen schaffen neben veränderten Produktionsweisen auch neue Produkte und Dienstleistungen. Es wird eine direkte Einbindung von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse ermöglicht, was wiederum Einfluss auf das Nachfrageverhalten hat. Im Zuge dessen und verbunden mit einem kulturellen sowie gesellschaftlichen Wandel verändern sich die Ansprüche an Arbeit (BMAS 2015, S. 35). Für das Arbeiten 4.0 wird damit einhergehend erwartet, dass es vernetzter, digitaler und flexibler sein wird, wobei die Ausgestaltung im Einzelnen noch offenbleibt (BMAS 2105, S. 35). Die mit einer zunehmend digitalisierten und vernetzten Wirtschaft einhergehende Integration von Informationstechnologie (IT) in den Produktionsprozess bedeutet starke Einschnitte bei den Arbeitsinhalten und eine Veränderung von Qualifikationsprofilen der Fachkräfte in den Betrieben.

Entsprechend steht auch die Berufsbildung vor notwendigen Veränderungen, um den neuen Erfordernissen gerecht zu werden und das Verhältnis von Mensch, Organisation und Technologie aktiv auszugestalten. Dies berührt sowohl Strukturen als auch Prozesse. Demnach soll Berufsbildung 4.0 im Rahmen des Projektes als Folge einer Veränderung der Berufsbildung von der Systemebene bis zur Umsetzungsebene verstanden werden, die sich durch die voranschreitende Digitalisierung von Arbeits- und Geschäftsprozessen ergeben kann. Dabei sind vorrangig zu betrachten:

- ▶ das künftige Verständnis vom Ausbildungsberuf,
- ▶ die Weiterentwicklung der Ordnungsmittel,
- ▶ das Verhältnis und die Übergänge von Aus- und Weiterbildung,
- ▶ das Verhältnis von Berufsbildung und Hochschulbildung,
- ▶ die Gestaltung von Lernprozessen,
- ▶ der Einsatz von Lehr- und Lernmitteln sowie
- ▶ die Rolle und Qualifikation des Bildungspersonals.

## 3 Konzeptioneller Rahmen des Berufscreenings

### 3.1 Berufscreening – Ziele, Nutzen und erwartete Ergebnisse

Die zunehmende Digitalisierung, also die Durchdringung der Arbeitswelt mit neuen digitalen Technologien, führt sowohl im verarbeitenden Gewerbe als auch im Dienstleistungsbereich zu grundlegenden Veränderungen von Arbeitsprozessen (auch Workflows genannt). Damit einher gehen strukturelle Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt, die zu einer Veränderung, einer Neuentstehung, aber auch einem Verschwinden einzelner Berufe bzw. Berufsbilder führen können. Auch die Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben von Beschäftigten werden sich verändern. So kann der Einsatz digitaler Technologien z. B. dazu führen, dass Aufgaben anspruchsvoller werden, Beschäftigte unterstützt oder entlastet werden oder Tätigkeiten zukünftig vollkommen autonom erledigt werden können und dadurch menschliche Arbeit ersetzt wird.

Die staatlich anerkannten Ausbildungsberufe innerhalb des dualen Berufsbildungssystems bilden bisher das Fundament, welches die Flexibilität ermöglicht, um den Herausforderungen einer sich ändernden Arbeitswelt zu begegnen. Am Beispiel von zwölf anerkannten Ausbildungsberufen verschiedener Branchen und Wirtschaftszweige werden die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Tätigkeitsstrukturen am Arbeitsplatz, auf die Qualifikationsanforderungen von Fachkräften, auf den Fachkräftebedarf und auf die berufliche Bildung untersucht. Als Ziel der Untersuchung werden Handlungsempfehlungen sowohl für die Gestaltung von Aus- und Weiterbildung als auch für die Weiterentwicklung systemischer Rahmenbedingungen abgeleitet.

Abbildung 1 verdeutlicht den Prozessnutzen und die zu erwartenden Ergebnisse aus dem Berufscreening sowohl berufsspezifisch als auch berufsübergreifend. Aus den Ergebnissen werden je Beruf entsprechende Handlungsempfehlungen über die zukünftige Bedeutung und Gestaltung der Berufsbilder abgeleitet. Auch zu den systemischen Rahmenbedingungen wird eine Einschätzung getroffen.

Abbildung 1: Prozessnutzen und erwartete Ergebnisse

	Prozessnutzen	Erwartete Ergebnisse
<b>Berufsbezogen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beförderung des Politik-Praxis-Dialogs innerhalb der Berufscommunity (Betriebe, Berufsschulen, Kammern, Verbände, Gewerkschaften)</li> <li>• Empirie als Entscheidungsgrundlage (mögliche Veränderung von Berufsbildern oder Schaffung neuer Berufe)</li> </ul>	Impulse für <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordnungsarbeit</li> <li>• Ausbildungsgestaltung und Weiterbildung</li> <li>• Schnittstellen und Übergänge in andere Bildungsbereiche</li> </ul>
<b>Berufsübergreifend</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berufsbildung als wichtigen Player der Digitalisierung sichtbar machen</li> <li>• Aufwertung der Berufsbildung in der Öffentlichkeit</li> <li>• Intensive Vernetzung mit den dualen Partnern (Bund, Länder, Sozialpartner)</li> <li>• Unterstützung der Diskussion über eine „zukunftsste“ Berufsbildung</li> </ul>	Mögliche Konsequenzen für <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berufskonzept</li> <li>• Ordnungsstrukturen</li> <li>• Lernortkooperation/Berufsschule</li> <li>• Prüfungskonzepte</li> <li>• Ausbilderqualifizierung</li> <li>• Rahmenbedingungen</li> </ul>

Quelle: Projekt Berufsbildung 4.0

## 3.2 Ausgewählte Ausbildungsberufe

Die nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführten anerkannten Ausbildungsberufe wurden unter Berücksichtigung bereits laufender und früherer Untersuchungen<sup>1</sup> kriteriengeleitet ausgewählt. Das bedeutet, dass die Berufe, die bereits in laufenden Untersuchungen eingebunden sind, für das Berufescreening nicht mehr in die Auswahl einbezogen wurden. Die Auswahl erfolgte in Abstimmung mit dem BMBF nach folgenden Kriterien:

- ▶ Berufe, von denen zu erwarten ist, dass sie in besonderer Weise von der Digitalisierung betroffen sind und die Ergebnisse zugleich exemplarischen Charakter haben;
- ▶ Berufe verschiedener Wirtschaftsbereiche und Branchen, um ein möglichst umfassendes Bild der Berufswelt abbilden zu können (gewerblich-technische, kaufmännische, handwerkliche, landwirtschaftliche, freie und dienstleistungsbezogene Berufe). Die Ausbildungsberufe sind dabei jeweils als Zugang in diese Wirtschaftsbereiche und Branchen zu verstehen.
- ▶ „Große“ und „kleine Berufe mit einer angemessenen Zahl an Auszubildenden, orientiert an mindestens 500 bestehenden Auszubildenden pro Beruf;
- ▶ Berufe mit unterschiedlicher Ausbildungsdauer (zweijährige, dreijährige und dreieinhalbjährige Berufe);
- ▶ Berufe, bei denen der Zeitpunkt der letzten Neuordnung in der Regel mindestens fünf Jahre zurückliegt.

Für jeden Ausbildungsberuf/Berufsbereich wurden typische Fallbeispiele untersucht, in denen die Digitalisierung bereits vollständig oder in Teilbereichen stattgefunden hat. Typische Fallbeispiele sind Unternehmen, die als „digitale Schrittmacher“ bereits heute in besonderem Maße die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen, aber auch Unternehmen, die den Status quo einer Branche z. B. in Bezug auf Unternehmensgröße, Produktionssparten, regionale Verteilung oder den Stand der Technik charakterisieren.

---

1 Die IT-Berufe wurden im Rahmen eines Vorprojektes untersucht (Projekt 4.2.497) und die Neuordnung der Berufsbilder hat bereits begonnen. Auch die industriellen Elektroberufe sowie der Beruf Mechatroniker/-in wurden im Rahmen einer Berufsfeldanalyse bereits im Hinblick auf die Wirkungen der Digitalisierung der Arbeitswelt/Industrie 4.0 untersucht (Projekt 4.2.395). In einem gemeinsam mit der VW Group Academy durchgeführten Projekt (Projekt 4.2.488) waren ausgewählte Metall- und Elektroberufe und der Beruf Mechatroniker/-in ebenfalls Untersuchungsgegenstand. Im Rahmen von Teilnovellierungen wurden die industriellen Metall- und Elektroberufe bereits für die Herausforderungen der digitalisierten Arbeitswelt gestärkt (in Kraft getreten am 1. August 2018) – Forschungsprojekte: 4.2.568 (Elektro) und 4.2.567 (Metall).

Tabelle 1: Für die Untersuchung ausgewählte anerkannte Ausbildungsberufe

Wirtschaftszweig/Ausbildungsberuf	Ausbildungs- bereich	Inkrafttreten	Auszubildende am 31.12.2017
<b>Gebäude- und versorgungstechnische Berufe:</b> Anlagenmechaniker/-in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik	IH/HW	2016	33.474
<b>Gebäude- und versorgungstechnische Berufe:</b> Fachkraft für Abwassertechnik	ÖD/IH	2002	933
<b>Land-, Tier- und Forstwirtschaftsberufe:</b> Fachkraft Agrarservice Landwirt/-in	Lw	2009 1995	672 9.603
<b>Verkehrs- und Logistikberufe:</b> Fachkraft für Lagerlogistik/ Fachlagerist/-in	IH	2004	25.047 10.458
<b>Berufe in Unternehmensführung und -organisation:</b> Industriekaufmann/Industriekauffrau	IH	2000	49.089
<b>Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe:</b> Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in	HW/IH	2008	8.436
<b>Lebensmittelherstellung und -verarbeitung:</b> Maschinen- und Anlagenführer/-in Schwerpunkt Lebensmitteltechnik	IH	2004	391
<b>Textil- und Lederberufe:</b> Maschinen- und Anlagenführer/-in Schwerpunkte Textiltechnik und Textilveredelung			577
<b>Medientechnische Berufe:</b> Mediengestalter/-in Digital und Print Mediengestalter/-in Bild und Ton	IH	2013 2016 Teil- novellierung 2006	7.836 1.731
<b>Nicht medizinische Gesundheits-, Körperpflege- und Wellnessberufe, Medizintechnik:</b> Orthopädietechnik-Mechaniker/-in	HW	2013	1.551
<b>Hoch- und Tiefbauberufe:</b> Straßenbauer/-in	IH/HW	1999	3.750
<b>Kunststoffherstellung und -verarbeitung, Holzbe- und -verarbeitung:</b> Verfahrensmechaniker/-in für Kunststoff- und Kautschuktechnik	IH	2012	6.591

Quelle: Auszubildenden-Daten der Berufsbildungsstatistik 31.12.2017 (Datensystem Auszubildende). Auszubildende – Zeitreihen (DAZUBI). BIBB 2018. Eigene Darstellung.

### 3.3 Fragestellungen

Im Rahmen des Berufescreenings standen folgende Fragestellungen im Fokus:

- ▶ Welche Digitalisierungs- und Vernetzungsansätze finden sich in der betrieblichen Praxis?
- ▶ Welche Tätigkeiten bzw. Tätigkeitsprofile entstehen durch die Digitalisierung in den zu untersuchenden Berufen/Berufsfeldern?
- ▶ Welche Kompetenzen sind für Fachkräfte erforderlich?
- ▶ Wie passen diese Tätigkeiten und Kompetenzen zu bestehenden Ausbildungsberufen und Fortbildungen?
  - ▶ Fallen zukünftig Berufe weg; bedarf es neuer Berufe; wie verändern sich Berufe?
  - ▶ Was heißt das für die Erstausbildung (Strukturmodelle, Ausbildungsgestaltung, Zusatzqualifikationen)?
  - ▶ Verändern sich berufliche Entwicklungsmöglichkeiten (Fortbildung/Karriere)?
- ▶ Welche Folgen hat die Digitalisierung für Anlernertätigkeiten und akademische Abschlüsse?
- ▶ Welche fördernden und hemmenden Faktoren ergeben sich für die Gestaltung von Berufsbildung?
- ▶ Welche Folgen haben die Ergebnisse für das Berufsverständnis?

Diese Fragestellungen wurden im Rahmen der Konzeptionierung des Projekts festgelegt und durch das Projektteam mehrfach konkretisiert.

### 3.4 Untersuchungsdesign

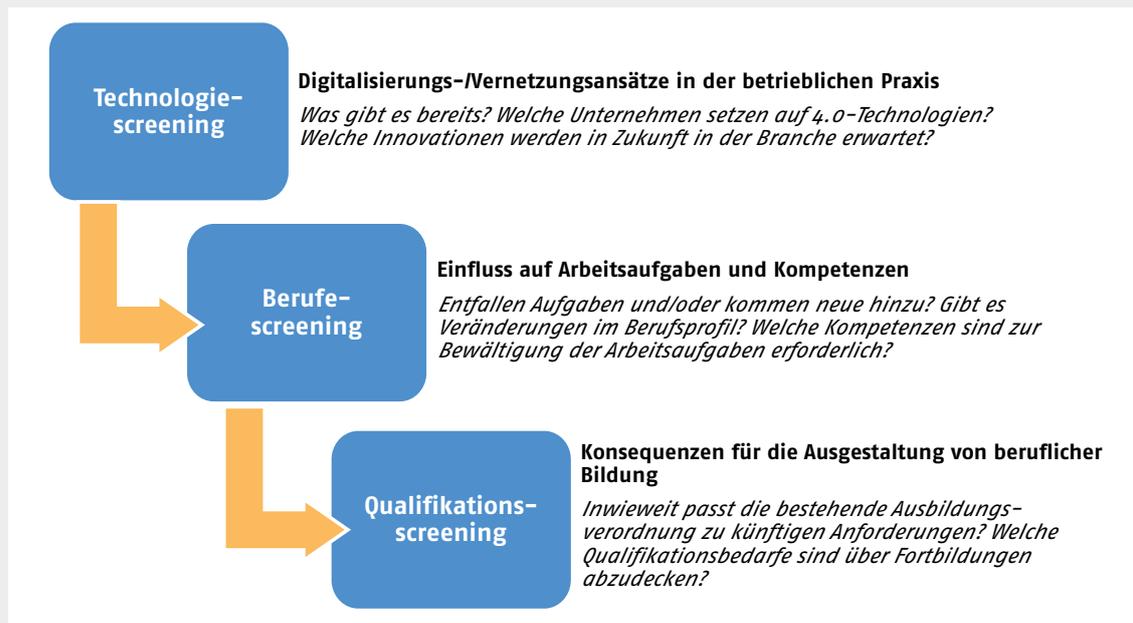
Da die Auswirkungen der Digitalisierung auf konkrete Ausbildungsberufe bisher kaum erforscht sind und ein sehr spezielles Untersuchungsfeld darstellen, wurde zur Beantwortung der o. g. Forschungsfragen zunächst eine qualitativ empirische Erhebung durchgeführt, die mehrstufig und mehrperspektivisch angelegt war. Im Anschluss an diese Phase wurden durch eine quantitative Befragung die Ergebnisse der qualitativen Phase ergänzt bzw. abgeglichen und auf ein breiteres Fundament gestellt.

In einem vorbereitenden Schritt wurde eine umfassende Literaturanalyse durchgeführt, um den aktuellen Stand der Digitalisierung und Vernetzung in der deutschen Wirtschaft zu erfassen sowie für jeden Berufsbereich eine Sektoranalyse durchgeführt. Parallel wurde zur Beratung und Rückkopplung von Ergebnissen je Beruf eine berufsbegleitende Expertengruppe für die gesamte Projektlaufzeit gebildet. Zusätzlich wurde eine übergeordnete Expertengruppe als Schnittstelle zur Wirtschaft, bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der Sozialpartner, des Bundes, der Kultusministerkonferenz (KMK) und der Forschung eingerichtet, um Vorgehensweisen und Ergebnisse zu beraten und zu verifizieren.

Für die berufswissenschaftlichen Einzelfallstudien in der explorativen Phase wurden in Abstimmung mit der berufsbegleitenden Expertengruppe und auf Basis der Sektoranalysen für jeden Ausbildungsberuf verschiedene Unternehmen ausgewählt. Ziel dabei war es, ein möglichst flächendeckendes Abbild des jeweiligen Berufsbereiches zu gewährleisten. Die Auswahlkriterien, die dieser Auswahl zugrunde lagen, sind den jeweiligen berufsspezifischen Berichten zu entnehmen. Die leitfadengestützten Interviews fanden mit unterschiedlichen Zielgruppen (z. B. Geschäfts-/Betriebsleitungen, Fachkräften, Ausbildungsverantwortlichen, Leitungen der Entwicklungs-/IT-Abteilung, Auszubildenden) als Einzel- oder Gruppeninterviews statt. Soweit es ermöglicht wurde, gab es auch Betriebsbegehungen mit Arbeitsplatzbetrachtungen. Hierdurch war es möglich, für jeden Beruf die aktuelle Situation in Bezug auf die Umsetzung und die geplanten Maßnahmen der Digitalisierung in den Unternehmen und an den Arbeitsplätzen in Erfahrung zu bringen sowie die zukünftigen Qualifikationsbedarfe

der Fachkräfte und die konkreten Auswirkungen auf die Ausbildungsberufe zu erfassen. Die Interviews wurden aufgezeichnet und anschließend transkribiert, um eine lückenlose und belegbare Dokumentation der Auswertungen nachweisen zu können. Dabei wurden die Vorschriften zum Datenschutz eingehalten. Die große Kooperationsbereitschaft der Unternehmen sowie der Expertinnen und Experten ermöglichte die notwendigen Einblicke für die Forscher/-innen. Abbildung 2 fasst die wesentlichen Kernpunkte der explorativen Phase noch einmal zusammen.

**Abbildung 2: Zu untersuchende Kernpunkte im Berufescreening**



Quelle: Projekt Berufsbildung 4.0

Die Ergebnisse aus der explorativen Phase wurden mit den Expertinnen und Experten in Workshops beraten und verifiziert. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse wurde für die sich anschließende quantitative Phase ein Fragebogenkonzept erstellt, welches ebenfalls mit der Experten-Gruppe beraten und in einem Pretest geprüft und verifiziert wurde. Diese Befragung wurde im Zeitraum von März bis April 2018 als Onlinebefragung durchgeführt. Sie richtete sich an die Fach- und Führungskräfte sowie Ausbilder/-innen in den ausgewählten Ausbildungsberufen. Die Ergebnisse der Befragung dienen dazu, die bisherigen Ergebnisse aus den Einzelfallstudien zu untermauern oder zu verifizieren. Abbildung 3 gibt einen Überblick über das methodische Vorgehen im Berufescreening.

Abbildung 3: Methodisches Vorgehen beim Berufescreening



Quelle: Projekt Berufsbildung 4.0

Beruhend auf den Ergebnissen der qualitativen und quantitativen Phase wurden für jeden Ausbildungsberuf und Berufsbereich Handlungsempfehlungen für die Ausgestaltung und Weiterentwicklung der Ausbildungsinhalte und strukturellen Instrumente abgeleitet. Diese werden im Anschluss des Projektes den Sozialpartnern zur Abstimmung vorgelegt. Alle an der Neuordnung Beteiligten entscheiden, welche Maßnahmen zur Anpassung an die digitale Entwicklung wann und in welchem Rahmen erfolgen werden.

### 3.5 Zur Untersuchung für den Beruf Straßenbauer/-in

Insgesamt wurden im Rahmen der Untersuchung des Berufs Straßenbauer/-in Mitarbeitende von sieben Unternehmen befragt. Bei drei Interviews waren mehrere Mitarbeitende als Interviewpartner anwesend. An den Interviews waren in der Regel Ausbildungsverantwortliche – Ausbildungsleitende und Ausbilder/-innen – der Unternehmen beteiligt. In einem Interview war zusätzlich ein technischer Mitarbeiter anwesend. Des Weiteren wurde ein Interview mit einer leitenden Person eines überbetrieblichen Bildungszentrums geführt, da das Berufsbild eine verpflichtende Ergänzung der betrieblichen Ausbildung durch Lehrgänge in überbetrieblichen Bildungszentren vorsieht.

Die Unternehmen wurden über Verbände und Gewerkschaften rekrutiert.<sup>2</sup> Ziel war es, sogenannte Schrittmacherunternehmen zu identifizieren, die eine grundsätzliche Bereitschaft aufweisen, zum Thema Digitalisierung und Fachkräfte Auskunft zu erteilen. Ein Teil der Unternehmen kann nach der Definition der EU-Kommission (vgl. Empfehlung 2003/361/EG) als mittelständisch angesehen werden. Der andere Teil rekrutiert sich aus Großunternehmen.<sup>3</sup> Kleine Unternehmen wurden im Rahmen dieser Studie nicht untersucht.

<sup>2</sup> An dieser Stelle bedanken wir uns bei der Expertengruppe für die Unterstützung.

<sup>3</sup> Aus Gründen der Sicherung und Wahrung der Anonymität der Befragten werden keine weiteren Angaben zu den Unternehmen gemacht.

Die Interviews wurden von Dezember 2017 bis März 2018 geführt. Zwei weitere Interviews wurden Ende 2018 geführt. Der Bericht spiegelt den Informationsstand des angegebenen Zeitraums wider.<sup>4</sup>

Es ist darauf hinzuweisen, dass diese Teilstudie im Straßenbau die Ergebnisse des quantitativen Teils im Rahmen des Berufescreenings nicht berücksichtigt. Für eine allein stehende Auswertung ist der Rücklauf der angeschriebenen Unternehmen mit 60 auswertbaren Antworten zu gering. Die Ergebnisse werden zu Vergleichszwecken in der vergleichenden Gesamtstudie „Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Branchen- und Berufescreening“ (in Vorbereitung für Ende 2019) verwendet.

---

<sup>4</sup> An dieser Stelle danken wir Frau Dr. Claudia Achtenhagen für die Unterstützung bei der Erhebung der qualitativen Daten.

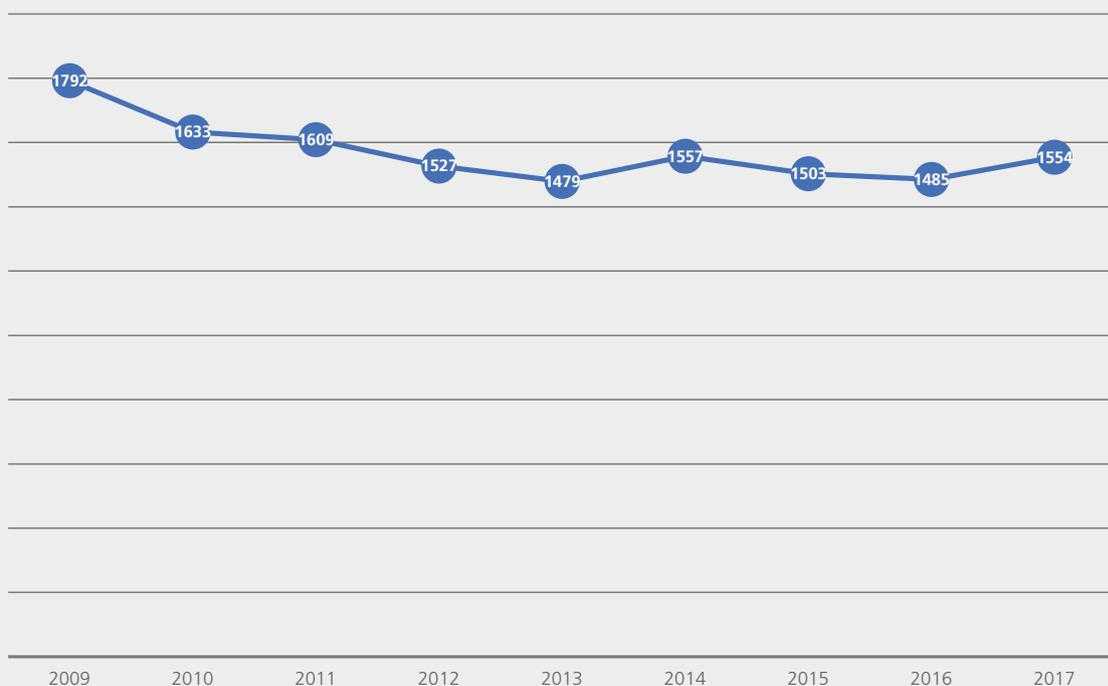
## 4 Der Ausbildungsberuf „Straßenbauer/-in“

### 4.1 Beschreibung des Berufsbilds

Beim Beruf Straßenbauer/-in handelt es sich um einen dreijährigen Ausbildungsberuf. Als Teil der Berufe der Bauwirtschaft wurde der Beruf 1999 zuletzt modernisiert. Die Verordnung über die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft unterscheidet drei Bereiche: den Hochbau, den Ausbau und den Tiefbau, wobei der Beruf Straßenbauer/-in letzterem Bereich zugeordnet wird. Weitere Berufe im Tiefbaubereich sind Rohrleitungsbauer/-in, Kanalbauer/-in, Brunnenbauer/-in, Spezialtiefbauer/-in und Gleisbauer/-in. Darüber hinaus sieht die Verordnung über die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft in den drei Bereichen jeweils einen zweijährigen Ausbildungsberuf vor. Im Tiefbaubereich wird neben den dreijährigen Berufen der/die Tiefbaufacharbeiter/-in ausgebildet. Diese Qualifikation entspricht den Inhalten der ersten zwei Jahre der dreijährigen Berufe. Im vierten Halbjahr der Ausbildung wählen die Betriebe in Abstimmung mit den Auszubildenden einen Schwerpunkt aus. Die Schwerpunkte entsprechen den Ausrichtungen der oben genannten dreijährigen Berufe. In der Verordnung ist vorgesehen, dass Auszubildende, die die zweijährige Ausbildung absolviert und die Abschlussprüfung erfolgreich bestanden haben, in Form eines Anschlussvertrags die Ausbildung im dritten Ausbildungsjahr weiterführen können, um den entsprechenden dreijährigen Berufsabschluss zu erwerben.

Der Beruf Straßenbauer/-in wird im Handwerk und in der Industrie ausgebildet. Etwa zwei Drittel der neuen Auszubildenden eines Jahrgangs entfallen auf den Bereich Handwerk, und ein Drittel entfällt auf den Bereich Industrie.

Abbildung 4: Neuabschlüsse im Beruf Straßenbauer/-in 2017



Quelle: DAZUBI, Stand 31.12.2017 (siehe Anhang „Berufedatenblatt“)

Betrachtet man die neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge im Beruf Straßenbauer/-in, so lässt sich eine relativ stabile Entwicklung über die Jahre erkennen. Trotz der teilweise stark sinkenden Ausbildungszahlen im Handwerk kann in den letzten Jahren in etwa dieselbe Anzahl neuer Auszubildender rekrutiert werden.<sup>5</sup>

## 4.2 Tätigkeiten und Aufgabenbereiche im Straßenbau

Straßenbauer/-innen arbeiten in der Regel in Betrieben des Tiefbaus und sind mit dem Erstellen und Instandhalten von Straßen, Wegen und Plätzen betraut. Diese können asphaltiert, betoniert oder gepflastert werden. Darüber hinaus sind sie auch in der Lage, in benachbarten Bereichen wie dem Kanal- und Rohrleitungsbau zu arbeiten. Des Weiteren finden sie auch Anstellung in kommunalen Bauämtern oder Straßen- und Autobahnmeistereien.<sup>6</sup>

Die Kerntätigkeiten eines Straßenbauers/einer Straßenbauerin sind:

- ▶ Planen der eigenen Arbeiten,
- ▶ Abstimmen mit den am Bau Beteiligten,
- ▶ Einrichten der Baustelle,
- ▶ Anwenden von Geräten, Maschinen und Anlagen,
- ▶ Einbau von Baumaterialien,
- ▶ Ausführen von Erdarbeiten,
- ▶ Herstellen von Straßenoberbauten,
- ▶ Versetzen und Verlegen von Randbefestigungen, Pflaster- und Plattenbelägen,
- ▶ Instandsetzen von Straßen, Wegen und Plätzen,
- ▶ Führen und Bedienen von Baumaschinen und -geräten sowie
- ▶ Prüfen der Qualität der eigenen Arbeiten.

Grundsätzlich sollen sie dabei in der Lage sein, auch angrenzende Arbeiten in den Gewerken des Hochbaus zu übernehmen.<sup>7</sup>

Die Tätigkeiten von Straßenbauern/Straßenbauerinnen auf einer Baustelle im Tiefbau können nicht isoliert betrachtet werden. Auf der Baustelle arbeiten viele Fachkräfte mit unterschiedlichem Aufgabenspektrum zusammen. Die jeweiligen Aufgabenbereiche korrespondieren mit entsprechenden Qualifikationsniveaus. Um die Tätigkeiten von Straßenbauern und Straßenbauerinnen besser einordnen zu können, wurde auf Basis von Stellenausschreibungen ein Überblick über die Qualifikationen auf der einen Seite und die Tätigkeiten auf der Baustelle auf der anderen Seite erstellt:

---

5 Hinzu kommen die Auszubildenden im zweijährigen Ausbildungsberuf Tiefbaufacharbeiter/-in, Schwerpunkt Straßenbau. Da Schwerpunkte nicht in der amtlichen Berufsbildungsstatistik ausgewiesen werden, können keine Aussagen darüber getroffen werden, wie viele Personen mit dem entsprechenden zweijährigen Beruf im Straßenbaubereich ausgebildet werden.

6 Vgl. <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung&dkz=4105> (Stand: 09.07.2019).

7 Vgl. <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung/taetigkeitsinhalte&dkz=4105> (Stand: 09.07.2019) sowie [https://www.bibb.de/tools/berufesuche/index.php/certificate\\_supplement/de/strassenbauer\\_d.pdf](https://www.bibb.de/tools/berufesuche/index.php/certificate_supplement/de/strassenbauer_d.pdf) (Stand: 09.07.2019).

Tabelle 2: Qualifikationsebene und Aufgabenbereiche im Tiefbau

Qualifikationsebene	Aufgabenbereiche
Bauleiter/-in	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Eigenverantwortliche Leitung und Abwicklung von anspruchsvollen und komplexen Bauvorhaben im Straßen- und Tiefbau</li> <li>▶ Bauablaufplanung sowie Überwachung und Ergebniskontrolle unter Berücksichtigung des wirtschaftlichen Erfolges der Baumaßnahme</li> <li>▶ Erkennen und Verfolgen von Nachträgen</li> <li>▶ Koordination des eigenen Personals und der Nachunternehmer</li> <li>▶ Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen Kalkulation, Einkauf, Recht und Maschinenteknik</li> <li>▶ Verantwortungsvolle Führung und Förderung von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen</li> </ul>
Polier/-in (Synonym: Vorarbeiter/-in, Kolonnenleiter/-in)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Selbstständiges Führen und Abwickeln von Baumaßnahmen vor Ort in Abstimmung mit der Bauleitung</li> <li>▶ Personal- und Geräteeinsatzplanung sowie Koordination von Nachunternehmern</li> <li>▶ Erstellen von Bautagesberichten und Aufmaßen</li> </ul>
Werkpolier/-in (im Sinne eines Vorarbeiters/einer Vorarbeiterin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mitarbeit in einer Straßenbaukolonne</li> <li>▶ Unterstützung bei Arbeitsvorbereitung, Aufmaße, Mengenermittlung</li> <li>▶ Selbstständiges Führen und Abwickeln von kleineren Baumaßnahmen vor Ort in Abstimmung mit dem Kolonnenleiter/der Kolonnenleiterin bzw. der Bauleitung</li> </ul>
Straßenbauer/-in bzw. Tiefbaufacharbeiter/-in	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mitarbeit in einer Straßenbaukolonne</li> <li>▶ Unterstützung bei Arbeitsvorbereitung, Aufmaße, Mengenermittlung</li> </ul>
Un- und angelernte Hilfskräfte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Steinsetzarbeiten aller Art</li> <li>▶ Mitarbeit im Bereich Tiefbau</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung

Die Aufgabenbereiche von Straßenbauerinnen und Straßenbauern umfassen zum einen die Durchführung des Bauvorhabens und zum anderen die Unterstützung bei Arbeitsvorbereitungen – in der Regel ist dies die Planung der eigenen Arbeitsschritte –, die Erstellung von Aufmaßen und die Ermittlung von Baustoffmengen. Für die Steuerung des gesamten Bauvorhabens sind Bauleiter/-innen zuständig. Auf der mittleren Qualifikationsebene arbeiten Poliere/Polierinnen und Werkpoliere/Werkpolierinnen an der konkreten Umsetzung der Planung auf Baustellen. Hierzu gehören auch die Personal- und Geräteeinsatzplanung.

Für die Untersuchungen zur Digitalisierung im Tiefbaubereich ist die Einordnung der Qualifikationen von besonderer Bedeutung, wie im Folgenden dargestellt wird.

### 4.3 Digitalisierung im Straßenbau

Im Baubereich im Allgemeinen, was den Hochbau, Tiefbau und den Ausbau betrifft, sowie im Straßenbau im Speziellen wird intensiv über die Einführung des „Building Information Modeling“ (kurz: BIM) diskutiert. BIM kann als die zentrale Digitalisierungsstrategie im Bauwesen betrachtet werden.<sup>8</sup> Für den Tiefbaubereich ist die Einführung von BIM von besonderer Bedeutung, da BIM bis 2020 zum neuen Standard für Verkehrsinfrastrukturprojekte gemacht werden soll.<sup>9</sup>

BIM wird als eine neue Methode im Bauwesen angesehen, bei der zur Planung, zur Durchführung eines Bauvorhabens sowie zur Unterhaltung des Gebäudes oder Bauwerks bis hin zum Abriss alle wesentlichen Informationen digital hinterlegt sind. Baupläne werden dabei anhand eines dreidimensionalen Computermodells (im Folgenden: 3D-Modell) angefertigt. In diesen werden neben Informationen zu Eigenschaften des Gebäudes auch Materialpläne, Baufortschrittsplanungen und die Baustellenlogistik festgehalten: „Mit der Einführung des [...] [BIM] wird allgemein eine Reihe von Vorteilen verbunden: bessere Planungsqualität, Vermeidung von Kollisionen im Bauablauf, größere Sicherheit bei der Ermittlung von Kosten und Terminen, bessere Beherrschung von Baurisiken und die Möglichkeit der Integration von Planung und Erstellung eines Bauwerks in einer Lebenszyklusbetrachtung“ (SYBEN 2016, S. 9). Hinsichtlich der Tätigkeiten und Aufgaben auf der Baustelle bemerkt SYBEN, dass die „tatsächlichen Abläufe bei der Einführung und Anwendung von BIM und die Folgen für die Arbeit in den Unternehmen dagegen bisher kaum im Blickpunkt [stehen]“ (ebd.). Des Weiteren ist bisher wenig darüber bekannt, welche Auswirkungen BIM auf der Ebene der Kompetenzen der Mitarbeitenden haben wird. Der sogenannte BIM-Leitfaden, welcher im Rahmen des Forschungsprogramms ZukunftBAU des damaligen Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung in Auftrag gegeben wurde, gibt nur wenige Hinweise auf die Anforderungen beim Umgang mit BIM: „Um BIM-Projekte entsprechend umsetzen zu können, ist das Unternehmen auf BIM auszurichten. Die Mitarbeiter müssen sehr gut geschult sein und in die Lage versetzt werden, Modellinformationen zu erzeugen, auszuwerten und zu nutzen“ (EGGER u. a. 2013, S. 39). Welche neuen Anforderungen auf die Mitarbeitenden in den Baufirmen und insbesondere auf den Baustellen zukommen, ist bisher nicht erforscht worden.<sup>10</sup> Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen dieser Studie gefragt, ob BIM zum einen eine Auswirkung auf die Arbeits- und Geschäftsprozesse im Straßenbau hat und ob dadurch zum anderen neue Anforderungen an die Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten der am Bau Tätigen entstehen.

### 4.4 Digitalisierungs- und Vernetzungsansätze in der betrieblichen Praxis?

Zunächst wurden die Unternehmen dazu befragt, welche Digitalisierungsansätze genutzt werden. Ziel dieser Frage ist es, den technologischen Wandel insbesondere vor dem Hintergrund der Digitalisierung zu erfassen. Hinsichtlich des Ziels der Interviews, Informationen zum Beruf Straßenbauer/-in zu erhalten, wurden die Interviewten aufgefordert, die Antworten auf das Geschehen auf den Baustellen zuzuspitzen.

---

8 DIE DEUTSCHE BAUINDUSTRIE u. a.: Digitalisierung der Wertschöpfungskette Bau – URL: <https://www.bauindustrie-nrw.de/politik/positionspapiere/?cid=2285&did=813&sechash=71524b04> (Stand: 15.05.2018).

9 BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR (BMVI) (Hrsg.): Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Berlin 2015.

10 Hinsichtlich der Auswirkungen von BIM auf die Arbeit von Bauunternehmen sei auf die Studie von SYBEN (2016) verwiesen.

Die Antworten der Befragten lassen sich in drei Kategorien unterteilen: In der ersten Kategorie werden konkrete Instrumente benannt, die zunehmend digitalisiert und vernetzt arbeiten (sog. digitale Erfassungsgeräte). In der zweiten Kategorie werden Baufahrzeuge genannt, die immer häufiger mit Assistenzsystemen ausgestattet werden. Die dritte Kategorie betrifft die Arbeitsprozesssteuerung.

### a) Digitale Erfassungsgeräte

Von den Befragten wurden verschiedene digitale Erfassungsgeräte genannt, die momentan auf Baustellen zum Einsatz kommen:<sup>11</sup>

- ▶ Mehrfach genannt wurden sogenannte Tachymeter. Tachymeter sind Messgeräte, die auf der Baustelle für die Ermittlung insbesondere von Richtungen und Winkeln eingesetzt werden. Moderne Tachymeter können Daten elektronisch ermitteln und sind zusätzlich mit entsprechenden Schnittstellen für das Speichern der Daten in einer Cloud ausgestattet.
- ▶ Des Weiteren wurde der Einsatz von Drohnen auf der Baustelle von mehreren Befragten beschrieben. Drohnen können zum Messen, insbesondere bei großflächigen Bauvorhaben, eingesetzt werden. Auch gebe es bereits Projekte, bei denen Drohnen zur Dokumentation des Baufortschritts eingesetzt würden. Nach Aussage der Befragten prüfe ein Unternehmen gerade den Einsatz solcher Systeme.
- ▶ Ein Unternehmen nutze auch sogenannte Rundumlaser zum Steuern von Baugeräten.

Ein Befragter schildert, dass in der Praxis nicht durchgehend mit der Erfassung von Daten in der Cloud gearbeitet werden würde; man könnte die „Digitalisierung ausschalten“, dann würde man so arbeiten wie vor 20 oder 30 Jahren. Ein anderer Befragter bemängelt den noch nicht vollständig flächendeckenden Ausbau des Mobilfunknetzes. Teilweise habe man auf Baustellen in bestimmten Regionen keinen Empfang, sodass der Einsatz entsprechender Geräte nicht möglich sei.<sup>12</sup>

### b) Baumaschinen

Des Weiteren schildern die Befragten, dass Baumaschinen in der Regel mit GPS-gesteuerten Instrumenten ausgestattet seien. Die Funktionen der Baumaschinen haben sich aber grundsätzlich nicht geändert. Bagger, Planierer oder Asphaltierer würden genau so funktionieren wie noch vor mehreren Jahrzehnten – allerdings seien in diese Baumaschinen zunehmend digitale Steuerungssysteme integriert worden, was Auswirkung auf die Bedienung habe. Hervorzuheben seien hierbei sogenannte Assistenzsysteme. Assistenzsysteme unterstützen Maschinenführende bei der Erledigung ihrer Arbeiten. Auf die Frage, wie hoch der Grad der Autonomisierung sei, antworteten die Befragten, dass in der Regel Fahrerassistenzsysteme eingesetzt werden würden. Dies bedeutet, dass der Maschinenführende durch vernetzte Anzeigen Unterstützung bei Erdarbeiten bekommt. Das Führen der Maschine sei aber immer noch als manuell anzusehen; Assistenzsysteme würden dem Maschinenführenden keine Tätigkeiten abnehmen. Ein Unternehmen schildert, dass sie dabei seien, teilautonomisierte Baufahrzeuge einzuführen. Bei solchen Fahrzeugen würden einzelne Teilbereiche der Maschinenbewegung, beispielsweise bei Aushebearbeiten, durch eine Computersteuerung erledigt.

Das Arbeiten mit Assistenzsystemen bedeutet aus Sicht der Betriebe nicht, dass die Fachkräfte untätig sind. Die Aufgabe der Fachkräfte sei insbesondere, die Baumaschinen einzurichten und während des Arbeitsprozesses zu kontrollieren, ob die Maschine nach Plan arbei-

<sup>11</sup> Die Aufzählung der einzelnen Erfassungsgeräte sind Beispiele von Befragten. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

<sup>12</sup> Der mangelhafte Ausbau des Mobilfunknetzes wurde nur von einem Unternehmen angesprochen. Es handelt sich hierbei also um eine Einzelaussage.

tet. Beispielsweise müssen die Fachkräfte sogenannte Referenzpunkte anfahren. Die Rolle der Facharbeiterin/des Facharbeiters bei der Arbeit mit Assistenzsystemen sei der Abgleich zwischen Plan und Umsetzung, sozusagen zwischen „Theorie“ und „Praxis“.

### c) Arbeitsorganisationsebene

Eine weitere Kategorie, die von den Befragten durchgehend benannt wurde, betrifft die Arbeitsprozessebene. Digitalisierte Technologien wurden eingeführt, um die Arbeitsorganisation zu erleichtern und Abläufe auf der Baustelle zu optimieren. In entsprechende Software können Kennzahlen eingegeben werden, und es werden Fotos hochgeladen, um den Baufortschritt zu dokumentieren. Die Digitalisierung erfasse dabei alle Arbeitsbereiche, von der „Mitarbeiterplanung über die Materialbeschaffung, hin zum Einsatz von Maschinen“. Eine zentrale Rolle spielen dabei digitale Endgeräte wie Laptops, Touchpads und Handys. Digitale Medien werden bei der Leistungserstellung und der Dokumentation (beispielsweise bei der Erstellung von Tagesberichten, der Dokumentation anhand von Baustellenbildern, der Fortschreibung von Bauabläufen und Bauablaufplänen) eingesetzt. Nach Abschluss des Arbeitsprozesses werden die Daten weitergeleitet. Diese Daten „müssen nicht mehr händisch weitergegeben werden, sondern sie werden eben über digitale Informationswege weitergegeben“, so die Aussage eines Befragten.

Eine digitalisierte Zeiterfassung wird von den Befragten als eine Arbeitserleichterung und -entlastung wahrgenommen. Allerdings berichten mehrere Befragte, dass der aktuelle Stand der Umsetzung es nicht zulasse, auf eine Papierdokumentation zu verzichten. Die digitale Zeiterfassung würde im Unternehmen noch am Anfang stehen und wäre fehlerhaft, sodass eine „doppelte Buchführung“ durchgeführt werden müsse.

Eine weitere Kategorie, in der Bauunternehmen auf digitale Vernetzung setzen, ist die Abstimmung zwischen Mischanlagen und Fertignern. Immer wichtiger werde die Bereitstellung von Arbeitsmaterialien „just in time“. Dieses würde die Arbeitsprozesse beschleunigen, die Auslastung von Maschinen verbessern und vor allem personelle Ressourcen sparen.

Die Ebene der Arbeitsorganisation stellt für die Befragten den wichtigsten und bedeutendsten Bereich der Digitalisierung in den Unternehmen dar. Vernetzte Messgeräte oder Assistenzsysteme seien eher dem Bereich der fortschreitenden technologischen Weiterentwicklung zuzuordnen, der seit jeher stattfindet.

## 4.5 Building Information Modeling (BIM)

Zum Thema BIM wurden die Unternehmen anschließend gezielt befragt. Interessant ist zunächst, dass kein Unternehmen bei der Frage nach dem Stand der Digitalisierung BIM explizit – sei es als Digitalisierungsstrategie oder als Form der Umsetzung von Digitalisierung – benannt hat.

BIM wird zwar von den Befragten als eine neue Methode des Planens und des Bauens von Bauwerken wahrgenommen, allerdings beschreiben die Interviewten, dass BIM „alle digitalen Bereiche des Bauablaufes letztlich zusammen[fasse]“. In diesem Sinne wäre BIM nichts Neues; vielmehr diene BIM der Zusammenführung unterschiedlicher Arbeitsprozesse, von der Vorbereitung über die Planung und Durchführung eines Bauvorhabens bis hin zum Abbruch von Bauwerken, mit einem digitalen 3D-Modell.

Nach Aussagen der Unternehmen wird BIM im Tiefbau bisher weniger genutzt. Im Tiefbau bestehe das grundlegende Problem, dass Arbeiten im Zusammenhang mit dem Erdreich vergleichsweise schwieriger zu modellieren sind als im Hochbau: „Wo es endet, kann man nicht sagen: Im Hochbau ist man recht weit [...], der Straßen- und Tiefbau steckt in den Kinder-

schuhen.“ Entwicklungen aus dem Hochbau könnten nicht eins zu eins für den Straßenbau übernommen werden; dies hänge insbesondere mit der Größe und Beschaffenheit der Baustellen zusammen: „was unter der Erde ist, weiß man nicht“ und „wir ersticken geradezu in Insellösungen“.

Aktuell werde diskutiert, welche Teilbereiche digitalisiert werden könnten. Neben wichtigen Themen wie Zeiterfassung und Maschineneinsatz sollen auch Bereiche wie die zu verwendenden Materialien (Stichwort „Baustoffkatalog“) einbezogen werden.

Ein Unternehmen berichtet, dass die Unterscheidung zwischen planenden Auftraggebern und ausführenden Bauunternehmen zusehends verschwinde. Im Sinne einer „ganzheitlichen Übernahme von Bauprojekten“ seien die Unternehmen viel stärker als früher in den Planungsprozess involviert und würden im Sinne einer Dienstleistung planerische Aufgaben mit übernehmen.

Ein anderes Unternehmen vertritt hierzu eine andere Auffassung: Man sehe das Problem, dass der Bereich Materialbeschaffung von den Baudurchführenden bisher selbst organisiert wurde. Wenn diese Bereiche bereits in der Planung definiert würden, würde man den Planenden Kompetenzen übertragen und der Handlungsspielraum für die baudurchführenden Unternehmen würde sehr eingeschränkt.

In einem der Großunternehmen wird BIM als Standard für die Leistungserstellung angewendet. Dies gelte aber ausschließlich für den Bereich Hochbau. Im Tiefbaubereich, insbesondere beim Straßen- und Brückenbau, werde in Pilotprojekten versucht, Teilbereiche digital zu planen. Allerdings, so berichtet der Unternehmensvertreter, sei die Anwendung von BIM in diesem Bereich besonders herausfordernd, da die Komplexität der Bauvorhaben ungleich höher ist als im Hochbaubereich.

Zukünftig würden im Straßenbau in den nächsten Jahren Referenzprojekte ausgeschrieben, um neue Baustellensteuerungssysteme auf Basis von BIM zu erproben. Mehrere Befragte erläuterten, dass man sich an entsprechenden Ausschreibungen beteiligen wolle.

Ein Problem sehen einige Unternehmen an der Schnittstelle zum Auftraggeber, insbesondere der öffentlichen Hand; hier seien noch nicht die Standards, insbesondere hinsichtlich der zu verwendenden Software, abgestimmt worden. Eine besondere Schwierigkeit sehen sie darin, dass auch die Verwaltungen Fachpersonal benötigen, das mit der digitalen Vergabe von Projekten vertraut ist. Grundsätzlich seien die Unternehmen hinsichtlich der Anwendung bestimmter Programme flexibel. Allerdings sollte die Politik einheitliche Softwarestandards festlegen. Dies hätte den Vorteil, dass die Betriebe ihr Personal gezielt schulen könnten.

## 4.6 Organisatorische Einbettung – Digitalisierungsstrategien

Hinsichtlich des Standes der Digitalisierung bei den befragten Unternehmen kann zunächst bilanziert werden, dass ein grundlegender Digitalisierungsgrad vorhanden ist. Unterschiede werden zwischen Großunternehmen und Mittelständlern deutlich.

Die großen Unternehmen zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine Digitalisierungsstrategie verfolgen und die Einführung von BIM vorantreiben. Ein Interviewter berichtet, dass das Thema „Digitalisierung und vernetzte Baustelle“ von einer Arbeitsgruppe im Unternehmen umgesetzt werde. Dabei würde die gesamte Wertschöpfungskette von der Arbeitsvorbereitung über die Durchführung bis zur Fertigstellung in den Blick genommen. Hinzu kämen die Schnittstellen zu Zulieferern wie Asphalt- und Kieswerke oder Werkstofflieferanten. Die Umsetzung der Digitalisierung ist aus Sicht der großen Unternehmen kein reibungsloser Prozess; die Planung und Durchführung von Bauvorhaben ist ein so komplexes Unterfangen, dass sie

sich gezwungen sehen, zunächst Teilprozesse zu digitalisieren und zu erproben. Schritt für Schritt werden weitere Teilprozesse digitalisiert, bis der gesamte Prozess erfasst und umgesetzt ist. Zwar werde viel „Manpower“ in die Entwicklung gesteckt – mehrere Arbeitsgruppen mit einem Jahresbudget von mehreren Millionen Euro arbeiten daran; allerdings sollte man „Erwartungen [nicht wecken], die man dann am Ende aller Tage nicht erfüllen kann“.

Im Gegensatz zu den Großunternehmen berichten die mittelständischen Unternehmen, dass sie keine Digitalisierungsstrategie verfolgen. Beispielsweise ist das Thema Digitalisierung in einem mittelständischen Unternehmen im Bereich „technische Anwendungsbetreuung“ angesiedelt. Im Vordergrund stehe die Beschaffung neuer Technologien. Ob diese digital seien oder nicht, spiele „keine wesentliche Rolle“. Grundsätzlich hänge die Anschaffung von Technologien vom Angebot der Hersteller ab. Wenn die Hersteller digitale Instrumente und Maschinen anbieten, werde geprüft, ob sich eine Anschaffung für das Unternehmen lohne.

Auch das Thema BIM wird bei den mittelständischen Unternehmen nicht strategisch verfolgt. Auf die Frage, warum das Thema Digitalisierung auf Geschäftsleitungsebene nicht verfolgt wird, antwortet ein Interviewter: „Es gibt keine digitale Strategie, weil Mittelstand.“ Aus Sicht der mittelständischen Unternehmen sei auch die momentan gute Auftragslage der Grund, warum die Geschäftsleitungen weniger über grundlegende Umstrukturierungen, beispielsweise hinsichtlich der Digitalisierung, nachdenken; vielmehr gehe es jetzt darum, die Auftragslage zu bewältigen. Hinsichtlich einer Digitalisierungsstrategie wird von allen Befragten einvernehmlich betont, dass es nicht darum gehe, die Digitalisierung voranzubringen; vielmehr gehe es aus Sicht des Unternehmens darum, technische Innovationen auf Wirtschaftlichkeit zu prüfen.

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, dass der Tiefbaubereich andere Voraussetzungen für die Digitalisierung aufweist als beispielsweise der Hochbaubereich. Tiefbau zeichnet sich in der Regel durch größere, umfassendere Projekte aus: Straßenbau, Autobahnen oder die Sanierung von Innenstädten sind in Bezug auf den Projektumfang nicht mit dem Bau eines Einfamilienhauses zu vergleichen. Die besondere Schwierigkeit, insbesondere hinsichtlich der Digitalisierung, ist, dass Tiefbau „quasi in unerforschtes Terrain“ vordringt. Wenn unter der Oberfläche gearbeitet wird, sei in der Regel nicht bekannt, was vorgefunden wird. Arbeiten im Tiefbau seien schwieriger zu digitalisieren; zwar gebe es die Möglichkeit, Untergründe mit Röntgeneräten auszumessen, dies sei aber in der alltäglichen Praxis eher die Ausnahme.

## 4.7 Veränderungen der Tätigkeiten

In einem nächsten Schritt wurden die Unternehmen dazu befragt, welche Auswirkungen die Digitalisierung und damit einhergehende Veränderungen auf die Tätigkeiten von Straßenbauern und Straßenbauerinnen haben.

Anders als beispielsweise in der Industrie – Stichwort: Industrie 4.0 – stellt Digitalisierung aus Sicht der befragten Unternehmen im Bauwesen keinen Paradigmenwechsel dar. Die oben beschriebenen Technologien seien eher die Folge einer stetigen Weiterentwicklung, und Veränderungen der Tätigkeiten von Straßenbauerinnen und Straßenbauern habe es weniger gegeben. Auch zukünftig würden die Arbeiten auf Tiefbaubaustellen einen hohen Anteil an manuellen Tätigkeiten vorsehen. Die Veränderungen aufgrund der Anwendung neuer Technologien oder bei der Steuerung der Arbeitsprozesse beträfen hauptsächlich die Führungskräfteebene, danach Bauleiter/-innen und Poliere sowie Polierinnen.

Im Folgenden wurde mit den Interviewten diskutiert, welche Veränderungen zukünftig auf Straßenbauer/-innen auf den Baustellen zukommen würden:

- ▶ Zukünftig würden Straßenbauer/-innen immer häufiger mit Baumaschinen und -geräten arbeiten, die mit einer digitalen Steuerungseinheit und Sensortechnik ausgestattet seien. Die Fachkräfte müssten in der Lage sein, solche Maschinen und Geräte für den Einsatz vorzubereiten, entsprechende Daten einzugeben, die Maschinen und Geräte zu führen und ggf. instand zu setzen. Wichtig sei hierbei, dass die Ausführungsqualität stetig kontrolliert werde.
- ▶ Ein weiterer wichtiger Bereich sei die Dokumentation der Arbeitsergebnisse. Diese werden mit mobilen Endgeräten festgehalten. Die gewonnenen Daten werden automatisch an die entsprechenden Stellen geschickt bzw. in Clouds gespeichert.
- ▶ Ein wichtiger Punkt sei hierbei die Einhaltung des Datenschutzes. Sensible Daten müssten erkannt und entsprechend behandelt werden. Dies gelte insbesondere für Fotodokumentationen. Gerätedaten würden in der Regel automatisiert gespeichert und weitergeleitet.

Der Einsatz von digitalen Messinstrumenten wurde nur von wenigen der befragten Unternehmen als Bereich für neue Anforderungen an die Tätigkeiten von Straßenbauer/-innen benannt, obwohl diese Instrumente verstärkt auf Tiefbaustellen zum Einsatz kommen. Diese Unternehmen schildern, dass gerade durch höhere Anforderungen beim Messen höher qualifiziertes Personal eingesetzt werden müsse. Lediglich auf kleineren Baustellen würden auch Fachkräfte auf Facharbeiterniveau entsprechende Messinstrumente einsetzen.

Gezielt wurde nach den Auswirkungen von BIM auf entsprechenden Baustellen gefragt. Die Befragten, die einschlägige Erfahrungen bei der Verwendung von 3D-Modellen bei der Baudurchführung haben, berichteten, dass der Zugang zu der entsprechenden Software Bauleitern/Bauleiterinnen und Polieren sowie Polierinnen vorbehalten wäre. Das Arbeiten mit BIM betreffe in erster Linie die an der Planung Beteiligten, insbesondere Architekten/Architektinnen und Bauingenieure/Bauingenieurinnen; des Weiteren Mitarbeiter/-innen auf den Baustellen, die mit der Arbeitsvorbereitung und -durchführung (hier insbesondere im Bereich Dokumentation, aber auch bei der Abrechnung) befasst seien. Auch dies seien in der Regel Bauleiter/-innen und Poliere/Polierinnen. Insbesondere die Baufortschrittskontrolle anhand eines 3D-Modells sei „ein komplexer Prozess“. Fotos und GPS-generierte Daten müssten in einer anspruchsvollen Software hochgeladen werden. „Das wird halt nicht von Straßenbauern erfasst, sondern ... von den Vorarbeitern“, so die Aussage eines Interviewten. Dass auch Straßenbauern und Straßenbauerinnen mit mobilen Endgeräten Aufgaben im Bereich Dokumentation übertragen werden, sei aus Sicht der Befragten eine Frage der Zeit; dies zu entwickeln sei aber eine Aufgabe für die Zukunft.

## 4.8 Zukünftiger Bedarf

Im Folgenden wurde an die Frage der zukünftigen Entwicklung angeknüpft und gefragt, welche Bedarfe hinsichtlich Personal und Kompetenzen entstehen werden.

Aus Sicht der Unternehmen wird sich der Bedarf an Straßenbauern/Straßenbauerinnen auch auf längere Sicht unter den Vorzeichen der Digitalisierung nicht gravierend verändern. Bedingung hierfür sei aber, dass die gute Auftragslage bestehen bleibe. In den letzten Jahrzehnten hätte sich durch die Technologie die Anzahl der benötigten Fachkräfte bereits verändert. Brauchte man beispielsweise vor zehn Jahren noch vier Personen als Besetzung für bestimmte Baugeräte, so seien es jetzt noch lediglich zwei Personen. Die Technologie hätte bereits zu einer Rationalisierung der Arbeitsplätze geführt.

In Bezug auf die Frage, ob die Unternehmen einen Wandel der Anforderungen erwarten, wird vermutet, dass diese vor allem für die Poliere/Polierinnen steigen werden. Sie würden sich in der Zukunft mit veränderten Tätigkeiten und höheren Anforderungen, insbesondere was das Planen und Kontrollieren der Baudurchführung betrifft, konfrontiert sehen.

Die Befragten sind der Auffassung, dass durch die Digitalisierung die Attraktivität der Berufe im Baubereich im Allgemeinen und im Tiefbau im Speziellen steigen würde – allerdings nur nach und nach, da die Entwicklung beim digitalen Planen und Bauen langsam vorangeht. Im Zusammenhang mit der fortschreitenden Digitalisierung bestehe aber die Hoffnung, dass die Tätigkeiten im Tiefbau ein „weniger schmutziges Image“ erhalten und so den Beruf Straßenbauer/-in für junge Menschen attraktiver machen werden.

Einzelne Unternehmen vermuten, dass ein höherer Technisierungs- und Digitalisierungsgrad zu einer Renaissance von an- und ungelernten Bauhelfern und Bauhelferinnen führen könnte. Je mehr Arbeiten von Maschinen bewältigt werden können, umso weniger Fachkräfte werden benötigt. Für die Restarbeiten könnten Bauhelfer/-innen genutzt werden.

Demgegenüber vermuten andere Unternehmen, dass sich die typischen Arbeitsaufgaben nicht verändern werden. Aufgaben würden durch digitale Maschinenteknik leichter zu bewältigen sein. Trotz dieser technischen Innovationen nähmen die Unternehmen keine (weitere) Reduzierung der Fachkräfte vor. Dies sei „bereits vor Jahren passiert“.

### **Zukunftsszenario BIM**

Des Weiteren wurden mögliche Zukunftsszenarien hinsichtlich der Auswirkungen von BIM auf die Baustellen und auf den Beruf Straßenbauer/-in diskutiert. Grundsätzlich könnte die Verknüpfung zwischen BIM und den bereits jetzt hochtechnisierten und digitalisierten Maschinen, wie Fertiger und Walzen, hergestellt werden. Entsprechende Software wäre dann in der Lage, Baumaschinen zu steuern. Baustellen könnten dann bis zu einem gewissen Grad autonom laufen. Die Umsetzung solcher Strategien wird voraussichtlich aber noch fünf bis zehn Jahre in Anspruch nehmen. Eine solche Entwicklung hätte dann massive Auswirkungen auf die personelle Struktur auf der Baustelle. In einem digitalisierten Bauprozess würde den Fachkräften die Rolle des Instandsetzers/der Instandsetzerin zukommen. Sie würden die Maschinen einrichten und den Arbeitsprozess überwachen. Ein Befragter verwendete den Vergleich mit einem „Pilot, der mit Autopilot fliegt“ und nur im Notfall eingreift. In einem solchen vollautomatisierten Szenario würden dann nur noch wenige, sehr spezialisierte Fachkräfte zum Einsatz kommen. Zum jetzigen Standpunkt der Entwicklung halten die Befragten ein solches Szenario jedoch für unrealistisch. Der nächste, realistisch zu erwartende Schritt wäre, die Poliere und Polierinnen mit der nötigen Hardware auszustatten, um einen digitalisierten Bauprozess anhand eines 3D-Modells zu steuern. Auch müssten sie weiter qualifiziert werden, um das digitale Bauen umsetzen zu können. Ein weiterer Schritt wäre dann, Straßenbauer/-innen im digitalen Bereich weiter zu qualifizieren. Der Zeithorizont hierfür sei aber völlig unklar.

### **Verschiebung zur Baugeräteführerin/zum Baugeräteführer**

Von den meisten befragten Unternehmen wurde geäußert, dass der Beruf Baugeräteführer/-in zukünftig eine wichtige Rolle spielen könnte. Bereits jetzt wären einige Unternehmen dazu übergegangen, verstärkt auf diese Qualifikation zu setzen, ohne dass dies vornehmlich an der Digitalisierung liege. Die Gründe hierfür liegen zum einen in der breiteren Ausbildung des Baugeräteführers und der Baugeräteführerin. Sie werden als „Allrounder“ beschrieben, die auf unterschiedlichen Baustellen eingesetzt werden können und Unternehmen eine flexible Personalplanung ermöglichen. Zum anderen beherrschen sie den Umgang mit unterschiedlichen Baugeräten und -fahrzeugen; dies unterscheidet sie auch von Straßenbauerinnen und Straßenbauern, die in dieser Hinsicht eingeschränkter agieren. In der Praxis sei es so, dass Straßenbauer/-innen zur Bedienung von Baufahrzeugen eine baustellenbedingte Einweisung benötigten, da sie das entsprechende Know-how nicht in der Ausbildung vermittelt bekommen hätten.

Auf die Frage, ob Baugeräteführer/-innen bei einer steigenden Digitalisierung der Baustellen Straßenbauer/-innen verdrängen könnten, antworteten die Befragten unterschiedlich. Mehrere Unternehmen könnten sich dies durchaus vorstellen. Wenn der Anteil an manuellen Arbeiten sinkt und mehr Maschinen mit digitaler Steuerung zum Einsatz kommen, spräche viel für den verstärkten Einsatz von Baugeräteführern und Baugeräteführerinnen. Durch die breit angelegte Ausbildung könnten sie auch manuelle Tätigkeiten im Tiefbau übernehmen. Andere Unternehmen sehen die beiden Berufe bei einem arbeitsteiligen Vorgehen auf der Baustelle als notwendige Ergänzung. Manuelle Arbeiten gebe es auch in Zukunft. Diese würden dann tendenziell von Straßenbauerinnen und Straßenbauern übernommen. In mittelständischen Unternehmen werden die beiden Berufe weniger unterschieden. Eine Arbeitsteilung im Sinne einer Differenzierung ist nicht festzustellen.

## 4.9 Zukünftige Kompetenzen

Vor dem Hintergrund der bisher dargestellten Entwicklungen im Straßenbau und der digitalen Veränderungen in Bezug auf den Ausbildungsberuf Straßenbauer/-in wurde mit den Befragten diskutiert, welche Kompetenzen im Rahmen der Ausbildung in Zukunft vermittelt werden sollten:

- ▶ Straßenbauer/-innen sollten in der Lage sein, mit mobilen Endgeräten zu arbeiten. Dies betreffe in erster Linie die Dokumentation der eigenen Arbeitsschritte und -qualität. Damit einher gingen höhere Anforderungen an die Fachkräfte hinsichtlich der „**Lese- und Transferleistungskompetenz**“. Digitale Pläne seien anders zu lesen und zu interpretieren als herkömmliche Papierpläne.
- ▶ Des Weiteren sei ein **höheres technisches Verständnis** vonnöten. Baugeräte und -maschinen würden zukünftig komplexer. Dabei spiele die Fähigkeit, solche Maschinen und Geräte einzurichten, zu führen und instand zu halten, eine zentrale Rolle.
- ▶ In Hinblick auf die **Planung und Durchführung eigener Arbeiten** mit digitalen Medien müssten Straßenbauer/-innen zukünftig in der Lage sein, Arbeitsprozesse zu dokumentieren und die Daten an entsprechende Stellen weiterzuleiten. Dabei gehe es nicht darum, mit 3D-Modellen zu arbeiten; vielmehr müssten sie digitale Informationen, die sie zur Verfügung gestellt bekommen, interpretieren und anwenden können, um beispielsweise einen Straßenabschnitt zu erstellen.
- ▶ In diesem Zusammenhang spielen **Kenntnisse über den Datenschutz** und die Sensibilisierung bei der Nutzung und Erstellung von Daten eine gewisse Rolle.
- ▶ Vor dem Hintergrund einer fortschreitenden Digitalisierung bräuchten Straßenbauer/-innen ein höheres **Verständnis der Zusammenhänge** von Bauplanung, des gesamten Bauprozesses und der Umsetzung auf den Baustellen.

Einzelne Unternehmen weisen darauf hin, dass diese Veränderungen dazu führen könnten, dass bei der Allgemeinbildung das Einstiegsniveau höher werde. Zukünftig werde man für eine solche anspruchsvollere Ausbildung bevorzugt junge Menschen mit Realschulabschluss benötigen.

Vor dem Hintergrund der zu erwartenden qualifikatorischen Veränderungen wurden die Unternehmen auch befragt, inwiefern die Ausbildungsordnung verändert werden müsste, um den kommenden Anforderungen zu entsprechen.

Grundsätzlich müsste sich die Ausbildungsordnung aus Sicht der Befragten nicht ändern. Die Geschäftsfelder hätten sich durch die Digitalisierung nicht im Wesentlichen verändert. Viele Arbeiten würden auch zukünftig noch manuell und mit herkömmlichen Geräten und Ma-

schinen durchgeführt. Digitale Veränderungen würden durch technikoffen formulierte Ausbildungsinhalte trotzdem vermittelbar sein.

Auf der Ebene der Ausbildungsinhalte kritisieren die größeren Unternehmen, dass in der Ausbildung viele Inhalte vermittelt werden, die zu den Geschäftsfeldern der Betriebe nicht passen. Die Unternehmen wünschen sich, dass im Bereich Tiefbau, insbesondere im Ausbildungsberuf Straßenbauer/-in, weniger Inhalte aus dem Ausbau (beispielsweise Trockenbau und Fliesenlegen) bzw. Hochbau (mauern) und mehr tiefbauspezifische Inhalte vermittelt werden würden. Dazu gehören z. B. Inhalte wie Arbeiten an Kanälen oder Pflasterarbeiten. Für kleine und mittlere Betriebe hingegen sei der Ansatz einer breiten Grundbildung im Bau von Vorteil, da die Auftragslage häufig breiter angelegt sei und in allen Bereichen Kompetenzen zur Verfügung stehen müssten.

Eine Neuschneidung der Berufsbilder, insbesondere was die Unterscheidung von Straßenbauern/Straßenbauerinnen und Baugeräteführern/Baugeräteführerinnen angeht, ist aus Sicht der Befragten nicht erforderlich. Dies wird vor allem mit qualitativ höheren Anforderungen an die Kompetenzen der Baugeräteführer/-innen begründet, was sich auch an den unterschiedlichen Eingangsniveaus (Schulabschluss) zeige.

## 5 Ausblick und Handlungsempfehlungen

Die explorative Studie im Rahmen des Projekts Berufsbildung 4.0 hat den Stand der Digitalisierung in ausgewählten Straßenbauunternehmen dargestellt. Die hier erzielten Ergebnisse können als erster Hinweis auf die Umsetzung der Digitalisierung in Bezug auf den Ausbildungsberuf Straßenbauerin/Straßenbauer angesehen werden. Um ein vollständiges Bild über die Digitalisierung in diesem Bereich zu erlangen, müsste weiter geforscht werden. Insbesondere kleinere Unternehmen sind nicht Gegenstand der Untersuchung gewesen. Aber gerade hier werden die meisten Straßenbauer/-innen ausgebildet. Von daher wären Folgestudien in ausgewählten kleineren Betrieben durchzuführen.

Die Ergebnisse der Studie zeigen auf den ersten Blick einen Widerspruch auf: Auf der einen Seite entwickeln Tiefbauunternehmen Digitalisierungsstrategien, nutzen digitalisierte Technologien und arbeiten mit vernetzten, datengestützten Strukturen. Auf der anderen Seite erreichen diese Weiterentwicklungen kaum die Straßenbauern und Straßenbauerinnen. Vor diesem Hintergrund ist die Frage berechtigt, ob die Straßenbaufachkräfte auf den Tiefbaubaustellen hinsichtlich der Digitalisierung überhaupt noch aufholen können? Der scheinbare Widerspruch kann jedoch aus folgenden Gründen relativiert werden:

- ▶ Die Unternehmen stehen erst am Anfang einer digitalen Transformation. Die Konsequenzen für die Arbeit auf Baustellen im Tiefbaubereich sind noch nicht absehbar, da noch keine wesentlichen Erfahrungen bei der Umsetzung der Digitalisierung gewonnen wurden.
- ▶ Es muss berücksichtigt werden, dass die Digitalisierung im Baubereich vor allem die Planung betrifft.<sup>13</sup> Mit Blick auf den gesamten Bauprozess wird mit der Einführung von BIM der Aufwand bei der Planung größer: Je mehr in der Planung bereits definiert wird, was und vor allem wie gebaut wird, desto mehr Vorgaben müssen die Baudurchführenden umsetzen. Hier entsteht ein Mehraufwand bei der Steuerung und Kontrolle des Baufortschritts. Dass dies in einer quasi experimentellen Phase der Digitalisierung nicht den Fachkräften, sondern den Vorgesetzten, wie Bauleiterinnen und Bauleitern sowie Polierinnen und Polieren, überlassen wird, ist selbstevident.

Zukünftig wird sich zeigen, ob Straßenbauer/-innen Teile dieser Steuerung und Kontrolle, auf Basis von vorgegebenen Daten, übernehmen können. Wichtig ist, dass Straßenbauer/-innen bei der Implementierung digitaler Strukturen miteinbezogen werden. Mit anderen Worten: Ohne Fachkräfte auf der mittleren Qualifikationsebene geht Digitalisierung nicht.

Es spricht sehr viel dafür, zunächst die Qualifikationen der Führungskräfte auf den Baustellen in den Fokus der Betrachtung zu setzen. Insbesondere der Beruf der Poliere und Polierinnen, als Fortbildung der beruflichen Bildung, ist dabei in den Blick zu nehmen. Sie bilden die Schnittstelle zwischen Planung und Baudurchführung, zwischen Computermodellen, Softwareanwendungen und den von Fachkräften durchzuführenden Arbeiten.

Ebenso sollte die von den Interviewten oft benannte Fachkraft Baugeräteführer/-in untersucht werden. Hier spielt vor allem die von den Unternehmen häufig genannte technologische Weiterentwicklung eine zentrale Rolle. Hypothetisch kann davon ausgegangen werden, dass – wenn die Digitalisierung neue und erweiterte Anforderungen an den Umgang und die Führung von Baugeräten und -maschinen stellt – Personen mit einem breiteren technischen Verständnis besser mit diesen Anforderungen umgehen können. In diese Lücke springen, nach Aussage einiger Unternehmen, Baugeräteführer/-innen. Inwiefern hier tatsächlich ein qualifikatorischer

---

13 An dieser Stelle sei ein weiteres Mal auf die Studie von SYBEN (2016) verwiesen.

Vorteil hinsichtlich der Digitalisierung gegenüber Straßenbauern und Straßenbauerinnen entstanden ist, müsste unserer Auffassung nach auch untersucht werden.

Was die zukünftige Gestaltung der Ausbildungsordnungen für Straßenbauer/-innen angeht, haben sich die befragten Unternehmen zurückgehalten. Dass die Digitalisierung ein Thema bei der nächsten Modernisierung sein wird, ist selbstverständlich, da im Hochbau und im Ausbau ebenfalls intensiv über dieses Thema diskutiert wird. Auch wenn es im Tiefbau vergleichsweise schwieriger ist, die digitale Transformation voranzubringen, wird die Digitalisierung auch hier entsprechende Veränderungen mit sich bringen. Vor diesem Hintergrund empfiehlt es sich, an den von den Unternehmen benannten neuen Tätigkeiten und Kompetenzanforderungen anzuknüpfen. Im Rahmen einer möglichen Modernisierung der Ausbildungsordnungen sollten folgende Kompetenzbereiche explizit mit den Sachverständigen diskutiert werden:

- ▶ Lese- und Transferleistungskompetenz hinsichtlich der Interpretation und Nutzung von Daten – zukünftig: auf Basis von 3D-Modellen,
- ▶ Kompetenzen hinsichtlich eines erweiterten technischen Verständnisses von Baugeräten und -maschinen,
- ▶ Planung und Durchführung digitalisierter Tätigkeiten im eigenen Arbeitszusammenhang,
- ▶ Datenschutz und
- ▶ Kompetenzen hinsichtlich eines grundsätzlichen Verständnisses der Zusammenhänge beim digitalen Bauen.

Wie diese Kompetenzbereiche in einer neuen Ausbildungsordnung verankert werden können, muss der Ordnungsarbeit und der Expertise der Sachverständigen überlassen werden. Ein Szenario, in dem diese Ausbildungsinhalte als Zusatzqualifikation leistungsstarken Auszubildenden und ausgewählten Betrieben vermittelt werden, kann als weniger wahrscheinlich angesehen werden, da die digitale Transformation die gesamte Branche betrifft und nicht nur als ein Alleinstellungsmerkmal einzelner Betriebe anzusehen ist. Ein wahrscheinlicheres Szenario ist, dass die hier angesprochenen digitalen Veränderungen und neuen Kompetenzbereiche als obligatorische Ausbildungsinhalte in die Verordnung mit aufgenommen werden. Sollte dies der Fall sein, würde der überbetrieblichen Lehrlingsunterweisung eine zentrale Rolle bei der digitalen Transformation der Branche zukommen. Überbetriebliche Bildungszentren bekämen in einem solchen Szenario die Aufgabe, alle Auszubildende in die Lage zu versetzen, den digitalen Wandel mitzugestalten. Dies könnte insbesondere kleinen Betrieben einen Vorteil bei der digitalen Transformation verschaffen.<sup>14</sup>

Bei all den offenen Fragen, die die Digitalisierung hinsichtlich des Ausbildungsberufs Straßenbauer/-in mit sich bringt, darf nicht vergessen werden, dass die Ausbildung und die Ausbildungsinhalte aktiv gestaltet werden können. Nichts spricht dagegen, die Straßenbaufachkräfte auf dem Weg der digitalen Transformation mitzunehmen. Neben den schon angesprochenen überbetrieblichen Bildungsstätten, wo bereits erste Schritte in Richtung einer Umsetzung von digitalen Lehr-Lern-Konzepten erprobt werden<sup>15</sup>, bedarf es einer Idee, wie Betriebe und Berufsschulen digitale Ausbildungsinhalte vermitteln können. Ein erster Schritt in die richtige Richtung wäre, den Einbezug von digitalen Endgeräten aktiv in die Ausbildung zu integrieren.

---

14 In diesem Zusammenhang darf auf die Arbeiten des vom BMBF geförderten Verbundprojekts „Digi-BAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten“ verwiesen werden: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekt-digibau-startet-durch/>.

15 Siehe Sonderprogramm ÜBS-Digitalisierung <https://www.bibb.de/de/36926.php>.

## Literaturverzeichnis

- BUNDESMINISTERIUM FÜR ARBEIT UND SOZIALES (BMAS) (Hrsg.): Arbeit weiterdenken. Grünbuch Arbeiten 4.0. Berlin 2015 – URL: [https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen-DinA4/gruenbuch-arbeiten-vier-null.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen-DinA4/gruenbuch-arbeiten-vier-null.pdf?__blob=publicationFile) (Stand: 04.09.2018)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF) (Hrsg.): Berufsbildung 4.0 – den digitalen Wandel gestalten. Programme und Initiativen des BMBF. Bonn 2017 – URL: [https://www.bmbf.de/pub/Berufsbildung\\_4.0.pdf](https://www.bmbf.de/pub/Berufsbildung_4.0.pdf) (Stand: 04.09.2018)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR (BMVI): Stufenplan digitales Planen und Bauen – URL: [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile) (Stand: 23.09.2019)
- EGGER, Martin u. a.: BIM-Leitfaden für Deutschland. Information und Ratgeber. Endbericht. Berlin 2013 – URL: [https://www.akbw.de/fileadmin/download/Freie\\_Dokumente/Kammer/BIM\\_Leitfaden\\_f%C3%BCr\\_Deutschland\\_Endbericht.pdf](https://www.akbw.de/fileadmin/download/Freie_Dokumente/Kammer/BIM_Leitfaden_f%C3%BCr_Deutschland_Endbericht.pdf) (Stand: 23.09.2019)
- KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes (Hrsg.): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt/Main 2013 – URL: [https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen\\_Industrie4\\_0.pdf](https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf) (Stand: 04.09.2018)
- SYBEN, Gerhard: Zu den Folgen des Building Information Modeling für die Arbeit in Bauunternehmen. Eine explorative Studie. Bremen 2016 – URL: [https://www.baq-bremen.de/images/stories/pdf/BAQ\\_Folgen\\_der\\_Arbeit\\_bei\\_BIM\\_20-11-2016.pdf](https://www.baq-bremen.de/images/stories/pdf/BAQ_Folgen_der_Arbeit_bei_BIM_20-11-2016.pdf) (Stand: 15.05.2018)
- WILBERS, Karl (Hrsg.): Industrie 4.0. Herausforderungen für die kaufmännische Bildung. Texte zur Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung 19. Berlin 2017

# Danksagung

Um eine Studie – wie Sie sie jetzt in Ihren Händen halten – durchzuführen, bedarf es des Engagements und der Bereitschaft zur Mitwirkung vieler Beteiligter. Ich möchte daher an dieser Stelle die Gelegenheit nutzen, den verschiedenen Akteuren, die mit ihrer Expertise, ihrer Offenheit und ihren Empfehlungen dazu beigetragen haben, diese Studie zu realisieren, ganz herzlich danken.

Zunächst möchte ich mich bei der Expertengruppe, die diese Studie über die gesamte Projektlaufzeit begleitet hat, für ihre Unterstützung und Beratung beim Akquirieren der Interviewpartner/-innen, bei der Erstellung des Interviewleitfadens und des Onlinefragebogens, dem Bewerten der Ergebnisse sowie für die spannenden Diskussionen bedanken. Ein ganz besonderer Dank geht an die Gesprächspartner/-innen der Einzel- und Gruppeninterviews aus den Unternehmen und Forschungseinrichtungen, für ihre Zeit und Offenheit sowie die gewährten Einblicke in die Betriebe. Auch allen, die sich an der Onlinebefragung beteiligt und durchgehalten haben, sei für ihre Teilnahme gedankt, ebenso dem Umfragezentrum Bonn (uz-bonn GmbH), das mit viel Geduld die Onlinebefragung zusammen mit dem BIBB-Team vorbereitet und durchgeführt hat.

Ohne ihrer aller Hilfe und Unterstützung wäre diese Studie in der vorliegenden Form nicht möglich gewesen.

# Anhang

## Berufedatenblatt

Seite 1 von 2

**BIBB - DATENBLATT**
**Strassenbauer/-in (ggf. mit Vorgänger)**
**Deutschland** **Zuständigkeitsbereich: IH/Hw**

Ausbildungsdauer laut Ausbildungsordnung: 36 Monate Ausbildungsordnung von: 1999  
 Anmerkung: Vorgänger Pflasterer (Steinsetzer) und Straßenbauer/-in (Regelung vor BBiG) in 1974 aufgehoben

Berichtsjahr <sup>1</sup>	1997	2006	2008	2015 <sup>7</sup>	2016	2017
<b>Neuabschlüsse<sup>2</sup> im KJ</b>	2.544	1.875	1.869	1.644	1.632	1.650
darunter: Frauen	9	9	12	12	12	15
Ausländer/-innen			60	132	135	174
darunter: Frauen			0	3	0	0
darunter jeweils: <sup>3</sup>						
Anschlussverträge			228	147	192	192
überwiegend öffentlich finanziert			66	15	12	6
Ausbildungsstätte ÖD			27	24	36	18
Teilzeit			0	0	0	0
<b>Vertragslösungen im KJ</b>	765	366	354	432	453	486
Lösungsquote alt/neu <sup>4</sup> %	27,8	19,4	17,8	24,1	25,4	27,2
darunter: Frauen	3	3	0	3	6	6
Ausländer/-innen			18	30	42	69
darunter: Frauen			0	0	3	0
<b>Absolventen<sup>5</sup> im KJ</b>	1.974	1.497	1.449	1.179	1.071	1.188
Erfolgsquote I <sup>6</sup> %	76,9	74,8	84,0	80,5	79,5	82,2
Erfolgsquote II <sup>6</sup> %	89,2	88,9	86,1	83,3	82,3	85,2
darunter: Frauen	3	6	6	3	6	3
Ausländer/-innen			36	45	48	48
darunter: Frauen			0	0	0	0
<b>Auszubildende am 31.12.</b>	6.720	4.614	4.599	3.717	3.777	3.750
darunter: Frauen	21	18	21	21	24	30
Ausländer/-innen	315	150	150	249	288	351
darunter: Frauen			0	3	3	0

KJ: Kalenderjahr

\* Berechnung nicht ausgewiesen

1 Daten vor 1991 liegen nur für die Regionalauswahl alte Länder, westliches Bundesgebiet sowie die einzelnen alten Bundesländer vor.

2 Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge, die bis zum 31.12. nicht gelöst wurden.

3 Bei den 2007 neu eingeführten Merkmalen der Berufsbildungsstatistik traten in den ersten Jahren z.T. Meldeprobleme auf. Insbesondere bei der Interpretation auf der Ebene von Einzelberufen ist Vorsicht geboten. Das Merkmal Anschlussvertrag wird ab dem Berichtsjahr 2016 direkt erhoben, zuvor wurde es auf Basis von anderen Merkmalen und Berufsinformationen näherungsweise ermittelt.

4 Vorwiegend Schichtenmodell, sonst vermerkt: D=Dreijahresdurchschnitt, E=Einfache Lösungsquote; neue Berechnungsweise ab 2009.

5 Bestandene Abschlussprüfungen; bis zum Berichtsjahr 2006: inklusive "Externenprüfungen" und im Handwerk auch inklusive Umschulungsprüfungen.

6 Die EQ I ist prüfungsteilnehmer-, die EQ II prüfungsteilnehmerbezogen; ab Berichtsjahr 2008 verbesserte Berechnungsweise (EQ II neu).

7 Für Bremen und die Zahnärztekammer NI liegen für 2015 keine Meldungen vor; ggf. Vorjahreswerte verwendet.

*Hinweis: Aus Datenschutzgründen sind alle Daten (Absolutwerte) jeweils auf ein Vielfaches von 3 gerundet.**Weitreichende methodische Umstellung der Berufsbildungsstatistik ab Berichtsjahr 2007, daher teilweise nur eingeschränkte Vergleichbarkeit mit Vorjahren.*
**Regionale Verteilung der Auszubildenden des Berufs absolut (2017):**

Baden-Württemberg	603	Hessen	237	Saarland	42
Bayern	540	Mecklenburg-Vorpommern	81	Sachsen	264
Berlin	24	Niedersachsen	360	Sachsen-Anhalt	81
Brandenburg	69	Nordrhein-Westfalen	789	Schleswig-Holstein	204
Bremen	24	Rheinland-Pfalz	318	Thüringen	75
Hamburg	42				

## BIBB - DATENBLATT

## Strassenbauer/-in (ggf. mit Vorgänger)

Deutschland Zuständigkeitsbereich: IH/HW**Vorbildung der Auszubildenden mit neu abgeschlossenem Ausbildungsvertrag 2017 absolut:**

Höchster allgemeinbildender Schulabschluss:	Insgesamt <sup>8</sup>	ohne Hauptschulabschluss	mit Hauptschulabschluss	Realschulabschluss	Hoch-/Fachhochschulreife	im Ausland erworben, nicht zuzuordnen
Insgesamt <sup>8</sup>	1.650	111	879	489	141	30
darunter: Männer	1.638	111	873	486	135	30
Frauen	15	0	6	3	6	0
Deutsche	1.476	78	801	462	129	6
Ausländer/-innen	174	33	78	27	12	27
.....						
<b>Vorherige Teilnahme an Berufsvorbereitung bzw. beruflicher Grundbildung:</b> <sup>3</sup>	darunter (Mehrfachnennungen möglich):					
	Insgesamt <sup>8</sup>	Betriebliche Qualifizierungsmaßnahme	Berufsvorbereitungsmaßnahme	Berufsvorbereitungsjahr	Berufsgrundbildungsjahr	Berufsfachschule
Insgesamt <sup>8</sup>	135	24	30	36	15	39
darunter: Männer	135	24	30	33	15	39
Frauen	0	0	0	0	0	0
Deutsche	114	21	24	30	15	33
Ausländer/-innen	21	3	6	6	0	6
.....						
<b>Vorherige Berufsausbildung:</b> <sup>3</sup>	darunter (Mehrfachnennungen möglich):					
	Insgesamt <sup>8</sup>	Erfolgreich abgeschlossene duale Ausbildung	Nicht erfolgreich abgeschlossene duale Ausbildung	Erfolgreich abgeschlossene schulische Ausbildung		
Insgesamt <sup>8</sup>	426	300	141	9		
darunter: Männer	426	300	141	9		
Frauen	0	0	0	0		
Deutsche	396	285	129	9		
Ausländer/-innen	27	15	12	0		

**Alter der Auszubildenden mit neu abgeschlossenem Ausbildungsvertrag 2017 absolut:**

Alter:	(Durchschnitt) <sup>9</sup>	bis 16 J.	17 J.	18 J.	19 J.	20 J.	21 J.	22 J.	23 J.	24 J. bis 39 J.	40 J. und älter
Insgesamt <sup>8</sup>	( 19,5)	255	300	255	216	171	111	81	60	201	0
darunter:											
Männer	( 19,5)	255	297	249	216	171	108	81	60	201	0
Frauen	( *)	0	3	6	3	0	3	0	0	0	0
Deutsche	( 19,2)	249	288	231	186	153	96	66	54	147	0
Ausländer/-innen	( 21,9)	6	12	24	30	18	15	12	6	54	0

\* Berechnung nicht ausgewiesen

8 Jede Zelle wurde einzeln gerundet, deshalb kann der Insgesamtwert von der Summe der gerundeten Einzelwerte abweichen.

9 Achtung Änderung Berechnungsweise Durchschnittsalter: kein Aufschlag + 0,5 und alle Altersjahre fließen einzeln ein (auch 40 und älter).

Hinweis: Aus Datenschutzgründen sind alle Daten (Absolutwerte) jeweils auf ein Vielfaches von 3 gerundet; der Insgesamtwert kann deshalb von der Summe der Einzelwerte abweichen.

Quelle: "Datenbank Auszubildende" des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) auf Basis der Daten der Berufsbildungsstatistik der statistischen Ämter des Bundes und der Länder (Erhebung zum 31. Dezember).

Erläuterungen zur Berufsbildungsstatistik, den Variablen und Berechnungen siehe: [https://www.bibb.de/dokumente/pdf/dazubi\\_daten.pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/dazubi_daten.pdf).zu den Berichtsjahren siehe: [https://www.bibb.de/dokumente/pdf/dazubi\\_berichtsjahre.pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/dazubi_berichtsjahre.pdf)

Stand 15.10.2018

## Leitfaden für Interviews

### I. Aktuelle Unternehmensstruktur

- ▶ Einordnung des Unternehmens/einzelner Unternehmensbereiche in die jeweiligen Kategorien der Bauindustrie
- ▶ Arbeitsbereiche, in denen Straßenbauer/-innen tätig sind
- ▶ Anzahl der Mitarbeiter/-innen:
  - ▶ gesamt
  - ▶ in den Abteilungen, in denen Straßenbauer/-innen tätig sind
  - ▶ als Straßenbauer/-innen tätige Beschäftigte (davon mit oder ohne Straßenbauer-Ausbildung)
  - ▶ Auszubildende; davon in Ausbildung zum/zur Straßenbauer/-in (Tiefbaufacharbeiter/-in)

### II. Einschätzung des Grads der Implementierung von Industrie 4.0 im Unternehmen

- ▶ Bereits vorhandene Digitalisierungs- und Vernetzungsansätze im Unternehmen (in den Bereichen, in denen Straßenbauer/-innen zum Einsatz kommen)
  - ▶ Was gibt es schon (Arbeitsmittel, Techniken, Prozesse)?
  - ▶ Welche Arbeitsabläufe/Tätigkeiten sind von der Digitalisierung besonders betroffen?
- ▶ Einschätzung der Vorteile/des Nutzens der Digitalisierung für das Unternehmen
- ▶ Hemmnisse bei der Implementierung?
  - ▶ Wenn ja, welche Faktoren erschweren die Implementierung (Vorbereitung: Auflistung potenzieller Faktoren, Bewertung)?
  - ▶ Wie erfolgt der Umgang damit?
- ▶ Planung weiterer Digitalisierungsmaßnahmen?
  - ▶ Wenn ja, welche?
  - ▶ Welche Auswirkungen werden aufgrund dieser Einführung auf Personal, Qualifizierung und betriebliche Prozesse erwartet?

### III. Einschätzung der Entwicklung der Aufgaben und Tätigkeiten am Arbeitsplatz

- ▶ Aufgabenbeschreibung eines Straßenbauers/einer Straßenbauerin im Unternehmen
- ▶ Einsatz ausgebildeter Straßenbauer/-innen auf Straßenbauer-Arbeitsplätzen? Sonstige Qualifikationen der Arbeitskräfte auf Straßenbauer-Arbeitsplätzen? (Quereinsteiger/-innen, ungelernt, welche Art der Qualifikation)?
  - ▶ Gründe für den Einsatz ausgebildeter Straßenbauer/-innen
  - ▶ Gründe für den Einsatz Angelernter, Quereinsteiger/-innen etc.
- ▶ Einschätzung der Passgenauigkeit der Straßenbauer-Ausbildung im Hinblick auf die aktuellen Einsatzbereiche eines Straßenbauers/einer Straßenbauerin
  - ▶ Wenn keine Übereinstimmung, wo besteht Anpassungsbedarf?
- ▶ Angebot „gestufter“ Ausbildung (erst Tiefbaufacharbeiter/-in, dann Übergang in Straßenbauer/-in) oder parallel?
  - ▶ Welche Möglichkeit gibt es für Straßenbauer/-innen, anschließend die Ausbildung fortzuführen? Mit welchem Abschluss?
- ▶ Einschätzung einer bereits erfolgten bzw. erwarteten Änderung von Arbeitsaufgaben und -tätigkeiten eines Straßenbauers/einer Straßenbauerin aufgrund **zunehmender Digitalisierung**
  - ▶ Inwiefern?

- ▶ Einschätzung eines zukünftigen *Entfallens* von Aufgaben und Tätigkeiten infolge zunehmender Digitalisierung
  - ▶ Wenn ja, welcher?
  - ▶ An welchen Positionen?
- ▶ Einschätzung einer zukünftigen *Zunahme* von Aufgaben und Tätigkeiten infolge zunehmender Digitalisierung
  - ▶ Wenn ja, welcher?
  - ▶ An welchen Positionen?
- ▶ Auswirkungen zunehmender Digitalisierung auf die benötigte Anzahl an als Straßenbauer/-innen Tätigen
  - ▶ Wird Zunahme oder Abnahme erwartet?
  - ▶ Aus welchen Gründen?

#### **IV. Auswirkungen der Digitalisierung auf die Aus- bzw. Weiterbildung**

- ▶ Erfordernis neuer/anderer Kompetenzen als bisher? Welcher?
- ▶ Welche bisherige Art der Vorbereitung der Mitarbeiter/-innen auf die neuen Tätigkeiten/Aufgaben (interne Schulungen, Weiterbildung, Fortbildung etc.)?
- ▶ Inwiefern Änderungsbedarf im Hinblick auf Vermittlung zukünftig erforderlicher Kompetenzanforderungen?
- ▶ Einschätzung des zukünftigen Bedarfs am Berufsbild Straßenbauer/-in (für den Betrieb selbst, aber auch allgemein):
  - ▶ Werden Straßenbauer/-innen andere Berufe ersetzen? Wenn ja, welche?
  - ▶ Werden die anfallenden Tätigkeiten des Straßenbauers/der Straßenbauerin von anderen Berufen übernommen werden? Wenn ja, von welchen?
  - ▶ Wird für die Erfüllung dieser (neuen) Aufgaben und Tätigkeiten auch weiterhin eine dreijährige Ausbildung erforderlich sein? Werden dann Anlernstätigkeit oder eine zweijährige Ausbildung ausreichen?
- ▶ Wie müsste/sollte das Berufsbild zukünftig geschnitten sein?
  - ▶ Bedarf es einer Neuausrichtung/Neuordnung des Berufs oder eines ganz neuen Berufsbilds (inhaltlich und strukturell)?
  - ▶ Oder sollten die notwendigen Qualifikationen für die Digitalisierung in Form einer Fort- oder Weiterbildung vermittelt werden? Mit welchen Inhalten?
  - ▶ Oder sollten die notwendigen Qualifikationen für die Digitalisierung in Form einer Zusatzqualifikation vermittelt werden? Mit welchen Inhalten?
  - ▶ Entstehen – durch diese Entwicklungen bedingt – neue Berufsbilder bzw. neue Schnittstellen zwischen Berufen?

# Autor

## **Daniel Schreiber**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsbereich „Gewerblich-technische Berufe“ in der Abteilung „Struktur und Ordnung der Berufsbildung“ im BIBB

[schreiber@bibb.de](mailto:schreiber@bibb.de)

## Abstract

Die Studie, die im Rahmen der BMBF-BIBB-Forschungsinitiative „Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen“ durchgeführt wurde, untersucht am Beispiel des Berufsbildes Straßenbauer/-in die mit der Digitalisierung einhergehenden Veränderungen im Tiefbaubereich und ihre Auswirkungen auf die inhaltliche und strukturelle Ausgestaltung des Ausbildungsberufs. Building Information Modeling, das digitale Planen und Bauen anhand von mehrdimensionalen Computermodele, digitale Zeiterfassung und Arbeitsplanung und der Einsatz von digitalen Geräten und Maschinen sind nur einige der Aspekte, die die Baubranche verändern. Die Herausforderungen der Digitalisierung, die zeigen die Ergebnisse der Studie, werden von den Unternehmen angenommen. Im Tiefbaubereich, in dem Straßenbauer/-innen eingesetzt werden, sind erste Schritte in Richtung einer digitalen Transformation der Branche erkennbar. Als Schlussfolgerung werden Forschungsdesiderate und Handlungsempfehlungen bezüglich der Berufsausbildung im Straßenbaubereich gegeben.

The present study, which was conducted as part of the BMBF-BIBB research initiative "Qualifications and Competences for the Digitized Work of Tomorrow", uses the example of the road construction profession to investigate the changes in the civil engineering sector and their effects on content and structural design of the training occupations. Building Information Modeling, the digitization of planning and building on the basis of multi-dimensional computer modeling, digital time tracking and scheduling, and the use of digital devices and machines are just a few key points in how digitization is changing the construction industry. The challenges of digitization, as the results show, are being accepted by companies. In civil engineering, where road builders are employed, first steps towards a digital transformation of the industry can be seen. As a conclusion, research desiderata and recommendations for action regarding vocational training in road construction are given.



Die Studie, die im Rahmen der BMBF-BIBB-Forschungsinitiative „Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen“ durchgeführt wurde, untersucht am Beispiel des Berufsbildes Straßenbauer/-in die mit der Digitalisierung einhergehenden Veränderungen im Tiefbaubereich und ihre Auswirkungen auf die inhaltliche und strukturelle Ausgestaltung des Ausbildungsberufs. Building Information Modeling, das digitale Planen und Bauen anhand von mehrdimensionalen Computermodellen, digitale Zeiterfassung und Arbeitsplanung und der Einsatz von digitalen Geräten und Maschinen sind nur einige der Aspekte, die die Baubranche verändern. Die Herausforderungen der Digitalisierung, die zeigen die Ergebnisse der Studie, werden von den Unternehmen angenommen. Im Tiefbaubereich, in dem Straßenbauer/-innen eingesetzt werden, sind erste Schritte in Richtung einer digitalen Transformation der Branche erkennbar. Als Schlussfolgerung werden Forschungsdesiderate und Handlungsempfehlungen bezüglich der Berufsausbildung im Straßenbaubereich gegeben.

Bundesinstitut für Berufsbildung  
Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn

Telefon (0228) 107-0

Internet: [www.bibb.de](http://www.bibb.de)  
E-Mail: [zentrale@bibb.de](mailto:zentrale@bibb.de)



ISBN 978-3-8474-2982-1