

# 5G Lernorte für die Ausbildung der Zukunft



## AP1

### Erforschung von Anwendungsfeldern für 5G in der beruflichen Bildung

Verfasser:

Schäfers, Johannes (Universität Paderborn, Technikdidaktik)

Koppius, Sebastian Niklas (Universität Paderborn, Wirtschaftspädagogik)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>2</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Zusammenfassung der Analyse technischer Berufe .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Qualitative Erhebung .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Diskussion der empirischen Untersuchung.....	5
2.1.2 Gesamteinschätzung der Bedeutung von 5G.....	8
<b>2.2 Quantitative Erhebung .....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Einordnung von 5G selbst.....	9
2.2.2 Anwendungen von 5G.....	12
2.2.3 Ausbildungsberufe im Zusammenhang mit 5G .....	15
2.2.4 Zukünftige Anforderungen.....	24
2.2.5 5G-Lernszenarien.....	26
<b>3 Zusammenfassung der Analyse kaufmännischer Berufe</b>	<b>29</b>
3.1 Qualitative Erhebung.....	29
3.1.1 Kaufmännische Ausbildungsberufe im Fokus des Projektes 5G Lernorte OWL.....	30
3.1.2 Kaufmännische Tätigkeiten .....	33
3.1.3 Neues Anforderungsprofil der kaufmännischen Ausbildungsberufe.....	36
<b>3.2 Quantitative Erhebung .....</b>	<b>38</b>
3.2.1 Validierung der kaufm. Tätigkeiten.....	39
3.2.2 Validierung der kaufm. Kompetenzen .....	40
3.2.3 Kaufmännische Lernszenarien .....	41
<b>4 Zusammenfassung der Analyse übergreifender Lernszenarien .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Qualitative Erhebung .....</b>	<b>43</b>
4.1.1 Effekte von übergreifenden Lernszenarien.....	43
4.1.2 Implementierungsmöglichkeiten von übergreifenden Lernszenarien.....	44
4.2 Quantitative Erhebung.....	45
<b>5 Zielbilder .....</b>	<b>47</b>

---

5.1	Zielbilder technischer Berufe.....	47
5.1.1	Entwicklung .....	47
5.1.2	Ergebnisse .....	48
5.2	Zielbilder kaufmännischer Ausbildungsberufe .....	51
5.2.1	Kaufmännische Lerninhalte im Rahmen der Gestaltung von 5G Lernsituationen.....	51
5.2.2	Kaufmännische Kompetenzen als Lern- und Arbeitsstrategien	52
5.2.3	Gestaltungsmerkmale kaufmännischer Lernsituationen.....	54
5.3	Zielbilder übergreifender Lernszenarien .....	57
5.3.1	Handlungsfelder übergreifender Lernszenarien.....	57
5.3.2	Übergreifende Kompetenzentwicklung .....	57
5.3.3	Übergreifende Applikationen / Anwendungen.....	57
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>59</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>i</b>

# 1 Einleitung

Die voranschreitende digitale Transformation stellt für die Lernorte Betrieb, Schule und überbetriebliche Bildungsstätte (§2. BBiG) eine Herausforderung dar. Hierbei sind es vor allem Aspekte wie Vernetzungen, Automatisierung und Big Data welche die Arbeitswelt der Fachkräfte immer stärker verändern.

Die Gestaltung von handlungs- und transferorientierten Lehr-Lern-Prozessen ist aus dem Grund notwendig, da durch den Einsatz des 5G Mobilfunkstandards in industriellen Prozessen neue Anforderungen für die zukünftigen Fachkräfte entstehen. Diese neuen betrieblichen Situationen gilt es als gemeinsame Aufgabe von Schulen, Unternehmen und überbetrieblichen Bildungsstätten anzugehen. Bedingt durch die hohe Dichte an Industrieunternehmen und -partnern in der Region OWL aus dem Bereich der Automatisierung stellt das Projekt „5G-Lernorte“ einen einzigartigen Leuchtturm dar, welches es ermöglichen soll die zukünftigen Fachkräfte auf den Einsatz von 5G vorzubereiten und gleichzeitig die Möglichkeiten von 5G für dieses Ziel zu nutzen. Um dies zu erreichen ist Gegenstand des ersten Arbeitspakets des Projekts die empirische Betrachtung vom Einfluss von 5G auf die Arbeitswelt von technischen und kaufmännischen Ausbildungsberufen, sowie von Chancen für die Bildung selbst. Einen Überblick über diese Ergebnisse soll diese Zusammenfassung liefern.

Dabei wird im zweiten Kapitel die Analyse der technischen Berufe vorgestellt, welche die qualitativen Experteninterviews und die quantitative Befragung umfasst. Analog werden im dritten Kapitel die Ergebnisse der kaufmännischen Perspektive vorgestellt. Im vierten Kapitel werden die Erkenntnisse dieser beiden Analysen miteinander verknüpft und betrachtet, inwiefern ähnliche und unterschiedliche Ansprüche an technische und kaufmännische Auszubildende gestellt werden, sowie Schlussfolgerungen für eine stärkere Verzahnung abgeleitet. Im fünften Kapitel werden Handlungsempfehlungen für die Erstellung der technischen, kaufmännischen und übergreifenden Lernszenarien gegeben, indem die empirischen Ergebnisse jeweils als Zielbilder aufbereitet werden.

## **2 Zusammenfassung der Analyse technischer Berufe**

### **2.1 Qualitative Erhebung**

Zu Beginn des Arbeitspaketes eins steht nach einer literaturbasierten Einarbeitung in das Thema industrielles 5G die qualitative Erhebung, welche explorativer Art ist. Im Folgenden sind deren Ergebnisse zusammenfassend dargestellt.

#### **2.1.1 Diskussion der empirischen Untersuchung**

##### **Bedeutung und Probleme von 5G**

In der betrachteten Literatur werden hauptsächlich die Vorteile von 5G dargestellt und darauf aufbauend eine große Bedeutung durch die damit möglichen Anwendungen impliziert. Des Weiteren wird 5G zu den Vorgängergenerationen des Mobilfunks bezüglich der Performanz und Möglichkeiten, sowie des Entwicklungsprozesses deutlich abgegrenzt. Dies sieht ein Teil der Interviewpartner\*innen ähnlich. Sie schreiben 5G dabei ebenfalls eine hohe Bedeutung zu. In der Literatur werden die Dimensionen eMBB (mobiles Breitband), uRLLC (ultrazuverlässige Kommunikation mit geringer Latenz) und mMTC (massenweise Kommunikation von Maschinen) als vollständig dargestellt, weshalb sie die erzielten Anwendungsfälle von 5G abdecken würden. Zwei Interviewpartner\*innen schreiben 5G hingegen keine sonderlich große Bedeutung zu. Dabei widersprechen sie nicht den eben genannten Punkten, sondern sind der Meinung, dass die Möglichkeiten von 5G schlicht nicht für den Einsatz im eigenen Unternehmen sprechen. Die Frage, ob 5G eingesetzt werden soll, müsse für jede industrielle Anwendung einzeln beantwortet werden, zudem seien die Spezifikationen für die entsprechenden Anwendungen nicht nötig oder für manche Anwendungen die Spezifikationen nicht ausreichend. Ein weiteres Problem sei, dass die Unternehmen keine Erfahrung beim Einsatz von Mobilfunk hätten.

Für die zukünftige Bedeutung lassen sich daraus mehrere Schlüsse ziehen. Der Aspekt, dass Unternehmen bisher keine Erfahrungen zum industriellen Einsatz von Mobilfunk gemacht haben, lässt sich nur durch den Einsatz selbst und dem damit verbundenen Aufbau von Kenntnissen ändern. Die Unternehmen sind dadurch selbst in der Verantwortung den industriellen Einsatz von 5G zu ermöglichen. Die Verantwortung andere Argumente, die gegen den Einsatz von 5G und somit gegen eine große Bedeutung sprechen, hat 5G selbst. So besteht das Potenzial den Einsatz von 5G für weitere Anwendungen durch zukünftige Releases zu ermöglichen. Auch die Kosten für das 5G-Netz und Equipment müssen sinken, um es für weitere Anwendungen attraktiver zu machen. Diese Entwicklung ist in den kommenden Jahren zwar zu erwarten, allerdings lässt sich

nicht einschätzen, ob die Kosten ausreichend stark sinken werden. Ein weiterer Aspekt, der für eine größere Bedeutung von 5G nötig ist, sind steigende Anforderungen an die Performanz drahtloser Kommunikation. Für viele bisherige Anwendungen sind andere Funktechnologien, wie beispielsweise Wi-Fi, ausreichend. Steigende Anforderungen würden hingegen den Einsatz des teureren, dafür aber performanteren, 5G-Mobilfunks nötig machen.

### **Vergleich zu anderen Funktechnologien**

5G soll durch die verschiedenen Performanzdimensionen für möglichst viele Anwendungsfälle geeignet sein. Insgesamt ist es dabei in allen Dimensionen sehr performant. Dies ist allerdings in vielen Fällen nicht nötig, was beispielsweise viele der Anwendungen betrifft, die aktuell mit anderen Drahtlosttechnologien realisiert werden. Auch in Zukunft sollen daher andere Technologien zum Einsatz kommen, wobei diese beispielsweise parallel zu 5G betrieben werden sollen. 5G wird damit aus Sicht der Interviewpartner\*innen trotz der Möglichkeiten nicht die einzige Funktechnologie werden.

### **Auswirkungen auf die Industrie und Dauer bis zum industriellen Einsatz**

Wie in der Diskussion zu der Bedeutung und den Problemen von 5G gibt es unter den Interviewteilnehmer\*innen stark unterschiedliche Meinungen zu den Auswirkungen auf die Industrie. Einerseits wird 5G, wie in der betrachteten Literatur, als entscheidend für die vierte industrielle Revolution dargestellt. Außerdem werden weitere mehr oder minder weitreichende Veränderungen durch 5G genannt. Auf der anderen Seite sehen die Interviewpartner\*innen, welche 5G keine große Bedeutung zuweisen auch keine Auswirkungen auf die Industrie.

### **Anwendungen und deren Einfluss auf die Facharbeit**

Bei den Tätigkeiten und den Anwendungen mit direktem Einfluss auf die Facharbeit lassen sich drei Einschätzungen als Typen identifizieren. Der erste Typ beschreibt industrielle Anwendungen, die den Menschen bei seiner Arbeit unterstützen. Beispiele dafür sind Assistenzsysteme wie beispielsweise Datenbrillen, welche in Kombination mit VR (Virtual Reality) oder AR (Augmented Reality) zur Erleichterung der Arbeit oder zur Steigerung der Effizienz eingesetzt werden. Auch die Fernsteuerung von Robotern zur Ausführung gefährlicher oder gesundheitsschädlicher Arbeiten zählt hierzu. Zum zweiten Typ gehören Anwendungen von 5G, durch die zuvor durch Menschen ausgeführte Arbeiten wegfallen, wie der Einsatz von autonomen Flurförderfahrzeugen zum Transport von Waren oder die Durchführung von Dienstreisen, welche auch als Fernwartung durchgeführt werden können. Der dritte Typ beschreibt Aufgaben, die erst durch den Einsatz von 5G und Computersystemen, und/oder eventuell auch anderen technischer Infrastruktur, möglich werden. Darunter zählen Cloud Computing, die Erstellung digitaler Zwillinge oder auch Maschine-zu-Maschine-Kommunikation.

### **Neue Tätigkeiten und Anforderungen**

Als (zukünftige) 5G-spezifische Tätigkeiten werden in den Interviews lediglich die Planung, der Aufbau und die Betreuung des 5G-Netzes genannt. Stattdessen stehen die meisten genannten neuen Aufgaben und Anforderungen nur in indirektem Bezug zu 5G. Der Umgang mit Daten, sowie digitales Arbeiten und komplexes Denken werden als wichtigere Veränderung gesehen als die Nutzung von Mobilfunk oder 5G. 5G ermöglicht allerdings den Einsatz anderer Technologien durch die schnelle und zuverlässige Übertragung von Daten und hat damit indirekte Auswirkungen auf neue Aufgaben und Anforderungen. Viele der genannten zukünftig nötigen Kompetenzen entsprechen dabei der sogenannten Netzkompetenz, die wie folgt beschrieben wird. „Sie steht für die Entwicklung eines verantwortungsbewussten und reflektierten Handelns und Kommunizierens auf online und offline Ebenen in beruflichen sowie gesellschaftlichen Zusammenhängen. Sie steht für die Sensibilisierung und Durchsicht komplexer werdender Sachverhalte, deren Grenzen durch die Digitalisierung und informationstechnische Vernetzung verblassen.“ (Gebhardt 2017). Sowohl in den Interviews als auch bei der Netzkompetenz werden beispielsweise ein Basisverständnis von IT, digitale Kommunikationskompetenz, digitale Informationsbeschaffung, sowie interdisziplinäres Denken gefordert. Der Begriff Netzkompetenz wird allerdings in den Interviews nicht verwendet. Die Vermittlung beruflich angewandter digitaler Kompetenzen soll unter anderem durch Zusatzqualifikationen erreicht werden. Zwei Zusatzqualifikationen gehen dabei explizit auf den von den Interviewpartner\*innen geforderten Umgang und die Auswertung von Daten ein. Bei der Systemintegration, welche für die industriellen Metallberufe angeboten wird, sind der Aufbau cyberphysischer Systeme und die Analyse von Störungen ein Bestandteil. Noch zentraler ist die Datenauswertung bei der Zusatzqualifikation Digitale Vernetzung für die industriellen Elektroberufe, da bei dieser die Analyse von Störungen und insbesondere die Auswertung von System-, Diagnose- und Prozessdaten Bestandteile sind. Es ist damit für Auszubildende der Metall- und Elektroberufe grundsätzlich möglich Kompetenzen hinsichtlich des Umgangs mit Daten zu erwerben. Allerdings steht bei keiner der Zusatzqualifikationen eine drahtlose Datenübertragung im Vordergrund.

### **Thematisierung in und Vorteile für die Ausbildung**

Die Ansichten, ob und/oder in welcher Art 5G in der technischen Ausbildung thematisiert werden sollte, sind ähnlich verschieden wie bei der Frage nach der Bedeutung von 5G. Auch die Meinungen der einzelnen Interviewpartner\*innen sind bei den beiden Themen sehr ähnlich, was auf einen Zusammenhang schließen lässt. Als eine Art der Thematisierung wird von den Interviewpartner\*innen eine Zusatzqualifikation 5G befürwortet. Da auf diese Weise der Umfang der anderen Ausbildungsinhalte nicht gekürzt werden muss. Ein nicht genannter Nachteil bei der Thematisierung als Zusatzqualifikation ist allerdings, dass bei weitem nicht alle Schülerinnen und Schüler mit 5G in Kontakt kommen.

Die in den Interviews genannten Vorteile für die Ausbildung selbst scheinen klar für den Einsatz zu sprechen. Die Nutzung von 5G würde dabei außerdem Einstiegspunkte bieten, es direkt zu thematisieren, da die Einsatzmöglichkeiten bereits veranschaulicht wären. Einige Interviewpartner\*innen skizzieren dabei den schulischen Einsatz von 5G für Büroanwendungen und die Nutzung digitaler Plattformen. Ob 5G für diese Zwecke vermehrt eingesetzt wird, ist allerdings aufgrund der höheren Kosten im Vergleich zu anderen Drahtlostechnologien fraglich, was in anderen Interviews betont wird.

### 2.1.2 Gesamteinschätzung der Bedeutung von 5G

Insgesamt lassen sich in den Interviews zwei Arten von Einschätzungen erkennen. Ein Teil der Interviewteilnehmer\*innen schreibt 5G eine hohe zukünftige Bedeutung zu, der andere Teil eine geringe. Diese entgegengesetzten Einschätzungen lassen sich auf zwei Arten interpretieren. 5G könnte sich aufgrund der Vorteile in manchen Wirtschaftssparten als fester Bestandteil der Kommunikation etablieren, in anderen Sparten jedoch weniger geeignet sein als andere Funktechnologien. Die Interviewteilnehmer\*innen wären in diesem Fall in den unterschiedlichen Sparten anzusiedeln. Anders interpretiert stellt sich 5G in Zukunft insgesamt als wenig oder sehr bedeutsam heraus, wodurch sich die unterschiedlichen Einschätzungen als zutreffend oder nicht zutreffend erweisen würden. Hinsichtlich der Anwendungen und deren Einfluss auf die Facharbeit lässt sich ein positives Fazit ziehen. Allein die Arbeiten vom zweiten Typ, welche menschliche Arbeiterinnen und Arbeiter ersetzen, könnten kritisch gesehen werden, allerdings bieten diese die Möglichkeit beispielsweise gesundheitsschädliche Arbeiten zu vermeiden. Des Weiteren können aufgrund der wegfallenden Arbeiten und den unterstützenden Anwendungen aus Kategorie Eins Facharbeiterinnen und Facharbeiter komplexere Arbeiten übernehmen, wodurch eine Aufwertung der Ausbildungsberufe ermöglicht wird. Auch die Einflüsse auf die Industrie von Anwendungen der dritten Kategorie haben durch die entstehenden Möglichkeiten einen positiven Einfluss.

Die Tatsache, dass aus den Interviews nicht ersichtlich wurde, welche konkreten Ausbildungsberufe verstärkt mit 5G Kontakt haben werden, kann damit zusammenhängen, dass 5G aktuell noch nicht verstärkt eingesetzt wird, weshalb sich die Aufgabenfelder der einzelnen Ausbildungsberufe bezüglich 5G noch herauskristallisieren müssen.

In Anbetracht der geforderten Kompetenzen hinsichtlich der Datenverarbeitung und -auswertung kann geschlussfolgert werden, dass der Transport der Daten ebenfalls einen hohen Stellenwert erhalten wird. Für die Umsetzung zukünftiger Anwendungen ist davon auszugehen, dass die benötigten Datenmengen und der Anspruch an die Kommunikationstechnologie steigen werden. 5G wird diesen hohen Ansprüchen gerecht. Es stellt sich somit die Frage, ob die Performanz dementsprechend aktuell nur noch nicht gebraucht wird und sich dies in naher Zukunft ändert, was zum verstärkten Einsatz führen würde. Alternativ könnten bis zur Notwendigkeit einer performanten Kommunikation auch andere Drahtlostechnologien den Ansprüchen gerecht werden, wodurch 5G

eventuell weiterhin weniger eingesetzt werden würde. Dabei ist zu erwähnen, dass 5G nicht für die Umsetzung von Anwendungen entwickelt wurde, welche sich schon zum jetzigen Zeitpunkt mit beispielsweise Wi-Fi oder Bluetooth umsetzen lassen und dementsprechend in diesen Bereichen auch höchstwahrscheinlich nicht zum Einsatz kommen wird.

Auch wenn die Thematisierung von 5G in der Ausbildung nicht von allen Interviewpartner\*innen als wichtig angesehen wird, so könnte 5G beispielhaft für drahtlose Kommunikation allgemein stehen und die Vorteile dieser verdeutlichen. Funktechnik könnte dadurch einen stärkeren Einzug in Unternehmen erfahren, wodurch neue kabellose Anwendungen realisiert werden könnten.

## 2.2 Quantitative Erhebung

Die Ergebnisse der quantitativen Erhebung, welche auf den qualitativen Interviews aufbaut, sind im Folgenden zusammengefasst.

### 2.2.1 Einordnung von 5G selbst

#### 2.2.1.1 Einsatz und Anwendungen im Einsatz

In der Untersuchung machen 68 Probanden zu ihrem Einsatzstand von 5G. Dabei zeigt sich folgendes Bild.

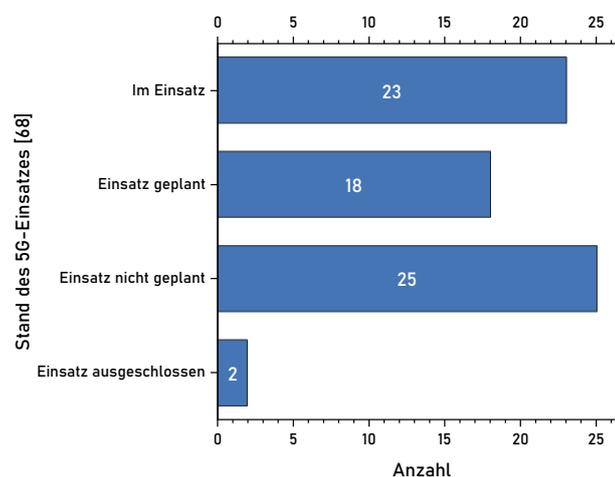


Abbildung 1 Anzahl der Probanden, die ein 5G-Netz im Einsatz haben, den Einsatz planen, nicht planen und ihn ausschließen.

Auch wenn der größte Teil keinen Einsatz von 5G plant, setzt es ein fast genauso großer Teil bereits ein. Dabei schließt nur ein verschwindend geringer Anteil den Einsatz aus.

Die 5G-Anwendungen, die in den Unternehmen der 32 Probanden, welche sich zu der Frage äußern, im Einsatz sind oder eingesetzt werden sollen, werden in die folgenden sechs Kategorien eingeteilt. Die Anzahl der Probanden, welche Anwendungen diese Kategorie nennen, ist in eckigen Klammern dargestellt. Die genaue Zuordnung ist dem Anhang beigelegt.

- Produktion & Automatisierung [7]
- Fahrzeuge & Logistik [9]
- Forschung & Demonstrationsanwendungen [6]
- Eigene Produkte/Dienstleistungen [6]
- Verbraucher-Endgeräte [3]
- (Unspezifisch) [8]

Von den zu Produktion/Automatisierung gezählten Anwendungen werden die folgenden konkreteren Anwendungen genannt. *Edge- Cloudcomputing*, *Messdatenübermittlung*, *Predictive Maintenance* und *Remote Maintenance Koffer mit Mixed Reality*. Im Bereich Fahrzeuge/Logistik stehen mit fünf Nennungen fahrerlose Transportsysteme im Vordergrund, wobei sowohl ferngesteuerte [2] als auch autonome genannt werden [2]. In der Kategorie Forschung & Demonstrationsanwendungen werden keine konkreten Angaben gemacht. Zu den Anwendungen der Hersteller wird von einem Probanden eine Vielzahl von Verbrauchergeräten genannt und von einem anderen der Bau und Betrieb privater Netze. Als genutzte 5G-Endgeräte werden Diensthandys, Mobilfunkendgeräte und Überwachungskameras genannt. Aus den Angaben, welche als unspezifisch einsortiert wurde lässt sich weder eine konkrete Anwendung ableiten noch eine detailliertere Kategorisierung vornehmen.

### 2.2.1.2 Kernaspekte

Hinsichtlich des Hauptmerkmals von 5G, welches es von anderen Kommunikationstechnologien unterscheidet ergibt sich durch die Fragestellung: „Inwieweit stimmen Sie der folgenden Aussage zu? Bei 5G steht hauptsächlich im Vordergrund...“ das in der folgenden Abbildung dargestellte Bild. Dabei wurden wie in den folgenden zwei Diagrammen zur Einschätzung von 5G und der Relevanz für ausgewählte Anwendungen die Teilnehmer\*innen entfernt, welche zuvor angegeben haben *Keine Erfahrung* mit 5G zu haben.

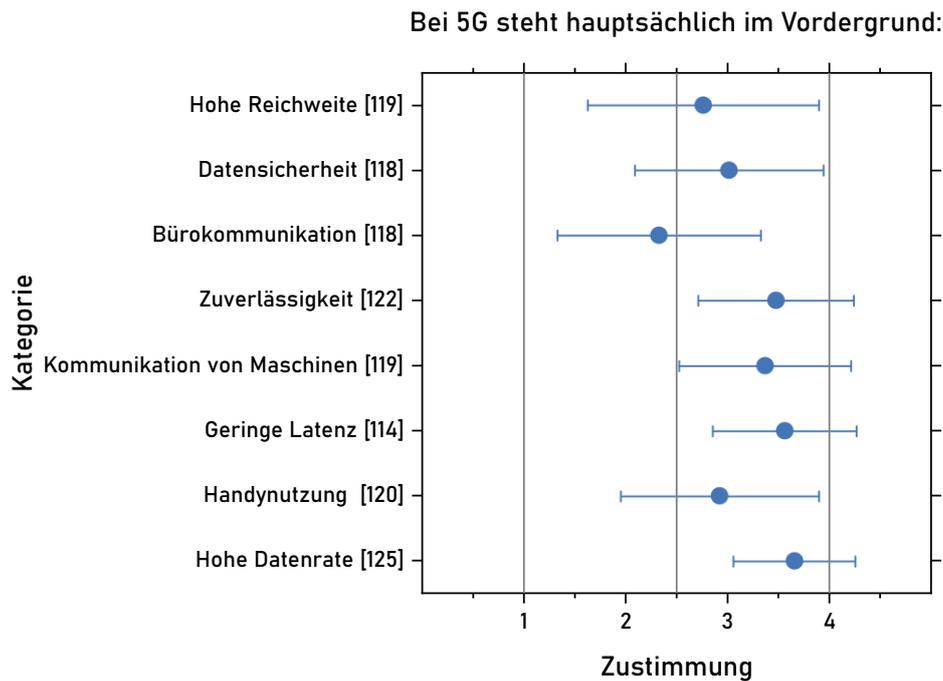


Abbildung 2 Einschätzung welche Aspekte bei 5G besonders im Vordergrund stehen (Skala durch äußere Hilfslinien bei 1 und 4 dargestellt; Skalenmitte durch mittlere Hilfslinie bei 2,5 dargestellt)

Die drei Performanzdimensionen eMBB (mobiles Breitband), uRLLC (kurze Latenz und hohe Zuverlässigkeit) und mMTC (massenweise Kommunikation von Maschinen) sind gemäß den Probanden besonders entscheidend, da diese Werte alle im Mittel zwischen *Stimme eher zu* und *Stimme zu* liegen. Die Mittelwerte zu den Items *Datensicherheit* und *Handynutzung* liegen im Bereich der Antwort *Stimme eher zu*, wobei die Standardabweichung noch größer ist als bei den drei Letztgenannten. Dies ist besonders markant, da es sich bei der Handynutzung um eine konkrete Anwendung und bei Datensicherheit um eine Eigenschaft handelt, sowie die Umfrage im Kontext der Bedeutung von 5G im beruflichen Umfeld stattfindet. Auffallend ist außerdem die niedrige Einschätzung der Relevanz der möglichen hohen Reichweite, da sich 5G durch diese deutlicher von einigen Konkurrenztechnologien wie WLAN abhebt als durch eine beispielsweise hohe Datenrate. Die absolut und relativ sehr hohe Standardabweichung zeigt dabei allerdings, wie uneinig sich die Probanden bei diesem Item waren. Das Item zur Bürokommunikation ist trotz der niedrigsten Bedeutung im Vergleich zu den anderen Items immer noch recht hoch hinsichtlich der eigentlich Angestrebten Anwendungen von 5G eingestuft, die im Bereich des klassischen Mobilfunks und dem industriellen Einsatz liegen.

### 2.2.1.3 Einordnung und Polaritäten von 5G

Auf die geforderte Einordnung von 5G zwischen Polaritäten ergibt sich das folgende Bild.

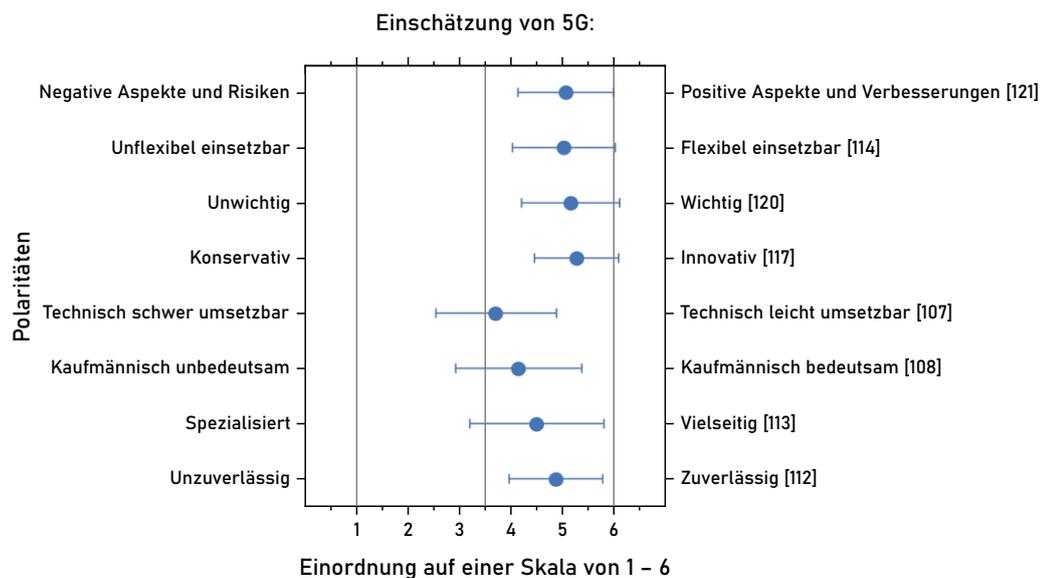


Abbildung 3 Polaritätenprofil zu 5G

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass 5G positiv eingeschätzt wird, was sowohl die Gesamteinschätzung im obersten Item des Diagramms als auch die anderen Items zeigen. Dabei wird 5G als besonders innovativ eingeschätzt, wobei sich die Probanden im Vergleich zu den anderen Items auch recht einig sind. Die vier weiteren Items, welche auf der Skala von eins bis sechs mit Hinblick auf die Standardabweichung zwischen vier und sechs eingeschätzt werden, sind wichtig-unwichtig, flexibel einsetzbar-unflexibel einsetzbar, Risiken-Verbesserungen und zuverlässig-unzuverlässig. Bei diesem Item war wahrscheinlich die kabelgebundene Kommunikation Vergleichsgegenstand, dessen Zuverlässigkeit eine Funktechnologie de facto nie erreichen kann, sodass die Einschätzung mit einem Durchschnitt von knapp fünf sehr hoch ist. Die ebenfalls hohe Einschätzung der Wichtigkeit verdeutlicht die Relevanz der frühzeitigen Beschäftigung und Verbreitung von 5G. Der Unterschied bei den Items zu Flexibilität und Vielseitigkeit zeigt, dass 5G anwendungsbezogen eher spezialisiert aber örtlich und zeitlich flexibel ist. Trotz der Einschätzung aus einem der technischen Interviews, dass die Umsetzung unter anderem durch fehlende Mobilfunkexperten erschwert sei, ist der Mittelwert beim Item zur Umsetzbarkeit recht neutral. Dies könnte bedeuten, dass für die reine Nutzung der Bedarf an solchen Experten weniger groß als ursprünglich eingeschätzt ist.

## 2.2.2 Anwendungen von 5G

Zu Beginn des technischen Teils der qualitativen Umfrage stehen verschiedene Anwendungen von 5G.

### 2.2.2.1 Relevanz von 5G für ausgewählte Anwendungen

Bei der Abfrage der Relevanz von Anwendungen, die aus den Interviews und der Literaturrecherche hervorgegangen sind, wurden folgende Ergebnisse erzielt.

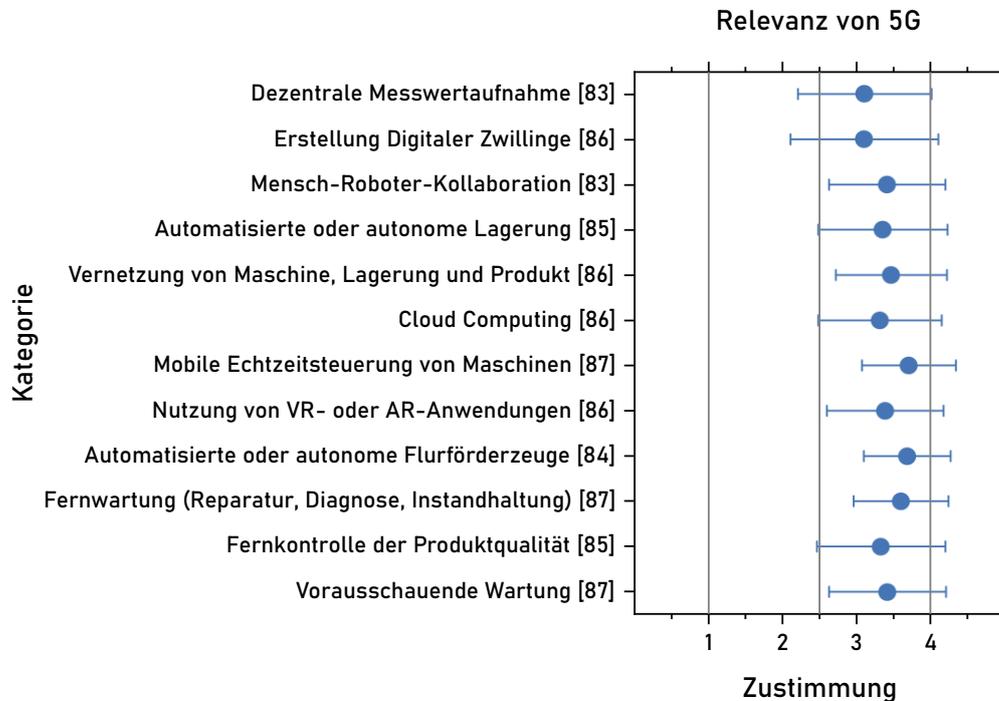


Abbildung 4 Relevanz von 5G für ausgewählte Anwendungen

Es fällt auf, dass alle Mittelwerte im Bereich zwischen drei und vier und damit zwischen *Stimme eher zu* und *Stimme zu* liegen. Dies bestätigt die Auswahl der Anwendungen. Inwieweit weitere relevante Anwendungen unberücksichtigt geblieben sind, wurde in der darauffolgenden offenen Frage erhoben, deren Darstellung im nächsten Absatz folgt.

Trotz der insgesamt hohen Zustimmungswerte ist erneut hervorzuheben, dass die Standardabweichungen auch bei diesem Satz an Items sehr hoch sind, wobei die Abweichungen hinsichtlich der Skala mit Maximalwert vier nicht sinnvoll sind. Die drei Items mit der höchsten Relevanz von 5G - der *mobilen Echtzeitsteuerung von Maschinen*, der *Automatisierung von Flurförderzeugen* und der *Fernwartung* - haben dabei relativ betrachtet kleinere Abweichungen mit circa eins und liegen im Bereich knapp über Mittelwerten von dreieinhalb. Das Item digitaler Zwilling hat insgesamt den niedrigsten Mittelwert und die höchste Standardabweichung, weswegen 5G dafür am wenigsten relevant, dies aber gleichzeitig am umstrittensten ist.

**Weitere relevante Anwendungen** [20], die im offenen Antwortformat angegeben werden, sind neben sehr allgemeinen oder im weiteren Sinn bereits in der geschlossenen Frage zur Relevanz aufgeführten Items: Datenerfassung in Echtzeit, „KI“, „Live Streaming [...]“, „[...] [Kompetenzsteigerung] durch die Vernetzung zweier

Personen/Teams“, „Roboter-Roboter-Kollaboration“ und „5G to WLAN“. Die weiteren Antworten sind dem Anhang beigefügt. Die Antworten Live-Streaming und Kompetenzsteigerung durch Vernetzung zweier Personen unterscheiden sich dabei zwar in den konkreten Situationen, hingegen nicht grundsätzlich in der technischen Realisierung.

#### 2.2.2.2 Anwendungen im beruflichen Umfeld

Zu den möglichen Anwendungen von 5G im beruflichen Umfeld haben ebenfalls Probanden [24] Angaben gemacht. Dabei lassen sich die Anwendungen in die folgenden Kategorien einteilen.

- AR & VR [4]
- Autonome Fahrzeuge & Fahrzeugkommunikation [3]
- Fernwartung [3]
- Datenerfassung & -auswertung [7]
- Fernsteuerung [5], davon Fahrzeugfernsteuerung [2]

Damit liegt der deutliche Fokus auf der Datenerfassung und -auswertung, wobei dies im Vergleich zur gesamten Stichprobe ein kleiner Teil ist. Weitere Angaben, welche inhaltlich konkret genug und auf industrielles 5G bezogen sind, werden in der folgenden Liste wiedergegeben.

- „Vernetzung von Maschinen/Anlagen, Lagersystemen und Produkten“
- „Handy, Laptop, [...] schnelles ERP-System, Kommunikation (schnelle Verbindung für Videokonferenzen) [...]“
- „[...] Vorausschauende Wartung, [...]“
- „Generelle Möglichmachung und maximale Flexibilisierung der Mobilen Arbeit [...]“
- „Alle der genannten. Jedoch insbesondere mit Fokus auf Campusnetze in der innerbetrieblichen Anwendung.“
- „Cloud-Computing“
- „Durchgängige 5G- basierte Ortung [...]“
- „Alle“
- „Analyse von bei Störungen [...]“
- „Nutzung von Cloud Computing / Mensch-Roboter-Kollaboration [...]“
- „[...] Windpark-Vernetzung, [...]“

Die Angabe der im beruflichen Umfeld der Teilnehmer\*innen einsetzbaren Anwendungen lässt dabei ansatzweise darauf schließen, welche möglichen 5G-Anwendungen auch zum Einsatz kommen könnten. Die vollständige Auflistung der Antworten ist im genauen Wortlaut im Anhang dargestellt.

#### 2.2.2.3 Technisches Hintergrundwissen zu Anwendungen

Den Probanden, welche 5G als relevant für die jeweilige Anwendung eingeschätzt haben, wird zusätzlich die offene Frage gestellt, welches technische Hintergrundwissen beim

Einsatz von 5G für diese Anwendung nötig ist. Insgesamt wurden zu den zwölf Anwendungen 125 Angaben zum technischen Hintergrundwissen gemacht. Diese sind dem Anhang beigelegt und werden an dieser Stelle nicht weiter betrachtet, um den Rahmen dieser Zusammenfassung der Ergebnisse nicht zu übersteigen.

## 2.2.3 Ausbildungsberufe im Zusammenhang mit 5G

### 2.2.3.1 Vorteile von Anwendungen für die Ausbildungsberufe

Bezüglich der Potenziale des Lernens mit 5G haben die Probanden angegeben, ob sie bei vier aus den technischen Interviews gewonnenen 5G-Anwendungen erhebliche Vorteile für die berufliche Bildung sehen. Die gemittelten Antworten sind im folgenden Diagramm dargestellt.

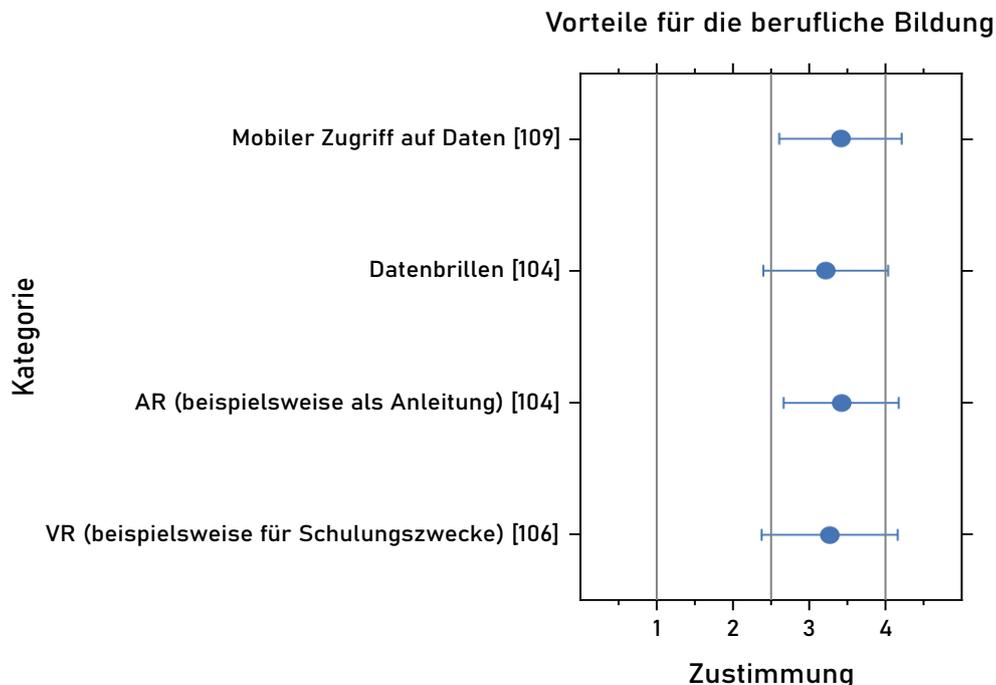


Abbildung 5 Einschätzung der Vorteile von 5G für die berufliche Bildung ausgewählter Anwendungen

Bei diesen Items liegen die alle Mittelwerte im Bereich zwischen drei und dreieinhalb und somit im Bereich *Stimme eher zu*. Auch die Größen der Standardabweichungen sind ähnlich. Die Probanden schätzen damit den mobilen Datenzugriff, sowie den Einsatz von Datenbrillen, AR und VR als ähnlich hoch ein. Insbesondere die Tatsache, dass AR gegenüber reinen Datenbrillen trotz deutlich komplexerer Technik in dieser Erhebung kaum messbare Mehrwerte mit sich bringt, ist hervorzuheben. Zudem scheint

hinsichtlich der Vorteile von rein virtueller gegenüber einer angereicherten Realität kein großer Unterschied zu liegen.

### 2.2.3.2 Kontakt von Berufen zu 5G

Innerhalb der technischen Interviews konnten keine konkreten Ausbildungsberufe identifiziert werden konnten, welche mit 5G verbundene Aufgaben ausführen. Während der quantitativen Erhebung wurden hingegen als Antworten auf eine geschlossene Frage bezüglich des Kontakts ausgewählter Ausbildungsberufe folgende Ergebnisse erzielt.

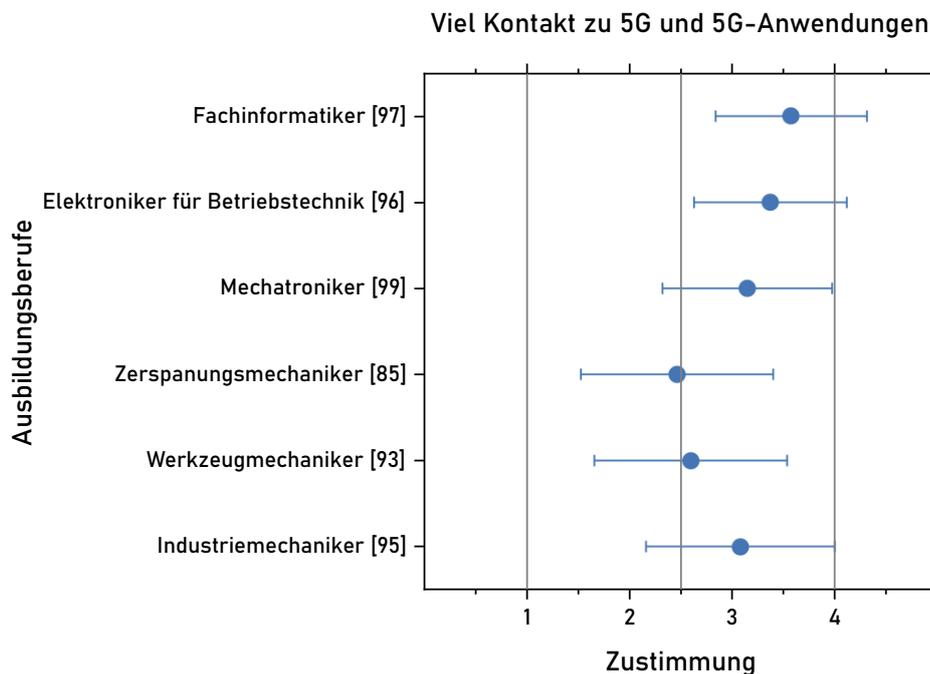


Abbildung 6 Einschätzung wie stark ausgewählte Ausbildungsberufe Kontakt zu 5G haben werden

Dabei zeigen sich klar Unterschiede zwischen den Ausbildungsberufen, auch wenn die Standardabweichung sehr groß ist. Den engsten Kontakt zu 5G und dessen Anwendungen werden laut den Probanden die Fachinformatiker\*innen mit einem Mittelwert über dreieinhalb haben. Dies könnte damit zusammenhängen, dass 5G als datengetriebenes Thema angesehen wird. Dem Kontakt von Elektroniker\*innen für Betriebstechnik wird vor den Mechatroniker\*innen und Industriemechaniker\*innen ebenfalls zugestimmt. Im Gegensatz dazu liegen Werkzeug- und Zerspanungsmechaniker\*innen im neutralen Bereich und weisen einen deutlichen Abstand zu den anderen Berufen auf. Zu Letzteren haben zudem deutlich weniger Probanden eine Einschätzung abgegeben.

### 2.2.3.3 Übernahme von 5G-Aufgaben von Berufen

Aus den technischen Interviews wurden eine Reihe an Aufgaben, welche direkt oder indirekt mit 5G in Verbindung stehen, gewonnen. Diese wurden von den Probanden hinsichtlich der Übernahme durch technische Ausbildungsberufe eingeschätzt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

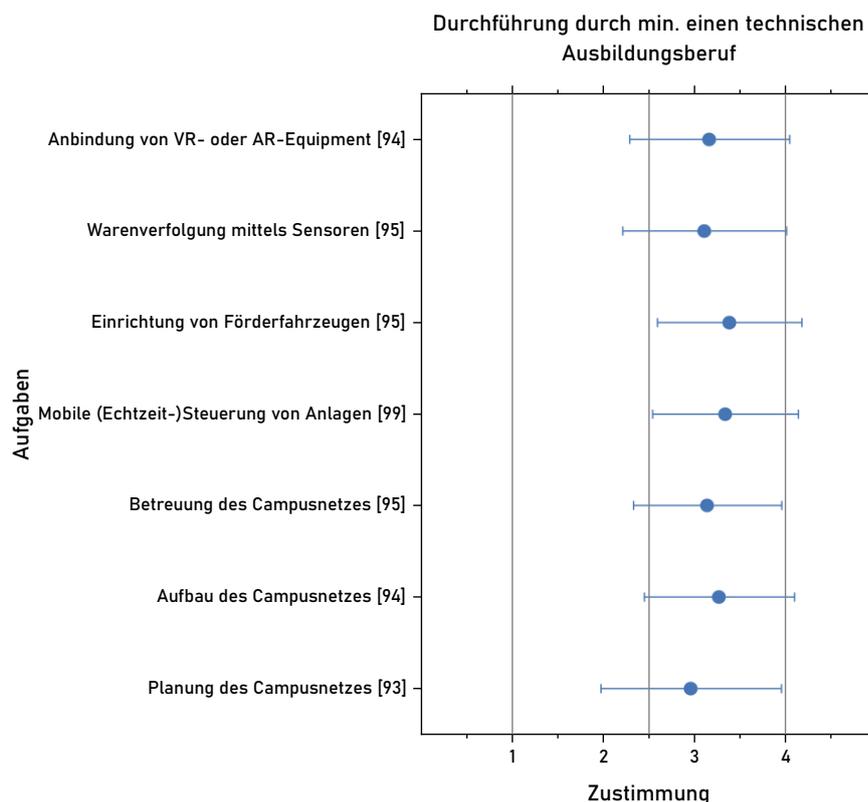


Abbildung 7 Einschätzung ob ausgewählte Aufgaben im Zusammenhang mit 5G durch mindestens einen Ausbildungsberuf durchgeführt werden

Die Mittelwerte liegen wie bei fast allen Items zuvor hauptsächlich im Bereich zwischen drei und dreieinhalb mit hoher Standardabweichung. Alle Aufgaben scheinen daher zumindest zum Teil durch einen technischen Ausbildungsberuf übernommen zu werden. Es lässt sich jedoch keine eindeutige Rangordnung festlegen.

Die Probanden, welche bei den einzelnen Aufgaben *Stimme eher zu* oder *Stimme zu* angegeben haben, wurde zusätzlich die Frage angezeigt welcher Beruf, beziehungsweise welche Berufe der bereits bei der vorherigen Frage Betrachteten diese Aufgaben übernehmen. Die Ergebnisse werden im Folgenden einzeln betrachtet. Der orange eingefärbte Teil der Balken steht dabei für den Teil der Probanden, welcher dem jeweiligen Ausbildungsberuf die Übernahme derjenigen Aufgabe zuschreibt. Der grüne Teil hingegen tut dies nicht, wobei der hellgrüne Teil das Item gar nicht angezeigt bekommt, weil

bei der vorherigen Frage angegeben wurde, dass die jeweiligen Aufgaben *nicht* oder *eher nicht* von den Ausbildungsberufen übernommen werden.

### Industriemechaniker

Bei den Industriemechanikern ergibt sich folgendes Bild.

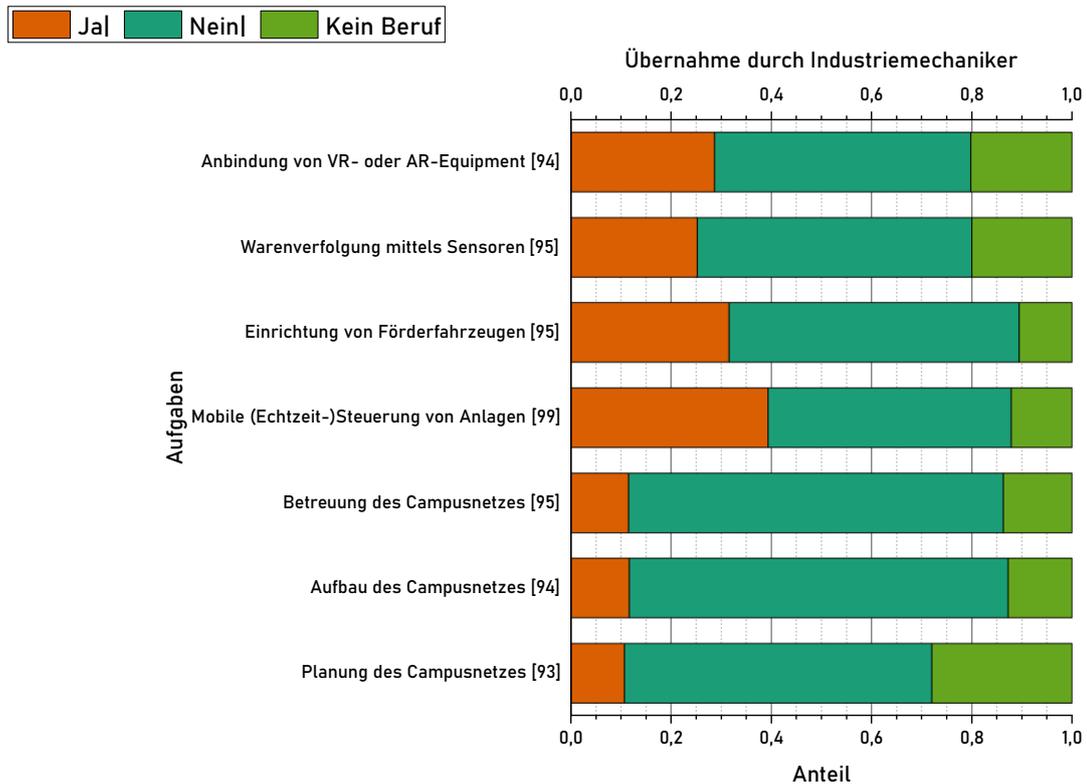


Abbildung 8 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Industriemechanikern zuordnen

Bei keiner der aufgeführten Aufgaben geben mehr als die Hälfte der Probanden an, dass sie von Industriemechanikern übernommen wird. Die Aufgaben, welche nur indirekt mit 5G in Verbindungen stehen, haben dabei trotzdem deutlich höhere Anteile als die direkten 5G-Aufgaben, welche lediglich bei 10% liegen, wie die Betreuung des Campusnetzes. Die Aufgabe, welche den größten Anteil an Zustimmung aufweist, ist die Mobile Echtzeitsteuerung von Anlagen mit knapp 40% gefolgt von der Einrichtung von Förderzeugen mit gut 30%.

### Werkzeugmechaniker

Bei den Werkzeugmechanikern ergibt sich hingegen ein deutlich anderes Bild. Hier liegt der größte Anteil bei den Aufgaben Anbindung von VR- und AR-Equipment, *Einrichtung von Förderzeugen* und *Mobile (Echtzeit-)Steuerung von Anlagen* bei circa 20%. Die direkt auf 5G-Campusnetzen bezogenen Items bewegen sich lediglich um 5%.

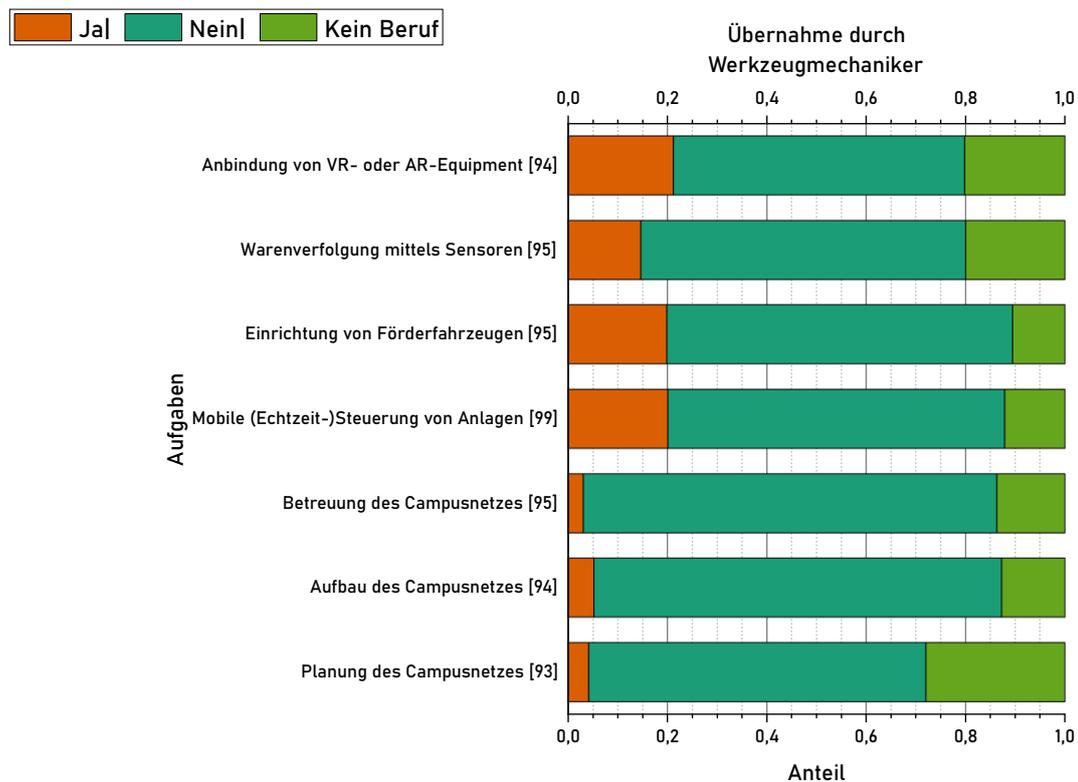


Abbildung 9 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Werkzeugmechanikern zuordnen

### Zerspanungsmechaniker

Bei den Zerspanungsmechanikern ergeben sich ähnliche Ergebnisse.

Bei 20% liegen allerdings nur noch die Aufgaben zum *VR- und AR-Equipment* und der *mobilen Steuerung von Anlagen*. Die restlichen Items liegen unter 10%. Insgesamt haben die Zerspanungsmechaniker\*innen bezogen auf die ausgewählten Aufgaben den wenigsten Kontakt zu 5G-bezogenen Aufgaben.

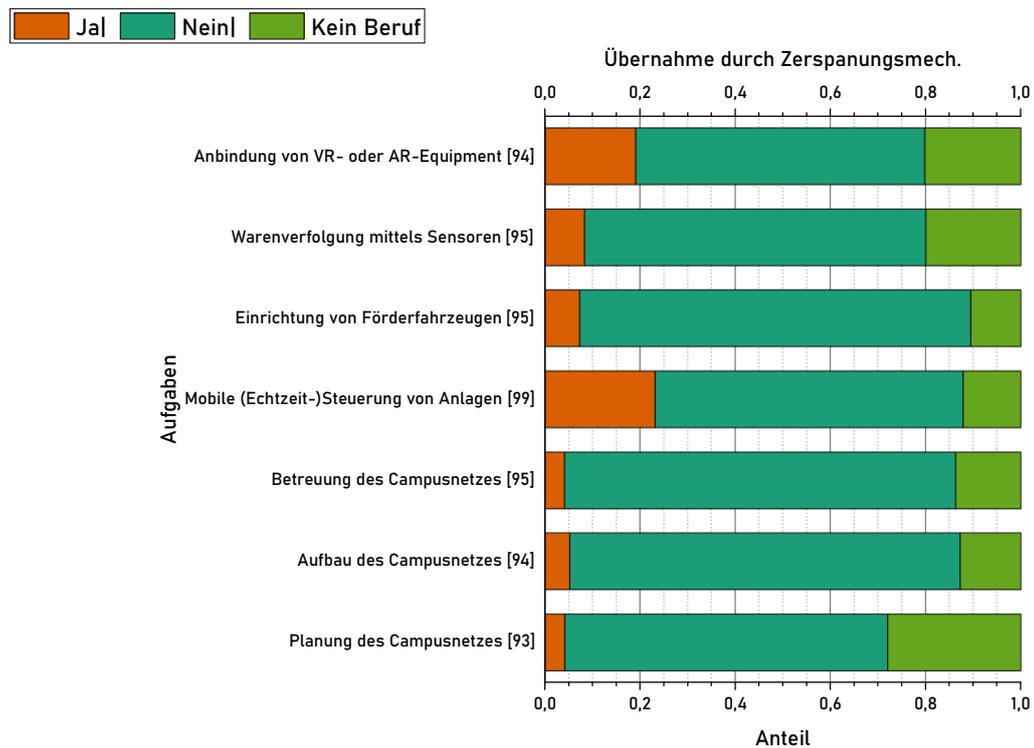


Abbildung 10 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Zerspanungsmechanikern zuordnen

### Elektroniker für Betriebstechnik

Für Elektroniker für Betriebstechnik geben deutlich mehr Probanden an, dass jene an den ausgewählten Aufgaben beteiligt sind, wie in der zugehörigen Abbildung zu sehen ist.

Keine der Aufgaben liegt dabei unter einem Anteil von 30%, was höher ist als der maximale Anteil bei allen Aufgaben für die Werkzeug- und Zerspanungsmechaniker\*innen. Die Anteile bei den Items *Einrichtung von Förderzeugen* und *Aufbau des Campusnetzes* liegen zudem knapp über 50%. Auch wenn immer noch ein großer Teil der Probanden diese Meinung nicht teilt, könnte davon ausgegangen werden, dass eine Beteiligung bei diesen Aufgaben stattfindet.

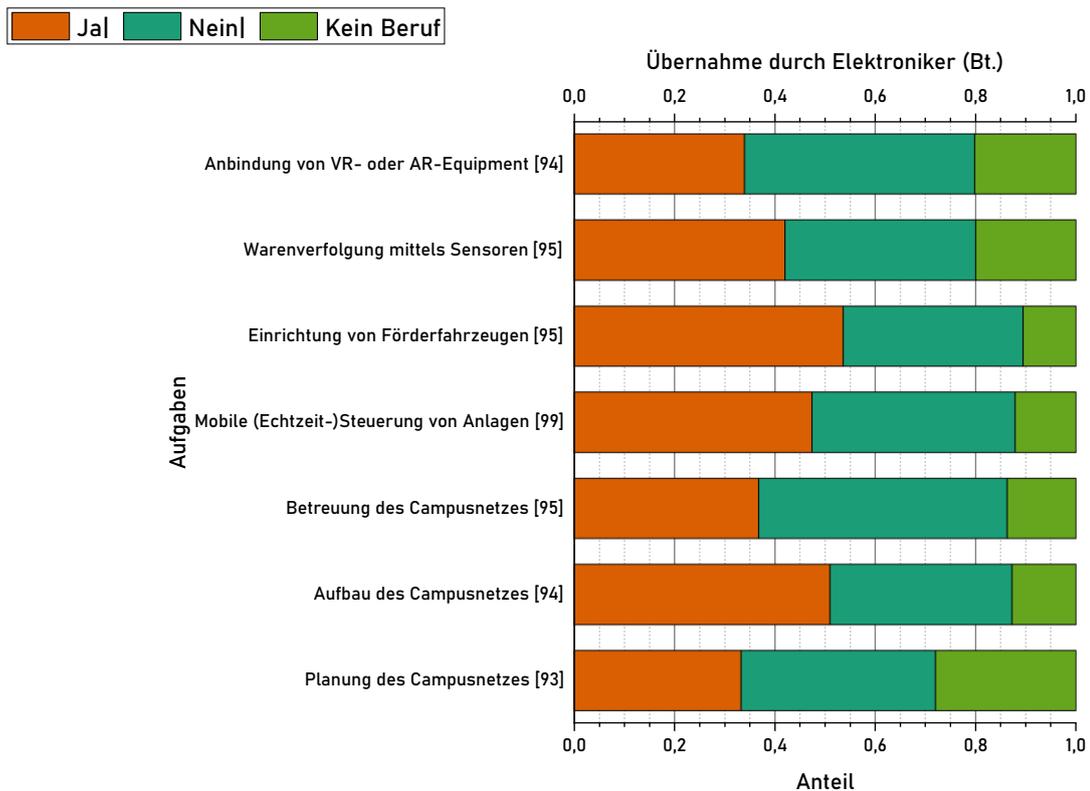


Abbildung 11 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Elektronikern für Betriebstechnik zuordnen

### Mechatroniker

Die Einschätzungen, dargestellt in der folgenden Abbildung, bei den Mechatronikern weisen hingegen eine deutlich größere Spannweite auf.

Dabei ist der zustimmende Anteil bei den Items zur *Einrichtung von Förderzeugen* und *mobilen Steuerung von Anlagen* im Bereich von 40%–50% am höchsten, was im Vergleich zu den Mechanikerberufen hohe Anteile darstellt. Im Mittelfeld auf diesen Beruf bezogen liegen die Items zu *VR- und AR-Anbindung* ( $\approx 30\%$ ), *Warenverfolgung* ( $\approx 30\%$ ) und *Aufbau des Campusnetzes* ( $\approx 25\%$ ). Die beiden restlichen Items liegen bei circa 10%.

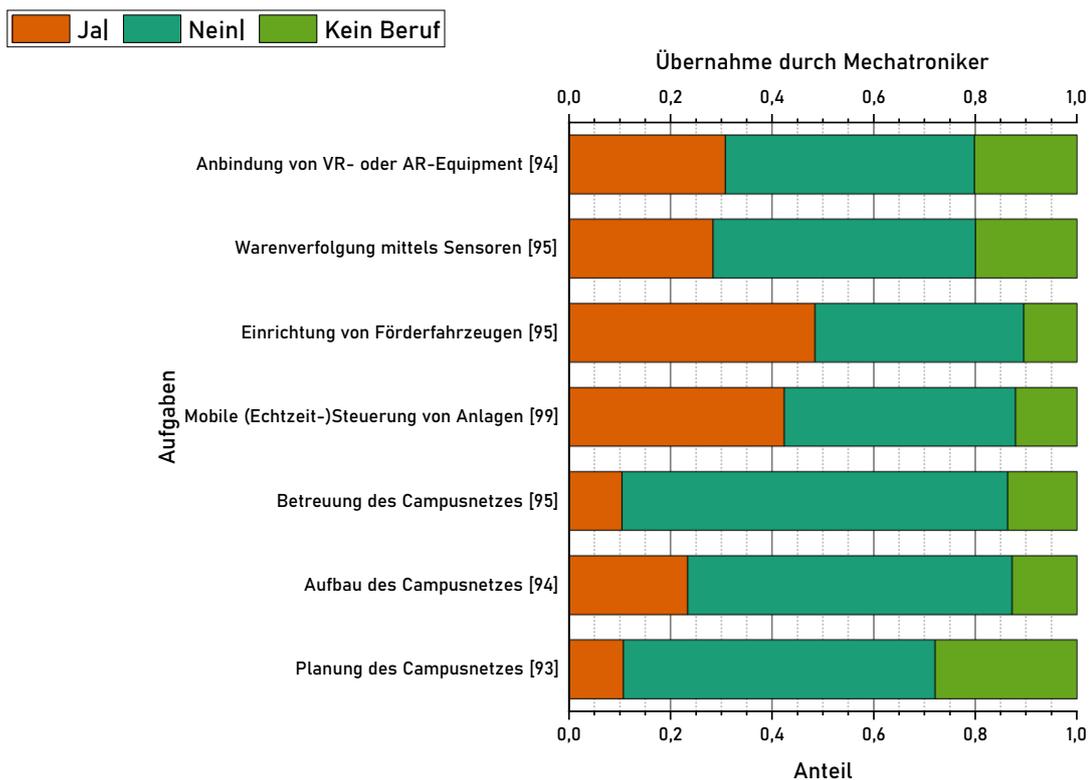


Abbildung 12 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Mechatronikern zuordnen

### Fachinformatiker

Im Vergleich zu den anderen Berufen weisen die Fachinformatiker die höchsten Werte auf. Die Ergebnisse sind im folgenden Diagramm dargestellt.

Dabei lassen sich zwei Bereiche identifizieren. Im höheren Bereich zwischen 55% und 60% liegen die Campusnetzaufgaben und die Anbindung von VR- oder AR-Equipment. Gerade beim Item *Planung des Campusnetzes* ist der *Nein*-Anteil besonders gering.

Im niedrigeren Bereich zwischen 35% und 45% liegen die restlichen drei Items. Insgesamt wird in Hinblick auf die ausgewählten 5G-Aufgaben dem Fachinformatiker die höchste Beteiligung zugeschrieben.

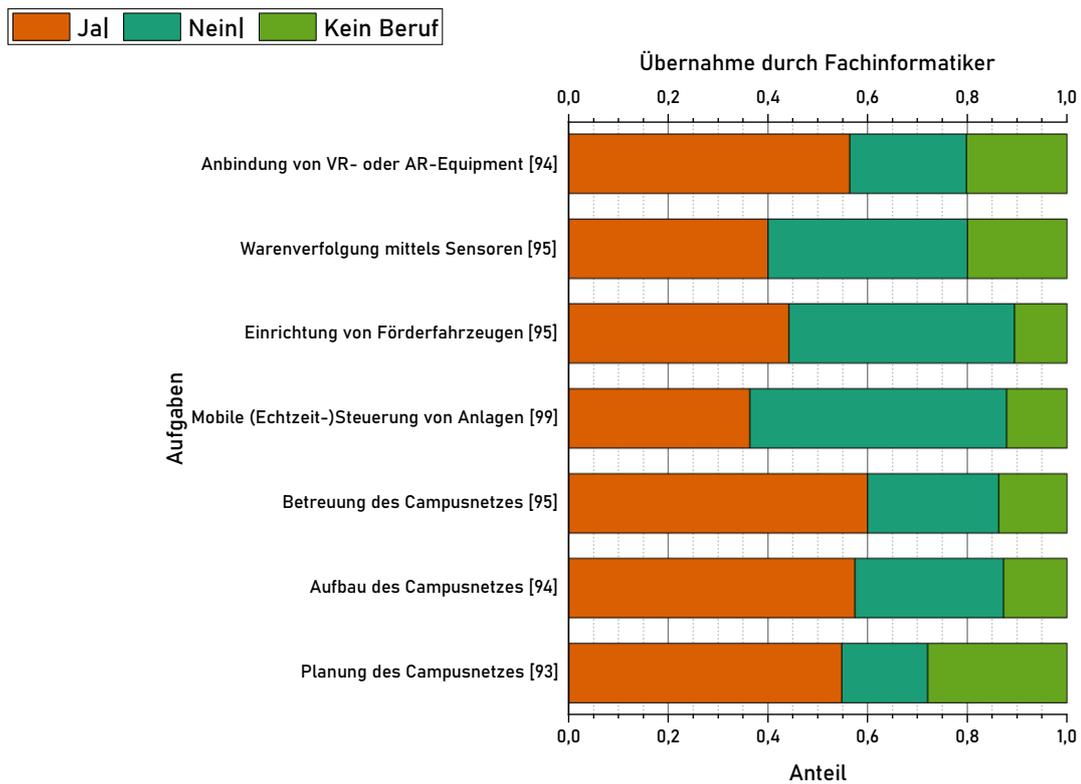


Abbildung 13 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Fachinformatikern zuordnen

### 2.2.3.4 Auflistung der Aufgaben mit zugeordneten Berufen

Nach Betrachtung aller Ausbildungsberufe lassen sich die Aufgaben den betrachteten Berufen zuordnen, auch wenn dies nicht bedeutet, dass keine weiteren Ausbildungsberufe daran beteiligt sind. Die Zuordnung ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Aufgabe	Beruf
Anbindung von VR- oder AR-Equipment	Fachinformatiker
Warenverfolgung mittels Sensoren	Elektroniker für Betriebstechnik
Einrichtung von Förderzeugen	Elektroniker für Betriebstechnik
Mobile (Echtzeit-)Steuerung von Anlagen	Elektroniker für Betriebstechnik
Betreuung des Campusnetzes	Fachinformatiker
Aufbau des Campusnetzes	Fachinformatiker
Planung des Campusnetzes	Fachinformatiker

Abbildung 14 Berufe, denen der größte Anteil der Probanden eine Durchführung der jeweiligen Aufgabe zuschreibt

Es zeigt sich, dass gemäß den Probanden vorrangig Fachinformatiker und Elektroniker für Betriebstechnik die betrachteten Aufgaben übernehmen werden.

## 2.2.4 Zukünftige Anforderungen

Neben den mit 5G verbundenen Aufgaben ist es unter anderem für die Erstellung von Lernsituationen relevant, welche Kompetenzen und Anforderungen aktuell und zukünftig von den technischen Fachkräften erwartet, beziehungsweise an diese gestellt werden. Im Fragebogen werden daher aufbauend auf der Literaturanalyse und der qualitativen Erhebung Kompetenzen im Zusammenhang mit 5G und die Relevanz des Umgangs mit Daten als eng mit 5G verknüpfte Aufgabe thematisiert.

### 2.2.4.1 IKT-Kompetenzen

Zur Einordnung des Niveaus der nötigen Kompetenzen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie wurde die Systematik der OECD verwendet. Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse, nachdem die „grundlegenden IKT-Kompetenzen“ mit 1, „anwendungsbezogene IKT-Kompetenzen“ mit 2 und „professionelle IKT-Kompetenzen“ mit 3 und „keine“ IKT-Kompetenzen mit 0 kodiert wurden. Da es an dieser Stelle lediglich um einen groben Vergleich der verschiedenen Berufe geht, ist diese Skalentransformation zulässig. Die Resultate sind im folgenden Diagramm dargestellt.

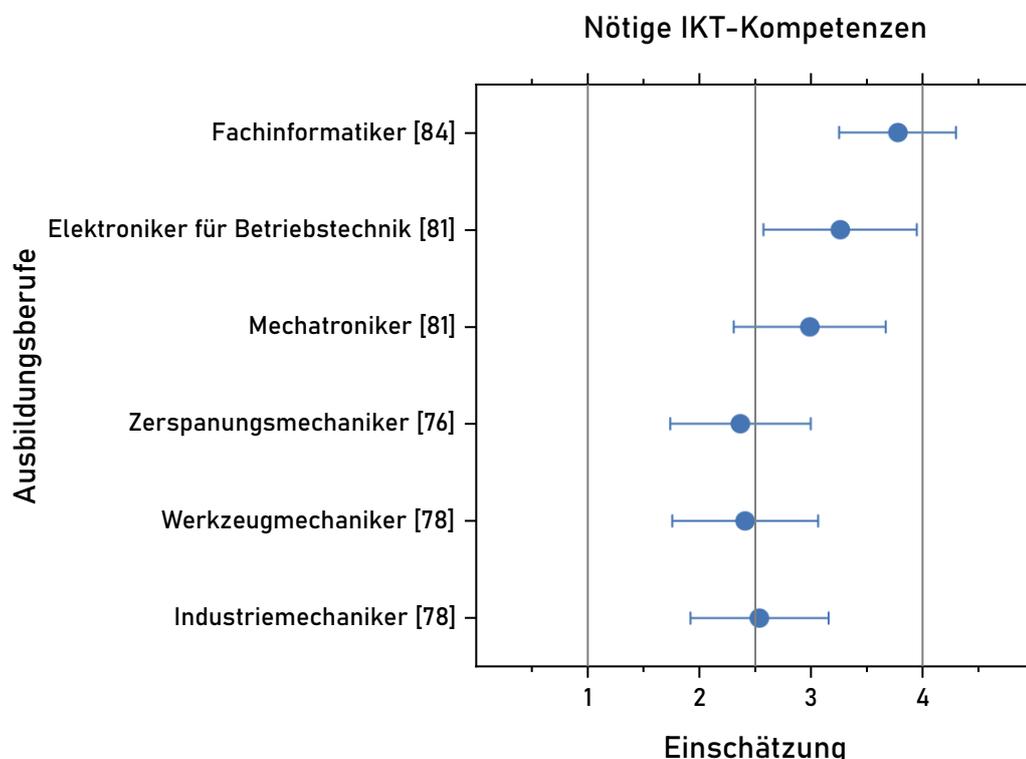


Abbildung 15 Einschätzung welche Art (Niveau) von IKT-Kompetenzen die ausgewählten Ausbildungsberufe benötigen.

Es zeigt sich eine ähnliche Rangfolge wie die zur Ausführung der mit 5G verbundenen Aufgaben. Die Einschätzung spiegelt hingegen nicht die Einschätzung der Interviews wider, nach der beispielsweise der Umgang mit digitalen Werkzeugen für alle technischen Berufe relevant wird, da sich die Mechanikerberufe im Durchschnitt deutlich unter dem Niveau der anwendungsbezogenen IKT-Kompetenzen befinden, auch wenn die Standardabweichung diese knapp miteinschließt. Bezüglich der Mechatroniker\*innen und Elektroniker\*innen für Betriebstechnik bestätigt die quantitative Umfrage die Einschätzung aus den Interviews.

#### 2.2.4.2 Analyse von Sensordaten

Die Datenanalyse wird als zentrales Thema der technischen Interviews ebenfalls im Fragebogen thematisiert. Dabei schätzen die Probanden ein, wie relevant sie für die ausgewählten Berufe wird. Die Mittelwerte und Standardabweichungen sind im folgenden Diagramm dargestellt.

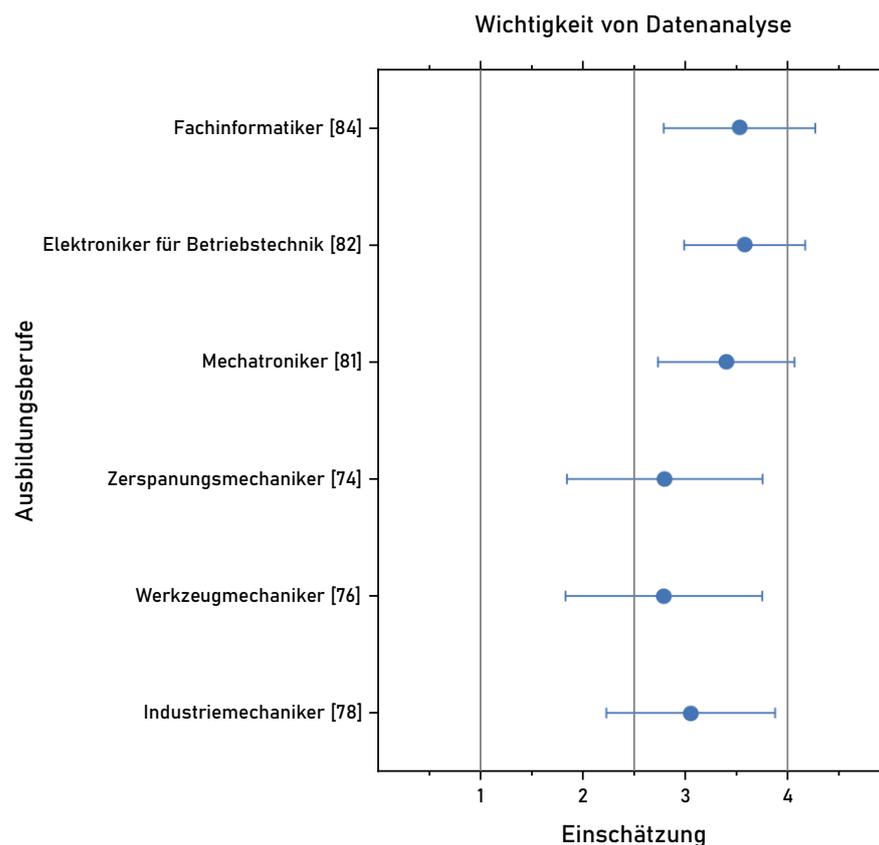


Abbildung 16 Einschätzung wie wichtig die Analyse von Daten für ausgewählte Ausbildungsberufe wird

Im Gegensatz zum auf die IKT-Kompetenzen bezogenen Item liegen der Elektroniker\*innen für Betriebstechnik, wenn auch knapp und innerhalb der Standardabweichung vor

dem Informatiker. Gemäß den Mittelwerten, welche knapp über dreieinhalb liegen stimmt der Großteil der Probanden der Aussage zu, dass „die Analyse von Sensordaten [...] sehr wichtig [wird] für diese[n] Ausbildungsberuf[e]“. Mit einem Mittelwert von knapp 3,4 trifft eine ähnliche Einschätzung auf Mechatroniker\*innen zu. Die Mechanikerberufe werden dabei allerdings nicht wesentlich niedriger eingeschätzt, wobei die Standardabweichung bei diesen deutlich größer ist. Die diesbezüglichen Ergebnisse der technischen Interviews werden damit an dieser Stelle bestätigt. Die Antworten bei diesem Item unterscheiden sich damit deutlich von dem vorherigen, was bemerkenswert ist, da IKT-Kompetenzen definitiv zur Datenanalyse nötig sind.

## 2.2.5 5G-Lernszenarien

### 2.2.5.1 Bedeutung von Lernszenariobestandteilen im 5G-Kontext

Für die spätere Entwicklung der Lernszenarien im Projekt wurden innerhalb der quantitativen Umfrage mögliche Bestandteile eines technischen 5G-Szenarios thematisiert, welche ebenfalls anhand der Literaturrecherche und den technischen Interviews ausgewählt wurden. Die Bedeutung wurde dabei anhand einer vierstufigen Likert-Skala von *Hoch* über *Eher hoch*, *Eher niedrig* bis *Niedrig* ermittelt und wie bei den Antwortmöglichkeiten zur Zustimmung zu Aussagen auf eine lineare Skala von eins bis viert transformiert. Die so entstandenen Mittelwerte und Standardabweichungen sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

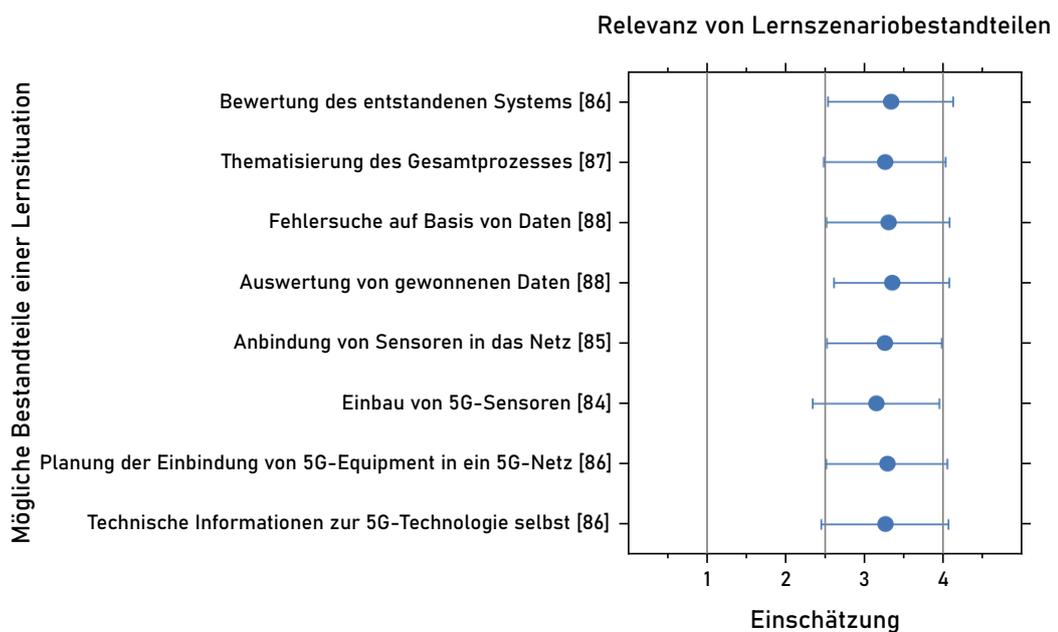


Abbildung 17 Einschätzung der Relevanz von ausgewählten möglichen Lernszenariobestandteilen im Zusammenhang mit 5G

Die Einschätzungen zu allen zu bewertenden Bestandteilen sind nahezu gleich und liegen um 3,3 mit einer Standardabweichung von circa 0,76. Die Probanden schätzen damit die angegebenen Bestandteile als potenziell gleich relevant im Bereich zwischen neutral und *hoch* ein. Dabei ist zu beachten, dass dies auch die Thematisierung von 5G selbst beinhaltet und nicht allein anwendungsorientierte Inhalte.

### 2.2.5.2 Anwendungen für 5G-Lernszenarien

Zu Beginn des technischen Teils der quantitativen Umfrage wurde die Relevanz von 5G für ausgewählte Anwendungen abgefragt. Da diese nicht zwangsläufig identisch mit der Eignung für den Einsatz als Lernszenario ist, wurde dieser Aspekt in einer separaten Frage thematisiert. Die aufbereiteten Ergebnisse sind in der folgenden Abbildung zu sehen.

Auch hier zeigt sich ein homogenes Bild im Bereich von neutral bis *Stimme zu*. Lediglich die Anwendung *Erstellung digitaler Zwillinge* sticht mit einer negativeren Bewertung etwas heraus, wobei dies durch die hohe Standardabweichung relativiert wird. Die Anwendungen zu *Förderzeugen*, *Echtzeitsteuerung* und *Fernwartung* haben dabei mit Mittelwerten um 3,5, wenn auch nicht sehr deutlich die höchsten Zustimmungswerte und gleichzeitig die geringsten Standardabweichungen, wobei diese mit knapp 0,7 immer noch recht hoch sind.

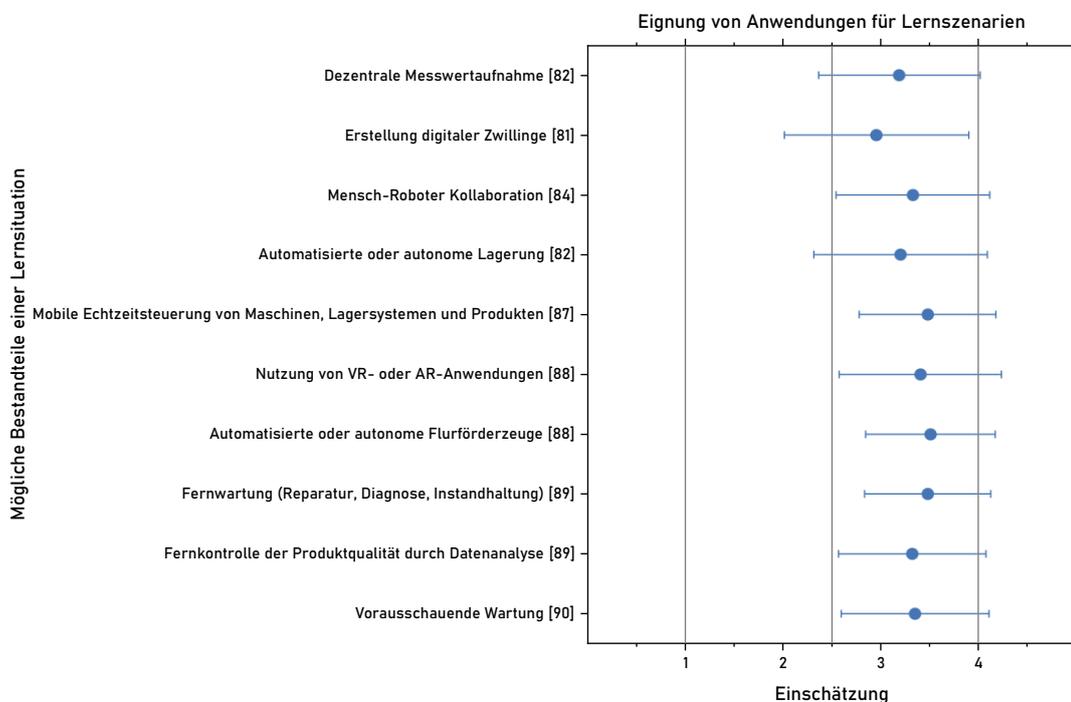


Abbildung 18 Einschätzung wie sehr ausgewählte Anwendungen sich für Lernszenarien eignen

### Weitere Anwendungen

Um sicherzugehen, dass keine relevanten Anwendungen als möglichen Ausgangspunkt eines Lernszenarios nicht aufgenommen wurden, hatten die Probanden die Möglichkeit in einem offenen Antwortformat weitere für Lernszenarien geeignete 5G-Anwendungen zu nennen. Folgende Antworten wurden gegeben.

- „Außendienst, Vertrieb“
- „grundlegende Netzwerkkommunikation (Fixed Wireless Access)“
- „Vergleich mit anderen Funksystemen“
- „Ortung“

Die gegebenen Antworten sind dabei sehr allgemein, sodass sie nur als Inspirationen gesehen werden können. Mit Außendienst ist wahrscheinlich die Nutzung des öffentlichen 5G-Netzes gemeint, welche die Nutzung von Internetdiensten ohne eine andere Infrastruktur ermöglicht, sodass nicht auf externe private Netze zugegriffen werden muss oder wenn diese gar nicht vorhanden sind eine Internetanbindung überhaupt möglich ist. Der Vergleich mit anderen Funktechnologien und die Thematisierung von grundlegender Netzwerkkommunikation könnte auf die Thematisierung von 5G-selbst bezogen sein, wobei Fixed Wireless Access die Nutzung des öffentlichen Mobilfunknetzes meint, um das Fehlen eines kabelgebundenen Anschlusses zu kompensieren. Die Antwort Ortung bezieht sich wahrscheinlich auf unternehmensinterne Produkte oder mobile Maschinen.

### 3 Zusammenfassung der Analyse kaufmännischer Berufe

#### 3.1 Qualitative Erhebung

Die qualitative Analyse der kaufmännischen Berufe wurde von September 2022 bis Oktober 2022 durchgeführt und umfasst 12 Interviews mit halbstrukturiertem Leitfaden. Die Auswertung erfolgte in Anlehnung an Kuckartz (2018).

Von den 12 Interviewpartnern sind 6 dem Lernort Schule, 3 dem Lernort Betrieb und 3 dem Lernort überbetriebliche Bildungsstätte zuzuordnen (§2 BBiG). Alle interviewten Partner haben einen kaufmännischen Schwerpunkt und sind Projektpartner des Projektes 5G Lernorte OWL.<sup>1</sup>

Neben Fragen zur Akzeptanz und Erfahrungen mit 5G, grundsätzlichen Verbesserungen und Herausforderungen im Umgang mit technologischen Innovationen im Rahmen der digitalen Transformation und einer gesellschaftskritischen Perspektive auf Industrie4.0, wurde das Umfeld des Kaufmanns im Rahmen der digitalen Transformation als zentraler Interviewgegenstand herausgearbeitet.

Zur besseren Übersichtlichkeit wird im Folgenden nur auf die zentralen Ergebnisse zum Umfeld des Kaufmanns Bezug genommen. Im Zuge weiterer Veröffentlichungen wird der Fokus auch auf anderen Fragerichtungen gelegt.

In den Interviews zum Umfeld des Kaufmanns haben sich drei Bereiche herauskristallisiert.

Kaufmännische Ausbildungs-(berufe)	Kaufmännische Tätigkeitsbereiche	Kaufmännisches Anforderungsprofil
<ul style="list-style-type: none"> <li>Industriekauffrau/-mann</li> <li>Kauffrau/-mann im E-Commerce</li> <li>Kaufmännische/-r Assistent/-in</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predictive Maintenance</li> <li>Predictive Costing</li> <li>Online-Marketing</li> <li>Fernwartung mit mobilem Equipment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berufsbezogene Kompetenzen</li> <li>Digitale Kompetenzen</li> </ul>

Abbildung 19 Kaufmännische Schwerpunktsetzung im Kontext der Qualitativen Erhebung

<sup>1</sup> Zur Wahrung der Anonymität wurden die Interviews nummeriert und anhand ihrer Lernorte gekennzeichnet.

### 3.1.1 Kaufmännische Ausbildungsberufe im Fokus des Projektes 5G Lernorte OWL

Übereinstimmend stellten die Interviewpartner dar, dass alle Berufe aufgrund der digitalen Transformation einem digitalen Wandel unterliegen. Insbesondere jedoch die kaufmännischen Berufe, da die Unternehmensprozesse stärker gesteuert, überwacht, initiiert und begleitet werden müssen (vgl. Unternehmen1).

Die neuen Herausforderungen und Aufgabengebiete eröffnen die auch in mehreren Interviews angesprochene Perspektive einer nicht mehr trennscharfen Abgrenzung der Aufgabenfelder zwischen gewerblich-technischen und kaufmännischen Berufen sowie eines immer größer werdenden Anteils von „IT-lastigen Berufen“ (Schule2), bzw. Berufen mit immer mehr digitalen Prozessen und Programmierkenntnissen.

So kommt bspw. ein/e Interviewpartner/in zu dem Fazit: „Entweder [müssen] sich die Industriekaufleute und die gewerblich-technischen Berufe (...) umstellen oder dass es vielleicht auch irgendwann Zwischenberufe gibt, die diese Schnittstellen bedienen“ (Schule3).

Hinsichtlich einer Beteiligung und Mitgestaltung an der Ausbildung der Zukunft im Rahmen des Projektes 5G Lernorte OWL haben sich in den Interviews und Absprachen mit den Lehrkräften folgende Bildungsgänge herauskristallisiert:

Ausbildung zur / zum Industriekauffrau/-mann	Ausbildung zur / zum Kauffrau/-mann im E-Commerce	Ausbildung zur /zum kaufmännischen Assistentin/-en
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verordnung im Lehrplan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verordnung im Lehrplan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verordnung im Lehrplan</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tätigkeitsbereich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tätigkeitsbereich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tätigkeitsbereich</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Technologische Anwendungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Technologische Anwendungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Technologische Anwendungen</li> </ul>

Abbildung 20 Übersicht kaufmännischer Ausbildungsberufe im Kontext des Projektes 5G Lernorte OWL

Die erwähnten Ausbildungsgänge werden im weiteren Verlauf tiefergehender bestimmt und dessen Schnittstelle zur Implementierung von 5G lokalisiert

### 3.1.1.1 Plädoyer für die Ausbildung zur/zum Industriekauffrau/-mann

Der Ausbildungsberuf Industriekauffrau/Industriekaufmann ist der Anlage A APO-BK NRW (vgl. Lehrplan zur Erprobung 2003, Heft-Nummer:4104) zugeordnet und entspricht damit einer dualen Ausbildung. Die Ausbildung beträgt drei Jahre. Der generalistisch angelegte Ausbildungsgang ermöglicht Handlungsschnittmengen mit allen Bereichen des Industriebetriebes: Einkauf, Verkauf, Marketing, Personal, Finanzbuchhaltung, Controlling. Somit sind „die Industriekaufleute sehr breit aufgestellt und ausgebildet“ (Unternehmen 2). Eine Spezialisierung findet im 3. Ausbildungsjahr statt und bietet somit sowohl vorher als auch nachher viele Anknüpfungspunkte, z.B. in den Bereichen der Logistik wie Kommission, Tourenplanung und Spedition (vgl. Unternehmen 2), aber auch im Produktionsbereich durch Fertigung, Überwachung und Kontrolle von Stücklisten (vgl. Schule 2).

Damit verbunden sind technologische Neuerungen im Arbeitsumfeld, die eine Anpassung und Mitgestaltung der Ausbildung erfordern, wie der Einsatz von Warenwirtschaftssystemen (vgl. Schule 3) ERP-Software (vgl. Schule 6), SRM-Systemen (vgl. ÜBS 2), und CRM-Systemen (vgl. ÜBS 2).

### 3.1.1.2 Plädoyer für die Ausbildung zur/zum Kauffrau/-mann im E-Commerce

Ein noch sehr junger Ausbildungsberuf, der erst seit 2017 existiert, ist die Ausbildung zur Kauffrau/ zum Kaufmann im E-Commerce. Der Ausbildungsberuf ist ebenfalls in der Anlage A APO-BK NRW (vgl. Bildungsplan Kauffrau/-mann im E-Commerce 2019, Heft-Nr.:4117) verortet und somit eine Fachklasse des dualen Systems.

Die Lerngruppe ist dabei sehr heterogen, da „ganz viele Schüler (...) Abitur haben, einige Schüler bereits studiert haben und ein Studium abgebrochen haben, aber auch selbstverständlich einige einen Realschulabschluss“ (Schule 1) besitzen. Eher selten haben die Schüler lediglich einen Hauptschulabschluss (vgl. Schule1).

Besonders im Fokus bei den Kaufleuten im E-Commerce stehen die Bereiche Online-Marketing (vgl. Schule 1), Prozesssteuerung und -überwachung (vgl. Schule 1), logistische Prozesse (vgl. Schule 3), Service und Kommunikation (vgl. Schule 6), Realisierung, Gestaltung und Wartung von Shopsystemen (vgl. Schule 1) sowie die Durchführung von Projektarbeiten (vgl. Schule 1). Dabei wird häufig außer Acht gelassen, dass viele Unternehmen zunehmend den direkten Vertriebsweg (vgl. Schule 3) und der Kaufmann im E-Commerce nicht nur im B2C, sondern auch im B2B Bereich angesiedelt ist (vgl. Schule 1). Je besser der Händler über die Produktbestandteile, den Herstellungsprozess und den Funktionsumfang des zu verkaufenden Produkts Bescheid weiß, desto besser und erfolgreicher sind die Verkaufsgespräche. (vgl. Unternehmen 1; vgl. Schule 1).

Diese Brücke der Produktdarstellung kann und wird zukünftig verstärkt durch digitale Applikationen, wie die Nutzung von Apps und Augmented Reality / Virtual Reality Brillen (vgl. Schule 1). Auch Software wie ERP, Waren-Wirtschaftssysteme, Shopify sowie digitale Endgeräte sind aus der Ausbildung nicht mehr wegzudenken (vgl. Schule 1).

### 3.1.1.3 Plädoyer für die Ausbildung zur/zum kaufmännischen Assistentin/-en

Der dritte Ausbildungsberuf im Rahmen des Projektes 5G Lernorte OWL ist der/die kaufmännische Assistent/in. Die Ausbildung zur/zum kaufmännischen Assistentin/Assistenten ist in der Anlage C der APO BK geregelt und somit ein dreijährige rein schulische Ausbildung mit einem fünfmonatigen Praktikum in der Mittelstufe. Dabei gibt es den kaufmännischen Assistenten/ die kaufmännische Assistentin in mehreren Ausprägungen, von denen insbesondere zwei mit dem Schwerpunkt Betriebswirtschaft (vgl. Lehrplan 2014 /Heftnummer: 40315) sowie mit dem Schwerpunkt Informationsverarbeitung (vgl. Lehrplan 2014 / Heftnummer:40317) im weiteren Projektverlauf berücksichtigt werden.

Die Lerngruppe hat als Voraussetzung in den meisten Fällen den „mittleren Schulabschluss“ (Schule 6) bzw. die Fachoberschulreife. Zwischen diesem Bildungsgang und der Anlage D (Wirtschaftsgymnasium) ist ein Unterschied von 1 ½ Klassen unterschied festzustellen. (vgl. Schule 6)

Aus Sicht der kaufmännischen Assistenten/-innen mit dem Schwerpunkt Betriebswirtschaftslehre sind Logistikprozesse, Spedition und Außenhandel vielversprechende Einsatzfelder (vgl. Schule 4; vgl. Schule 5), aber auch „immer da, wo es um Produktionsplanung, Produktionsüberwachung und Produktionssteuerung.“ (ÜBS 2) geht, dies betrifft kaufmännischen Mitarbeiter sowie eine Schnittstelle zur 5G Technologie.

Aus Sicht der kaufmännischen Assistenten mit dem Schwerpunkt Informationsverarbeitung geht es um die Wartung von Computern, Netzwerkinstallationen, Netzwerksteuerungen und die Verbesserung einzelner Programme. (vgl. Schule 4)

Auch in diesem Bildungsgang sind digitale Endgeräte wie Laptops und Tablets, aber auch Softwareprogramme zur Datenüberwachung oder Netzwerkinstallation nicht wegzudenken. Hier bietet sich z.B. ein ERP-System an, das allerdings deutlich zugänglicher jedoch zugänglicher sein sollte als die von SAP oder ORACLE (vgl. Schule 6).

Besonders hervorzuheben ist an dieser Stelle die Verankerung der kaufmännischen Tätigkeiten mit den Tätigkeiten der gewerblich-technischen Berufe als zielführend und wünschenswert. Aufgrund der thematisch abstrakten Themenbreite sowie der Realisierung interdisziplinärer Schnittstellen sind Prozessbegleitung und Erfahrungsaustausch vielversprechend (vgl. Schule 4; vgl. Schule 5 und vgl. Schule 6).

### 3.1.2 Kaufmännische Tätigkeiten

Besonders vielversprechend statuiert der Projektantrag die kaufmännischen Tätigkeitsbereiche:

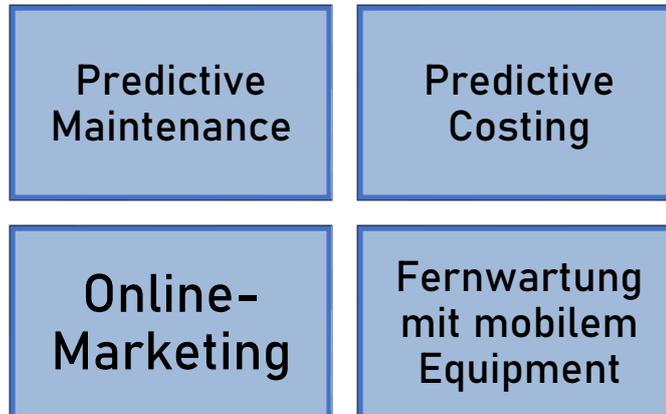


Abbildung 21 Übersicht kaufmännischer Tätigkeitsbereiche im Kontext des Projektes 5G Lernorte OWL

Im Folgenden werden die Einschätzungen der Experten der Reihe nach zusammengefasst.

#### 3.1.2.1 Predictive Maintenance

Das Vorverständnis von vorausschauender Wartung (engl. Predictive Maintenance) ist bei den Interviewpartnern unterschiedlich. So können einige auf den ersten Blick wenig mit dem Begriff anfangen, andere Interviewpartner verbinden mit Predictive Maintenance eine eher zeit- oder zustandsorientierte Wartung (vgl. Huber 2019), und wiederum andere weisen ein tiefergehendes Verständnis von Predictive Maintenance auf. So bieten Unternehmenspartner selbst bereits in Ansätzen Predictive Maintenance Lösungen an (vgl. Unternehmen 1, vgl. Unternehmen 2; vgl. Unternehmen 3).

Allerdings stellt Predictive Maintenance derzeit im Bereich der kaufmännischen Schulen derzeit noch keinen Bereich dar-schulischen Bereich noch kein Bereich dar, der umgesetzt wird. (vgl. Schule 1; vgl. Schule 2), obwohl mehrere Interviewpartner während einer Vertiefung des Interviewgespräches vielfältige Anknüpfungspunkte aufzeigen: „Dass man Produktionsanlagen überwacht, schaut, wie sind die gelaufen, mit welcher Belastung. Welche Teile werden vielleicht in Zukunft mal ausfallen? Also das sind so Punkte, wo sehr sehr viele Daten verarbeitet und ausgewertet werden müssen, und das am besten auch sehr schnell.“ (\*ÜBS 2)

So werden Anknüpfungspunkte für die Umsetzung von Predictive Maintenance im immer weiter voranschreitenden Service- und Dienstleistungsmanagement gesehen (vgl. Schule 1). Dabei wird erneut betont, dass es auch aus kaufmännischer Sicht wichtig ist,

das Produkt und die Produktionsprozesse zu kennen, um kaufmännische Situationen besser zu beurteilen zu können (vgl. Schule 1).

Verknüpfung mit direkten Beschaffungsprozessen zur „Nachbestellung von kaputten Relais“ (vgl. Schule 4) oder zur Personalplanung (vgl. Schule 4), um dem Techniker genaue Informationen von und über der Maschine, dem Ort, der Einsatzzeit zur Verfügung zu stellen. Weitere Teilnehmer verknüpfen Predictive Maintenance mit dem der Kosten-Nutzen-Analyse und stellen die Notwendigkeit der Implementierung dar, da angesichts des heutigen Wettbewerbs und möglicher Produktionsausfälle bei nicht vorausschauender Wartung bzw. unzureichender Wartung dies das mögliche Ende des Unternehmens bedeuten könnte (vgl. Schule 2).

### 3.1.2.2 Predictive Costing

Ähnlich wie bei Predictive Maintenance ist auch das Vorverständnis von vorausschauender Kalkulation / vorausschauender Kostenkalkulation (engl. Predictive Costing) unterschiedlichen ausgeprägt. Während die Mehrheit der Interviewpartner den Begriff hier zum ersten Mal hörten, sehen andere Interviewpartner in der insbesondere KI-gestützten Kostenkalkulation und -interpretation auch neue Unternehmensstrukturen und Mietmodelle.

Aus schulischer Sicht wird Predictive Costing dementsprechend noch nicht umgesetzt, findet aber besonders im Unterrichtsfach „Steuern und Kontrolle“ großen Anklang (vgl. Schule 2), insbesondere im Hinblick auf „Preisentwicklung“ (vgl. Schule 4) und Lieferantennetzwerke (vgl. Schule 4), Kosten-Nutzen-Effekte (vgl. Schule 6) und zur Identifikation von versteckten Kosten bzw. Einsparpotenzialen.

Aus unternehmerischer Sicht eröffnet Predictive Costing neue Modelle, so dass nicht mehr in Maschinenverkäufen abgerechnet wird, sondern in erbrachten (Dienst-)Leistungen. Dies können Ernestunden, Waschleistungen oder Produktionsstunden sein (vgl. ÜBS 2), aber auch grundsätzlich die Umstellung auf „nutzungsbezogenen Abrechnungsmodellen“ (Unternehmen 3).

Allerdings wird kritisch hinterfragt, ob Predictive Costing im Kontext der Implementierung von 5G gerechtfertigt ist, da der Faktor Zeit nicht in „Echtzeit“ gegeben sein muss. (vgl. Schule 1; vgl. Unternehmen 2)

Ergänzend ist anzumerken, dass die Interviewpartner einerseits ein vernetztes Lernen mit dem Mathematikunterricht (vgl. Schule 5), aber auch insbesondere mit der gewerblich-technischen Schule erkennen. Zur Erfassung und Auswertung von Mess- und Maschinendaten der Lernfabriken (vgl. Schule 3).

### 3.1.2.3 Onlinemarketing

Online-Marketing wird von den meistens Befragten in erster Linie mit „datengetriebenen Marketing“ (Schule 2) unter Nutzung von Social Media Plattformen wie Facebook, Instagram, Xing und LinkedIn in Verbindung gebracht.

Aus Unternehmenssicht ist man sich der hohen Relevanz des Online-Marketings bewusst, die sich in digitalen Messeständen (vgl. Unternehmen 2), der Personalakquise (vgl. Unternehmen 1) und der Erschließung neuer Präsentations- und Darstellungsmöglichkeiten durch hochauflösende und große Datenpakete in Form von AR/VR Applikationen, Virtualrooms (vgl. Unternehmen 3) Ausdruck findet. In Kombination mit geteilten Online-Einkaufserlebnissen unter Freunden oder auch „mini Spielchen“ werden z.B. zukünftige Einkaufserlebnisse im B2C Bereich anvisiert (vgl. Unternehmen 3).

Aus Sicht der Schulen wird Online-Marketing als Interessensschwerpunkt der Schülerinnen und Schüler identifiziert. (vgl. Schule 6). Dabei werden neben dem bereits erwähnten datengetriebenen Marketing auch Live-Feedback Maßnahmen, Live-Trackings sowie die Gestaltung von Kundenbeziehungen und Kundenkommunikation zum Unterrichtsgegenstand gemacht, ebenso wird das klassische Absatzmarketing und Marketing-Mix-Strategien (vgl. Schule 2; vgl. Schule 3; vgl. Schule 6) Dabei wird deutlich, dass das Online-Marketing immer „IT-lastiger“ (ÜBS 2) wird.

Programme wie Genially, Google Analytics, Canvas und Shopify dominieren das Marketing und greifen dabei auf hohe Datenmengen und geringe Latenzen zurück (vgl. Schule 1).

### 3.1.2.4 Fernwartung mit mobilem Equipment

Die Fernwartung mit mobilem Equipment stellt für die befragten Interviewpartner eine Chance des Perspektivwechsels (vgl. Schule 4) resp. die Möglichkeit „die andere Seite besser zu verstehen“ (Schule 3) und somit eine Förderung der Interdisziplinarität dar.

Während auf Unternehmensseite bereits erste Erfahrungen zur Fernwartung mit mobiler Hardware gesammelt wurden, wird eine Durchführung mit Tablets anstelle von AR/VR-Brillen empfohlen (vgl. ÜBS1; vgl. Unternehmen 3).

Die Vorerfahrungen mit Fernwartungsszenarien mit mobilem Equipment sind noch sehr gering einzuschätzen. So werden AR/VR Anwendungen im Kontext der Gestaltung Übergang-Schule Berufe in den Schulen eingesetzt, um authentische Einblicke in Berufsgruppen zu erhalten. Dies ist jedoch unabhängig von kaufmännischen Lernszenarien einzuordnen (vgl. Schule 6). So kommen in die Interviewpartner zu dem Fazit, dass die Implementierung von Fernwartungsszenarien ein Gewinn für die Gestaltung authentischer Lernsituationen wäre. Reklamation, mangelhafte Lieferung, visuelle Darstellungen von Produktionsabläufen /-wegen oder Maschinendaten (vgl. Schule 6) sowie die Nutzung

von Assistenzsystemen wie eine digitale Reparaturanleitung (vgl. ÜBS1), Sicherheitsunterweisung (vgl. Unternehmen 1) stellen gute Anknüpfungsmöglichkeiten dar.

Gleichwohl ermöglicht die Umsetzung von Fernwartungsszenarien eine individuelle Förderung und damit einen Beitrag zur Binnendifferenzierung. (vgl. ÜBS 2)

### 3.1.3 Neues Anforderungsprofil der kaufmännischen Ausbildungsberufe

Im Zuge der digitalen Transformation zeichnen sich neue Arbeitsprozesse wie z.B., Predictive Maintenance und Predictive Costing für kaufmännischen Berufe (wie z.B. Industriekaufleute, Kaufleute im E-Commerce oder auch kaufmännische Assistenten) ab. Um den neuen Situationen und Prozessen gewachsen zu sein, bedarf es einer Intensivierung der neuen Kompetenzen abgefragten Kompetenzen lassen sich in berufsübergreifende Kompetenzen (Querschnittskompetenzen) und digitale Kompetenzen (Medienkompetenzen) unterteilen Die berufsbezogene Fachkompetenzen wird dabei als gegeben angesehen.

Nachgefragte Kompetenzen im Zuge der digitalen Transformation bei kaufmännischen Ausbildungsberufen			
Berufsbezogene Querschnittskompetenzen		Digitale Kompetenzen / Medienkompetenzen	
Problemlösefähigkeit	Selbstorganisiertes Lernen	Bedienen und Anwenden von Endgeräten (bspw. AR-VR-Anwendungen)	Höhere EDV-Kenntnisse
Prozessoptimierung	Analytisches Denken insbesondere im Umgang mit Maschinendaten	Datenmanagement / Beurteilung von Daten	Kommunikation und Kooperatin in digitalen Räumen
Innovationsfähigkeit	Interdisziplinäres Denken	Recherchefähigkeit /kritischer Umgang mit Daten	Aspekte des Datenschutzes

Abbildung 22 Übersicht Nachgefragte Kompetenzen im Zuge der digitalen Transformation bei kaufmännischen Ausbildungsberufen

#### 3.1.3.1 Berufsbezogene Querschnittskompetenzen

Als berufsbezogene Querschnittskompetenzen wurde häufig eine Intensivierung der *Problemlösefähigkeit* gefordert. Eine gewisse Routine der Prozesse sehen die Interviewpartner im Zuge der digitalen Transformation als gegeben, sodass die zukünftigen

Auszubildenden immer wieder „vor Probleme, vor Situationen gestellt werden, wo ich erstmal vielleicht denke, (...) wie gehe ich da aber jetzt ran.“ (Schule 1).

Gleichwohl rückt das *Selbstorganisierte Lernen*, insbesondere durch die Möglichkeit des flexiblen Arbeitens und Remote Work, immer stärker in den Vordergrund (vgl. Unternehmen 1).

„Zeit ist Geld und spart Kosten“ (Schule 3) ist der Grundsatz des Interviewpartners, den er/sie ebenfalls auch an seine Schülerinnen und Schüler vermittelt. Daran anknüpfend sind *Optimierungsprozesse (Prozessoptimierung)*, welche im Blickfeld des Kaufmanns allgegenwärtig sein müssen, um mögliche Investitionen, Umstrukturierungen und Veränderungen zu bewerkstelligen.

Auch die Auswertung von Daten (*Beurteilung von Daten*) und damit die *Analysefähigkeit* von maschinellen Daten wird immer mehr in den Vordergrund rücken. Durch die digitale Transformation werden immer mehr Sensordaten im Netzwerk verfügbar sein. Sich allein auf monetären Zahlen zu verlassen ist demnach nicht mehr zeitgemäß. Teilweise werden betriebswirtschaftliche Entscheidungen auf Basis von Schwingungs-, Druck-, oder Temperaturdaten gefordert (vgl. Unternehmen 2). Gut veranschaulicht wird dies von Schule 5: „Sie kriegen jetzt Daten bis zum Umfallen von überall und da zeigen 10 Sensoren etwas an und die müssen das schneller verarbeiten können, viel viel mehr (..) und dieses Beurteilen, dass Könen Schüler ganz selten, also zusagen, ist das jetzt gut oder ist das jetzt schlecht, welche Möglichkeit habe ich jetzt“.

Ebenso wird *interdisziplinäres Denken* immer relevanter. Die Vernetzung von Maschinen ist nicht nur eine Vernetzung auf Maschinenebene, sondern auch zwischen verschiedenen Abteilungen und Gewerken. Damit werden *Innovationsfähigkeit* und *Perspektivwechsel* immer relevanter.

### 3.1.3.2 Digitale Kompetenzen / Medienkompetenzen

Aufgrund der digitalen Veränderungen im betrieblichen Umfeld sind auch Initiierungsprozesse hinsichtlich der Vertiefung digitaler Kompetenzen notwendig. In diesem Zusammenhang sind mehrere Interviewpartner der Meinung, dass der *Umgang und die Nutzung von Endgeräten, wie z.B. AR / VR- Brillen (Bedienen und Anwenden)*, geschult und regelmäßig genutzt werden sollte (vgl. ÜBS1; vgl. Schule 3; vgl. Unternehmen 1).

Auch die *Förderung von EDV-Kenntnissen*, sowie das *Datenmanagement mit ERP-Software oder Microsoft Power-BI* stehen im Vordergrund. (vgl. Unternehmen 1; vgl. Unternehmen 2).

Aspekte des *Datenschutzes*, sowie ein *kritischer Umgang mit Informationen* bzw. Daten aus dem Internet sollen ebenfalls berücksichtigt werden (vgl. Unternehmen 1).

Insbesondere aus schulischer Sicht wurde die *Kommunikation und Kooperation in digitalen Räumen* als Kompetenzlücke identifiziert. „Wie verhalte ich mich in

Videokonferenzen?“ (Schule 2) sowie das *kollaborative Zusammenarbeiten* an verschiedenen Orten (vgl. Schule 4).

Als Gefahr im Rahmen der Fokussierung auf digitale Kompetenzen wird eine Verkürzung andere Kompetenzen wie die Lesekompetenz gesehen. (vgl. Schule 4). Aber auch Sozialkompetenzen sollten unter dem Aspekt der Digitalisierung nicht reduziert werden, sondern immer ergänzend (vgl. Schule 6).

### **3.2 Quantitative Erhebung**

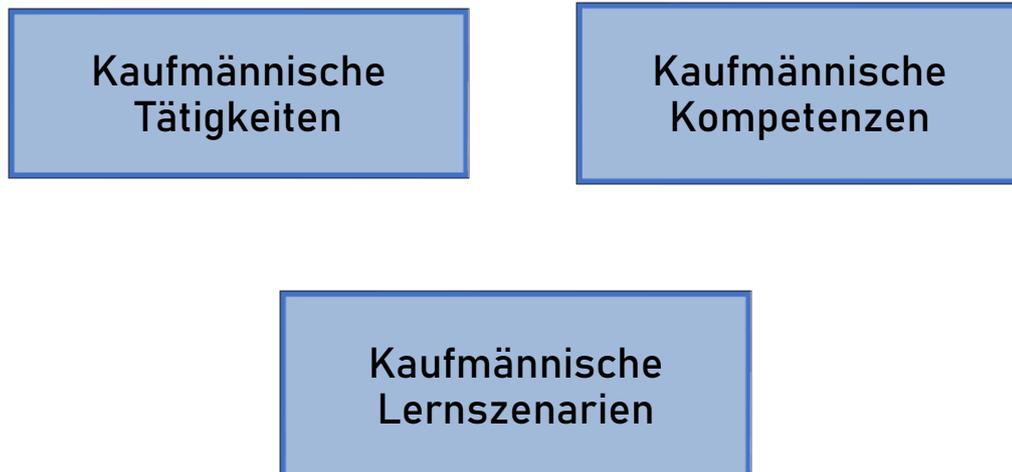
Aufbauend auf den Ergebnissen der qualitativen Vorstudie im kaufmännischen Bereich wurde eine gemeinsame quantitative Online-Befragung im kaufmännischen und gewerblich-technischen Bereich zur Validierung der Ergebnisse durchgeführt.

Aufgrund der angestrebten Teilnehmerzahl von 250 Personen wurde die quantitative Befragung mit dem gewerblich-technischen Bereich zusammengelegt, wohl wissend, dass die Teilnehmenden keineswegs Experten sowohl im kaufmännischen als auch im gewerblich-technischen Bereich sind. Aus diesem Grund haben wir den Teilnehmenden die Möglichkeit gegeben, nur die Fragen zu beantworten, von denen sie selbst glauben, dass sie sie beantworten können.

Von den insgesamt rund 265 Umfrageteilnehmern insgesamt sind N=173 Teilnehmer auswertbar. An dieser Stelle sei noch einmal erwähnt, dass aufgrund des sehr speziellen Umfragethemas „Auswirkungen von 5G auf die berufliche Bildung“ mit den Spezifikationen kaufmännische und gewerblich-technische Ausbildung, eine variierende Teilnehmerzahl pro Frageitem zu erkennen ist.

Die Auswertung erfolgte auf einer 4er Likert Skala mit der Ermittlung von Mittelwerten und Standardabweichungen.

Da sich die näher zu betrachtenden Ausbildungsberufe bereits herauskristallisiert haben und als nächster Projektschritt die Konzeption von Lernszenarien angestrebt wird, wurde der kaufmännische Teil der quantitativen Erhebung so gestaltet, dass folgende kaufmännischen Bereiche abgedeckt werden:



*Abbildung 23 Kaufmännische Teile der Quantitativen Erhebung*

### 3.2.1 Validierung der kaufm. Tätigkeiten

Im Durchschnitt haben 125 Befragte die Bedeutung der folgenden Tätigkeiten im kaufmännischen Arbeitsumfeld bewertet.

Predictive Maintenance wird mit einem Mittelwert von 3,24 (SD=0,76) sehr positiv bewertet. Eine geringere Bedeutung wird den Bereichen Predictive Costing (M=2,63; SD=0,92), sowie Online-Marketing (M=2,48; SD=1,01) beigemessen. Dieses Ergebnis kann dahingehend interpretiert werden, dass bei dem Begriff Predictive Costing vielen die Vorstellung fehlt, was sich dahinter verbirgt. Auch die qualitative Befragung hat gezeigt, dass Online-Marketing von den meisten in erster Linie mit „Datengetriebenes Marketing“ in Verbindung gebracht wird. Diese Sichtweise ist natürlich zu einseitig. Ein weiteres Indiz ist die hohe Standardabweichung von 0,92 bzw. 1,01. Auf einer 4er Skala ist es scheinbar nicht gelungen die Tendenz zur Mitte zu vermeiden.

Eine hohe Bedeutung hat auch die Fernwartung mit mobilem Equipment mit einem Mittelwert von 3,34 (SD=0,73).

Signifikante Unterschiede ergeben sich nur in einem Fall bei der Betrachtung unterschiedlicher Teilnehmergruppen. Während bei Betrachtung der Aussagen der

Unternehmensvertretern der Mittelwert für Online-Marketing mit 2,3 (SD=0,85) ähnlich dem Gesamtbild erscheint, sehen die Schulvertreter eine deutlich höhere Bedeutung (M=3; SD=0,85).

Neben den im Projektantrag genannten kaufmännischen Tätigkeiten wurden weitere Tätigkeitsbereiche identifiziert.

Logistikprozesse werden dabei mit einem Mittelwert von 3,34 (SD=0,846), das Rendering von Daten aus Vertriebs- und Präsentationszwecken (M=3,22; SD=0,84), sowie die Prozessoptimierung allgemein (M=3,2; SD=0,83) zeichnen sich durch besonders hohe Bedeutung im kaufmännischen 5G Arbeitsumfeld aus.

Im Mittelfeld liegen die Pflege, Steuerung und Überwachen von Stücklisten (M=2,79; SD=0,88) sowie Aspekte der Datensicherheit (M=2,8; SD=0,92).

Eher geringere Bedeutung wird dem Einsatz von Lizenzierungsmaßnahmen (M=2,17; SD=0,82) sowie der digitalen Transformation im Bereich der Personaleinsatzplanung (M=2,12; SD=0,93) beigemessen.

### 3.2.2 Validierung der kaufm. Kompetenzen

Aufbauend auf den in den qualitativen Befragungen identifizierten Kompetenzen zeichnen sich auch hier einerseits berufsbezogene Querschnitts Kompetenzen und andererseits digitale Kompetenzen ab.

Im Durchschnitt haben auch hier 123 Personen an den Befragungsteil teilgenommen.

Die Ergebnisse der quantitativen Befragung bestätigen dabei die Ergebnisse der qualitativen Befragung. So werden alle berufsbezogenen Querschnittskompetenzbereiche positiv und relevant bewertet.

Die *Innovationsfähigkeit* (M=3,4; SD=0,78) schneidet zusammen mit der *Prozessoptimierung* (M=3,36; SD=0,74) am besten ab.

Dicht gefolgt von der *Problemlösefähigkeit* (M=3,31; SD=0,75) und der *Beurteilung von Daten / Analysefähigkeit* (M=3,25; SD=0,75).

Die *Kollaborationsfähigkeit* (M=3,28; SD=0,76) und dem *selbstorganisierten Lernen* (M=3,14; SD=0,91) wird immer noch eine Relevanz zugeschrieben, wenn auch etwas weniger als den anderen Kompetenzen.

Bei den digitalen Kompetenzen sind das *Kommunizieren und Kooperieren mit digitalen Medien* (M=3,4; SD=0,76) am wichtigsten. Das *Bedienen und Anwenden von digitalen Endgeräten* (M=3,3; SD=0,8), sowie das *Informieren und Recherchieren mit digitalen Medien* (M=3,3; SD=0,76)

*Problemlösen mit digitalen Medien* ( $M=3,2$ ;  $SD=0,811$ ), *Produzieren und Präsentieren* ( $M=3,2$ ;  $SD=0,8$ ); sowie das *Analysieren und Reflektieren mit digitalen Medien* ( $M=3,2$ ;  $SD=0,8$ ) sind für das kaufmännische Kompetenzprofil relevant.

Auch hier sind keine signifikanten Unterschiede zwischen der Unternehmensseite und der Schulseite erkennbar.

### 3.2.3 Kaufmännische Lernszenarien

Der letzte Teil der kaufmännischen Onlinebefragung zielte auf die Gestaltung von kaufmännischen Lernszenarien ab. Die Gestaltung von Lernsituationen orientiert sich an der klassischen Gliederung: Lerninhalte, Lern- und Arbeitsstrategien, Handlungsprozess, Handlungsraum und Handlungsergebnis (Sloane 2006).

Die im Folgenden abgefragten Items wurden aus dem Lernsituationsmodell (Sloane 2006) adaptiert und hinsichtlich notwendiger und hinreichender Elemente unterteilt. Die Unterteilung erfolgte anhand des Mittelwertes. So wurde ein Item mit einem Mittelwert größer als 3,1 der Kategorie „notwendige Bestandteile“ zugeordnet, bei einem Mittelwert kleiner als 3,1 der Kategorie „hinreichende Bestandteile“.

Eine Abfrage der Lerninhalte wurde bereits im Screening der kaufmännischen Tätigkeiten durchgeführt. Im Folgenden wird der Fokus auf die Gewichtung des Handlungsprozesses, des Handlungsraums und des Handlungsergebnis eingegangen.

#### 3.2.3.1 Notwendige Bestandteile einer kaufmännischen Lernsituation

Die Berücksichtigung der vollständigen Handlung (**Handlungsprozess**) gemäß Problemerkennung ( $M=3,3$ ;  $SD=0,8$ ), Lösungsentwicklung ( $M=3,47$ ;  $SD=0,78$ ), Ergebnisüberprüfung (Überprüfbarkeit des Ergebnisses) ( $M=3,26$ ;  $SD=0,8$ ) sowie dessen Bewertbarkeit ( $M=3,26$ ;  $SD=0,71$ ) werden ausnahmslos als notwendige Bestandteile eingestuft.

Im Rahmen der Ausgestaltung des **Handlungsfeldes** sind Aspekte der Zukunftsbedeutung für die Auszubildenden ( $M=3,54$ ;  $SD=0,65$ ), der Zugänglichkeit ( $M=3,42$ ;  $SD=0,71$ ), des Praxisbezugs ( $M=3,21$ ;  $SD=0,76$ ) sowie des aktuellen Gegenwartsbezug ( $M=3,3$ ;  $SD=0,71$ ) zu berücksichtigen. Dies spiegelt sich in der Ausgestaltung der Problemstellung wider (siehe Abbildung ). Ebenso werden der Umgang mit Echtzeitdaten ( $M=3,34$ ;  $SD=0,86$ ), z.B. durch den Einsatz von AR / VR-Brillen ( $M=3,15$ ;  $SD=0,97$ ), aber auch Maschinendaten. Kollaboration ( $M=3,2$ ;  $SD=0,7$ ) innerhalb der Klasse sowie Möglichkeiten der Binnendifferenzierung ( $M=3,25$ ;  $SD=0,8$ ) als relevant erachtet.

Nicht zu vernachlässigen ist das **Handlungsergebnis** fallen, wobei eine Sicherung des Gelernten ( $M=3,13$ ;  $SD=0,74$ ) mit einer Transferierbarkeit ( $M=3,3$ ;  $SD=0,72$ ) auf mögliche neue Situationen gegeben ist, sowie die Möglichkeit der Einbettung von Projektarbeit ( $M=3,25$ ;  $SD=0,77$ ) gegeben ist.

### 3.2.3.2 Hinreichende Bestandteile einer kaufmännischen Lernsituation

Als hinreichende Bestandteile werden die Anbindung eines (Online-)Shopsystems ( $M=2,8$ ;  $SD=0,88$ ), sowie die Anbindung eines ERP-Systems ( $M=3,01$ ;  $SD=1,01$ ) klassifiziert.

Auch die Komponenten Authentizität der Lernsituation ( $M=3,04$ ;  $SD=0,8$ ), narrative Einbindung ( $M=2,92$ ;  $SD=0,72$ ) und Rollenzuweisung ( $M=2,75$ ;  $SD=0,85$ ) in der Gestaltung des Handlungsraums sind zweitrangig und somit hinreichend anzusehen.

Schließlich wurden auch die Faktoren Interdisziplinarität ( $M=3,07$ ;  $SD=0,83$ ) und Perspektivwechsel ( $M=3,03$ ;  $SD=0,81$ ) als nicht verpflichtenden implementierbar bewertet. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Unterteilung in „notwendig“ und „hinreichend“ kein Ausschlusskriterium darstellt.

## **4 Zusammenfassung der Analyse übergreifender Lernszenarien**

Neben der Implementierung von rein technischen und rein kaufmännischen Lernsituationen sind übergreifende Lernszenarien, welche Bildungsgangkooperativ gestaltet sind, im Projekt vorgesehen. Im Folgenden werden zur Gestaltung von übergreifenden Lernszenarien Ergebnisse aus der qualitativen und quantitativen dargestellt, welche dann ebenfalls in Zielbilder kanalisiert werden.

### **4.1 Qualitative Erhebung**

#### **4.1.1 Effekte von übergreifenden Lernszenarien**

Laut BBIG §2 Absatz 2 gestaltet sich die Berufliche Bildung in einem Wirken zwischen den Lernorten (Lernortkooperation). Der Auszubildenden soll möglichst vielfältige Kompetenzen erwerben und einen allumfassenden Einblick seiner beruflichen Tätigkeiten erhalten. Insbesondere ist in diesem Arbeitspaket eine Bildungsgangkooperation realisierbar.

Durch die 5G Technologie wird eine Intensivierung des „vernetzten Denken(s), [...] „Austausch mit anderen Schülerinnen und Schülern, mit anderen Lernorten, anderen Ländern“ (Schule 6) ermöglicht.

Speziell macht sich dies in der Prozessabbildungen und der höheren Anschaulichkeit des Unterrichtsgegenstandes deutlich. So wirken hochauflösende Applikationen, VR- und AR-Anwendungen realistischer und auch interessanter für die Auszubildenden (vgl. Schule 6). Beispielsweise könne so ein Hochregallager veranschaulicht werden, ohne dass man eine Unternehmensbesichtigung initiieren muss, was jedoch nicht heißen soll, dass Unternehmensbesichtigungen dadurch ersetzt werden (vgl. Schule 6; vgl. Schule 2).

Auch gegenseitige Lernprozesse schließen sich den übergreifenden Lernszenarien an. So kann aus kaufmännischer Sicht mit Sicherheit gesagt werden: „Wenn man das Produkt verstanden hat und welche Prozesse dahinter stecken, dann kann man auch den Kunden ganz anders mitnehmen, als wenn man immer nur in seinem kleinen Kämmerlein so sitzt und nur seine eigenen Geschichte da ausarbeitet.“(vgl. Schule 1).

Damit verbunden ist der Effekt einer Verzahnung von gewerblich-technischen Ausbildungsberufen mit den kaufmännischen Ausbildungsberufen zur Abbildung eines erhöhten Praxisbezuges und zur Vertiefung der Handlungskompetenz (vgl. Schule 2). Dieser Initiierungsprozess schafft auch die Möglichkeit stärker zwischen Schulen und ihren Ausbildungsbetrieben als auch mit möglichen Nachbarschulen zu kooperieren. Teilweise

ist die Kooperation noch stark ausbaufähig hinsichtlich einer Abstimmung oder gemeinsamen Gestaltung von Projekten und Unterrichtseinheiten (vgl. Schule 1).

#### 4.1.2 Implementierungsmöglichkeiten von übergreifenden Lernszenarien

Bezogen auf das zukünftige Arbeitsumfeld lassen sich übergreifende Schnittstellen in zwei Unternehmensbereichen identifizieren.

Zum einen der Bereich der Produktion bzw. Fertigung und zum anderen der Bereich der Logistik bieten Möglichkeiten zur Lernort- und Bildungsgangkooperativen Gestaltung.

Bei der Produktion und Fertigung werden aus kaufmännischer Sicht Kosten und Bedarfe sowohl bezogen auf Materialien als auch auf Personaleinsätze, ermittelt. Produktionssteuerung, -überwachung und -planungen müssen sowohl aus technischer als auch auf kaufmännischer Seite berücksichtigt werden. Hier spielen Aspekte der Preiskalkulation, Produktqualität und Kosten-Nutzen-Analysen eine tiefergehende Rolle (vgl. Schule 2, Schule 6, vgl. Unternehmen1, vgl. ÜBS 2).

Logistik – und Distributionsmodelle stellen einen zweiten Verzahnungszugang zwischen gewerblich-technischen und kaufmännischen Ausbildungsberufen dar. Hier stehen Tourenplanung, Lagerhaltungsaspekte, Bestandszahlen sowie Beschaffungsprozesse im Fokus (vgl. Schule 4, vgl. Unternehmen 2).

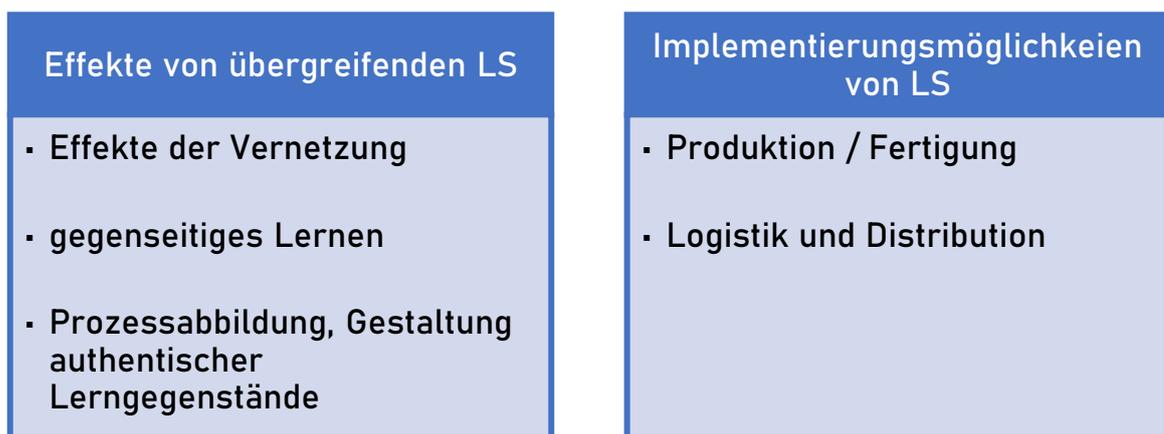


Abbildung 24 Übersicht qualitative Erhebung übergreifender Lernszenarien

## 4.2 Quantitative Erhebung

### 4.2.1.1 Lernortkooperation

Im Rahmen der quantitativen Erhebung wurde ebenfalls der Grad der Lernortkooperation ermittelt. Hierbei wurde auf die Formen der Lernortkooperation nach BUSCHFELD und EULER (vgl.1994, s. 10) Bezug genommen. BUSCHFELD / EULER unterscheiden zwischen drei Stufen der Lernortkooperation.

- Stufe 1 umfasst das „Informieren“.
- Stufe 2 stellt ein gegenseitiges Abstimmen dar und wird als Koordination betitelt
- Stufe 3 ist die höchste Form der Zusammenarbeit / Kooperation

So wurden die Personen befragt, die Projektpartner des vom Land NRW geförderten Projekt 5G Lernorte OWL sind, welche Form der Lernortkooperation sie anstreben. Im Durchschnitt haben auf diese Frageitems 49 Teilnehmer geantwortet:

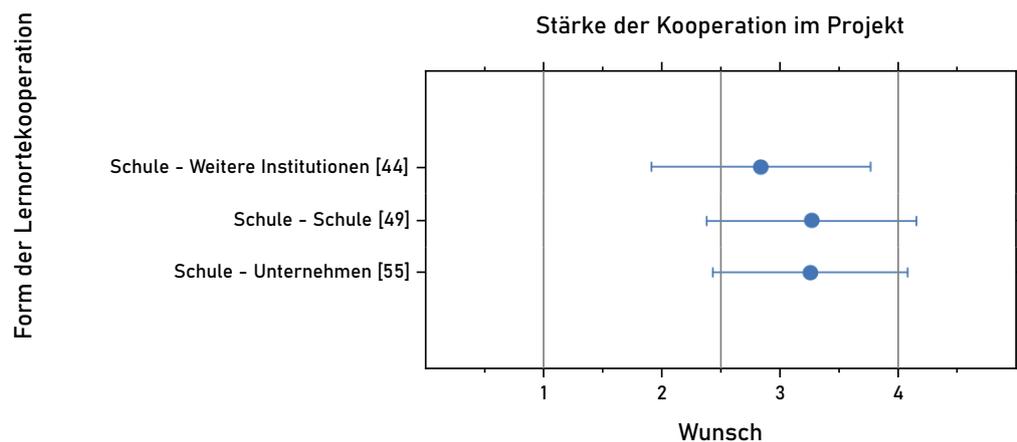


Abbildung 25 Gewünschte Stärke der Kooperation der am Projekt Beteiligten zwischen den verschiedenen Lernorten

Bezogen auf die Kooperation zwischen Schule und Unternehmen bildet sich ein Mittelwert von 3,25 (SD=0,82), was durchaus positiv zu bewerten ist. Bezogen auf das Modell nach Buschfeld und Euler wäre man hier zwischen Stufe 2 und Stufe 3 verortet.

Bezogen auf die Kooperation zwischen Schule und Schule erschließt sich ein sehr ähnliches Bild. Hier beträgt der Mittelwert 3,26 (SD=0,88) und ist ebenfalls zwischen einer Koordination und Kooperation einzuordnen.

Letztlich die Kooperation zwischen Schulen und weiteren Institutionen stellt mit einem Mittelwert von 2,83 (SD=0,92) eine geringere Kooperation dar und wäre zwischen der Stufe 1 und Stufe 2 nach Buschfeld / Euler zuzuordnen.

#### 4.2.1.2 Validierung übergreifender Tätigkeiten, Kompetenzen und Applikationen

Die aufgeführten Bereiche der übergreifenden Lernszenarien aus der qualitativen Erhebung spiegeln sich in den Bereichen der *Produktion / Fertigung* sowie der *Distribution / Logistik* wider.

Somit haben die Tätigkeitsbereiche des *Predictive Maintenance* und der *Fernwartung mit mobilem Equipment* direkte Anknüpfungspunkte aus kaufmännischer sowie aus gewerblich-technischer Perspektive. Diese Tätigkeiten finden größtenteils in der Produktion bzw. Fertigung statt. Eine digitale und analog logistische Vernetzung von Lernorten stellt dabei mittel- bis langfristige eine Basis zum vernetzten Handeln dar. Die mittelfristige Erprobung und Auseinandersetzung mit der Vernetzung muss für einen Kompetenzzuwachs gegeben sein.

So werden in erster Linie bei übergreifenden Lernszenarien *die Kommunikation und Kooperation mit digitalen Medien* geschult. Genauso wie das *Beurteilen von Daten / Analysefähigkeit* ( $M=3,25$ ;  $SD=0,75$ ) auf Seiten des Technikers, welcher sich auf maschinelle Daten seiner Sensoren verlassen muss, genauso wie welche kaufmännischen Rückschlüsse aus Sensordaten geschlossen werden können für mögliche neue Investitionen, Beschaffungen von Materialien oder Personaleinsätzen. Auch das *Bedienen und Anwenden digitaler Geräte* durch *AR /- VR-Szenarien* wird gefördert.

Auch die angestrebten Kompetenzen des *Perspektivwechsel* resp. *interdisziplinären Denkens* ( $M=3,07$ ;  $SD=0,82$ ) weisen einen hohen Stellenwert auf und sind in übergreifenden Lernszenarien inkludiert.

Eine Vernetzung von Maschinen bzw. weiterer Systeme durch ein *ERP-Systeme* ( $M=3,01$ ;  $SD=1,01$ ) oder eines *Online-Shopsystems* ( $M=2,8$ ;  $SD=0,88$ ) wird als Bereicherung und Notwendigkeit identifiziert für eine mittel- bis langfristige Implementierung.

## 5 Zielbilder

### 5.1 Zielbilder technischer Berufe

Die Fragegruppen der quantitativen Erhebung, welche auch die Struktur der Ergebnisdarstellung in Kapitel 2.2 darstellen, strukturieren die Ergebnisse zwar inhaltlich, sie eignen sich allerdings in dieser Form kaum für die Erstellung von Lernszenarien. Aus diesem Grund wird im Folgenden eine Darstellungsweise vorgestellt, welche die Ergebnisse der empirischen Erhebungen durch eine Umstrukturierung und anschließende Diskussion nutzbar macht.

#### 5.1.1 Entwicklung

In den empirischen Untersuchungen wurden auf technischer Seite intensiv die Anwendungen von 5G betrachtet, denn diese müssen in Lernsituationen aufgegriffen werden, um das Lernen mit und für 5G umsetzen zu können. Die Ergebnisse zur Nutzung oder Thematisierung von 5G-Anwendungen werden daher in der Kategorie *Anwendungskontext* zusammengefasst. Da Anwendungen auf unterschiedliche Arten genutzt, beziehungsweise mit einem bestimmten Fokus schulisch thematisiert werden können, ist als weitere Zielbildkategorie ein Fokus nötig, dessen Ergebnisse sich auf inhaltlichen Ausrichtungen in der quantitativen Erhebung beziehen. Zusammen mit dem Anwendungskontext können dadurch Ansätze für Lernsituationen eingegrenzt werden. Die Situationen, in denen 5G genutzt werden können, unterscheiden sich jedoch durch die unterschiedlichen Aufgabengebiete der Ausbildungsberufe. Um dazu eine entsprechende Einschätzung geben zu können werden diesbezügliche Fragen in der Kategorie *Bildungsgänge* zusammengefasst.

Zielbilder		
Anwendungskontext	Inhaltlicher Fokus	Bildungsgänge
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen im Einsatz</li> <li>• Relevanz von 5G für Anwendungen</li> <li>• Anwendungen im Umfeld</li> <li>• Vorteile von Anwendungen für Berufsbildung</li> <li>• Eignung von Anwendungen für Lernszenarien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernaspekte von 5G</li> <li>• Technisches Hintergrundwissen</li> <li>• IKT-Kompetenzen</li> <li>• Datenanalyse</li> <li>• Bestandteile der 5G-Lernszenarien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt der Berufe zu 5G</li> <li>• Mit 5G verbundene Aufgaben von Berufen</li> </ul>

Abbildung 26 Zielbildkategorien mit Zuordnung der Items der quantitativen Erhebung

## 5.1.2 Ergebnisse

Die Zuordnung der Fragen der quantitativen Untersuchung ist in der folgenden Grafik dargestellt. Die nähere Betrachtung der Zielkategorien und die Diskussion der einzelnen Fragen findet in den folgenden Unterkapiteln statt.

### 5.1.2.1 Anwendungskontext

Die Zielkategorie Anwendungskontext beschreibt anhand der empirischen Ergebnisse die Anwendungen von 5G, welche in den Lernsituationen thematisiert oder genutzt werden sollten.

#### **Relevanz von 5G für Anwendungen**

Da die Einschätzungen der Relevanz von 5G für die ausgewählten Anwendungen sehr ähnlich sind, können in dieser Hinsicht alle für Lernsituationen verwendet werden, wobei die *mobile Echtzeitsteuerung von Maschinen, automatisierte oder autonome Flurförderzeuge* und *Fernwartung* gemäß ihrer etwas höheren Einschätzung und der geringeren Abweichung der Antworten der Probanden zu bevorzugen sind.

#### **Anwendungen im Einsatz und im Umfeld**

Die Anwendungen, welche bei den Proband\*innen selbst im Einsatz sind, kommen auch prinzipiell für die Lernsituationen in Frage, da in diesen die Realität des Einsatzes abgebildet werden soll. Entsprechend spricht die Anzahl der Anwendungen im Bereich *Fahrzeuge & Logistik* und *Produktion & Automatisierung* auch dafür die Lernszenarien zu entwickeln bei denen der 5G-Einsatz in diesen Bereichen zentral ist. Die Thematisierung der expliziten Anwendungen wie *Messdatenübermittlung* und *Predictive Maintenance*, beziehungsweise *fahrerlose Transportsysteme* sollten daher explizit als Ausgangspunkt für Lernsituationen betrachtet werden.

#### **Anwendungswünsche im Umfeld**

Ähnliches gilt für die Anwendungen, welche sich die Probanden in ihrem beruflichen Umfeld vorstellen können, wobei die Antworten zu diesem Item eher die zukünftigen Möglichkeiten oder Wünsche der Probanden darstellen. Es zeigt sich zudem ein deutlich anderes Bild mit dem Fokus auf Daten, was in bei *Produktion & Automatisierung* evtl. implizit ebenfalls gemeint worden sein könnte. Dies lässt sich allerdings nicht mit Gewissheit sagen. Dazu kommt die Nutzung von AR und VR, welche bei den aktuellen Anwendungen nicht berücksichtigt wurden. Es ist daher noch offen ob oder wie 5G für VR und AR sinnvoll genutzt werden kann.

#### **Vorteile von Anwendungen für Berufsbildung**

Dabei werden durch AR und VR durchaus Vorteile für die berufliche Bildung erwartet. Durch die sehr ähnliche Einschätzung der Nutzen von mobilem Datenzugriff,

Datenbrillen, AR und VR lässt sich für den Einsatz oder die Thematisierung dieser Anwendungen keine Priorisierung vornehmen. Die Nutzung von derart unterstützender Technik ist demnach an die restliche Lernsituation anzupassen und ebenfalls hinsichtlich des technischen Aufwands zu beurteilen, wobei wie bereits beschrieben der Nutzen von AR-Anwendungen gemäß den Ergebnissen nicht allgemein höher sind als die Einblendung von Daten ins Sichtfeld und somit ein höherer Aufwand durch die Entwicklung von AR-Anwendungen je nach Anwendung nicht nötig sein muss.

### **Eignung von Anwendungen für Lernszenarien**

Hinsichtlich der Eignung von Anwendungen stellt die Liste, welche in der quantitativen Umfrage eingeschätzt werden sollte, einen Ausgangspunkt dar. Da sich keine aufgeführten Anwendungen sonderlich abheben, kann die nähere Auswahl anhand der anderen Ergebnisse oder durch Kriterien wie Umsetzbarkeit in der Schule oder Passung zum Lehrplan stattfinden.

#### **5.1.2.2 Inhaltlicher Fokus**

Der inhaltliche Fokus beschreibt die Empfehlungen für Inhalte und aufzubauenden Kompetenzen durch die 5G-Lernszenarien und ermöglicht auf diese Weise eine weitere Ausrichtung, ohne bestimmte Anwendungen zu empfehlen oder vom Einsatz abzuraten.

### **Kernaspekte von 5G**

Als typisch für 5G werden hauptsächlich die drei Performanzdimensionen gesehen. Für die Lernszenarien wäre es daher wünschenswert, wenn diese Aspekte verdeutlicht und genutzt werden würden. Dies gestaltet sich allerdings zum aktuellen Zeitpunkt als schwierig, da bisher nur Equipment zum Release 15 verfügbar ist, welches lediglich den Anspruch an sehr hohe Datenraten erfüllt. Ultrageringen Latenzen und die massenweise Kommunikation von Maschinen können daher zumindest nicht vollumfänglich in Lernszenarien eingesetzt werden. Da jedoch der Anspruch an die Kommunikationstechnik innerhalb der Schule beispielsweise durch die geringere Anzahl der Maschinen deutlich geringer als in produzierenden Unternehmen ist, sollte dies kein großes Problem darstellen.

### **Technisches Hintergrundwissen**

Für den Einsatz von technischen Anwendungen ist technisches Hintergrundwissen nötig. Dies trifft auch auf 5G-Anwendungen zu. Für die Lernszenarien ist dabei eine Identifikation dieses Wissens nötig, um den Schülerinnen und Schülern die Umsetzung der 5G-Anwendungen zu ermöglichen.

Da jeweils ein Bezug zur entsprechenden Anwendung besteht, würde wie in der Darstellung der Ergebnisse eine Betrachtung an dieser Stelle zu weit führen. Es wird daher empfohlen bei Auswahl einer Anwendung die Angaben der Probanden zu dieser Anwendung zu sichten.

### **IKT-Kompetenzen**

Die Ergebnisse zu den IKT-Kompetenzen geben eine Tendenz wie die 5G-Lernszenarien für die jeweiligen Ausbildungsberufe auf dem Spektrum anwendungs- bis IKT-bezogen ausgerichtet sein sollten. Dabei zeigt sich, dass die Lernszenarien für die Mechanikerberufe eher anwendungsbezogen gestaltet sein sollen, wohingegen die für Fachinformatiker\*innen und Elektroniker\*innen für Betriebstechnik IKT-bezogen und somit auch direkter auf 5G bezogen sein sollten.

### **Datenanalyse**

Dieses Bild bestätigt sich bei der Betrachtung der Wichtigkeit der Datenanalyse, sowohl was die Rangfolge als auch die ungefähre absolute Einschätzung betrifft. Die Analyse von Daten sollte demnach insgesamt in den erstellten Lernszenarien thematisiert werden, was besonders die Ausbildungsberufe Elektroniker\*in für Betriebstechnik, Fachinformatiker\*in und Mechatroniker\*in betrifft. Demnach sollten in den Lernszenarien nicht ausschließlich die Übertragung der Daten durch 5G im Vordergrund stehen.

### **Bestandteile der 5G-Lernszenarien**

Die Einschätzungen der Relevanz der ausgewählten Lernszenariobestandteile zeigt, dass alle in einem Bereich liegen, der die Aufnahme in ein Lernszenario rechtfertigt. Durch die ähnlichen Einschätzungen ist zusätzlich davon auszugehen, dass eine zeitliche und inhaltlich recht ausgeglichene Gewichtung der einzelnen Bestandteile anzustreben ist. Die einzelnen Bestandteile können gegebenenfalls auch als Ablauf der Lernszenarien gesehen werden, welcher lediglich noch auf Anwendungssituationen übertragen werden muss. Dabei sollte die Zielbildkategorie *Anwendungskontext* als Ausgangspunkt dienen.

#### **5.1.2.3 Bildungsgänge**

Die Zielbildkategorie *Bildungsgänge* beinhaltet die Ergebnisse, die eine Auswahl der Bildungsgänge ermöglicht, für die vorrangig Lernszenarien erstellt werden sollten.

### **Kontakt zu 5G**

Die Einschätzungen zur Kontaktstärke sind sehr ähnlich zu denen der Fragen bezüglich Datenanalyse und IKT-Kompetenzen, was einen Zusammenhang dieser drei Aspekte vermuten lässt. Für die Auswahl der Bildungsgänge, für die Lernszenarien mit sehr starkem 5G-Fokus erstellt werden sollen, wird daher eine Priorisierung anhand der Kontaktstärke empfohlen. Demnach sollten, soweit an der Schule als Bildungsgang vertreten vor allem die Fachinformatiker, sowie Elektroniker für Betriebstechnik und Mechatroniker oder Industriemechaniker (da fast gleiche Bewertung) in den Blick genommen werden.

### **5G-Aufgaben von Berufen**

Durch die Abstraktheit der Frage nach der Stärke des Kontakts einzelner Ausbildungsberufe zu 5G lässt sich eine allgemeine Einschätzung formulieren. Diese erlaubt

allerdings keine Aussage über die Art des Kontakts. Um für die Berufe allerdings Lernszenarien entwickeln zu können, ist genau dieser Aspekt entscheidend. Die Frage nach der Übernahme von mit 5G verbundenen Aufgaben, ermöglicht hier eine grobe Einschätzung.

Da die Fachinformatiker\*innen bei den Aufgaben *Anbindung von VR- oder AR-Equipment, Betreuung, Aufbau und Planung des Campusnetzes* die höchsten Zustimmungswerte besitzen, wären diese Aufgaben für eine Thematisierung in Lernszenarien geeignet. Gleiches gilt für Elektroniker\*innen für *Betriebstechnik und Warenverfolgung mittels Sensoren, Einrichtung von Förderzeugen* und *Mobile Echtzeitsteuerung von Anlagen*. Hinzukommen die Aufgaben *Einrichtung von Förderzeugen* und *Mobile Echtzeitsteuerung von Anlagen*, die beim Beruf Mechatroniker\*in und letztere auch bei Industriemechaniker\*in ebenfalls genügend hohe Zustimmungswerte besitzen und somit als zentrale Aufgabe für Lernszenarien verwendet werden können.

## 5.2 Zielbilder kaufmännischer Ausbildungsberufe

Um die Untersuchungsergebnisse in mögliche Lernsituationen zu transferieren, werden bereichsspezifische Zielbilder definiert. Die Zielbilder stellen Zusammenfassungen der qualitativen und quantitativen Befragung dar und werden in Anlehnung an das Lernsituationsmodell nach Sloane (2006, S. 4) beschrieben. Im kaufmännischen Bereich werden die Ausbildungsberufe *Industriekaufmann/-frau* (Anlage A), *Kaufmann/-frau im E-Commerce* (Anlage A) sowie der *kaufmännische Assistent/-in* (Anlage C) als gegeben vorausgesetzt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Befragungen mit dem Lernsituationsmodell verknüpft.

### 5.2.1 Kaufmännische Lerninhalte im Rahmen der Gestaltung von 5G Lernsituationen

Die im Projektantrag statuierten möglichen Lerninhalte haben sich sowohl in der qualitativen als auch in der quantitativen Erhebung als relevant herausgestellt. Demnach weisen die Lerninhalte *Predictive Maintenance* (M=3,24; SD=0,76) sowie *Fernwartung mit mobilem Equipment* (M=3,34; SD=0,73) eine hohe Relevanz auf.

Zwar sind die Lerninhalte und damit die kaufmännischen Tätigkeiten des *Predictive Costings* und des *Online-Marketings* laut quantitativer Befragung weniger relevant, jedoch stehen diesem Ergebnis die positiven Ergebnisse der qualitativen Befragung gegenüber. So können die Mittelwerte für *Predictive Costing* (M=2,63; SD=0,92) und *Online-Marketing* (M=2,48; SD=1,01) als Messfehler interpretiert werden. Dies zeigt sich auch in der hohen Standardabweichung.

Ebenfalls in Frage kommen *Logistikprozesse* ( $M=3,34$ ;  $SD=0,846$ ), *Optimierungsprozesse im Unternehmen* ( $M=3,2$ ;  $SD=0,83$ ) sowie die *Pflege, Steuerung und Überwachung von Stücklisten* ( $M=2,79$ ;  $SD=0,88$ ).

An dieser Stelle ist eine Zuordnung der kaufmännischen Tätigkeiten zu den kaufmännischen Ausbildungsberufen möglich. Diese Zuordnung wurde auf Basis der qualitativen und quantitativen Befragung sowie einer Analyse der Rahmenlehrpläne und didaktischen Jahrespläne vorgenommen.



Abbildung 27 Zuordnung kaufmännische Tätigkeiten mit den kaufmännischen Ausbildungsberufen

## 5.2.2 Kaufmännische Kompetenzen als Lern- und Arbeitsstrategien

Im Vordergrund der Gestaltung von Lernsituationen stehen immer die Schülerinnen und Schüler bzw. Auszubildenden der jeweiligen Bildungsgänge. Sie sind unmittelbar vom digitalen Wandel betroffen. Ziel der Lernsituationen ist es die Potenziale der Auszubildenden zu entdecken und die Kompetenzen weiterzuentwickeln.

Die zu fördernden Kompetenzen lassen sich in *berufsbezogene Querschnittskompetenzen* (vgl. Erpenbeck 2011, S. 21) und *digitale Kompetenzen / Medienkompetenzen* (vgl. Eickelmann 2019) unterteilen.

Bei den berufsübergreifenden Kompetenzen dominiert die *Innovationsfähigkeit* ( $M=3,4$ ;  $SD=0,78$ ). Die Innovationsfähigkeit kann dahingehend interpretiert werden, dass im Umgang mit neuen Technologien auch neue Möglichkeiten bestehen. Ein „out-of-the-box“-Denken bereits in der Ausbildung zu implementieren, stellt einen wesentlichen Beitrag zur Aktualisierung des Curriculums und damit zur Fachkräftesicherung

dar. Neben der Innovationsfähigkeit ist die *Problemlösefähigkeit* ( $M=3,31$ ;  $SD=0,75$ ) ein wichtiger Aspekt der Ausbildung, der in allen Ausbildungsgängen berücksichtigt werden sollte.

Des Weiteren stellt die *Datenauswertung / Analysefähigkeit* ( $M=3,25$ ;  $SD=0,75$ ), insbesondere von maschinellen Daten, sowie vorausschauende Daten eine zu vertiefende Kompetenz dar. Aufgrund des doch sehr hohen Schwierigkeitsniveaus wird diese Kompetenz in erster Linie im Ausbildungsberuf Industriekaufmann/-frau angesiedelt sein, was jedoch eine Vertiefung in anderen Ausbildungsgängen nicht ausschließt.

Auch das *selbstorganisierte Lernen* ( $M=3,14$ ;  $SD=0,91$ ) gehört zu den Kompetenzen, die im Zuge der digitalen Transformation ausgebaut werden sollten. Aufgrund der hohen Online-Präsenz sowie der Durchführung von *Projektarbeiten* sollte dies im Ausbildungsberuf Kaufmann/Kauffrau im E-Commerce einen Schwerpunkt bilden.

Die *Prozessoptimierung* ( $M=3,36$ ;  $SD=0,74$ ) sowie das *interdisziplinäre Denken* ( $M=3,07$ ;  $SD=0,82$ ) knüpfen hier hervorragend an den Ausbildungsgang der kaufmännischen Assistent/innen an. So können sowohl betriebswirtschaftliche als auch informationsverarbeitende Prozesse optimiert und ein Perspektivwechsel zwischen gewerblich-technischer und kaufmännischer Sichtweise realisiert werden.

Eine Vertiefung der *digitalen Kompetenzen/Medienkompetenzen* ist insbesondere hinsichtlich des *Informierens und Recherchierens mit digitalen Medien* ( $M=3,3$ ;  $SD=0,76$ ) sowie des *Analysierens und Reflektierens mit digitalen Medien* ( $M=3,2$ ;  $SD=0,8$ ) sinnvoll. Insbesondere dann, wenn man das *Analysieren und Reflektieren mit digitalen Medien* als Kerntätigkeit der Lernsituation hervorhebt.

Das *Bedienen und Anwenden digitaler Endgeräte* ( $M=3,3$ ;  $SD=0,8$ ), das *Kommunizieren und Kooperieren mit digitalen Medien* ( $M=3,4$ ;  $SD=0,76$ ) sowie das *Produzieren und Präsentieren mit digitalen Medien* ( $M=3,2$ ;  $SD=0,8$ ) bieten sich als Vertiefungsschwerpunkte im Ausbildungsberuf Kaufmann/Kauffrau im E-Commerce an. Damit zeichnen sich neue Darstellungs- und Präsentationsmöglichkeiten im Marketing ab, aber auch eine Vertiefung der Kundenkommunikation und -beziehung.

Schließlich stellt die Fokussierung auf das *Kommunizieren und Kooperieren mit digitalen Medien* ( $M=3,4$ ;  $SD=0,76$ ) sowie das *Bedienen und Anwenden von digitalen Endgeräten* ( $M=3,3$ ;  $SD=0,8$ ) im Ausbildungsberuf Kaufmännischer Assistent/-in eine gelungene Übertragbarkeit dar, insbesondere im Hinblick auf die mehrfache Initiierung von interdisziplinärem Denken und Prozessoptimierungen.

Somit lässt sich folgende Darstellung der Kompetenzen festhalten, wobei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen wird, dass es sich hierbei lediglich um Umsetzungsvorschläge handelt, die sich auf der Grundlage der Erhebungen ergeben haben.

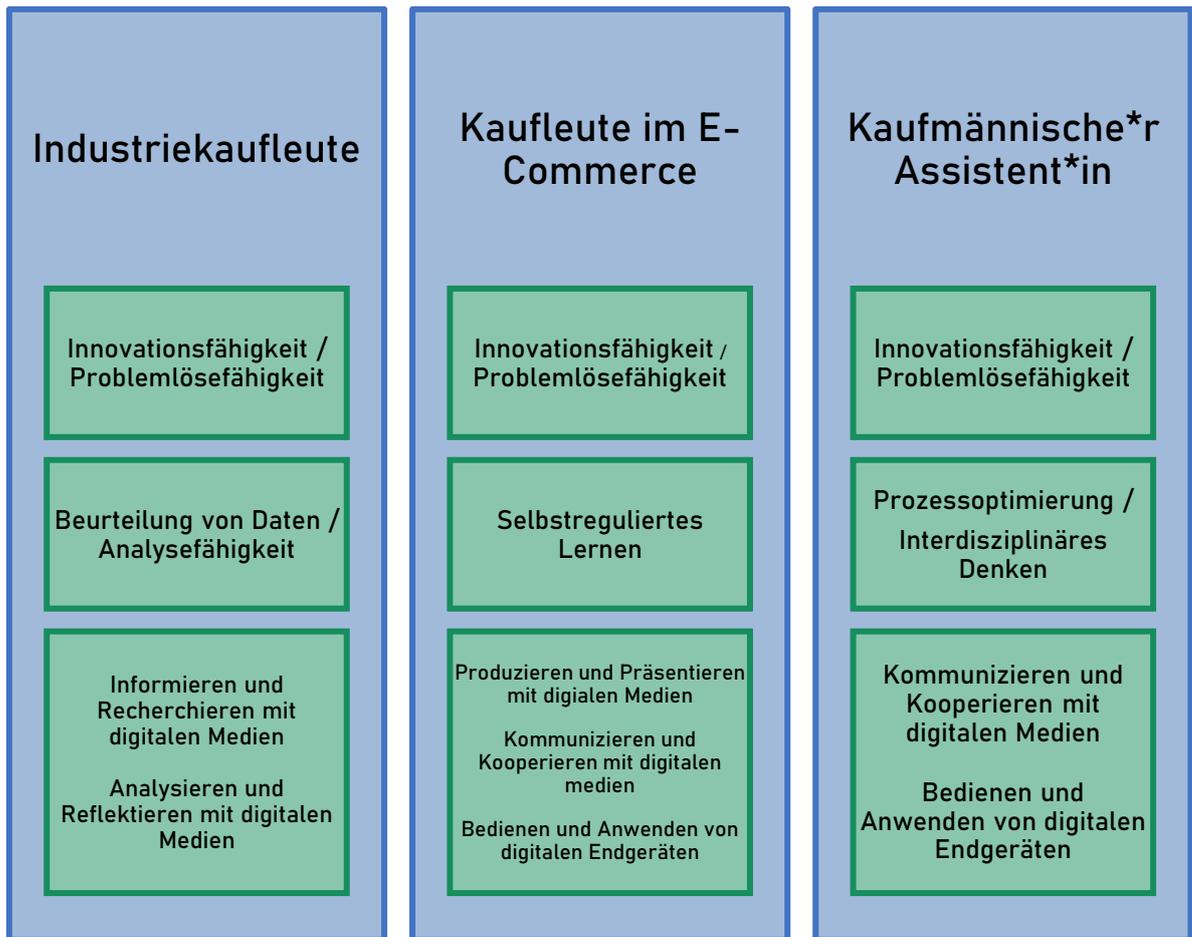


Abbildung 28 Zuordnung Vertiefung der Querschnittskompetenzen und digitalen Kompetenzen

### 5.2.3 Gestaltungsmerkmale kaufmännischer Lernsituationen

#### Handlungsprozess

Die quantitative Befragung deutet darauf hin, dass die Berücksichtigung der *vollständigen Handlung* unabdingbar ist. So werden insbesondere die Elemente *Problemerkennung* ( $M=3,3$ ;  $SD=0,8$ ) sowie *Lösungsentwicklung* ( $M=3,47$ ;  $SD=0,78$ ) betont. Die Elemente *Lösungswege überprüfen* ( $M=3,26$ ;  $SD=0,8$ ) sowie die *Bewertbarkeit der Situation* ( $M=3,26$ ;  $SD=0,71$ ) sind ebenfalls notwendige Bestandteile, die in allen Bildungsgängen vorhanden sein sollten.

#### Handlungsergebnis

Bezüglich des Handlungsergebnisses treffen die Elemente *Sicherung des Gelernten* ( $M=3,13$ ;  $SD=0,74$ ) mit einer *Übertragbarkeit / Transfer* ( $M=3,3$ ;  $SD=0,72$ ) auf mögliche neue Situationen auf alle drei Ausbildungsgänge zu.

#### Handlungsraum

Die Aspekte *Zugänglichkeit*, *Zukunftsbedeutung* und *Gegenwartsbezug* sollen übereinstimmend in allen Studiengängen etabliert werden. Auch der *Umgang mit Echtzeitdaten* ( $M=3,34$ ;  $SD=0,86$ ), z. B. durch Maschinendaten, aber auch durch den Einsatz von AR/VR-Brillen, sind Gestaltungselemente, die alle Ausbildungsberufe verbinden.

Die Industriekaufleute gewichten den *Praxisbezug* ( $M=3,21$ ;  $SD=0,76$ ) sowie die *Einbindung eines ERP-Systems* ( $M=3,01$ ;  $SD=1,01$ ) stärker.

Der Einsatz eines *Online-Shopsystems* ( $M=2,8$ ;  $SD=0,88$ ) bietet sich für den Ausbildungsberuf Kaufmann/-frau im E-Commerce an, sowie der Aspekt der *Projektarbeit* ( $M=3,25$ ;  $SD=0,77$ ).

Bei den kaufmännischen Assistenten/-innen wird der Aspekt der *Binnendifferenzierung* ( $M=3,25$ ;  $SD=0,8$ ) stärker wahrgenommen als bei den beiden anderen Ausbildungsberufen, ebenso der *Einsatz von AR/-VR-Brillen*.



Abbildung 29 Gestaltungsmerkmale kaufmännischer Lernszenarien

Zielbild kaufmännischer Ausbildungsberuf

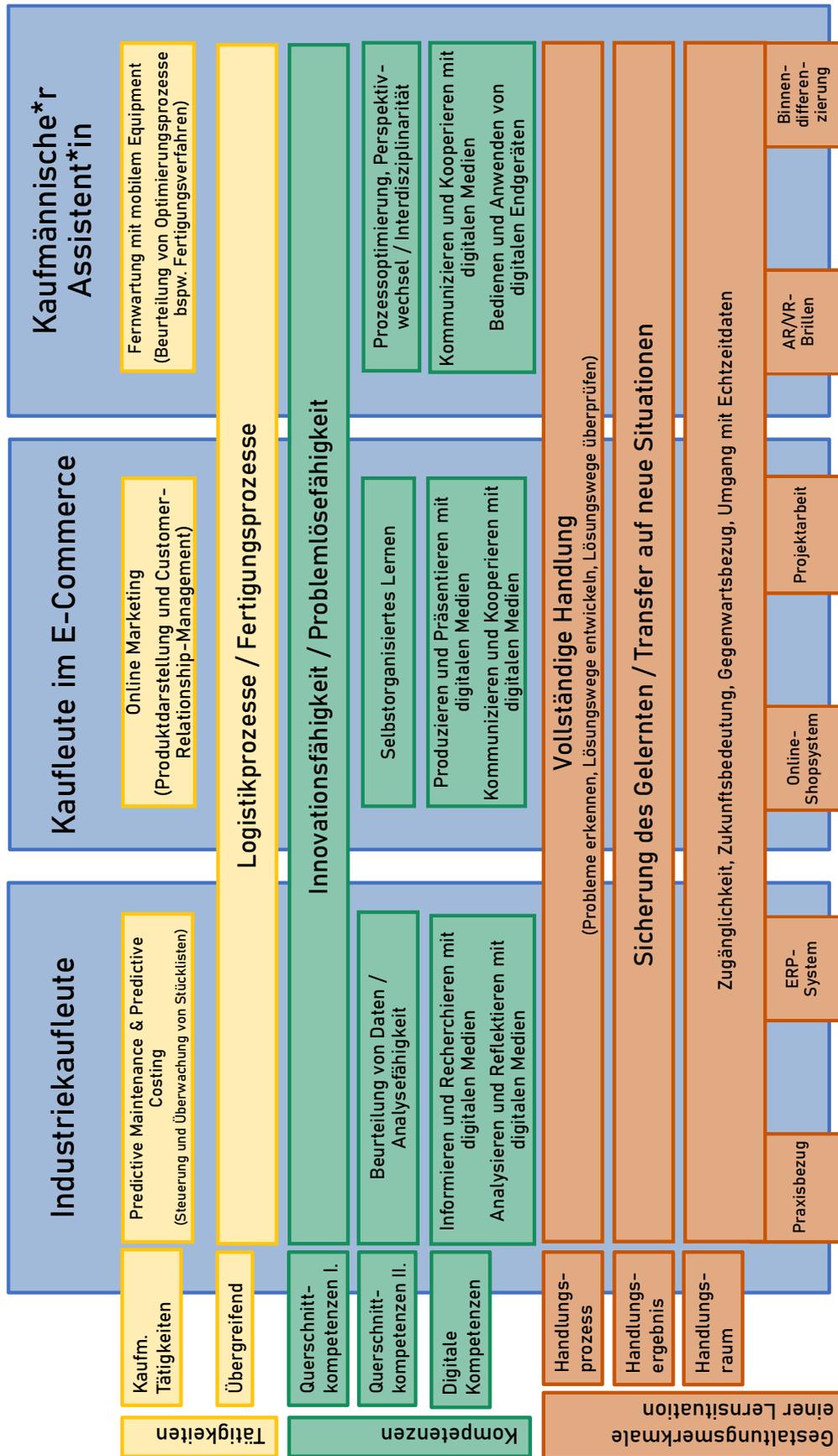


Abbildung 30 Zielbild kaufmännischer Ausbildungsberuf

## 5.3 Zielbilder übergreifender Lernszenarien

### 5.3.1 Handlungsfelder übergreifender Lernszenarien

Übereinstimmend stellten die qualitativen und quantitative Erhebungen dar, dass Predictive Maintenance und Fernwartung mit mobilem Equipment eine mögliche übergreifende Lernszenarienschnittstelle darstellt. Diese Tätigkeiten sind in erster Linie dem Produktions- / Fertigungsbereichs eines Unternehmens verortet.

Des Weiteren bietet sowohl eine digitale als auch eine analoge Vernetzung von Maschinendaten (Sensoren: Temperatur, Schwingungen, Druckluft, Strom) genauso wie die Beschaffenheit von Produkten, die Darstellung von Fertigungsverfahren und Überwachungssequenzen die Möglichkeit übergreifende Lernszenarien zu gestalten.

### 5.3.2 Übergreifende Kompetenzentwicklung

Die übergreifenden Lernszenarien implizieren berufsbezogene Querschnittskompetenzen (vgl. Erpenbeck 2011, S. 21) sowie digitale Medienkompetenzen (vgl. Eickelmann 2019).

Als berufsbezogene Querschnittskompetenzen kann hier eine *Beurteilung von Daten* bzw. *Analysefähigkeit* von maschinellen Daten festgehalten werden. Genauso ist das Manifestieren von *interdisziplinieren Denken* und *Innovationsfähigkeit* essenziell. Besonders interessant wird es dabei sein, neue Perspektiven auf die eigenen Tätigkeiten zu erhalten und die getätigte Arbeit im großen Unternehmenszusammenhang wiederzuerkennen.

Auf Seiten der digitalen Medienkompetenzen steht *das Kommunizieren und Kooperieren mit digitalen Medien* im Vordergrund. Den Austausch zwischen den Lernorten zu initiieren und möglicherweise gemeinsam an Unterrichtsgegenständen zu arbeiten im Sinne der Förderung von Authentizität. Gleichwohl sind *das Anwenden und Bedienen von digitalen Medien*, sowie *Aspekte des Datenschutzes* als zu fördernde Kompetenzen festzuhalten. Dadurch, dass man innerhalb der übergreifenden Lernsituationen Zugriff in neue Lernorte erhält, sind die im Rahmen dieses Zugangs ausgestalteten Situationen in einem „geschützten Raum“ anzusehen und sollten nicht nach außen dringen.

### 5.3.3 Übergreifende Applikationen / Anwendungen

Zur Realisierung von übergreifenden Lernsituationen ist eine Vernetzung auf unterschiedlichen Ebenen nötig.

So muss eine Vernetzung auf Makroebene durch ein Koordinieren / Kooperieren mit den jeweiligen Lernorten gegeben sein, als auch eine Vernetzung auf Mesoebene durch die

einzelnen Ausbilder und Auszubildenden. Schließlich ist eine Vernetzung auf maschineller Ebene zwischen der Lernfabrik resp. Produktionswerkstatt mit dem Klassenraum nötig.

Hier bieten sich **ERP- und WW-Systeme** an zur Verwirklichung von analoger und digitaler Vernetzung. Dies würde eine mittel- bis langfristigen Implementierung der 5G Technologie gewährleisten.

Auch die Verwendung von **AR-Applikationen** durch **AR-Brillen**, aber auch durch AR-Applikationen bei Tablets und Laptops sind empfehlenswert.

## Übergreifende Lernszenarien



Voraussetzung: digitale / analoge Vernetzung

Abbildung 31 Zielbilder übergreifender Lernszenarien

## Literaturverzeichnis

Buschfeld, Detlef/ Euler, Dieter / (1994): Antworten die eigentlich Fragen sind – Überlegungen zur Kooperation der Lernorte. In. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 23, Heft 2, S. 9-13.

Eickelmann, Birgit (2019): Der Medienkompetenzrahmen NRW – eine Einordnung im Kontext aktueller Entwicklungen und Perspektiven für die schulische Arbeit.

Erpenbeck, John (2011): Querschnittkompetenzen. In: Werner G. Faix: Kompetenz. Festschrift Prof. Dr. John Erpenbeck zum 70. Geburtstag. Band 4. Seinbeis-Edition, 2012, 1. Auflage Stuttgart.

Sloane, P.F.E. (2006): Didaktische Analyse und Planung im Lernfeldkonzept. Erscheint in: Bonz, B: Didaktik der Berufsbildung, 2. Auflage.

Gebhardt, J. (2017): Über die zukunftsfähigere Positionierung der Facharbeit im digitalen Wandel. In: Prokompakt 8 (2017). <https://www.prokom-4-o.de/files/downloads/prokompakt-08-2017.pdf>.

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1 Anzahl der Probanden, die ein 5G-Netz im Einsatz haben, den Einsatz planen, nicht planen und ihn ausschließen.</i>	9
<i>Abbildung 2 Einschätzung welche Aspekte bei 5G besonders im Vordergrund stehen (Skala durch äußere Hilfslinien bei 1 und 4 dargestellt; Skalenmitte durch mittlere Hilfslinie bei 2,5 dargestellt)</i>	11
<i>Abbildung 3 Polaritätenprofil zu 5G</i>	12
<i>Abbildung 4 Relevanz von 5G für ausgewählte Anwendungen</i>	13
<i>Abbildung 5 Einschätzung der Vorteile von 5G für die berufliche Bildung ausgewählter Anwendungen</i>	15
<i>Abbildung 6 Einschätzung wie stark ausgewählte Ausbildungsberufe Kontakt zu 5G haben werden</i>	16
<i>Abbildung 7 Einschätzung ob ausgewählte Aufgaben im Zusammenhang mit 5G durch mindestens einen Ausbildungsberuf durchgeführt werden</i>	17
<i>Abbildung 8 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Industriemechanikern zuordnen</i>	18
<i>Abbildung 9 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Werkzeugmechanikern zuordnen</i>	19
<i>Abbildung 10 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Zerspanungsmechanikern zuordnen</i>	20
<i>Abbildung 11 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Elektronikern für Betriebstechnik zuordnen</i>	21
<i>Abbildung 12 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Mechatronikern zuordnen</i>	22
<i>Abbildung 13 Anteil der Probanden, welche die Übernahme von Aufgaben im Zusammenhang mit 5G Fachinformatikern zuordnen</i>	23
<i>Abbildung 14 Berufe, denen der größte Anteil der Probanden eine Durchführung der jeweiligen Aufgabe zuschreibt</i>	23
<i>Abbildung 15 Einschätzung welche Art (Niveau) von IKT-Kompetenzen die ausgewählten Ausbildungsberufe benötigen.</i>	24
<i>Abbildung 16 Einschätzung wie wichtig die Analyse von Daten für ausgewählte Ausbildungsberufe wird</i>	25
<i>Abbildung 17 Einschätzung der Relevanz von ausgewählten möglichen Lernszenariobestandteilen im Zusammenhang mit 5G</i>	26
<i>Abbildung 18 Einschätzung wie sehr ausgewählte Anwendungen sich für Lernszenarien eignen</i>	27
<i>Abbildung 19 Kaufmännische Schwerpunktsetzung im Kontext der Qualitativen Erhebung</i>	29
<i>Abbildung 20 Übersicht kaufmännischer Ausbildungsberufe im Kontext des Projektes 5G Lernorte OWL</i>	30
<i>Abbildung 21 Übersicht kaufmännischer Tätigkeitsbereiche im Kontext des Projektes 5G Lernorte OWL</i>	33
<i>Abbildung 22 Übersicht Nachgefragte Kompetenzen im Zuge der digitalen Transformation bei kaufmännischen Ausbildungsberufen</i>	36
<i>Abbildung 23 Kaufmännische Teile der Quantitativen Erhebung</i>	39

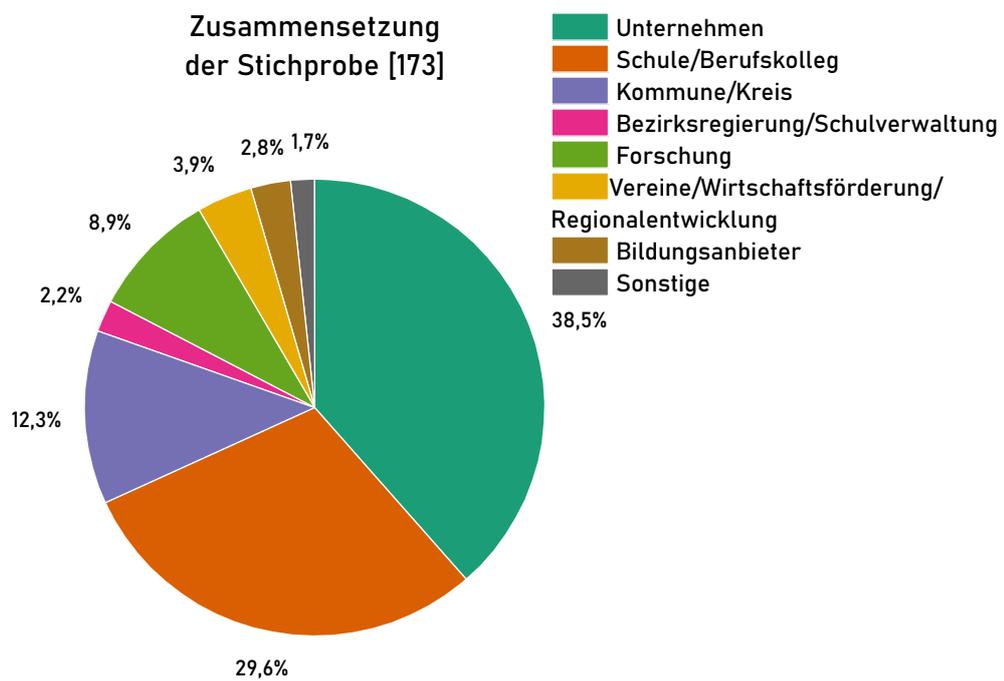
---

<i>Abbildung 24 Übersicht qualitative Erhebung übergreifender Lernszenarien</i> .....	44
<i>Abbildung 25 Gewünschte Stärke der Kooperation der am Projekt Beteiligten zwischen den verschiedenen Lernorten</i> .....	45
<i>Abbildung 26 Zielbildkategorien mit Zuordnung der Items der quantitativen Erhebung</i> .....	47
<i>Abbildung 27 Zuordnung kaufmännische Tätigkeiten mit den kaufmännischen Ausbildungsberufen</i> .....	52
<i>Abbildung 28 Zuordnung Vertiefung der Querschnittskompetenzen und digitalen Kompetenzen</i> .....	54
<i>Abbildung 29 Gestaltungsmerkmale kaufmännischer Lernszenarien</i> .....	55
<i>Abbildung 30 Zielbild kaufmännischer Ausbildungsberuf</i> .....	56
<i>Abbildung 31 Zielbilder übergreifender Lernszenarien</i> .....	58

## 6 Anhang

### 6.1 Allgemeine Betrachtung der Quantitativen Erhebung

#### 6.1.1 Zusammensetzung der Stichprobe



## 6.2 Auseinandersetzung mit 5G

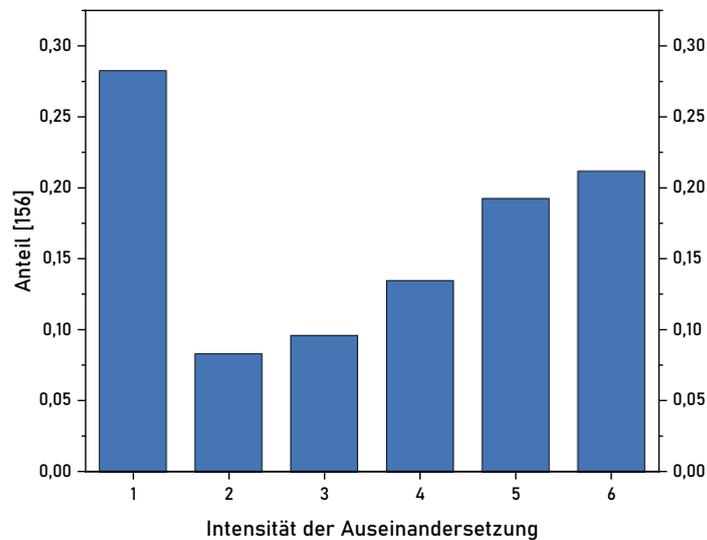


Abbildung 32 Antworten auf die Frage wie intensiv die bisherige Auseinandersetzung mit 5G war. 1 repräsentiert „keine Auseinandersetzung“, 6 „intensive Auseinandersetzung“

## 6.3 Antworten auf die offenen Fragen der quantitativen Erhebung

### 6.3.1 Für welche Anwendungen wird oder soll 5G bei Ihnen eingesetzt werden? G1Q7

- 106 Fahrzeug Kommunikation und Angebot von mobilen Online Diensten im Fahrzeug
- 116 Diensthandy
- 123 unbekannt
- 136 Kommunikation
- 142 Kommunikation, Kundenprojekte
- 152 In den eigenen Produkten, Automatisierung der Fertigung
- 155 Der Einsatz 5G wird im Umfeld der Produktion aktuell erprobt. Darüber haben wir als Prototypen eigene Geräte entwickelt, die im 5G Campus-Netz kommunizieren können. Es ist geplant diese Geräte auch an Kunden zu verkaufen.
- 177 Demoanwendungen, Proof of concepts
- 178 Messdatenübermittlung z.B. neue Silos
- 181 Autonomes Fahren

- 206 diverse, u.a.: Autonome Fahrzeuge Qualitätssicherung Allg. Konnektivität Telemetrie
- 207 datenkommunikation
- 214 Testen von 5G Terminals (Mobilgeräte)
- 215 Mobilfunk-Massenmarkt und Unterhaltungsindustrie, Industrie- und Logistikwendungen (Remote-Steuerung, AGV, Surveillancekameras, Drohnen), Bildung, Gesundheit (eHealth, Smart Hospital), Smart Cities und vernetztes Fahren (V2V Vehicle-to-Vehicle, V2X)
- 216 Laborumgebung und für technische Trainings
- 218 Mobilfunkendgeräte
- 219 Qualitätssicherung Standortsicherheit Fahrerlos Transportsysteme Edge- / Cloudcomputing
- 220 Als Showcase für verschiedene Anwendungen für unsere Klienten in einem Gewerbepark
- 225 5G Testnetze für private Campus-Netze
- 229 Fernsteuerung/Fernbedienung von Lastkraftwagen und Fahrzeugen bei langsamen Fahrmanövern
- 238 Gerade in den vorrangig angesprochenen Bereichen der Fahrzeugindustrie und deren Zulieferbetriebe sowie der Nachhaltigkeitswirtschaft im Weiterbildungsverbund ZUKUNFTmobil werden wir in der gesamten Vielfalt der 5G-Anwendungen gefordert sein.
- 246 Wir nutzen hier in Tokyo bereits 5G für die Kommunikation bzw. für Online Events usw. Wir haben auch das Fraunhofer IPT Aachen im Oktober 2022 zu insgesamt ca. 10 Top japanischen Unternehmen begleitet, um sie für Projekte um 5G Campus Netzwerke herum und das ICNAP Netzwerk zu gewinnen. Wir sind offen, auch die Univ. Paderborn und das Its OWL Cluster hierfür zu unterstützen.
- 248 Wir bauen und betreiben private 5G Netze in ganz Deutschland. Auf unserem Firmensitz betreiben wir ein privates 5G Netz zu Test-, Qualifizierungs- und Demonstrationszwecken.
- 256 Im Bereich HR-PE nutzen wir, wo vorhanden, Campus-Netze. Die Anwendungen sind dabei höchst vielfältig und abhängig von der technischen Ausstattung der Betriebe und Locations, zu denen wir kommen. Im Bereich eSport (wir machen Sim Racing) können wir unsere Rigs in 5G Netze integrieren
- 257 Industrial 5G: Umsetzung industrieller 5G Use Cases im Bereich Produktion und Logistik

- 263 Forschungsprojekt: Staplerleitsystem mit Predictive Maintenance Remote Maintenance Koffer mit Mixed Reality
- 267 Div. Kundenprojekte
- 271 Kommunikation von Geräte im Bereich der industriellen Automatisierung
- 277 Systementwicklung
- 279 Zahlreiche verschiedene Anwendungen. Echtzeit, Lokalisierung, hohe Datenraten, etc.
- 281 Forschungszwecke, Produktentwicklungen
- 282 Visual Analytics

### 6.3.2 Gibt es weitere relevante Anwendungen von 5G? [Sonstiges] G6Q3

- 90 Abrechnung von Industrie 4.0 Anwendungen
- 106 V2X
- 155 Aufnahme von Sensordaten oder IO-Knoten in Echtzeit
- 178 innerbetrieblicher Verkehr und Reinigung
- 206 Lokalisierung
- 209 Industrial Metaverse
- 211 z.B. autonomer Schiffsverkehr <https://captn.sh/foerde-5g/>
- 214 Mobilfunkversorgung von 30000 Menschen in einem Fussballstadium; Medizin: Operation aus der Ferne ...
- 217 KI
- 220 5G-basierte Ortung
- 230 Live-Streaming mit hohen Bandbreiten im Upload und geringer Latenz, Interaktion mit Ampelanlagen und autonomes Fahren (eher 6G)
- 242 relevantes Anwendungsszenario: Kompetenzsteigerung durch die Vernetzung zweier Personen/Teams
- 246 VR- oder AR-Anwendungen, Digital Twin im Maschinenbau
- 248 Plattform für Prozess-/Infrastruktur-kritische Informationsflüsse
- 256 Digital Signage im größeren Umfang, Raumplanungskonzepte, Desktop Sharing
- 262 im Medizinsektor sehr viele

- 266 Lokalisierung
- 273 Roboter-Roboter-Kollaboration
- 276 Tele-Medizin (fällt nicht unter (Fern-)Wartung, oder? ;-))
- 281 5g to WLAN

### 6.3.3 Welche 5G-Anwendungen können Sie sich in Ihrem beruflichen Umfeld vorstellen? G6Q4

- 47 Automatisierung
- 49 Echtzeitauswertung von Daten
- 112 Vernetzung von Maschinen/Anlagen, Lagersystemen und Produkten
- 116 Handy, Laptop, Datenverarbeitung, Internetnutzung, schnelles ERP-System, Kommunikation (schnelle Verbindung für Videokonferenzen), höhere Sprachqualität
- 123 Unterstützung von smart home / smart building
- 155 Fernwartung mit Kameraeinsatz, Vorausschauende Wartung, die Anbindung von Sensoren und IOs über 5G, wenn diese über Kabel schlecht zu erreichen sind und die Steuerung mobiler Vehicle
- 178 Fernwartung, Fernzugriff un VR-Anwendungen
- 184 Generelle Möglichmachung und maximale Flexibilierung der Mobilen Arbeit: Arbeiten egal wann und wo ohne jede Einschränkung
- 206 Alle der genannten. Jedoch insbesondere mit fokus auf campusnetze in der innerbetrieblichen Anwendung.
- 214 Mobile Echtzeitsteuerung
- 216 Autonomes Fahren
- 219 AGV, Maschinendaten, Cloud-Computing
- 220 Durchgängige 5G- basierte ortung udn Kommunikation bei Fernsteuerprozessen indoor und outdoor
- 226 Fahrzeugkommunikation (untereinander mit Infrastruktur -> C2X)
- 229 Digital Twins für Asset-management in Echtzeit
- 244 VR/AR
- 246 Sie unten
- 248 Alle
- 256 Vernetzung der Kursteilnehmer untereinander,

- 262 AR/VR Anwendungen
- 263 Analyse von bei Störungen, Fernwartung Diagnose
- 271 einfacher temporärer Einsatz von Sensoren und Aktoren im industriellen Umfeld
- 279 Nutzung von VR- oder AR-Anwendungen / Cloud Computing / Mensch-Roboter-Kollaboration / Erstellung Digitaler Zwillinge
- 281 Mobile Router im ÖPNV Umfeld, mobile Arbeitsrechner, Landwirtschaft, Windpark-Vernetzung, Teleoperiertes Fahren, Telerettung,

#### 6.3.4 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für Vorausschauende Wartung benötigt? G6Q5

- 12 möglichst keins, aber aktuell gibt es noch kein Quality of Service-gerechtes Plug&Play für 5G
- 15 Informatikkenntnisse (Datenbanksysteme, Nodered, Datenanalyse)
- 91 Relevante Sensorik und Indizien für abgenutzte Werkzeuge/Maschinen
- 123 Hersteller-/Produktentwickler Wissen
- 155 Man muss wissen wie man die Verbindung über 5G aufbaut, grundsätzlich sollte diese aber nicht anders sein als über LTE bzw. ggf. spezifisch bei einem eigenen Campus-Netz
- 178 Maschinenschnittstellen, Digitaler Wartungsplan, Einbindung externer Unternehmen für wiederkehrende Prüfungen
- 209 Umgang mit der entsprechenden Hard- und Software
- 220 Big-Data Verständnis
- 225 Information, Maschinen/Produktionsanlagenbau, Prozesstechnik, Steuerung/Regelungstechnik
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitorende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 239 Kenntnis über das technische System und seine Ausfallrisiken
- 248 Fragestellung nicht eindeutig formuliert. Welche Personengruppe ist hier genau gemeint? Anwender? Integrator? Betreiber?
- 262 tieferes Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 281 Schnittstellen der Geräte und deren Auswertung und Anbindung

- 284 Produktionstechnik, Wartungsprozesse, Künstliche Intelligenz, Prognose

### 6.3.5 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für eine Fernkontrolle der Produktqualität benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben
- 91 Qualitätsmerkmale und Zusammenhang mit Parametern der Produktion
- 155 Man muss wissen wie man die Verbindung über 5G aufbaut, grundsätzlich sollte diese aber nicht anders sein als über LTE bzw. ggf. spezifisch bei einem eigenen Campus-Netz
- 178 Schnittstellen, Datensicherheit
- 214 Netzwerkoptimierung bezüglich Latenz
- 220 Automatisierungswissen
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitor-ende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 239 Genaue Kenntnis der Qualitätsmerkmale
- 262 tieferes Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 281 Schnittstellen der Geräte und deren Auswertung und Anbindung
- 284 Sensorik, Künstliche Intelligenz

### 6.3.6 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für Fernwartung (Reparatur, Diagnose Instandhaltung) benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben
- 123 Umfangreiches Produkt- und Methoden Wissen
- 155 Man muss wissen wie man die Verbindung über 5G aufbaut, grundsätzlich sollte diese aber nicht anders sein als über LTE bzw. ggf. spezifisch bei einem eigenen Campus-Netz
- 178 Schnittstellen, Datensicherheit, Fortbildung der Mitarbeitenden
- 209 Umgang mit der entsprechenden Hard- und Software
- 214 Netzwerkoptimierung bezüglich Latenz

- 220 Automatisierungswissen
- 225 Information, Maschinen/Produktionsanlagenbau, Prozesstechnik, Steuerung/Regelungstechnik
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitorende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 239 Hier braucht man kein Hintergrundwissen, denn es gibt bereits Remote Support Lösungen für solche Fälle.
- 262 tieferes Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 281 Schnittstellen der Geräte und deren Auswertung und Anbindung
- 284 Digitale Assistenz, AR, Digitaler Zwilling

### 6.3.7 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für automatisierte oder autonome Flurförderzeuge benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben
- 91 Datenmenge, Ort der Auswertung auf dem Fahrzeug oder dezentral
- 155 Man muss wissen wie man die Verbindung über 5G aufbaut, grundsätzlich sollte diese aber nicht anders sein als über LTE bzw. ggf. spezifisch bei einem eigenen Campus-Netz
- 156 Funkausleuchtung und Messung, Protokolle, Echtzeitdaten, Netzwerkkonfiguration...
- 178 Einbindung in bestehenden Verkehr, Kommunikation, Datensicherheit
- 214 Netzwerkoptimierung bezüglich Latenz und Coverage
- 220 Mechatronik
- 225 Information, Maschinen/Produktionsanlagenbau, Prozesstechnik, Steuerung/Regelungstechnik
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitorende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 239 Man braucht den Zugriff auf die Sensordaten für SLAM und globale Flottenkarte

- 256 Feldstärke, Konnektivität
- 262 Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 284 Echtzeitkommunikation, Bildanalyse, Bildverarbeitung, Resilienz

### 6.3.8 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für die Anbindung von VR- oder AR-Anwendungen benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben
- 42 Programmieren, Softwareanwendung
- 155 Man muss wissen wie man die Verbindung über 5G aufbaut, grundsätzlich sollte diese aber nicht anders sein als über LTE bzw. ggf. spezifisch bei einem eigenen Campus-Netz
- 156 Funkausleuchtung und Messung, Protokolle, Echtzeitdaten, Netzwerkkonfiguration...
- 209 Umgang mit der entsprechenden Hard- und Software
- 214 Netzwerkoptimierung bezüglich Latenz
- 220 KI
- 225 Information, Grafikdesign, Produktdesign, Prozesstechnik
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitorende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 246 Vertriebsunterstützung
- 256 Bei der Verwendung optischer Bilderzeugung ist der Grad des Realismus wichtig. Weil aber auch Sinne angesprochen werden, ist die Risikobewertung bei der Anwendung besonders von VR nach vorne zu stellen
- 262 Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 281 Wissen zu VR- oder AR-Anwendungen
- 284 Mensch-Maschine-Interaktion

### 6.3.9 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für die Mobile Echtzeitsteuerung von Maschinen/Anlagen benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben
- 42 SPS-Steuerung
- 91 Latenz, Jitter, etc.
- 155 Man muss wissen wie man die Verbindung über 5G aufbaut, grundsätzlich sollte diese aber nicht anders sein als über LTE bzw. ggf. spezifisch bei einem eigenen Campus-Netz
- 214 Netzwerkoptimierung bezüglich Latenz
- 220 Automatisierungswissen & Mechatronik
- 225 Information, Maschinen/Produktionsanlagenbau, Prozesstechnik, Steuerung/Regelungstechnik
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitorende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 262 tieferes Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 281 Prozessverarbeitungszeit, Laufwege
- 284 Automatisierungstechnik, Sensorik, Aktuatorik, Echtzeitsysteme

### 6.3.10 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für Cloud Computing benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben
- 73 Wie funktioniert eine Cloud, welche Sicherheitsstandards gibt es, Welche Vorgaben gibt es gemäß BDSG und/oder DSGVO
- 225 Information, Netztechnologien, Prozesstechnik
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitorende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 239 Kenntnis zu den Protokollen und Schnittstellen sowie zur Cloudarchitektur

- 246 Nutzung von Teams, OneDrive, Zoom, ...
- 256 alles zum Thema Datentransport und Speicherung sowie Datensicherheit
- 281 Virtualisierung, Netzwerkwissen
- 284 5G-Systemarchitektur, Cloud-Architektur/-Systeme, serviceorientierte Architektur

### 6.3.11 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für die Vernetzung von Maschinen/Anlagen, Lagersystemen und Produkten benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben
- 91 Vor und Nachteile verschiedener Kommunikationstechnologien (drahtgebunden, Funk)
- 155 Man muss wissen wie man die Verbindung über 5G aufbaut, grundsätzlich sollte diese aber nicht anders sein als über LTE bzw. ggf. spezifisch bei einem eigenen Campus-Netz
- 156 Funkausleuchtung und Messung, Protokolle, Echtzeitdaten, Netzwerkkonfiguration...
- 220 KI, Automatisierungswissen & Mechatronik
- 225 Information, Maschinen/Produktionsanlagenbau, Prozesstechnik, Steuerung/Regelungstechnik, Logistik
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitorende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 262 tieferes Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 281 Schnittstellen der Geräte und deren Auswertung und Anbindung
- 284 5G-Kommunikation, Netzwerktechnik, Logistiksysteme

### 6.3.12 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für die automatisierte oder autonome Lagerung benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben

- 155 Man muss wissen wie man die Verbindung über 5G aufbaut, grundsätzlich sollte diese aber nicht anders sein als über LTE bzw. ggf. spezifisch bei einem eigenen Campus-Netz
- 220 Big Data, DL
- 225 Information, Maschinen/Produktionsanlagenbau, Prozesstechnik, Steuerung/Regelungstechnik, Logistik
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitorende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 256 klassische Information über Einlagerungsverfahren, Daten zu den Gütern wie Lagerfähigkeit, Gewicht, Größe etc
- 262 Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 284 Prozessautomatisierung, automatisierte/autonome Fahrzeuge

### 6.3.13 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für Mensch-Roboter-Kollaboration benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben
- 214 Netzwerkoptimierung bezüglich Latenz
- 220 KI, Automatisierungswissen
- 225 Informatik, Kommunikation, Grafikdesign, Audio/Video
- 246 Operationsroboter
- 256 Arbeitsschutz/ Arbeitssicherheit
- 262 Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 281 KI
- 284 Mensch-Maschine-Interaktion, Roboterprogrammierung/-steuerung, Systemsicherheit

### 6.3.14 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für die Erstellung digitaler Zwillinge benötigt? G6Q5

- 239 Modellierung des DZ sollte strukturierte Datenformate nutzen, u.a. AAS

- 246 Maschinenbau
- 262 tieferes Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 284 (3D-)Modellierung, Prozesse, Simulation

### 6.3.15 Welches technische Hintergrundwissen wird beim Einsatz von 5G für dezentrale Messwertaufnahme benötigt? G6Q5

- 12 siehe oben
- 178 Datensicherheit, Netzverfügbarkeit
- 220 IoT Wissen
- 230 Verschlüsselungstechnologie, Private Networks, Gerätespezifika, Übertragungswege und Optionen, Datensicherheit, Verschlüsselungstechniken, zu Monitorende Daten, Qualitätsparameter, QoS, statistische Methoden, IT-Kenntnisse, Regelkreise der zu wartenden Systeme,
- 239 Messwerte brauchen Sensoren, also braucht man Kenntnis über die Sensoren
- 246 Luftverschmutzung u.a. Messstationen
- 262 tieferes Wissen rund um die technischen Zusammenhänge
- 284 Sensorik, Datenkommunikation, Edge-Computing

### 6.3.16 Gibt es weitere 5G-Anwendungen, die für technische Lernszenarien gut geeignet sind? G9Q

- 111 Außendienst, Vertrieb
- 206 grundlegende Netzwirkkommunikation (Fixed Wireless Access)
- 214 Vergleich mit anderen Funksystemen
- 220 Ortung