

# Die Vorstellungen von Lehrpersonen und Schulleiter/innen an berufsbildenden Schulen zu den Begriffen Industrie 4.0 und Berufsbildung 4.0

Brigitte Koliander<sup>1</sup>

---

## Zusammenfassung

Was brauchen junge Menschen, um in der digitalisierten, vernetzten Welt einen Arbeitsplatz und einen Platz in der Gesellschaft zu finden? Wie muss Schule sich entwickeln, damit Schülerinnen und Schüler die notwendigen Kompetenzen erwerben können? Das Forschungsprojekt zu Berufsbildung 4.0 als Kooperation der Universität Siegen (Dreher, Yuen) und der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich (Koliander) sucht Wege zur Beantwortung dieser Fragen. Ein Teil des Forschungsprojekts ist der Blick in innovative Betriebe und die Erhebung von Arbeitsprozessen, die dort von Menschen bewältigt werden müssen. Ein anderer Teil ist der Blick auf die aktuellen Verhältnisse und Voraussetzungen an berufsbildenden Schulen. Eine der Erhebungen, die bereits abgeschlossen ist, gilt der Frage, was Lehrpersonen und Schulleiter/innen an berufsbildenden Schulen unter dem Begriff Industrie 4.0 verstehen und welche Kompetenzen sie ihren Schülerinnen und Schülern vermitteln wollen, damit diese in der zukünftigen Arbeitswelt ihren Platz finden können. Die Ergebnisse dieser Studie werden hier vorgestellt.

---

## Schlüsselwörter:

Industrie 4.0  
Digitalisierung  
Berufsbildung  
Lehrpersonenvorstellungen

---

## 1 Einleitung

Die zunehmende Digitalisierung und vor allem die ständig wachsende digitale Vernetzung verändern die Wirtschaft, die Arbeitswelt und den Lebensalltag. Diese Veränderungen gehen sehr rasch vor sich. Es wurde der Begriff „Industrie 4.0“ eingeführt, um diese aktuellen Entwicklungen mit den bisherigen sprunghaften Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft zu vergleichen und die Dramatik der Veränderungen zu betonen (Vogel-Heuser, Bauernhansl & ten Hompel, 2014).

### 1.1 Industrie 4.0

Industrie 4.0 ist die Kurzbezeichnung für die aktuelle, die vierte industrielle Revolution. Es gab schon davor sprunghafte Entwicklungen, in denen Innovationen die Arbeitswelt revolutionierten und in Folge auch massive gesellschaftliche Veränderungen auslösten (Henning, Wahlster & Hellbig, 2012):

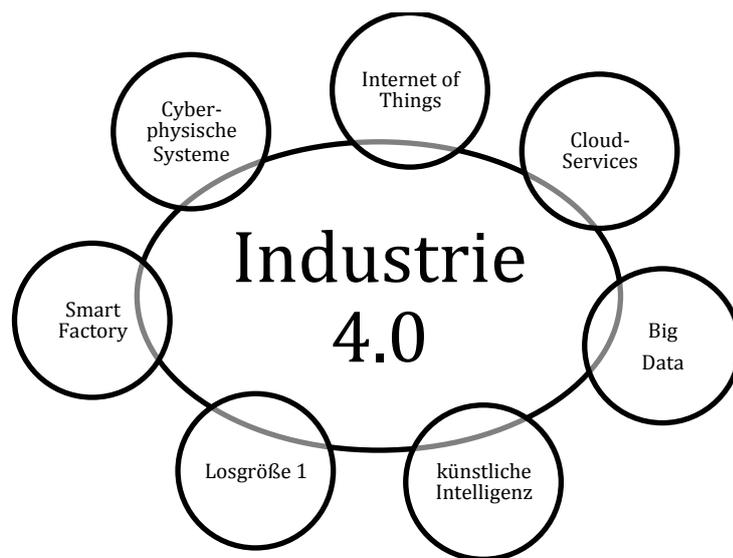
- eine erste industrielle Revolution durch die Mechanisierung von Handarbeit durch Maschinen, als Symbol die Dampfmaschine, die mechanischen Webstühle, die Spinnmaschine. Mit der Spinnmaschine konnte ein/e Arbeiter/in mehr Garn erzeugen als vorher 200 Personen in Heimarbeit.

---

<sup>1</sup> Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.  
Korrespondierende Autorin. E-Mail: [b.koliander@ph-noe.ac.at](mailto:b.koliander@ph-noe.ac.at)

- eine zweite industrielle Revolution durch die Elektrifizierung (Einführung der Fließbandarbeit, neue Möglichkeiten der Kommunikation, wie Telefon und Telegraph) und eine deutliche Entwicklung der chemischen Industrie (z. B. die Nutzung von Erdölprodukten wie Benzin oder Diesel an Stelle von Kohle).
- eine dritte industrielle Revolution durch die Entwicklung elektronischer und programmierbarer Komponenten und die Automatisierung vieler Prozess-Schritte.

Die vierte industrielle Revolution ist durch eine fortschreitende digitale Vernetzung aller Bereiche gekennzeichnet. In Kurzform wird von „Industrie 4.0“ oder „Integrated Industry“ gesprochen, womit einerseits der mögliche Endzustand der noch stattfindenden Veränderungen, andererseits aber auch die Entwicklung gemeint sein kann. Über den Inhalt des Schlagworts „Industrie 4.0“ gibt es keinen endgültigen Konsens. Der Begriff wurde 2011 in einem Aktionsplan zur Hightech-Strategie der Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland erstmals verbreitet. Heute wird er verwendet, um die aktuellen Entwicklungen bezüglich der digitalen Vernetzung über alle Lebensbereiche hin mit einem anschaulichen Begriff zu umschreiben. Grundlage dieser neuen Entwicklungen ist die bereits seit den 1970er Jahren erfolgte Automatisierung und die Unterstützung der Produktion durch integrierte IT-Systeme (CIM, Computer Integrated Manufacturing) im Verlauf der dritten industriellen Revolution. Neu und rasch in der Entwicklung ist die immer einfachere Nutzung mobiler Endgeräte, durch welche Menschen miteinander, aber auch mit Maschinen und Produkten interagieren können. Neu sind einige digitale Unterstützungssysteme, die in den letzten Jahren zur Anwendungsreife entwickelt wurden und von Betrieben wie von Privatpersonen relativ einfach genutzt werden können. Abbildung 1 zeigt einige der mit Industrie 4.0 verbundenen Begriffe (Kraker, Schrack & Koliander, 2018).



**Abbildung 1:** Begriffe, die mit Industrie 4.0 verbunden sind (Kraker, Schrack & Koliander, 2018).

Das IoT (**Internet of Things**) verbindet Produkte, Maschinen und Sensoren untereinander und mit Menschen. Durch **Cloud Services** wird der Zugang zu einem Rechnernetz angeboten, auf welches lokale Geräte zugreifen können. IT-Infrastrukturen wie Rechenkapazität und Speicherplatz müssen nicht mehr auf dem lokalen Gerät installiert sein, sondern werden in diesem Netzwerk (der Cloud) zur Verfügung gestellt. Zukünftige cloudbasierte Steuerungssysteme bieten Rechenleistung als globale Ressource, auf die Maschinen zugreifen können und über welche sie einfacher mit anderen Maschinen interagieren können (Lechler & Schlechtendahl, 2017). **Künstliche Intelligenz** (KI) ist so weit entwickelt, dass „der Roboter“ für das Jahr 2018 von der Zeitschrift Profil zum „Menschen des Jahres“ gekürt wurde. Intelligente Maschinen können im vorgegebenen Spezialbereich (z. B. Schachspiel) vom Menschen unabhängig lernen, neue Algorithmen entwickeln und auch eigenständige Entscheidungen treffen. Im Unterschied zum herkömmlichen Programmieren ist nicht mehr durch Menschen nachvollziehbar, wie die Entscheidungen zustande kommen. **Big Data** werden die riesigen, unstrukturierten und rasch anfallenden Datenmengen genannt, die z. B. durch die Nutzung digitaler Endgeräte entstehen. Intelligente Algorithmen können diese analysieren und erlauben damit beispielsweise einen Blick auf das Kunden-

verhalten und die datengestützte Entwicklung von Produkten, Dienstleistungen und Herstellungsprozessen (Schatz & Bauernhansl, 2017).

Während diese vier Begriffe auch bereits im alltäglichen Umgang z. B. mit Computern oder Smartphone eine Rolle spielen, gibt es weitere Begriffe im Zusammenhang mit Industrie 4.0, die vor allem in der industriellen Fertigung gebräuchlich sind. Dort wächst ein ständig fortschreitendes Informationsnetz zwischen Kunden/Kundinnen, Produktion, Produkten und Dienstleistungen. Es wird nicht mehr ein Produkt in vielfacher Ausfertigung erstellt. Auf Kundenwunsch entsteht das eine Produkt nach den persönlichen Wünschen (**Losgröße 1**). Und zwar nicht in Handarbeit, sondern rasch gefertigt von autonomen Robotern (zuständig für die physischen Prozesse), die auf digitale Daten zugreifen können (in Summe damit **cyber-physische Systeme**, CPS). Die Teile bis hin zum Produkt sind digital markiert und bestimmen in Interaktion mit Maschinen den Weg durch die Fertigung (**Smart Factory**). Die Maschine denkt mit und merkt beispielsweise, wenn bestimmten Produktionsgüter wieder nachbestellt werden müssen. Mobile Assistenzsysteme bringen Teile vom Lager zur Fertigung und sind flexibel auf neue Produkte umstellbar. Es entsteht eine „fraktale Fabrik“ mit kleinen Fertigungszellen (Soder, 2018).

Zusammenfassend soll die Definition von Industrie 4.0 durch Kagermann, Wahlster und Helbig (2013, S. 18) zitiert werden:

„Industrie 4.0 meint im Kern die technische Integration von CPS in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen – einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation.“

Was werden Menschen in dieser „neuen Arbeitswelt“ noch an Aufgaben haben? Und daraus folgend: Was sollen die Schülerinnen und Schüler in unseren Schulen, vor allem auch in den berufsbildenden Schulen, lernen, um später mit den dort erworbenen Kompetenzen am Arbeitsmarkt erfolgreich sein zu können?

## 1.2 Berufsbildung 4.0

Das Forschungsprojekt zu „Berufsbildung 4.0“ als Kooperation der Universität Siegen (Dreher, Yuen) und der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich (Koliander) sucht Wege zur Beantwortung der am Ende von Kapitel 1.1 gestellten Fragen. Wobei der Begriff „Berufsbildung 4.0“ für das Forscherteam mehr umfasst als die Frage nach einer erfolgreichen Ausbildung im Hinblick auf die Herausforderungen der Arbeitswelt. Es geht auch um den Platz in der Gesellschaft, um das Leben in dieser zunehmend vernetzten und digitalisierten Welt. Wie können und sollen sich berufsbildende Schulen entwickeln, um Schülerinnen und Schüler bestmöglich darauf vorzubereiten? Ein Teil des Forschungsprojekts ist der Blick in innovative Betriebe und die Erhebung von Arbeitsprozessen, die dort von Menschen bewältigt werden müssen. Ein anderer Teil ist der Blick auf die aktuellen Verhältnisse und Voraussetzungen an berufsbildenden Schulen. Im Rahmen der Evaluation der Fortbildungsreihe Industrie 4.0 – Berufsbildung 4.0 an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich wurden Erhebungen zu den Vorstellungen von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen zu Industrie 4.0 und zu notwendigen Veränderungen an den Schulen durchgeführt. Eine der Erhebungen, die bereits ausgewertet ist, galt der Frage, was Lehrpersonen und Schulleiter/innen an berufsbildenden Schulen unter dem Begriff Industrie 4.0 verstehen und welche Kompetenzen sie ihren Schülerinnen und Schülern vermitteln wollen, damit diese in der zukünftigen Arbeitswelt ihren Platz finden können („Berufsbildung 4.0“).

Harkins (2008) entwarf bereits vor zehn Jahren das Bild einer neuen Schule, in der Lernen radikal anders ablaufen könnte. Er nennt diese neue Form des Lernens „Innovation Producing Education“ und sieht dies bereits als weiteren Schritt nach „Open Access Education“ und „Knowledge Producing Education“. Harkins versteht unter „Knowledge Producing Education“ ein Lernen, bei dem Schülerinnen und Schüler nicht bloß bereits vorhandene Erkenntnisse rekonstruieren, sondern unter Begleitung von Lehrenden auch aktiv nach Antworten zu neuen, noch unerforschten Fragen suchen. Die folgende Tabelle zeigt einige Auszüge aus seinen Visionen zu einer Schule, die sich an Digitalisierung und Vernetzung angeschlossen hat und an der Gestaltung der Zukunft beteiligt sein will (zusammengefasst und übersetzt von Koliander).

Schule heute?	Knowledge and Innovation Producing Education
Technologie wird an der Klassentür konfisziert	Technologie ist überall und immer verfügbar, die Lernenden tragen mit Inputs ständig zur weiteren Entwicklung bei
Lehren geschieht durch die Lehrperson	Lehren geschieht von allen zu allen, auch über Tech-

	nologie, verstärkt durch positives Feedback, kreativ und überall, in allen Phasen des Lebens, Lernens und Arbeitens
<b>Schule</b> befindet sich in einem Gebäude	Schule ist überall, in einer kreativen Umgebung, im global verbundenen menschlichen Netzwerk
<b>Eltern</b> sehen Schule als Tagesbetreuung	Eltern sehen Schule als einen möglichen Platz, wo Wissen konstruiert wird und Innovationen entwickelt werden, sie unterstützen dies nach ihren Möglichkeiten
<b>Lehrpersonen</b> sind ausgebildetes Personal	Lehrperson kann jede sein, Lehrperson ist jene, die eine Quelle für Ideen und Innovationen sein kann
<b>Hardware und Software</b> sind teuer und werden ignoriert	Hardware und Software werden täglich erneuert, sind billig, werden für die Konstruktion von Wissen verwendet, sind personenspezifisch

**Tabelle 1:** Schule und Lernen in einer digital vernetzten Welt (Harkins, 2008, übersetzt und zusammengefasst von Koliander).

Die erste Spalte mutet vertraut an, die zweite Spalte sehr visionär. Ist eine Schule in dieser Form umsetzbar, ist es diese Form, in welche sich das Lernen unserer Kinder entwickeln soll und wird? Welche Kompetenzen brauchen junge Menschen, um in der digitalisierten, vernetzten Welt einen Arbeitsplatz und einen Platz in der Gesellschaft zu finden? Wie muss Schule sich entwickeln, damit die Schülerinnen und Schüler die notwendigen Kompetenzen erwerben können?

Wir haben als Teil des Forschungsprojekts zu Berufsbildung 4.0 den aktuellen Stand des Verständnisses von Industrie 4.0 an berufsbildenden Schulen erhoben. Es wurde erhoben, was Lehrpersonen und Schulleiter/innen an berufsbildenden Schulen unter dem Begriff Industrie 4.0 verstehen und welche Kompetenzen sie ihren Schülerinnen und Schülern vermitteln wollen, damit diese in der zukünftigen Arbeitswelt ihren Platz finden können.

## 2 Methode

Die Fragestellungen der in diesem Artikel vorgestellten Untersuchung waren: Welches Verständnis von „Industrie 4.0“ ist aus Beschreibungen dieses Begriffes durch Lehrpersonen und Schulleiter/innen rekonstruierbar? Welche Kompetenzen sollen nach Meinung der befragten Personen vermittelt werden, um Schülerinnen und Schülern gute Voraussetzungen für eine erfolgreiche Teilnahme am zukünftigen Arbeitsmarkt zu ermöglichen? Es wurde ein qualitatives Forschungsdesign mit einem elektronischen Fragebogen mit offenen Fragen und anschließender Inhaltsanalyse der formulierten Antworten gewählt.

Zur Umfrage eingeladen wurden 70 Lehrpersonen und Schulleiter/innen, die sich an Fortbildungen im Bereich Industrie 4.0 interessiert zeigten (durch ihre Anmeldung zur Lehrveranstaltungsreihe Industrie 4.0 – Berufsbildung 4.0). Von diesen 70 Personen nahmen 47 Personen aktiv an der Umfrage teil (14 Schulleiter/innen und 33 Lehrpersonen). Auf die einzelnen Schultypen verteilte sich die Gruppe der Umfrageteilnehmer/innen wie in Tabelle 2 dargestellt.

mittlere und höhere technische Schulen	mittlere und höhere kaufmännische Schulen	mittlere und höhere humanberufliche Schulen	Berufsschulen	Sonstige Schulen (BAfEP, ...)
22	9	8	6	2

**Tabelle 2:** Verteilung der Umfrageteilnehmer/innen auf die unterschiedlichen Schultypen.

Die Antworten der Teilnehmer/innen auf die offenen Fragen wurden mittels inhaltsanalytischer Methoden ausgewertet (Mayring, 2010). Zur Bildung der Kategorien wurde induktiv vorgegangen, es wurden mittels zusammenfassender Inhaltsanalyse aus den Antworten der Teilnehmer/innen Kategorien entwickelt.

### 3 Ergebnisse

In den folgenden Kapiteln werden die Kategorien zu den beiden Bereichen „Industrie 4.0“ und „Berufsbildung 4.0“ vorgestellt, die aus den Antworten der Teilnehmer/innen gebildet werden konnten.

#### 3.1 Zum Verständnis des Begriffs „Industrie 4.0“

Von den 70 angeschriebenen Personen haben 47 den Fragebogen ausgefüllt. Vier der 47 Personen haben Antworten gegeben, denen keine inhaltlichen Erklärungen entnommen werden konnten.

43 Teilnehmer/innen geben eine kurze (Minimum waren 4 Worte) bis ausführliche (bis zu 150 Wörtern) Beschreibung von „Industrie 4.0“.

##### 3.1.1 Gemeinsame Sichtweisen

Die folgende Übersicht zeigt die häufigsten Begriffe, die in den Beschreibungen genannt werden und gibt an, in wie vielen der 43 Formulierungen die jeweils aufgelisteten Stichwörter genannt wurden.

Häufig genannte Aspekte von Industrie 4.0	Anzahl der Nennungen
Vernetzung	32
Digitalisierung	27
Fertigung und Produktion	22
Automatisierung	11
Arbeit (Arbeitsmarkt, Arbeitswelt)	8
Individualisierung (in der Serienfertigung)	7
Internet der Dinge, IoT	5

**Tabelle 3:** Von den Umfrageteilnehmer/innen häufig genannte Aspekte von Industrie 4.0.

Die Begriffe Digitalisierung und Vernetzung werden am häufigsten und in vielen Fällen auch gemeinsam genannt.

Von den vielen Bereichen, die von Industrie 4.0 betroffen sind, kommt in den Beschreibungen die industrielle Produktion am häufigsten vor. Sieben Personen formulieren in diesem Zusammenhang, wie die Serienfertigung durch die Nutzung der neuen Technologien individualisiert werden kann. In zwölf Definitionen wird die Digitalisierung und Vernetzung ausschließlich im Bereich der Produktion beschrieben. In weiteren zehn Fällen werden auch andere Bereiche wie Handel, Pflege, Mobilität oder Energieversorgung erwähnt.

Der Begriff Automatisierung wird in elf Fällen verwendet. In zwei Beschreibungen findet sich ausschließlich der Begriff der Automatisierung, einmal in Verbindung mit Robotik (Automatisierung allein wäre dem Begriff „dritte industrielle Revolution“ zuzuordnen).

Acht Teilnehmer/innen inkludieren in ihrer Beschreibung von Industrie 4.0 Aspekte der Erwerbsarbeit, vor allem in Hinblick auf Veränderungen von Arbeitsmarkt und Arbeitswelt.

##### 3.1.2 Unterschiede in der Sichtweise auf Industrie 4.0

Sehr unterschiedlich und vielfältig ist die genauere Beschreibung der Vernetzung, die im Rahmen von Industrie 4.0 geschieht.

Die folgende Liste gibt an, was von den Teilnehmern und Teilnehmerinnen als vernetzt gesehen wird. Es haben meist nur eine Person, in wenigen Fällen zwei Personen, jede einzelne dieser Nennungen getätigt. Mehrfach

genannt wurden nur die Vernetzung von Dingen untereinander (dreimal) und die Vernetzung von Mensch und Maschine (sechsmal).

Vernetzt wird/werden nach Sicht der Umfrageteilnehmer/innen:

- die gesamte Wertschöpfung
- das sozio-technische System
- die Industrie
- Technologien
- Dinge miteinander
- Maschinen
- alle Abläufe
- Fachbereiche
- IT und Lebensalltag
- Mensch und Maschine
- Produkt und Kunde
- Mensch-Maschine-Dienstleistung-Produkt
- Ablaufprozesse und Maschinen
- Planung und Produktion
- Produktion mit Kunden und Geschäftspartnern
- Konstruktion und Fertigung bis zu Entsorgung, Recycling
- Betriebsleitebene bis Datenerfassung
- Produktentwicklung über Produktion bis Vertrieb und Service
- soziale, arbeitswissenschaftliche und wirtschaftliche Partner

Bei dieser detaillierten Darstellung wird sichtbar, dass die Umfrageteilnehmer/innen unterschiedliche Ideen der möglichen Vernetzung haben, dass aber alle zusammen ein sehr komplexes Bild von Industrie 4.0 entwickeln könnten, wenn die unterschiedlichen Sichtweisen zusammengeführt werden.

Ebenfalls sehr heterogen ist der Blick auf die heute zur Verfügung stehenden Mittel und Medien, die die vierte industrielle Revolution ermöglichen. Mehr als die Hälfte der Umfrageteilnehmer/innen erwähnt gar keine Mittel und Medien. Tabelle 4 gibt an, welche Medien und Mittel genannt wurden.

Mittel und Medien, die Industrie 4.0 ermöglichen	Anzahl der Nennungen
Internet der Dinge, IoT	5
Cloud-Technologie	4
Big Data Analysen	3
Künstliche Intelligenz (KI)	3
Selbstlernende Systeme	3
Autonome Maschinen und Systeme; Entscheidung treffende Systeme; Embedded Systems; Virtualisierung	jeweils zwei Nennungen
Neuronale Netzwerke; Cyber Physical Systems; Smart Grid; Simulationen komplexer Geräte und Anlagen; Soziale Medien; mobile Kommunikation; Netzwerktechnik; Internet of Everything; Blockchain	jeweils eine Nennung

**Tabelle 4:** Mittel und Medien für Industrie 4.0, die in der Umfrage genannt wurden.

Internet of Things wird als häufigster Begriff von fünf der 43 Personen genannt, die Cloud-Technologie von vier Personen. Viele der Begriffe werden nur von je einer Person erwähnt. In der Gesamtheit aller Nennungen wird ein sehr umfassendes Bild davon sichtbar, was an Mitteln und Medien aktuell die ständig weitergehende digitale Vernetzung ermöglicht. Die einzelnen Personen nennen aber maximal vier bis fünf dieser Begriffe. Der Begriff „Cyber Physical Systems (CPS)“, der in der Definition des Begriffs Industrie 4.0 von Kagermann et al. (2013) im Zentrum steht, wird nur von einer einzigen Person erwähnt.

Gerade im technischen Schulwesen ist der Blick mitunter auf Fertigung und Produktion gerichtet. Doch auch die Teilnehmer/innen aus den kaufmännischen und humanberuflichen Schulen und den Berufsschulen nennen Produktion und Fertigung am häufigsten als von Industrie 4.0 betroffenen Bereich. Der Begriff „Industrie“ in „Industrie 4.0“ scheint auf die industrielle Produktion zu zielen. Damit werden andere Bereiche, die von der rasanten Entwicklung im Bereich der digitalen Medien erfasst werden, weniger wahrgenommen. Die prominente Nennung von Fertigung und Produktion (siehe auch Tabelle 1) lässt diesen Schluss zu. Tabelle 5 gibt die unterschiedlichen, teilweise auch überlappenden Bereiche an, die in den Beschreibungen der Umfrageteilnehmer/innen zu Industrie 4.0 genannt wurden.

Industrie 4.0 betrifft folgende Bereiche:	Anzahl der Nennungen
Produktion, Fertigung	22
davon:	
Produktion oder Fertigung individueller Produkte	7
Dienstleistung	4
Industrie; Service; Pflege; Energie; Mobilität	jeweils zwei Nennungen
Alle Lebensbereiche; Handel; Klima; Gesundheit; Bau; Logistik	jeweils eine Nennung

**Tabelle 5:** Von den Umfrageteilnehmer/innen genannte Bereiche, die von Industrie 4.0 betroffen sind.

„Fertigung und Produktion“ ist mit großem Abstand der am häufigsten genannte Bereich. Dienstleistungen werden von vier Personen genannt, die anderen Begriffe nur je von einer oder zwei der Umfrageteilnehmer/innen. Spannend ist die umfassende Vielfalt, die in dieser Übersicht bei der Berücksichtigung aller Antworten sichtbar wird. Die Zusammenschau aller Nennungen ergibt ein Bild der aktuellen vierten industriellen Revolution, welches alle Lebensbereiche umfasst. Die Vernetzung betrifft nicht nur die Maschinen und Menschen in der industriellen Fertigung, sondern auch die privaten Endnutzer/innen. Die Vernetzung und Digitalisierung erreicht beispielsweise auch die Bereiche Pflege, Mobilität, Bau oder Gesundheit. Diese Sicht auf „Industrie 4.0“ ist nicht jene, die der in Kapitel 1.1 gegebenen Definition entspricht. Sie folgt allerdings dem Verständnis in der Bezeichnung der ersten drei industriellen Revolutionen als „Revolution“. Diese haben über Veränderungen in den Produktionsprozessen und die Einführung neuer Medien und Maschinen die gesamte Lebensgestaltung vieler Menschen massiv beeinflusst und zu gesellschaftlichen Entwicklungen/Revolutionen geführt.

Doch wie kann und soll Schule auf diese noch im Laufen befindlichen Veränderungen reagieren? Welche Kompetenzen sollen die Schülerinnen und Schüler erwerben, um in einer Welt von Industrie 4.0 einen Arbeitsplatz zu finden und im besten Fall an den Veränderungen gestaltend mitwirken zu können?

### 3.2 Kompetenzen für Industrie 4.0

Von den Umfrageteilnehmer/innen wurden auf die Frage, welche Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler erwerben sollen, um im Zeitalter der eben beschriebenen „Industrie 4.0“ eine Chance auf einen Arbeitsplatz zu haben, eher einzelne Stichwörter als tatsächlich ausformulierte Kompetenzen genannt. Die aufgezählten Stichwörter wurden mittels der Methode der zusammenfassenden Inhaltsanalyse in sechs Kategorien zusammengefasst.

- kompetenter Umgang mit digitalen Medien und Mitteln
- Innovationsbereitschaft
- soziale und kommunikative Fähigkeiten
- Entrepreneurship
- Urteilsvermögen
- Fähigkeit zur Durchführung manueller Nicht-Routine-Tätigkeiten

In den Antworten auf die Frage, was Schülerinnen und Schüler lernen sollen, um mit den Anforderungen von Industrie 4.0 zurecht zu kommen, werden Kompetenzen im Umgang mit den digitalen Mitteln und Medien genannt. Aber dies ist es nicht allein, was den befragten Personen im Rahmen der zukünftigen Berufsbildung wichtig erscheint. Es sind auch die altbekannten Schlüsselkompetenzen, wie sie schon im DeSeCo-Modell (Definition and Selection of Competencies, Rychen, Salganik & McLaughlin, 2003) als Kompetenzen für das 21. Jahrhundert zusammengestellt wurden, die von Lehrpersonen und Schulleiter/innen genannt werden.

Herausstechend ist die Forderung nach Innovationsbereitschaft. Dies und auch die deutliche Forderung nach Urteilsvermögen weckt Assoziationen zum Modell der Gestaltungskompetenz (Rauner, 2006; Rauner, 2017; Koliander & Dreher, 2018). In diesem Modell, das speziell für die berufliche Bildung entwickelt wurde, wird als Basis eine funktionale Kompetenz verlangt, also die Fähigkeit, im jeweiligen beruflichen Umfeld eine funktionierende Lösung für einfache Probleme zu finden. Als nächstes Niveau findet sich die prozessuale Kompetenz, welche bereits die Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und den Blick auf den gesamten Produktionsprozess einschließt. Und auf höchstem Niveau zeigt sich schließlich die Gestaltungskompetenz, die die beiden anderen Kompetenzen einschließt und mit Blick auf ökologische und soziale Zusammenhänge in komplexen Situationen innovative Lösungen ermöglicht.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Es zeigt sich im Bereich der Lehrpersonen und Schulleiter/innen an berufsbildenden Schulen ein Verständnis für Veränderungen, die durch die rasant wachsende Digitalisierung und Vernetzung aller Lebensbereiche auch für die Berufsausbildung notwendig sind. Der Begriff „Industrie 4.0“ wird mit Vernetzung und Digitalisierung, vor allem im Bereich von Produktion und Fertigung assoziiert. Als wichtige Kompetenz, die Schülerinnen und Schüler erwerben sollen, wird die Innovationsbereitschaft gesehen. Aber auch soziale und kommunikative Kompetenz und Kompetenzen im Umgang mit den digitalen Medien und Mitteln werden als bedeutende Voraussetzung gesehen, um in einer Welt der „Industrie 4.0“ einen Arbeitsplatz in einem Beruf finden zu können, den es heute vielleicht noch gar nicht gibt.

Diese ersten Ergebnisse werden in weiteren Untersuchungen im Forschungsprojekt zu Berufsbildung 4.0 als Kooperation zwischen der Universität Siegen (Dreher, Yuen) und der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich (Koliander) vertieft. Der wichtigen Frage, was Schülerinnen und Schüler an den zukünftigen Arbeitsplätzen erwartet, wird auch durch Interviews mit Personen aus innovativen Betrieben nachgegangen. Dabei wird insbesondere auf Möglichkeiten für eine „Facharbeit 4.0“ und der Einbindung von innovativen Kleinstbetrieben in die vernetzte Produktion fokussiert.

### Literatur

- Harkins, A. M. (2008). Leapfrog Principles and Practices: Core Components of Education 3.0 and 4.0. *Futures Research Quarterly Draft, VIII*.
- Henning K., Wahlster, W. & Hellbig, J. (2012). *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*.
- Koliander, B. & Dreher, R. (2018). Handlungskompetenz? Besser noch: Gestaltungskompetenz. *IMST Newsletter, 47*.
- Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*. Frankfurt am Main: Plattform Industrie 4.0.
- Kraker, N., Schrack, W. & Koliander, B. (2018). Industrie 4.0 – Berufsbildung 4.0. *IMST Newsletter, 47*.
- Lechler, A. & Schlechtendahl, J. (2017). Steuerung aus der Cloud. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0. Band 1* (2., überarbeitete Auflage) (S. 61-74). Berlin: Springer Vieweg.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. (11., aktualisierte und überarbeitete Auflage). Weinheim: Beltz.
- Rauner, F. (2006). Gestaltung von Arbeit und Technik. In R. Arnold, & A. Lipsmeier (Hrsg.), *Handbuch der Berufsbildung* (2., überarbeitete und erweiterte Auflage) (S. 55-70). Wiesbaden: VS.
- Rauner, F. (2017). *Methodenhandbuch. Messen und Entwickeln beruflicher Kompetenzen (COMET)*. Bielefeld: Bertelsmann.

Rychen, D. S., Salganik, L. H. & McLaughlin, M. E. (2003). *Contributions to the Second DeSeCo Symposium*. Geneva: Swiss Federal Statistical Office.

Schatz, A. & Bauernhansl, T. (2017). Geschäftsmodell-Innovationen. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0. Band 1* (2., überarbeitete Auflage) (S. 245-260). Berlin: Springer Vieweg.

Soder, J. (2017). Use Case Production. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0. Band 1* (2., überarbeitete Auflage) (S. 3-26). Berlin: Springer Vieweg.

Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T. & ten Hompel, M. (2017). *Handbuch Industrie 4.0. Band 1* (2., überarbeitete Auflage). Berlin: Springer Vieweg.