

Berufsprofile für Industrie 4.0 weiterentwickeln

Erkenntnisse aus Deckungsanalysen am Beispiel des Ausbildungsprofils Mechatroniker/-in



MATTHIAS BECKER
Prof. Dr., Leiter des Instituts für Berufswissenschaften der Metalltechnik der Universität Hannover



GEORG SPÖTTL
Prof. em. Dr. Dr. h. c., Leiter des Zentrums für Technik, Arbeit und Berufsbildung, Universität Bremen



LARS WINDELBAND
Prof. Dr., Professor für Technik und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd

Die Implementierung von »Industrie 4.0« im produzierenden Gewerbe und in angrenzenden Branchen zieht erhebliche Veränderungen nach sich. Fachkräfte werden davon massiv betroffen sein. Zur Klärung des Veränderungsbedarfs wurden im Auftrag der bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber (bayme vbm) in einer Studie alle Metall- und Elektroberufe einschließlich zweier IT-Berufe im produzierenden Gewerbe untersucht. Dabei wurden die Berufsbildpositionen der jeweiligen Ausbildungsberufe mit den ermittelten Veränderungen und den daraus abgeleiteten Anforderungen verglichen. Dieses Verfahren wird im Beitrag beschrieben und am Beispiel des Berufs Mechatroniker/-in veranschaulicht.

Analyse neuer Aufgaben und Anforderungen in der Industrie 4.0

Die Facharbeit in der Metall- und Elektroindustrie verändert sich aufgrund der zunehmenden Digitalisierung von Arbeitsprozessen gewaltig. Dies betrifft insbesondere den Umgang mit Cyber-Physischen Systemen (CPS) in der Produktion und Instandhaltung. Die beruflichen Handlungsfelder werden durch diese Veränderungen erweitert und es entstehen neue, generische Handlungsfelder Industrie 4.0 mit veränderten Arbeitsaufgaben. Ein generisches Handlungsfeld beschreibt neue Anforderungen und Aufgaben in Gebieten, die typisch sind für das Industrie-4.0-Umfeld (z. B. softwaregesteuerte Anlagenüberwachung, Einsatz von Assistenzsystemen). Sie werden hier verstanden als zusammengehörige Aufgabenkomplexe, die eine Fachkraft in ihrem Arbeitsumfeld bewältigen muss. Generische Handlungsfelder für die Metall- und Elektroindustrie wurden mittels empirischer Analysen im Rahmen der bayme vbm-Studie in Unternehmen identifiziert (vgl. bayme vbm 2016). Als Instrumente zu deren Identifikation wurden Fallstudien in ausgewählten Unternehmen durchgeführt. Hinzu kamen Expertengespräche mit Facharbeiterinnen und Facharbeitern, Produktionsleiterinnen und -leitern und Beauftragten für die Implementierung von Industrie 4.0. Bei der Auswahl der Facharbeiter/-innen wurde darauf geachtet, dass sie an digitalisierten Anlagen eingesetzt werden.

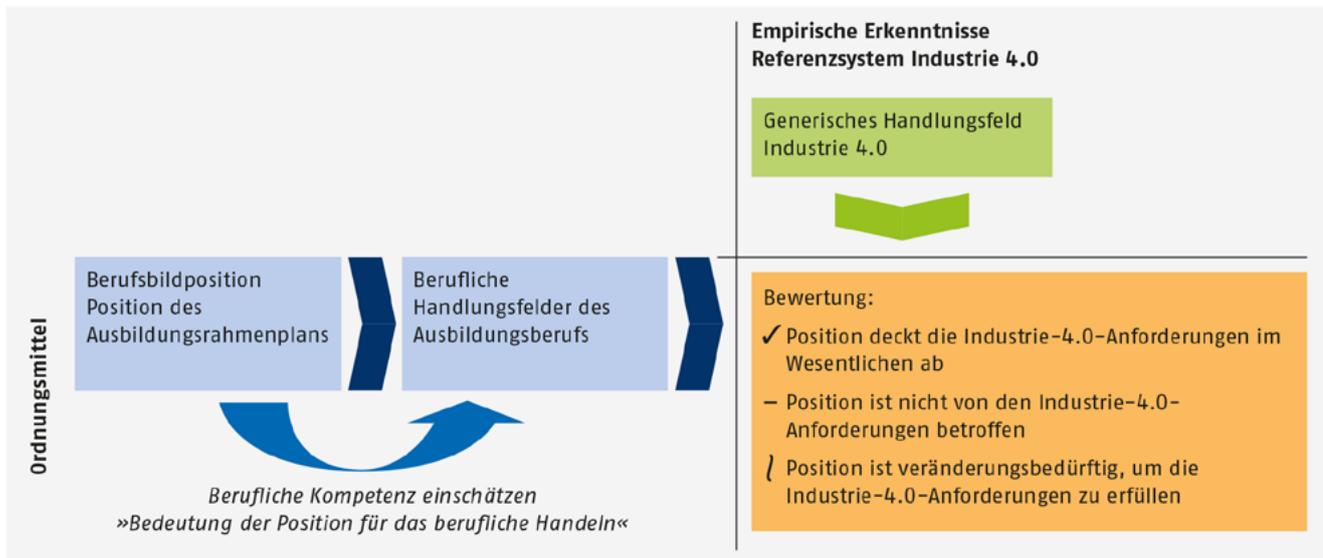
Die Ermittlung beruflich relevanter Kompetenzen erfolgt mittels einer Analyse der beruflichen Handlungsfelder (diese sind ein »Abbild« von Arbeitsprozessen), weil dadurch genauere Einblicke in Sachverhalte und Anforderungen möglich sind, als dies bei der Betrachtung von Geschäftsprozessen der Fall ist. Der Grund dafür ist, dass Letztere meist sehr übergeordnet und auf die größeren Zusammenhänge ausgerichtet sind und sich durch Industrie-4.0-Technologien ständig verändern.

Generische Handlungsfelder Industrie 4.0

Die Untersuchungsergebnisse der bayme vbm-Studie (2016) belegen Veränderungen in der Aufgabenwahrnehmung von Fachkräften unterhalb der akademischen Ebene. Ausgehend von diesen veränderten Arbeitsanforderungen konnten neun für Industrie 4.0 relevante generische berufliche Handlungsfelder identifiziert werden, die ein Referenzsystem zur Beschreibung der Veränderungen bilden (vgl. Infokasten). Zur Veranschaulichung werden nachstehend zwei ausgewählte Handlungsfelder beschrieben.

Handlungsfeld »Anlageneinrichtung und -inbetriebnahme«: Vor der Inbetriebnahme müssen Anlagen eingerichtet werden. Aufgaben wie die Einstellung eines Nullpunkts, das Kalibrieren, das Austarieren von Startpositionen, das Sicherstellen eines unterbrechungsfreien Transfers und

Abbildung
Verfahren der Deckungsanalyse



der korrekten Anzeige von Daten auf den Überwachungsbildschirmen sind solche, die Facharbeiter/-innen mit Unterstützung von Ingenieurinnen und Ingenieuren wahrnehmen. Diese Aufgaben sind durch die Vernetzung der Anlagen weit über den eigenen Arbeitsplatz hinausgehend in enger Kooperation mit Fachkräften auch anderer Anlagen und Abteilungen zu bearbeiten. Die Facharbeiter/-innen müssen sicherstellen, dass alle mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, elektrischen und elektronischen Funktionen in der gesamten Produktionskette fehlerfrei ablaufen und nicht nur an der einzelnen Anlage. Prozesszugänge und das Beherrschen mechanischer, schaltungstechnischer, elektronischer und softwaretechnischer Zugänge müssen dabei gewährleistet sein.

Handlungsfeld »Datenmanagement«: Das Lesen, Analysieren und Verarbeiten der Maschinendaten ist eine wichtige Facharbeitertaufgabe. Die Daten sind für das Einrichten der Maschinen und für einen qualitätsbasierten Betrieb von hoher Bedeutung. Facharbeiter/-innen müssen in der Lage sein, alle relevanten Betriebsdaten (Lasten, Maschinen- und Verbrauchszustände) zu lesen, zu analysieren und zu

interpretieren. Abweichungen vom Standard müssen erkannt und es muss eingegriffen werden, falls Fehler identifiziert werden. Die statistische Prozesslenkung (SPC) wird in vernetzten Systemen nicht mehr auf die einzelne Maschine, sondern mehr und mehr auf Produktionsabschnitte mit Verantwortung durch Facharbeiter/-innen bezogen. Sie müssen Anlagen von den *Prozessen* und der *Software* her denken und optimieren. Das erfordert ein vollkommen anderes Verständnis, als es bei mechanisch/elektrisch betriebenen Anlagen erforderlich war. Zudem müssen Fachkräfte an den Anlagen Parametrieraufgaben selbstständig wahrnehmen und Programmiersätze korrigieren sowie Datensätze analysieren.

Deckungsanalyse: Verfahren zum Abgleich der Handlungsfelder

Das Verfahren besteht aus zwei Stufen: Zunächst werden aus den Ordnungsmitteln und Berufsbildern berufliche Handlungsfelder der Ausbildungsberufe durch Experteneinschätzungen generiert. Die so generierten Handlungsfelder werden dann in einem zweiten Schritt den oben beschriebenen generischen Handlungsfeldern Industrie 4.0 gegenübergestellt (vgl. Abb.). Ein solches Vorgehen ist notwendig, da die Ordnungsmittel nicht immer kompetenzorientiert formuliert sind. Die Berufsbildpositionen in den Ordnungsmitteln werden für die Deckungsanalyse also erst nach Interpretation und Analyse der Bedeutung für das berufliche Handeln herangezogen.

Der Vorgang des »in Deckung bringen« erfordert eine Analyse und Gewichtung der erkannten Veränderungen bei Industrie 4.0. Die eher thematisch beschriebenen Ordnungsmittel lassen die Aufgabenzusammenhänge nicht unmittelbar erkennen und müssen hinsichtlich ihrer Be-

Referenzsystem / Generische Handlungsfelder Industrie 4.0
1. Anlagenplanung – Simulation
2. Anlagenaufbau – Vernetzung
3. Anlageneinrichtung und -inbetriebnahme
4. Anlagenüberwachung
5. Prozessmanagement – Visualisierung/Monitoring/Koordinierung/ Organisation
6. Datenmanagement – Umgang mit Betriebsdaten/Software- zugang/ Parametrieren/ Programmieren
7. Instandhaltung
8. Instandsetzung – auch softwaregestützt an vernetzten Anlagen
9. Störungssuche und -behebung

deutung für das Handeln in beruflichen Handlungsfeldern bewertet werden (Horizontale in der Abb.). Die generischen Handlungsfelder Industrie 4.0 müssen dagegen über den Aspekt der Vernetzung und Digitalisierung hinaus mit Bezug zu den beruflichen Handlungsfeldern analysiert und gewichtet werden (Vertikale in der Abb.). Nur so lassen sich Deckungsanalysen sinnvoll und mit einem gemeinsamen Bezugspunkt durchführen. Für die Gewichtung der Veränderungen werden die Ergebnisse und Einblicke aus den Felduntersuchungen (6 Fallstudien sowie Befragungen von 42 Unternehmensexpertinnen und -experten) und Expertengesprächen (3 Expertenworkshops) der bayme vbm-Studie genutzt. Dabei wurden technische und organisatorische Veränderungen der Arbeitsprozesse und Aufgaben in den beruflichen Handlungsfeldern durch die Einführung CPS-gestützter Produktionssysteme identifiziert und auf einer Skala bewertet, ob ein Berufsbild von Industrie 4.0 betroffen ist. Der Bewertungsvorgang wurde von ausgewählten Expertinnen und Experten (Kennern der Berufe und von Industrie 4.0; in der Regel Personen mit Techniker- oder Meisterprofil) vorgenommen und vom Forscherteam validiert.

Als Ergebnis dieses Vorgehens (Interpretation der Ordnungsmittel einerseits und Feststellen der Veränderungen durch Industrie 4.0 andererseits) kann ermittelt werden, ob sich die aus den Berufsbildpositionen generierten Handlungsfelder mit den generischen Industrie-4.0-Handlungsfeldern überhaupt kreuzen. Damit kann zunächst einmal eine grundsätzliche Einschätzung zur Eignung eines Berufs für das Handeln in Industrie-4.0-Handlungsfeldern getroffen werden. Eine differenziertere Einschätzung erfolgt dann anhand eines Vergleichs und einer summarischen Bewertung aller einzelnen Berufsbildpositionen.

Deckungsanalyse Mechatroniker/-in

Zur Veranschaulichung wird das Verfahren im Folgenden am Beispiel des Ausbildungsberufs Mechatroniker/-in dargestellt.

Einschätzung der Relevanz des Berufs für Industrie 4.0

Aus dem oben beschriebenen Verfahren wurden für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/-in in einem ersten

Tabelle 1

Auszug aus der Einzelbewertung der Berufsbildpositionen Mechatroniker/-in

Berufsbildposition	Generisches Handlungsfeld Industrie 4.0								
	Anlagenplanung	Anlagenaufbau	Anlageneinrichtung und -inbetriebnahme	Anlagenüberwachung	Prozessmanagement	Datenmanagement	Instandhaltung	Instandsetzung	Störungssuche und Störungsbehebung
1 bis 4	Von übergeordneter allgemeiner Relevanz								
5 Betriebliche und technische Kommunikation	-	-	-	-	-		-	-	-
...									
7 Qualitätsmanagement	-	-	-	-			-	-	-
...									
13 Installieren und Testen von Hard- und Softwarekomponenten		✓		-	-	✓	-	-	-
14 Aufbauen und Prüfen von Steuerungen		✓	-	-	-	-	-	-	-
15 Programmieren mechatronischer Systeme	-	-	✓		✓	-	-	-	
...									
18 Prüfen und Einstellen von Funktionen an mechatronischen Systemen	-						-	-	✓
...									
20 Instandhalten mechatronischer Systeme	-	-	-	-	-	-	✓	-	

Tabelle 2

Gesamtbewertung für Mechatroniker/-innen

Summarische Einschätzung für den gesamten Ausbildungsberuf (IV)

Ausbildungsberuf	Generisches Handlungsfeld Industrie 4.0								
	Anlagenplanung	Anlagenaufbau	Anlageneinrichtung und -inbetriebnahme	Anlagenüberwachung	Prozessmanagement	Datenmanagement	Instandhaltung	Instandsetzung	Störungssuche und Störungsbehebung
Mechatroniker/-in		✓	✓					-	✓

Schritt aus den Ordnungsmitteln die folgenden sieben beruflichen Handlungsfelder ermittelt, die sich mit den neun generischen Handlungsfeldern kreuzen:

1. Aufbauen,
2. Installieren,
3. Programmieren,
4. Inbetriebnehmen,
5. Überwachen,
6. Störungsdiagnose und
7. Instandsetzen mechatronischer Systeme.

Damit kann der Beruf als grundsätzlich relevant für Industrie 4.0 eingestuft werden.

Bewertung auf der Ebene einzelner Berufsbildpositionen

Nach der positiven Gesamteinschätzung wurden die einzelnen Berufsbildpositionen auf der Ebene aller Ausbildungsordnungspunkte im Ausbildungsrahmenplan systematisch mit den neun generischen Industrie-4.0-Handlungsfeldern abgeglichen. Es wurde geprüft, ob und wie diese von Industrie-4.0-Anforderungen oder -Inhalten betroffen sind. Dies erfolgte mittels folgender Codierung:

- Eine Veränderung der einzelnen Positionen ist nötig, um Industrie-4.0-Anforderungen zu erfüllen (|); die nur teilweise Passung zu den Industrie-4.0-Anforderungen wird mit »0,5« codiert.
- Es besteht bereits eine ausreichende Nähe zu Industrie-4.0-Handlungsfeldern; eine wesentliche Veränderung in den Ordnungsmitteln ist nicht erforderlich (✓) und wird daher mit dem Faktor 1 codiert.
- Die Berufsbildposition ist von Industrie-4.0-Anforderungen nicht betroffen (-) und wird daher mit dem Faktor »0« codiert.

Jede dieser Prüfungen liefert eine Zeile mit Einschätzungen zur Relevanz der Berufsbildposition für alle neun generischen Industrie-4.0-Handlungsfelder in der Codierung (vgl. Tab. 1).

Gesamteinschätzung der Bedeutung des Berufs

Für einen Ausbildungsberuf wird eine Gesamteinschätzung aller eingetragenen Ergebnisse in einer Spalte vorgenommen (vgl. Tab. 2).

Dabei handelt es sich nicht um eine einfache Addition und Mittelwertbildung der vorher gesetzten Markierungen. Vielmehr wird das gesamte Berufsbild mit den einzelnen Positionen von Expertinnen und Experten (s.o.) in den Blick genommen und mithilfe einer Skala bewertet. Für die Gesamteinschätzung der Bedeutung jedes generischen Industrie-4.0-Handlungsfelds für den gesamten Beruf wird eine Skala von 1 (keine Relevanz) bis 10 (sehr hohe Relevanz) verwendet. Abhängig von der Bewertung wird dann die Codierung festgelegt.

Für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/-in ergibt sich somit eine Gesamtpunktzahl von 5,5 Punkten: (3 x Faktor 1 + 5 x Faktor 0,5).

Eine zweite Bewertung durch die Expertinnen und Experten (gewichtete Gesamtpunktzahl) erfolgt dann mit Blick auf die generelle Eignung des Berufsbilds für Industrie 4.0. Mechatroniker/-innen weisen für die Aufgabengebiete der Produktionssteuerung und -umsetzung (Instandhaltung, Anlagenbetrieb) eine besondere Eignung auf, weswegen nach Experteneinschätzung eine gewichtete Gesamtpunktzahl von 6 Punkten für dieses Berufsbild vergeben wurde. Diese Gewichtung geschieht, um die Eignung des Ausbildungsberufs auch unter Einbeziehung einer prognostischen wie auch ganzheitlichen Perspektive zu bewerten. Dabei spielen Überlegungen von Unternehmen und Berufsbildungsexpertinnen und -experten eine Rolle, bestimmte Berufe bevorzugt in Industrie-4.0-Umgebungen einzusetzen.

Liegt die Gesamtpunktzahl nach Experteneinschätzung über fünf Punkten, eignet sich der Beruf besonders gut für das Arbeiten im Industrie-4.0-Umfeld und es besteht für diesen Beruf vorrangige Priorität, erforderliche Anpassungen in Angriff zu nehmen.

Tabelle 3

Zusammenfassung der Bewertung ausgewählter M+E- und IT-Berufe

Berufe	Generisches Handlungsfeld									Gesamtpunktzahl (max. 9)	Gewichtete Gesamtpunktzahl
	Anlagenplanung	Anlagenaufbau	Anlageneinrichtung und -inbetriebnahme	Anlagenüberwachung	Prozessmanagement	Datenmanagement	Instandhaltung	Instandsetzung	Störungssuche und Störungsbehebung		
Industriemechaniker/-in	✓	✓	✓	∣	∣	∣	✓	✓	✓	7,5	5,5
Mechatroniker/-in	∣	✓	✓	∣	∣	∣	∣	–	✓	5,5	6
Produktionstechnologe/-technologin	–	–	–	–	∣	–	–	–	–	0,5	2
Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik	✓	✓	✓	∣	✓	✓	∣	∣	✓	7,5	7,5
Elektroniker/-in für Geräte und Systeme	∣	∣	✓	∣	∣	–	∣	∣	✓	5	3,5
Fachinformatiker/-in	✓	∣	✓	–	∣	∣	–	–	✓	4,5	5

Bewertungen und Schlussfolgerungen

Eine Bewertung ausgewählter Metall- und Elektro-Berufe ist in Tabelle 3 zusammengestellt (zur ausführlichen Bewertung aller 21 untersuchten Berufe vgl. bayme vbm 2016).

Zur Bewertung jedes Berufs gehören Hinweise darauf, ob und wie Industrie-4.0-Veränderungen in den neun generischen Handlungsfeldern auf die existierenden Berufsbilder wirken. Die Gesamtbewertung eines jeden Berufs liefert Aussagen dazu, ob und wie intensiv ein Berufsbild modifiziert und verändert werden soll, um den Anforderungen von Industrie 4.0 gerecht zu werden. Mittels der Bewertung wird auch deutlich, welche Berufe zumindest derzeit von der Implementierung von Industrie 4.0 (noch) nicht oder nur wenig betroffen sind.

Aus der Gesamtbewertung scheinen die drei folgenden Punkte für die Weiterentwicklung des Ausbildungsberufs Mechatroniker/-in von besonderer Bedeutung zu sein:

- Der Beruf passt zu den Aufgabenanforderungen im Kontext Industrie 4.0 vor allem für die Planung, den Aufbau, die Einrichtung und die Störungsbehebung an Systemen und Anlagen in der Produktion. Allerdings ist die Berücksichtigung der Vernetzung aller mechatronischen Einrichtungen und der softwarebasierten Handhabung und Konfiguration sowie der IT-gestützten Fehleranalyse unzureichend im Berufsbild verankert.
- Das Berufsprofil kann bei vielen Handlungsfeldern an die neuen Anforderungen angepasst werden. Es eignet sich besonders auch für die Instandhaltung und Anla-

genüberwachung bei Industrie-4.0-Anlagen mit softwarebasierten Werkzeugen. Zu klären ist allerdings, wie die Industrie-4.0-Anforderungen aus der Softwareperspektive Eingang in das Berufsbild finden können, denn das ist in den Ordnungsmitteln bisher nicht genügend berücksichtigt. Nur einer der Eckpunkte in der bisherigen Ausbildungsordnung verweist auf die Instandhaltung.

- Erkennbar ist, dass die bisherigen Ordnungsmittel nicht ausreichend die Instandhaltung in Industrie-4.0-Umgebungen aufgreifen. Mechatroniker/-innen müssen deutlich stärker als bisher den Umgang mit CPS in der Produktion erlernen, statt mit einer beschränkten Auswahl an Inhalten der metall- und elektrotechnischen Berufe konfrontiert zu werden. Das Berufsbild ist zu sehr durch ein additives Verständnis von Mechanik, Pneumatik, Hydraulik, Elektrik, Informations- und Kommunikationstechnik etc. geprägt. Falls es auf Industrie 4.0 vorbereitet soll, ist es konsequent *integrativ*, damit *prozessbezogener* und *stärker softwareorientiert* anzulegen. ◀

Literatur

BAYME VBM: Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E-Industrie. München 2016 – URL: www.baymevbm.de/industrie4.0 (Stand: 07.12.2016)