



26. BAG-Fachtagung „Digitale Vernetzung der Facharbeit“  
am 22./23. April 2016 in Karlsruhe

# Industrie 4.0 in der Facharbeit und Konsequenzen für die produktionstechnischen Berufe

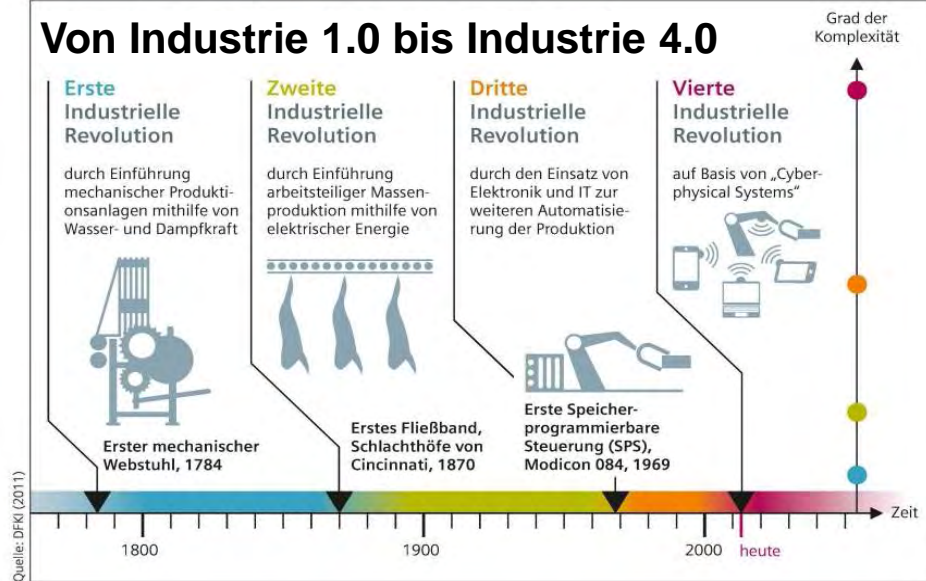
Prof. Dr. Lars Windelband, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd  
Dr. Gert Zinke, BIBB

---

Kontext

# Industrie 4.0: Paradigmenwechsel in der Industrie

## Von Industrie 1.0 bis Industrie 4.0



## Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Facharbeit

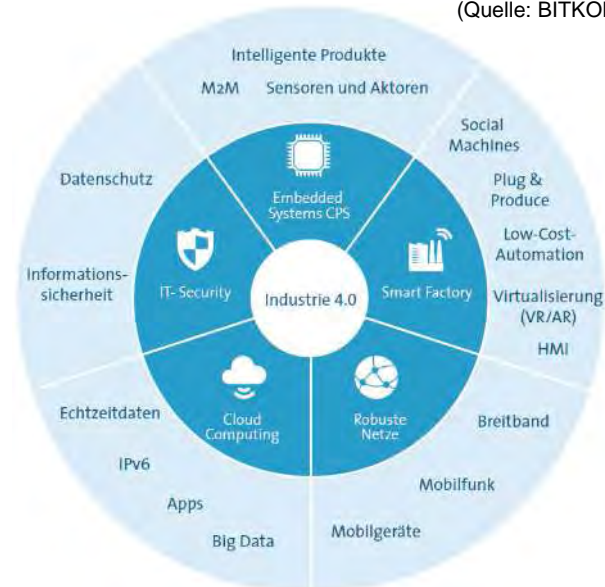
**Prozessbeherrscher** Jobkiller  
**Mensch als Roboter** Informatiker  
**Netzwerker** De-Qualifizierung  
**Problemlöser** Mensch als Lenker  
**Prozesscontroller** Datenanalytiker

## Ziele von Industrie 4.0

**Vernetzung der Wertschöpfungskette**  
 kürzere Durchlaufzeiten    Flexibilisierung der Produktion  
**Losgröße 1**  
 höhere Produktivität    hohe Reaktionsfähigkeit  
**Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit**  
 Individuelle Serienproduktion

## Technologiefelder von Industrie 4.0

(Quelle: BITKOM)



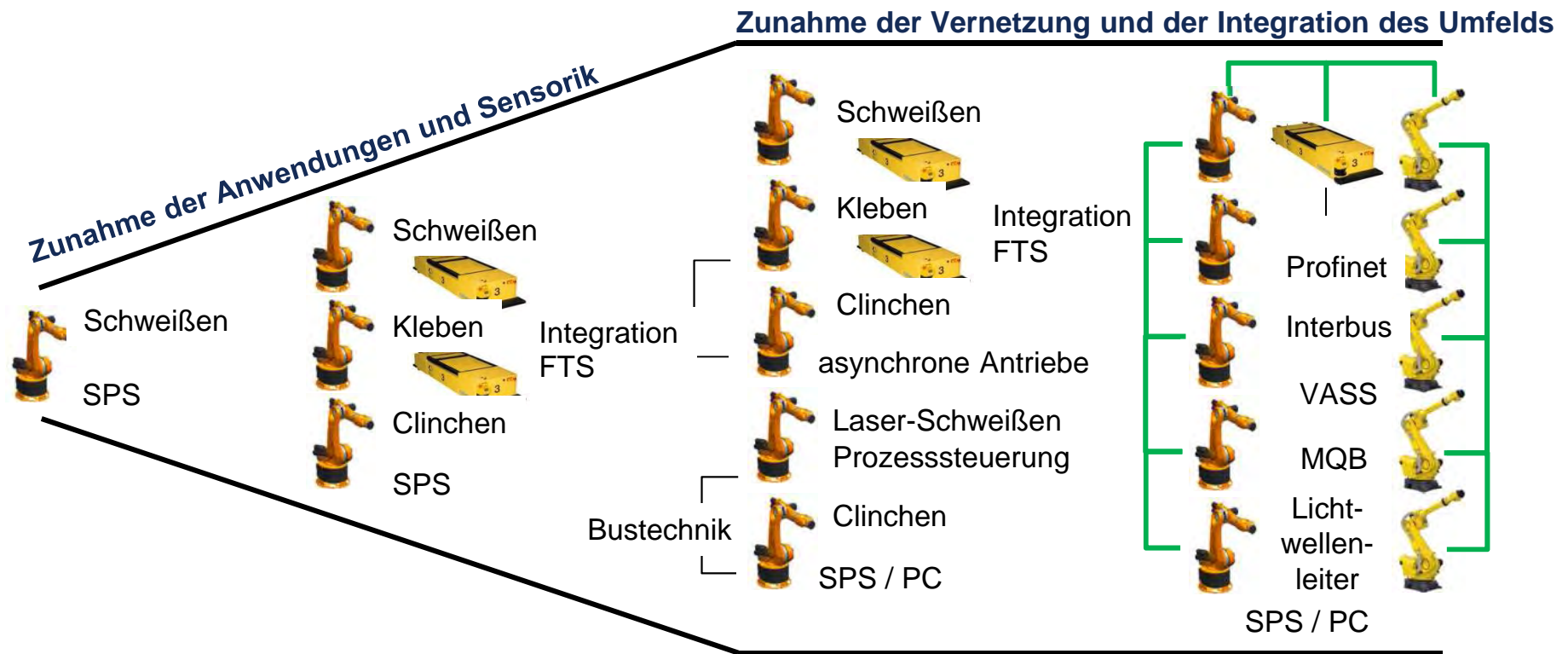
Pädagogische Hochschule  
Schwäbisch Gmünd

University of Education





# Industrie 4.0: Beispiel Karosseriebau Volkswagen



1980er

2016

# Projektrahmen, Vorgehen und Fragestellungen

# Studie für den bayrischen Arbeitgeberverband

## Auftraggeber

bayme vbm

## Forscherteam

Georg Spöttl, Christian Gorldt, Lars Windelband, Torsten Grantz und Tim Richter

## Ausgangslage

Unsicherheit über Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie

## Meilensteine



Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0



# Fragestellungen


1. Was sind die aktuellen und zukünftigen Veränderungen durch Einführung von Industrie 4.0 im produzierenden Gewerbe? (Reichweite? Folgen für Mitarbeiter?)
2. Welche Auswirkungen hat die Einführung vernetzter und dynamischer Produktionsprozesse auf Qualifikations-, Kompetenz- und Berufsprofile? (und auf Meister und Techniker in der M+E-Industrie?)
3. Welche Kompetenzen erfordert ein Arbeiten in hochautomatisierten, vernetzten Produktionssystemen?
4. Welche Anforderungen stellen Unternehmen der M+E-Industrie an Fachkräfte, um die Potenziale von Industrie 4.0 umsetzen zu können?
5. Was sind die Folgen für Berufsbilder und Weiterbildungsprofile, die mit Industrie 4.0 in Berührung kommen?
6. Welche Gestaltungsprinzipien für Berufsbilder und Lehrpläne leiten sich daraus ab?

Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0





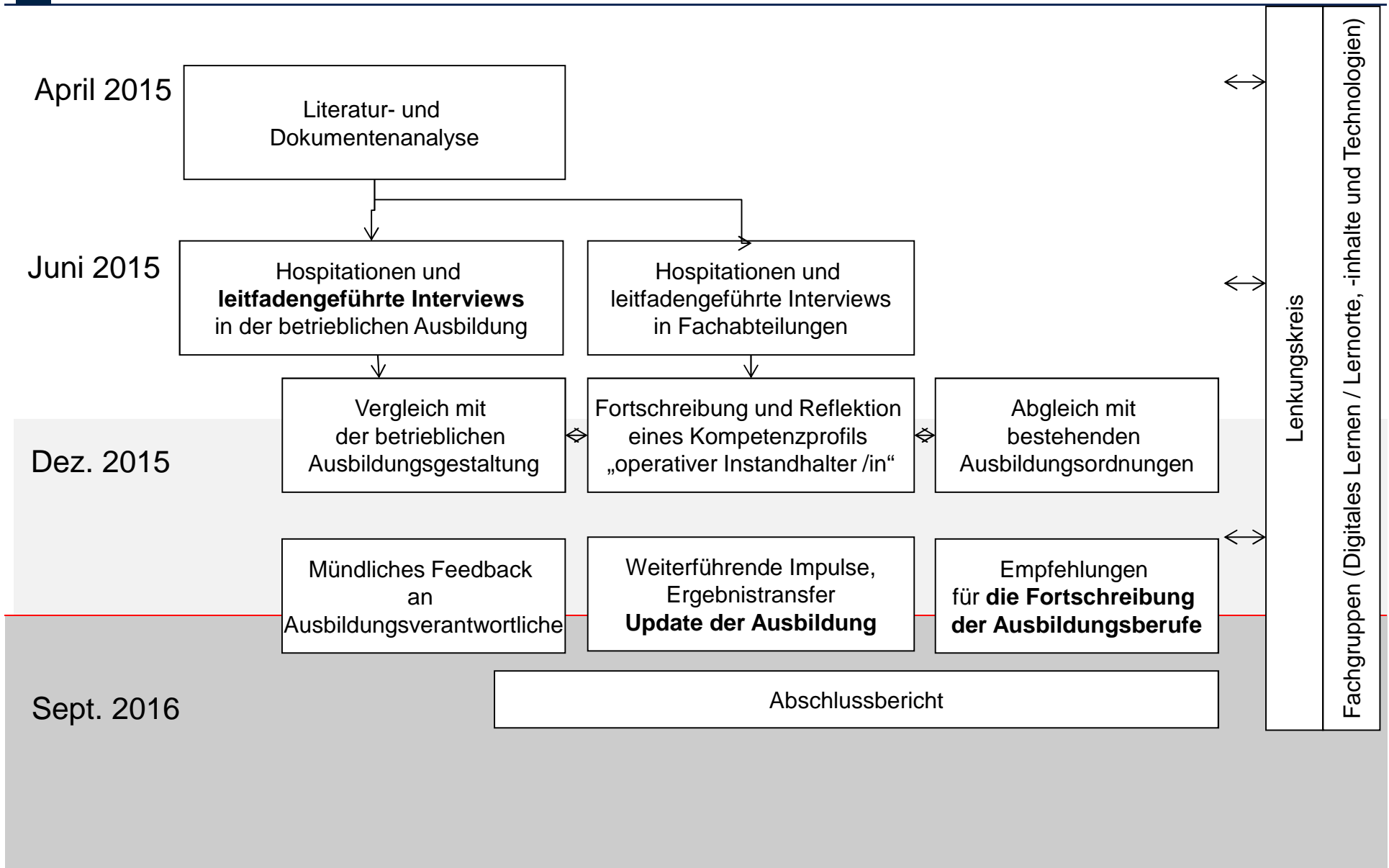
# Projekt BIBB / VW „Berufsausbildung – Digitalisierung der Arbeitswelt“

<b>Beteiligte:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Volkswagen Group Academy</li><li>▶ Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB)</li></ul> 
<b>Projektziele:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Anpassung der betrieblichen Ausbildungsgestaltung an die Anforderungen der Digitalisierung der Arbeitswelt im Bereich ausgewählter Ausbildungsberufe und Berufsfamilien im Volkswagen Konzern</li><li>▶ Bedarfe für Modernisierung oder Neuordnung einzelner Ausbildungsberufe identifizieren. Dabei ist die Durchgängigkeit Berufsausbildung – Facharbeit – Meister zu berücksichtigen.</li></ul>
<b>Erwartete Ergebnisse:</b>	Impulse und Handlungsempfehlungen <ul style="list-style-type: none"><li>▶ sowohl für die unternehmensinterne Weiterentwicklung der Berufsausbildung</li><li>▶ als auch für den bundesweiten Kontext der Ordnungsarbeit (Branchen- und unternehmensunabhängig)</li></ul>
<b>Beteiligung Dritter:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ Frühzeitige Beteiligung der Mitbestimmungspartner</li><li>▶ Punktuelle Einbindung Dritter (Expertenpool), u.a. durch gemeinsame Fachtagung: Mittelständische Unternehmen – Wissenschaft / Politische Player – Fachverbände / Ausbilderarbeitskreis – Kammer München und Oberbayern / Kammer Wolfsburg Lüneburg</li></ul>





# Methodisches Vorgehen und Stand der Arbeiten



Befunde

# Veränderungen in den Unternehmen

## Diffusionsstufen der Organisation – Einschätzung zu den untersuchten Unternehmen

Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0

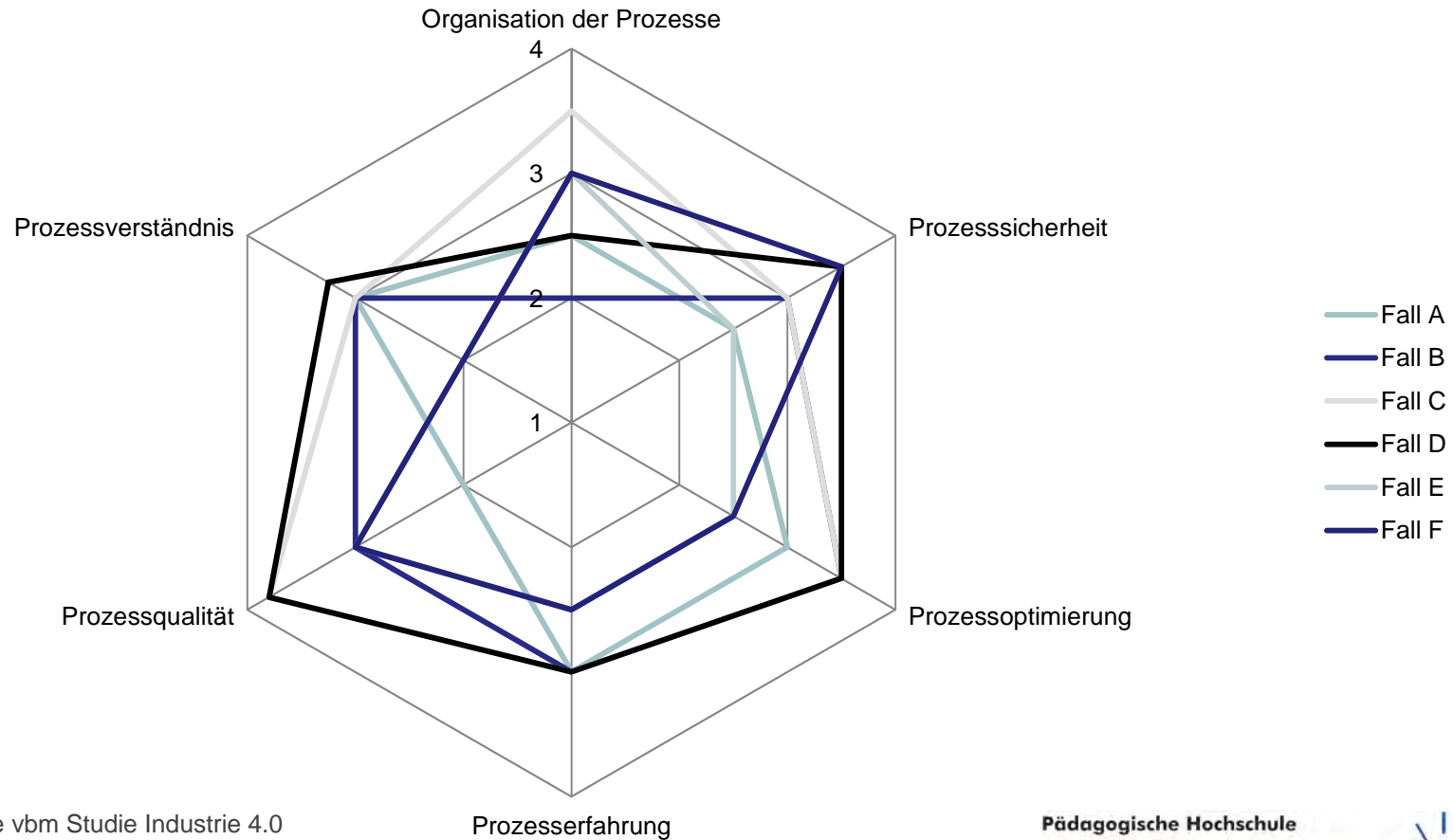
Organisationsdimensionen	Diffusion Stufe 1	Diffusion Stufe 2	Diffusion Stufe 3	Diffusion Stufe 4	
Organisation der Prozesse (Indikator: über die gesamte Wertschöpfungskette)	Keine	Barcode	RFID	Vernetzung aller Systeme mittels CPS	
Prc Prozesssicherheit (Indikator: Verfügbarkeit)	Keine	Prüfung der Anlage notwendig	Selbstüberwachung der Anlage	Störungsfreie Produktion	icherheit
Prozesseffizienz / Prozessoptimierung (Indikator: Schnittstelle Mensch-Maschine)	kaum Schnittstellen	Maschine als Werkzeug	Kooperative Optimierung	Kollaborative Optimierung	
Prozesserfahrung (Indikator: Erfahrungswissen)	Konventionelle Erfahrung	Wissensspeicherung der Segmente	Vernetzte Wissensspeicherung	Universeller Wissenszugriff entlang der Wertschöpfungskette	timierung
Prozessqualität (Indikator: Fehlererfassung)	Hohe Fehlerquote: manuell	Variable Fehlerquote – Teilautomatisierung	Geringe Fehlerquote – Automatisierung	Ohne Fehler	
Prozessverständnis (Indikator: innerhalb der Wertschöpfungskette)	Baugruppenbezogen	Anlagenbezogen	Bezogen auf Teilprozesse der Wertschöpfungskette	Gesamtprozesse über die Wertschöpfungskette	

- Fall A
- Fall B
- Fall C
- Fall D
- Fall E
- Fall F



# Veränderungen in den Unternehmen

## Diffusionsstufen der Organisation – Einschätzung zu den untersuchten Unternehmen



Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0



# Veränderungen in der Facharbeit

## Veränderungen in der Facharbeit

- **Anlageninstandhaltung:** Lesen und interpretieren von Betriebsdaten der Anlagen, Fehlerbehebung in Sensorik/ Aktorik (Signalverarbeitung beherrschen).
- **Störungssuche und deren Ursachen** an Anlagen hoher Komplexität, die immer mehr mit anderen Komponenten/ Maschinen/Anlagen vernetzt sind.
- **Prozessoptimierung** selbstständig unterstützen, **Informationsbeschaffung** sicherstellen und **aus dem täglichen Tun Ideen zur Verbesserung einbringen**.
- **Hybride Aufgabenwahrnehmung** der Fachkräfte an den Anlagen (mechanische, elektrische/elektronische und softwarebasierte Aufgaben).

„Weil es aber um Vernetzung geht, weil es um das Überwinden von heterogenen Schnittstellen geht, ist es ganz entscheidend, bei der Prozessoptimierung und letztlich bei der Optimierung der Wertschöpfungskette von der Software her zu denken und zu planen.“ (E 2)

„Ein sehr wichtiger Punkt ist auch, dass alle Prozessschritte genauestens nachverfolgbar sein müssen. Damit lassen sich Fehler leichter eingrenzen und es ist möglich, Kunden genauestens über viele Fertigungsschritte zu informieren.“ (Fall B)

„Es geht um das Erkennen der Probleme. [...] Wichtig ist, erst einmal zu verstehen, dass dies kein Defekt in der Maschine ist, sondern in der Verbindung der Daten - oder in der Nichtverbindung. Das erfordert ein starkes Umdenken für Mitarbeiter, die gewohnt sind, den Fehler in der Maschine zu suchen und nicht in der Logik, wie die die Dinge zusammengehören.“ (Fall B)

Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0



# Identifizierte Generische Handlungsfelder

Nr.	Generische Handlungsfelder		Zielfunktion
1	Anlagenplanung	⇒	Anlagensimulation
2	Anlagenaufbau	⇒	Anlagenvernetzung
3	Anlageneinrichtung und Inbetriebnahme	⇒	Sicherstellen der Datenverfügbarkeit von Sensor-, Aktor- und Prozessdaten in Produktionssystemen (PPS, MES, SCADA, ERP, SAP)
4	Anlagenüberwachung	⇒	Echtzeitdaten überwachen, analysieren
5	Prozessmanagement	⇒	Prozesssicherheit garantieren durch Prozessüberwachung & Störungsbeseitigung
6	Datenmanagement	⇒	Maschinendaten sichern für Qualität
7	Instandhaltung	⇒	Präventive Instandhaltung, Daten nutzen
8	Instandsetzung	⇒	Reparaturabhängigkeiten aufgrund von Vernetzungen
9	Störungssuche und Störungsbehebung	⇒	Diagnose, Störungssuche an den vernetzten Anlagen

Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0







## (Zukunfts-)Tätigkeitsprofil „Operativer Instandhalter 4.0“ \*

Die Fachkraft kann

1. IT-gestützte Fehlerdiagnosen an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungsanlagen durchführen, Funktionen und Bauteile identifizieren, zuordnen und überprüfen
2. Netzwerkstrukturen modellieren und skizzieren
3. Produktionsnetzwerke analysieren, diagnostizieren, überwachen, erweitern, ändern, parametrieren
4. Visualisierungssysteme und -hilfen erstellen
5. IT-Hardware austauschen, erweitern und in Systeme integrieren
6. Technische Informationssysteme nutzen
7. Digitale Regelungstechniken anwenden
8. IT-gestützte Dokumentationssysteme nutzen (ändern/administrieren), strukturieren und verwalten, Daten archivieren
9. Betriebsdaten erfassen und verwalten
10. Elektronische Bauteile (Sensoren/Aktoren/Antriebe) austauschen, verdrahten, integrieren
11. Schnittstellen und Komponenten überprüfen
12. Produktionsanlagen(-steuerungen) warten, instandhalten, erweitern, testen und inbetriebnehmen
13. Mechanische Baugruppen montieren und demontieren
14. Elektropneumatische, pneumatische und hydraulische Steuerungen aufbauen und prüfen
15. Sich mit Dritten abstimmen; Hilfskräfte einweisen und anleiten

Im Vergleich  
zu bisherigen  
Arbeitsaufgaben

neu  
IT-Zuwachs





# Interviewaussagen: Dissonanzen zwischen Ausbildungsgestaltung und Qualifikationserwartungen

## Sicht der Ausbildung



## Sicht der aufnehmenden Fachabteilungen

Ja, gut, der ist bei uns so bis zur Teil 1-Prüfung... Also der fängt an, wir machen **Grundfertigkeiten** der Metallbearbeitung, Feilen, Bohren, Gewinde schneiden, bisschen **Verbindungstechnik**, Schrauben, Muttern. Dann kriegt er einen **Drehlehrgang** von ca. zwei Wochen, kriegt einen **Fräslehrgang** von zwei Wochen. Dann machen wir in Summe in diesen 18 Monaten zwei Wochen Pneumatik und wir machen zwei Wochen SPS. Und wir machen Installationstechnik, also letztlich so **Hausinstallation** als Einführung für die Grundlagen. Und dann machen wir die Steuerungstechnik, also so konventionell mit elektromagnetischen **Schalterschützen** und natürlich dann mit (?LAN-Steuerungen, Logo), also so einfache Anwendungen. ...Also da haben wir die theoretischen Grundlagen und dann die Funktion zu erkennen, die Aufgabe von so einem Bauteil. ...Aber was da an Handwerk dabei ist, das ist jetzt nicht erst mal so dramatisch, nicht?  
Ja und dann bereiten wir wie alle Firmen auf die Teil 1-Prüfung vor.

Da sind wir jetzt dabei, das wieder nachzuholen oder aufzuholen, weil wir sagen, jawohl wir wollen Netzwerktechnik, weil es wird draußen gebraucht. Ja, aber wir **hängen jetzt eigentlich aktuell ein bisschen hinterher**, mit Sicherheit auch hinterher, weil es die Verordnung jetzt in dem Sinn nicht zwingend erfordert

wirklich praktisch kommt er (in seiner Ausbildung) mit einem Roboter nie in Berührung, außer er ist dann wirklich bei uns oder in der **Instandhaltung** eingesetzt. ...Das heißt, der kommt zu uns und hat eigentlich keine Ahnung vom Roboter. Über die Funktionsweise kennt er nichts, auch nicht über das, alleine schon das **Verfahren vom Roboter** hat er keine Erfahrung. Da müssen wir nachsteuern. Und das ist natürlich in der breiten Masse nicht möglich...

Klappertechnik ... sind z.B. Relais. ...Bei der neuen Technik gibt es sowas gar nicht mehr. **Es wird digital repariert**. Hier wird alles digital programmiert und gesteuert. Früher musste ich zunächst die Stromläufe lesen und verstehen.

Heutzutage ist das **Servopneumatik**, das heißt, da ist eine Steuerbox dran, die mit einer Elektronik die ganze Luft regelt, wie die Zange fahren soll, mit welchem Druck sie arbeiten soll, in welcher Stellung die Zange steht. Da muss ich im Vorfeld, ...**das ganze Ding referenzieren können. Ich muss eine Nullfahrt machen, eine Todzeitermittlung machen, ich muss prüfen, ob sie schweißt. Das muss ich alles über eine Menüführung am Rechner machen.**

**Für mich passt es zurzeit nicht zusammen**, muss ich ganz deutlich so sagen. Wir probieren, oder was wir hier probiert haben, ist, **dass wir einen Mechatroniker ausbilden, der letztlich alle Bereiche abdecken kann**. Ob jetzt in der Instandhaltung ist oder dann im Gebäudemanagement, das ist für mich nicht, nicht der richtige Weg.





## Schlussfolgerungen für die Berufsbildung „Operativer Instandhalter 4.0“ \*

---

- Kein vorhandenes Berufsprofil der anerkannten Ausbildungsberufe entspricht voll ausreichend dem Tätigkeitsprofil
- IT-Qualifikationen haben einen höheren Stellenwert erhalten und stehen in einem fach-, system- und prozessbezogenen Kontext
- Profilbestimmend sind Qualifikationen zum System- und Prozessverständnis sowie zur Problemlösung
- Kernkompetenzen dafür sind in der Berufsausbildung zu vermitteln (Kernberuflichkeit) und müssen im Rahmen der Weiterbildung und Arbeit ausgebaut werden

# Handlungsempfehlungen

# Szenarien für die Berufsausbildung

## **Szenario 1: Keine Veränderung von Berufsbildern**

**Vorteil:** keine Neuordnung, keine Akzeptanzprobleme, Spezialisierung später.

**Nachteil:** Insellösungen, keine Reagieren/Reaktion auf Industrie 4.0 sichtbar.

## **Szenario 2: Berufsbilder ändern**

**Vorteil:** Berücksichtigung neuer Innovationen, über Einsatzgebiete – Binnendifferenzierung.

**Nachteil:** intensiver Verhandlungsprozess zwischen den Sozialpartnern.

## **Szenario 3: Kombination von Berufsbildern (Hybride)**

**Vorteil:** Anzahl der Berufsbilder wird reduziert, Verschmelzung zwischen den Domänen berücksichtigt.

**Nachteil:** komplexe Berufsbilder – Gefahr der Überfrachtung der Ausbildung.

## **Szenario 4: Berufsbild Industrie 4.0 schaffen**

**Vorteil:** hoch spezialisiertes Berufsbild, Anforderungen von Industrie 4.0 berücksichtigend.

**Nachteil:** Entwicklung in den Unternehmen unterschiedlich, Neuordnungsverfahren benötigt Zeit, Anforderungen hoch.

Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0



# Perspektivwechsel in der beruflichen Bildung

## Prozessverständnis neu formulieren – Vernetzung muss in den Mittelpunkt der Ausbildung gestellt werden

„Fachkräfte müssen Anlagen und deren Funktion von den Prozessen und der Software her denken und optimieren.“ (Experten-Workshop)

Die softwaretechnische Vernetzung mit den zugehörigen CPS-Elementen erfährt eine kontinuierliche Verbreitung. Anlagen und Maschinen müssen deshalb mit zunehmender Diffusion von Industrie 4.0 immer von

- der Vernetzung,
- den CP-Systemen,
- der Software und
- der Prozesseinbettung

her gedacht und betrachtet werden. Dadurch verändert sich die Interaktion zwischen Mensch und Maschine erheblich.

Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0

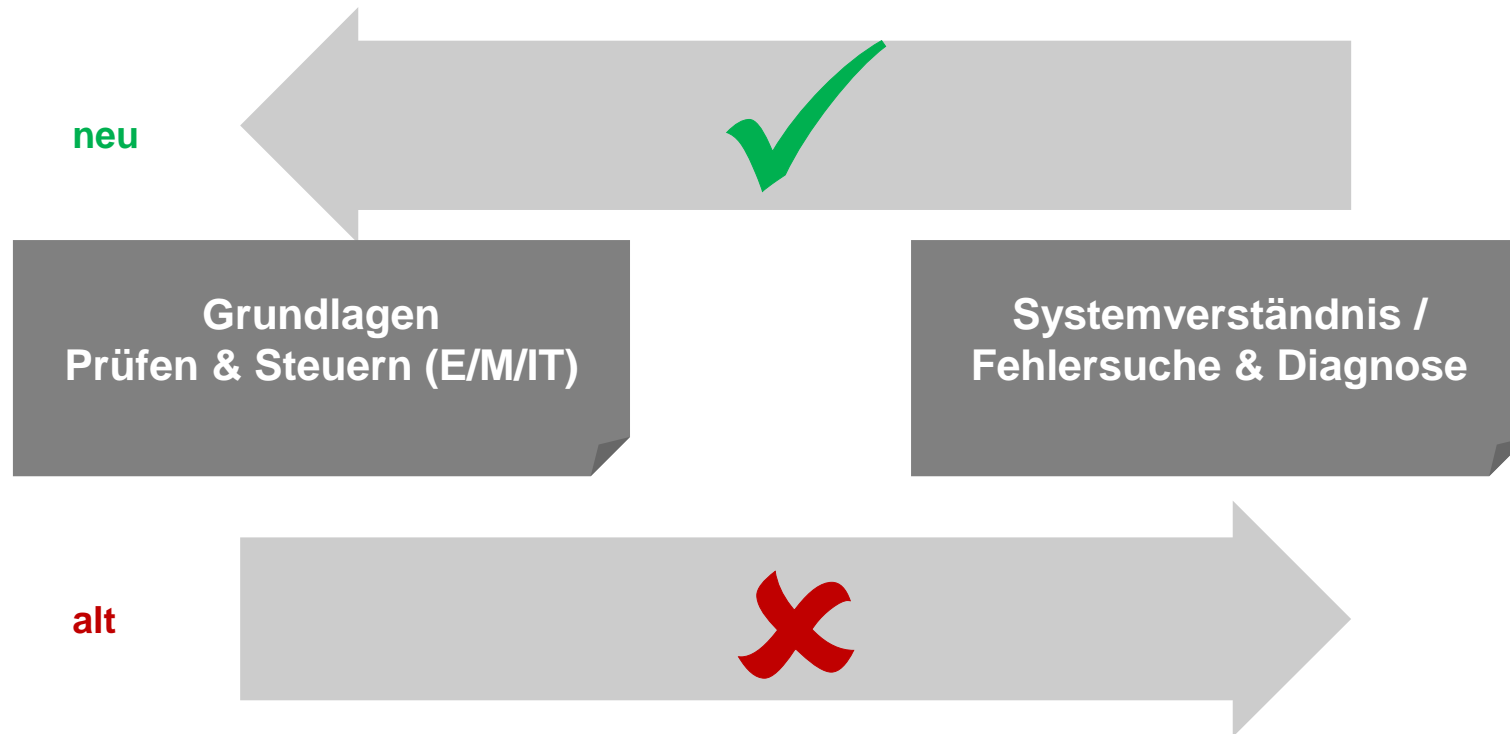




# Notwendigkeit einer konzeptionellen Wende

im didaktischen Herangehen der Ausbildung

**Kern des beruflichen Handelns** = **Denken in Systemen**





# Update der betrieblichen Ausbildung

„Baustelle“



Technologiescreening  
Tätigkeitsprofil an  
repräsentativen  
Arbeitsplätzen  
  
(alternative)  
Berufsprofil(e)

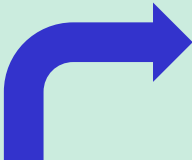
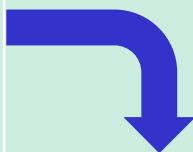
Ausbildungsrahmenplan  
Betrieblicher Ausbildungsplan  
Versetzungsinhalt  
Lernträger/Ausbildungsmittel  
Projektarbeiten  
Lernaufträge  
Lernstationen  
Praktika/Kurse  
Zusatzqualifikationen  
Betriebliche Aufträge (Abschlussprüfung)

Beteiligte Ausbilder  
Ausbildende Fachkräfte  
Fachabteilungen  
Lernerfolgskontrollen  
Feedback  
Coaching  
Berufsschule  
Prüfungsausschüsse  
  
ggfls. Ausbildung durch  
Dienstleister/Verbund

Feedback durch  
Fachabteilungen,  
Auszubildende,  
Ausbildende  
Nachjustierung  
Betriebliche Teilprüfungen  
Rotationsmodelle der  
Ausbildungsbeteiligten

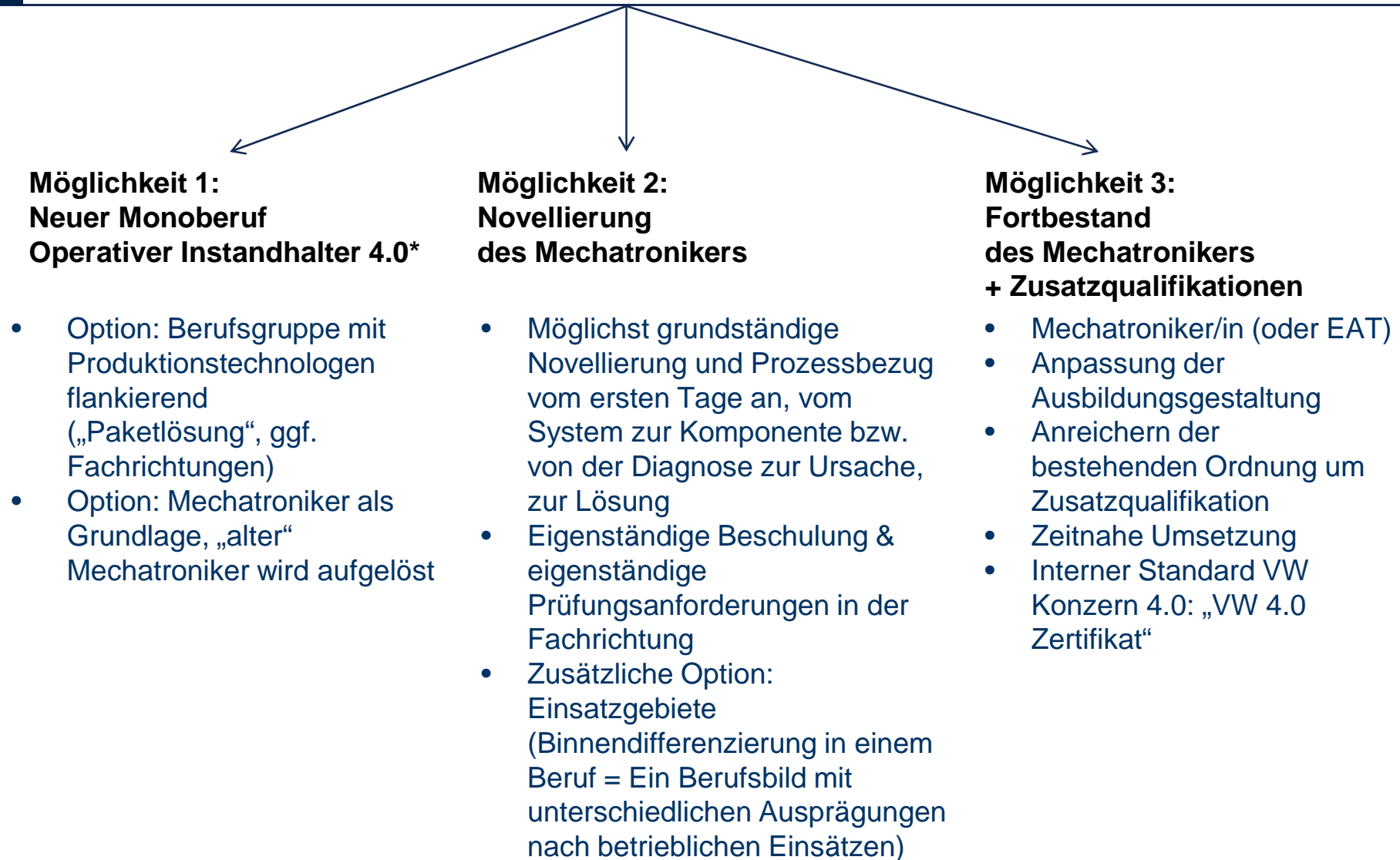


# Vom Tätigkeitsprofil zu Lernergebnissen im betrieblichen Ausbildungsplan

Profilbeschreibung	Zugeordnete Ausbildungsinhalte	Lernergebnisse/Outputs
 <p>IT-gestützte Fehlerdiagnosen an Systemen und Teilsystemen innerhalb von komplexen Automatisierungsanlagen durchführen, Funktionen und Bauteile identifizieren, zuordnen und überprüfen</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mensch-Roboter-Kooperation: MRK Systeme</li><li>• Netzwerkdiagnose / Diagnose von Kommunikationsstörungen:</li><li>• WLAN</li><li>• Netzwerktechnik Grundlagen: Physik (Kupfer(Strom, Spannung), Glasfaser) und Kommunikationsprotokolle (TCP/IP,...)</li><li>• Profinet: Verkabelung, Schirmung, Erdung und Messinstrumente, Medienredundanz</li><li>• IT-Security (VDI 2182)</li><li>• Safety-Technologien (z. B. für Mensch Roboter Kooperation)</li><li>• ...</li></ul>	 <ul style="list-style-type: none"><li>• Fehlersuchstrategien <b>kennen, situationsbezogen auswählen und anwenden</b></li><li>• Mess- und Prüfmittel <b>anwenden</b></li><li>• Störungen <b>dokumentieren und Dokumentationen pflegen</b></li><li>• Feldbussysteme (Profinet, Interbus) <b>kennen, analysieren, prüfen</b></li><li>• ...</li></ul>



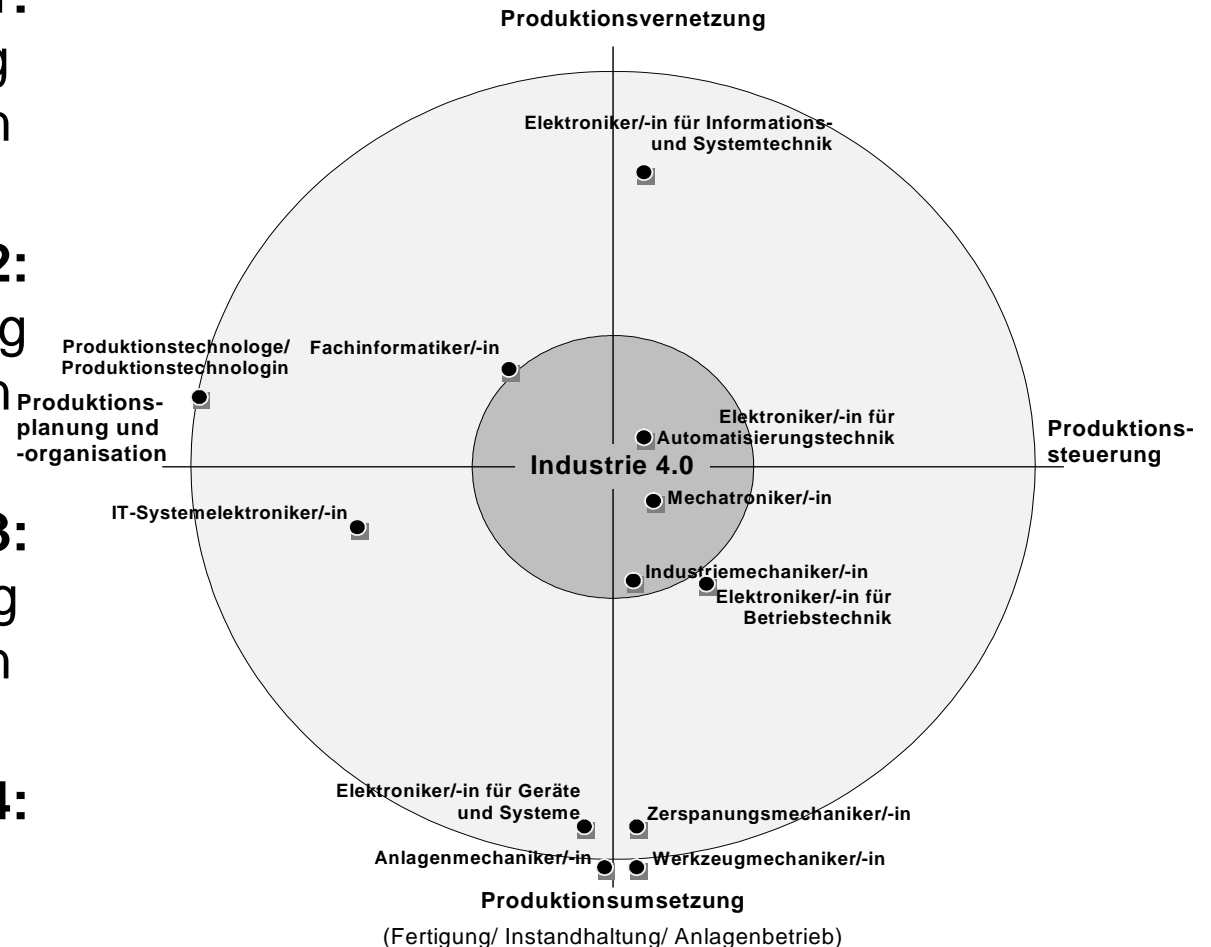
# Neuordnungsoptionen zum „Operativen Instandhalter 4.0“\*





# Handlungsempfehlungen zur Ausbildung

- **Handlungsempfehlung 1:** Kurzfristige Überarbeitung von Berufsprofilen (binnen 12 Monaten)
- **Handlungsempfehlung 2:** Mittelfristige Überarbeitung von Berufsprofilen (binnen 24 Monaten)
- **Handlungsempfehlung 3:** Langfristige Überarbeitung von Berufsprofilen (binnen 36 Monaten)
- **Handlungsempfehlung 4:** Sofortige Initiative für Zusatzqualifikationen



Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0



# Schlussfolgerungen aus der bayme vbm Studie

- **Personen mit einer gewerblich-technischen Berufsausbildung und einer darauf aufbauenden Weiterbildung werden bei Industrie 4.0 gute Beschäftigungschancen haben**, wenn sie für die Industrie 4.0 relevanten Schwerpunkte qualifiziert werden.
- Relevante **Schwerpunkte der Qualifizierung**: das Beherrschen von Systemen mit dezentraler Intelligenz, das Beherrschen des Umgangs mit Daten und deren Analyse sowie die Fähigkeit, einen störungsfreien Anlagenbetrieb sicher zu stellen.
- **Neue Berufsbilder sind nicht erforderlich**, jedoch eine **Neuausrichtung der Berufe mit einer Prozess- und vor allem Software- und Vernetzungsperspektive**, wobei die Vernetzung, die Digitalisierung der Prozesse und die Gestaltung intelligenter Arbeitsplätze im Mittelpunkt stehen müssen.

Quelle: bayme vbm Studie Industrie 4.0



**Herzlichen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!**