

**Prof. Dr. Martin Fischer**

Institut für Berufspädagogik  
und Allgemeine Pädagogik  
Internet: <http://www.ibp.kit.edu>



Forschungszentrum Karlsruhe  
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

# Didaktische Gestaltung gewerblich-technischer Aus- und Weiterbildung im Kontext von Industrie 4.0

Gliederung

Gestaltungsfelder bei Industrie 4.0

Aktuelle Herausforderungen

Didaktische Ansätze

Fazit und Ausblick

Aktueller  
Forschungs-  
background

Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Prospektive Weiterbildung bei Industrie 4.0“

Interdisziplinäre Expertengruppe zur Technikfolgenabschätzung am KIT im Bereich der Robotertechnik

Forschungsprojekt „Bedingungen gelingender Lernortkooperationen im Kontext der Digitalisierung in der beruflichen Bildung (LoK-DiBB)“

Master- und Promotionsarbeiten zur Digitalisierung in Schulen und Betrieben

**Projekt „Prospektive Weiterbildung bei Industrie 4.0“**

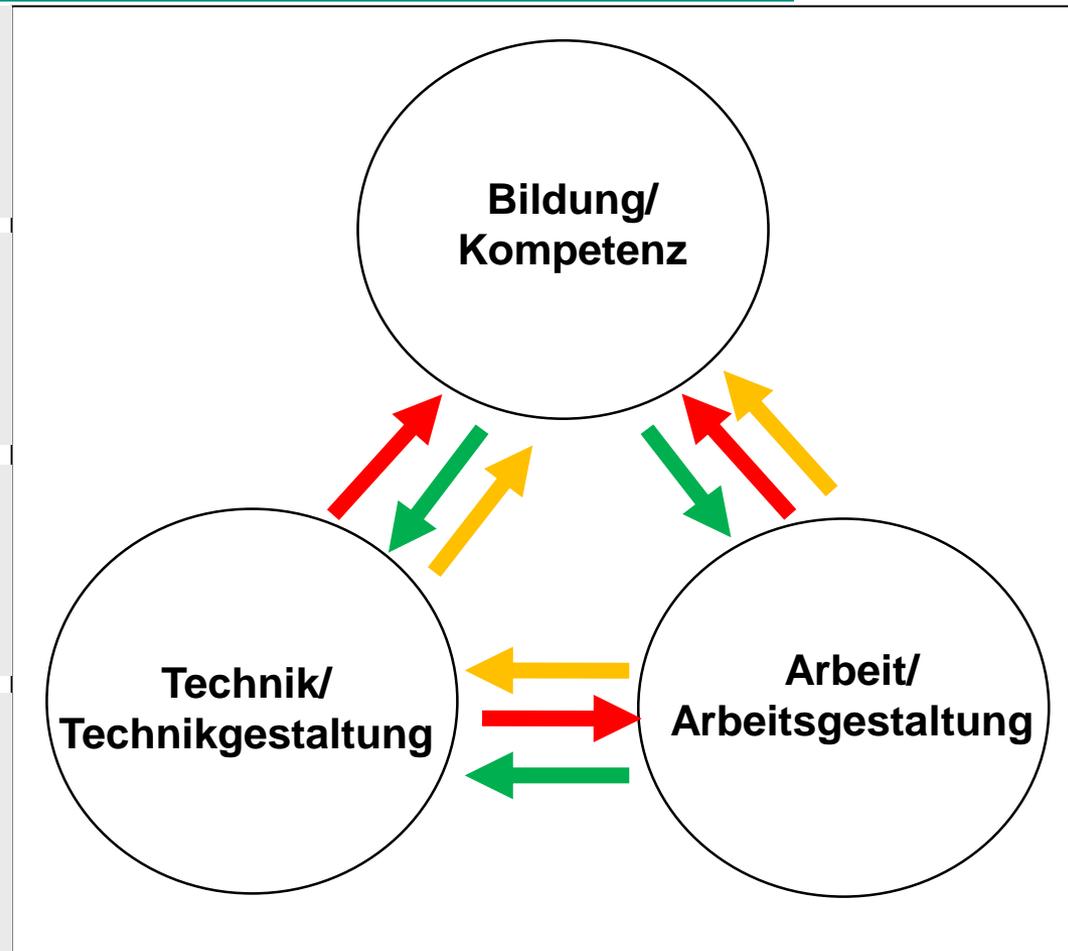
Unternehmen	Standort	MA (Standort)	Teilnehmender Bereich	
Robert Bosch GmbH	Reutlingen	9.000	Halbleiterfertigung und Elektronik/Technische Funktionen	 <b>BOSCH</b>
Caterpillar Energy Solutions GmbH	Mannheim	950	Zylinderkopffertigung	 <b>CATERPILLAR</b>
Daimler AG	Gaggenau	6.600	Hart-/Feinbearbeitung Räder/Wellen	 <b>DAIMLER</b>
E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH	Oberderdingen	581	Betriebsmittelbau und Instandhaltung	 <b>E.G.O</b>
E.G.O. Produktion GmbH & Co. KG	Oberderdingen	927	Elektronik, HiLight, Dickschicht	 <b>E.G.O</b>
KS Kolbenschmidt GmbH	Neckarsulm	988	Logistik Kleinkolben	 <b>KOLBENSCHMIDT</b> RHEINMETALL AUTOMOTIVE
Neff GmbH	Bretten	1.389	Instandhaltung und Montage Herde	 <b>NEFF</b> KÖCHEN AUS LEIDENSCHAFT SEIT 1877

Analyse der Bildung/Kompetenz  
der Mitarbeiters (Beobachtungs-  
interview: BAG-Analyse)

Arbeitsanalyse: BAG-Analyse  
und Interviews mit  
Personalentwicklern

Technikanalyse: Sekundärana-  
lyse, Interviews mit technischen  
Planern

Gesamtbild: Inner- und überbe-  
triebliche Workshops mit Perso-  
nalentwicklern, technischen  
Planern und Betriebsräten



Projekt „Prospektive Weiterbildung bei Industrie 4.0“: Insgesamt 52 Interviews  
mit 81 Personen, bislang 14 inner-/überbetriebliche Workshops.



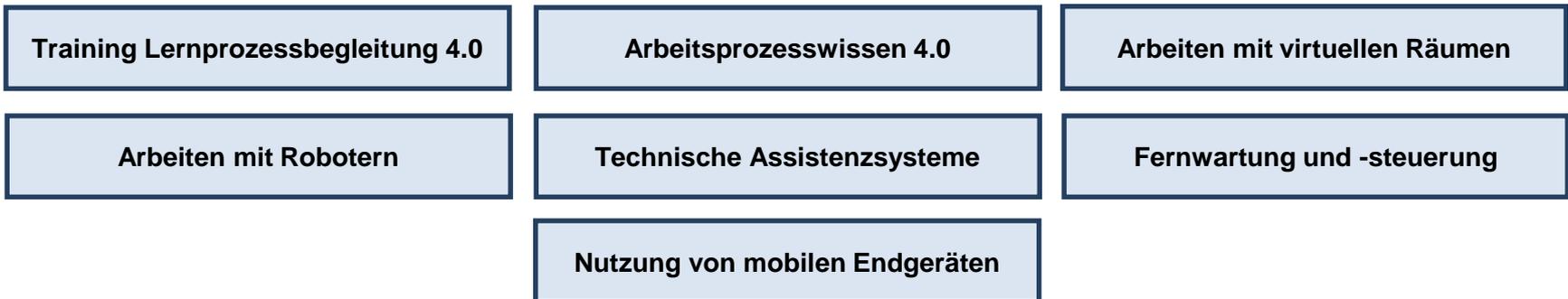
## Drei Bereiche des Industrie 4.0- Einsatzes



## Drei Perspektiven der Analyse und Gestaltung



## Sieben Basismodule





## Übersicht: gewählte Module (Stand Sommer 2018)

Unternehmen	Modul 1	Modul 2
1	Lernprozessbegleiter 4.0	Nutzung mobiler Endgeräte
2	Arbeitsprozesswissen 4.0	Nutzung mobiler Endgeräte (ggf.)
3	Lernprozessbegleiter 4.0	Technische Assistenzsysteme
4	Arbeitsprozesswissen 4.0	
5a	Lernprozessbegleiter 4.0	Technische Assistenzsysteme
5b		
6	Arbeitsprozesswissen 4.0	Nutzung mobiler Endgeräte

**Aktuelle Herausforderungen für die gewerblich-technische Aus- und Weiterbildung (1)**

Komplexität von Maschinen und Anlagen



Zusammenwirken metall-, elektro- und informationstechnischer Sachverhalte

Digitalisierung von Kopfarbeit und sozialer Interaktion



Verobjektivierung von Entscheidungsbefugnissen und Entscheidungen

Informationstechnische Vernetzung inner- und außerbetrieblicher Informationen/Abläufe



Mediatisierung der Arbeit mittels diverser (mobiler) Endgeräte

Individualisierung von Produkten



Variabilität von Produktionsabläufen

**Aktuelle Herausforderungen für die gewerblich-technische Aus- und Weiterbildung (2)**

Auftragsabhängige Steuerung von Arbeit



psychische, physische, zeitliche, örtliche  
Flexibilisierung von Arbeit

Traditionelle Formen der Arbeitsgestaltung (shopfloor)



Individuelles Zurechtkommen mit Anforderungen

Lernen im Prozess der Arbeit (Bereich Weiterbildung)



Assistenzsysteme, kurze Qualifizierungsmaßnahmen

Weitgehend unbewältigte Digitalisierung in den Schulen  
(Bereich Erstausbildung)



Kluft zwischen schulischem Lernen und  
betrieblicher Arbeitserfahrung

Lebenslanges Lernen



Auflösung der Normalarbeitsbiografie

Didaktische Prinzipien bei der Aus- und Weiterbildung zu Industrie 4.0

Industrie 4.0 ist gestaltbar

Analyse und Dokumentation betrieblicher Arbeitsprozesse durch die Lernenden (BAG-Analyse)

Das Zusammenwirken betrieblicher Arbeitsprozesse darstellen bzw. erfahrbar machen (Arbeitsprozesswissen)

Die Auswirkungen betrieblicher Arbeit und Technik reflektieren

## EXHIBIT 4 | Automated Systems Can Assist Workers

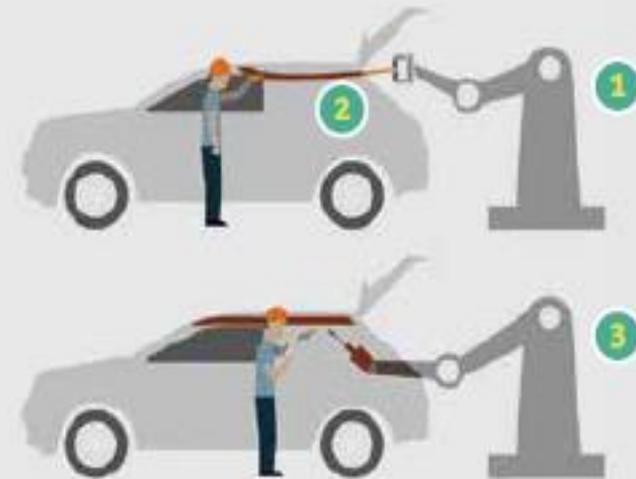
LINE WORKER HAS A PHYSICALLY DEMANDING TASK



- 1 Worker lifts the roof lining into a car; the shape is difficult to handle
- 2 Worker manually aligns the roof lining and holds it in place
- 3 Worker fastens the roof lining with screws, which requires being in an uncomfortable position

Sources: Expert interviews; BCG analysis.

ROBOT PROVIDES ERGONOMIC IMPROVEMENTS



- 1 Robot lifts the roof lining and places it in the chassis
- 2 Worker guides the robot in aligning the roof lining but carries no weight
- 3 Robot fastens the lining with screws as directed by worker, who maintains a comfortable position

Quelle: Lorenz et al. (2015): Man and Machine in Industry 4.0

Leitfragen bei der  
Analyse von  
Beruflichen  
Arbeitsaufgaben  
(BAG)

In welche *Geschäfts- und Arbeitsprozesse* ist die Arbeitsaufgabe eingebunden?

An welchem *Arbeitsplatz* wird die Arbeitsaufgabe erledigt?

An welchen *Gegenständen* wird bei der konkreten Arbeitsaufgabe gearbeitet?

Welche *Werkzeuge, Methoden und Organisationsformen* kommen zur Anwendung?

Welche *Anforderungen* an die Facharbeit müssen dabei erfüllt werden?

Welche *Schnittstellen* zu anderen Beruflichen Arbeitsaufgaben sind vorhanden?

Quelle: Reinhold, M. / Haasler, B. / Howe, F. / Kleiner, M. / Rauner, F.: Curriculum-Design II: Entwickeln von Lernfeldern. Konstanz: Christiani, 2003, S. 16

**Analysekategorie:  
Geschäfts- und  
Arbeitsprozess**

In welche Geschäfts- und Arbeitsprozesse ist die Arbeitsaufgabe eingebunden?

Welche Produkte werden hergestellt?

Welche Dienstleistungen werden erbracht?

Woher kommen Vorprodukte?

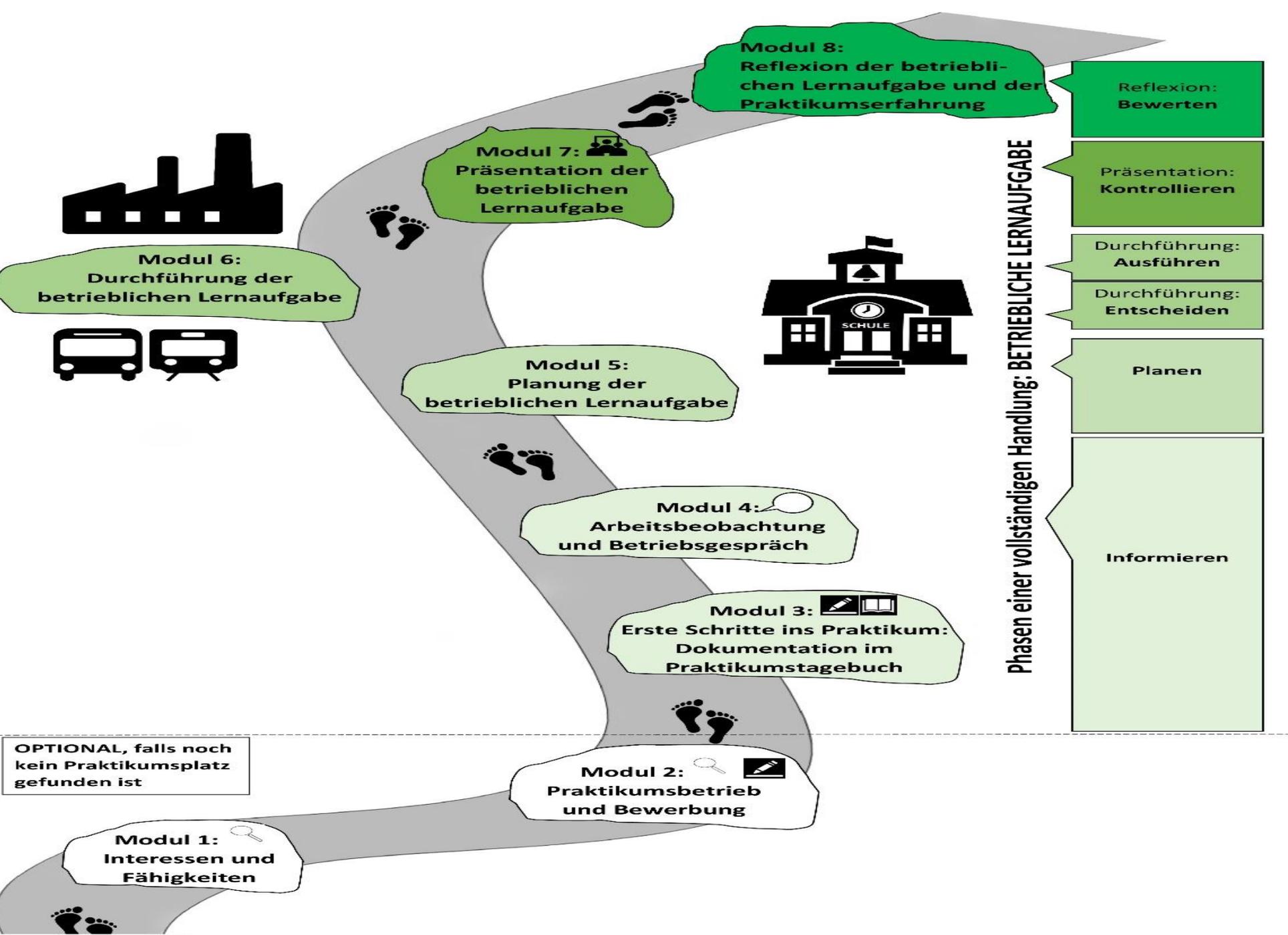
Wie werden Aufträge angenommen?

Wo werden die erstellten Produkte weiterverarbeitet?

Wie werden bearbeitete Aufträge übergeben?

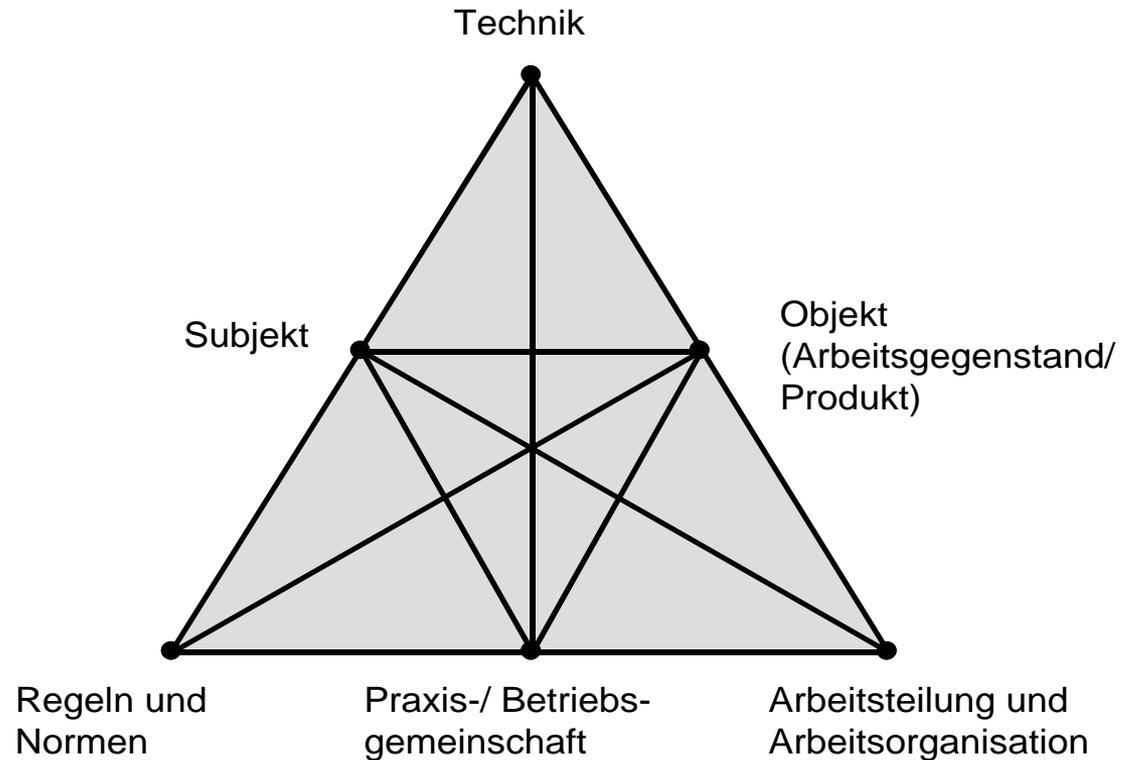
Wer ist Auftraggeber / Abnehmer für die Dienstleistung?

Quelle: Reinhold, M. / Haasler, B. / Howe, F. / Kleiner, M. / Rauner, F.: Curriculum-Design II: Entwickeln von Lernfeldern. Konstanz: Christiani, 2003, S. 16



Quellen: Engeström, Y.: Learning by expanding. Helsinki: Orienta Konsultit Oy, 1987.

Kruse, W. : Von der Notwendigkeit des Arbeitsprozeß-Wissens, in: J. Schweitzer (Hrsg.): Bildung für eine menschliche Zukunft. Weinheim/Basel 1986: Juventa, S. 188–193



„Arbeitsprozess-Wissen bedeutet ein Verständnis des Gesamtarbeitsprozesses, an dem die jeweilige Person beteiligt ist, in seinen produktbezogenen, technischen, arbeitsorganisatorischen, sozialen und systembezogenen Dimensionen“ (Kruse 1986).

## Weiterbildungsmodul „Arbeitsprozesswissen 4.0“

### Zuordnung

Alle Bereiche

### Ziele/Intentionen

Lernen, die eigenen Aufgaben im Kontext betrieblicher Abläufe zu erkennen und, besonders im Fall von Störungen, adäquat zu reagieren

### Begründung

Die Koordination firmeninterner und -externer Abläufe wird immer komplexer. Mitarbeiter brauchen einen Überblick über betriebliche Abläufe und müssen diese in ihrem Handeln berücksichtigen können

### Personale Voraussetzungen

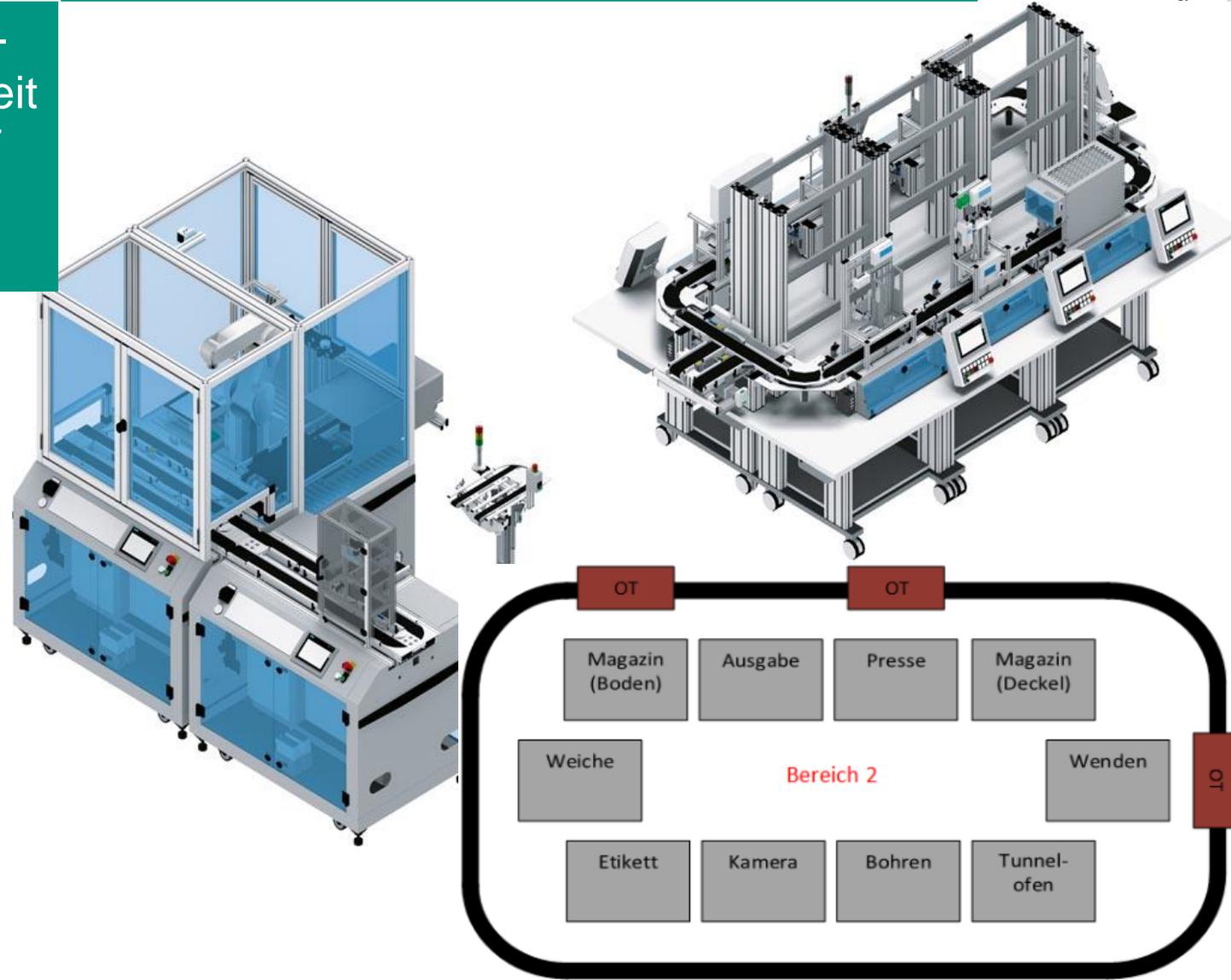
Bereitschaft, das Zusammenwirken unterschiedlicher Leistungen (insb. der eigenen) im Betrieb zu erkunden

### Organisationale Voraussetzungen

Bereitschaft, tatsächliche organisatorische Zuständigkeiten und Arbeitsabläufe zu erkunden (und erkunden zu lassen)

Inhalte	Betriebliche Aufbau- und Ablauforganisation, Verhalten im Fall von Störungen
Methoden	Methoden der Betriebserkundung und Arbeitsprozessanalyse: Zusammenwirken betrieblicher Prozesse auf Flipchart veranschaulichen
Medien	Organigramme, Diagramme von Daten- und Informationsflüssen, Flipchart, (Video-)Kamera
Interaktion	Lernergruppe und Repräsentanten aus unterschiedlichen Organisationseinheiten im Betrieb
Zeitrahmen	2– 3 Tage

Fächerübergreifen-  
de Unterrichtseinheit  
„Produktionsablauf  
Lernfabrik“ in der  
Technikerschule



## Inhalte

## Lernziele

Arbeitsauftrag, Auswahl von Daten

Erkennen/Definieren eigener Ziele

Aufnahme von Zeitdaten in der Lernfabrik oder über ein gezeigtes Video

Schüler können die Abläufe in der Lernfabrik eigenständig in Zeitabschnitte einteilen und aufnehmen.

Zusammenhang zwischen MES (Manufacturing Execution System) und Lernfabrik wird geklärt; welche Sensorik gibt es, Vor – und Nachteile

Die Schüler verstehen die Verbindung zwischen der Lernfabrik und dem MES. Sie kennen die Vor- und Nachteile von Sensorik.

Einführung in Daten- und Rechenprogramme; Daten werden aufbereitet. Kategorien/Unterscheidungen: Aktions-, Transportzeiten, Gesamtzeit)

Die Schüler können mit einem Rechen-/Datenprogramm umgehen.

Vergleich selbstaufgenommener Daten zu Daten aus der Lernfabrik. Vergleich geplante/tatsächliche Zeiten.

Die Schüler können mit Datensätzen umgehen und erkennen Abweichungen

## Inhalte

## Lernziele

Fehlermöglichkeiten erörtern

Die Schüler können Abweichungen interpretieren.

Analyse von Datensätzen bei mehreren Durchläufen hintereinander.

Die Schüler können mit größeren Datensätzen umgehen.

Änderung der Produktionsabläufe, Simulation über Software möglich

Die Schüler beurteilen das System und optimieren es.

Vorstellung der Ergebnisse

Die Schüler können mit Präsentationssoftware umgehen.

# Lernprozessbegleitung 4.0:

## Einheit 1

- Methodik und Didaktik
- Lerntheorie
- Gesprächsführung und Feedback
- Lernprozessbegleitung
- Rolle und Haltung

7h

Pädagogik

## Einheit 2

- Grundlagen Digitalisierung und I 4.0 im Werk  
3h

## Einheit 3

- Lernen mit digitalen Medien
- **Erstellung von:**
- Lernvideos
- Foren/Wikis
- Umfragen mit Ombea  
4h

Industrie 4.0/ Praxis

## Einheit 4

- **Projektphase** im Zeitraum 2-4 Wochen
- Begleitung eines/mehrerer Lernenden
- Erstellung/ Vermittlung von Schulungsinhalten für Lernende
- Austausch im Social Intranet  
14h

Projektarbeit

## Einheit 5

- Abschluss und Evaluation
- Erfahrungsaustausch  
3h

Gesamt: ca.  
31h

## Flexibilisierung von Arbeitsverhältnissen

“Mobile assistance systems and smarter machines pave the way for a much needed flexibility in work schedules. Production shifts can have different starting times for each worker. In the future, machine operators might even work for different companies on different days of the week, thus enabling them to maintain full-time employment” (Gerlach, Fraunhofer IAO, zit. in Lorenz et al. 2015)

## Intensivierung von Arbeit?

Eher in bislang weniger stark durchrationalisierten Produktionssystemen mit projektförmiger Organisation (z.B. Sondermaschinenbau)

## Work-Life-Balance oder Entgrenzung von Arbeit?

Entkopplung von Arbeitszeit und Arbeitsort: Betrifft bislang eher projektförmig organisierte Kopfarbeit, weniger herkömmliche Produktionsarbeit; jedoch fließende Grenzen

Die Redeweise von der vierten industriellen Revolution suggeriert, dass alle überrollt werden.

Im Firmenkonsortium „Weiterbildung 4.0“ wenig Anhaltspunkte für ein „Aussortieren“ bestimmter Beschäftigtengruppen im Kontext von Industrie 4.0

Offene Vorstellungen im Firmenkonsortium „Weiterbildung 4.0“; Tenor: „Wir wollen was machen bei Industrie 4.0 und wir wollen die Beschäftigten mitnehmen.“

Die für die Firmen attraktivsten Weiterbildungsmodule sind auf den ersten Blick wenig Industrie-4.0-spezifisch.

Bei der konkreten Umsetzung der Weiterbildungsmodule ist die Rolle der eigentlichen Zielgruppen im Projekt noch nicht ganz geklärt.

Mit der Idee einer prospektiven Aus- und Weiterbildung können viele wenig anfangen – dabei ist sie angesichts der gerade erst beginnenden vierten industriellen Revolution aktuell wichtiger denn je.

Arbeitsprozesswissen als Handlungs- und Reflexionswissen der Mitarbeiter markiert den „Standortvorteil“ gegenüber Billiglohn- und Vollautomatisierungslösungen in anderen Ländern.

Die Förderung von Arbeitsprozesswissen verschafft einer qualitativ hochwertigen Berufsbildung auch in Zukunft Legitimation. Allerdings ist dafür auch bei den Akteuren der Berufsbildung vorausschauendes Denken gefragt.

**Kontakt Daten:** Karlsruher Institut für Technologie,  
Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik  
Prof. Dr. Martin Fischer, E-Mail: m.fischer@kit.edu

#### Literatur:

- Fischer, M., Gidion, G., Reifschneider, O. & Reimann, D. (im Erscheinen): Zu alt, abgeschoben und bestenfalls zur Anpassung gezwungen? Perspektiven der Weiterbildung für Produktionsmitarbeiter/-innen im Kontext von Industrie 4.0. Bielefeld: W. Bertelsmann.
- Fischer, M. (2018): Arbeitsprozesswissen. In: F. Rauner; P. Grollmann (Hg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. 3. Auflage. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 413–420.
- Fischer, M.; Krings, B.-J.; Moniz, A.; Zimpelmann, E. (2017): Herausforderungen der Mensch-Roboter-Kollaboration. In: lernen & lehren, Heft 125, 1/2017, S. 8–14.
- Decker, M.; Fischer, M.; Ott, I. (2017): Service Robotics and Human Labor: A first technology assessment of substitution and cooperation. In: Robotics and Autonomous Systems, Volume 87, January 2017, pp. 348–354.
- Spöttl, G.; Becker, M.; Fischer, M. (Hg.) (2014): Arbeitsforschung und berufliches Lernen. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien: Peter Lang
- Fischer, M. (2012): Interdisciplinary technology assessment of service robots: the psychological/work science perspective. Poiesis & Praxis. International Journal of Ethics of Science and Technology Assessment. Springer International, Volume 9, pp. 231–248.
- Fischer, M. (2000): Von der Arbeitserfahrung zum Arbeitsprozeßwissen. Rechnergestützte Facharbeit im Kontext beruflichen Lernens. Opladen: Leske + Budrich/ Wiesbaden: Springer