

Arbeitsanforderungen und Qualifikationen in der Instandhaltung 4.0

Lars WINDELBAND

*Institut für Bildung, Beruf und Technik,
Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd
Oberbettringer Straße 200, D-73525 Schwäbisch Gmünd*

Kurzfassung: „Industrie 4.0“ ist zu einem Leitbegriff für eine neue Entwicklungsstufe in der Industrie geworden. Die fortschreitende Digitalisierung mit einer immer höheren Vernetzung aller Systeme wird zu Veränderungen in der Arbeitswelt sowie in der Interaktion zwischen Mensch und Maschine führen. Anhand des Anwendungsfeldes „Instandhaltung 4.0“ greift der Beitrag sowohl die Potentiale der Entwicklungsstufe „Industrie 4.0“, als auch die Herausforderungen, Auswirkungen und Konsequenzen für die Beschäftigten und deren Qualifizierung auf.

Schlüsselwörter: Industrie 4.0, Instandhaltung, Veränderungen der Facharbeit, Assistenzsysteme, Qualifizierung, Berufswissenschaft

1. Einleitung

In der Vision von Industrie 4.0 werden sämtliche Produkte, Produktionsanlagen, Werkzeuge, Transporttechnologien und Lagersysteme innerhalb einer Wertschöpfungskette durch die Integration von Rechnerleistung und einer Verbindung mit dem Internet zu cyber-physischen Systemen (CPS) umgewandelt. Dadurch entsteht eine künstliche Intelligenz und die Fähigkeit zur Selbststeuerung und Interaktion der cyber-physischen Systeme mit der Umgebung. Letztendlich sollen zukünftig die intelligenten Maschinen selbstständig die Fertigungsprozesse organisieren, Service-Roboter zusammen mit den Menschen neue Produkte montieren und intelligente fahrerlose Transportfahrzeuge eigenständig Logistikaufträge erledigen. Über die intelligente Fabrik hinaus werden Produktions- und Logistikprozesse künftig weltweit über das Internet verzahnt, um den Materialfluss zu optimieren, um mögliche Fehler in der Logistik und Produktion erst gar nicht entstehen zu lassen und um hochflexibel auf veränderte Kundenwünsche reagieren zu können.

Durch die immer weitere Überführung weiterer Bestandteile der Produktion in cyber-physische Systeme steigt die Anzahl der instand zu haltenden Systeme weiter an. Gleichmaßen wächst der Grad der Vernetzung mit einer informationstechnischen Infrastruktur. Die neuen Einfluss- und Störfaktoren führen zu einer immer höheren Komplexität der Produktionssysteme, die jedoch für eine Instandhaltung verstanden und beherrscht werden müssen (vgl. acatech 2015, S. 7). Die steigende Quantität und Qualität verfügbarer Daten muss analysiert und interpretiert werden, um die Stillstand- und Ausfallzeiten von Produktionsanlagen weiter zu minimieren.

Dabei ist zu erwarten, dass der Wartungszeitpunkt von intelligenten Produkten bzw. Anlagen erkannt und die Wartungsmaßnahme ausgelöst wird, sobald im Zuge der „Industrie-4.0“-Implementierung Daten über Lasten, Maschinen- und

Verbrauchszustände in Echtzeit vorliegen (vgl. Biedermann 2014, S. 26). Damit sollen die Wartungsmaßnahmen in Abhängigkeit von Belastungs- und Benutzungsintensität der Maschine oder Anlage flexibel festgelegt werden können. Die Überlegungen gehen soweit, dass die Maschinen ihre Verschleißteile/Ersatzteile automatisch aufgrund der Analyse der gesammelten Maschinendaten bestellen.

2. Methodisches Vorgehen und Forschungsfragen

In verschiedenen Fallstudien und Experteninterviews wurden die Veränderungen der Instandhaltung identifiziert, um Schlussfolgerungen zu neuen Qualifikationsanforderungen für den Instandhaltungsbereich ziehen zu können. Dabei wurde auf der einen Seite auf Ergebnisse aus zwei Forschungsprojekten zu den gegenwärtigen und zukünftigen Qualifikationsanforderungen durch das „Internet der Dinge“ (IdD) in den Feldern Logistik und industrielle Produktion zurückgegriffen, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurden (vgl. Abicht/Spöttl 2012). Auf der anderen Seite wurden vom Autor aktuelle Fallstudien und Expertengespräche in den Branchen der Automobilindustrie und des Maschinebaus zur Umsetzung von Industrie 4.0 und deren Konsequenzen für die Facharbeit durchgeführt.

Die Untersuchungen waren jeweils mehrstufig angelegt und basieren auf dem Einsatz qualitativer berufswissenschaftlicher Instrumente (vgl. Windelband et al. 2012).

- a) Expertengespräche mit unterschiedlichen Experten der Industrie, Wissenschaft und Berufsbildung, um Informationen zum Stand der technologischen Entwicklung (Internet der Dinge, Industrie 4.0, Digitalisierung), die Veränderungen in der Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung zu bekommen.
- b) Fallstudien wurden in unterschiedlichen Unternehmen in den aufgeführten Branchen vorgenommen. Mit Hilfe der Fallstudien sollen aktuelle Entwicklungen in Unternehmen im Bezug zu den Technologieentwicklungen, Veränderungen in der Arbeitsorganisation sowie in den Aufgaben der Facharbeit identifiziert werden, um Aussagen zu zukünftigen Qualifikationserfordernissen treffen zu können.

Folgende Forschungsfragen stehen dabei im Mittelpunkt der Betrachtung:

- Was sind die aktuellen und zukünftigen Veränderungen durch Einführung und Umsetzung neuer Instandhaltungsstrategien innerhalb des „Internet der Dinge“/„Industrie 4.0“? Wie groß ist deren Reichweite in der Industrie und angrenzenden Bereichen? Wie viele und welche Mitarbeiter/-innen betrifft dies zukünftig?
- Welche erforderlichen Kompetenzen lassen sich daraus für die Fachkräfte auf der mittleren Beschäftigungsebene für eine Arbeit innerhalb „Instandhaltung 4.0“ ableiten?
- Wie müssen sich gegebenenfalls die produktionstechnisch-relevanten Berufe bzw. Berufsbilder für den Instandhaltungsbereich weiterentwickeln?

3. Veränderungen der Arbeitsaufgaben in der Instandhaltung

Instandhaltung hat im Wesentlichen die Aufgabe, die Funktionsfähigkeit der Anlage innerhalb der Produktion während deren Nutzungsdauer zu gewährleisten bzw. diese wieder herzustellen (vgl. Biedermann 2014, S. 24). Vor allem durch die Integration von Condition Monitoringsystemen sollen im Zuge der Umsetzung von „Instandhaltung 4.0“ Stillstand- und Ausfallzeiten von Produktionsanlagen weiter minimiert werden. Dabei ist zu erwarten, dass der Instandhaltungszeitpunkt von intelligenten Produkten bzw. Anlagen frühzeitiger erkannt (sogenannte vorausschauende Instandhaltung) und die Instandhaltungsmaßnahme ausgelöst wird, sobald im Zuge der „Industrie-4.0“-Implementierung Daten z.B. über den Zustand einer Werkzeugmaschine mit einer Leistungsaufnahme der Motoren und der Geometrie der Achsen, der Stromverläufe und Schwingungen an Hauptspindeln, die Anzahl und Dauer der Werkzeugspannzyklen, die Leistungsaufnahme der Späneförderer, der Luftverbrauch oder die Funktionsüberwachung der Automatisierungslösung in Echtzeit vorliegen (vgl. Heinz 2015, S. 20).

Am Beispiel einer fiktiven Fachkraft (Windelband 2015) soll aufgezeigt werden, wie sich die Arbeitsaufgaben für eine Instandhaltung im Zeitalter „Instandhaltung 4.0“ ändern werden: Die Fachkraft in der Instandhaltung hat häufig eine mechatronische oder metalltechnische/elektrotechnische Ausbildung. In vielen Unternehmen ist die Instandhaltungsarbeit in interdisziplinären Teams organisiert. Zu diesen gehören häufig noch die Service-Techniker. Folgende Arbeitsaufgaben verändern sich durch die stärkere Vernetzung und Digitalisierung neben der Instandhaltung von mechatronischen Systemen:

- Produktionsnetzwerke und -systeme analysieren, überwachen und erweitern,
- CP-Systeme prüfen, einstellen und inbetriebnehmen,
- Mechanische Steuerungen und IT-Systeme programmieren,
- IT-gestützte Fehlerdiagnose mit Hilfe von Assistenz- und Diagnosesystemen durchführen,
- Datenanalysen durchführen und Daten interpretieren,
- Vernetzung von Produktionssystemen skizzieren,
- IT-basierte Wissens- und Dokumentationssysteme anwenden.

Das Instandhaltungsteam ist dabei zuständig für eine reibungslose Machine-to-Machine-Kommunikation sowie für den Einsatz von Service-Apps und des Serviceportals (z.B. mit Herstellern). Anlagen- und Maschinen-Zustände werden mobil abgefragt und virtualisiert dargestellt (u. a. mit Hilfe von Augmented Reality). Dazu gehört auch die verstärkte Integration von Online-Monitoring-Systemen innerhalb der Maschinenüberwachung und der Automatisierungstechnik. Die Herausforderung für die Fachkräfte besteht in der Aufbereitung großer Datenmengen für die Instandhaltungsprozesse, und das zum Teil in Echtzeit. Dazu bedarf es einer Reduktion/Vereinheitlichung der Schnittstellen. Mit der zunehmenden Komplexität der Systeme steigt allerdings auch die Komplexität der auftretenden Fehler. Zu den Aufgaben zählt daher die richtige Interpretation und Auswertung entsprechender Daten. Weiterhin ist durch die komplexen Systeme eine abteilungsübergreifende oder sogar unternehmensübergreifende Kooperation wichtig. Daher müssen die Fachkräfte im Team je nach Spezialisierung datenbasierte Entscheidungen in kurzer Zeit eigenständig treffen. Zahlen, Sensor- und Betriebsdaten sowie Fakten sind die

Kernelemente der Instandhaltungsstrategien. Die Fachkraft wird dabei mehr zum Daten-Analytiker entlang der Wertschöpfungskette. Damit wandeln sich die Aufgaben von einer zustandsorientierten Wartung hin zu einer integrierten, vorausschauenden Instandhaltung.

Für eine erfolgreiche Umsetzung der Anforderungen an die Instandhaltung im Rahmen von Industrie 4.0 müssen die Unternehmen eine Anpassung der unterschiedlichen Rollen der Mitarbeiter im Unternehmen vornehmen. Das Management muss sich mit der Fragestellung auseinandersetzen, ob einem Datenaustausch über die Unternehmensgrenzen hinweg zugestimmt wird. Weiterhin müssten über die IT-Abteilungen (oder IT-Unternehmen) neue mobile Lösungen und Softwarelösungen eingeführt und umgesetzt werden. Auch sind neue Organisationskonzepte zu entwickeln, damit die Fachkräfte zukünftig datenbasiert Entscheidungen treffen und Hindernisse in der Aufbauorganisation aus dem Weg geräumt werden können.

4. Gestaltung von Assistenzsystemen für die Instandhaltung 4.0

Bisher findet man nur vereinzelte Unterstützungssysteme, die als cyber-physische Assistenzsysteme zur Unterstützung der Fachkraft zu verstehen sind. Hier ist jedoch eine klare Weiterentwicklung in den Unterstützungssystemen zu erkennen, um die Vielzahl an verschiedenen Daten aus dem Produktentstehungsprozess (CAD-Modelle, Prozessbeschreibungen), aus Datenblättern/Betriebsanleitungen oder aus dem Produktionsprozess (Verbrauchsdaten, Lasten- und Maschinenzustände, Auftragsfortschritt, Prozessparameter) verarbeiten zu können. Die Vernetzung und Digitalisierung der Produktionsprozesse wird eine Flut an Daten liefern (Big Data). Die Fachkraft benötigt hier situationsbezogene Filterungsmechanismen, um am richtigen Ort zur richtigen Zeit exakt die Informationen zum Anlagenzustand zu erhalten, die zur Bearbeitung seiner jeweiligen Arbeitsaufgabe erforderlich sind (Schlick et al. 2014, S. 62). Diese Informationen werden sehr vielfältig sein und verschiedenen Systemen (MES - Manufacturing Execution System, SAP anderen IT-Systemen) entstammen. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle wird dabei von zentraler Bedeutung sein. Für die mobile Bedienung stehen unterschiedliche Plattformen wie Tablets, Smartglasses oder Smartphones zur Verfügung, die über eine Netzwerkeinbindung und eigene Rechnerleistung verfügen. Dadurch können Arbeitsaufträge zur Instandhaltung direkt auf das mobile Gerät übertragen werden. Alle relevanten Informationen, wie etwa Kontaktdaten, Auftragsdetails, Gebrauchsanleitungen, Prüf- und Reparatur-Checklisten, Ersatzteilm Informationen und Messergebnisse, sind online wie offline verfügbar und für den Mitarbeiter jederzeit nutzbar. Es können direkt vor Ort Ersatzbestellungen, Kundenunterschriften, Freigaben oder Folgeaufträge durch die mobile Unterstützung umgesetzt werden (vgl. Mathur & Weiß 2014, S. 151).

Entscheidend dabei wird die Gestaltung der Assistenzsysteme sein. Dies wird nur gelingen, wenn die Fachkräfte aktiv beim Entwicklungs- und Gestaltungsprozess integriert werden. Die Ergebnisse einer Befragung zu den Anforderungen für ein Assistenzsystem in der Instandhaltung von Höhnel et al. (2015) zeigt, dass die höchste Priorität eine einfache, intuitive Bedienung, eine visuelle Benutzerführung, die Möglichkeit der Dateneingabe über eine Tastatur und die Robustheit für den Einsatz im Industrieumfeld hat. Die Ergebnisse zeigen weiter, dass die Informationsbeschaffung und Informationsbearbeitung (detaillierte Anzeige der Fehlermeldung und Störungsart; Möglichkeit zur Kommunikation; mobiler Zugriff auf

relevante Maschinendaten; Zugang zu relevanten Webanwendungen über das Internet; Anzeige von Maschinenplänen und Handlungsanweisungen) ein wichtiger Bestandteil der Assistenzsysteme sein soll.

5. Qualifikationen für die Instandhaltung 4.0

Welche genauen Informationen benötigt die Fachkraft z.B. innerhalb des Instandhaltungsprozesses für das Produktionssystem? Wie können die Daten so aufbereitet werden, dass die Fachkraft diese direkt für den Arbeitsprozess nutzen kann? Diese Herausforderung kann nur gemeistert werden, wenn die Fachkräfte bei der Entwicklung und Implementierung der CPS-Technologien für die Instandhaltung direkt beteiligt werden. Diese Entwicklung führt zu einer Veränderung des Aufgabenspektrums für die Fachkräfte, wie die Erläuterungen in den Abschnitten drei und vier verdeutlichen. Mit Bezug auf fachliche Anforderungen wird die zukünftige Instandhaltung mehr vertieftes und kombiniertes Wissen über IT sowie über die Vernetzung der Systeme verlangen, um bei Störungen schnell reagieren und handeln zu können. In diesem Kontext wird ein größerer Bedarf nach Kompetenzen zur Parametrisierung sowie Programmierung und Anwendung von spezieller Software entstehen. Weiterhin werden grundlegende Kompetenzen zur Netzwerk-, Funk- und Übertragungstechnik verlangt, um Ursachen von Störungen identifizieren sowie mit den IT-Experten kooperieren zu können. Fachkräfte benötigen dabei immer mehr ein vertieftes Prozesswissen, um die Daten richtig interpretieren und zuordnen zu können. In diesem Zusammenhang sind Analysefähigkeiten notwendig, um abstrakte Daten zu händeln und den Überblick über die Arbeitsprozesse innerhalb der Wertschöpfungskette nicht zu verlieren.

Die Frage nach den Konsequenzen für die berufliche Bildung ist zum aktuellen Zeitpunkt noch schwer zu beantworten, da bisher nur kleine Veränderungen in den Unternehmen zu erkennen sind. Dabei zeigt sich, dass die Entwicklungen hin zu Industrie 4.0 die Facharbeit eher kleinschrittig verändern und nicht grundlegend revolutionieren. Langfristig wird die Digitalisierung jedoch die Instandhaltungsstrategien in allen Unternehmen erheblich verändern, nur die Geschwindigkeit der Umsetzung in den Unternehmen wird unterschiedlich sein. Deshalb müssen die Konsequenzen für die Berufsbildung auch langfristig orientiert sein. Folgende Fragen sollten sich die Sozialpartner bei der Berufsbildgestaltung stellen (vgl. Windelband 2015):

- Sind ganz neue Berufsbilder für Instandhaltung notwendig, die vor allem software- und informationstechnische Inhalte sowie Instandhaltung von cyberphysischen Systemen neben produktionsspezifischen Inhalten zum Gegenstand haben?
- Werden elektrotechnische und metalltechnische Berufsbilder um software- und informationstechnische Inhalte ergänzt oder
- ist eine Ausweitung existierender Berufsbilder notwendig, wie z.B. der/die Mechatroniker/-in mit einer Fachrichtung auf Industrie 4.0 bezogen?

6. Schlussfolgerungen

Sich verändernde Produktionssysteme mit einer Integration von immer mehr cyber-physischen Systemen müssen Eingang in die Curricula der Aus- und Weiterbildung finden, damit die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen langfristig dazu beitragen können, Verbesserungsprozesse und damit Prozessoptimierungen im Rahmen einer Weiterentwicklung der Unternehmen zu initiieren. Dies gilt nicht nur für die Berufe wie den Mechatroniker/in, die heute überwiegend in der Instandhaltung eingesetzt werden, sondern auch für viele andere industrielle metalltechnische und elektrotechnische Ausbildungsberufe. Alle industriellen Berufe müssen sich intensiv mit Fragen der Digitalisierung und Vernetzung auseinandersetzen.

Der Instandhaltungsbereich hat dabei eine entscheidende Rolle, um die Fabrik der Zukunft überhaupt am Laufen zu halten. Wenn die zukünftige Entwicklung in Richtung der beschriebenen Unterstützungssysteme geht und der Mensch (Facharbeiter) eine Mitgestaltungsmöglichkeit erhält, kann „Industrie 4.0“ als „Assistenzsystem“ genutzt werden. Die Fachkraft kann ihre jeweiligen Kompetenzen in den Arbeitsprozess einbringen. Die Kompetenzanforderungen setzen voraus, dass die notwendigen Informationen zur Beherrschung der Arbeitsprozesse bereitgestellt werden und für die Kompetenzentwicklung passende Qualifizierungsansätze zur Verfügung stehen. Fachkräfte und technologische Anwendungen würden sich hier gegenseitig kontrollieren und beeinflussen, jedoch würde der Mensch immer noch die Entscheidungsgewalt behalten.

7. Literatur

- Abicht, L.; Spöttl, G. (Hrsg.) (2012): Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge. Bielefeld: W. Bertelsmann.
- acatech (Hrsg.) (2015): Smart Maintenance für Smart Factories. Mit intelligenter Instandhaltung die Industrie 4.0 vorantreiben. acatech POSITION. München: Herbert Utz.
- Biedermann, H. (2014): Anlagenmanagement im Zeitalter von Industrie 4.0. In: Biedermann, H. (Hrsg.): Instandhaltung im Wandel. Industrie 4.0 – Herausforderungen und Lösungen. Köln, 23-32.
- Heinz, J. (2015): Wie aus Daten Euros werden. Instandhaltung, Ausgabe 7/15, 19-21.
- Höhnel, A.; Wächter, M.; Bullinger, A. C. (2015). Instandhaltung von morgen. Wandlung von Instandhaltungsprozessen durch sozio-cyber-physische Systeme. Instandhaltung aktuell, 91.
- Mathur, S.; Weiß, J. M. (2014): Werte durch Wartung – Wie Industrie 4.0 die Instandhaltung verändert und zum Mehrwerttreiber im Unternehmen wird. In: Biedermann, H. (Hrsg.): Instandhaltung im Wandel. Industrie 4.0 – Herausforderungen und Lösungen. Köln: TÜV Rheinland Group, 143-153.
- Schlick, J.; Stephan, P.; Loskyll, M.; Lappe, D. (2014): Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: Bauernhansl, T.; Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer, 57-84.
- Windelband, L. (2015): Veränderungen in der Arbeitswelt, Kompetenzen und Lernen in der „Instandhaltung 4.0“. In: lernen & lehren, Heft 1/2016. (im Erscheinen).
- Windelband, L., Fenzl, C., et al. (2012). Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge in der Logistik. In: Abicht, L. & Spöttl, G. (Hrsg.), Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge - Trends in Logistik, Industrie und "Smart House". Bielefeld: W. Bertelsmann, 103-192.
- Windelband, L.; Dworschak, B. (2015): Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0. Anwendungsszenarien Instandhaltung und Leichtbaurobotik. In: Hirsch-Kreinsen, H.; Itermann, P.; Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos, 71-86.