

Kompetenzen der Zukunft in der Industrie 4.0 – Anwendungsfälle, Szenarien, Entwicklungspfade

Bernd DWORSCHAK, Helmut ZAISER, Wilhelm BAUER

*Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Uni Stuttgart
Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart*

Kurzfassung: Dieser Beitrag widmet sich der Frage nach Kompetenzbedarfen aufgrund der Einführung von Industrie 4.0. Da sich Industrie 4.0 noch in der Entwicklung befindet und der Verbreitungsgrad eher noch gering ist, werden hier Tendenzaussagen über Kompetenzanforderungen im Kontext von zwei polar entgegengesetzten Szenarien getroffen. Die tatsächlichen Kompetenzbedarfe dürften davon abhängen, welche zwischen diesen Extremszenarien liegenden Entwicklungsoptionen die Unternehmen wählen. Ausgewählte Anwendungsfälle können dazu dienen, solche Optionen zu beschreiben und in Verbindung mit den Szenarien Aussagen über Kompetenzanforderung auf der mittleren und oberen Qualifikationsebene zu treffen.

Schlüsselwörter: Kompetenzen, Qualifikationsentwicklung, Szenarien, Industrie 4.0

1. Einleitung

Dieser Beitrag widmet sich der Frage möglicher Kompetenzbedarfe aufgrund der Einführung von „Industrie 4.0“, deren Merkmale im folgenden Abschnitt 2 umrissen werden. Da sich „Industrie 4.0“ noch in der Entwicklung befindet und der Umsetzungs- und Verbreitungsgrad der entsprechenden Technologien in den Unternehmen eher noch gering ist, handelt es sich bei den Beitragshypothesen um Aussagen über mögliche Kompetenzbedarfe, zunächst im Kontext entgegengesetzter, in Abschnitt 3 beschriebener Szenarien: Beim „Automatisierungsszenario“ übernimmt die Technik die Entscheidungen und es werden programmgesteuerte Arbeitsroutinen durchgeführt. Störungen müssen von akademisch Qualifizierten behoben werden, die Anforderungen an die Beschäftigten der unteren wie auch der mittleren Qualifikationsebene sind vergleichsweise gering. Beim „Spezialisierungsszenario“ dient die Technik zur Unterstützung menschlicher Entscheidungen und somit Problemlösungen auf allen Qualifikationsebenen. Hier sind die Kompetenzentwicklungsmöglichkeiten und Anforderungen über die Gesamtbelegschaft hinweg relativ hoch. Die tatsächlichen Kompetenzbedarfe dürften jedoch davon abhängen, welche – zwischen diesen Extremszenarien liegenden – Entwicklungsoptionen die Unternehmen wählen. Ausgewählte Anwendungsfälle sollen dazu dienen, solche Optionen zu beschreiben. Mit Hilfe der Szenarien lassen sich mit diesen Anwendungsfällen Tendenzaussagen über mögliche Kompetenzbedarfe auf der mittleren und oberen, d. h. akademischen Qualifikationsebene treffen. Aussagen über die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die untere Qualifikationsebene; d. h. auf die Werkerebene, müssten in einer gesonderten Untersuchung betrachtet werden.

2. „Industrie 4.0“

Die Vorstellungen, die derzeit mit dem Ausdruck „Industrie 4.0“ belegt werden, beziehen sich im Grunde auf längerfristige Entwicklungen der Produktions-IT, Automatisierung und Mikrosystemtechnik, die nun aber sowohl untereinander als auch mit Elektronik und Mechanik immer stärker integriert werden sollen. Dies soll zunächst vor allem zu einer sehr viel flexibleren und somit produktiveren Vernetzung von Werkzeugen, Maschinen und gegebenenfalls globalen Produktionssystemen führen. Ausgehend von einer am Produktlebenszyklus orientierten Herangehensweise sollen die Phasen der Produktentwicklung, -herstellung, -nutzung und -entsorgung – möglichst mit Rückkopplungsschleifen – durchgängig vernetzt werden. Die anvisierte Flexibilität und Produktivität setzt eine echtzeitnahe Synchronisierung der physischen Prozesse mit den digitalen Daten und Modellen des Produktlebenszyklus voraus. Den technischen Ansatz zu dieser Synchronisierung bilden „Cyber-Physical Systems“ (CPS), in Objekte oder deren Umgebung eingebettete Systeme aus Sensoren, Aktoren und Informationsverarbeitungseinheiten (Fraunhofer IPA & Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg 2014).

Die für CPS notwendigen Sensoren und Aktoren sind mittlerweile ausgereift. Dagegen befindet sich etwa die für Industrie 4.0 notwendige digitale Beschreibung von Produktionsanlagen noch in der Entwicklung. Ein Internet der Dinge in der industriellen Produktion, das eine wirklich vollautonome Steuerung von Produktionsprozessen ermöglicht, und teils als Synonym für Industrie 4.0, teils als Voraussetzung für selbstkonfigurierende Produktionssysteme genannt wird, könnte nach heutiger Einschätzung erst deutlich nach 2020 anwendungsfähig sein (Hartmann & Bovenschulte 2014, Dworschak et al. 2010).

3. Szenarien und mögliche Entwicklungspfade

Unternehmen wählen beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Markt- und Produktionsanforderungen verschiedene Kombinationen aus Technologieeinsatzvarianten und Organisationsoptionen. Allerdings zeigen die vorher gehenden Ausführungen, dass sich Industrie 4.0 schon rein technologisch noch in der Entwicklung befindet. Wie u. a. aus den Projekten über Qualifikationsanforderungen durch das Internet der Dinge hervor geht, die im Rahmen der FreQueNz-Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) durchgeführt wurden, ist zudem der Umsetzungs- und Verbreitungsgrad der entsprechenden Technologien sowohl in der industriellen Produktion als auch in der Logistik der Unternehmen eher noch gering (Dworschak et al. 2012). Somit können Aussagen über Technologie-, Arbeitsorganisations- und damit verbundene Kompetenzentwicklungspfade noch nicht hinreichend eindeutig getroffen werden. Eine Möglichkeit, mit dieser Schwierigkeit umzugehen, besteht in der Arbeit mit Szenarien.

So wurden aus dem FreQueNz-Projekt zur Früherkennung von Qualifikationsanforderungen durch das Internet der Dinge in der Logistik zwei Extremszenarien bzw. polar entgegengesetzte Entwicklungsrichtungen entwickelt, die auf Industrie 4.0 übertragbar sind (Windelband & Spöttl 2011): Bei der ersten Richtung, dem „Automatisierungsszenario“, wird ein immer größer werdender Teil der Entscheidungen durch die Technik getroffen. Dies würde den Raum für

autonome menschliche Entscheidungen und Handlungsalternativen immer weiter einschränken und wäre mit der Entstehung einer Kompetenzlücke verbunden: In einem zunehmend automatisierten System muss der Mensch nur noch in Störfällen eingreifen, aber zumindest die Produktionsmitarbeiter der unteren wie auch mittleren Qualifikationsebene könnten die dazu notwendigen Kompetenzen im störungsfreien Betrieb nicht mehr aufbauen.

Bei der zweiten Entwicklungsrichtung, dem „Spezialisierungsszenario“, dient die Technik zur Unterstützung menschlicher Entscheidungen und somit Problemlösungen auf allen Qualifikationsebenen. Im Vergleich mit dem „Automatisierungsszenario“ bleibt hier auch den Produktionsmitarbeitern zumindest der mittleren Qualifikationsebene ein wesentlich größerer Anteil der Entscheidungen überlassen, womit Prozessoptimierungen, Eingriffe bei Störungen und Problemlösungen, und damit vielfältigere, wenn nicht höhere Anforderungen verbunden sind.

Automatisierungsszenario: CPS lenken die Fachkräfte.

Die Arbeit wird durch die Technik bestimmt.
Die Autonomie der Fachkräfte ist eingeschränkt.

Es entsteht eine Kompetenzlücke: Die Fachkräfte können z.B. das im Störfall benötigte Erfahrungswissen nicht aufbauen.

Spezialisierungsszenario: Die Fachkräfte lenken die CPS.

Industrie 4.0 ist die zentrale Domäne der Fachkräfte. Die Fachkompetenz der Fachkräfte wird bei jedem Auftrag benötigt.

Die Kompetenzanforderungen setzen voraus, dass die notwendigen Informationen zur Beherrschung der Arbeitsprozesse bereitgestellt werden und für die Kompetenzentwicklung passende Qualifizierungsansätze zur Verfügung stehen.

Abbildung 1: Entwicklungsrichtungen von Industrie 4.0 (in Anlehnung an Windelband, Spöttl (2011), S. 12).

4. Anwendungsfälle und Kompetenzanforderungen

Die meisten oder ein großer Teil der Aufgaben, die im „Spezialisierungsszenario“ von Beschäftigten der mittleren Qualifikationsebene erfüllt werden, existieren auch im „Automatisierungsszenario“. Allerdings werden sie im Automatisierungsszenario von hoch bzw. akademisch qualifizierten Beschäftigten (Produktionsmanagern, Prozess- und Softwareingenieuren) erfüllt – sofern sie nicht durch die Technik selbst übernommen werden.

Die tatsächliche Varianz der Kombinationen aus Technologieeinsatzvarianten und Organisationsformen dürfte die stärksten Auswirkungen auf den Anteil und die Kompetenzanforderungen an die Beschäftigten der mittleren Qualifikationsebene haben. Ein Teil der Tätigkeiten der Mittelqualifizierten, wie etwa bestimmte Kontroll- und Steuerungsaufgaben, werden möglicherweise vollständig substituiert oder automatisiert. In anderen Bereichen wird das Kompetenzanforderungsniveau durch die Anwendung neuer CPS-Technologien reduziert. So könnten beispielsweise Dispositionsentscheidungen zum Teil automatisiert werden (Lindner & Friedewald 2008).

Nach wie vor wird es allerdings Tätigkeiten geben, die sehr schwierig zu automatisieren sind und die hohes Prozess- und Erfahrungswissen verlangen, das für Beschäftigte der mittleren Qualifikationsebene typisch ist.

Ein Anwendungsfall dafür sind anspruchsvolle Instandhaltungsaufgaben. Mit Bezug auf fachliche Anforderungen wird die zunehmende Automatisierung und Vernetzung von Maschinen mehr vertieftes und kombiniertes Wissen über IT sowie elektronische und mechanische 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 zumindest Basiskompetenzen bezüglich Netzwerk-, Funk- und Übertragungstechnik verlangt, um Ursachen von Störungen identifizieren zu können. Kontroll- und Instandhaltungsaufgaben verlangen fortgeschrittene Kenntnisse dieser Art. Instandhaltungspersonal benötigt vertieftes Prozesswissen und steht höheren Anforderungen bei der Interpretation von Informationen gegenüber. Gleichzeitig verlangen ein steigender Anteil von Planungsaufgaben sowie die zunehmende Maschinenkommunikation vertiefte Systemkenntnisse. In diesem Zusammenhang sind Analysefähigkeiten und Methodenkompetenzen notwendig, um mit abstrakten Informationen umgehen zu können und einen schnellen Überblick über den Produktionsprozess zu gewinnen (FreQueNz 2011).

Ein weiterer Anwendungsfall besteht in der möglichen Rolle von Fachkräften im Zuge eines zunehmenden Einsatzes von Leichtbaurobotern, wie dies von verschiedenen Automobilherstellern und -zulieferern im Rahmen von Industrie 4.0 geplant ist („Robot Farming“, „Automatische Produktionsassistenten“). Hier könnten neue Aufgaben aus der intensiveren Mensch-Roboter-Interaktion entstehen. Monotone und belastende Aufgaben könnten durch die Leichtbauroboter im Sinne technischer Assistenzsysteme übernommen werden, während deren Programmierung und Parametrisierung von Fachkräften übernommen wird. Eine weitere Aufgabe von Facharbeitern besteht im „Anlernen“ der Roboter. Jene „Teach-In“-Prozesse („Lernen durch Vormachen“) erfordern besondere und neue Kompetenzen.

In Abhängigkeit von Arbeitsorganisation und Technologieeinsatz sind demnach die Fachkräfte mit anspruchsvollen Aufgaben konfrontiert – oder die Aufgaben werden von der Technik und anderen Qualifikationsgruppen übernommen. In den Anwendungsfällen „spezialisieren“ sie sich auf besondere Tätigkeiten („Spezialisierungsszenario“); sofern Aufgaben entfallen oder verlagert werden, handelt es sich eher um das „Automatisierungsszenario“. Die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Werkerebene müssten in einer gesonderten Untersuchung betrachtet werden.

5. Literatur

- Dworschak, B, Zaiser, H, Brand, L, Windelband, L, Abicht, L, Achtenhagen, C (2010) Internet der Dinge – Zwischen angewandter Forschung und kommerzieller Verbreitung. In: FreQueNz Newsletter 2010, 1-4.
http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqnewsletter/frequenz_newsletter2010_web.pdf.
- Dworschak B, Zaiser H, Brand L, Windelband L (2012) Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge und dessen Umsetzung in der Praxis. In: Abicht L, Spöttl G (Hrsg) Qualifikationsanforderungen durch das Internet der Dinge, FreQueNz-Buchreihe „Qualifikationen erkennen – Berufe gestalten“ (hrsg. v. HJ Bullinger); Bd. 15. Bielefeld: wbv, S. 7-24.
- Fraunhofer IPA, Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg) (2014) Strukturstudie “Industrie 4.0 für Baden-Württemberg”. Balingen: SV Druck + Medien.
http://mfw.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mfw/intern/Dateien/Downloads/Industrie_und_Innovation/IPA_Strukturstudie_Industrie_4.0_BW.pdf.
- FreQueNz (Hrsg.) (2011): Zukünftige Qualifikationserfordernisse durch das Internet der Dinge in der industriellen Produktion. Zusammenfassung der Studienergebnisse.
http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqprojerg/Summary_indProd_final.pdf.
- Hartmann EA, Bovenschulte M (2014) Skills Needs Analysis for “Industry 4.0” based on Roadmaps for Smart Systems. In: Using technology foresights for identifying future skills needs. SKOLKOVO-ILO Global Workshop Proceedings. The Moscow School of Management SKOLKOVO’s Education Development Centre (SEDeC) – International Labour Organization (Workshop October 2013), 18-30.
http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/Global_Workshop_Proceedings_07_2014_Preview.pdf.
- Lindner R, Friedewald M (2008) Ubiquitäres Computing und seine Auswirkungen auf die Industriearbeit. Arbeit, 17:91-105.
- Windelband L, Spöttl G (2011) Konsequenzen der Umsetzung des “Internet der Dinge” für Facharbeit und Mensch-Maschine-Schnittstelle. In: FreQueNz-Newsletter 2011, 11-12.
http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqprojerg/frequenz_newsletter2011_web_final.pdf.