



FREQUENZ

Früherkennung von Qualifikationserfordernissen

SUMMARY

Zukünftige Qualifikationserfordernisse durch das **Internet der Dinge** in der industriellen Produktion

Zusammenfassung der Studienergebnisse



Zusammenfassung

herausgegeben von FreQueNz, 2011



Das Thema „Internet der Dinge“ und industrielle Produktion in der BMBF-Früherkennung

∟ Bernd Dworschak, Helmut Zaiser, Claudia Achtenhagen

Das Hauptziel der Initiative zur Früherkennung von Qualifikationserfordernissen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ist es, jene neuen Qualifikationsanforderungen möglichst früh zu ermitteln, die angesichts der sich abzeichnenden Veränderungen in der Berufs- und Arbeitswelt entstehen, und in den nächsten drei bis fünf Jahren in der Breite relevant werden könnten. Zum „Internet der Dinge“, das einen aktuellen Themenbereich der Initiative darstellt, konnten drei Projekte in den Untersuchungsfeldern Logistik, industrielle Produktion und Smart House abgeschlossen werden. Dieser Beitrag behandelt technologische und begrifflich-konzeptionelle Aspekte sowie die Umsetzung des Internets der Dinge in der industriellen Produktion.

Zur Zeit existiert keine allgemein anerkannte Definition des Begriffs „Internet der Dinge“. Eine Möglichkeit zur begrifflichen Erfassung des Internets der Dinge (IdD) bieten die Merkmale **Vernetzung** und **Autonomie**: Im IdD agieren informationstechnisch **vernetzte** Gegenstände sowohl untereinander als auch mit Steuerungssystemen und anderen Netzwerken, was eine autonome und intelligente Steuerung von Prozessen ermöglicht. Indes stellt das IdD keine eigenständige, geschlossene Technologie dar. Vielmehr ist es abhängig von der Entwicklung zahlreicher unterschiedlicher Technologien und deren Konvergenz, d. h. davon, inwieweit diese Technologien in ihrer Entwicklung zusammenwachsen, **vernetzt** werden und interagieren können, um **autonomes** Handeln von IdD-Systemen zu erreichen. Die aussichtsreichsten Anwendungsperspektiven werden derzeit bei der Verkehrstelematik, dem Gesundheitswesen, der Logistik, bei industriellen Produktionsprozessen sowie im Bereich „Smart House“ gesehen.

Die **technologische Grundlage** des IdD bildet die Ausstattung von Gegenständen mit **verschiedenen Technologien** zur Umgebungswahrnehmung, Datenspeicherung, Kommunikation und zum autonomen Handeln. Hierzu gehört z.B. die **Radiofrequenz-identifikation (RFID)**. RFID-Systeme lesen Daten berührungslos und ohne Sichtkontakt. Sie bestehen aus einem Lesegerät und

Transponder bzw. „Tag“, d. h. einem Chip mit Antenne. Dieser ermöglicht eine eindeutige Identifikation des Gegenstandes, auf dem er angebracht ist. RFID führt so z. B. zu einer genauen Nachvollziehbarkeit des Weges einzelner (Teil-)Produkte und zu Kostensenkungen, z. B. bei der Lagerhaltung.

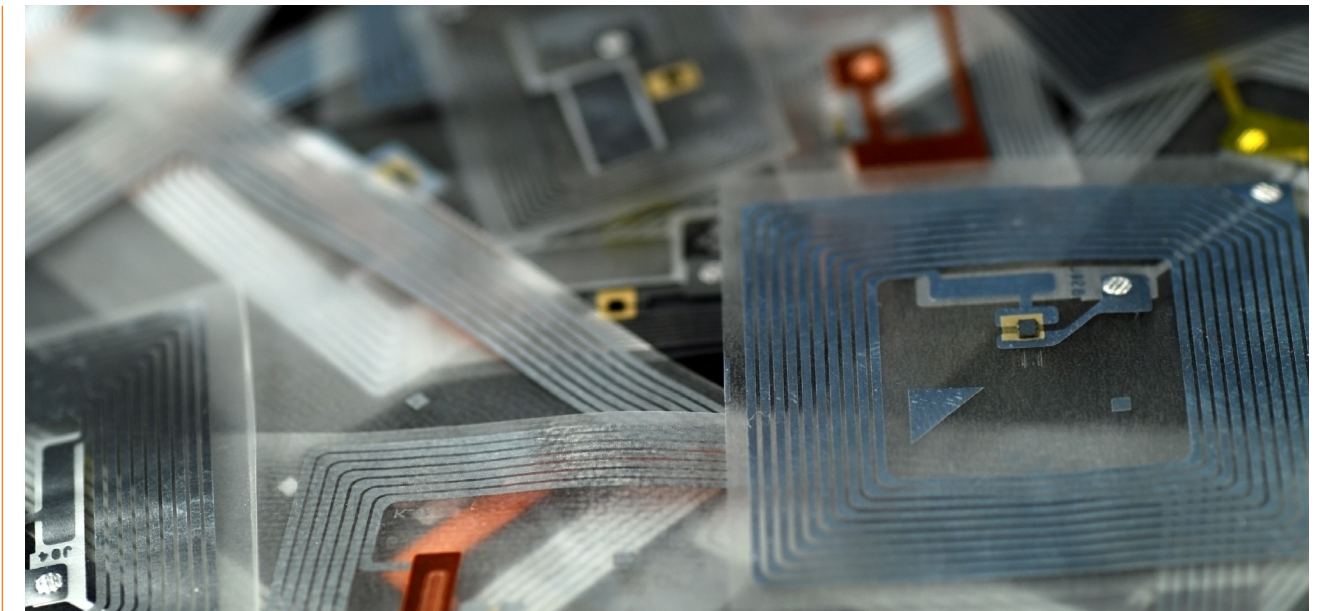
Es ist möglich, RFID-Systeme mit **Sensorik** zu kombinieren, die – ggf. mit Rechenkapazitäten – in Produkte eingebettet sein kann. Sensordaten können über RFID-Systeme automatisch aktualisiert werden, was z. B. die laufende Kontrolle einer Kühlkette erlaubt. Zur Überwachung komplexer Systeme oder Abläufe werden unterschiedliche Sensoren zu Sensornetzwerken zusammengefasst. Aufgrund gestiegener Anforderungen bezüglich Beweglichkeit und Mobilität geht der Trend bei RFID und Sensorik zu drahtlosen Systemen, für die eine **funkbasierte Informationsübertragung** entscheidend ist. Damit bspw. drahtlose Sensoren ihre Umgebung autonom überwachen können, sind Verfahren zur **Energieversorgung mobiler Systeme**, wie etwa noch in der Entwicklung befindliche „Energy Harvesting“-Konzepte, wünschenswert, die einen autarken Betrieb auch über längere Zeit gewährleisten, indem sie Umgebungsenergie „ernten“. Bislang werden hier überwiegend Batterien eingesetzt, die jedoch nur eine begrenzte Lebensdauer haben. Neben den genannten Technologien, die überwiegend zum Informations- und Kommunikationsbereich gehören, und der Mikrosystemtechnik sind für die weitere Entwicklung des IdD die Materialwissenschaften, Nanotechnologie, Optik/Photonik, Elektronik, Robotik, Mensch-Maschine-Schnittstellen, Künstliche Intelligenz und Computerwissenschaften besonders relevant.¹

Konzeptionell näher eingrenzen lässt sich das Phänomen IdD anhand der eingangs erwähnten Verbindung der Merkmale **„Vernetzung“** und **„Autonomie“** in drei Ausprägungsstufen, wobei in Zukunft weitere Ausprägungsstufen hinzukommen können. Diese Ausprägungsstufen dienen zur Einordnung des Umsetzungsgrades des IdD im jeweils untersuchten Anwendungsfeld.

¹ Zur begrifflichen Erfassung, den aussichtsreichsten Anwendungsfeldern und technologischen Grundlagen des IdD vgl. Brand, Leif et al.: Internet der Dinge. Übersichtsstudie, Zukünftige Technologien Nr. 80, hrsg. v. Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH, Düsseldorf, 2009.



RFID-Systeme bestehen aus einem Lesegerät und Transponder bzw. „Tag“.



Im Untersuchungsfeld der industriellen Produktion ist das IdD typischerweise mit dem Ersatz zentraler Steuerung durch dezentrale Steuerungseinheiten verbunden, welche die Produktionsprozesse autonom und selbstregulierend organisieren, so dass eine „intelligente Umgebung“ entsteht. Dadurch können z. B. routinemäßige Wartungen, aber auch Umrüstungen und Störungsbeseitigungen von den Maschinen selbst vorgenommen werden. IdD-Technologien können zu Effizienzsteigerungen im Bereich der Produktüberwachung (z. B. durch Informationsspeicher am Produkt) oder bei der Materialbeschaffung (z. B. durch eigenständige Bedarfs-/Bestandsmeldungen) führen.²

² Vgl. Marwedel, Peter (2008): Eingebettete Systeme, 2. Aufl., Berlin/Heidelberg; Weber, Heiko: Neue Technologien in der industriellen Produktion. In: Wirtschaft und Berufserziehung 9.09, S. 28-30.



In den Unternehmen, in denen im Rahmen des Projekts zum Untersuchungsfeld industrielle Produktion Fallstudien zur Eruiierung der technologischen Entwicklungen und deren Auswirkungen durchgeführt wurden, konnte bereits zum jetzigen Zeitpunkt durchweg eine Umsetzung des IdD auf Stufe 1 konstatiert werden. Technologien der Stufe 2 kommen dagegen bisher noch in einem sehr viel geringeren Umfang zum Tragen. Optionen, die die Stufe 3 verwirklichen könnten, befinden sich momentan noch ausschließlich in der Entwicklung, so dass mit ihrer Anwendung in den Unternehmen vorläufig nicht zu rechnen ist.

Ausprägungsstufen des „Internets der Dinge“ in der industriellen Produktion

Ausprägungsstufe / Merkmal	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Vernetzung	Punkt-zu-Punkt-Verbindungen: Informationsaustausch über bilaterale Verbindung zweier Objekte, z. B. über Auslesen/Beschreiben eines RFID-Tags.	Feste Netzwerkstrukturen: Datenübertragung von Endknoten zu einer zentralen Steuerungseinheit.	Selbstorganisierende ad-hoc-Vernetzung: Netzwerkknoten werden durch Netzwerk selbst hinzugefügt/entfernt.
Autonomie	Keine Autonomie: Passive Informationsaufnahme und -speicherung.	Teilautonomie: Objekte können Informationen verarbeiten und geben diese bei bestimmten Ereignissen weiter.	Vollautonomie: Entscheidungsfähigkeit von Objekten aufgrund umfassender Logik, Sensorik und Aktorik, was Kommunikation mit anderen Objekten einschließt.

Seitens der Praxis wie auch der Wissenschaft wird erwartet, dass Technologien im Sinne des „Internets der Dinge“ – d. h. Technologien, mittels derer sich beliebige Objekte der realen Welt digital miteinander vernetzen lassen – in der industriellen Produktion innerhalb der nächsten zehn Jahre in vier Anwendungsfeldern zum Einsatz kommen werden:

- bei der transparenten Überwachung, Steuerung und Wartung von Maschinen und Anlagen zur ganzheitlichen Optimierung der Produktion (**intelligente und miteinander kommunizierende Maschinen/Anlagen**),
- im Rahmen des gesamten Fertigungsprozesses bei der Überwachung von Produkten mithilfe von Speichern, Prozessoren etc., die Informationen zur Identifikation und zum geplanten sowie zum tatsächlichen Produktionsablauf enthalten (**Informationsspeicherung am Produkt**),
- innerhalb des Logistikprozesses – wie der Lokalisierung von Produkten, Bedarfs- oder Bestandsmeldungen zur **intelligenten Materialbeschaffung** (mittels Sensoren zum Zweck effizienterer Produktionsprozesse),
- bei einer völligen **Dezentralisierung** des gesamten **Produktionsprozesses**, der sich durch Kommunikation und Verhandlungen von Speichern, Prozessoren etc. miteinander selbst planen, organisieren und überprüfen könnte.



Zukünftige Qualifikationsanforderungen im „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion

∕ Claudia Achtenhagen, Beate Zeller

Der verstärkte Einsatz von Technologien im Sinne des „Internets der Dinge“ im Bereich der industriellen Produktion wird die heute bekannte Arbeitsorganisation in weiten Teilen verändern und dementsprechend auch substantielle Auswirkungen auf die Arbeit von Fachkräften haben. Es ist davon auszugehen, dass Fachkräfte der mittleren Qualifikationsebene zukünftig vor allem als Maschinenbediener, Maschinenbetreiber (Gruppenleiter mit Verantwortung für den Steuerungsprozess) und Instandhalter zum Einsatz kommen werden. Für die Tätigkeiten dieser drei Beschäftigtengruppen ist bei einer Zunahme des Einsatzes von Technologien im Sinne des „Internets der Dinge“ mit unterschiedlichen Auswirkungen zu rechnen:

» Die Überwachung von Maschinen wird zukünftig vermehrt automatisiert vonstatten gehen. Damit werden bisher routinemäßig durch Fachkräfte vorgenommene Überprüfungen seltener vonnöten sein, sodass eine entsprechende Fachkraft lediglich in einem durch eine Maschine signalisierten Bedarfsfall zum Einsatz kommen müssen. Auch Aufgaben der (händischen) Maschinenumrüstung werden entfallen, wenn zukünftig lediglich noch die für einen erfolgreichen Produktionsprozess erforderlichen Parameter an einer Maschine einzustellen sind. Darüber hinaus werden Tätigkeiten der routinemäßigen Überwachung der betreuten Maschinen per Augenschein und Interpretation von Zustandsbeschreibungen am Monitor durch Aufgaben der Überwachung eines von der Maschine/dem Monitor signalisierten Bedarfs und die Auslösung etwaig erforderlicher Maßnahmen abgelöst werden. Bei den **Maschinenbedienern** wird diese Entwicklung insbesondere zu einer Verminderung der Aufgabenvielfalt führen. Aufgrund der durch den Wegfall von Routinetätigkeiten gewonnenen Zeit wird der einzelne Maschinenbediener jedoch eine größere Anzahl an Maschinen zu betreuen haben, so dass mit einer deutlichen Erhöhung des Umfangs zu verrichtender Tätigkeiten gleicher Art zu rechnen sein wird.

» Mit der Zunahme des Einsatzes neuer Technologien im Sinne des „Internets der Dinge“ in der industriellen Produktion wird auch im Hinblick auf die **Steuerung** der Maschinen ein Wandel des Aufgabenspektrums für das jeweilige Personal verbunden sein – vor allem im Hinblick auf die Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit der Maschinen bzw. eines korrekten Produktionsablaufs: Anstatt etwaige Störungsanzeigen weiter-

hin eigenständig interpretieren zu müssen, werden lediglich die maschinell angezeigten Anweisungen umzusetzen sein, die von Maschinen gelieferten Daten ausgewertet und aufbauend darauf angemessene Handlungsentscheidungen getroffen werden müssen. Dies wird mit einer Verschiebung der Aufgaben von einer Sicherstellung der Einhaltung von Qualitätsanforderungen während des Prozesses des Maschinenbedienens hin zu einer Vorabprüfung bei der Anlieferung des einzusetzenden Materials verbunden sein. Damit werden für das **Steuerungspersonal** neue Aufgaben der Softwarewartung und Einspielung der (Prüf-)Software anfallen und darüber hinaus quantitativ mehr Maschinen gleichzeitig einzurichten und zu steuern sein.

» Bezogen auf die **Instandhaltungsaufgaben** werden sich die zentralen Tätigkeiten von Aufgaben der regelmäßigen Maschinenwartung hin zu einer bedarfsorientierten Wartung verschieben. Dabei ist von einer zunehmenden Komplexität der Wartungsarbeiten auszugehen, wenn sich aufgrund des Einsatzes von Funktechnologien oder des verstärkten Zusammenwirkens von elektromechanischen und Netzwerkproblemen die potenziellen Störungsquellen deutlich vermehren. Gleichermäßen werden sich die Wartung von Sensoren/Netzwerken sowie Wartungs- und Prüfprogramme ausweiten. Mit dieser zunehmenden Komplexität und Störanfälligkeit werden sich außerdem komplexere Aufgaben im Hinblick auf die Erstellung von Kosten-Nutzen-Analysen ergeben, wenn die Anzahl der in die Kalkulation einzubeziehenden Parameter (vor allem auch in Bezug auf Fragen der Funktechnologie) deutlich erhöht.

Der Wandel des o. a. Aufgabenspektrums wird für die Beschäftigten mittlerer Qualifikationsebene auch neue Anforderungen im Hinblick auf die Qualifikation sowohl fachlicher als auch überfachlicher Art stellen: Auf **fachlicher Ebene** werden

» aufgrund der Zunahme von Automation bzw. der Vernetzung von Maschinen vertiefte Kenntnisse der Mechanik und Elektronik in Kombination gefragt sein, um bei Eintritt etwaiger Störfälle schnell die erforderlichen Reaktionen vornehmen oder auslösen zu können. Außerdem werden verstärkt Programmier- bzw. Parametrierfähigkeiten für spezielle Software bzw. der Umgang mit dieser vorgehalten werden müssen.



Fachliche und überfachliche Qualifikationsanforderungen

Zusammenfassung zukünftiger FACHLICHER Qualifikationsanforderungen

Fachliche Qualifikationen	Bediener	Betreiber	Instandhalter
Kombinierte Mechanik-, Elektronik-, IT-Kenntnisse		<ul style="list-style-type: none"> • Programmierkenntnisse in spezieller Software: SPS, Roboterprogramme, CNC • Mechatronische Systeme • Denken in vernetzten Systemen 	
	Bereichsübergreifende Kenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Zunahme des Bedarfs an Kenntnissen aus benachbarten Berufsgruppen für Elektrotechniker/innen, -Mechaniker/innen, Fachinformatiker/innen 		
Netzwerktechnologien		Basiswissen	Erweiterte Kenntnisse für Instandhaltung
Kenntnisse im Bereich Funktechnologie und Übertragungstechnik	Basiskenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsverständnis • Beherrschung von Verhaltensanforderungen 	Kompetenzen zur Nutzung von Funktechnologien: <ul style="list-style-type: none"> • z. B. Einstellen von Parametern 	Basiswissen Hochfrequenz (HF)
	Fachwissen: Allgemeines und spezifisches Fachwissen wie beispielsweise zu RFID und Funktechnik muss aufgebaut werden		
Fachspezifische Englischkenntnisse	Basiskenntnisse für einfache Kommunikation: <ul style="list-style-type: none"> • Lesen und Verstehen von Bedienungsanleitungen 	Internationalisierung der Verknüpfung von Netzwerken <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationskompetenzen auf technischer Ebene • Beherrschung von Englischkenntnissen, die Problembehebungen im Ausland ermöglichen 	
Kenntnisse der Verfahrenstechnik (Werkstoffe) Aktuell: Forschung zu Werkstoffen, die sich bei Defekten selbst melden	Basiskenntnisse		

» sämtliche Fachkräfte zur Erkennung etwaiger Störungen/Störungsquellen zumindest über Basiskenntnisse im Bereich der Netzwerk-/Funktechnologien sowie der Übertragungstechnik verfügen müssen (z. B. RFID) – für Aufgaben der Steuerung und Instandhaltung werden diesbezüglich auch spezielle Kenntnisse vonnöten sein.

» zur Vermeidung eines vollständigen Erliegens ganzer aufeinander abgestimmter Produktionsprozesse Kenntnisse in der Verfahrenstechnik erforderlich sein; die Beschäftigten – insbesondere das maschinensteuernde und -instandhaltende Personal – werden darüber hinaus zur Einschätzung der Relevanz bestimmten Eingreifens Kenntnisse über Produktionsabläufe bzw. Wertschöpfungsketten haben müssen.

» vertiefte Kenntnisse in Bezug auf Werkstoffkunde gefragt sein, um bei Zunahme des Einsatzes „sich selbst meldender“ Werkstoffe rechtzeitig für einen angemessenen Umgang mit diesen gerüstet zu sein.

Mit zunehmender Komplexität der Steuerungen, der damit verbundenen Intransparenz der Maschinenkommunikation sowie mit der zunehmenden räumlichen Distanz zum Fertigungsprozess – vor allem auch aufgrund des Einsatzes von Funktechnologie – wird sich vor allem der Stellenwert überfachlicher Kompetenzen deutlich erhöhen.



Zusammenfassung zukünftiger ÜBERFACHLICHER Qualifikationsanforderungen

Überfachliche Qualifikationen	Bediener	Betreiber	Instandhalter
Fähigkeiten und Methodenkenntnisse, die es erlauben, sich einen schnelleren Überblick über gesamte Produktionsabläufe zu verschaffen	Überblick über Strukturen der Netzwerke		
	Zunahme des Überblicks über Abläufe in mehreren eigenen Produktions-/Prozessabschnitten aufgrund höherer Anzahl zu betreuender Maschinen	Überblick über Wertschöpfungsprozesse innerhalb des Produktionsbereichs	
		Basiswissen	Erweiterte Kenntnisse für Instandhaltung
		Festlegung von Strategien für optimale Nutzung: <ul style="list-style-type: none"> Erstellung zeitlicher und organisatorischer Arbeitspläne (z. B. Einsatz von Meldeplänen und -punkten) 	
	Steigender Anteil an Planungsaufgaben und Auswirkungen verstärkter Maschinenkommunikation erfordern tiefgreifendes Systemverständnis		
Analysefähigkeiten und Kompetenzen zum Umgang mit abstrakten Informationen	Fähigkeiten zur Interpretation von Signalen und Umsetzung gemäß Vorgaben (ggf. Weiterleitung/Kommunikation an Betreiber)	Eigene Reaktion oder Einleitung von Reaktionen	
		Fähigkeiten zur Interpretation von Störsignalen und eigene Behebung, sonst Weiterleitung an Instandhalter	Fähigkeiten, mit höheren Anforderungen an Aufgabenbewältigung aufgrund bereits extern erfolgter Auswertung eingehender Infos, die zu interpretieren sind, umzugehen und entsprechende Instandhaltungsarbeiten vorzunehmen
Fähigkeiten zur selbstständigen zeitnahen Informationsbeschaffung aufgrund sich schnell wandelnder Technologie- und Softwaresysteme	Fähigkeit der selbstständigen Informationsbeschaffung/Kennnisan eignung zwecks Erhalt von Kompetenzen zur Interpretation von Signalen etc. bei Systemwandel	Informationsbeschaffung bei komplexitätsbedingten Problemen mithilfe der Nutzung unterschiedlicher Informationsquellen	
Organisation von Problemlösungsprozessen und Nutzung neuer Kommunikationswege	<ul style="list-style-type: none"> Fähigkeiten der interaktiven Informationsverarbeitung mithilfe von Bildbearbeitungsgeräten etc. Fähigkeit, Dokumentationen den vorgegebenen Systemerfordernissen anzupassen Teamfähigkeit zur gemeinsamen Lösung von Problemen aufgrund komplexer Störungen 		
Stressbewältigung	<ul style="list-style-type: none"> Fähigkeit, mit sinkenden Ansprüchen an zu erledigende Tätigkeiten bei wachsender Verantwortung aufgrund größeren Umfangs zu überwachender Maschinen umzugehen Fähigkeit, mit der Abnahme von Entscheidungsmöglichkeiten umzugehen 	Fähigkeit, mit steigenden Anforderungen bezüglich Systemkenntnis, Fehleranalyse, Fehlerbehebung bei Ausfall intelligenter Systeme umzugehen	
	Kenntnisse von Methoden der Stressbewältigung		
Teamfähigkeit		Fähigkeit, mit Kollegen gemeinsam Lösungen hervorzubringen	



Erforderlich werden in diesem Zusammenhang Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten sein,

- mit abstrakten Informationen umzugehen, sich zeitnah selbstständig erforderliche Informationen zu beschaffen, im Falle der Steuerung und Instandhaltung von Maschinen auch abstrakte Informationen zu analysieren und Problemlösungsprozesse selbstständig zu organisieren.
- abstrakte Probleme über Entfernungen hinweg verständlich zu kommunizieren – und dabei zunehmend englische Anleitungen zu verstehen sowie für Tätigkeiten im Rahmen der Steuerung/Instandhaltung auch Wartungsanweisungen/-handlungen auf Englisch durchzuführen.
- abteilungsintern und -übergreifend im Team arbeiten zu können.
- in besonderem Maße mit Stress umgehen zu können: mit Überforderungen bei der Steuerung und Instandhaltung im Hinblick auf die steigende Komplexität, mit Unsicherheiten bezogen auf nichtbeobachtbare Prozessabläufe.



i | Weitere Informationen



Abschlussbericht

- » Internet der Dinge in der industriellen Produktion. Studie zu künftigen Qualifikationserfordernissen auf Fachkräfteebene
- » http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqprojerg/Abschlussbericht_IdD_in_der_industriellen_Produktion_final.pdf

Newsletter

- » Der Einsatz neuer Technologien im Sinne des "Internets der Dinge" in der industriellen Produktion
- » http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqnewsletter/frequenz_newsletter2010_web.pdf

Flyer

- » http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqprojerg/Q_Flyer_FBB_web_251109.pdf
-



Buchpublikation

- » FreQueNz-Buchreihe, W. Bertelsmann Verlag, 2011 (in Vorbereitung)

Newsletter und Flyer

können bei bernd.dworschak@iao.fraunhofer.de angefordert werden.

Insgesamt werden sich mit Zunahme des Einsatzes neuer Technologien im Sinne des „Internets der Dinge“ somit die Anforderungen an alle Beschäftigtengruppen der mittleren Qualifikationsebene verändern. Aus betriebswirtschaftlichen Gründen wird der tatsächliche betriebliche Einsatz der beschriebenen Technologien jedoch deutlich später erfolgen, als man dies aufgrund des bereits technisch Machbaren vermuten könnte: So wird von Expertenseite davon ausgegangen, dass mit einem verstärkten Einsatz der Technologien, die grundsätzlich innerhalb der nächsten drei bis fünf Jahre in den Bereichen des „Internets der Dinge“ zur Anwendung kommen könnten, erst mittelfristig (im Laufe der nächsten 10 Jahre) zu rechnen ist.



Festzustellen ist, dass sich der Wandel der Facharbeit weiter fortsetzen wird, wobei sich tendenziell in der industriellen Produktion eine Entwicklung hin zu sekundärer Facharbeit abzeichnet: Facharbeiter werden weiterhin qualifizierte Tätigkeiten ausüben, jedoch weniger im Rahmen von Produktionstätigkeiten im eigentlichen Sinne als vielmehr im Rahmen von technischen Dienstleistungen in Produktionsbetrieben, die bevorzugt Vorbereitungs-, Entstörungs- und Kontrollaufgaben im Sinne „technischer Dienste“ umfassen.³

³ Vgl. Mikl-Horke, Gertraude (2000): Industrie- und Arbeitssoziologie, München, S. 197.

Ansprechpartner



Forschungsinstitut Betriebliche Bildung (f-bb) gGmbH

Obere Turnstraße 8
D-90429 Nürnberg

Beate Zeller	Telefon 0911/27 779-32 E-Mail zeller.beate@f-bb.de
Dr. Claudia Achtenhagen	Telefon 0911/27 779-49 E-Mail achtenhagen.claudia@f-bb.de
Dr. Silke Föst	Telefon 0911/27 779-372 E-Mail foest.silke@f-bb.de Internet www.f-bb.de



Institut für Mikro- und Informationstechnik
der Hahn-Schickard-Gesellschaft e.V. (HSG-IMIT)

Wilhelm-Schickard-Straße 10
D-78052 Villingen-Schwenningen

Dieter Mintenbeck	Telefon 07721/943-168 E-Mail dieter.mintenbeck@hsg-imit.de
Dr. Lasse Klingbeil	Telefon 07721/943-191 E-Mail lasse.klingbeil@hsg-imit.de Internet www.hsg-imit.de