

# Industrie 4.0 für die fortgeschrittene Fertigung und ihre Implementierung.

Seung Hyeog Moon\*

Received 14 September 2018 • Revised 23 October 2018 • Accepted 24 November 2018

**Zusammenfassung:** Industrie 4.0 wird in vielen Ländern im Zusammenhang mit fortschrittlicher Fertigung wichtig. Es scheint, dass die deutsche Regierung bereit ist, die High-Tech Führung in der neuen revolutionären Phase in Stand zu halten, da diese eine solide Technologieplattform sichert. Viele Länder erkennen an, dass die von Deutschland entwickelte Industry 4.0 eine vielversprechende Plattform darstellt, die die Kerntechnologien für die neue Ära, nämlich die 4. industrielle Revolution, ist. Deutschland ist in der verarbeitenden Industrie wettbewerbsfähiger als jedes andere Land. Es stimmt jedoch, dass es von seinen Anhängern\*innen heftig angefochten wurde. In dieser Hinsicht hat die deutsche Regierung darauf vorbereitet, mit den Schwierigkeiten und schnellen Veränderungen der Branche umzugehen. Die erste Schlüsselinitiative der Industry 4.0 ist die Integration miteinander verbundener Fabrikssysteme und dem Internet of Things (IoT). Cyber-physikalische Systeme (CPS) spielen auch eine wichtige Rolle als Enabler bei integrierter Umgebung. Es gibt viele Variablen zur Vorbereitung der fortgeschrittenen Fertigung aufgrund der eigenen Politik und des Branchenumfelds jedes Landes. Dieses Papier befasst sich damit, wie die Industry 4.0 für die fortschrittliche Fertigung implementiert wird und ermöglicht somit intelligente Fabriken, sowie die Rolle verwandter Technologien und die Auswirkungen auf ihre Zukunftsperspektive.

Schlüsselwörter: Industrie 4.0, Fortschrittliche Fertigung, Intelligente Fabrik, Industrielle Revolution und Massen Anpassung.

## EINLEITUNG

Die Industrieländer haben seit der 1. industriellen Revolution den Segen des Wohlstands genossen. Viele Menschen konnten dank der Massenproduktion qualifizierte Produkte zu niedrigen Kosten konsumieren. Die Bedürfnisse der Kunden\*innen wurden durch die 2. und 3. industrielle Revolution diversifiziert. Die traditionellen Fertigungssysteme sahen sich mit großen Herausforderungen und Wettbewerb konfrontiert. Fortschrittliche Fertigung ist eine Alternative zur Überwindung dieser Schwierigkeiten, und die Industry 4.0 zeigt die wünschenswerten Lösungen für die kommende 4. industrielle Revolution auf. Industrie 4.0 ist den anderen Fertigungstechnologien voraus. Sie ist Teil des "Aktionsplans Hightech-Strategie 2020" der Bundesregierung. Die fortschrittliche Fertigung, die auf der Industrie 4.0 basiert, ist die Integration von IoT, verbunden mit Computernetzwerken und großen Datenmengen, um Produktionsinformationen intelligent zu analysieren und über

alle Fertigungsanlagen hinweg auszutauschen [1]. Drei Länder, Deutschland, die Vereinigten Staaten und Japan, sind bei den intelligenten Fabriken führend, jedoch hat jedes Land eine andere Strategie und Perspektive für die Entwicklung der Industrie 4.0. Sie ist durch ihre eigenen Charakteristika in der verarbeitenden Industrie und anderen verwandten Branchen bedingt. Dennoch versuchen sie, im beiderseitigen Interesse zusammenzuarbeiten. In dieser Studie wird untersucht, wie die Industrie 4.0 die fortschrittliche Fertigung aktiviert und die Umsetzung intelligenter Fabriken ermöglicht. Außerdem wird die wünschenswerte Richtung der Entwicklung vorgeschlagen.

## **KONZEPT DER INDUSTRY 4.0**

Mit Industrie 4.0 nutzen die Fertigungssysteme die hochentwickelten Technologien im Zusammenhang mit Information und Kommunikation. Als Ergebnis des Fortschritts werden alle Prozesse im intelligenten Fabrik-Ökosystem integriert, um die Produktion flexibel und effizient für qualitativ hochwertige und kostengünstige Produkte zu gestalten. IoT, große Datenmengen, Cloud Computing und künstliche Intelligenz (KI) sind Schlüsseltechnologien, die für die Industrie 4.0 implementiert wurden. Sie integriert die unabhängigen Subsysteme, um die bestehenden Produktionslinien in die flexiblen und rekonfigurierbaren Systeme umzuwandeln, d.h. um die Schlüsseltechnologien und -prozesse für intelligente Fabriken zu implementieren. CPS ist eine weitere kritische Lösung, bei der es sich um ein komplexes technisches System handelt, das physikalische, Berechnungs- und Vernetzungs- sowie Kommunikationsprozesse integriert. Es kann als ein physisches Gerät/Objekt dargestellt werden,

Seung Hyeog Moon\*, Fakultät für Maschinenbau und Metallformenbau, Gwangju Universität, 277, Hyodeok-Ro, Nam-Gu, Gwangju, Korea.  
492 Seung Hyeog Moon

das in ein virtuelles Objekt in den Cyberspace übersetzt wird. Einfach ausgedrückt besteht eine intelligente Fabrik darin, dass alle mit der Fertigung zusammenhängenden Dinge über IoT und CPS für einen intelligenten Betrieb miteinander verbunden sind. Diese Technologien steuern den Herstellungsprozess flexibel und automatisch, indem sie die Produktionsobjekte und Ausrüstungsbedingungen widerspiegeln, um die beste Produktionseffizienz zu erzielen. Die industrielle Produktion von Hightech-Produkten wird zwischen der Befriedigung verschiedener Kundenbedürfnisse durch Individualisierung und der Realisierung von Skaleneffekten entlang der Wertschöpfungskette beeinflusst [2]. Dank der oben erwähnten Technologien ist die kundenspezifische Produktion, ein symbolisches Merkmal der Industrie 4.0-Ära, für die Bereitstellung von Kundenwerten gekommen. Weitere Technologien zur Individualisierung werden in dieser Hinsicht kontinuierlich weiterentwickelt. Auch die 4. Industrielle Revolution auf der Grundlage von Industrie 4.0 verlangt von den Unternehmen ein aggressives Handeln ohne eine klare Forderung nach Produktivitätssteigerung auf der Marktseite [3].

## **STRATEGISCHE AUSRICHTUNG**

Deutschland führt die Industrie 4.0 ein um die Wettbewerbsfähigkeit des verarbeitenden Gewerbes gegenüber der Konkurrenz zu erhalten. Die intelligente Vitalisierung der Fabriken gilt als der Kernindex der Transformation zur 4. industriellen Revolution. Obwohl Industrie 4.0 die 4. industrielle Revolution anführt, hat jedes führende Land der verarbeitenden Industrie, das die Transformation verfolgt, seine eigene strategische Ausrichtung für eine intelligente Fabrik.

**Deutschland**

Die Technologien für eine intelligente Fabrik wurden von der deutschen Regierung und der Industriegesellschaft aktiv vorangetrieben und von Unternehmen, Universitäten und Forschungsinstituten in Zusammenarbeit durchgeführt. Große Unternehmen wie Siemens, Bosch, SAP usw. stellen die Plattform für die neuen Fertigungstechnologien zur Verfügung. Daneben beteiligen sich auch kleine und mittlere Unternehmen wie Festo, Baer, Beckhoff usw. offensiv an der Industrie 4.0. Die Strategie der deutschen Regierung ist es, die nächste Generation des Fertigungssystems im ganzen Land zu etablieren. Sie hat einen FuE-Fahrplan bis 2035 erstellt.

### **USA**

Während Deutschland die Kernkompetenz des neuen Konzepts und Designs für die Herstellung von High-Tech-Produkten im Sinne der Industrie 4.0 besitzt, sind die Vereinigten Staaten in der Lage, ein neues Geschäftsmodell und eine Fertigung mit effizientem SCM zu planen, das globale Komponenten- und Fertigungsressourcen integriert. Unter dem Namen Industrial Internet führen große Unternehmen intelligente fabrikbezogene Geschäfte. GE schlug das Konzept erstmals 2012 vor und gründete das Industrial Internet Consortium (IIC), das mit Intel, Cisco usw. zusammenarbeitet, und kündigte eine Cloud-Plattform namens Predix an.

### **Japan**

Obwohl die industrielle Wettbewerbsfähigkeit Japans nicht mehr die gleiche ist wie früher, besitzt sie viele herausragende Akteure im Bereich der Materialien, Komponenten und Ausrüstungen sowie Sensoren und Präzisionsmessinstrumente. Dies sind die wichtigsten Voraussetzungen für intelligente Fabriken. Große Elektro-, Roboter- und Maschinenbauunternehmen und verwandte Komponentenfirmen sind an intelligenten Fabriken und neuen Geschäftsmodellen interessiert. Japan hat sich relativ spät bewegt als die beiden anderen Länder, und die Industrial Value Chain Initiative (IVI) wurde mit etwa 60 Fertigungskonglomeraten unter der Führung von Mitsubishi, Toyota, Panasonic usw. gegründet. Das Land zieht es vor, die Produktionseffizienz durch fortschrittliche Mensch-Maschine-Schnittstellen und Edge-Computing zu maximieren.

## **INDUSTRIELLE REVOLUTIONEN**

Die verarbeitende Industrie verfolgte das Ziel, eine Massenproduktion zu erreichen. Mitte des 18. Jahrhunderts war die Standardisierung von Produkten und Prozessen die Schlüsselfrage für die Leitung von Fabriken. Viele Menschen wählten große Städte als Arbeitsort, aber ihre Arbeitsbedingungen waren schlecht. Die wachsende Nachfrage nach neuen Produkten mit niedrigen Preisen löste den Bau weiterer Fabriken aus und schuf enorme Arbeitsplätze in blauer Farbe. Die Massenproduktion beeinflusste das Leben der Menschen in Bezug auf Konsum und Ausgaben seit Beginn der ersten industriellen Revolution.

Dank der Elektrizität und der Fließbandproduktion wurde die Fabrik größer als zuvor und die Produktivität stieg in der zweiten industriellen Revolution. Danach ermöglichte die Entwicklung von Computer- und Netzwerksystemen die automatische Produktion und kontrollierte Mensch-Maschine-Schnittstellen für die Verwaltung der Produktionseffizienz und von Bestandsfragen. Überproduktion und Überkapazitäten führten zu Preissenkungen und hartem Wettbewerb, während die Wirtschaftlichkeit in der dritten industriellen Revolution kontinuierlich zunahm. Die verarbeitende Industrie hatte es schwer, diese Probleme zu lösen und versuchte, Lösungen zu finden, indem sie Fertigungssysteme mit fortschrittlichen Technologien wie IoT, Big Data AI, CPS usw. konvergieren ließ. Die Bedürfnisse jedes/r Einzelnen werden nun gesammelt und die Produktionslinien werden durch den Einsatz dieser Technologien und die Kommunikation zwischen Produkten und Produktionssystemen optimiert [4].

493 Eurasische Zeitschrift für Analytische Chemie

## **MASSENANPASSUNG**

Die Menschen haben durch industrielle Revolutionen materiellen Wohlstand mit Massenproduktion genossen,

doch ihre Bedürfnisse haben sich dank der wirtschaftlichen Entwicklung diversifiziert. Die Hersteller erkannten, dass einheitliche Produktionssysteme, die für identische Produkte optimiert wurden, nicht geeignet sind, in einer komplexen Gesellschaft und einem wettbewerbsorientierten industriellen Umfeld zu gewinnen. Massen Anpassung wird so definiert, dass sie sowohl Vorteile der Einzelstückproduktion (individuell und präzise) als auch der Massenproduktion (schnell und kostengünstig) mit sich bringt [5]. Beispielsweise war Dell im PC-Geschäft sehr erfolgreich, wenn sie Bestellungen von jedem Einzelnen erhielt und Produkt für Produkt mit unterschiedlicher Konfiguration herstellte. Eine intelligente Fabrik ist eine Alternative, um die Produktion selbst zu planen, zu organisieren und sogar zu kontrollieren. In dieser Hinsicht ist Industrie 4.0 die geeignete Lösung, um die Anforderungen der Kunden\*innen durch Massen Anpassung zu erfüllen. Eine der Schlüsselfragen der Massen Anpassung ist die Verringerung der Produktionskomplexität, d.h. die Erhöhung der Flexibilität eines Fertigungssystems. Die Hersteller\*innen werden entsprechend ihrer oben erwähnten Implementierungsfähigkeit für die IKT-Konvergenz Kundenwert schaffen und die Wettbewerbsfähigkeit sichern.

Figure 1: Mass Production vs. Mass Customization

### **DREI ARTEN DER INTEGRATION**

Die Fähigkeit zur Produktionsflexibilität ist einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren, um in der bevorstehenden Ära der 4. industriellen Revolution zu überleben. Die deutsche Regierung, akademische Institutionen und Vertreter\*innen der verarbeitenden Industrie haben gemeinsam eine nachhaltige Produktionsplattform entwickelt, die durch den Fortschritt der Industrie für die Anforderungen optimiert wurde. Industrie 4.0 ist die vielversprechende Lösung für die Bewältigung von Komplexitätsproblemen in der Produktion und bietet den Kunden beispiellose Werte. Sie wird als dreidimensionale Integrationen skizziert, wie in Abbildung 2 dargestellt.

#### **Horizontale Integration**

Diese Integration ist die Interaktion zwischen Wertschöpfungsfaktoren wie Mensch, Versorgung, Produkt, Transport usw. Sie umfasst sogar Wasser- und Energiemanagement über interne Funktionen hinweg und die Vernetzung digitalisierter Netzwerke über die gesamte Wertschöpfungskette eines Produktlebenszyklus im Ökosystem. Die Vernetzung wird auch auf andere Einrichtungen und Unternehmen ausgeweitet, um Kundenwerte für ein Produkt über den gesamten Lebenszyklus zu schaffen [6].

#### **Vertikale Integration**

Sie vernetzt Fertigungssysteme durch die Integration verschiedener Produktionsfunktionen wie Produktdesign, Beschaffung, Produktion, Qualitätssicherung usw. Zudem geht sie einher mit der vollständigen Digitalisierung und dem Datenaustausch über Geräte, Werkzeuge, Produkte sowie die Mensch-Maschine-Schnittstelle während des

gesamten Produktionsprozesses. Diese Integration umfasst auch Vertrieb, Marketing und Dienstleistungen [6].

### **End-to-End Engineering Integration**

Vertikale Integration oder horizontale Integration funktioniert für sich allein und gleichzeitig. Jede Integration interagiert miteinander und verbindet sich mit der End-to-End-Engineering-Integration durch digitalisierte Vernetzung von den Rohstoffen bis hin zum Ende der Lebensdauer des Produkts. Durch die End-to-End-Integration kann in jeder Phase ein nachhaltiges und wiederverwendbares Produktmodell zur Verfügung gestellt werden. Die kundenspezifischen Güter können dank des vorhersehbaren Produktdesigns und der vorhersehbaren Dienstleistungen, die durch die effektiven Software-Werkzeuge ermöglicht werden, hergestellt werden [7]. Alle digitalisierten Informationen zwischen firmenübergreifenden, firmeninternen Funktionen, Kunden, Lieferanten usw. sowie Daten von Komponenten, Maschinen, Produkten, Fabrikarbeitern usw. sind während der gesamten Produktlebensdauer in Richtung Cloud vernetzt.

494 Seung Hyeog Mond

Sie wird allen Beteiligten in einem intelligenten Fabrik-Ökosystem wertvolle Produkte mit reduzierten Kosten und Flexibilität bringen.

Figure 2: Three Dimensional Integrations

## **ROLLE DER SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN**

Es ist für eine/n Hersteller\*in, die/der eine intelligente Fabrik in einer Industrie 4.0-Umgebung betreibt, möglich, ein fortschrittliches Fertigungssystem mit zugehörigen Schlüsseltechnologien zu sichern. Es gibt viele Produktversionen in Produktionszellen und Linien von Elektronikprodukten. Das Flexibilitätsniveau ist für diese Branchen der wichtigste Faktor. Beispielsweise kann Siemens durch die Implementierung von Industrie 4.0 in seiner intelligenten Fabrik in Amberg mit den Problemen häufig wechselnder Produkte umgehen. IoT-Sensoren verbinden und verknüpfen Maschinen, Produkte und sogar Komponenten eng mit IT-Systemen. Diese verbundenen Systeme können entlang der Wertschöpfungskette innerhalb eines Fertigungs-Ökosystems miteinander kommunizieren, gewonnene Daten analysieren und Fehler zur Anpassung selbstständig beheben. Eingebettete Computer, Sensoren und Aktoren arbeiten für die Machine-to-Machine (M2M)-Kommunikation, die eine/n Hersteller\*in vorhersehbare und flexible Fertigungsanlagen konfigurieren lässt. CPS ist die Technologie, die von den integrierten rechnerischen und physikalischen Fähigkeiten wie Sensorik, Kommunikation und Aktorik zum

physikalischen System begleitet wird [8]. Bei der Implementierung von CPS ist eine einfache Konnektivität zwischen Ausrüstung und Sensoren nicht ganz aussagekräftig. Um die fortschrittliche Technologie zu nutzen, sollten korrekte Informationen zur Verfügung stehen, wann immer sie für den richtigen Zweck benötigt werden [9]. Neben CPS sind auch IoT, Big Data, Cloud Computing und AI wesentliche Technologien, die es fortschrittlichen Fertigungssystemen ermöglichen, dreidimensionale Integrationen zu vollenden und eine echte intelligente Fabrik zu realisieren.

### **CPS**

CPS bietet höhere Kooperationsfähigkeiten zwischen physikalischen und rechnergestützten Einheiten von Fertigungssystemen [10]. CPS integriert Cyber-Simulation, Vernetzung und Prozesse der realen Welt. Eingebettete Computer und Netzwerke werden die physikalischen Prozesse, die die Berechnungen beeinflussen, untersuchen, steuern, anpassen und umgekehrt. CPS in fortgeschrittenen Fertigungsindustrien beschäftigt sich stark mit den beiden Hauptprozessen wie Auftrags Erfüllung und Produktentwicklung. Das System des neuen Produktdesignprozesses wird in zunehmendem Maße übernommen werden, wobei Wertstromdesign, Concurrent und Simultaneous Engineering integriert werden.

### **IoT**

Das Konzept des "Internet of Things" wurde eingeführt und kontinuierlich weiterentwickelt. RFID und M2M wurden bereits in der frühen Phase der IT-Revolution als einfache Datenkommunikationslösungen eingeführt. Entsprechend der eklatanten Entwicklung der IT-Technologien werden alle Sensoren, Geräte, Produkte und sogar Komponenten vernetzt, um Embedded Computing mit Standardtechnologien zu nutzen. IoT sorgt dafür, dass Feldgeräte miteinander kommunizieren können, so dass diese sowohl miteinander als auch mit zentralisierteren Steuerungen interagieren können, falls erforderlich. Ein weiterer Vorteil dieser Technologie ist die Dezentralisierung der Analytik und die Entscheidung für Echtzeit-Reaktionen.

### **Big data**

Eine intelligente Fabrik zeichnet sich durch ein autonomes Multiagentensystem aus. Es wird durch einen großen datenbasierten Algorithmus und Feedback unterstützt. Große Daten werden von IoT-Sensoren, eingebetteten Computern und allen Daten gesammelt.

495 Eurasische Zeitschrift für Analytische Chemie

Quellen im integrierten Ökosystem. Die Smart-Fabrik konzentriert sich hauptsächlich auf selbstorganisierte Optimierung und Effizienz. Viele Daten könnten in der Regel durch die Kommunikation mit verschiedenen angrenzenden Systemen gewonnen werden, die einen direkten Einfluss auf die Leistung der Anlagen haben. Für den Entwurf kognitiver und selbstlernender Funktionen ist es wichtig, Informationen in dreidimensionalen Integrationen zu verwalten und zu verteilen. Große Daten verbessern die Fertigungsleistung, Produktqualität und Wartungseffizienz [11].

### **Cloud Computing**

Cloud Computing ist die effizienteste und flexibelste Lösung, die in einer End-to-End-Digitalisierungsumgebung durch Hinzufügen, Verwenden und Austauschen von IT-Diensten über das Internet benötigt wird. Es bietet aktive,

skalierbare und virtualisierte Ressourcen zu jeder Zeit und an jedem Ort durch Nutzung des Internets [12]. Die fortschrittlichen Fertigungswerke erfordern Cloud Computing und enorme Datenmengen, die durch Virtualisierung und verteilte Verarbeitung in Ökosystemen in der Industrie 4.0 ermöglicht werden. Gleichzeitig wird sich die Leistung der Cloud-Technologien in Bezug auf die Reaktionszeiten verbessern. Folglich wird die Rolle des Cloud Computing wichtiger werden, so dass Maschinendaten und -funktionen zunehmend in der Wolke eingesetzt werden, was zu mehr datengesteuerten Anwendungen für Produktionssysteme führen wird.

## AI

Die fortschrittliche Fertigungsmethode zeichnet sich durch autonome Erfassung, Integration, Zusammenarbeit, Selbstwahrnehmung, automatische Analyse, Rückmeldung und intelligente Anpassung im Produktionssystem über den Produktlebenszyklus aus. Der KI-Algorithmus ist an den meisten dieser Technologien und Prozesse beteiligt und wird in zunehmendem Maße für die evolutionäre Fertigungsstufe in Industrie 4.0 eingesetzt werden, da enorme Datenmengen und Echtzeit-Entscheidungsfragen in den Produktionsanlagen und im Ökosystem auftreten. Obwohl es lange dauern wird, bis das Endziel erreicht ist, wie ein Mensch zu denken und zu handeln, wird die AI eine zuverlässige Rolle als intelligenter Agent und Brücke zwischen Arbeitern und Maschinen/Prozessen spielen.

Table 1: Key Enabling Technologies of Industrie 4.0

496 Seung Hyeog Moon

## DURCHFÜHRUNG

Menschen, die in der Industriegesellschaft leben, haben immer den Wunsch, ihre Lebensqualität zu verbessern. Die industriellen Technologien schreiten voran, um den gesellschaftlichen Anforderungen gerecht zu werden. Das traditionelle Produktionssystem ist kein nachhaltiges Modell, das viele Fragen aufwirft, die gelöst werden müssen. Die Industrie 4.0 wird als Lösung für diese implementiert werden, während das bestehende Manufacturing Execution System (MES) sich intelligenter für eine optimierte, flexible, kundenspezifische und kostenreduzierte Fertigung entwickelt. Es gibt keine einzigartigen globalen Standards, um die Lösungen für eine fortschrittliche Fertigung zu implementieren. Der Grund dafür hängt mit verschiedenen industriellen Faktoren und Merkmalen der einzelnen führenden Herstellerländer wie Deutschland, den Vereinigten Staaten und Japan zusammen. Eine intelligente Fabrik ist nicht nur eine autonome Einrichtung, sondern dank der digitalen Transformation ein Weg der revolutionären Zusammenarbeit zwischen den Interessengruppen des Fertigungsökosystems. Die führenden Unternehmen der fortschrittlichen Fertigungsindustrien werden versuchen, intelligente Fabriken mit ihrer eigenen Stärke und Kompetenz zu entwickeln. Japan wendet die Methodik des Edge Computing an, um die auf der Schnittstelle Mensch-Maschine basierende Intelligenz mit lockeren Standards voranzubringen, während Deutschland und die Vereinigten Staaten verwandte Technologien mit starken Standards für die Übernahme der Initiative einführen. Es ist schwierig zu versichern, welche Strategie und Haltung im Moment vernünftig ist, da der Erfolg einer intelligenten Fabrik auf der Grundlage von Industrie 4.0 nicht nur durch Technologien und Standards, sondern auch durch Betrieb und Management im Ökosystem erreicht werden wird. Somit wird die Bedeutung von Mensch und Organisation in der autonomen Produktion paradoxerweise zunehmen. Die Antwort auf die Frage nach der Initiative in der Industrie 4.0 wird die "Kundenwertschöpfung" sein, die der/die angehende Leiter\*in ausführt.

## SCHLUSSFOLGERUNG

Industrie 4.0 hat maßgeblich zur Beschleunigung der 4. industriellen Revolution beigetragen. Ein herausragender Aspekt dieser Revolution ist die steigende Nachfrage nach kundenspezifischen Gütern in Verbindung mit einem immer kürzeren Lebenszyklus der Produkte. Massenanpassung ist das, woran viele

Industrieländer interessiert sind und worauf sie sich konzentrieren. Sie erfordert eine weitere Umgestaltung der Organisationsstruktur und der Wertschöpfungsketten in einem Unternehmen, das mit der zunehmenden Komplexität fertig wird. Es wird einige Zeit dauern, bis sich die Industrie 4.0 aufgrund der Unterschiede in der Kostenstruktur, den Kundenbedürfnissen, dem Wertversprechen usw. über die Fertigungsindustrien ausbreitet. Die Frage der Standards wird in der Zwischenzeit durch die Zusammenarbeit zwischen verwandten Ländern gelöst werden. Unternehmen, die Industrie 4.0 für intelligente Fabriken implementieren, müssen ihre Strategien für die Stakeholder - Kunden\*innen, Mitarbeiter\*inenn und Partner\*innen in Ökosystemen - sorgfältig entwickeln. Auch dreidimensionale Integrationen auf der Grundlage von Industrie 4.0 über den gesamten Produktlebenszyklus und digitalisierte Netzwerke werden der Fertigungsindustrie in der Ära der 4. industriellen Revolution schließlich vernünftige Lösungen bieten.

## ANERKENNUNG

Diese Studie wurde mit Forschungsgeldern der Gwangju-Universität im Jahr 2019 durchgeführt.

## Referenzen

- [1] Jay Lee, "Smart Factory System", Informatik Spektrum, vol. 38, no. 3, pp. 230-231, 2015 [2] Malte Brettel, Niklas Friederichsen, Michael Keller, Marius Rosenberg, "How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective", International Journal of Information and Communication Engineering, vol. 8, no. 1, pp. 37-44, 2014 [3] G. Schuh, T. Potente, C. Wesch-Potente, A. R. Weber, and J.-P. Prote, "Collaboration Mechanisms to Increase Productivity in the Context of Industrie 4.0," Procedia CIRP, vol. 19, pp. 51-56, 2014 [4] Uwe Dombrowski, Tobias Wagner, "Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution", Science Direct, Procedia CIRP vol. 17, pp.100-105, 2014 [5] Przemyslaw Zawadzki, Krzysztof Zywicki, "Smart Product Design and Production Control for Effective Mass Customization In the Industry 4.0 Concept", Management and Production Engineering Review, vol. 7, no. 3, pp. 105-112 [6] Janani, F., Kohan, S., Taleghani, F., Ghafarzadeh, M. Effective strategies in promoting evidence-based maternity practice from the perspective of midwives in Iran: An opportunity for change, (2018) International Journal of Pharmaceutical Research, 10 (3), pp. 55-62. DOI: 10.31838/ijpr/2018.10.03.050 [7] Shiyong Wang, Jiafu Wan, Di Li, Chunhua, Zhang, "Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook", International [8] Journal of Distributed Sensor Networks, Volume 2016, Article ID 3159805, 10 pages  
497 Eurasian Journal of Analytical Chemistry

[9] Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung-An Hao, "Recent Advances and Trends of Cyber-Physical Systems and Big Data Analytics in Industrial Informatics, Proceeding of Int. Conference on Industrial Informatics (INDIN) 2014



[10] Ushasi Das, Gopa Roy Biswas And Sutapa Biswas Majee (2013) Fabrication of a Disintegration-Accelerated Matrix Tablet of Carvedilol. *International Journal of Pharmacy Research & Technology*, 3 (2), 22-28. [11] Radu. C, Ioana. A, Olteanu, Gheorghe. “Smart Monitoring of Potato Crop: A Cyber-Physical System Architecture Model in the Field of Precision”, *International Conference on Agriculture for Life, Life for Agriculture, Agriculture and Agricultural Science*, *Procedia CIRP* vol. 6, pp. 73–79, 2015 [12] Jay Lee, Hung-An Kao, Shanhu Yang, “Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment”, *Proceedings of the 6th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems*, *Procedia CIRP* vol. 16, pp.3-8, 2014 [13] Gu Pingli, Shang Yanlei, Chen Junliang, Deng Miaoting, Lin Bojia, *Enterprise-oriented Communication*.