

## Das Industrial Engineering im Spannungsfeld der Industrie 4.0

Patricia STOCK, Kim BOGUS

*REFA-Institut e.V.  
Emil-Figge-Straße 43, D-44227 Dortmund*

**Kurzfassung:** Die Arbeits- und Betriebswelt verändert sich stetig. Der Megatrend „Digitalisierung“ verändert derzeit die Rahmenbedingungen für Unternehmen erheblich und stellt diese vor neue Anforderungen. Dies hat zur Folge, dass sich das Industrial Engineering konsequent weiterentwickeln muss. Aufgabe des Industrial Engineer in der Industrie 4.0 ist es, die Unternehmenspotenziale zu identifizieren, die durch die Digitalisierung sinnvoll und wirtschaftlich erschlossen werden können. Hierauf aufbauend können dann die Unternehmenssysteme, die Prozesse sowie die Arbeitssysteme und Arbeitsplätze gestaltet werden, wozu die passenden Methoden und Werkzeuge zu identifizieren und im Unternehmen einzuführen sind.

**Schlüsselwörter:** Industrial Engineering, Digitalisierung, Kompetenz, Gestaltung, MTO

### 1. Die Rolle des Industrial Engineer in der Industrie 4.0

Die Wirtschaft ist aktuell mit umfassenden, strukturverändernden Herausforderungen konfrontiert. Die sich wandelnde Informations- und Kommunikationstechnologie wird zukünftig das Leben und Arbeiten der Menschen durchdringen und neue Flexibilisierungspotenziale für Unternehmen und Beschäftigte eröffnen.

Aufgabe des Industrial Engineer ist es, betriebsspezifisch die passenden Methoden und Werkzeuge zu identifizieren und im Unternehmen einzuführen, welche die für das Unternehmen relevanten Ziele und Erfolgsfaktoren am besten unterstützen können. Dies schließt in Zeiten der Digitalisierung selbstverständlich auch Lösungen der Industrie 4.0 mit ein. Der Industrial Engineer muss bereits bei der Planung von Lösungen der Industrie 4.0 mitwirken, um so einerseits deren Einsatz im Unternehmen möglichst effizient zu gestalten und andererseits die erforderlichen Änderungen der Arbeits- und Prozessorganisation und resultierende Qualifizierungsmaßnahmen frühzeitig einsteuern zu können.

Die grundlegenden Veränderungen in der digitalisierten Arbeitswelt lassen sich durch die fünf Paradigmen der Industrie 4.0 nach Roth (2016) beschreiben. Diese werden die zukünftigen Aufgaben des Industrial Engineering maßgeblich prägen. Die neuen Paradigmen der industriellen Fertigung sind (Quelle: Roth 2016):

- Paradigma 1: Vertikale und horizontale Integration
- Paradigma 2: Dezentrale Intelligenz
- Paradigma 3: Dezentrale Steuerung
- Paradigma 4: Durchgängiges digitales Engineering
- Paradigma 5: Cyber-Physische-Produktionssysteme

### *1.1 Paradigma 1: Vertikale und horizontale Integration*

Vertikale Integration bedeutet, dass in einem Unternehmen gleiche funktionale Einheiten (z. B. Einkauf) von der Leitung bis zu den einzelnen Unterabteilungen aus einer einheitlichen Prozess- und IT-Struktur bestehen (nach Roth 2016). Der Aufwand verschiedenste Tools und Anwendungen autark zu betreiben entfällt, wodurch die Transparenz im Unternehmen wesentlich gesteigert werden kann und redundante Arbeiten vermieden werden.

„Die horizontale Integration hingegen beschreibt die Einbindung von Systemen von Kunden, Lieferanten, verteilten Unternehmensstandorten sowie externen Dienstleistern und Produzenten.“ (Roth 2016). Die reibungsfreie Integration steigert nicht nur die Transparenz, sondern ermöglicht es auch über die Unternehmensgrenzen hinaus Beteiligte sinnvoll in die Prozesse einzubinden.

Der Industrial Engineer als Prozessgestalter und Arbeitsdatenmanager wird hier gleich in zwei Bereichen stark gefordert. Zum einen müssen die Prozesse entsprechend der neuen Arbeitsstrukturen angepasst werden und zum anderen müssen Daten mehr denn je zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung stehen. Besonders wichtig ist hierbei, dass alle benötigten Informationen dem Benutzer für die Erfüllung seiner Aufgabe zur Verfügung stehen. In diesem Spannungsfeld ist es die Aufgabe des Industrial Engineering, die Rahmenbedingungen durch klar strukturierte Prozesse zu schaffen.

Der Industrial Engineer agiert somit als:

- Prozessgestalter im interdisziplinären Umfeld
- Arbeitsdatenmanager im stark vernetzten Umfeld
- Kommunikator zwischen allen Schnittstellen und Beteiligten

### *1.2 Paradigma 2: Dezentrale Intelligenz*

Die Dezentrale Intelligenz beschreibt die Fähigkeit von Produkten, Produktionsmitteln und -anlagen, Daten über den Produktionsprozess zu speichern und die Informationen im Netzwerkverbund über das Internet der Dinge mit anderen Objekten auszutauschen. Entscheidend ist hierbei die Tatsache, dass die Informationsträger nicht zwangsweise nur über eine zentrale Steuerung kommunizieren. Vielmehr sollen sie in die Lage versetzt werden, direkt mit entsprechenden Prozessbeteiligten Daten und Informationen auszutauschen.

Betrachtet man dieses Paradigma aus Sicht des Industrial Engineering, so wird klar, dass in der Arbeitsorganisation und Arbeitssystemgestaltung in Zukunft neue Wege möglich sind. Der Industrial Engineer muss fähig sein, Arbeitssysteme so zu gestalten, dass eine Kommunikation zwischen allen Objekten einwandfrei möglich ist. Vor allem der Mensch nimmt hier eine zentrale Rolle ein. Er muss ohne Benachteiligung in den Kommunikationsprozess eingebunden und befähigt werden, alle Tätigkeiten im neuen Arbeitsumfeld ausüben zu können. So wird gewährleistet, dass Unterstützungssysteme, wie etwa eine Montageassistent, nachhaltig zum Einsatz kommen.

Der Industrial agiert somit als:

- Entscheider über die Anwendbarkeit neuartiger technologischer Lösungen
- Gestalter von neuen, angepassten und intelligenten Prozessen
- Gestalter neuer und intelligenter Arbeitssysteme

### 1.3 *Paradigma 3: Dezentrale Steuerung*

Durch dezentrale, vernetzte Intelligenzen können Objekte miteinander kommunizieren und sich dezentral autonom steuern. Eine zentrale Steuerung, beispielsweise durch einen Leitrechner, wird dann obsolet. Informationen werden über das Internet der Dinge direkt mit entsprechenden Prozessbeteiligten kommuniziert und beispielsweise so „selbstständig“ der optimale Pfad des Produktes durch die Produktion bestimmt. Gerade hier ist ein fundiertes Arbeitsdatenmanagement elementar. Aufgrund der Menge an Informationen sowie der hohen Anzahl an Sensoren, Aktoren und Schnittstellen werden sehr hohe Datenvolumina in sehr kurzen Zeitabständen zwischen den Objekten ausgetauscht. Daher muss der Industrial Engineer die relevanten Daten von Beginn an anforderungsgerecht und dem Prozesszweck entsprechend definieren, damit die IT-Infrastruktur möglichst wenig belastet wird. Außerdem kann er bei der Entwicklung und Definition zugrundeliegender Steuerungs- und Entscheidungslogiken, nach denen eine dezentrale Steuerung geregelt wird, unterstützen. Nicht zuletzt muss er geeignete Vorgehensweisen zur Nachverfolgung einer dezentralen Steuerung entwickeln.

Der Industrial Engineer agiert somit als:

- Experte für die Sondierung relevanter Unternehmensdaten
- Ermittler von Qualifizierungsbedarfen im neuen Umfeld
- Integrationsbegleiter bei der Umsetzung von Nachverfolgungssystemen

### 1.4 *Paradigma 4: Durchgängiges digitales Engineering*

Das durchgängige digitale Engineering beschreibt die digitale Abbildung eines physischen Produktionsprozesses, wobei ähnlich zum ersten Paradigma alle Prozesse von der Entwicklung bis zur Produktionsplanung als Gesamtprozess zu sehen sind und der Anspruch besteht, diese in Echtzeit zu visualisieren. Dabei spielt auch die digitale Fabrik eine Rolle, die durch ein umfassendes Netzwerk die Planung, Realisierung, Steuerung und laufende Verbesserung der wesentlichen Fabrikprozesse unterstützt (VDI-Richtlinie 4499). Hier können Prozesse visualisiert und simuliert werden.

Der Industrial Engineer agiert somit als:

- Ganzheitlicher Gestalter der Unternehmensprozesse
- Change Manager bei der (Neu)Gestaltung
- Vermittler und Multiplikator im Unternehmen

### 1.5 *Paradigma 5: Cyber-Physische-Produktionssysteme*

In einer ganzheitlichen Betrachtung der Unternehmensnetzwerke muss der Industrial Engineer die Cyber-Physischen-Produktionssysteme (CPPS) – also die Gesamtheit des Ansatzes „Industrie 4.0“ – gestalten, umsetzen und auch nachhaltig betreiben. Dabei müssen alle technologischen Bestandteile eines Produktionssystems, wie z. B. Sensoren und Aktoren, einer Steuerungssystematik unterliegen und Daten innerhalb des Systems mit intelligenten Produktionsmitteln austauschen.

Der Industrial Engineer agiert somit als:

- Gestalter geeigneter Steuerungssystematiken
- Wegbereiter für die nachhaltige Umsetzung der CPPS
- Koordinator für die strukturierte Umsetzung eines CPPS

## 2. Notwendigkeit der ganzheitlichen Betrachtung bei der Umsetzung der Industrie 4.0

Anhand der fünf Paradigmen der Industrie 4.0 wird deutlich, dass mögliche Veränderungen, die durch den Einsatz moderner technologischer Lösungen entstehen können, in vielen Fällen die Struktur eines Unternehmens grundlegend verändern können. Der Industrial Engineer agiert in diesem Handlungsfeld als interdisziplinäre Instanz zwischen verschiedenen Akteuren eines Betriebes, z. B. der Geschäftsführung, den Beschäftigten, den Betriebsräten und zukünftig vermehrt auch mit der IT, deren Bedeutung in der Industrie 4.0 stetig zunimmt. Daher ist es für den Industrial Engineer als Change Manager von größter Bedeutung diese Veränderung ganzheitlich zu betrachten.

Eine ganzheitliche Betrachtungsweise umfasst nicht nur die technologischen Aspekte der Industrie 4.0, sondern impliziert gleichzeitig auch die Betrachtung der organisatorischen und humanen Auswirkungen auf das gesamte Unternehmen. Daraus lassen sich drei Kernaspekte ableiten, die im Rahmen der nachhaltigen Umsetzung der Industrie 4.0 aus Sicht des Industrial Engineering von Bedeutung sind:

- **Der Mensch (M)**

Der Mensch ist ein elementarer Bestandteil eines jeden Unternehmens. In der Industrie 4.0 wird sich die Arbeit verändern. Das heißt nicht nur der Arbeitsplatz an sich, sondern auch die Kommunikation, Arbeitsmodelle oder die Qualifikationsanforderungen befinden sich im Wandel und deren Betrachtung ist somit bei einer Gestaltung neuer Lösungen von höchster Bedeutung.

- **Die Technik (T)**

Die Technik ist in vielen Fällen der wesentliche Treiber des Wandels im Unternehmen. Speziellen Anforderungen an das Industrial Engineering ergeben sich hierbei nicht nur durch das Identifizieren und Priorisieren möglicher neuartiger technischer Lösungen, sondern vor allem auch dadurch, dass diese Lösungen nachhaltig in das bestehende Unternehmen zu integrieren sind.

- **Die Organisation (O)**

Die Organisation als betrieblicher Gesamtkomplex muss nicht nur prozessual auf die neuen Kommunikations- und Informationswege angepasst werden, sondern auch aus kultureller Sicht „fit“ für die Industrie 4.0 sein.

## 3. Das Kompetenzprofil des Industrial Engineer

Ausgehend von der ursprünglichen Kernaufgabe, der Ermittlung von Daten für die Auftragsplanung und Entgeltgestaltung, entwickelt sich das Industrial Engineering zum Wegbereiter für die Industrie 4.0. Der Industrial Engineer gestaltet nicht mehr ausschließlich die Arbeitssysteme in der Fertigung, sondern betrachtet das Unternehmen und den Wertschöpfungsprozess ganzheitlich und berücksichtigt dabei auch die Anforderungen und Bedürfnisse der Beschäftigten. Das Arbeitsdatenmanagement ist dabei nach wie vor eine wichtige Kernaufgabe des Industrial Engineering.

Entsprechend vielfältig sind Anforderungs- und Kompetenzprofil des Industrial Engineer. Der Industrial Engineer benötigt umfassende Fach- und Methodenkompetenz zu Bereichen der Arbeitswissenschaft, Arbeitsvorbereitung, Arbeits- und Betriebswirtschaft, Logistik, des Projektmanagements sowie die Fähigkeit zur Planung und Umsetzung Ganzheitlicher Unternehmenssysteme (nach Stowasser, 2010, S. 59; Wagner et al., 2010, S. 724).

Neben der Fach- und Methodenkompetenz ist allerdings auch zwingend Systemkompetenz erforderlich, also die die Fähigkeit, Systeme zu verstehen, zu steuern und zu verändern sowie Chancen und Risiken zu erkennen. Insbesondere für die Gestaltung von Lösungen der Industrie 4.0 ist Systemkompetenz unerlässlich, um so die Technologien der Industrie 4.0 ganzheitlich und zielgerichtet in den Wertschöpfungsprozess des Unternehmens zu integrieren und nachhaltig zu betreiben. Da der Industrial Engineer eine Schlüsselposition zwischen der Geschäftsführung, Führungskräften und den Mitarbeitern einnimmt, muss er ferner auch Sozial- und Persönlichkeitskompetenz besitzen.

Die Nutzung dieser Kompetenzfelder gilt als Schlüssel zur Handlungs- und Problemlösungsfähigkeit des Industrial Engineer. Die situationsabhängige Kombination der verschiedenen Kompetenzen ermöglicht es dem Industrial Engineer, sich auch in fachlich fremde Tätigkeiten und Abläufe hineinzusetzen, Maßnahmen zu entwickeln und dafür zu sorgen, dass seine Vorschläge akzeptiert werden.

Die IT-Kompetenz gewinnt als Fach- und Methodenkompetenz auch für den Industrial Engineer zunehmend an Bedeutung. In Anlehnung an das European e-Competence Framework (Ehrke 2010, S. 15) werden hier unter dem Begriff der IT-Kompetenz diejenigen Kompetenzen verstanden, „die gebraucht werden um

- ITK Projekte und Prozesse zu entwickeln, zu betreiben und zu leiten,
- Informations- und Telekommunikationstechnologie zu verwerten und zu nutzen,
- Entscheidungen zu treffen und Strategien zu entwickeln und
- neue Szenarien und Trends vorausszusehen.“

Die benötigte IT-Kompetenz des Industrial Engineer ist somit mehr als die Kompetenz zur reinen Nutzung der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien. Vielmehr müssen auch Trends in der Digitalisierung vorausgesehen werden können, um so frühzeitig Strategien für die betriebsspezifische Entwicklung von Arbeitsorganisation und -gestaltung ableiten und Entscheidungen über deren Realisierung treffen zu können.

Im Rahmen des Prozesses zur Gestaltung und Einführung von Technologien der Industrie 4.0 übernimmt der Industrial Engineer die Rolle des Moderators, der die verschiedenen betroffenen Bereiche zusammenbringt und deren Anforderungen an die Industrie 4.0 identifiziert, zusammenführt und geeignete betriebsspezifische Lösungen für die Industrie 4.0 sowie deren Einführung mit den betroffenen Bereichen erarbeitet. Da Lösungen der Industrie 4.0 in der Regel viele oder sogar alle Bereiche im Unternehmen tangieren, muss der Industrial Engineer auch als Change Manager agieren, um alle betrieblichen Akteure gleichermaßen in den Prozess einzubinden und möglichen Widerständen bereits im Vorfeld entgegenzuwirken.

Vor diesem Hintergrund muss der Industrial Engineer insbesondere auch die Beschäftigten im Unternehmen auf die Interaktion und den Umgang mit den neuen Systemen vorbereiten. Dies muss differenziert erfolgen: Während der Geschäftsführung Nutzen und Funktionsweise von Industrie 4.0 vermittelt werden müssen, damit diese Entscheidungen über neue Lösungen adäquat treffen kann, müssen den Planern und Maschinenbedienern die Vor- und Nachteile aufgezeigt werden, um Widerstände bei

der Umsetzung zu vermeiden, und ein entsprechendes Qualifizierungskonzept für diese entwickelt werden. Notwendige Aktivitäten müssen dabei hinreichend früh eingeplant werden, was ein methodisches Vorgehen bei der Planung und Einführung von Lösungen der Industrie 4.0 erfordert, welches nicht nur die technologischen, sondern auch die organisatorischen und mitarbeiterbezogenen Aspekte berücksichtigt.

#### 4. Nachhaltige Gestaltung der Industrie 4.0 mit REFA

Bei der Einführung und Gestaltung der Industrie 4.0 wird REFA die Unternehmen und Beschäftigten in den aktuell turbulenten Zeiten weiterhin begleiten und dabei unterstützen, sich auf den Wandel der Arbeitswelt einzustellen. Die Ergebnisse der aktuellen REFA-Aktivitäten werden einerseits durch die Schriftenreihe REFA-Methodenlehre sowie durch Schulungs- und Ausbildungsmaßnahmen nachhaltig und großflächig in die betriebliche Praxis transportiert und dort verankert.

Für das systematische Vorgehen Planung, Einführung und Betrieb von Lösungen der Industrie 4.0 kann der REFA-Standard „Industrie 4.0“ verwendet werden (vgl. z.B. Bogus 2018), der den Industrial Engineer dazu befähigt, für sein Unternehmen sinnvolle Lösungen der Industrie 4.0 zu identifizieren, die erforderlichen Rahmenbedingungen für deren Einsatz zu schaffen und deren Einführung und Betrieb zielgerichtet, effizient und nachhaltig zu realisieren.

Derzeit können mehrere REFA-Ausbildungen den Industrial Engineer auf seine neuen Aufgaben in der Industrie 4.0 fit machen. Die **REFA-Grundausbildung 4.0** liefert dabei das Basis-Know-how im Industrial Engineering. Der REFA-Arbeitsorganisator hat die Qualifikation Arbeitsabläufe zu analysieren und zu strukturieren, Arbeitsplätze arbeitsorganisatorisch und ergonomisch zu gestalten sowie Prozessdaten zu ermitteln und anzuwenden. Für die operative Prozess- und Wertstromgestaltung wird Problemlöse- und Handlungskompetenz durch die Ausbildung zum **REFA-Techniker IE** vermittelt, während die Ausbildungen zum **REFA-Industrial-Engineer** sowie zum **REFA-Ingenieur** dies auf strategisch Ebene übernehmen.

Die traditionellen Strategien und Methoden von Industrial Engineering und Arbeitsdatenmanagement werden derzeit vom REFA-Institut überprüft und weiterentwickelt, insbesondere mit dem Fokus auf Digitalisierung und Industrie 4.0. Methoden und Werkzeuge zielen auf die Balance von Produktivität und nachhaltiger Unternehmenskultur ab, welche die Mitarbeiterorientierung als wichtigen Erfolgsfaktor fördert.

#### 5. Literatur

- Bogus K (2018). REFA-Standard Industrie 4.0 zur Entwicklung für Handlungskompetenzen in Unternehmen. GfA, Dortmund (Hrsg.): Frühjahrskongress 2018, Frankfurt a. M.
- Ehrke M (2010). European e-Competence Framework - ein europäischer Kompetenzrahmen für ITK Fach- und Führungskräfte. Hamburg: edp GmbH. Retrieved 04.09.2017 from [http://www.globepro.de/cms/upload/veroeffentlichungen/Broschuere\\_e-CF\\_deutsch.pdf](http://www.globepro.de/cms/upload/veroeffentlichungen/Broschuere_e-CF_deutsch.pdf).
- Roth A (2016) Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis. Springer-Verlag, Wiesbaden
- Stowasser S (2015). Deutschland 2015, Deutschland 2020 – wo wachsen wir hin? Betriebspraxis & Arbeitsforschung 223(22): 4-9.
- VDI 4499 (2008) Digitale Fabrik – Grundlagen. Blatt 1. Berlin: Beuth.
- Wagner C, Heinen T, Regber H, Nyhuis, P (2010). Fit for Change – Der Mensch als Wandlungsbefähiger. wt Werkstattstechnik online 100(9): 722-727.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?**

66. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin  
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin  
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

---

## **GfA-Press**

---

**Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020**

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme  
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2020  
ISBN 978-3-936804-27-0

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.  
Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**  
**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)