

Vol. 4, No. 2021-01

Forschungspapiere und Fallstudien der



Der Begriff Industrie 4.0 wird aktuell in vielen Bereichen genannt. Doch wissen Sie, was genau darunter zu verstehen ist? In dieser Fallstudie wird zuerst beschrieben, was unter Industrie 4.0 verstanden wird und wie die verschiedenen Stufen der industriellen Revolution geprägt sind.

Die daraus resultierenden Anforderungen an die elektronischen Bauteile wachsen permanent mit. In diesem Beitrag wird die Entwicklung von Simatic-Steuerungen chronologisch aufgereiht und so entsteht eine Reise durch die Geschichte der Simatic-Steuerungen. Anschließend wird bei der Entwicklung von Simatic-Steuerungen auf den Bezug von Industrie 4.0 eingegangen.

## >> Die Entwicklung von Simatic- Steuerungen in Bezug auf Industrie 4.0 <<

Nathalie Widmann

ISSN-Nummer (Online) 2570-2459

ISSN-Nummer (Print) 2570-2505

Herausgeber: Prof. Dr. Ute Reuter, Professorin für Betriebswirtschaftslehre,  
insbesondere Unternehmensführung, Personal und Organisation an der  
VWA-Hochschule für berufsbegleitendes Studium

Prof. Dr. Tobias Loose, Professor an der Hochschule Heilbronn  
sowie Prorektor und Dekan der Ingenieurwissenschaftlichen Fakultät der  
VWA-Hochschule für berufsbegleitendes Studium

Wolframstraße 32  
70191 Stuttgart

Erscheinungsort: Stuttgart, Deutschland

© Für die Inhalte sind die Autoren verantwortlich.  
Das Copyright liegt beim Autor des jeweiligen  
Beitrags.

ISSN-Nummer (Online) 2570-2459  
ISSN-Nummer (Print) 2570-2505

# Die Entwicklung von Simatic-Steuerungen in Bezug auf Industrie 4.0

Nathalie Widmann

## *Zusammenfassung:*

Der Begriff Industrie 4.0 wird aktuell in vielen Bereichen genannt. Doch wissen Sie, was genau darunter zu verstehen ist? In dieser Fallstudie wird zuerst beschrieben, was unter Industrie 4.0 verstanden wird und wie die verschiedenen Stufen der industriellen Revolution geprägt sind.

Die daraus resultierenden Anforderungen an die elektronischen Bauteile wachsen permanent mit. In diesem Beitrag wird die Entwicklung von Simatic-Steuerungen chronologisch aufgereiht und so entsteht eine Reise durch die Geschichte der Simatic-Steuerungen. Anschließend wird bei der Entwicklung von Simatic-Steuerungen auf den Bezug von Industrie 4.0 eingegangen.

## *Schlüsselwörter:*

Simatic-Steuerung, Industrie 4.0, industrielle Revolution.



# Inhaltsverzeichnis

1. Simatic-Steuerungen und Industrie 4.0
2. Stand der Technik
  - 2.1. Was ist Industrie 4.0?
  - 2.2. Die Geschichte von Simatic-Steuerungen
3. Wie hängen Industrie 4.0 und die Entwicklung der Steuerungen zusammen?
4. Gesamtbetrachtung
5. Resümee

Danksagung

Literatur- und Quellenverzeichnis

Kontaktdaten



## 1. *Simatic-Steuerungen und Industrie 4.0*

Simatic ist ursprünglich eine Abkürzung und setzt sich aus den Worten Siemens und Automatic zusammen. Daraus entstand der Produktname der Firma Siemens für Produkte aus der Automatisierungstechnik, siehe [6]. Bei einer elektronischen Steuerung werden Ausgangsgrößen von Eingangsgrößen und Informationen auf Grund von Gesetzmäßigkeiten beeinflusst, siehe [4]. Unter Industrie 4.0 ist die vierte industrielle Revolution definiert, bei welcher vor allem die Vernetzung, Digitalisierung und Selbststeuerung der Produktion, mit Hilfe des Internets, im Vordergrund stehen, siehe [3,16]. Damit die steigenden Anforderungen an die Steuerungen erfüllt werden können, müssen sich diese stets weiterentwickeln. Diese Entwicklung, insbesondere die der Simatic-Steuerungen, wird in diesem Beitrag in Bezug auf Industrie 4.0 erarbeitet. Dabei wird zuerst auf den aktuellen Stand der Technik eingegangen, indem Industrie 4.0 definiert und die Geschichte der Simatic-Steuerungen dargelegt wird. Im nachfolgenden Kapitel wird erarbeitet, wie Industrie 4.0 und die Entwicklung der Steuerungen miteinander zusammenhängen und welche Anforderungen dadurch an die Steuerungen gestellt werden. Anschließend werden die daraus resultierenden Ergebnisse in einer Gesamtbetrachtung dargestellt. Mit einem Resümee wird diese Arbeit zusammenfassend abgeschlossen.

## 2. *Stand der Technik*

### 2.1 *Was ist Industrie 4.0?*

Die ersten drei industriellen Revolutionen sind als Heranführung an die vierte Revolution ein wichtiges Basiswissen und werden deshalb folgend kurz erläutert.

Die erste industrielle Revolution startete Ende des 18. Jahrhunderts mit der Erfindung der Dampfmaschine, siehe [1], S.5ff. Dadurch konnten Produktionsanlagen gebaut werden, welche mit Wasser- und Dampfkraft angetrieben wurden, siehe [16]. Die Grundlage für diese Revolution waren also physikalische Systeme.

Diese wurden auch in der zweiten industriellen Revolution genutzt, welche Ende des 19. Jahrhundert begann. In dieser Zeit wurden elektrische Antriebe und Verbrennungsmotoren, sowie das Fließband entwickelt, siehe [1], S.5ff. Daraus resultiert, dass nach der zweiten industriellen Revolution die arbeitsteilige Massenproduktion mit elektrischer Energie möglich war, was zu einem Wohlstand in der Bevölkerung führte, siehe [1], S.5ff.

Ende des 20. Jahrhunderts begann die dritte industrielle Revolution mit Hilfe der Elektronik und dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien, siehe [1], S.5ff. Aus dem Einsatz von diesen Cyber Systemen entstand eine variantenreiche Serienproduktion, welche nach und nach mehr auf die individuellen Kundenwünsche eingehen konnte, siehe [1], S.5ff.

Aktuell, am Anfang des 21. Jahrhundert wird von der vierten industriellen Revolution gesprochen. Dabei steht vor allem die Vernetzung und Selbststeuerung der Produktion auf der Basis von cyber-physischen Systemen (CPS) im Mittelpunkt, siehe [18]. Ein CPS besteht aus mechanischen Komponenten, wie Maschinen, Anlagen oder Roboter, welche über moderne Informationstechniken virtuell miteinander vernetzt sind und dadurch Informationen in Echtzeit austauschen können, siehe [3,14]. Das Ziel von Industrie 4.0 in Bezug auf die Produktion ist es, Produktionsprozesse flexibler und selbststeuernd zu realisieren. Dabei *„steuern sich die Produktionsaufträge über*

*datentechnische Anwendungen entsprechend ihren individuellen Anforderungen selbsttätig durch die Fertigung und kommunizieren über Datennetze direkt mit den von ihnen benötigten Anlagen, Werkzeugen und Transportmitteln.*“, siehe [3]. Um die Kommunikation in einer virtuellen Repräsentation untereinander sicher zu stellen spielt das Internet eine sehr große Rolle, siehe [3] S.77ff. Damit eine selbststeuernde Produktion erreicht werden kann, entsteht eine große Herausforderung an die elektrischen Bauteile. Die große Menge an unterschiedlichen Daten muss verarbeitet, analysiert, verschickt, genutzt und gespeichert werden. In diesem Zusammenhang wird oft der Begriff Big Data verwendet. Um die Produktion effizienter zu machen, werden die Konzepte von Industrie 4.0 und Big Data miteinander verknüpft, siehe [12].

Der zeitliche Verlauf der eben beschriebenen vier Phasen der industriellen Revolutionen ist in Abbildung 1 graphisch veranschaulicht.

### 2.2 Die Geschichte von Simatic-Steuerungen

Die Geschichte der Simatic-Steuerungen begann 1958, als die Marke Simatic für das Patent angemeldet wurde, siehe [11]. Ein Jahr später (1959) kam die erste Version einer verbindungsprogrammierten Steuerung (VPS) auf den Markt: Simatic G. Diese war ein Baukastensystem mit 20 Transistorfunktionen für kontaktlose Steuerungen, welche mit einem Germanium-Schaltkreis ausgestattet war. Gegenüber den bisherigen Relais-Steuerungen war Simatic G deutlich schneller, platzsparender und verschleißärmer. Siehe [11].

1964 brachte Siemens die nächste Modellreihe auf den Markt: Simatic N, siehe [11]. Diese hatte einen Silizium-Schaltkreis, wodurch die Steuerungen temperaturunabhängiger und durch kürzere Schaltzeiten zuverlässiger gegen Lichtbögen wurden, siehe [11,17]. Realisiert war diese Modellreihe ebenfalls mit einem Baukastensystem mit Steckmodulen, wodurch verschiedene Schaltungen hardwaretechnisch aufgebaut und verdrahtet werden konnten.

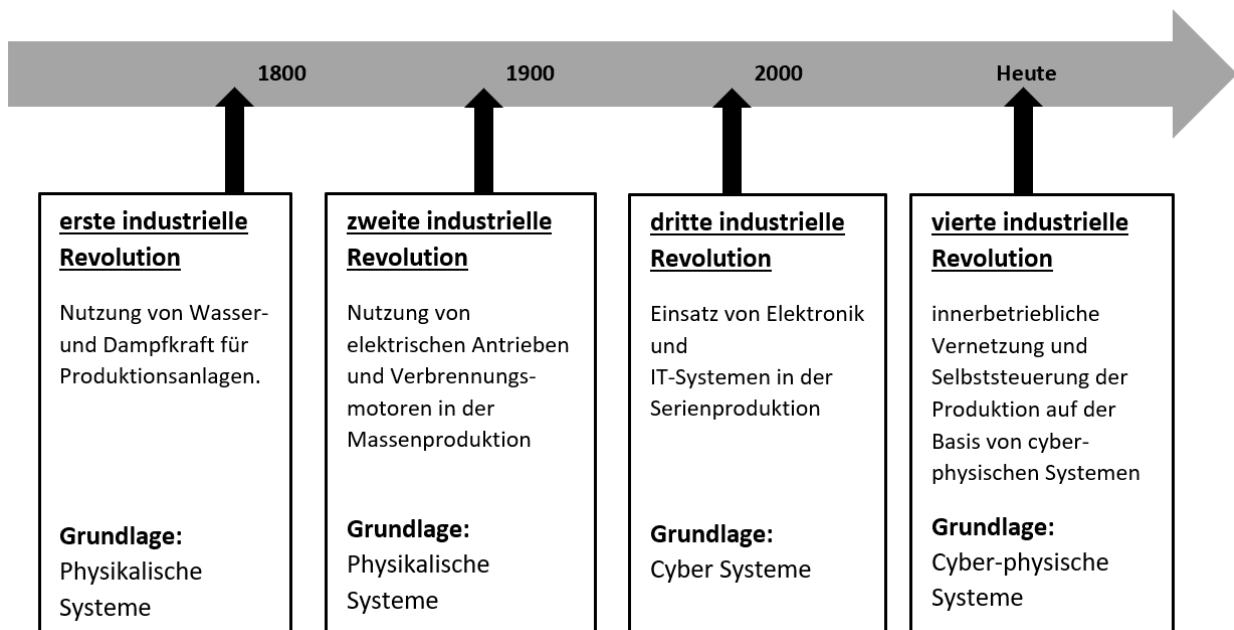


Abbildung 1: vier Phasen der industriellen Revolution, eigene Darstellung, siehe u.a. auch [1,3]



Die nächste Steuerung „Simatic S3“ kam 1973 auf den Markt. Allerdings war diese keine VPS mehr, sondern eine Speicherprogrammierte Steuerung (SPS) mit Hilfe von Mikroprozessortechnik und integrierten Schaltkreisen, siehe [11]. Die Schaltungen wurden nicht mehr mittels Verdrahtung aufgebaut, sondern als Programm in einer Software hinterlegt, siehe [11,17]. Dies brachte viele entscheidende Vorteile mit sich, sodass die VPS allmählich von der SPS abgelöst wurde. Zum Beispiel war der hohe Verdrahtungsaufwand nicht mehr erforderlich und es konnte schneller und flexibler auf Änderungen eingegangen werden.

1979 stellte Siemens die nächste Modellreihe „Simatic S5“ vor. Mit ihr gelang der Durchbruch der SPS in fast allen Branchen, siehe [17]. Durch eine reduzierte Taktzeit ermöglichte diese Steuerung schnellere und komplexere Produktionsschritte, siehe [11]. Die S5-Version wurde ständig weiterentwickelt und die Rechenleistung wuchs dementsprechend an. Bei der Version von 1988 gab es schon um die vier Millionen Transistorfunktionen und zu den Steuerungsfunktionen konnten zusätzliche übergeordnete Aufgaben übernommen werden, siehe [11].

Das Nachfolgemodell war „Simatic S7“, welches 1994 auf den Markt kam. Es war in drei Leistungsklassen erhältlich (S7-200, S7-300, S7-400), siehe [11]. Da ein Jahr zuvor die Feldbus-Kommunikationstechnik Profibus als Norm anerkannt wurde, waren diese Steuerungen mit dieser Feldbustechnik oder Industrial Ethernet ausgestattet, siehe [11]. Dies reflektiert, dass eine einfachere und sichere Verbindung in der Automatisierungstechnik immer wichtiger wurde, siehe [17].

Bereits zwei Jahre später (1996) wurden erste Automatisierungskonzepte von Totally Integrated Automation (TIA) vorgestellt. Dabei ging es darum, verschiedene

Prozessschritte von der Warenannahme, über die Produktionskette bis zur Warenausgabe über alle Automatisierungsebenen abzudecken, siehe [11,17]. Die Geräte wurden immer kleiner, intelligenter und hatten mehr Funktionalitäten. Zusätzlich waren Sie in verschiedenen Schutzklassen erhältlich, sodass sie in vielen Umgebungen eingesetzt werden konnten, siehe [13]. In den folgenden Jahren wurde der Bereich ‚Safety Integrated‘ vorgestellt, welches eine Kombination von Standard- und Sicherheitsautomatisierung in einem System ermöglicht, siehe [17]. Außerdem wurde der Informationsfluss mit Hilfe von Simatic IT überarbeitet, so dass ein lückenloser Informationsaustausch zwischen Produktion und Management möglich war, siehe [11].

2011 wurde das TIA-Portal eingeführt, welches „...eine nutzerfreundliche Plattform für Projektierung, Programmierung und Inbetriebnahme von Steuerung, Bediengeräten und Antrieben...“ ermöglicht, siehe [11]. Die Plattform des TIA-Portals wird im nachfolgenden Kapitel noch genauer erläutert. Es folgt die Einführung von neuen Steuerungscontrollern mit der S7-1200-Steuerung für Anwendungen im unteren Leistungsbereich und der S7-1500-Steuerung für mittlere und High-End-Anwendungen, siehe [17]. Für beide Steuerungen sind modulare Baugruppen erhältlich, welche eine Erweiterung je nach Anwendungsanforderungen ermöglichen, außerdem sind beide Steuerungen in das TIA-Portal integriert, siehe [13].

### **3. Wie hängen Industrie 4.0 und die Entwicklung der Steuerungen zusammen?**

Wie im Kapitel zuvor beschrieben kam die erste Simatic-Steuerung, damals noch als VPS, 1959 auf den Markt. Das liegt im Zeitraum Ende der zweiten industriellen Revolution, bei welcher die Elektrik immer eine

wichtigere Rolle spielte und somit elektrische Steuerungen immer häufiger zum Einsatz kommen mussten.

Der nächste große Erfolg gelang Siemens im Jahr 1973 als die erste SPS auf den Markt kam. Zu diesem Zeitpunkt startete auch die dritte industrielle Revolution. Mit steigendem Automatisierungsgrad und zunehmender Informations- und Kommunikationstechnologien der Maschinen war der Einsatz einer speicherprogrammierbaren Steuerung zwingend notwendig und so entwickelte sich die SPS mit steigenden Anforderungen immer weiter.

Als Startpunkt der vierten industriellen Revolution kann die Hannover Messe im Jahr 2011 gesehen werden, da dort der Begriff Industrie 4.0 in die Öffentlichkeit eingeführt wurde, siehe [3] S.13ff. Im selben Jahr stellte Siemens das TIA-Portal vor, welches eine wichtige Schnittstelle für die Umsetzung von Industrie 4.0 ist. Nachfolgend werden ein paar Beispiele genannt, um diese Schnittstelle genauer zu beschreiben.

Das TIA-Portal ist eine Plattform, welche

- Steuerungen (SPS-Controller),
- HMI (= Human Maschine Interface: Schnittstelle zwischen Menschen und Maschinen in Form von Bedien- und Anzeigegeräten),
- IPC (= interprocess communication: Internetprozesskommunikation),
- Industrielle Kommunikation,
- Motion Control (Bewegungsregelung)
- CNC (= Computerized Numerical Control: rechnergestützte numerische Steuerung),

miteinander verknüpft und eine benutzerfreundliche Projektierung, Programmierung und Inbetriebnahme ermöglicht, siehe [10]. Das TIA-Produktportfolio ist in Abbildung 2

visualisiert und verdeutlicht die Vernetzung im Betrieb durch das TIA-Portal von verschiedenen Bereichen in der Feldebene und Steuerung.

Totally Integrated Automation Portal	
Steuerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerungen</li> <li>• HMI</li> <li>• IPC</li> <li>• Industrielle Kommunikation</li> <li>• Motion Control</li> <li>• CNC</li> </ul>
Feldebene	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromversorgung und -verteilung</li> <li>• Industrielle Identifikation und Lokalisierung</li> <li>• Dezentrale Peripherie</li> <li>• Antriebssysteme</li> <li>• Industrielle Schalttechnik</li> </ul>

Abbildung 2: TIA-Produktportfolio, eigene Darstellung, vgl. [10]

Die Anforderungen, welche durch die Einführung von Industrie 4.0 an die Steuerungen entstehen, sind groß. Zusätzlich entsteht durch die angestrebte Wettbewerbsfähigkeit und Modernisierung der Geräte ein hoher Druck. Durch eine größere Modellvielfalt der herzustellenden Produkte in der Industrie und kürzere Produktlebenszyklen wird eine höhere Flexibilität an die Produktion erwartet, siehe u.a. [1]. Deshalb hat sich die Struktur des Produktionsaufbaus insofern geändert, dass die klassischen Produktionsstraßen durch vernetzte einzelne Produktionszellen ersetzt werden, welche individuell auf die aktuelle Auftragslage reagieren können. Dieser Aufbau ermöglicht bspw. eine Fertigung verschiedener Motorentypen auf der gleichen Linie. Dabei besitzt jede Produktionszelle eine eigene Steuerung, welche mit den Steuerungen anderer Zellen kommunizieren muss, um diese eben beschriebene Vernetzung herstellen zu können, siehe [1], S.560ff. Diese Kommunikation kann je nach Anforderung über verschiedene Schnittstellen hergestellt werden. Für Simatic-Steuerungen gibt es verschiedene Ausführungen und erweiterbare Modulbaugruppen, um die gewünschte Kommunikationslösung herzustellen. Die Kommunikation kann mit

Industrial Ethernet, Industrial Wireless Communication, Profibus, AS-Interface und IO-Link aufgebaut werden. Dadurch kann sogar eine Remote Communication, also ein Fernzugriff auf die Steuerungen, ermöglicht werden. Siehe [7]. Dadurch können bspw. nicht ortsgebundene Diagnosen oder Überwachungen der jeweiligen Steuerungen durchgeführt werden. Allerdings bringt dies das Risiko mit sich, dass ein ungeschützter Zugriff erfolgen kann, welcher durch entsprechende Sicherheitsmaßnahmen verhindert werden muss, zum Beispiel durch die Installation einer Firewall. Wichtig ist bei der Vernetzung allerdings, dass die miteinander kommunizierenden Steuerungen offene, herstellerübergreifende Standards bei der Programmierung und dem Datenaustausch besitzen, um die direkte Kommunikation sicherstellen zu können, siehe [1], S.560ff. Zur Vereinheitlichung werden deshalb oft Software-Templates bei der Programmierung eingesetzt. Ein Template ist sozusagen eine Vorlage, welche einen vorgegebenen Standard herstellen kann.

Eine komplette Verknüpfung verschiedener Objekte bei Industrie 4.0 ist außerdem nur möglich, wenn jedes Objekt eine genau zuzuordnende und identifizierbare Internet-Adresse besitzt. Durch das 2012 eingeführte Internetprotokoll IPv6 stehen genug Adressen zur Verfügung, um dies sicherzustellen. Siehe [3] S.77ff.

Ein bedeutsamer Punkt in Bezug auf die Anforderungen an eine Steuerung ist das Thema Safety und Security. Unter Safety ist die Maschinen- und Anlagensicherheit deklariert und unter Security die IT-Sicherheit, siehe [15]. Durch Industrie 4.0 und die damit verbundene Vernetzung ist die Berücksichtigung von Safety und Security ein immer wichtigerer Punkt, welcher Anforderungen an die Steuerungen stellt, siehe [15]. Siemens entwickelte fehlersichere

Steuerungen, bei welchen die Safety-Funktionalität mit Hilfe des TIA-Portals bereits integriert ist und Safety-Geräte durch entsprechende Baugruppen einfach angebunden werden können, siehe. [9]. Im SPS-Programm wird ebenfalls zwischen Standard- und fehlersicheren Programmteilen unterschieden, siehe [8].

#### 4. Gesamtbetrachtung

Bestandteile von Industrie 4.0 müssen in vielen unterschiedlichen Bereichen eingesetzt werden, damit die Grundidee dahinter realisiert werden kann. Bei Siemens wurde das TIA-Portal entwickelt, um die unterschiedlichen Bereiche im Zuge von Industrie 4.0 miteinander verknüpfen zu können. Ein Teilbereich davon sind die Simatic-Steuerungen. Diese müssen dementsprechend vernetzt werden, um die Kommunikation untereinander sicherstellen zu können. Dabei gibt es, wie bereits beschrieben, unterschiedliche Schnittstellen. In der Automobilindustrie werden häufig kabelgebundene Feldbussysteme wie Profinet eingesetzt. Durch entsprechende Erweiterungen ist sogar eine Fernwartung realisierbar, welche zudem eine permanente Zustandsüberwachung (Condition Monitoring) ermöglicht. Siehe [3] S.77ff. Die bisher eigenständige SPS wurde inzwischen in ein komplexes Automatisierungssystem implementiert, was eine Automatisierung von der Steuerung bis zum Management ermöglicht, siehe [9].

Ein Thema, welches nicht vernachlässigt werden darf, sind die Programmiersprachen zur Programmierung der SPS. Verschiedene SPS-Programmiersprachen sind entstanden und durch Normen wurde sichergestellt, dass herstellerübergreifend Standards vorhanden sind. So haben sich fünf verschiedene Programmiersprachen etabliert, welche sowohl graphisch als auch textorientiert sind, siehe [5].

Durch die selbsttätige Steuerung der Produktionsaufträge, ohne menschlichen Eingriff, wird eine künstliche Intelligenz der Anlagen hergestellt. Das Ziel besteht darin, dass selbst eine Losgröße von eins wirtschaftlich ist, siehe [1], S.560ff.

In der Produktionspraxis gestaltet sich die Umsetzung allerdings teilweise noch schwierig, da bei bestehenden Anlagen eine komplette Vernetzung und Selbststeuerung nur durch Umbaumaßnahmen und Erweiterungen realisiert werden kann, was in vielen Fällen nicht wirtschaftlich ist. Bei Neuanlagen wird die Vernetzung und Digitalisierung aber durchaus umgesetzt, was sich in den nächsten Jahren noch bis hin zur smarten Fabrik weiter entwickeln kann. Unter dem Begriff der smarten Fabrik ist dabei die *„echtzeitfähige, intelligente, horizontale und vertikale Integration von Menschen, Maschinen, Produkten ... zum dynamischen Management von komplexen Produktionssystemen“* zu verstehen, siehe [2] S.4. Dabei werden die Produkte, Maschinen und Anlagen miteinander vernetzt, um Informationen in Echtzeit auszutauschen und die Arbeitsschritte automatisiert abzustimmen, siehe [2] S.1. Ein zusätzlicher Punkt, welcher bei der Umsetzung beachtet werden muss, ist die permanente Identifikation aller Objekte im Materialfluss. Das kann beispielsweise durch RFID, Barcodes oder Data-Matrix-Codes auf den Objekten realisiert werden.

Alles in allem ist Industrie 4.0 ein komplexes Thema, welches viele Bereiche virtuell miteinander verknüpfen muss, um zum erwünschten Erfolg zu kommen. Viele neue Schnittstellen, Zusammenhänge und Datenmengen der einzelnen Komponenten entstehen. Die elektronischen Bauteile und Steuerungen werden immer leistungsstärker und gewinnen an eigener Intelligenz. Es werden auch in Zukunft immer mehr Anforderungen gestellt werden, weshalb eine

weitere Entwicklung und Optimierung stattfinden wird und somit das Thema Industrie 4.0 sehr aktuell bleibt.

## 5. Resümee

In dieser Arbeit wurde zuerst allgemein beschrieben, was unter den Begriffen Simatic, Steuerungen und Industrie 4.0 zu verstehen ist. Außerdem wurde das Ziel dieser Arbeit erläutert, was die Entwicklung von Simatic-Steuerungen in Bezug auf Industrie 4.0 darlegt.

Im darauffolgenden Kapitel 2 wurde der Stand der Technik erarbeitet, indem zuerst die Fragestellung: „Was ist Industrie 4.0?“ beantwortet wurde. Hinführend bis zur vierten industriellen Revolution wurden als Grundlage die ersten drei Revolutionen kurz erläutert. Die Entwicklungen der Simatic-Steuerungen wurden anschließend von der ersten VPS hin zur immer weiterentwickelten SPS in chronologischer Reihenfolge aufgelistet und die dazugehörigen Neuerungen beschrieben.

Im folgenden Verlauf wurden die beiden Themen industrielle Revolution, insbesondere Industrie 4.0, und die Entwicklung von Simatic-Steuerungen miteinander verknüpft. Dabei wurde auf einige Anforderungen eingegangen, welche durch Industrie 4.0 an die Steuerungen entstehen. Bspw. die unterschiedlichen Kommunikationsmöglichkeiten, die genaue Zuordnungsfähigkeit mit Hilfe von Internet-Adressen oder die Safety-Anforderungen. Das TIA-Portal spielt dabei eine wichtige Rolle, um unterschiedliche Bereiche benutzerfreundlich miteinander verknüpfen zu können.

## Danksagung

Ein Dank geht an Prof. Dr. Tobias Loose, der die Erstellung des technischen Konfrontationsberichts an der VWA-Hochschule für berufsbegleitendes Studium begleitet hat, der diesem Beitrag zugrunde liegt.

Ein Dank geht ebenfalls an alle Personen, die durch Vorschläge und konstruktive Kritik zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit die männliche Form gewählt, wobei sich die Angaben auf die Angehörigen beider Geschlechter beziehen.

## Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] *T. Bauernhansl, B. Vogel-Heuser, M. ten Hompel.* Industrie 4. 0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Springer, 2014.
- [2] *F. Peschke, C. Eckardt,* Flexible Produktion durch Digitalisierung. Hanser, 2019
- [3] *M. Steven.* Industrie 4.0. Kohlhammer, 2018
- [4] *H. Unbehauen, F. Ley,* Das Ingenieurwissen: Regelungs- und Steuerungstechnik, Springer, 2014
- [5] EN 61131-3:2014-06 (Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 3: Programmiersprachen, Beuth-Verlag, 2014
- [6] <https://new.siemens.com/global/de/produkte/automatisierung/themenfelder/simatic.html>  
Stand 27.01.2020
- [7] <https://new.siemens.com/global/de/produkte/automatisierung/industrielle-kommunikation.html>  
Stand 13.02.2020
- [8] <https://new.siemens.com/global/de/produkte/automatisierung/systeme/industrie/sps/simatic-s7-1500.html>  
Stand 11.02.2020
- [9] <https://new.siemens.com/global/de/produkte/automatisierung/themenfelder/safety-integrated/fertigungsautomatisierung/angebot/simatic-safety.html>  
Stand 23.02.2020
- [10] <https://new.siemens.com/global/de/produkte/automatisierung/themenfelder/tia.html>  
Stand 12.02.2020
- [11] <https://new.siemens.com/global/de/unternehmen/ueber-uns/geschichte/history-features/60-jahre-simatic.html>  
Stand 09.02.2020
- [12] <https://refa.de/service/refa-lexikon/big-data>  
Stand 09.02.2020
- [13] <https://www.automationnet.de/die-simatic-geschichte-70509>  
Stand 10.02.2020
- [14] <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-ein-cyber-physisches-system-cps-a-668494/>  
Stand 07.02.2020

[15] [https://www.dguv.de/fb-holzundmetall/sg/sg\\_maf/steuerungen/index.jsp](https://www.dguv.de/fb-holzundmetall/sg/sg_maf/steuerungen/index.jsp)

Stand 23.02.2020

[16] <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>

Stand 04.02.2020

[17] [https://www.polyscope.ch/site/assets/files/38748/ps715\\_16\\_18.pdf](https://www.polyscope.ch/site/assets/files/38748/ps715_16_18.pdf)

Stand 09.02.2020

[18] <https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie40/was-ist-industrie-40-eine-kurze-erklaerung>

Stand 25.02.2020

## **Kontaktdaten**

Nathalie Widmann

Elektrische Instandhalterin der Mercedes-Benz AG im Werk Untertürkheim

Prof. Dr.-Ing. Tobias Loose

Professur für Automatisierungstechnik,  
Hochschule Heilbronn und VWA-Hochschule für berufsbegleitendes Studium,  
Prorektor und Dekan der Ingenieurwissenschaftlichen Fakultät

Wolframstraße 32  
70191 Stuttgart

E-Mail: [tobias.loose@vwa-hochschule.de](mailto:tobias.loose@vwa-hochschule.de)



Studiere  
neben dem  
**BERUF**

Mit oder ohne  
**ABITUR**

Get ready for the future!  
**DEIN BACHELOR-STUDIUM**

#management

#engineering

#psychology

Mehr Infos  
im Netz



vwa-hochschule.de

Vol. 1, No. 2018-01	Reuter, Ute	Entwicklungsperspektiven von Frauen auf dem Weg in Führungspositionen.
Vol. 1, No. 2018-02	Anhorn, Denise / Reuter, Ute	Die Personalentwicklung der Südwestbank AG.
Vol. 1, No. 2018-03	Duijm, Bernhard	Der schwierige Weg des Renminbi zur Weltwährung.
Vol. 1, No. 2018-04	Bischof, Rainer / Föllner, Jörg	Outdoor Funknavigation mittels Funklaufzeitmessung. Ergebnisse des KMU-Innovativ-Projekts „NUR FUN“, gefördert durch das BMBF.
Vol. 1, No. 2018-05	Willburger, Nadine / Reuter, Ute	Organisation, Planung und Personalwesen bei der LIEMOBUT GmbH.
Vol. 1, No. 2018-06	Loose, Tobias	Über die Regelungstechnik als Ingenieurwissenschaft und ihre technischen sowie nicht-technischen Anwendungen.
Vol. 2, No. 2019-01	Glaser, Dominik / Reuter, Ute	Theoretische Grundlagen der Lieferantenbewertung, der Altersstruktur und der Arbeitnehmerüberlassung sowie deren praktische Umsetzung bei einer GmbH.
Vol. 2, No. 2019-02	v. Graevenitz, Albrecht	Compliance-Organisation in der Praxis im Fokus wissenschaftlicher Betrachtung.
Vol. 2, No. 2019-03	Hipp, Johannes	Einführung eines neuen Papierpolstersystems bei der AUMA Riester GmbH & Co. KG.
Vol. 2, No. 2019-04	Stein, Saskia	Coaching als Personalentwicklungsmaßnahme.
Vol. 2, No. 2019-05	v. Graevenitz, Albrecht	Aus- und Einbau bei der Nacherfüllung - Ein Lehrstück zum EU- und Zivilrecht.
Vol. 2, No. 2019-06	Duijm, Bernhard	Grafische Darstellungen der Partialanalyse der Außenhandelspolitik.
Vol. 3, No. 2020-01	Kupferschmidt, Steffen	Personalentwicklung in virtuellen Teams.
Vol. 3, No. 2020-02	Sukowski, Nadine / Will, Blanca	Der Einfluss auf die Atmosphäre in öffentlichen Kommunikationsräumen - eine Fallstudie.
Vol. 3, No. 2020-03	Mazza, Salvatore / Sukowski, Nadine / Herb, Ellen	New Work und psychologisches Empowerment: Chancen und Grenzen
Vol. 3, No. 2020-04	Alan Fortuna	The Rhetorical Concept of the Orator in Corporate Contexts
Vol. 4, No. 2021-01	Nathalie Widmann	Die Entwicklung von Simatic-Steuerungen in Bezug auf Industrie 4.0