

Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher, Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger (Hrsg.), Berlin  
Prof. Dr. h.c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann (Hrsg.), Berlin  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Alexander Verl, Stuttgart  
Prof. Dr.-Ing. Peter Klemm, Stuttgart  
Dr.-Ing. Armin Lechler, Stuttgart

# Industrie 4.0 – Vision und Realität





# Fortschritt-Berichte VDI

## Reihe 2

Fertigungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher, Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger (Hrsg.), Berlin  
Prof. Dr. h.c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann (Hrsg.), Berlin  
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Alexander Verl, Stuttgart  
Prof. Dr.-Ing. Peter Klemm, Stuttgart  
Dr.-Ing. Armin Lechler, Stuttgart

Nr. 696

## Industrie 4.0 – Vision und Realität

VDI verlag

Brecher, Christian; Krüger, Jörg; Uhlmann, Eckart; Verl, Alexander;  
Klemm, Peter; Lechler, Armin

## **Industrie 4.0 - Vision und Realität**

Fortschr.-Ber. VDI Reihe 2 Nr. 696. Düsseldorf: VDI Verlag 2017.

96 Seiten, 58 Bilder, 5 Tabellen.

ISBN 978-3-18-369602-4, ISSN 0178-9406,

€ 38,00/VDI-Mitgliederpreis € 34,20.

**Für die Dokumentation:** Automatisierung – Cloud – Cyber-physische Systeme – Engineering – Industrie 4.0 – Intelligente Vernetzung – Produktion – Steuerung – Virtualisierung

Die produktionstechnischen Institute aus Aachen (WZL/IPT), Berlin (IVF/IPK) und Stuttgart (ISW) tragen mit Ihren Forschungsarbeiten dazu bei, Industrie 4.0 auf den betrieblichen Hallenboden zu bringen und praktikable Lösungen insbesondere auch für kleine und mittlere Unternehmen zu entwickeln. Der vorliegende Band dokumentiert die Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Thema Industrie 4.0 und gibt einen Überblick zu Konzepten und Visionen sowie bereits realisierten Implementierungen mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie. Diese Ausgabe stellt Forschungsarbeiten auf den Gebieten Digitaler Zwillings, Cloudbasierte Steuerung und Programmierung, Drahtloskommunikation im industriellen Umfeld, Qualitätsüberwachung auf Basis steuerungsinerner Daten, Hardware-in-the-Loop Simulation, Virtualisierung von Steuerungen und steuerungstechnisches Engineering dar und zeigt das Spannungsfeld zwischen zukünftigen Lösungsansätzen und bereits heute praktikablen Methoden und Technologien auf.

### **Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

### **Bibliographic information published by the Deutsche Bibliothek**

(German National Library)

The Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliographie (German National Bibliography); detailed bibliographic data is available via Internet at <http://dnb.ddb.de>.

© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2017

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, im Internet und das der Übersetzung, vorbehalten.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISSN 0178-9406

ISBN 978-3-18-369602-4

## Vorwort

Seit mehreren Jahren beherrscht das Thema Industrie 4.0 die Forschung und Entwicklung im Bereich der Produktionstechnik. Der Wandel der Informations- und Kommunikationstechnik in der Fabrik, die Digitalisierung von Produkt und Prozess und die Integration cyber-physischer Systeme in Produktionsabläufe ermöglichen eine flexiblere Produktion und eröffnen neue Wertschöpfungspotenziale.

Während die ersten Jahre dieser Entwicklung noch davon geprägt waren, die vielfältigen Perspektiven von Industrie 4.0 mit innovativen Forschungsansätzen zu erkunden, gewinnen Lösungen aktuell zunehmend an Reife. Die produktionstechnischen Institute aus Aachen (WZL/IPT), Berlin (IWF/IPK) und Stuttgart (ISW) tragen mit Ihren Forschungsarbeiten dazu bei, Industrie 4.0 auf den betrieblichen Hallenboden zu bringen und praktikable Lösungen insbesondere auch für kleine und mittlere Unternehmen zu entwickeln.

Der im vorliegenden Band unter dem Titel „Industrie 4.0 – Vision und Realität“ dargestellten Forschungsarbeiten auf den Gebieten

- Digitaler Zwilling,
- Cloubasierte Steuerung und Programmierung,
- Drahtloskommunikation im industriellen Umfeld,
- Qualitätsüberwachung auf Basis steuerungsinterner Daten,
- Hardware-in-the-Loop Simulation,
- Virtualisierung von Steuerungen,
- Steuerungstechnisches Engineering

zeigen das Spannungsfeld zwischen zukünftigen Lösungsansätzen und bereits heute praktikablen Methoden und Technologien auf.

Unser Dank gilt den Autoren für Ihre Beiträge und ihr Engagement bei der Erstellung dieses Buches. Wir hoffen, dass es den Lesern neue Perspektiven und Impulse zum Thema Industrie 4.0 vermittelt.

Aachen	2017	C. Brecher
Berlin	2017	J. Krüger, E. Uhlmann (Herausgeber)
Stuttgart	2017	A. Verl



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Flexible Programmierung roboterbasierter Montageabläufe durch Demonstration</b>	<b>1</b>
	C. Brecher und C. Ecker	
<b>2</b>	<b>Von der Vision der cloudbasierten Steuerung zur Realität auf dem Hallenboden – Anforderungen und Machbarkeit in den Unternehmen</b>	<b>12</b>
	C. Horn, H. Lüer, M. Chemnitz und J. Krüger	
<b>3</b>	<b>Industrielles LTE</b>	<b>22</b>
	P. Neher, A. Lechler und A. Verl	
<b>4</b>	<b>Prozessparallele Qualitätsüberwachung durch Kombination modellbasierter Ansätze mit steuerungsinternen Daten</b>	<b>32</b>
	M. Königs und C. Brecher	
<b>5</b>	<b>Ebenen der Virtualisierung von Robotersteuerungen – Von der aufgabenorientierten Programmierung bis zur Lageregelung aus der Cloud</b>	<b>41</b>
	A. Vick und J. Krüger	
<b>6</b>	<b>Steuerungstechnisches Engineering von Maschinen und Anlagen im Kontext Industrie 4.0</b>	<b>49</b>
	S. Scheifele, A. Lechler und A. Verl	
<b>7</b>	<b>Bewertung der Bauteilqualität in der Serienfertigung auf Basis NC-intern aufgezeichneter Daten</b>	<b>60</b>
	F. Wellmann und C. Brecher	
<b>8</b>	<b>Condition Monitoring in der Cloud</b>	<b>70</b>
	A. Laghmouchi und E. Uhlmann	
<b>9</b>	<b>Von der Virtuellen Maschine zur Virtuellen Produktion mit Ansätzen der Echtzeit-Co-Simulation</b>	<b>81</b>
	C. Scheifele und A. Verl	

