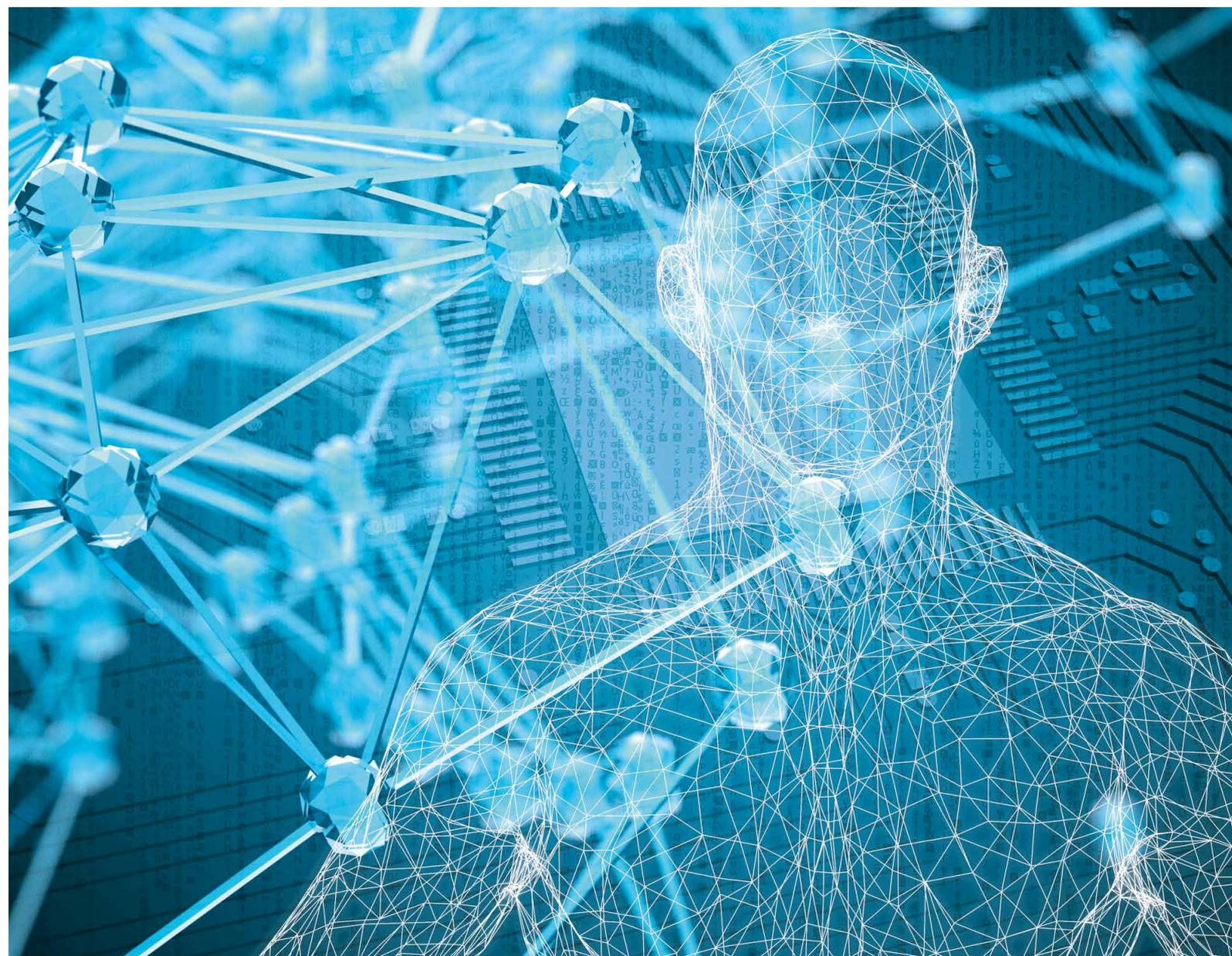


 Steinbeis-Edition

Oliver Brehm, Rüdiger Haas, Maja Jeretin-Kopf (Hrsg.)

# INDUSTRIE 4.0 IN KMU – MACHBARKEIT AUTONOMER PRODUKTIONSPROZESSE

Dokumentation zur Tagung am 01. März 2018  
im Steinbeis-Haus in Karlsruhe





*Oliver Brehm, Rüdiger Haas, Maja Jeretin-Kopf (Hrsg.)*  
INDUSTRIE 4.0 IN KMU – Machbarkeit autonomer Produktionsprozesse

## Die Herausgeber

---



### **Dipl.-Ing. (FH) Oliver Brehm**

Steinbeis-Transferzentrum Innovation und Organisation  
Büro Reutlingen  
Martin-Knapp-Str. 39  
72768 Reutlingen  
E-Mail: [brehm@stz.io](mailto:brehm@stz.io)



### **Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Haas**

Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft  
IMP – Abteilung Wissens- und Technologietransfer  
und Steinbeis-Transferzentrum  
Institute for Transfer Technologies and Integrated Systems SITIS  
Moltkestr. 30  
76133 Karlsruhe  
E-Mail: [ruediger.haas@hs-karlsruhe.de](mailto:ruediger.haas@hs-karlsruhe.de)



### **PD Dr. phil. habil. Maja Jeretin-Kopf**

Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft  
IMP – Abteilung Wissens- und Technologietransfer  
und Steinbeis-Transferzentrum BAT-Solutions  
Moltkestr. 30  
76133 Karlsruhe  
E-Mail: [maja.jeretin-kopf@hs-karlsruhe.de](mailto:maja.jeretin-kopf@hs-karlsruhe.de)

Oliver Brehm, Rüdiger Haas, Maja Jeretin-Kopf (Hrsg.)

---

# **INDUSTRIE 4.0 IN KMU – Machbarkeit autonomer Produktionsprozesse**

**Dokumentation zur Tagung am 01. März 2018  
im Steinbeis-Haus in Karlsruhe**

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Die Herausgeber übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung der Rechte Dritter.

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes für alle Geschlechter.

## Impressum

© 2019 Steinbeis-Edition

Alle Rechte der Verbreitung, auch durch Film, Funk und Fernsehen, fotomechanische Wiedergabe, Tonträger jeder Art, auszugsweisen Nachdruck oder Einspeicherung und Rückgewinnung in Datenverarbeitungsanlagen aller Art, sind vorbehalten.

Oliver Brehm, Rüdiger Haas, Maja Jeretin-Kopf (Hrsg.)  
INDUSTRIE 4.0 IN KMU – Machbarkeit autonomer Produktionsprozesse

1. Auflage, 2019 | Steinbeis-Edition, Stuttgart  
ISBN 978-3-95663-170-2  
Dieses Buch ist auch als E-Book (PDF) erhältlich.

Satz: Steinbeis-Edition  
Titelbild: zapp2photo/fotolia.com  
Druck: e.kurz+co druck und medientechnik gmbh, Stuttgart

Steinbeis ist mit seiner Plattform ein verlässlicher Partner für Unternehmensgründungen und Projekte. Wir unterstützen Menschen und Organisationen aus dem akademischen und wirtschaftlichen Umfeld, die ihr Know-how durch konkrete Projekte in Forschung, Entwicklung, Beratung und Qualifizierung unternehmerisch und praxisnah zur Anwendung bringen wollen. Über unsere Plattform wurden bereits über 2.000 Unternehmen gegründet. Entstanden ist ein Verbund aus mehr als 6.000 Experten in rund 1.100 Unternehmen, die jährlich mit mehr als 10.000 Kunden Projekte durchführen. So werden Unternehmen und Mitarbeiter professionell in der Kompetenzbildung und damit für den Erfolg im Wettbewerb unterstützt.

196790-2019-05 | [www.steinbeis-edition.de](http://www.steinbeis-edition.de)

## Vorwort der Herausgeber

Die interdisziplinäre Tagungsreihe „Industrie 4.0 in KMU“ soll bewusst die drei Bereiche Management, Technologie und Wissenstransfer gleichermaßen fokussieren, da diese von der zunehmenden Digitalisierung der Arbeits- und Produktionsprozesse tangiert werden. Im Rahmen der Tagung kommen Unternehmer und Wissenschaftler gleichermaßen zu Wort. In Kurzvorträgen, Foren und Diskussionsrunden werden konkrete, von den Anforderungen des Mittelstands ausgehende, Themen aufgegriffen. Dabei setzen wir den Schwerpunkt auf die Branchen Maschinenbau, Medizintechnik sowie Werkzeug- und Formenbau.

Im Rahmen der ersten Tagung, die im Herbst 2015 in Karlsruhe unter dem Titel „Industrie 4.0 – sind Sie fit für die Zukunft?“ stattfand, wurden jene Anforderungen thematisiert, mit denen im Rahmen der Digitalisierung zu rechnen ist. Dabei wurden Fragen nach den wirtschaftlichen Voraussetzungen, den notwendigen Investitionen, den Voraussetzungen für die vernetzte Produktion sowie Fragen zur Qualifizierung der Mitarbeitenden aufgeworfen und intensiv diskutiert.

Die zweite Tagung fand unter dem Titel „KMU-taugliche Wege zur Digitalisierung“ im Herbst 2016 in Stuttgart statt. Das Ziel der Tagung war es, gemeinsam mit den Teilnehmern eine Roadmap für kleine und mittlere Unternehmen zu entwerfen. Dabei wurde aus unternehmerischer Sicht der Nutzen der Digitalisierung kritisch hinterfragt. Mit den Teilnehmern wurden Wertschöpfungspotenziale der Digitalisierung herausgearbeitet, von denen der Mittelstand profitieren kann.

Die dritte Tagung „Industrie 4.0 in KMU“ fand im Frühjahr 2018 in Karlsruhe statt und widmete sich dem Thema „Machbarkeit autonomer Produktionsprozesse“. Referenten aus der Wirtschaft und Wissenschaft berichteten in abwechslungsreichen Workshops über den aktuellen Stand der digitalen Transformation in ihren Unternehmen, schilderten Hindernisse, die zu überwinden sind, und diskutierten mit den Teilnehmern offene Fragen. In den Vorträgen und Diskussionen wurde deutlich, dass die Bedeutung des Menschen bei der Weiterentwicklung der Unternehmen zunehmend steigt. Dies ist ein Umstand, auf den die meisten Unternehmen im Mittelstand nicht vorbereitet sind, sodass sie auf die neuen Anforderungen häufig mit Ratlosigkeit reagieren.

Aus diesem Grund wird sich die vierte Tagung dem Faktor Mensch in Zeiten der Digitalisierung widmen. Dabei wollen wir den Teilnehmern neben fachlichen Gesprächen auch genügend Raum für das Netzwerken bieten. Nach drei erfolgreichen Tagungen zeigt die Erfahrung, dass die Teilnehmer darin einen großen Nutzen sehen. Durch die Vernetzung der Tagungsteilnehmer haben sich bereits zahlreiche neue Geschäftskontakte und gemeinsame Projektaktivitäten ergeben.

Wir bedanken uns bei allen Referenten, Ausstellern und Teilnehmern für die interessanten Einblicke und anregenden Impulse. Für die tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung des Tagungsbandes bedanken wir uns herzlich bei Angelina Ekkert (BAT-Solutions) und Yvonne Hübner (Steinbeis-Edition).

Folgenden Referenten, Impulsgebern und Ausstellern danken wir herzlichst für ihre Mitwirkung an der dritten interdisziplinären Tagung „Industrie 4.0 in KMU – Machbarkeit autonomer Produktionsprozesse“:

- Ceren Akbaba, Leiterin Ressort Expertenwissen, Digitales Innovationszentrum DIZ
- Malte Blum, Leiter F&E, Institute of Materials and Processes, Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
- Regina Brauchler, Leiterin Steinbeis-Transferzentrum Demografiegerechtes Personalmanagement
- Oliver Brückom, technischer Leiter, Institute of Materials and Processes, Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
- Kristina Lampe, wiss. Mitarbeiterin, Institut Maschinenbau, Hochschule Ruhr West
- Elke Genske, IODATA GmbH
- Markus Heck, Promovend, Universität Liechtenstein
- Dennis Helpa, Area Sales Manager Westdeutschland, 247TailorSteel
- Markus Hipp, Vorstand, Hipp Medical AG
- Hans Keller, Director R&D Productions, Aesculap AG
- Aleksei Kharintonov, Promovend, Hochschule Aalen
- Michael Kopf, Geschäftsführer, EJ-Deutschland GmbH

- Olaf Krause, Geschäftsführer, OKIT GmbH
- Julia Kreis, Leiterin Ressort Events- und Veranstaltungsplanung, Digitales Innovationszentrum DIZ
- Phillip Liedl, Geschäftsführer, STASA GmbH
- Thomas Mücke, strategisches Business Consulting und Portfolio Development, Siemens Industry Software GmbH
- Patrick Müller, Managing Partner, TCI Transformation Consulting International GmbH
- Alexandre Pereira, Consultant, IODATA GmbH
- Brando Okolo, Direktor, Steinbeis-Transferinstitute IMAPS
- Uwe Popp, Leiter F&E, Apium Additive Technologies GmbH
- Franz Quint, Prorektor, Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
- Florian Schneider, Student, Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
- Katharina Schwartz, Studentin, Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
- Andreas Schwarz, Projektmanager, IODATA GmbH
- Volker Sieber, Leiter Entwicklung, Schnaithmann Maschinenbau GmbH
- Ulrich Tröster, Geschäftsbereichsleiter Automotive, Amphenol-Tuchel Electronics GmbH
- Gabriel Wald, wiss. Mitarbeiter, Institute of Materials and Processes, Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
- Katrin Cécile Ziegler, Moderation

Das Herausgeberteam

**Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Haas**

Steinbeis-Transferzentrum SITIS

**Dipl.-Ing. (FH) Oliver Brehm**

Steinbeis-Transferzentrum Innovation und Organisation

**PD Dr. phil. habil. Maja Jeretin-Kopf**

Steinbeis-Transferzentrum BAT-Solutions

## Der Mensch im Hamsterrad der Digitalisierung: Warum bleibt der Nutzen im Mittelstand aus?

*Rüdiger Haas, Maja Jeretin-Kopf*

1	Ein Wettlauf mit Hindernissen.....	10
2	Fokuspunkte für KMU.....	10
3	Der Nutzen, der mit der Digitalisierung einhergehen soll, ist nur durch die Mitwirkung der Mitarbeitenden zu erreichen.....	11
4	Technikdidaktische Ansätze für Unternehmen.....	12
5	Praxisbeispiel: Einbindung der Mitarbeitenden in die Weiterentwicklung des Unternehmens.....	13
6	Fazit.....	13
	Literaturverzeichnis.....	13
	Schnellcheck: Sind Sie startklar für die Veränderungsprozesse?	

## IO-Reifegradmodell – Sind Sie fit für die Zukunft?

*Oliver Brehm, Andreas Schwarz*

1	Einleitung.....	17
2	Selbsteinschätzung der Unternehmen.....	17
3	Zurück zur Ausgangssituation.....	19
4	Schlussfolgerung.....	21
	Literaturverzeichnis.....	21

## Modellbasierte Prognosen in der Produktion

*Philipp Liedl*

1	Einleitung.....	24
2	Modellansätze für lernende Systeme im Produktionsumfeld.....	24
3	Einsatz selbstlernender Systeme zur Ermittlung der optimalen Prozesseinstellung.....	25
4	Qualitätsprognosen in der laufenden Fertigung.....	27
5	Predictive Maintenance über Luftschallanalysen.....	28
6	Fazit.....	30
	Literaturverzeichnis.....	31

## Vom Trend zur Fähigkeit

*Uwe Fischer, Patrick Müller, Christina Rode-Schubert*

1	Zukunftsvorhersagen.....	32
2	Megatrends.....	32
3	Technologische Trends.....	32
4	Branchenspezifische Trends.....	33
5	Einflüsse von Trends auf das Unternehmen.....	33
6	Was sind Business Capabilities?.....	33
7	Betrachtung des Zusammenspiels.....	34
8	Erfolgreiche Adaption von Trends: Vom Trend zur Fähigkeit.....	34
9	Fazit.....	36
	Literaturverzeichnis.....	36

## **Datensicherheit als Erfolgsfaktor der Industrie 4.0**

*Aleksei Kharitonov, Axel Zimmermann*

1	Sicherheit in der Industrie .....	37
2	Angriffe auf Industrieanlagen.....	38
3	Woher kommt die Bedrohung?.....	38
4	Wer bedroht die Datensicherheit?.....	39
5	Wie gefährdet ist die Sicherheit?.....	39
6	Ist eine sichere Digitalisierung machbar? .....	39
7	Reicht die Firewall aus? Intrusion-Detection-Systeme als Fortschritt.....	40
8	Zusammenfassung und Ausblick .....	41
	Literaturverzeichnis .....	41

## **The internet of things in manufacturing industries - The challenges of small and medium-sized enterprises during the transition process towards a smart manufacturing factory**

*Katharina Schwartz*

1	Introduction .....	42
2	Definitions.....	42
3	Small and medium-sized enterprises in Germany.....	43
4	Empirical research .....	44
5	Transition process towards a smart factory.....	45
6	Conclusion .....	49
	Abbreviation list .....	50
	Sources.....	50

## **Von der Fließbandproduktion zum Daten-Ballett – simultane Produktionsprozesse bei Unikatfertigung am Beispiel der VAF GmbH**

*Kamuran Sezer*

1	Zusammenfassung .....	51
2	Veränderte Kundenanforderungen üben Druck auf die gesamte Produktions- und Logistikkette aus .....	52
3	VAF GmbH – Fallbeispiel für simultane Produktionsprozesse in der Unikatfertigung.....	53
4	Fazit und Ausblick .....	55
	Literaturverzeichnis .....	55

## **Anforderungs-Kompetenz-Tool – Tool zum Abgleich der Anforderungen 4.0 mit vorhandenen Kompetenzen**

*Regina Brauchler*

1	Ziel des Anforderungs-Kompetenz-Tools .....	56
2	Methodische Standards in Anforderungsanalyse und Eignungsdiagnostik.....	57
3	Funktionsweise.....	60
4	Marktanalyse .....	61
5	Anwendung des Anforderungs-Kompetenz-Tools.....	63
	Literaturverzeichnis .....	64

## **Der Einsatz von Additive Manufacturing / 3D-Druck für den Spritzguss-Werkzeugbau**

*Brando Okolo*

1	Einleitung .....	66
2	Interessante AM-Materialien für Spritzgusswerkzeuge .....	66
3	Einige strukturelle Aspekte von 3D-gedruckten Gussformen .....	66
4	Einige designorientierte Überlegungen für 3D-Druckformen.....	67
5	Einige technische und wirtschaftliche Aspekte von 3D-Druckformen-Einsätzen .....	68
6	Fazit.....	69
	Literaturverzeichnis .....	69

## **Weiterqualifizierung von Fachkräften – Frauenstudiengang Maschinenbau an der Hochschule Ruhr West**

*Kristina Lampe*

1	Hintergrund .....	70
2	Konzept des Frauenstudiengangs Maschinenbau an der HRW .....	70
3	Begleitprogramm des Frauenstudiengangs als Weiterqualifizierungsmaßnahme .....	71
	Literaturverzeichnis .....	71

<b>Die Autoren .....</b>	<b>75</b>
--------------------------	-----------

# Der Mensch im Hamsterrad der Digitalisierung: Warum bleibt der Nutzen im Mittelstand aus?

Rüdiger Haas, Maja Jeretin-Kopf

## 1 Ein Wettlauf mit Hindernissen

Sehr häufig wird dem „Industrie-4.0-Phänomen“ ein disruptiver Charakter zugewiesen. Vor allem im Zusammenhang mit den Veränderungen, die mit der Digitalisierung einhergehen, wird angenommen, dass sie bestehende traditionelle Geschäftsmodelle ablösen und neue Technologien und Dienstleistungen die bestehenden verdrängen. Als Beispiel für disruptive Innovationen, die eine ganze Branche verändern konnten, wird häufig PayPal genannt, das zusammen mit weiteren digitalen Dienstleistungen der Anbieter bewirkte, dass das traditionelle Bankwesen gründlich ins Wanken geriet. In diesem Sektor war eine disruptive Veränderung möglich, weil der Kunde einen eindeutigen Nutzen hatte. Auch große Konzerne wie Siemens und CAS scheinen vom Digitalisierungshub zu profitieren. Der deutsche Mittelstand spiegelt allerdings diese disruptive Entwicklung nicht wider.

### Warum ist das so?

Vor allem mittelständische Maschinenbauunternehmen sehen in einem hohen Investitionsbedarf eines der größten Hindernisse für die Einführung der IT-Anwendungen, wie die Ergebnisse der im Jahr 2017 durchgeführten Studie von Ernest & Young zeigen (vgl. Kilger, Bley, Gudat 2017, S. 28 und 47). Die befragten Maschinenbauunternehmen gaben an, 4,1 Prozent des Jahresumsatzes in die Industrieanwendun-



Abbildung 1: Digitalisierung durchdringt inzwischen alle Bereiche der Wertschöpfungsketten (Quelle: WavebreakmediaMicro – stock.adobe.com).

gen zu investieren; dies sind fast drei Prozent weniger als der Spitzenreiter – die Konsumgüterindustrie (7,0 Prozent des Jahresumsatzes). Drei von vier Unternehmen planten für das Jahr 2018 höhere Investitionen als im Vorjahr.

Zur Umsetzung der Industrie-4.0-Lösungen in den mittelständischen Unternehmen werden vor allem Anwendungen für die Mitarbeitenden genannt, gefolgt von Softwaresystemen und Konzepten, während Investitionen in mobile und intelligente Endgeräte sowie digitale Abbilder für die Produktion nicht einmal ein Fünftel der Investitionskosten betragen (vgl. Kilger et al. 2017, S. 30). Wenn es um die Digitalisierung der Produktion, um die Vernetzung der Wertschöpfungsketten oder um IoT-Lösungen geht, befinden sich viele kleine und mittelständische Unternehmen in einem Wettlauf mit der Zeit. Ein Blick hinter die Kulissen verrät, worin die Hindernisse im Einzelnen bestehen:

- Deutsche Firmen produzieren mechanisch erstklassige Maschinen – elektronisch haben sie den Anschluss an die Weltspitze jedoch verloren.
- Im Vergleich zu den USA befassen sich in Deutschland verhältnismäßig wenige Firmen mit künstlicher Intelligenz.
- Die Arbeitnehmer sind im Bereich Digitalisierung und Steuerungstechnik nicht ausreichend fachlich qualifiziert.
- Facharbeiter müssten für die neu eingeführten Softwarelösungen geschult werden.
- Für veränderte und neue Aufgabenbereiche müssten umfangreiche Umschulungs- und Fortbildungsmaßnahmen erfolgen. Alte Arbeitsplätze fallen weg, aber die Aufgabfelder der neuen Arbeitsplätze sind noch nicht klar umrissen.

Betrachtet man den Nutzen, den sich die Unternehmen von den Digitalisierungsmöglichkeiten in der Produktion versprechen, dann fällt auf, dass mehr Potenzial in der Erhöhung der Produktionsflexibilität, schnelleren Reaktionszeiten und in einer Erhöhung der Gesamtanlageneffektivität gesehen wird als in der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle (vgl. Kilger et al. 2017, S. 17).

Dies bedeutet, dass im Gegensatz zum Finanzwesen die Industrie den Nutzen der digitalen Produktion weniger beim Kunden als vielmehr in der Optimierung und Flexibilisierung der eigenen Produktionsabläufe sieht. Erfahrungen zeigen, dass die deutschen KMU für die anstehenden Optimierungs- und Flexibilisierungsprozesse noch keinen genauen Plan haben. Welchen Aufgaben müssten sie sich stellen?

## 2 Fokuspunkte für KMU

In den vergangenen Jahren waren neue Maschinen und neue Technologien die auffälligsten Kennzeichen für Innovatio-