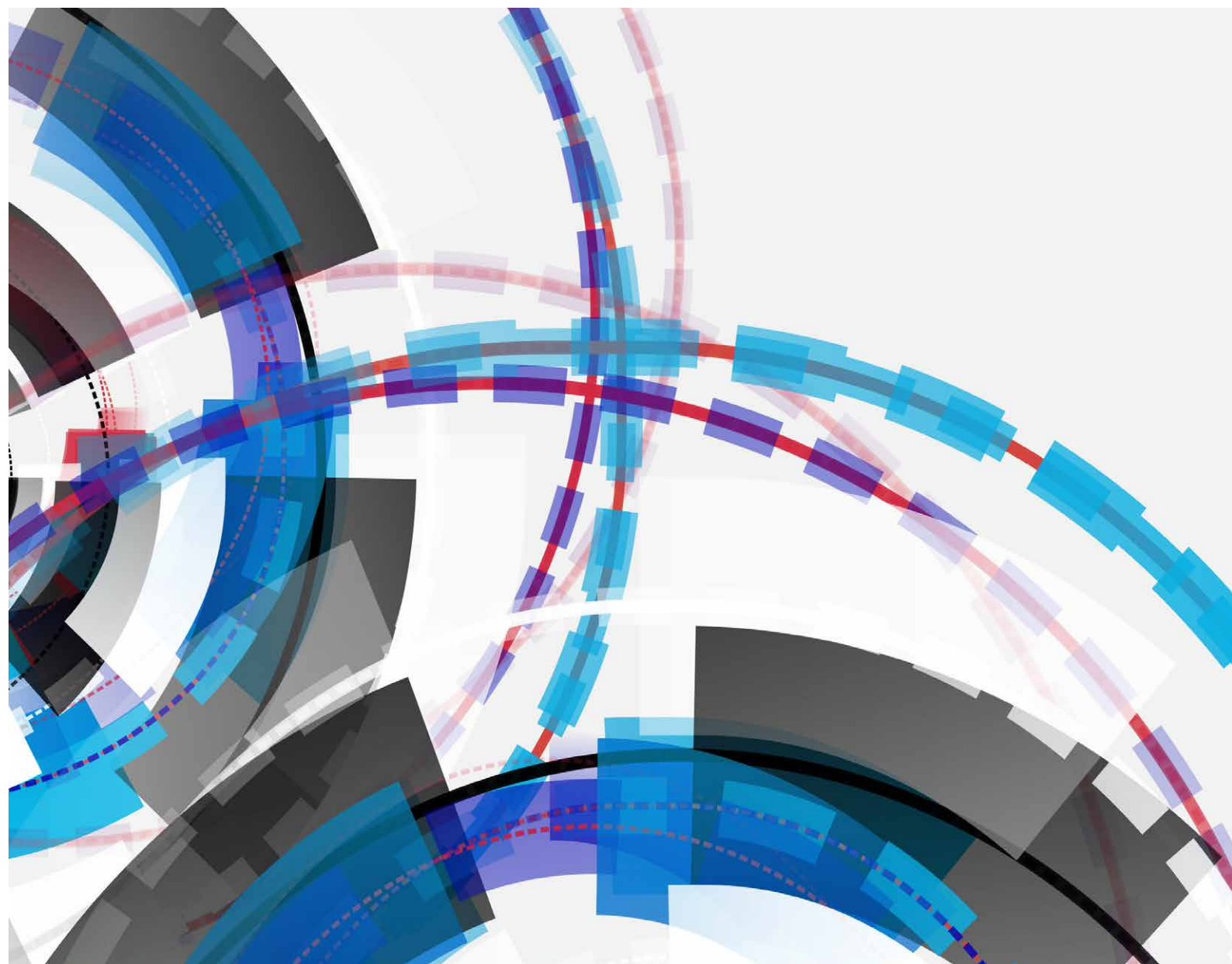


Oliver Brehm, Rüdiger Haas, Maja Jeretin-Kopf (Hrsg.)

# INDUSTRIE 4.0 IN KMU – KMU-TAUGLICHE WEGE ZUR DIGITALISIERUNG

Dokumentation zur Tagung am 24. November 2016  
im Steinbeis-Haus für Management und Technologie in Stuttgart



*Oliver Brehm, Rüdiger Haas, Maja Jeretin-Kopf (Hrsg.)*  
Industrie 4.0 in KMU – KMU-taugliche Wege zur Digitalisierung

## Über die Herausgeber

---



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

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 – KMU-taugliche Wege zur Digitalisierung**

**Dokumentation zur Tagung am 24. November 2016  
im Steinbeis-Haus für Management und Technologie in Stuttgart**

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

## **Impressum**

© 2017 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 – KMU-taugliche Wege zur Digitalisierung

1. Auflage, 2017 | Steinbeis-Edition, Stuttgart  
ISBN 978-3-95663-138-2

Satz: Steinbeis-Edition  
Titelbild: ©efstudioart/Fotolia  
Dieses Buch ist auch als Print-Version erhältlich. ISBN 978-3-95663-137-5.

Steinbeis ist weltweit im unternehmerischen Wissens- und Technologietransfer aktiv. Zum Steinbeis-Verbund gehören derzeit rund 1.000 Unternehmen. Das Dienstleistungsportfolio der fachlich spezialisierten Steinbeis-Unternehmen im Verbund umfasst Forschung und Entwicklung, Beratung und Expertisen sowie Aus- und Weiterbildung für alle Technologie- und Managementfelder. Ihren Sitz haben die Steinbeis-Unternehmen überwiegend an Forschungseinrichtungen, insbesondere Hochschulen, die originäre Wissensquellen für Steinbeis darstellen. Rund 6.000 Experten tragen zum praxisnahen Transfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft bei. Dach des Steinbeis-Verbundes ist die 1971 ins Leben gerufene Steinbeis-Stiftung, die ihren Sitz in Stuttgart hat. Die Steinbeis-Edition verlegt ausgewählte Themen aus dem Steinbeis-Verbund.

191095-2017-08 | [www.steinbeis-edition.de](http://www.steinbeis-edition.de)

## Vorwort der Herausgeber

Nachdem wir im Herbst 2015 im Rahmen der ersten Tagung „Industrie 4.0 – sind Sie fit für die Zukunft“ bereits erfolgreich aufzeigen konnten, mit welchen Anforderungen im Rahmen der Digitalisierung zu rechnen ist, hatten wir uns vorgenommen im nächsten Schritt eine konkrete Roadmap für kleine und mittlere Unternehmen aufzuzeigen. Aufgrund der nachhaltig guten Auftragslage bereitet es den Unternehmen erhebliche Schwierigkeiten, neben dem Tagesgeschäft solche abstrakte und visionäre Themen mit dem notwendigen Nachdruck anzugehen. Je kleiner, desto mehr schmerzt das Fehlen der entsprechenden Ressourcen. Insofern sind die Unternehmen vielfach im Hamsterrad der Auftragslage gefangen während der Optimierungsdruck zunehmend spürbar wird. Genau hier sollte unsere Veranstaltung ansetzen:

Gemeinsam mit allen Akteuren der Tagung wollen wir uns der anspruchsvollen Aufgabe widmen und eine eigene Roadmap zur Industrie 4.0 für kleine und mittlere Unternehmen entwerfen. Dabei fokussieren wir uns vor allem auf die Branchen Maschinenbau, Sondermaschinenbau, Verpackungstechnik, Automatisierungstechnik, Medizintechnik, Werkzeugbau und alle direkten und indirekten Zulieferer.

Die meist kundengetriebene Integrationstiefe innerhalb der 4.0 Umgebung erfordert interdisziplinäre Ansätze. Aus diesem Grund galt es auch für die zweite Veranstaltung einen Mix von Experten aus Forschung und Wissenschaft, Unternehmensberatungen, Hochschulen und Bildungseinrichtungen sowie Hard- und Softwarehersteller zusammenzustellen, welche gefordert waren, einen sinnvollen Spagat zwischen Standards und individuellen Lösungen vorzustellen. Die Ergebnisse der Tagung belegen, dass es uns erneut gelungen ist, den Anforderungen der KMU gerecht zu werden und allen einen weiteren wichtigen Schritt in Richtung Industrie 4.0 zu ermöglichen.

Der vorliegende Tagungsband ist das Ergebnis zur zweiten interdisziplinären Fachtagung „Industrie 4.0 in KMU – KMU-taugliche Wege zur Digitalisierung“ des Steinbeis-Arbeitskreises „Faktor Mensch im Produktentstehungsprozess (PEP)“. Aufgrund der parallel stattfindenden Ausstellung ausgewählter Arbeiten von Dr. Philipp Liedl unter dem Motto „Digital. Kommunikativ. Vernetzt. KUNSTstücke der Industrie 4.0“, können wir Ihnen als besonderes Highlight in diesem Jahr hochwertige Drucke der Werke im Innenteil des Tagungsbandes anbieten.

Wir bedanken uns an dieser Stelle nochmals bei allen, die dazu beigetragen haben, dass unsere Tagung erneut diesen erfolgreichen Verlauf nehmen konnte und wünschen eine anregende Lektüre.

**Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Haas**  
**PD Dr. phil. habil. Maja Jeretin-Kopf**  
Steinbeis-Transferzentrum Institute for Transfer  
Technologies and Integrated Systems SITIS

**Dipl.-Ing. (FH) Oliver Brehm**  
Steinbeis-Transferzentrum  
Innovation und Organisation

## **Industrie 4.0: Im Mittelpunkt steht der Nutzen**

*Horst Fritz*

1	Industrielle Revolutionen.....	11
2	Technischer und gesellschaftlicher Umbruch.....	11
3	Nutzen und Risiko .....	11
4	Methodisches Vorgehen .....	12
5	Ausbildung 4.0.....	13
6	Netzwerk 4.0.....	13
7	Fazit.....	13

## **Industrie 4.0 braucht den Menschen 4.0!**

*Rüdiger Haas*

1	Einleitung: Industrie 4.0 – Fluch oder Segen für den Mittelstand? .....	14
2	Produktion im Umbruch: Quo vadis Industrie 4.0? .....	14
3	Steigerung der Produktivität durch Digitalisierung?.....	15
4	Industrie 4.0 braucht den Menschen 4.0.....	16

## **Roadmap2Industrial Internet – Als KMU das Vorhaben Industrie 4.0 auf eine sinnvolle Basis stellen!**

*Oliver Brehm*

1	Einleitung .....	19
2	Chef-Thema Industrie 4.0 .....	20
3	Roadmap2Industrie4.0.....	22
3.1	Daten verwalten.....	22
3.2	Daten analysieren.....	22
3.3	Daten interpretieren .....	23
3.4	Geschäftsmodell generieren .....	23
3.5	Skalieren .....	23
4	Schlussfolgerung.....	25

## **Was Sie eigentlich gar nicht über „Industrie 4.0“ wissen wollen, jetzt jedoch benötigt sind, hier zu lesen**

*Volker Boelsch*

1	Antwort 1: Welche Revolutionen gab es .....	26
1.1	Die erste industrielle Revolution.....	26
1.2	Die zweite industrielle Revolution .....	27
1.3	Die dritte industrielle Revolution.....	28
2	Industrie 4.0 - was steckt dahinter?.....	29
2.1	Antwort 2: Wie revolutionär ist „Industrie 4.0“ .....	30
2.2	Antwort 3: „Industrie 4.0“ im deutschen Mittelstand produktiv nutzen .....	30
2.3	Szenario .....	31
2.4	Wie geschieht das im Einzelnen.....	32
3	Fazit.....	33

## **Agilität von KMU mit digitalisierter, demografiefester Personalarbeit steigern**

*Regina Brauchler*

1	Ausgangssituation für Arbeit 4.0.....	34
1.1	Entstehungsursachen und Ausprägungsmerkmale von Arbeit 4.0.....	34
1.2	Herausforderungen demografiefester Personalarbeit.....	35
2	Agilität als zukunftsfähige Handlungsstrategie.....	37
2.1	Agiles Denken und agile Organisation .....	37
2.2	Agile Arbeitswelt – Coworking als exemplarische Ausprägung .....	38
3	Ausblick in agile, demografiefeste Personalarbeit.....	39

## **Transformation für KMU: der sichere Weg zur Digitalisierung abseits der überladenen Programme und Methoden**

*Uwe Fischer*

1	KMU und Industrie 4.0 – zwei Welten prallen aufeinander? .....	43
1.1	Digitalisierung ist nicht der Trend sondern die Antwort auf die Herausforderungen.....	43
1.2	Dimensionen der Veränderung durch Industrie 4.0 .....	44
1.3	Industrie 4.0 erfordert neue Formen der Arbeitsorganisationen .....	44
2	Vom Trend zur Fähigkeit: Wie KMU die richtigen Fähigkeiten aufbauen können .....	45
3	„Fail fast“ das schnelle Scheitern als Erfolgsfaktor in Innovationsprozessen.....	46
4	Der Weg zu Industrie 4.0 und Digitalisierung als Transformation.....	47
4.1	KMU tauglicher Transformationsansatz: der Enterprise Transformation Cycle.....	47
4.2	Themenfelder in den Schritten des Enterprise Transformation Cycle.....	48
4.3	Beispiele für wirksame Werkzeuge bei der Transformation in KMU .....	48

## **Voraussetzungen im Datenmanagement für die Umsetzung von Industrie 4.0 bei KMU**

*Patrick Müller*

1	Zielsetzung von Industrie 4.0.....	51
2	Digitalisierung.....	51
3	Serviceorientierte Geschäftsmodelle .....	53
4	Individualisierung.....	53
5	Industrie 4.0 in der Produktion .....	54
6	Integration von Mechanik, Elektrik, Elektronik und Software .....	55
7	Big Data .....	56
8	Integrationsanforderungen .....	56
9	Empfehlungen .....	57

## **Datensicherheit von Produktionsanlagen**

*Axel Zimmermann*

1	Der Sicherheitsbegriff in der Industrie.....	58
2	Angriffe auf Industrieanlagen.....	58
3	Intrusion Detection Systeme .....	59
4	Spezielle Anforderungen der industriellen Datenkommunikation.....	61



## Informationssystematik zur Optimierung von Konstruktions- und NC-Prozessen

Thomas Mücke

1	Einleitung .....	64
1.1	Zusammenfassung .....	64
2	Grundsätzliche Analytik.....	64
3	Realisierung .....	65
3.1	Vernetzung .....	65
4	Methodik .....	66
5	Prozessverbesserungen .....	68
5.1	Optimierung des Konstruktionsprozesses .....	68
5.2	Optimierung des NC-Prozesses .....	69
6	Zusammenfassung / Schlussfolgerungen .....	69

## Mitarbeiterperspektive: was zählt – Zur Erhebung der Schwerpunkte der gegenwärtigen Technik aus der Mitarbeiterperspektive

Maja Jeretin-Kopf, Rüdiger Haas

	Abstract .....	71
1	Die gegenwärtige Technik.....	71
2	Wie kommt man zu den Bildungs- und Lernzielen in einem Unternehmen? .....	73
2.1	Unternehmen benötigen betriebspezifische Curricula .....	73
2.2	Ziele und Inhalte der Bildung werden auf der Basis der Erkenntnisperspektiven der Technik formuliert .....	74
2.3	Die Inhalte ergeben sich aus den Aufgabenschwerpunkten der gegenwärtigen Technik .....	74
2.4	Wer formuliert die Bildungsinhalte? .....	74
3	Die Mitarbeiterperspektive .....	75
3.1	Individuelle Merkmale .....	75
3.2	Interaktion innerhalb eines sozialen Gefüges und eines aufgabenbezogenen Kontextes .....	75
3.3	Ziele der Handlungen – der Handlung innerhalb des Kontextes einen Sinn geben .....	75
3.4	Emotionen und Werte .....	76
3.5	Zusammenhänge: Ziele, Werte, Emotionen und der Arbeitskontext .....	77
4	Schwerpunkte der gegenwärtigen Technik .....	77

## Intelligente Strombereitstellung und ihre didaktische Reduktion

Joachim Zimmermann

	Abstract .....	79
1	Von einer zentralen zu einer dezentralen Energieversorgung.....	79
2	Konsumenten werden zu Prosumenten .....	80
3	SmartGrid – ein intelligentes Energieversorgungssystem .....	80
4	Schulische Relevanz der Thematik.....	81
5	Praktische Umsetzung der Thematik in einem Schulprojekt .....	82

## **Individualization and product customization of medical implants by using Additive Manufacturing**

*Ali Abdolahi, Rüdiger Haas*

Abstract .....	83
1 Introduction .....	83
2 Manufacturing systems .....	83
3 Individualization processes .....	84
4 Biocompatible materials in medical engineering .....	84
5 Microstructure modeling .....	85
6 Conclusion, overview to the next steps.....	85

## **Business Intelligence als Digitalisierungsstrategie**

*Kamuran Sezer*

1 Zusammenfassung .....	87
2 Was ist Digitalisierung?.....	87
3 Business Intelligence als Digitalisierungsstrategie .....	89
4 Mit Reifegradmodell „biMM“ Business Intelligence gestalten .....	90
5 Kritik und Erweiterung des biMM .....	91
6 Fazit.....	92

## **Digital. Kommunikativ. Vernetzt. KUNSTstücke der Industrie 4.0**

Ausstellungen.....	94
--------------------	----

## Industrie 4.0: Im Mittelpunkt steht der Nutzen

**Horst Fritz**

Sehr geehrte Damen und Herren,

als Vorsitzender des Arbeitskreises Industrie 4.0 bei der IHK Karlsruhe und mittelständischer Unternehmer übernehme ich gern die ehrenvolle Aufgabe, Sie mit einigen persönlichen Gedanken auf das komplexe Thema Industrie 4.0 einzustimmen. In den Mittelpunkt meiner Überlegungen aus Unternehmersicht möchte ich den konkreten Nutzen von Industrie 4.0-Methoden stellen. Einen messbaren Ertrag, der den Aufwand rechtfertigt. Begriffe wie Industrie 4.0, Internet der Dinge, Cyberphysikalische Systeme oder Smart Factory stehen für einen technologischen Umbruch, einen grundlegenden Wandel aller Wirtschafts-, Arbeits- und Lebensbereiche. Sie stehen für die vierte industrielle Revolution, die nach drei vorangegangenen industriellen Revolutionen eine neue Ära einläutet.

### 1 Industrielle Revolutionen

Was waren die vorangegangenen „industriellen Revolutionen“?

- Die erste industrielle Revolution Ende des 18. Jahrhunderts war geprägt durch die Nutzung der Wasserkraft und der Dampfmaschine.
- Die zweite industrielle Revolution zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde durch die Elektrizität als Energiequelle für Antriebe und Beleuchtung eingeleitet; sie war gekennzeichnet durch die Massenfertigung von Produkten am Fließband.
- Die dritte industrielle Revolution begann in den 1970er Jahren des 20. Jahrhunderts durch die rasante Entwicklung der Elektronik und der Rechnersysteme.

Heute erleben wir die vierte industrielle Revolution, angetrieben durch das Internet als weltumspannendes Kommunikationsnetz. Menschen und cyberphysikalische Systeme, also kommunikationsfähige Sensoren und Aktoren, tauschen weltweit gigantische Datenmengen aus.

Wenn wir berücksichtigen, dass uns bereits die vorangegangene dritte industrielle Revolution die erforderliche Elektronik und die Rechnersysteme beschert hat, können wir durchaus auch von einer Evolution statt einer Revolution reden, getrieben durch die enorme Dynamik des Internets. Evolution oder Revolution? Wir werden erleben, wo die Reise hingeht.

Erinnern Sie sich noch an das Konzept des „Computer Integrated Manufacturing“ (CIM), das Joseph Harrington im Jahre 1973 als Vision einer voll automatisierten, menschenleeren Fabrik vorstellte? Wir wissen heute, dass diese Vision in der Umsetzung gescheitert ist. Die Zeit war damals noch nicht reif für CIM.

Heute verfügen wir über die Komponenten, Werkzeuge, Möglichkeiten und Erkenntnisse zur erfolgreichen Umsetzung der Idee von einer smarten, durchgängig vernetzten Fabrik 4.0. Ein Flaschenhals ist aktuell noch die lückenhafte Breitbandversorgung in Glasfaser und Mobilfunk. Kein technisches, eher ein politisches Problem, das besonders unsere kleinen Unternehmen im dünn besiedelten ländlichen Raum trifft.

### 2 Technischer und gesellschaftlicher Umbruch

Das „Internet der Dinge und Dienste“ schafft die Verbindung der realen mit der virtuellen Welt. In der vernetzten Fabrik, der „Smart Factory“ mit ihren Warenströmen wachsen Informations-, Kommunikations- und Produktionstechnologien zusammen. Neue Möglichkeiten eröffnen sich, neue Geschäftsmodelle und Chancen entstehen. Gleichzeitig müssen bestehende Geschäftsmodelle auf den Prüfstand gestellt und weiterentwickelt werden.

Auch die Diskussion über die gesellschaftlichen Auswirkungen der neuen Arbeitswelt 4.0 muss geführt werden. Die Idee der Smart Factory wird nur dann erfolgreich sein, wenn wir den Faktor Mensch von Anfang an bewusst als entscheidende Komponente des Räderwerks verstehen. Industrie 4.0 muss dem Menschen dienen, nicht umgekehrt.

Disruptive neue Technologies wie der 3D-Druck von hochwertigen Kunststoff-, Metall- und Verbundkomponenten bis hin zu kompletten Produkten werden unsere Arbeitswelt in jedem Fall umkrempeln, so viel ist sicher. Unsere Fertigungsbetriebe werden sich darauf rechtzeitig einstellen müssen. Neue Möglichkeiten entstehen beispielsweise beim Rapid Prototyping oder beim Leichtbau.

### 3 Nutzen und Risiko

Aufgabe der Unternehmer und Institutionen ist es, aus dem Thema Industrie 4.0 einen konkreten Nutzen für das eigene Unternehmen und für den Kunden zu generieren. Dabei kann eine konsequente Digitalisierung der Prozesse helfen, wenn wir diese zielgerichtet und mit Augenmaß in konkreten Projekten zur Anwendung bringen. Bei aller Euphorie in der praktischen Umsetzung der Projekte dürfen wir das Thema Datensicherheit nicht vergessen. Suchen Sie sich frühzeitig einen leistungsfähigen