

# *Digitalisierung und Industrie 4.0 – Trend mit modischer Überhöhung?*

Peter Mertens · Dina Barbian

**Digitalisierung und Industrie 4.0 werden in sehr vielen Veröffentlichungen mit streuenden Inhalten benutzt. Das könnte ein Indiz dafür sein, dass ein vor allem im deutschsprachigen Raum begrüßenswerter Trend durch bedenkliche Modewellen überlagert wird.**

## **Einleitung: Muster der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung**

Digitalisierung (D) ist das jüngste Glied der Kette „EDV → Informationsverarbeitung → Automation mit IT → IKT (Informations- und Kommunika-

tionstechnik) → Informationstechnologie → E-Business/E-Commerce“. Der Begriff ist nicht sehr glücklich, weil schon jetzt viele Elemente moderner IT analoge Komponenten enthalten, vor allem an der Mensch-Maschine-Schnittstelle, bei der Mobilfunkkommunikation und bei eingebetteten Systemen. Zukünftig könnte das erst recht gelten, z. B. in der Zusammenarbeit von Menschen mit Softwareagenten.

Von D und Industrie 4.0 (I 4.0) versprechen sich Persönlichkeiten in Fertigungsindustrie, Dienstleistungsbetrieben, Telekommunikation, Verbänden, Politik, öffentlicher Verwaltung, Unternehmensberatung, Kongress- und Ausstellungsbranche, Medien und Wissenschaft außerordentlich hohe Nutzeffekte.

Die wissenschaftliche, technische und wirtschaftliche Entwicklung verläuft sehr oft nicht auf einer ununterbrochen aufsteigenden Trendlinie. Vielmehr sind diverse Entwicklungsmuster zu beobachten.

In der IT bzw. in den zugehörigen Wissenschaftsdisziplinen Informatik, Agrarinformatik, Medizininformatik, Wirtschaftsinformatik und

weiteren wurde oft der Verlauf Hype Cycle (Abb. 1) beobachtet. Das weltweit tätige IT-Marktforschungsunternehmen Gartner, Inc., kombiniert dieses Ausbreitungsmuster mit Methoden zur Einschätzung des weiteren Verlaufs (Gartner Hype Cycle) und seiner Folgen. Die Gartner-Beraterin Fenn hat auf dieser Grundlage 1999 den „Dotcomcrash“ ein halbes Jahr vorher prognostiziert [35]. Ein Beispiel aus der Informatik ist die künstliche Intelligenz (KI). Der Gründer von Google, Page, sah es in einem Interview so: „Die Forschung zur Künstlichen Intelligenz war lange aus der Mode, das Thema galt als abgehakt und aussichtslos“ [47]. M. Minsky, der als Pionier der KI gilt, wurde schon in den 1950er-Jahren nach anfänglicher Begeisterung und kühnen Prognosen verspottet [20]. KI-Lehrstühle wurden anderen Verwendungen zugeführt. Gegenwärtig investieren Unternehmen aus verschiedenen Branchen erheblich in KI-Entwicklungen.

Prognosen, wie sie teilweise auf die Gartner-Hype-Cycle-Methode gestützt werden können, sind wichtig, wenn eine neue Technik mit möglichst geringen „Reibungsverlusten“ durchgesetzt werden soll. Vor allem die Überlagerung des Trends durch Moden (Abb. 2) bedeutet Ressourcenvergeudung, denn in der Phase modischer Übertreibungen geraten Investitionen in Human- und Sachkapital zu hoch. Während des Abstiegs vom Modegipfel

DOI 10.1007/s00287-016-0974-5  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

Peter Mertens · Dina Barbian  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg,  
Lange Gasse 20, 90403 Nürnberg  
E-Mail: {peter.mertens, dina.barbian}@fau.de

## Zusammenfassung

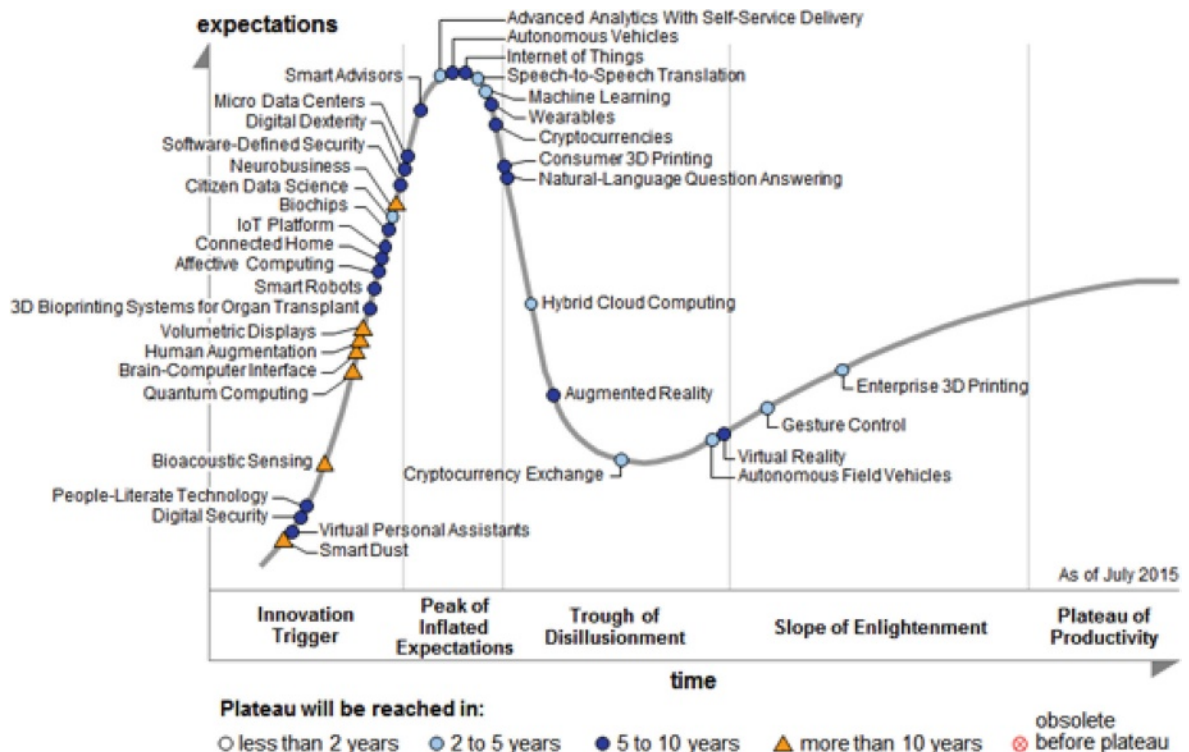
Die Begriffe *Digitalisierung* und *Industrie 4.0* werden gegenwärtig mit unterschiedlichen Inhalten besetzt. Das mag ein Indiz sein, dass ein v. a. im deutschsprachigen Raum sehr begrüßenswerter Trend durch Modewellen überlagert wird. Es könnte wie oft in der Informatik und verwandten Disziplinen das Verlaufsmuster Gartner Hype Cycle mit den Phasen „zögernder Beginn“, „steiler Anstieg mit übertriebenen Versprechungen“, „hoher Gipfel“, „Abfall in ein Tal“, „öffentlich wenig beachtete Weiterarbeit am Detail“, „allmählicher Wiederaufstieg“, „Einmündung in einen langfristigen Trend“ beobachtet werden. Dieser Verlauf impliziert Ressourcenvergeudung. Wir erörtern retardierende Momente, wie z. B. unterschiedliche Kulturen zwischen der Entwicklung von Software und Maschinen oder Probleme mit dem Lebenszyklus von individualisierten Erzeugnissen, die dazu führen könnten, dass man nach dem Gipfel in ein „Tal der Enttäuschungen“ stürzt.

in das „Tal der Enttäuschungen“ fällt man bei den Desinvestitionen in das andere Extrem.

Daher erscheint es zweckmäßig, mitten in der Flut der optimistischen Vorhersagen oder gar Euphorie auch zu erörtern, welche Gegenkräfte und Argumente bremsend bzw. verzögernd wirken könnten („retardierende Faktoren“).

In diesem Beitrag wird nicht eine Bilanz der optimistischen und pessimistischen Vorhersagen angestrebt. Stattdessen nehmen wir die optimistischen Prognosen als gegeben und konzentrieren uns auf Sachverhalte und Meinungen, die darauf hindeuten, dass auch eine gewisse Vorsicht und mehr Realismus angezeigt sind. Ausführlichere, vertiefende Versionen haben wir im Internet abgelegt (siehe u. a. [28] und [29]).

*Wir halten die weitgehende Automatisierung von Produktion und Dienstleistungen mit elektronischen Mitteln überall dort, wo die Maschinen die Aufgaben besser als Menschen erfüllen können („sinnhafte Vollautomation“) für richtig. Das gilt v. a. für den deutschsprachigen Raum mit seiner sehr ungünstigen Demografie [22]. In diesem Beitrag geht es um nicht-sinnhafte Übertreibungen.*





## Abstract

Recently the words *Digitalization* and *Industry 4.0* have been used in quite different publications with various contents. This may be an indication for a crucial trend that is overlapped through waves of fashion. In Computer Science and related disciplines this can probably be described by the pattern Gartner Hype Cycle with the phases „technology trigger“, „peak of inflated expectations“, „trough of disillusionment“, „slope of enlightenment“, „plateau of productivity“. This course leads to a wastage of resources. We discuss retarding moments such as different cultures between the development of software and machines or the impediments within the life cycle of individualized products that could result in a steep fall from the peak to the „trough“.

## Methodik

Wir stützen uns auf

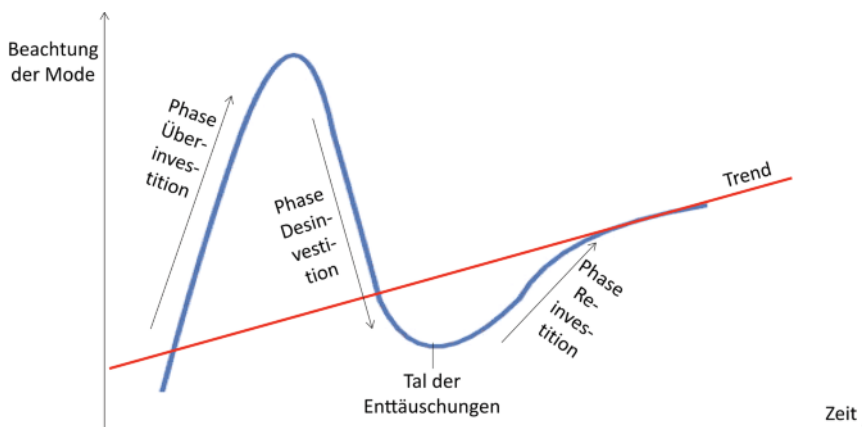
1. Aussagen, die einflussreiche Persönlichkeiten der IT-Fachgemeinschaft in der Öffentlichkeit getroffen haben,
2. informelle, aber mit systematischem Gerüst durchgeführte kleinere Befragungen von 33 spezialisierten Praktikern und Wissenschaftlern,
3. die Fachliteratur, wobei Memoranden, Abschlussberichte u. Ä. von hochrangig besetzten Gremien (acatech, BITKOM, VDA, VDE, VDMA) eine wichtige Rolle spielen,
4. Veröffentlichungen von Unternehmensberatern,

## Einige Auffassungen zu D und I 4.0

DIGITALISIERUNG bedeutet	INDUSTRIE 4.0 bedeutet
1. Überführung von analogen Werten in digitale	1. Informationsaustausch/Verhandlung zwischen Betriebsmitteln, die mit eigenen Rechnern ausgestattet sind („cyber-physical systems“)
2. Automation unter Nutzung von informationstechnischem Fortschritt	2. Vernetzte Maschinen in Fertigung und Logistik
3. Automation plus Änderung von Geschäftsmodellen	3. Wie 2., aber Vernetzung über das Internet
	4. IT-gestützte Steuerung der Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten
	5. Integrierte Informationsverarbeitung im Industriebetrieb
	6. Wie 5., aber Einschluss von maschinellem Lernen und „Big Data“

5. von Journalisten verfasste Artikel, in denen nicht nur Fakten dargestellt, sondern auch dezidierte Meinungen zum Ausdruck gebracht werden, und
6. wissenschaftliche Arbeiten, die aber bisher spärlich sind.

Die Analyse wird dadurch erschwert, dass die Begriffe D und I 4.0 durch sehr unterschiedli-



**Abb. 2 Effizienzverluste durch Moden**

Merkmale von Moden in Wissenschaft und Technik	
Beschreibung	Erläuterung
Das Thema erhält für eine bestimmte Zeit Aufmerksamkeit weit über die Fachwelt hinaus. Sehr viele neue Begriffe werden geprägt	Die Tab. 3 und 4 enthalten kleine Ausschnitte aus von uns stetig fortgeschriebenen Sammlungen, die ein Indiz für modische Überhöhungen sind (die beiden ausführlichen Listen (ca. 700 bzw. 80 Einträge) sind unter <a href="http://www.wi1.uni-erlangen.de/team-network/team/petermertens">http://www.wi1.uni-erlangen.de/team-network/team/petermertens</a> im Netz verfügbar)
Medien und Berufspolitiker stimmen der Bedeutung zu	Der EU-Kommissionsvorsitzende Juncker stellte 2015 die Digitalisierung auf eine Ebene mit der Außenpolitik [36]
Personen, die sich skeptisch zur Nachhaltigkeit der jeweils aktuellen Entwicklungen äußern, stellt man gern als „von gestern“ oder als „ewige Bedenkenträger“ hin	Beispiele: „Wir laufen Gefahr, den Anschluss zu verlieren“ (U. Grillo, Präsident des BDI) [39]; „Die Digitalisierung kommt nicht als laues Lüftchen daher, sondern als Sturm. Sie ist disruptiv“ [46]; „Die erste Halbzeit der Digitalisierung haben wir in Europa verloren“ (T. Höttges, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Telekom AG) [17]
Man weckt Ängste, es könnte eine wichtige Entwicklung verschlafen werden und die Konkurrenz würde einen Wettbewerbsvorteil erreichen („Alarmismus“)	Im Zusammenhang mit I 4.0 ist interessant, wie die „Vorläuferwelle“ CIM gegenwärtig als gescheitert oder gar als Desaster bezeichnet wird. Dabei wird CIM als eine Art Vollautomation der Fertigung interpretiert, während andere Wesensmerkmale wie die Verbindung von technischen und betriebswirtschaftlichen Funktionen (z. B. Konstruktion mit der Kalkulation oder mit Zielkostenrechnungen) oft ausgeklammert bleiben [1], [24]. Als Vorläufer von I 4.0 kann man aber eher die Halle 54 der VW AG in Wolfsburg ansehen. Diese galt vor allem unter Außenstehenden als bewunderte oder gefürchtete „menschenleere Fabrik“
Die Stärken bisheriger Entwicklungen („Stand der Technik“) werden herabgewürdigt oder unterschlagen, die der aktuellen Vorschläge überbetont	Exakte Betriebsdatenerfassung, z. B. RFID, weitgehend automatische Kommissioniersysteme, zustandsabhängige vorbeugende Wartung. Kommunikationsberater fügen in allgemeine Veröffentlichungen das Wort D ein, um die Chance der Publikation in Zeitungen zu steigern
Schon länger praktizierte Lösungen werden unter den aktuellen Modebegriff subsumiert, z. B. um von der öffentlichen Aufmerksamkeit und von Subventionsprogrammen zu profitieren (Mitnahmeeffekte, „Trittbrettfahren“) oder modern zu erscheinen	„Betriebliche Dokumentation → Selective Dissemination of Information → Information Retrieval → Wissensmanagement → Business Intelligence → Big Data“
Eingeführte Begriffe ersetzt man unkritisch durch neue, die oft hinsichtlich Semantik, Etymologie oder Übersetzung fragwürdig sind	Zum Beispiel agil, alternativlos, disruptiv, emergent, Game Changer, Hybridisierung, Lichtjahre, neue Generation, Quantensprung, resilient. Besonders der Begriff „Optimierung“ wird inflationär, wenig trennscharf oder gar unseriös verwendet
Hinzu treten „aufgeladene“ Wörter, die die Bedeutung herausstreichen oder überhöht wirken und teilweise in Lexika noch gar nicht zu finden sind	Zum Beispiel Prototypen zur Fertigungssteuerung und Logistik mit Multiagentensystemen (MAS), MES, hochentwickeltes SCM
Vor allem jüngere Wissenschaftler und Praktiker laufen Gefahr, nur unter den neuen Stichworten zu recherchieren und ältere Forschung und Entwicklung zu übersehen	
Die Aufeinanderfolge der Moden beinhaltet die Gefahr, dass bisherige Pionierarbeiten zu früh abgebrochen werden, weil die Energie auf das scheinbar Neue fokussiert wird	
Die Befassung mit der Mode wird zur Chefsache ausgerufen	

che Interpretationen entwertet sind. In unseren Quellen konnten wir die in Tab. 1 aufgelisteten Begriffsverständnisse finden.

Streng genommen müssten für alle neun Begriffsverständnisse eigene Betrachtungen angestellt werden. Diese Ausdifferenzierung ist hier nicht möglich.

In Tab. 2 sind einige Merkmale von Moden in Wissenschaft und Technik zusammengestellt.

## Retardierende Faktoren

Die folgenden Einflussgrößen können bedingen, dass die vielfach vorhergesagten Entwicklungen langsamer verlaufen und



Tabelle 3

### Die Inflationierung des D-Wortes (Auszug)

1. Das Kabinett geht in Digitalklausur
2. Digirali (Unternehmen, die hinsichtlich ihrer digitalen Transformation am weitesten fortgeschritten sind)
3. Digital Age Management
4. Digitalatheist
5. Digital Detox (Gelassenheit als Folge von Abstinenz von E-Mails im Urlaub)
6. Digitalevangelist
7. Digital Ignorance
8. Digital Immigrants
9. Digital Literacy
10. Digital Natives
11. Digital souveräne EU
12. Digitalverweigerer
13. Digitale Alphabetisierung (Vermittlung von IT-Wissen)
14. Digitale Aufholjagd
15. Digitale Diät (reduzierte Zahl der täglichen Blicke auf das Mobiltelefon)
16. Digitale Fahndung
17. Digitale Giganten
18. Digitale Gründerzeit (Chancen auf Subventionen für Gründer von IT-Unternehmen)
19. Digitale Industriespionage
20. Digitale Mitmachgesellschaft
21. Digitale Nachhilfe
22. Digitale Republik Deutschland
23. Digitale Scheinwelt
24. Digitale Schotterpisten (zu schwache Breitbandnetze)
25. Digitale Tagelöhner
26. Digitale Umkleidekabine
27. Digitale Vorgesetzte (Roboter, die Arbeitnehmer entlassen dürfen)
28. Digitale Wohlfühlutopie
29. Digitale Zasterfahndung (Steuerfahndung)
30. Digitaler Büchertempel (Bibliothek)
31. Digitaler Darwinismus
32. Digitaler Dreiklang
33. Digitaler Gegenangriff (gegen Terror)
34. Digitaler Kundenwunsch
35. Digitaler Maoismus (extremer Pessimismus, dass Digitalisierung zu unbezahlter Arbeit und Arbeitslosigkeit führt)
36. Digitaler Nomade
37. Digitaler Trippelschritt
38. Digitaler Weckruf
39. Digitales Dösen
40. Digitales Flächenbombardement
41. Digitales Mindset
42. Digitales Wolkenkuckucksheim
43. Digitalisiertes Pricing
44. Digitalisierungsblase
45. Digitalisierungsexpress (Börsenwertsteigerung von Alphabet/Google)
46. Digitalisierungsmarathon
47. Digitaldepression (Zeitungsredaktionen)

Enttäuschungen vorprogrammiert sind, die wiederum nach Überschreiten eines Euphoriegipfels in ein „Tal der Enttäuschungen“ führen:

1. Sachkenner erwähnen die Gefahr, dass bei I 4.0 wenig harmonisierende Kulturen aufeinanderstoßen. P. Leibinger, Geschäftsführer der Trumpf GmbH & Co. KG, äußerte: „Unsere Innovations-



Tabelle 4

### Die Inflationierung des I-Wortes und der Zahl 4.0 (Auszug)

1. Allianz 4.0
2. Brandenburg 4.0
3. Fashion Retail 4.0
4. Fiskus 4.0
5. Freundschaft 4.0 (deutsch-französische Kooperation)
6. Hochschule 4.0
7. Informatik 4.0
8. Kartellrecht 4.0
9. Lebensmittel 4.0
10. Mittelstand 4.0
11. Scheinselbstständigkeit 4.0
12. Straßenbahn 4.0 (fahrerlos)
13. Terror 4.0 (Nutzung des Internets durch Terroristen)



zyklen sind völlig anders, sind auf fünf bis sieben Jahre ausgelegt. Die Schlagzahl der Softwareindustrie ist uns fremd“ [34]. Zu den sog. FinTechs äußert Stephan Müller, Bereichsvorstand Group Information Technology der Commerzbank: „Sie leben eine Fehler- und Lernkultur, indem sie unausgeglichene Lösungen auf den Markt bringen, um diese dann schrittweise an die Kundenbedürfnisse anzupassen“ [30]. Recht bedenklich erscheint eine Aussage des Vorstandsvorsitzenden der Daimler-Benz AG, Zetsche: „Wir müssen lernen, neben unseren eigenen Zyklen das Tempo der Konsumgüterindustrie aufzunehmen. Die Vollentwicklung eines Autos dauert sieben Jahre, die eines Handys oder einer App nur wenige Monate. Während wir im Autobau unverändert nach 100 Prozent Perfektion streben, werden wir künftig auf der anderen Seite – etwa bei Apps – auch mal mit einem Perfektionsgrad von 90 Prozent leben müssen“ [49].

Die Verletzlichkeit von Produkten, die man stark „digitalisiert“ hat, erkennt man indirekt am VW-Skandal. Manipulationen an Messeinrichtungen, wie sie per Software möglich sind (in USA: „Volkswagening“) [11], wären wohl viel früher aufgefallen, hätte man die Täuschung über den Einbau zusätzlicher Geräte (Hardware) erreichen wollen. So plädiert der TÜV in Ansehung der Affäre für die Rückkehr zur Endrohrmessung [31]. (Es ist dies zugleich ein Beispiel für Analogisierung als Umkehr von Digitalisierung.) Weniger dramatisch, aber auch charakteristisch bzw. bedenklich ist das folgende Beispiel:

*Das Navigationssystem eines älteren Pkw funktioniert nur bei sommerlichen Temperaturen gut, im Winter unregelmäßig. Es erscheint dann eine Meldung, man möge die CD austauschen. Der Kundendienst aber warnt vor der Auswechslung, denn beim Aufspielen könnte das Navigationssystem sich durch Umparametrieren auf die Software der neuen CD einstellen wollen. Wenn das misslingt, funktionieren weder die alte noch die neue CD, sodass auch der Navigationsrechner zusammen mit großen Teilen des Cockpits erneuert werden müsste, was insgesamt etwa 800 € kosten würde (persönliche Erfahrung des Mitverf. Mertens).*

2. Die extrem individualisierte Produktherstellung („Losgröße 1“) dürfte mit einer gelungenen I 4.0 leichter als bisher sein. Dieses Moment

wird von vielen Befürwortern von I 4.0 hervorgehoben, z. B. im Bericht von Forschungsunion/acatech [42]. In dem Sammelwerk [1] wird mehrmals erwähnt, dass I 4.0 die Erzeugung von individualisierten Produkten ohne nennenswerten Mehraufwand erlaube, ja z. T. als „Megatrend“ bezeichnet. Unbeachtet bleibt, dass man außer den Fertigungskosten auch die Folgekosten für die Aufrechterhaltung der Lieferbereitschaft über die Lebensdauer des Erzeugnisses (Ersatzteile, Wissen der Kundenbetreuer) ins Kalkül zu ziehen hat [26]. Das Problem könnte sich allerdings langfristig durch die additive Fertigung von Ersatzteilen etwas entschärfen [45]. Die verstärkte Individualisierung verträgt sich im Übrigen schlecht mit Modul- und Baukastenstrategien. Es fällt auf, dass gegenwärtig Unternehmen, die gefährdet sind und saniert werden, umgekehrt die Produktvielfalt einschränken.

3. Für die cyberphysikalischen Systeme sind die Theorie und die Technik der Softwareagenten bzw. MAS beträchtlich auszubauen. Dies gilt besonders dann, wenn die Agenten nicht nur Daten *austauschen*, sondern *verhandeln*. Die Entwicklung der Algorithmen wird intensive interdisziplinäre Forschung voraussetzen. Standardsoftware ist nicht in Sicht. Erste, noch zu vertiefende Untersuchungen zur weiteren Dezentralisierung der Produktion und Logistik erbrachten, dass sich zwar tendenziell Vorteile bei der Durchlaufzeit abzeichnen, aber Nachteile bei der Kapazitätsauslastung und damit eine erhöhte Kapitalbindung [48]. Andererseits erlauben MAS eine besonders rasche Reaktion auf Änderungen, z. B. Eilaufträge; diese Flexibilität könnte auch die Kapitalbindung reduzieren [4].
4. Für viele Prozesse in der Fertigung und bei der Nutzung von physischen und Dienstleistungsprodukten bedarf es einer absolut sicheren, unverzerrten und sehr schnellen Kommunikation. Hierfür müssen besondere Übertragungswege geschaffen werden. H. Kagermann merkt an, dass die mit I 4.0 angestrebten Lösungen, soweit sie Echtzeitverarbeitung voraussetzen, nur funktionieren, wenn die Daten verzögerungsfrei übertragen werden, und dass „Schwankungen in der Datenübertragung in den Wertschöpfungsnetzwerken 4.0 so teuer werden [können] wie Schwankungen bei der Stromversorgung für energieintensive Unternehmen“ [18].

Würde aus (gesellschafts-)politischen Erwägungen strikte Netzneutralität durchgesetzt, so könnten Teile von I 4.0 daran scheitern oder Betriebe in Regionen mit schwächerer Infrastruktur bekämen erhebliche Probleme.

5. Bei der Datenübertragung in Netzen können Straftäter wichtige Informationen blockieren (Locky!), stehlen oder verfälschen. Das Bundesamt für die Sicherheit in der Informationstechnik lässt in seinem Lagebericht 2015 erkennen, dass die Technik nur schwer mit den Sicherheitsanforderungen mithält [7]. Helmig und Tuong schätzen die Lage so ein: „Es ist ein Wettrennen zwischen Webseitenbetreibern und Hackern. Und derzeit gewinnen die Hacker“ [12].
6. Die vernetzten Systeme bilden zugleich Angriffspunkte für konkurrierende Staaten. Beachtenswert ist v. a. die Strategie der VR China, den technologischen Vorsprung in anderen Ländern und auf ausgewählten Sektoren („Targeting-Strategie“ [3], [40]) besonders rasch aufzuholen bzw. schnell die Stellung eines Global Champion zu erreichen. Diese Strategie korrespondiert mit der von K. A. Samuelson entwickelten volkswirtschaftlichen Theorie, wonach das Ricardo-Theorem von den gegenseitigen Vorteilen („Win-win-Situation“) zweier Waren und Dienstleistungen austauschender Volkswirtschaften nicht gilt, wenn ein Land den technischen Vorsprung eines anderen besonders schnell aufholt [44].
7. I 4.0 setzt eine weit- und tiefreichende Normung voraus, die bei länderübergreifenden Produktions- und Liefernetzen international vereinbart werden muss. Die zugehörigen, mittlerweile eingeleiteten Verhandlungen mögen stark von nationalen Interessen geprägt und somit auch konfliktträchtig werden.
8. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zögern aus unterschiedlichen, aber nachvollziehbaren Gründen (Investitionsbedarf, Risiko, mangelnde Verfügbarkeit von hoch spezialisierten Mitarbeitern). Wenn solche Teilnehmer nicht in weitreichend automatisierte Funktionen und Prozesse eingebunden werden könnten, wären der zwischenbetrieblichen Integration Grenzen gesetzt. Wirtschaftsminister Gabriel äußerte auf der Cebit 2015 an die Adresse der KMU, „dass ein Zögern bei der digitalen Revolution fatal wäre“ [9].

9. Digitalisierung wird zuweilen als (modernes) Motiv vorgeschoben, obwohl letzten Endes die Verlagerung von Dienstleistungen auf Kunden und/oder Lieferanten („Rationalisierung auf Kosten anderer“) das Ziel ist. Dies gilt v. a. für Banken und Versicherungen. Im Blickfeld stehen Informationen des Kunden durch das Kreditinstitut, z. B. der Ersatz von postalisch zugestellten Kontoauszügen oder Angeboten, u. a. über ein Kundenportal. Häufig verbirgt sich unter den eher positiv besetzten Wörtern wie „Digitalisierungsstrategie“ die Ausdünnung des Filialnetzes [2], [33].

Viele Banken, aber auch Versicherungen und Behörden sparen sich das Sortieren von Dokumenten und stellen stattdessen dem Kunden die gleichen Papiere mehrfach per Post zu, verpackt in Kuverts (wir haben in kurzer Zeit ca. 60 von unterschiedlichen Absendern gesammelt), auf denen Texte wie dieser stehen:

*„Elektronische Datenverarbeitung und automatische Kuvertierung haben zur Folge, dass Sie am selben Tag mehrere Briefe von uns erhalten können. Haben Sie bitte Verständnis dafür. Das Sortieren der Sendungen nach Empfängern ist teurer als das zusätzliche Porto.“*

*Die minimale Anpassung eines Versicherungsvertrages führte zu mehreren Postsendungen mit teils gleichem Inhalt im Gesamtgewicht von 750 g (persönliche Erfahrung des Mitverf. Mertens).*

In der Finanzwirtschaft fällt darüber hinaus die Divergenz zwischen dem Stand der Technik und der aktuellen Praxis der Mensch-Maschine-Kommunikation an der Kundenschnittstelle auf. Aus der Sicht der Kundschaft sind heute Prozesse oft aufwendiger als früher. Ein besonders deutliches Beispiel ist der Rückschritt, der für den „Normalbürger“ durch die 22-stellige Kontonummer IBAN auch im Inlandszahlungsverkehr eintritt, verbunden mit der teilweisen Abschaffung bzw. Verteuerung der Überweisung mithilfe der traditionellen Formulare. Dass neuerdings den Banken sogar verordnet wurde, Assistenzsysteme bei der Umrechnung der alten kürzeren Kontonummern und Bankleitzahlen in die längere und mnemotechnisch schwierigere IBAN abzuschalten (§ 7b ZAG), dürfte in der Geschichte der Automation ohne Parallele sein!

## Altbekanntes

1. Schon vor Jahren entwickelte neue Hardware, wie z. B. 3-D-Scanner oder RFID-Techniken, und Anwendungssysteme, wie z. B. MES, werden jetzt in engen Bezug zu I 4.0 gestellt [45].
2. In einer Broschüre des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie „Zukunftschance Digitalisierung“ werden als Innovationen u. a. aufgeführt: elektronische Rechnungen, Onlineshops, Newsletter, Onlinekonferenzen [8].
3. Auch Produktkonfiguratoren werden als Bestandteil von I 4.0 angesehen [37].
4. „Der Einkauf sieht in Realtime Bestände und wo sich Zulieferteile in einem bestimmten Zeitpunkt befinden“ [41].
5. Die Verschmelzung „der bisherigen 27 EDV-Systeme in der Verwaltung ... auf ein einziges ERP-System“ wird als Vorbereitung „auf die vernetzte Produktion“ eingestuft [15].
6. Der Vorstandsvorsitzende der Adidas AG, Rorstedt, benennt als Elemente der Digitalstrategie u. a. die Standardisierung von Produktions- und Verwaltungsprozessen, die intelligente Datenanalyse, die Zusammenarbeit innerhalb der Organisation, die veränderte Interaktion mit Kunden und den E-Commerce [21].

- Hier trifft die Wendung „Mensch hilft Computer“ besser als die umgekehrte zu [25, 27].
10. Aus bestimmten Gründen wird oft etwas bereits lange Vorhandenes in die neue Mode übernommen. Dafür stehen die Beispiele in Tab. 5. Besonders häufig tauchen im Zusammenhang mit der Digitalisierung und/oder I 4.0 Vermutungen und Pilotprojekte auf, die mit der Anlageninstandhaltung zu tun haben. Die zustandsabhängige vorbeugende Instandhaltung ist in Praxis und Wissenschaft ein sehr altes Thema. So erschien z. B. 1968 eine Sammelveröffentlichung „Datenverarbeitung und Operations Research bei der Instandhaltungsplanung“ [5] mit Beiträgen aus der Industrie und der Wissenschaft. Vergewahrtigt man sich derartige Beispiele, so sind viel benutzte Begriffe wie „disruptiv“ oder „digitale Revolution“ nicht angebracht.
  11. Die deutsche öffentliche Verwaltung verfügt im Vergleich mit führenden Staaten nicht über eine fortschrittliche und zugleich ausgereifte Informationsverarbeitung, wenn man verfeinerte und mit sehr detaillierter Datensammlung und -speicherung verbundene Methoden zur Aufdeckung von Steuerhinterziehung ausklammert [43]. Zu den Schwachstellen zählen das Vorhaben „elektronische Gesundheitskarte“ [23], die Software zur Verarbeitung elektronisch übermittelter Steuererklärungen in den Finanzämtern [38], das E-Postfach zur Kommunikation zwischen Anwaltskanzleien mit Justizbehörden [32], die De-Mail und der elektronische Personalausweis [10], das Großprojekt NFE (New Forwarding Environment) der Deutschen Post AG [6] oder die Weitergabe von Personalstammsätzen zwischen IT-Systemen von Bund, Ländern und Gemeinden [19]. Das Vorhaben ELENA

zur zentralen Speicherung der Sozialdaten ist gescheitert. Die methodisch höchst interessante Ersatzlösung mit P23R (Prozessdatenbeschleuniger) [23], die gleichzeitig einen Meilenstein der automationsgerechten Gesetzgebung bedeutet hätte, kommt nicht voran. Von daher drohen Zielkonflikte, wenn zwischen Investitionen in vergleichsweise konventionelle staatliche Automatisierungsprojekte einerseits und Subventionen für riskante privatwirtschaftliche D- und I 4.0-Vorhaben abgewogen werden muss.

12. I 4.0 berührt schwierige rechtliche Fragenkomplexe, so den Schutz geistigen Eigentums, die Ausgestaltung des Lizenzrechts, z. B. beim 3-D-Druck, das Außenwirtschaftsrecht [13] oder das Kartellrecht [16].
13. Nettonutzeffekte von D und I 4.0 auf betriebswirtschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene korrelieren nicht zwangsläufig. Starke Automatisierung mag dazu führen, dass einerseits die Spezialisten dafür fehlen, andererseits sehr viele wenig Qualifizierte arbeitslos werden und mit öffentlichen Mitteln unterstützt werden müssen (Polarisierungsthese). In Deutschland könnte dieses Problem wegen der besonders ungünstigen Altersstruktur und wegen des Flüchtlingsstromes besonders virulent werden. Eine Gesellschaft, in der eine Minderheit Hochqualifizierter besonders intensiv eingesetzt oder gar ausgebeutet wird, aber ein sehr großer Anteil des Einkommens an eine Mehrheit Minderqualifizierter transferiert wird, ist schwer vorstellbar.

## Literatur

1. Bauernhansl T, ten Hompel M, Vogel-Heuser B (Hrsg) (2014) Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Springer, Wiesbaden
2. Baulig B (30.3.2015) Digitalisierung steht im Mittelpunkt. [www.springer-professional.de](http://www.springer-professional.de), letzter Zugriff: 15.3.2016



3. Berke J u. a. (2015) Im Rachen des Drachen. Wirtschaftswoche 12/2010:40–47
4. Berndt JO (2015) Self-organizing multiagent negotiations. Dissertation, Universität Bremen
5. Bussmann KF, Mertens P (Hrsg) (1968) Operations Research und Datenverarbeitung bei der Instandhaltungsplanung. Poeschel, Stuttgart
6. Bündler H (12.11.2015) Computerpanne wirft Deutsche Post zurück. <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/computerpanne-wirft-deutsche-post-zurueck-13907222.html>, letzter Zugriff: 12.3.2016
7. Bundesamt für die Sicherheit in der Informationstechnik (2015) Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2015. Bonn
8. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg) (2015) Zukunftschance Digitalisierung. Berlin
9. Delhaes D, Stratmann K (17.3.2015) Eine Plattform für den Fortschritt. Handelsblatt, S 21
10. Dörner S (28.8.2015) Großbaustelle Digitalisierung. Die Welt, S 12
11. Dueck G (2016) Volkswagen, Ingenieursethik und Supramanie. Informatik Spektrum 39(1):69
12. Fockenbrock D, Telgheder M (15.9.2015) Arroganz ist der Innovationskiller. Handelsblatt, S 22
13. Fuchs T (9.4.2015) In fünf Schritten zur rechtlichen Sicherheit. FAZ-Verlagsspezial Industrie 4.0, S V6
14. Gartner (2015) New Gartner hype cycle on emerging technologies. <http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>, last access: 11.3.2016
15. Giersberg G, Pennekamp J (12.5.2015) Das Investitionsmysterium. In der Industrie startet eine Revolution – doch die Investitionen sollen stocken. FAZ, S 22
16. Haucap J (2015) Kartellrechtsanwendung auf Online-Märkten. In: Düsseldorf Institut für Wettbewerbsökonomie (Hrsg) DICE Policy Brief, 6. S 8–9
17. Hoffmann H (12.3.2015) IKT 2015. FAZ Verlagsspezial, S V1
18. Kagermann H (12.11.2015) Eine Mindestgeschwindigkeit im Netz verankern. FAZ, S 23
19. Knop C (7.11.2015) Flüchtlinge überfordern die Computer des Staates. FAZ, S 28
20. Knop C (27.1.2016) Ein Pionier der künstlichen Intelligenz. FAZ, S 20
21. Knop C (19.1.2016) Im Einkauf werden Algorithmen immer wichtiger. FAZ, S 18–19
22. Mertens P (1995) Wirtschaftsinformatik – Von den Moden zum Trend. In: König W (Hrsg) Wirtschaftsinformatik '95, Wettbewerbsfähigkeit – Innovation – Wirtschaftlichkeit. Physica, Heidelberg, S 25–64
23. Mertens P (2012) Schwierigkeiten mit IT-Projekten der Öffentlichen Verwaltung – Neuere Entwicklungen. Informatik Spektrum 35(6):433–446
24. Mertens P (2014) Industrie 4.0 = CIM 2.0? Indust Manage 5(1):27–30
25. Mertens P (2015) Die IBAN – eine kritische Sicht. Wirtschaftsinform Manage 6(3):52–60
26. Mertens P (2015) Industrie 4.0 – Herausforderungen auch an Rechnungswesen und Controlling im Überblick. Controlling 27(8/9):452–454
27. Mertens P (2015) Zahlungsverkehr: Die IBAN kritisch gesehen. Bankmagazin 9/2015:48–49
28. Mertens P, Barbian D (2016) Digitalisierung und Industrie 4.0 – Moden, modische Überhöhung oder Trend? Arbeitsbericht Nr. 1/2016, 2. Aufl (verkürzte Version, überarbeitet und ergänzt). Universität Erlangen-Nürnberg, Nürnberg
29. Mertens P, Barbian D (2016) Digitalisierung und Industrie 4.0 – Moden, modische Überhöhung oder Trend? Arbeitsbericht Nr. 2/2016 (Langfassung). Universität Erlangen-Nürnberg, Nürnberg
30. Müller S (2015) IT-Struktur für eine digitale Arbeitswelt. Handelsblatt Journal, Sonderveröffentlichung, S 8
31. Ohne Verfasser (7.3.2014) EU und Auspuff: Ist Endrohrmessung nötig oder nicht? <http://www.euractiv.com/node/299606>, letzter Zugriff: 13.2.2016
32. Ohne Verfasser (28.11.2015) Anwälte vertagen E-Postfach. FAZ, S 24
33. Ohne Verfasser (2015) Boni, Macht und Eitelkeiten. Spiegel 15/2015:66–68
34. Ohne Verfasser (20.3.2015) Digitale Revolution 4.0. Handelsblatt, S 45
35. Ohne Verfasser Hype-Zyklus. Wikipedia, letzter Zugriff: 13.3.2016
36. Ohne Verfasser (2015) Ich verstehe Tsipras nicht. Spiegel Nr. 25/2015:24–27
37. Ohne Verfasser (2015) IT-Anbieter zeigen Lösungen für Industrie 4.0 und Mobility. isreport 19(6):18–27
38. Ohne Verfasser (18.6.2015) IT schockt Deutschlands Finanzämter. Handelsblatt, S 8
39. Ohne Verfasser (17.2.2015) Kompetenzstreit 4.0. Handelsblatt, S 1
40. Panagariya A (1995) China's export strategy, what we can learn from IT? <http://www.columbia.edu/~ap2231/Policy%20Papers/F&D-China-India-june95.pdf>, letzter Zugriff: 1.2.2016
41. Plattform Industrie 4.0 (Hrsg) (2015) Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 – Ergebnisbericht. <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/I/industrie-40-verbaendeplattform-bericht,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, letzter Zugriff: 16.1.2016
42. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V. (Hrsg) (2013) Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Frankfurt a. M.
43. Rohleder B (2016) Datenverarbeitung ohne Papier – von der ersten Mail bis zu Big Data. In: Bär C, Fischer A, Gulden H (Hrsg) Informationstechnologien als Wegbereiter für den steuerberatenden Berufsstand. Springer, Berlin Heidelberg, S 179–185
44. Samuelson PA (2004) Where Ricardo and Mill rebut and confirm arguments of mainstream economists supporting globalization. J Econ Perspect 18(3):135–146
45. Scheer A-W (2015) Industrie 4.0: Von der Vision zur Implementierung. Whitepaper Nr. 5/2015 des AWSi, Saarbrücken
46. Schmidt H (2015) Maschinen werden Kollegen sein – 25 Thesen zur Zukunft der digitalen Arbeit. <https://netzoekonom.de/2015/09/04>, letzter Zugriff: 25.1.2016
47. Schulz T (2015) Ich bin einfach Optimist. Spiegel Nr. 43/2015:104–108
48. Weigelt M (1994) Dezentrale Produktionssteuerung mit Agenten-Systemen. Gabler, Wiesbaden
49. Zetsche D (14.9.2015) Fremde Systeme dürfen das Auto nicht steuern. Handelsblatt, S 6