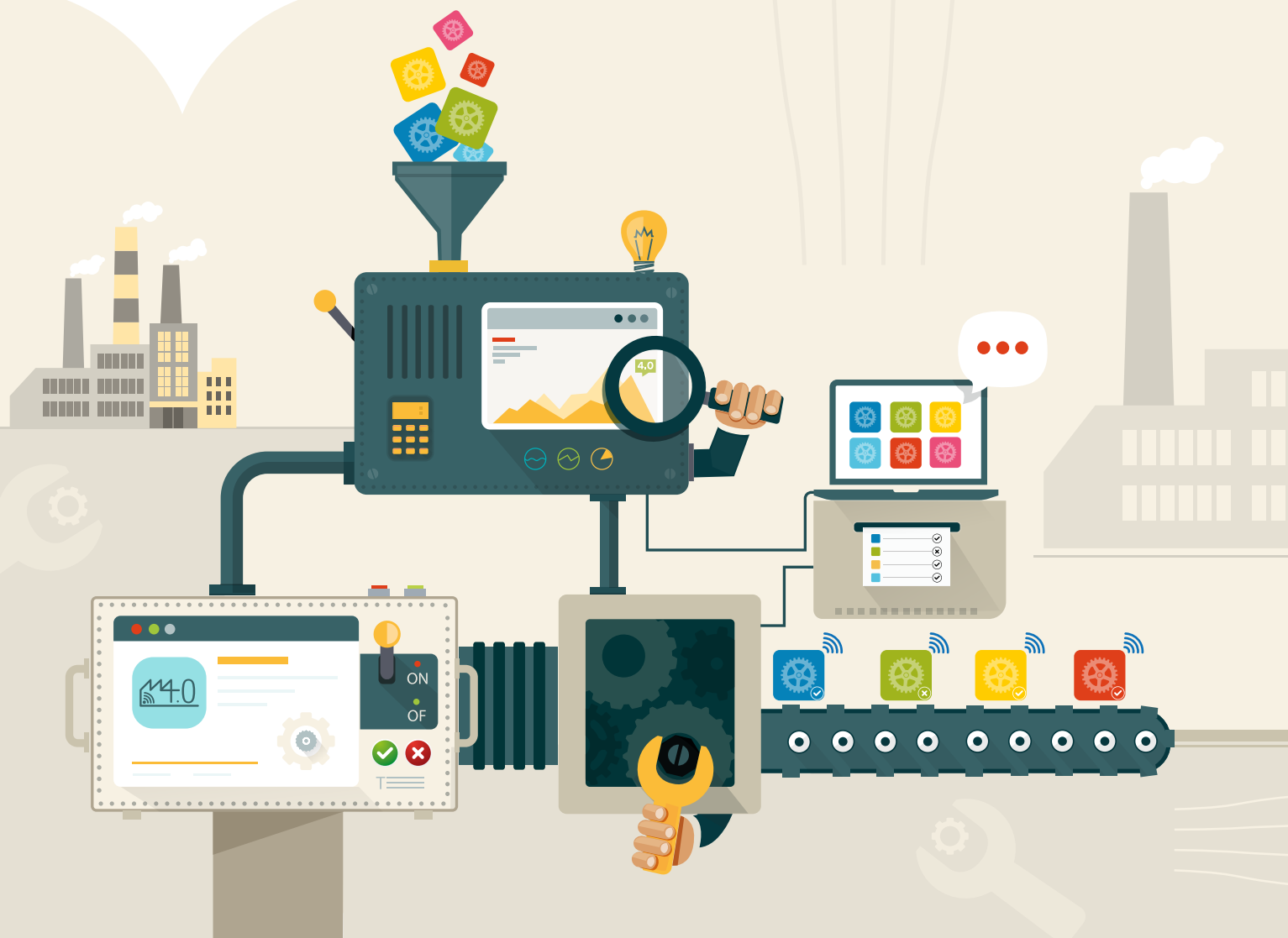


Industrie 4.0 –
Eine Einschätzung von Capgemini Consulting
Der Blick über den Hype hinaus





Inhalt

Kurzdarstellung: Das Industrie-4.0-Framework von Capgemini Consulting	04
Die Werttreiber eines neuen industriellen Paradigmas	06
Smart Solutions	06
Smart Innovation	10
Smart Supply Chains	13
Smart Factory	17
Die digitale Basis für Industrie 4.0 – Digitale Technologien	20
Anforderungen für die digitale Transformation produzierender Unternehmen	25
Digitale Infrastruktur	25
Governance und Prozesse	27
Personalführung und Change	27
Das agile Betriebsmodell	28
Das Geschäftsmodell der Zukunft für die Produktion	30
So geht es weiter – Auf dem Weg zu Industrie 4.0	33

Kurzdarstellung: Das Industrie-4.0-Framework von Capgemini Consulting

Das zentrale Versprechen des Konzepts Industrie 4.0 ist gleichermaßen beeindruckend wie faszinierend: Angetrieben durch die Fortschritte der digitalen Technologien stehen wir kurz vor einer weiteren industriellen Revolution. Die Verbindung von physischer und virtueller Welt zu sogenannten cyber-physischen Systemen wird in allen Geschäftsbereichen produzierender Unternehmen zu grundlegenden Umwälzungen führen. Gut drei Jahre nach dem Aufkommen von Industrie 4.0 als Konzept hat es sich im produzierenden Gewerbe als wahrer Hype verbreitet. Kaum eine Konferenz, ein Think-Tank oder eine Messe kann sich der Anziehungskraft entziehen, die von dem Versprechen einer neuen industriellen Revolution ausgeht.

Risiken des Hypes verstehen

Zunächst einmal möchten wir vorausschicken, dass wir sehr vom Konzept der Industrie 4.0 überzeugt sind. Digitale Technologien werden weiterhin disruptive Auswirkungen auf die produzierende Industrie haben. Das Ergebnis wird die vierte industrielle Revolution sein, wie in früheren Studien des MIT (Massachusetts Institute of Technology) und Capgemini Consulting prognostiziert¹.

Der aktuelle Hype bringt jedoch auch ein Problem mit sich: Der Plan, wie „Industrie 4.0“ tatsächlich angegangen werden soll, schwimmt immer mehr. In unseren Gesprächen mit Kunden und Partnern kristallisiert sich heraus, dass kein gemeinsames Verständnis davon existiert, wie sich die produzierende Industrie verändern wird und welche Transformation Unternehmen durchlaufen müssen. Es besteht damit die Gefahr, dass sich der Hype um „Industrie 4.0“ an der Realität der Unternehmen vorbeientwickelt. Dabei sind die Konsequenzen für Nachzügler aller Voraussicht nach drastisch: Wie schon bei den früheren industriellen Revolutionen dürften Unternehmen, die den Veränderungsbedarf ignorieren, schnell aus dem Markt gedrängt werden.

Der Blick über den Hype hinaus

In Anbetracht der bevorstehenden industriellen Revolution müssen produzierende Unternehmen eine umfassende Vision für ihre künftigen geschäftlichen Aktivitäten entwickeln. Sie müssen ihren Blick über den Hype hinaus richten und identifizieren, welche Chancen und Herausforderungen sich für sie konkret durch die „Industrie 4.0“ ergeben. Darauf aufbauend müssen Fertigungsunternehmen ihr Ziel definieren und einen Transformationsfahrplan entwickeln um festzulegen, wie ihre Reise in die Welt von morgen aussehen soll. Als Hilfestellung für diesen Prozess hat Capgemini Consulting ein Framework entwickelt, das die wichtigsten Bausteine der „Industrie 4.0“ strukturiert.

Digitale Technologien als Zündstoff für die Revolution

Digitale Technologien sind der Auslöser für die vierte industrielle Revolution. Sie bewirken eine Veränderung in den Geschäftsmodellen der produzierenden Unternehmen, ihrer Prozesse und der Art und Weise, wie Unternehmen Mehrwert für ihre Kunden schaffen. Hierbei ist es wichtig, eine intelligente Kombination für die optimierte Wertschöpfung im digitalen Zeitalter zu implementieren. Ferner müssen die Hersteller im digitalen Zeitalter Überlegungen dahingehend anstellen, wie sie ihre Wettbewerbsfähigkeit in einem komplexeren Umfeld aus Mitbewerbern innerhalb und außerhalb der klassischen Wertschöpfungskette in der Fertigung stärken können. Um die Verschmelzung aus physischer und virtueller Welt zu so genannten cyber-physischen Systemen wirksam nutzen zu können, ist eine Kombination aller Technologien wie Machine-to-Machine-Kommunikation oder Cloud Computing und Advanced Analytics erforderlich. Produzierende Unternehmen müssen sich dabei umfassend Kenntnisse digitaler Technologien aneignen, um Chancen und Herausforderungen für ihr Geschäft zu erkennen und zu nutzen.

Die wichtigsten Werttreiber bestimmen

Für den Erfolg im nächsten industriellen Zeitalter müssen Unternehmen ihre wichtigsten Werttreiber definieren, die durch digitale Technologien ermöglicht werden. Die aktuelle Diskussion über Industrie 4.0 dreht sich hauptsächlich um die Steigerung betrieblicher Effizienz. Durch *Smart Factories* und *Smart Supply Chains* wird die Betriebsoptimierung (oder auch „die operative Exzellenz“) unserer Auffassung nach allerdings komplett neu definiert.

Das Industrie-4.0-Szenario hat jedoch nicht nur auf das Geschäftsergebnis einen Einfluss. Digitale Technologien werden sich stark darauf auswirken, wie Unternehmen Innovationen umsetzen. Durch *intelligente Innovation (Smart Innovation)* und Kooperationsmodelle von Industrie 4.0 werden *intelligente Lösungen (Smart Solution)* entwickelt, die digitale Technologien zur Wertsteigerung für den Kunden einsetzen. Letztlich werden sie zu neuen Geschäftsmodellen und Leistungsangeboten führen.

Bereit für Industrie 4.0 – Transformation der Unternehmensstrukturen

Die wichtigsten Werttreiber von Industrie 4.0 lassen sich erst nach einer umfassenden Transformation in den Unternehmen wirksam einsetzen. Für die Unmenge an Daten, die im Rahmen eines Industrie-4.0-Szenarios gespeichert, übertragen und verarbeitet werden, ist eine *digitale Infrastruktur* der nächsten Entwicklungsstufe erforderlich. Eine weitere Voraussetzung für die Industrie-4.0-Transformation ist Führungsstärke und die sorgfältige Steuerung des Transformationsablaufs mit dem Ziel, eine konsequente Implementierung zu erreichen und Einzelinitiativen in organisatorischen Silos zu vermeiden. Schließlich kommt der Faktor Mensch hinzu: In der digitalen Zukunft sind die Mitarbeiter mit völlig neuen Arbeitsmethoden konfrontiert und müssen neue Fähigkeiten erwerben.

¹ z. B. „Leading Digital“ (2014), „The Digital Advantage – How digital leaders outperform their peers in every Industry“ (2012), „Digital Transformation – A Roadmap For Billion-Dollar Organizations“ (2011)

Schließlich müssen die Betriebsmodelle in der Produktion flexibler werden als heute und der geschäftlichen Agilität des neuen Industriezeitalters gerecht werden.

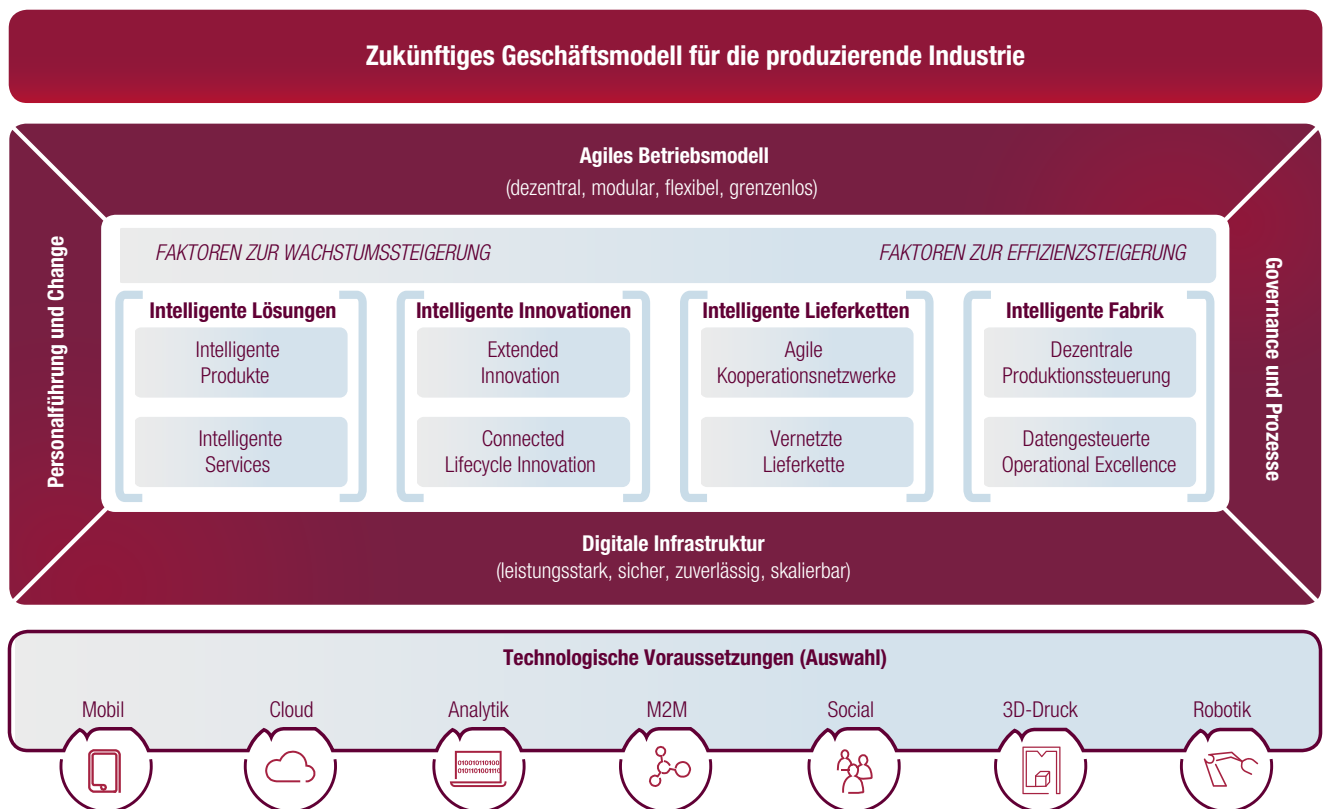
Entwicklung eines Geschäftsmodells für Industrie 4.0

Die wichtigsten Werttreiber des vierten industriellen Zeitalters führen zu umwälzenden Veränderungen in den aktuellen Geschäftsmodellen des produzierenden Gewerbes. Traditionelle Modelle, die sich ausschließlich auf das Produkt konzentrieren, stehen vor dem Aussterben. Neue Wettbewerber streben auf den Markt, und alte Branchengrenzen verschwimmen immer mehr. Die führenden Industrieunternehmen der Zukunft werden ein Geschäftsmodell entwickeln, das mehrere wichtige ausgewählte

Industrie-4.0-Fähigkeiten und -Werttreiber miteinander kombiniert, und diese dann in Unternehmensstrukturen einbetten, die entsprechend angepasst wurden.

Erste Anzeichen dieser Entwicklung sind bereits zu erkennen: Eine Vielzahl von Startups drängt weltweit mit sehr spezifischen Industrie-4.0-Lösungen in den Fertigungsbereich. Wir werden überall eine Zunahme facettenreicher Geschäftsmodelle erleben, die neues Terrain im Industrie-4.0-Zeitalter erobern. Ungeachtet dessen werden die klassischen Branchengrenzen insgesamt mit Beginn der „Wirtschaft 4.0“ immer flexibler werden.

Das Industrie-4.0-Framework von Capgemini Consulting



Quelle: Capgemini Consulting

Die Werttreiber eines neuen industriellen Paradigmas

Intelligente Produkte werden völlig neue Wertangebote und Geschäftsmodelle ermöglichen

Industrie 4.0 wird oft als Schlüssel zu einem florierenden produzierenden Sektor der Zukunft bejubelt. Um besser zu vermitteln, welche Erfolgsfaktoren tatsächlich hinter dieser Vision stehen, haben wir acht Werttreiber identifiziert, die auf vier Säulen verteilt wurden. *Smart Solutions*, *Smart Innovation*, *Smart Supply Chains* und die *Smart Factory* sind Bereiche, die ein enormes Potenzial für die Hersteller bieten, wenn sie ihr Geschäft digitalisieren. Während *Smart Solutions* und *Innovation* zusätzliches Wachstum ermöglichen, treiben *Smart Supply Chains* und *Factories* die Effizienz an.

Smart Solutions

Intelligente Produkte (Smart Products) sind cyber-physische Systeme² (im Folgenden: CPS), die durch Konnektivität neue Leistungsmerkmale und Funktionen bieten. *Intelligente Services* (Smart Services) eröffnen dank innovativer Leistungsangebote und Bereitstellungsmodelle Möglichkeiten für völlig neue Liefermodelle und Märkte.

Smart Products: Schlüssel zum Industrie-4.0-Szenario der Zukunft

Smart Products enthalten Selbstmanagement- und Kommunikationsfunktionen und bringen im Zeitalter dezentraler Entscheidungsfindung und eigenständiger Arbeitsabläufe völlig neue Geschäftsmodelle auf den Weg. Intelligente Produkte sind CPS, die mit Sensoren ausgestattet sind. Diese

Sensoren liefern Informationen über ihre Umgebung, wie zum Beispiel über ihre aktuelle Auslastung und ihren Status. Die Daten sind mit einem Auslöser verknüpft, der autonome Reaktionen auf Veränderungen auslösen kann. Durch die Konnektivität erlangen *intelligente Produkte* die Fähigkeit zur Machine-to-Machine-Kommunikation, und integrierte Schnittstellen ermöglichen die Interaktion mit menschlichen Benutzern. Diese Technologien stellen ebenso die Weichen für cyber-physische Produktionssysteme³ und am Ende auch für die *intelligente Fabrik*.

Weitere Vorteile intelligenter Produkte sind ihre adaptiven Leistungsmerkmale und die Möglichkeiten zur Anpassung an Kundenwünsche, sodass sie sich besser in ihre Umgebung einfügen und ihre Aufgaben besser erfüllen. Als Beispiel ist eine vernetzte Gasturbine vorstellbar, die mit sozialen und maschinellen Netzwerken interagiert und dadurch eigenständig über ihren Wartungsbedarf entscheiden kann. Durch dieses Selbstmanagement wird die Turbine für ihren Bediener nahezu unsichtbar – eingreifen muss er nur dann, wenn sie Support oder Wartung auslöst. Auf lange Sicht werden intelligente Produkte über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg auch zur eigenständigen Konfiguration und Funktionalität fähig sein. Sie bleiben mit den Herstellern vernetzt und liefern ihnen eine Fülle von Informationen zur Produktoptimierung und -innovation.

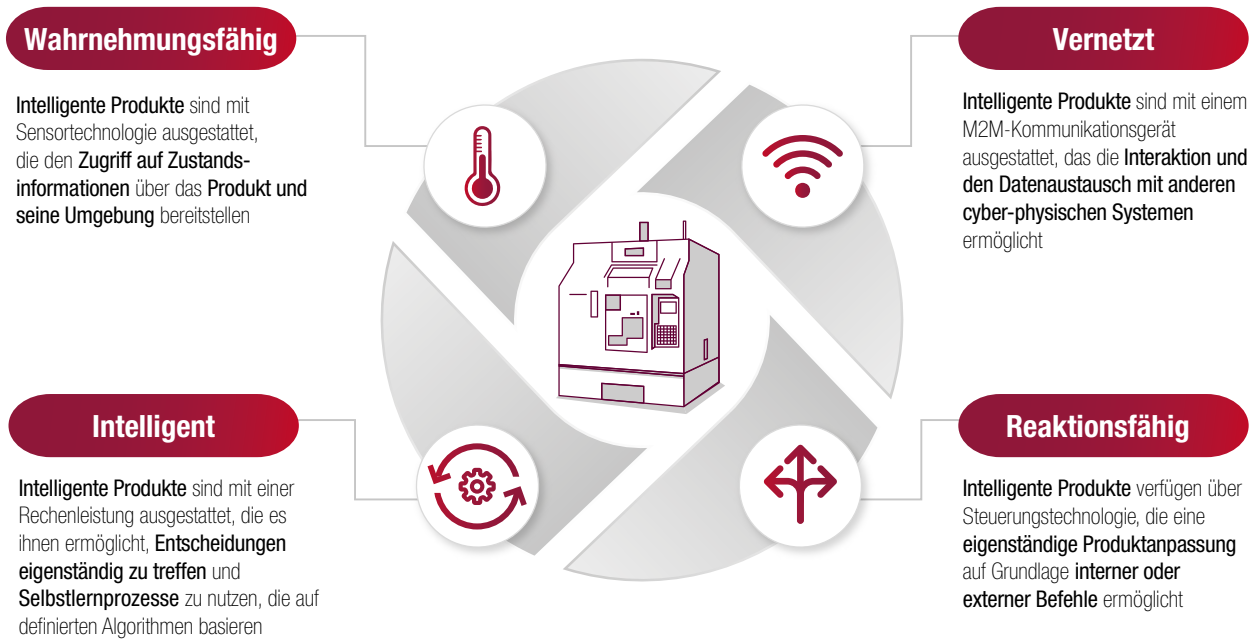
Durch das Ausstatten von im Bergbau eingesetzten Baggern mit Infrarot-Sensortechnologie können die Fahrtrouten zum Beladen von Lastwagen automatisch optimiert, sowie Kollisionen verhindert werden. Der Bagger ist jederzeit in der Lage, das jeweilige Lastwagen-Modell, das er belädt, sowie dessen Ladekapazität automatisch zu erkennen, um den Fahrer über die optimale Lademenge zu informieren. Tests haben gezeigt, dass durch dieses Smart Product eine Effizienzsteigerung von zwölf Prozent erzielt werden konnte.

Quelle: Siemens

² Ein cyber-physisches System bezeichnet ein physisches Objekt mit einem eingebetteten System, das Rechenleistung (eine CPU), Datenspeicher und eine Form der Netzwerkverbindung beinhaltet.

³ Cyber-physische Produktionssysteme sind Produktionssysteme, die aus einem oder mehreren CPS bestehen.

Abbildung 1 – Festlegung der Eigenschaften intelligenter Produkte



Quelle: Capgemini Consulting

**Geschäftliche Auswirkung:
Enormes Wachstumspotenzial**

Smart Products werden durch den höheren Benutzerkomfort und die Verbesserung die Gesamtbetriebskosten das Umsatzwachstum steigern. Die Kundenbeziehungen werden gestärkt und der Austausch mit dem Kunden intensiviert, sodass mithilfe intelligenter Produkte zusätzlicher Mehrwert und neue Geschäftsmodelle entwickelt werden.

Die durchgängige Kommunikation sowie die Datenanalyse zum Zustand des Produkts bilden die Grundlage für den Ausbau des (Aftersales-) Servicegeschäfts. Vorausschauende Wartungsservices, die dem Kunden aktiv und auf seine Anforderungen zugeschnitten angeboten werden, sind hierfür das beste Beispiel. Darüber hinaus ergeben sich auf Basis der Feedback- und Wissenstransfer-Funktionen intelligenter Produkte neue Geschäftschancen, beispielsweise durch individuell angepasste Gerätesoftware.

Smart Services: Neue Serviceangebote und digital unterstützte Servicebereitstellung

Die Konnektivität und reiche Datenbasis der Industrie 4.0 legen in Verbindung mit den leistungsstarken und dennoch einfach zu bedienenden Analysetools die Grundlage für neue Serviceangebote. Smart Services eröffnen vielfältige Möglichkeiten für Wachstum und die Optimierung von Servicemodellen.

Smart Services werden erst durch die Sammlung und Verarbeitung sehr großer Datenmengen möglich. Neu ist, dass immer mehr ergonomische Tools für die gezielte Nutzung dieser Daten verfügbar sind. Analysemodelle unterstützen die automatische, intelligente Entscheidungsfindung und können Handlungsempfehlungen geben. So können beispielsweise Hersteller oder externe Serviceanbieter zuverlässig prognostizieren, wann ein Produktionssystem in Zukunft erwartet werden muss. Hierfür

stehen ihnen die Echtzeitdaten über den Verschleiß des Systems (vorausschauende Wartung) zur Verfügung. Der Serviceprozess kann zudem automatisch in Echtzeit auf die Anforderungen des Kunden abgestimmt werden. So werden auch nutzungsabhängige Servicemodelle entstehen, die auf einer kostenlosen oder sehr günstigen Bereitstellung von Maschinen basieren und auf eine Abrechnung nach tatsächlicher Nutzung der Maschinen abzielen. Ferner werden Remote-Services mit erheblichem Mehrwert in einer vernetzten Industrieumgebung möglich sein. So könnte sich beispielsweise der Ressourcenverbrauch eines Produktionssystems vom Kontrollraum aus optimieren lassen, könnte ein intelligentes Produkt ferngesteuert verwaltet werden. Zusammenfassend sind also durch Smart Services eine Vielzahl verschiedener Angebote mit inhärenter Intelligenz umsetzbar, bei denen digitale Technologien für die Servicebereitstellung zum Einsatz kommen.

Ein faszinierendes Beispiel für einen Smart Service liefert ein großer Hersteller von Beleuchtungssystemen. Das Unternehmen testet derzeit ein Serviceangebot für Kommunen, bei dem der innerstädtische Verkehrsfluss durch dynamische Steuerung der Intensität der Straßenbeleuchtung reguliert werden kann. In diesem Rahmen kommen intelligente Leuchtmittel zum Einsatz. Neben vielen anderen Daten können die Straßenleuchten die Verkehrsdichte sowie die Wetterbedingungen messen und sich mit einer Service-Cloud verbinden. Durch innovative Verwertungsarten dieser Datenquelle eröffnen sich dem Hersteller völlig neue Einnahmequellen, wie dieses Beispiel des Angebots an eine Behörde zeigt.

Quelle: Kunde von Capgemini Consulting

Geschäftliche Auswirkung: Neue Angebote, neue Märkte

Smart Services werden künftig ein wichtiger marktseitiger Differenzierungsfaktor sein. Insbesondere produzierende Unternehmen in Hochpreisländern müssen diese Chance nutzen, um (sich) ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und ihr Wachstum sicherzustellen. Smart Services sorgen für einen höheren Mehrwert, verbessern das Kundenerlebnis und stärken die Kundenbindung. Services lassen sich wesentlich effizienter bereitstellen. Der Lifecycle Value für zugehörige intelligente Produkte (Smart Products) kann optimiert werden. Sie stellen ein enormes Potenzial für den Eintritt in neue Servicemärkte und den Aufbau datengesteuerter Geschäftsmodelle dar.

Smart Services werden die wichtigsten marktseitigen Unterscheidungsmerkmale der Industrie 4.0

Hersteller werden innovative Verbindungen aus Smart Services und Smart Products einsetzen müssen, um die Möglichkeiten für zusätzliche Wertschöpfung zu erweitern. Hierin liegt auch eines der größten Wachstumspotenziale von Industrie 4.0, da digitale Technologien die Hürden für eine Upstream- bzw. Downstream-Erweiterung der Wertschöpfungskette erheblich verringern. Vaillant, ein Heizungssystem-Hersteller, nutzt bereits einen Smart Service für den Betrieb seiner Produkte direkt vor Ort bei den Kunden. Ein Hersteller von sehr großen Produktionsgeräten für die Tabakindustrie setzt auf vorausschauende Wartung, um seine Systeme mit einem automatischen Versorgungsservice zu verbinden. Dadurch wird sichergestellt, dass der Kunde Originalprodukte anstelle von Drittanbieterprodukten einsetzt, wenn Verschleißteile auszutauschen sind. Um es auf den Punkt zu bringen: Unternehmen müssen Chancen wie diese offensiv nutzen, bevor ihnen ihre Mitbewerber zuvorkommen und sie aus dem Markt drängen.

Abbildung 2 – Wertschöpfung durch Smart Services und Remote-Servicebereitstellung

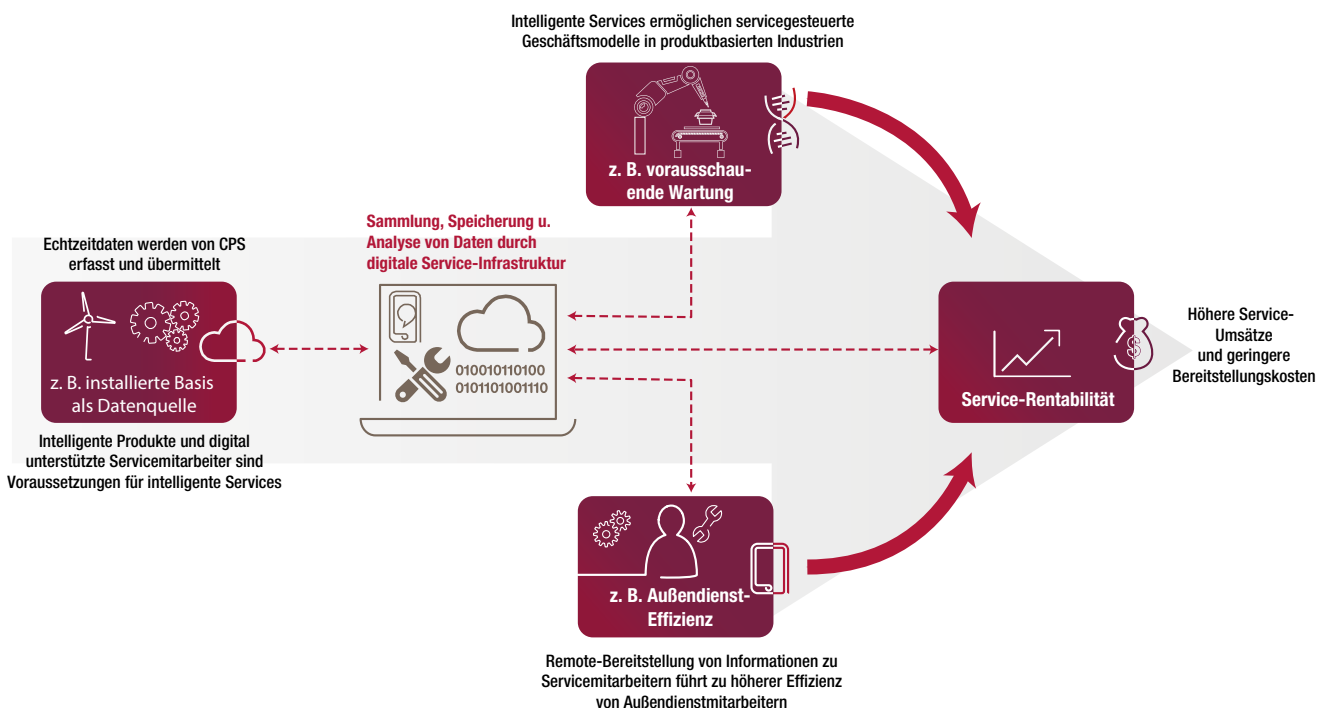


Abbildung 3 – Geschäftliche Auswirkung: Smart Solutions

Intelligente Funktionen	Funktionalität	Einfluss auf wichtige Erfolgsfaktoren			
		Kurzfristige Umsatztreiber (Neue Vertriebschancen)		Langfristige Umsatztreiber (Verbesserte Kundenbeziehungen)	
		Neue Geschäftschancen	Höherer Mehrwert durch Anpassung	Kunden-erlebnis	Serviceniveau
Eingebettete Systeme (Sensoren, Aktuatoren, Rechenleistung, Konnektivität)	Datenerzeugung	●	●	[●]	●
	Eigenständige Entscheidungsfindung	◐	◐	●	●
Erweiterte Analysefähigkeiten	Vorausschauende Auslösung von Aktionen	●	●	●	●
	Prozesstransparenz	◐	◐	●	●

Vorausschauende Services wie vorausschauende Wartung und Bestellung erhöhen Kundenzufriedenheit

Die Datenerzeugung durch Systeme, die in intelligente Lösungen eingebettet sind, ist von grundlegender Bedeutung für ein positives Kundenerlebnis.

Anpassung des Produkts wie Software-Updates und Parameteroptimierung garantiert optimale Nutzungsbedingungen (z. B. Minimierung des Energieverbrauchs)

Der Kunde erhält vielfältige Möglichkeiten zur Integration und Nutzung des Produkts in der virtualisierten Fertigung (z. B. virtuelle Ramp-up-Planung)

Relative Auswirkung: Funktionalität hat kaum Einfluss auf Erfolgsfaktoren ○ — ◐ — ● Funktionalität ist entscheidend für Erfolgsfaktoren

Quelle: Capgemini Consulting

Smart Innovation

Unsere Vision der *Extended Innovation* umfasst die erweiterte Innovation, bei der Ideen über Unternehmensgrenzen hinweg entwickelt und verbreitet werden. Die *Connected Lifecycle Innovation* hingegen nutzt Daten bezüglich des Produktlebenszyklus als Quelle für Innovationen.

Extended Innovation: Entwicklung von Innovationszentren

Kommunikation und Konnektivität ermöglichen unternehmensübergreifende Innovationsaktivitäten. Extended Innovation ist ein wechselseitiger Austausch, bei dem Informationen in beide Richtungen fließen – in das Unternehmen hinein und aus dem Unternehmen heraus. Während Impulse von außen aktiv in das Unternehmen eingebracht werden, dient das Unternehmen im Folgenden als Schaltzentrale, die diese Impulse in das Partnernetzwerk einleitet. Ziel ist eine breite Unterstützung der Entwicklung von Innovationen und Ideen. Voraussetzung für Extended Innovation ist daher, dass produzierende Unternehmen ihre

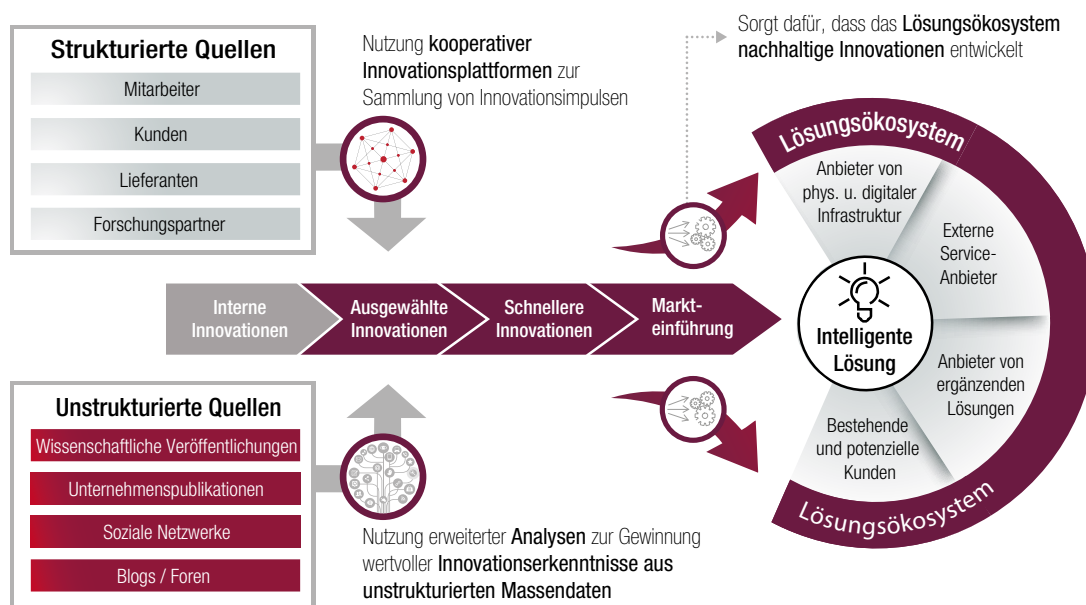
Innovationsprozesse für externe Partner und Kunden öffnen. In gewisser Weise hat die IT-Branche dieses Konzept schon vor langer Zeit mit Open-Source-Plattformen eingeführt. In jüngerer Vergangenheit versuchte Elon Musk Innovationen in dem für den Elektroauto-Hersteller Tesla relevanten Ökosystem zu fördern, indem er öffentlich ankündigte, kein Unternehmen rechtlich zu verfolgen, das die patentierten Tesla-Technologien in „gutem Glauben“ verwendet⁴.

Neue Impulse können aus einer Vielzahl von Quellen außerhalb des eigenen Unternehmens kommen und müssen vorausschauend in einen offenen Innovationsprozess integriert werden. In der vernetzten Industrie 4.0 sind jedoch Ideen noch wertvoller, wenn sie in ein ebenso innovatives Umfeld aus Geräten oder verwandten Lösungen eingebettet sind. Der ursprüngliche Eigentümer der Innovation muss also Partner dazu befähigen, sich an dem Prozess zu beteiligen. Durch die Weitergabe von Wissen und der Unterstützung durch das gesamte Umfeld verbreitet sich die Innovation und gewinnt für alle Beteiligten an Nachhaltigkeit.

Basis für diese Weitergabeprozesse „von außen nach innen“ und „von innen nach außen“ sind digitale Technologien⁵ wie Social-Media-Plattformen oder kollaborative PLM-Tools, die Wissensressourcen miteinander verbinden. Auch geeignete digitale Plattformen sowie hochentwickelte virtuelle Produktmodelle sind eine enorme Unterstützung für gemeinsame Entwicklungsaktivitäten etwa mit dem Kunden.

Um die Vision eines „vernetzten Autos“ zu realisieren, sind Fahrzeughersteller auf kundengetriebene Innovationen angewiesen (z. B. über Social Media oder „Lead User“). Darüber hinaus müssen sie dafür sorgen, dass ihre Partnerunternehmen, wie zum Beispiel Telekommunikations- oder führende Multimediasystem-Anbieter, sich beteiligen und den Innovationsprozess nachhaltig unterstützen. Um dies zu ermöglichen, greifen Fahrzeughersteller auf digitale *Extended-Innovation*-Prozesse zurück.

Abbildung 4 – Bausteine und Prozessschritte von Extended Innovation



Quelle: Capgemini Consulting

4 Elon Musk: „All our patents belong to you“, Tesla Motors Blog, 12. Juni 2014

5 Weitere Informationen zu digitalen Technologien als Voraussetzung für Industrie 4.0 finden Sie im Kapitel „Die digitale Basis für Industrie 4.0 – Digitale Technologien“ ab Seite 20

Geschäftliche Auswirkung: nachhaltige Innovationen und Wettbewerbsvorteile

Extended Innovation wird dafür sorgen, dass sich die Innovationsaktivitäten der Unternehmen stärker am Kunden orientieren. Die Häufigkeit solcher Impulse wird durch den Informationsaustausch deutlich zunehmen und den Innovationsführern Wettbewerbsvorteile verschaffen. Ein gemeinsamer Innovationsprozess mit Kunden und Partnern wird die Dauer bis zur Markteinführung verkürzen und die Innovationsgeschwindigkeit so erhöhen, dass ein konstanter Innovationsfluss entsteht. Letztlich wird der Austausch von Informationen im gesamten Ökosystem des Herstellers für nachhaltigere Innovationen sorgen.

Connected Lifecycle Innovation: Den Informationsreichtum anzapfen

Die vielen Ideen, die überall entstehen, bieten ohne Zweifel bahnbrechendes Potenzial für Innovationen. Aber die Daten, die während der Produktlebenszyklen gesammelt werden, werden unverständlicherweise kaum als Innovationsquelle verwertet. In Kombination

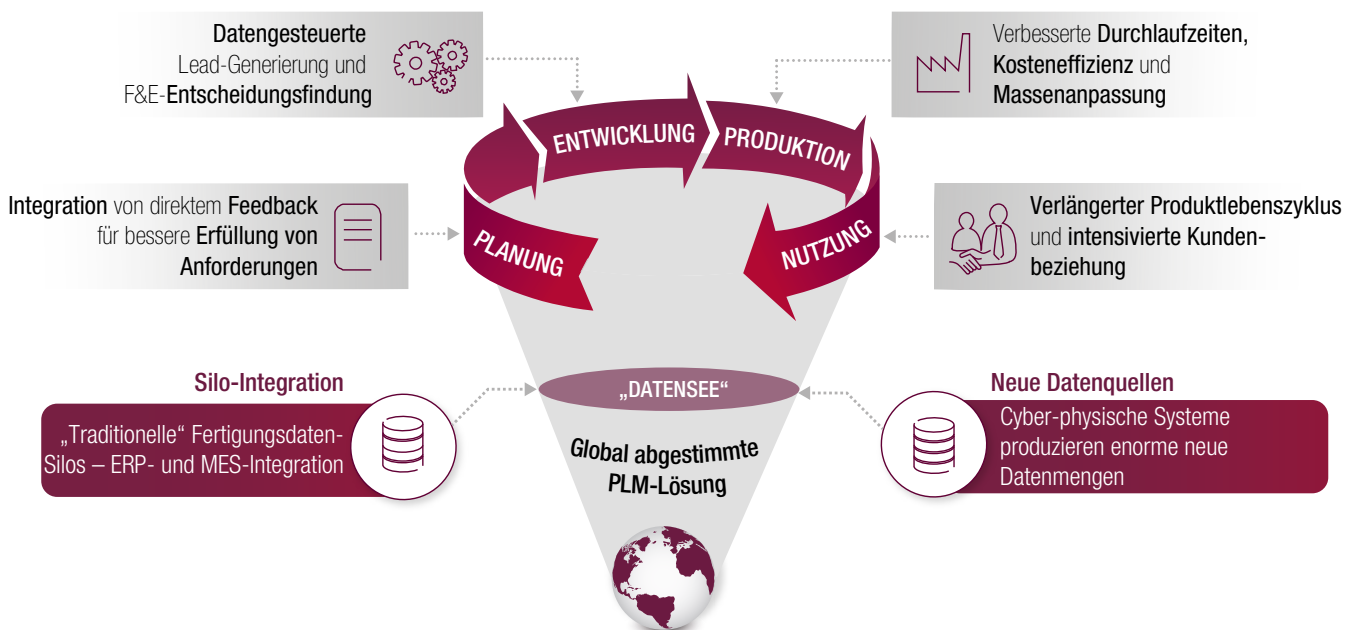
mit den analytischen Fähigkeiten digitaler Tools eröffnen diese immer umfangreicheren Datensammlungen die Chance zu Innovationen, die erhebliche Vorteile mit sich bringen.

Connected Lifecycle Innovation unterscheidet sich durch seinen ganzheitlichen Ansatz vom „herkömmlichen“ Product Lifecycle Management: Produktbezogene Informationen werden mit anderen relevanten Daten verknüpft, darunter etwa Maschinenparameter oder Kundenbestelldaten. Diese werden analysiert, verarbeitet und für Innovationen genutzt. Im gesamten Unternehmen können so F&E-Entscheidungen auf Basis relevanter Daten getroffen und innovative Geschäftsprozesse entwickelt werden, etwa für Vertriebsprozesse. Die Materialauswahl lässt sich beispielsweise durch die systematische Analyse von Daten aus Produktionsprozessen optimieren. Selbst in komplexeren B2B-Märkten kann das Kaufverhalten des Kunden mithilfe von Analysemodellen prognostiziert werden. Vertriebsaktivitäten werden dadurch wesentlich effizienter und erfolgsversprechender.

Hochentwickelte PLM-Systeme bilden die Grundlage für *Connected Lifecycle Innovation*. Der Zugriff auf sie muss überall auf der Welt möglich sein, insbesondere über mobile Anwendungen. Die Kopplungsmöglichkeit mit anderen wichtigen Geschäftsanwendungen wie umfangreichen Datenbanken ist die zweite wichtige Eigenschaft. Auch der Zugriff auf Daten aus ERP-Systemen und fertigungsbezogenen Anwendungen und MES (Manufacturing Execution System) muss möglich sein. Dieser „Datensee“ ohne Inseln führt sehr viel mehr Quellen zusammen als klassische PLM-bezogene Daten. Darüber hinaus sollte direktes Feedback über Kontaktpunkte zum Kunden unterstützt werden. Für die *Connected Lifecycle Innovation* müssen diese Informationen schließlich visualisiert, zusammengefasst und ganzheitlich analysiert werden.

Die bisherige Verwertung der während der Produktlebenszyklen gesammelten Daten ist erschreckend schlecht

Abbildung 5 – Technologische Grundlagen und geschäftliche Auswirkungen von Connected Lifecycle Innovation



Quelle: Capgemini Consulting

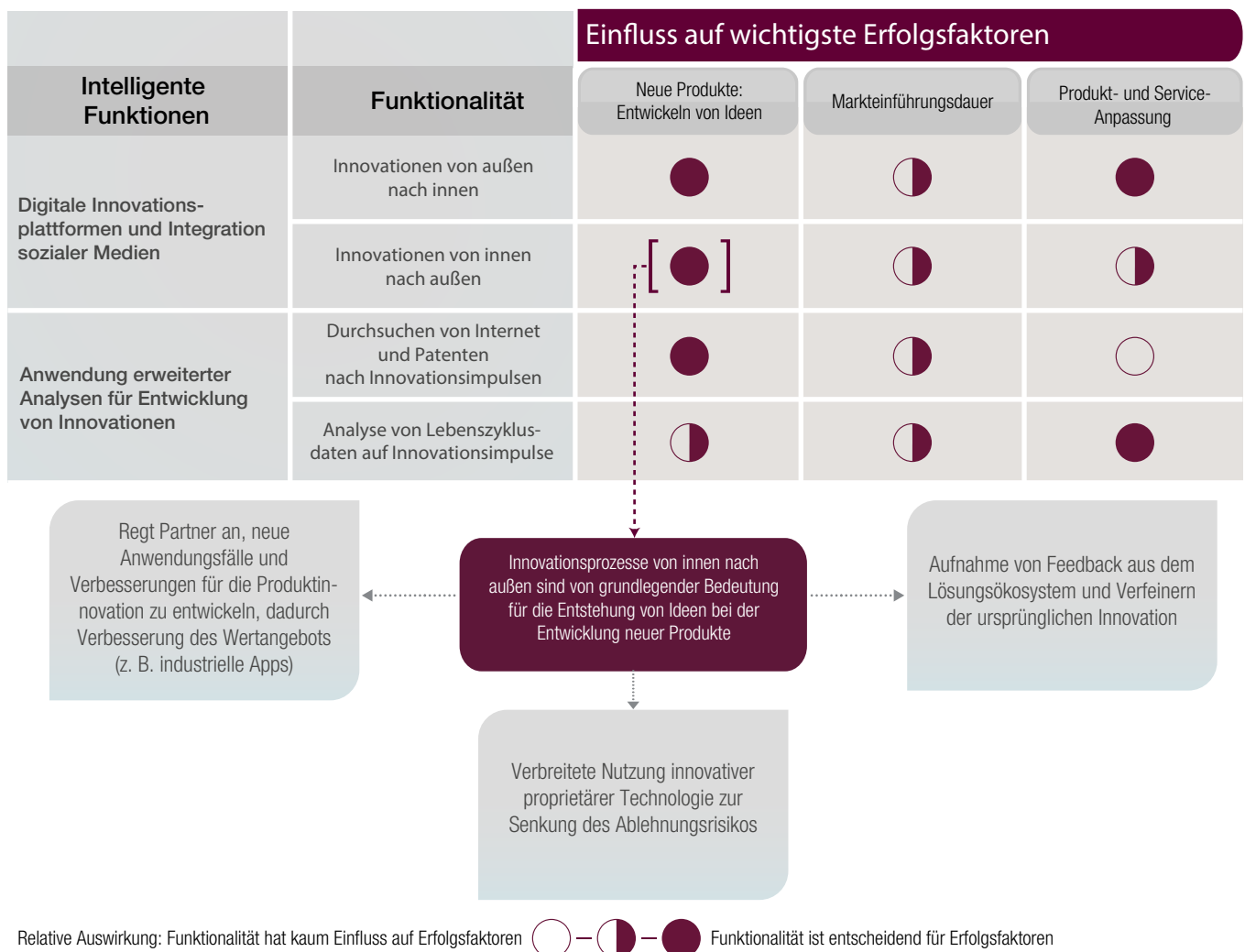
Ein globales Automobilunternehmen entwickelte auf Basis einer Smartphone-App eine mobile Servicelösung für den Fahrzeugeigentümer. Über die Kamera des eigenen Mobilfunkgerätes können das Innere des Fahrzeugs sowie der Motorraum gescannt werden. Dabei werden relevante Kontrollanzeigen wie Kontrollleuchten, Displays oder Ölstandsanzeige erkannt. Die erkannten Elemente werden dann im Kamerabild eingeblendet. Der Autohersteller kann den Benutzern so nicht nur optimierte Servicelösungen anbieten, sondern erhält im Gegenzug Echtzeitdaten zu Produktproblemen oder Ausfällen und erkennt, wenn Reparaturen notwendig sind. Diese Informationen werden zur Verbesserung der Produktqualität und der Leistungsangebote herangezogen.

Quelle: Kunde von Capgemini Consulting

**Geschäftliche Auswirkung:
datengesteuerte Innovationen
mit Kundenfokus**

Wie *Extended Innovation* wird auch *Connected Lifecycle Innovation* zu einer Erhöhung der Innovationsfrequenz führen und die Markteinführungszeit beschleunigen. Das bedeutet höheres Wachstumspotenzial und mehr Effizienz im Betrieb bei gleichzeitig gesenkten F&E-Kosten. Kundenspezifische Daten eröffnen zudem die Möglichkeit, noch spezifischere Produkte und Services durch individualisierte Innovationen im B2B-Sektor anzubieten. Außerdem können Produktlebenszyklen verlängert und der Lifecycle Value optimiert werden. Daraus ergeben sich zusätzliche Alleinstellungsmerkmale, und die Kundenzufriedenheit nimmt zu.

Abbildung 6 – Geschäftliche Auswirkung: Intelligente Innovationen



Quelle: Capgemini Consulting

Smart Supply Chains

Smart Supply Chains sind stark integriert und automatisiert und werden von digitalen Technologien und cyber-physischen Systemen unterstützt. Unsere Vision der agilen Kooperationsnetzwerke beschreibt den Wandel innerhalb der horizontalen Integration zu einem flexibel definierten erweiterten Unternehmen. Hersteller können sich auf diese Weise auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren und trotzdem für jeden Markt angepasste Produkte anbieten. Connected Supply Chains werden durch das vertikale Liefernetzwerk gebildet, indem Lieferströme auf virtueller Ebene nachgebildet werden. Physische Prozesse können so nahtlos integriert und automatisiert werden, und die Transparenz erhöht sich für die Unternehmen enorm.

Agile Kooperationsnetzwerke: Nutzung des globalisierten Kompetenzmarktes

Starre Kooperationsstrukturen werden im Industrie-4.0-Umfeld zunehmend durch projektbasierte Geschäftspartnerschaften ersetzt. Nur wenn kurzfristige Kooperationen dieser Art ermöglicht werden, können Lösungen individuell auf die Kundenbedürfnisse zugeschnitten werden. Durch agile Kooperationsnetzwerke können Fertigungsunternehmen die Möglichkeiten des

globalen Marktplatzes für Know-how und Kapazitäten tatsächlich ausschöpfen.

So könnte beispielsweise ein mittelständischer Bauteilhersteller flexibel entscheiden, welche Arbeiten intern oder von einem externen Partner übernommen werden sollen. Er könnte weltweit über gemeinsam genutzte CAD-Plattformen mit Engineering-Dienstleistern zusammenarbeiten, um bestimmte, vom Kunden angeforderte Systemmodule zu entwickeln. In diesem Netzwerk aus Partnerunternehmen könnte der Hersteller flexibel demjenigen Partner Produktionsaufträge zuweisen, der die höchste freie Kapazität zur Verfügung hat. Außerdem könnte er die erforderliche Produktionskapazität für Hardware auch durch einen Zwischenhändler erwerben, der zwischen spezialisierten Produktionsdienstleistern und ihm vermittelt. Das Unternehmen selbst könnte sich dann zum Beispiel auf die Komponentensoftware, damit verbundene Services, die Bereitstellung der Lösung für den Kunden und die After-Sales-Aktivitäten konzentrieren. Digitale Technologien ermöglichen Geschäftspartnerschaften wie diese und verstärken die Kooperation, weil sie ihre Komplexität beträchtlich verringern.

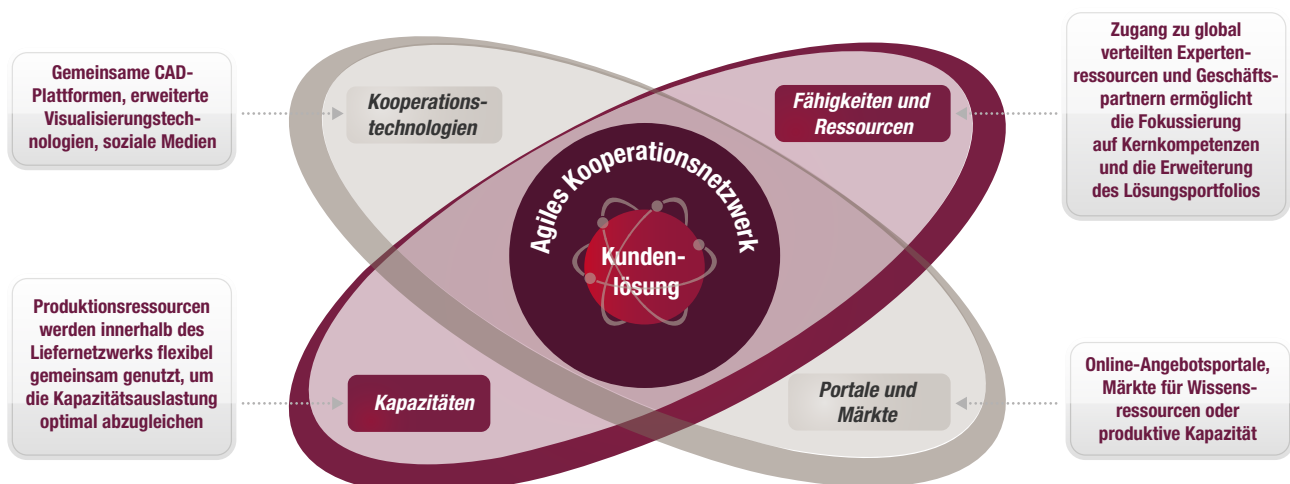
Voraussetzungen für diese Netzwerke sind eine vernetzte Produktionsumgebung und miteinander gekoppelte Entwicklungsplattformen. Darüber hinaus

sind die Schnittstellen zwischen Unternehmen, also Organisationsstrukturen, Prozesse und IT sowie standardisierte, portable Datenformate, die entscheidenden Faktoren für die flexible Zusammenarbeit in der Fertigung.

Ein Hersteller von Triebwerken im Luft- und Raumfahrtsektor hatte neue Herausforderungen mit externen Partnern zu bewältigen, da die etablierten PLM-Tools innerhalb des erweiterten globalen Unternehmens nicht mehr ausreichend waren. Als Lösung wurde eine Cloud-basierte Kollaborationsplattform implementiert. Diese ermöglicht den Austausch von Konfigurationen und digitalen Produktmodellen, während gleichzeitig die Datensicherheit über eine Datensegmentierung gewährleistet ist. Die Produktdaten werden in sehr kurzen Abständen synchronisiert, sodass die Arbeit auf einer „Single Source of Truth“ basiert. Mithilfe dieses digital ermöglichten agilen Kooperationsnetzwerks konnte das Unternehmen die Markteinführungszeit einer neuen Generation von Triebwerken verkürzen und die Entwicklungskosten um zwanzig Prozent senken.

Quelle: Kunde von Capgemini Consulting

Abbildung 7 – Technologie-Layer und Hauptelemente agiler Kooperationsnetzwerke



Quelle: Capgemini Consulting

Durch agile Kooperationsnetzwerke können Fertigungsunternehmen die Chancen des globalisierten Know-how- und Kapazitätsangebots tatsächlich wirksam nutzen

**Geschäftliche Auswirkung:
Neuausrichtung auf Kernkompetenzen und Verbesserung des Angebots**

Durch agile Kooperationsnetzwerke können Fertigungsunternehmen sich stärker auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren, selbst bei stark projektbasierten Geschäften mit hoch-individualisierten Produkten. Führende Unternehmen können nicht nur ihre Geschäftsabläufe deutlich flexibler und kostengünstiger gestalten, sondern durch verbesserte, neue Angebote für mehr Wachstum sorgen. Durch eine Einschätzung der Fertigungskapazitäten zusammen mit den Kooperationspartnern lassen sich Kapazitätsengpässe bewältigen. Produkt- und Leistungsangebote können durch den Einsatz externer Experten und externem fachlichem Know-how erweitert werden.

Connected Supply Chains: durchgängige Abbildung physischer Abläufe

Im Gegensatz zu *agilen Kooperationsnetzwerken*, die auf einer horizontalen Integration von Supply Chains aufbauen, ermöglicht die vertikale Integration auf der Basis digitaler Technologien den Unternehmen eine höhere Wertschöpfung durch transparente und automatisierte Prozesse. In diesen *Connected Supply Chains* können die Betriebskosten drastisch verringert werden.

Die *Connected Supply Chain* wird ein Kernstück für die Optimierung der betrieblichen Prozesse in einer Industrie-4.0-Strategie sein. Um die zunehmende Komplexität von Supply Chains bewältigen zu können, müssen physische Abläufe durchgehend auf den digitalen Plattformen abgebildet werden. Dieses virtuelle Bild der Aktivitäten des Liefernetzwerks wird über cyber-physische Systeme erstellt, etwa durch die RFID-Kennzeichnung von Ausgangsstoffen und Werkstücken. Sie werden in der gesamten Lieferkette eingesetzt und erzeugen Daten über die Position der Waren oder ihren Zustand – in Echtzeit und auf mehreren Aggregationsebenen. An der Stelle, an der die Datenflüsse

miteinander verbunden werden, der Supply-Chain-Kontrollstelle, kann so maximale Transparenz für die gesamte Supply Chain erreicht werden.

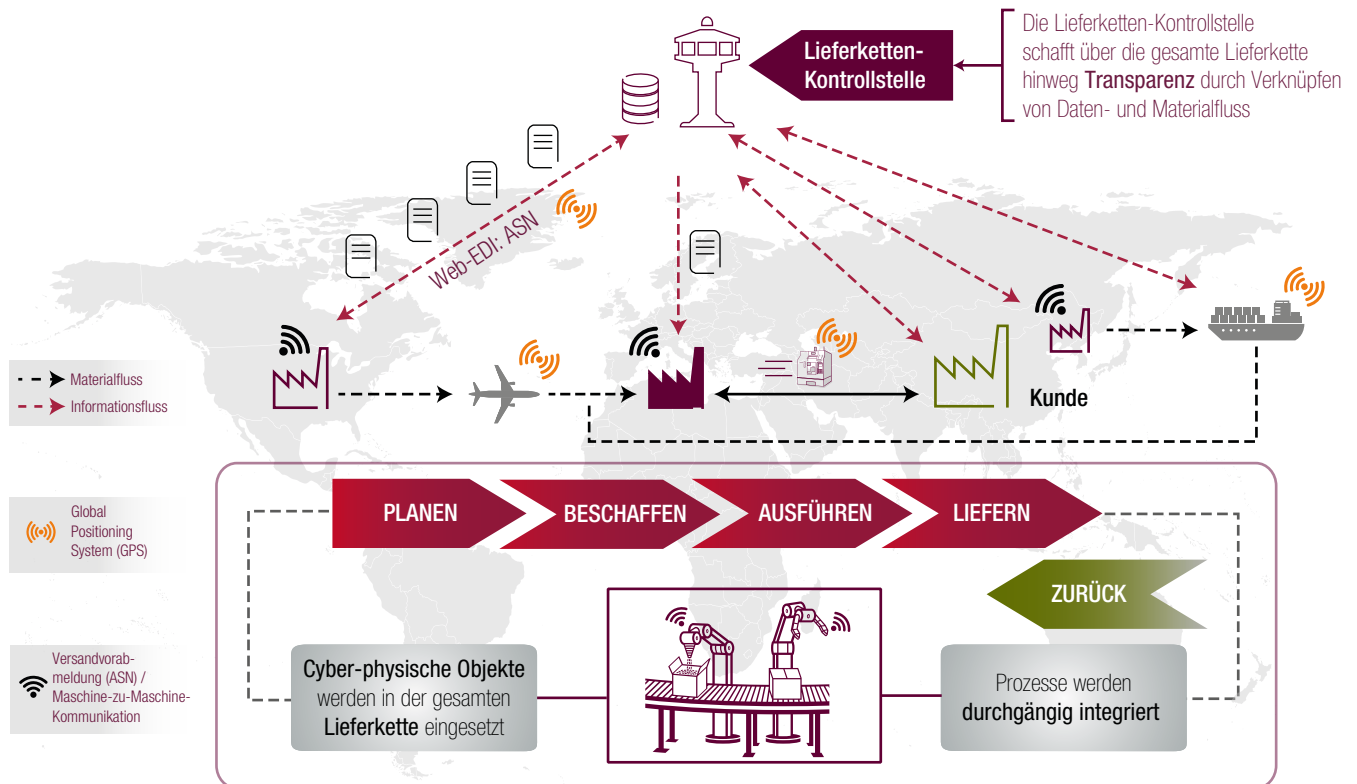
Dank dieser Digitalisierung können routinemäßige Supply-Chain-Prozesse wie Liefer- bzw. Lagerabwicklung automatisiert werden. Die dabei frei werdenden personellen Ressourcen können sich dann auf die Lösung von Problemen konzentrieren, die bei der Analyse der verfügbaren Daten erkannt werden. Ihr wirtschaftlicher Wert steigt damit. Darüber hinaus ist es in *Connected Supply Chains* möglich, das Produkt über den gesamten Produktionsprozess zu identifizieren, sodass der Hersteller besser auf Änderungsanfragen reagieren kann.

In digital unterstützten Supply Chains sind Pull-Prozesse und One-Piece Flows besser realisierbar. Statt Lieferproblemen werden es die physischen Fähigkeiten der Produktionssysteme sein, die das Hindernis darstellen. Prozesse und Organisationsstrukturen müssen der durchgängigen integrierten Vision der Abläufe entsprechen⁶. Hybridelemente, d. h. digitale Informationen neben Papierdokumenten, müssen verschwinden, wenn die Vorteile der *Connected Supply Chain* realisiert werden sollen.

Ein weltweit agierender Logistikdienstleister bietet Echtzeitlösungen für Transporte (ausgenommen ist der Luftverkehr) auf der Basis von GSM- und RFID-Technologie an, um die Transparenz der Supply Chain zu erhöhen. Der Standort wird mittels GSM-Auflösung und GPS zurückverfolgt, und Frachtdaten wie zum Beispiel Temperatur, Feuchtigkeit oder Erschütterungen können über Sensoren überwacht werden. Ein Alarmsystem informiert im Falle von Lieferunregelmäßigkeiten. Diese Lösung ermöglicht es Unternehmen, den gesamten Transportprozess vollständig zu überschauen und bei Lieferschwierigkeiten in Echtzeit einzugreifen.

6 Cf. Capgemini Consulting (2014) Digitizing Manufacturing – Ready, Set, Go!

Abbildung 8 – Grundstruktur einer Connected Supply Chain



Quelle: Capgemini Consulting

Connected Supply Chains werden transparent, schlank und kosteneffizient sein – sie werden das Kernstück jeder Industrie-4.0-Strategie für die operative Exzellenz der Geschäftsprozesse bilden

Geschäftliche Auswirkung: Sichtbarkeit, Zuverlässigkeit und Agilität von Supply-Chain-Abläufen

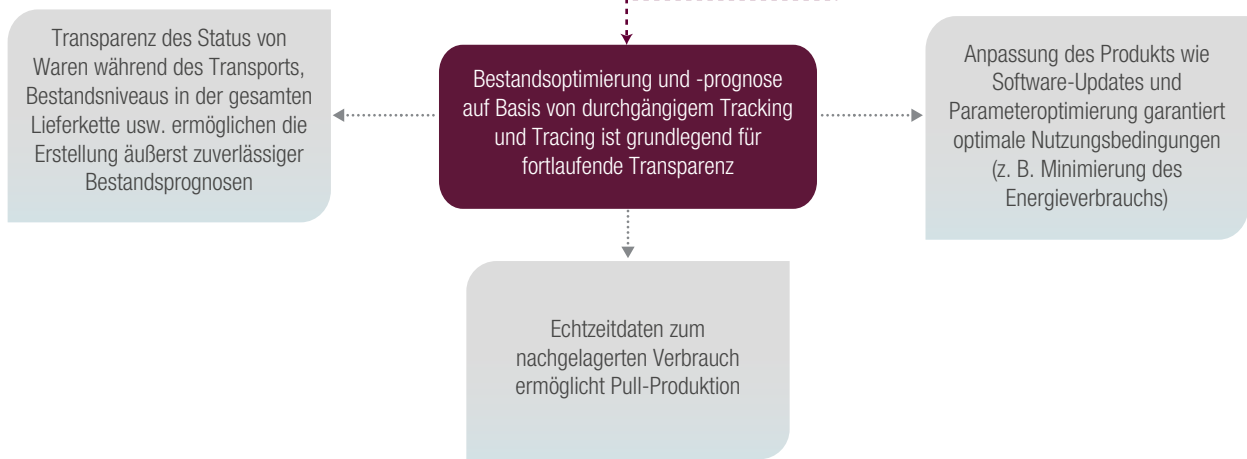
Die Transparenz über Bewegungen im Liefernetzwerk ist eine erste greifbare Auswirkung der Digitalisierung. Ineffizienz und Risiken können an der Quelle erkannt und behoben werden, anstatt nur die Symptome ineffizienter Lieferabläufe zu bekämpfen. Dadurch wird die Stabilität des Liefernetzwerks erhöht und gleichzeitig kann es besser

auf Störungen reagieren. Umfang und Genauigkeit von Prognosen nehmen zu und Lagerbestände werden exakt prognostizierbar. Die *Connected Supply Chain* bleibt damit schlank und zuverlässig. Wir gehen davon aus, dass transparente und automatisierte Prozesse die Lieferkosten um bis zu 20 Prozent senken werden⁷. *Agile Connected Supply Chains* ermöglichen darüber hinaus die deutlich vereinfachte Integration von geänderten Kundenanforderungen.

7 Capgemini Consulting (2011) Digital Transformation of Supply Chains

Abbildung 9 – Geschäftliche Auswirkung: Smart Supply Chains

Intelligente Funktionen	Funktionalität	Einfluss auf wichtigste Erfolgsfaktoren				
		Lieferketten-Effizienz			Wachstum durch verbessertes Wertangebot	
		Betriebskosten	Durchlaufzeit	Gute Zukunftsübersicht	Kunden-zufriedenheit	Vergrößertes Lösungsportfolio
Online-Portale, Märkte	Weltweite Auswahl an Geschäftspartnern	◐	●	○	◐	●
Verknüpfte Fertigungs-plattformen	Unternehmensübergreifende CAx	◐	●	○	◐	●
3D-Druck	Vor-Ort-Produktion, Vermeidung von Transportschritten	●	●	◐	●	◐
Durchgängiges Track & Trace	Prozessautomatisierung	●	◐	●	◐	○
	Bestandsoptimierung und -prognose	●	●	[●]	◐	○
Erweiterte Analysen	Ablaufvisualisierung und -optimierung	●	◐	●	◐	○



Relative Auswirkung: Funktionalität hat kaum Einfluss auf Erfolgsfaktoren ○ — ◐ — ● Funktionalität ist entscheidend für Erfolgsfaktoren

Quelle: Capgemini Consulting

Smart Factory

Die *Smart Factory* ist die vierte Säule unserer Vision der Industrie 4.0. Sie basiert auf CPPS⁸. Die Vernetzung der vorhandenen Maschinen führt in Form der *dezentralen Produktionssteuerung* zu einem ganz neuen Grad der Selbstorganisation und Prozessoptimierung. Darüber hinaus bildet die enorme Menge an fertigungsbezogenen Informationen auch die Grundlage für eine *datengesteuerte Betriebsoptimierung*.

Dezentrale Produktionssteuerung: Transformation der Fertigungsebene in einen Markt für Kapazität- und Produktionsanforderungen

Die Einnahme der Fertigung durch CPPS und CPS wird die Produktionsplanung und -steuerung, wie wir sie heute kennen, radikal verändern. An die Stelle der Steuerung der Fertigung durch ein zentrales MES⁹ treten cyber-physische Produktionssysteme, die lokale Entscheidungen ermöglichen und auf diese Weise die Produktionssteuerung dezentralisieren.

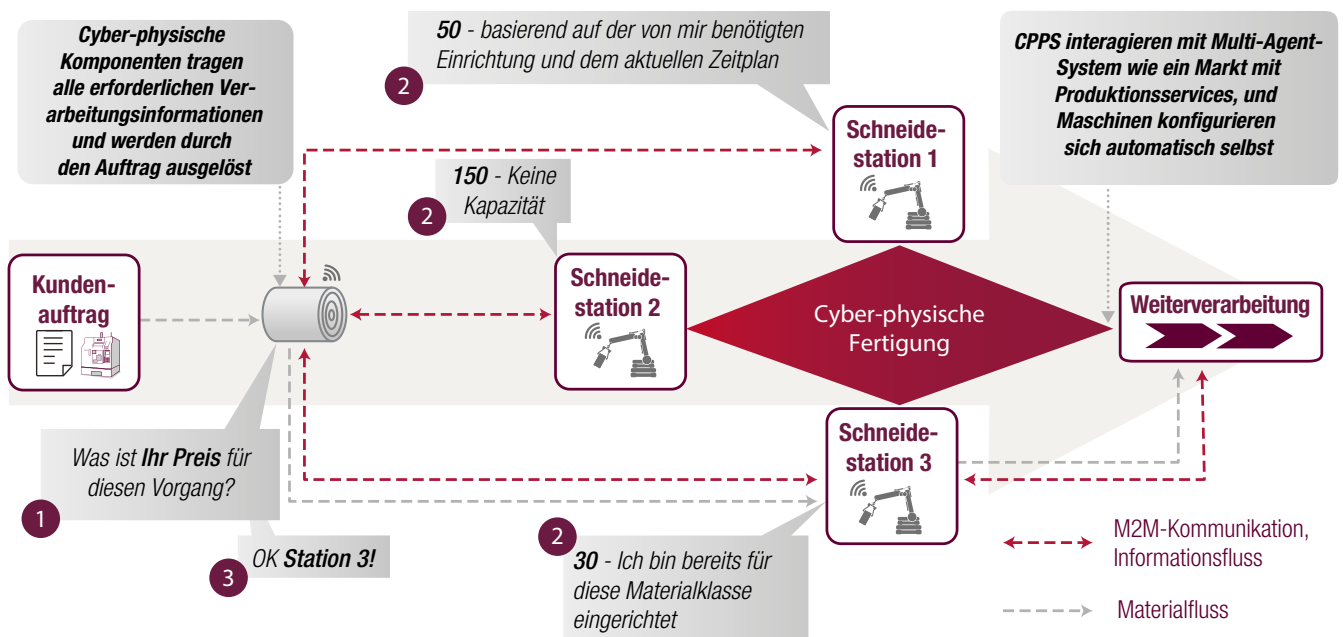
Durch CPPS wird die *Smart Factory* aus intelligenten Produktionseinheiten bestehen, die durch das Ökosystem in der Fertigung miteinander verbunden sind und gegenseitige Kenntnis haben über ihren aktuellen Zustand oder Probleme. Da jedes Produktionsmodul in der Lage sein wird, die erforderlichen Informationen für eigenständige Entscheidungen abzurufen, wird sich die Fertigung als Netzwerk lokal optimierender entscheidungsfähiger Maschinen darstellen. Auf Basis eines Multi-Agent-Systems wird sich die Produktionsumgebung dann selbst organisieren. Hierfür kann auf Fertigungsebene ein Marktmechanismus eingesetzt werden: Die Kapazität der Produktionssysteme bildet dabei das Angebot, während sich die Nachfrage aus den auszuführenden Aufträgen ergibt. In der Folge kann ein Preis für die Maschinenzeiten einschließlich der Einrichtungskosten errechnet werden. Unter Einbeziehung anderer Parameter des erwarteten Vertriebsumsatzes oder des Liefertermins kann ein CPPS dann individuell eine gewinnmaximierende Produktionsplanung festlegen.

Die Umsetzung dezentraler Steuerungsmechanismen ist die einzige Möglichkeit, die Komplexität einer individualisierten Industrieproduktion zu bewältigen

Ein *Smart-Factory*-Pilotprojekt in Deutschland veranschaulicht die Möglichkeiten von Industrie 4.0 anhand der Produktion von Shampoo-Flaschen. Jedes unfertige Produkt wird mit einem RFID-Etikett versehen, das seine Zielkonfiguration an das Produktionssystem übermittelt, d.h. es übermittelt der Abfüllmaschine, ob eine weiße oder schwarze Kappe benötigt wird. Das cyber-physische Produktionssystem empfängt diese Information und kann die Produktionsanforderung umsetzen. Somit läuft der Prozess ohne die Notwendigkeit eines Eingriffs durch eine zentrale Kontrollinstanz ab und ist durchgehend selbstgesteuert.

Quelle: Siemens

Abbildung 10 – Marktmechanismus in der dezentralen Produktionssteuerung



Quelle: Capgemini Consulting

8 Cyber-physische Produktionssysteme, d. h. Produktionssysteme, die digital durch eingebettete Sensoren, Aktoren, Netzwerkverbindung und ausreichende Rechenleistung sowie hochentwickelte Software erweitert werden – siehe auch S. 6

9 Manufacturing Execution System

Geschäftliche Auswirkung: Die Komplexität der Einzelfertigung beherrschen

Unter der Voraussetzung physisch durchführbarer Produktionsprozesse bietet die *dezentrale Produktionssteuerung* die Möglichkeit, jedes Produkt ohne zusätzliche Kosten individuell zu fertigen. Zudem werden Liefertermine zuverlässig eingehalten. Die effiziente Aufteilung der begrenzten Fertigungskapazitäten erhöht die betriebliche Flexibilität und Produktivität. Widersprüchliche Zielvorgaben und Beschränkungen werden berücksichtigt, und der gesamte Produktionsprozess wird ganzheitlich optimiert. Auf der nächsten Stufe kann die *dezentrale Produktionssteuerung* möglicherweise bereits eine „natürliche“ Optimierung des Produktionsnetzwerks vollziehen: Ein marktähnlicher „Wettbewerb“ sorgt dafür, dass bei der Zuteilung von Produktionsaufträgen nur effizient arbeitende Einrichtungen aus dem Ressourcenpool gewählt werden.

Datengesteuerte Betriebsoptimierung: Nutzung des Werts einer unterschätzten Ressource

Daten werden die maßgebliche Ressource im nächsten Industriezeitalter sein. *Intelligente Fabriken* werden

enorme Datenmengen produzieren. In Verbindung mit den neuesten Analysetechnologien und dem erforderlichen Know-how wird die *datengesteuerte Betriebsoptimierung* helfen, ein noch unerreichbares Niveau an Produktivität und Produktqualität zu erzielen.

Führende Unternehmen in der digitalisierten Fertigung haben bereits den Wert der Daten erkannt, die das CPPS produziert, und nutzen ihn entsprechend. Eine Leichtmetallgießerei beispielsweise erstellte statistische Prozessmodelle und analysierte systematisch Ausreißerwerte. Sie konnte auf diese Weise ihre Ausschussquote um bis zu 90 Prozent senken¹⁰. Erweiterte Analysen eröffnen völlig neue Einblicke darin, wie die Leistung entlang der Fertigungswertschöpfungskette erhöht werden kann. Mit ihrer Hilfe lassen sich anhand alter Daten nicht nur ineffiziente Abläufe erkennen, vielmehr können auch zuverlässige Prognosen zur künftigen Optimierung generiert werden.

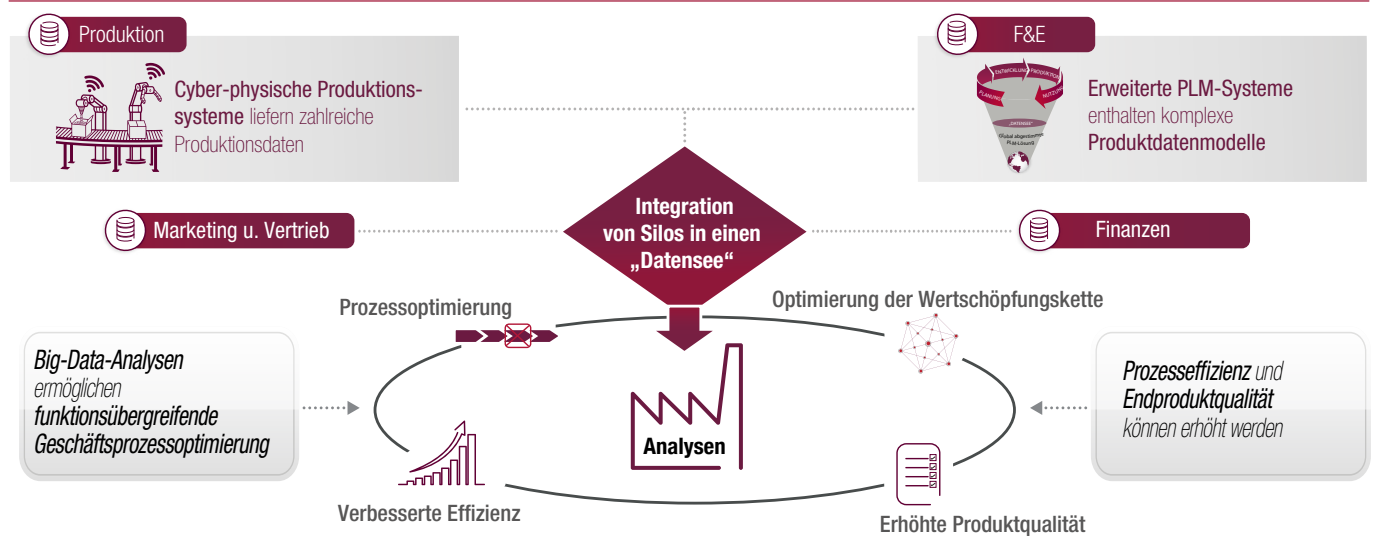
Für eine ganzheitliche Übersicht über die Abläufe in der gesamten *Smart Factory* müssen die relevanten Daten aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Quellen integriert werden – isolierte Systeme verhindern die Umsetzung eines

datengesteuerten Betriebs. Technologien wie In-Memory-Techniken kommt hierbei eine große Bedeutung zu. Auf den Punkt gebracht werden produzierende Unternehmen Daten viel intensiver als je zuvor auswerten und nutzen, um ihren Betrieb immer weiter zu optimieren.

Ein führender deutscher Automobilzulieferer konnte die Qualitätssicherung in der Serienproduktion von Kolben mithilfe einer durchgängigen Kontrollstrategie optimieren. Ein Data-Matrix-Code stellt sicher, dass jede einzelne Komponente nachverfolgt werden kann. Darüber hinaus kontrolliert ein 3D-Röntgen-Kontrollsystem, das in der Produktionsstraße installiert ist, jede Komponente während der gesamten Durchlaufzeit. Diese Informationen werden in Echtzeit an eine Datenbank weitergeleitet, um diese mit dem originären 3D-Modell abzugleichen. Jegliche Produktionsfehler können so identifiziert und defekte Produkte aussortiert werden, sodass eine Fehlerquote von einem Fehler pro einer Million Fehlermöglichkeiten in Endprodukten realisiert werden konnte.

Quelle: *Automobil Produktion*, Ausgabe 5, 2013, S. 74.

Abbildung 11 – Die Integration von Datensilos ist die Voraussetzung für datengesteuerte Betriebsoptimierung



Quelle: Capgemini Consulting

10 Quelle VDI Nachrichten, Ausgabe 14, S. 12.

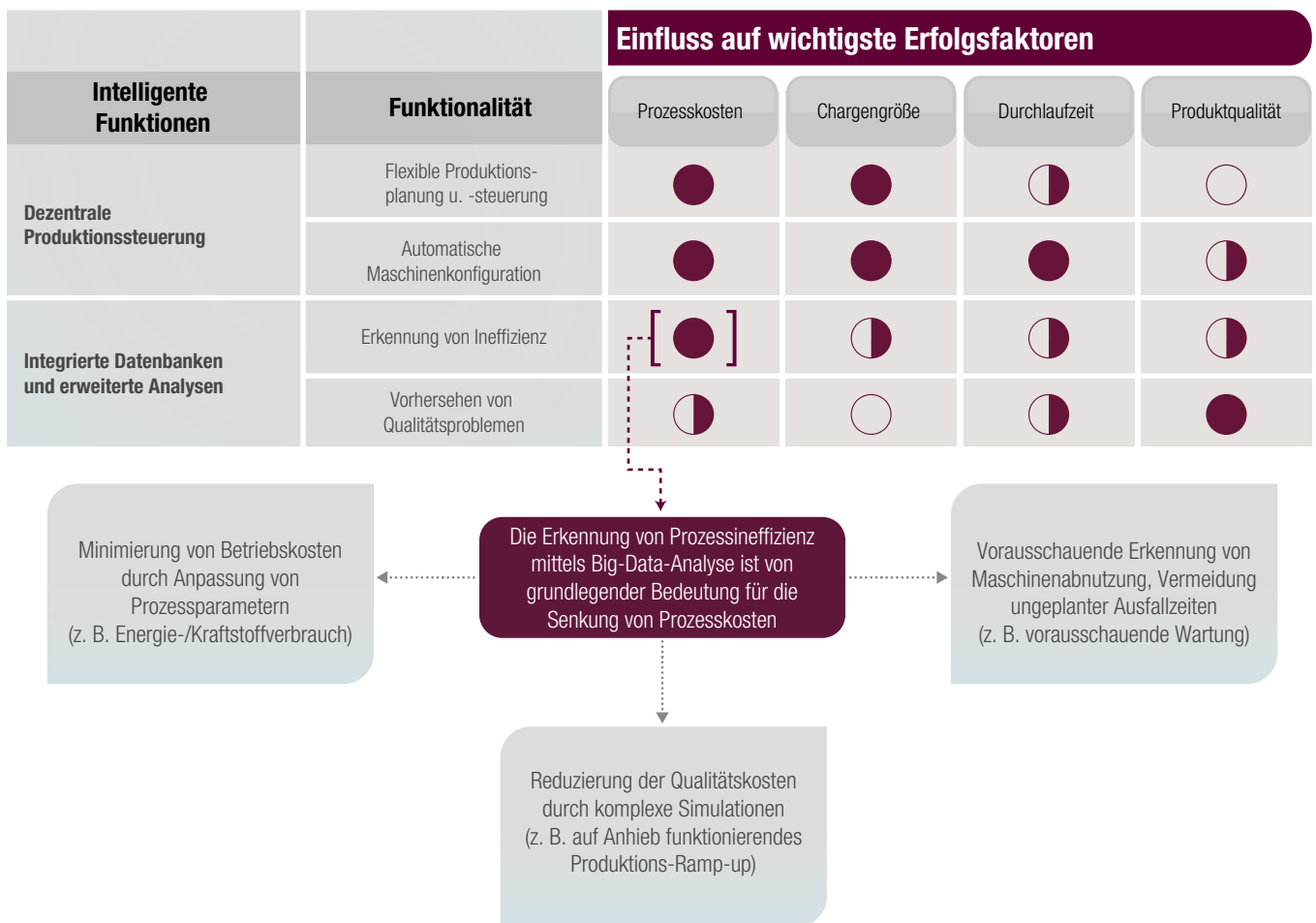
Mithilfe der daten-gesteuerten Betriebs-optimierung kann eine bisher noch nicht erreichbare Produktivität und Produktqualität erzielt werden

Geschäftliche Auswirkung: Betriebsoptimierung auf neuem Niveau

Die effektive Nutzung von Daten in den Betriebsabläufen wird zwangsläufig zu Wettbewerbsvorteilen führen, da sie nicht nur die Prozesseffizienz erhöht, sondern auch die Qualität des Endprodukts steigert. Kosten lassen sich durch gezieltere Prozesse

zur Qualitätssicherung erheblich reduzieren. Im Lauf der Zeit können interne Benchmarks festgelegt und Best Practices aus den Daten abgeleitet werden. Darüber hinaus wird die Zuverlässigkeit der Produktionsanlagen und ihre langfristige Nutzung optimiert.

Abbildung 12 – Geschäftliche Auswirkung: Smart Factory



Relative Auswirkung: Funktionalität hat kaum Einfluss auf Erfolgsfaktoren ○ — ◐ — ● Funktionalität ist entscheidend für Erfolgsfaktoren

Quelle: Capgemini Consulting

Die digitale Basis für Industrie 4.0 – Digitale Technologien

“
Cloud-Technologie ist der Schlüssel für den grenzenlosen Datenfluss und eine wichtige technologische Voraussetzung in der Industrie 4.0

Die bereits vorgestellten Werttreiber stellen keine reinen IT-Anforderungen dar. Es handelt sich vielmehr um Geschäftschancen und -bedürfnisse, die sich durch die Digitalisierung des Industriesektors entwickeln. Die Umstellung auf die digitalen Technologien stellt die Basis für die fundamentale Veränderung der Industrie und die Werttreiber dar. Das Konzept von Industrie 4.0 kommt zu einer Zeit, in der digitale Technologien zu einem digitalen Ökosystem verschmelzen. Ob die Transformation zu Industrie 4.0 erfolgreich verläuft, hängt davon ab, wie dieses Ökosystem beherrscht wird. Im Folgenden stellen wir die sieben entscheidenden *digitalen Technologien* vor, die hierfür in der nahen Zukunft bestimmend sein werden.

Mobile: Verlagerung des Wertschöpfungsprozesses

Zu den mobilen Technologien zählen alle drahtlosen Kommunikationsmethoden, seien es nun Mobilfunkverbindungen oder Wi-Fi und ähnliche Technologien. Enorme Datenmengen, die bisher nur an festen Standorten verfügbar waren, sind nun auch von unterwegs abrufbar. Das mobile Internet ist im Hinblick auf Industrie 4.0 für eine vernetzte Produktionsumgebung unverzichtbar. Das gilt zum Beispiel bei der Erfassung von und dem Zugriff auf Echtzeitdaten, dem Objekt-Tagging und der Internet-to-Object-Kommunikation.

Cloud Computing: Speicher und Rechenleistung für die digital unterstützte Fertigung

Cloud Computing bezeichnet als wesentliche Voraussetzung für mobile Mehrwertservices die Anwendungen, Plattform- und Infrastrukturlösungen, die als Services über öffentliche oder private Netzwerke bereitgestellt und nach dem Pay-per-Use-Prinzip abgerechnet werden. CPS und CPPS¹¹ werden riesige Datenmengen produzieren, die gespeichert und verarbeitet werden müssen. Von überall auf der ganzen Welt muss jederzeit der Zugriff auf Analyseergebnisse möglich sein. Cloud-Technologie ist die Voraussetzung für diesen grundlegenden Aspekt von Industrie 4.0 – dem grenzenlosen Datenfluss. Sie sorgt zudem dafür, dass die Benutzer keine Highend-Geräte mehr benötigen. Zudem kann die Kapazität hier problemlos erweitert werden. Ein Großteil des finanziellen Risikos bei Infrastruktur-Investitionsentscheidungen entfällt damit.

Erweiterte Analysen: Aus dem Datensee wird eine gläserne Kugel

Mithilfe erweiterter Analysen sollen durch die Ermittlung von Mustern und Wechselbeziehungen geschäftliche Einblicke aus einem Datenpool gewonnen werden. Durch die zunehmende Zahl von CPS in

¹¹ CP(P)S: cyber-physische (Produktions-) Systeme; siehe auch Fußnote auf Seite 6

der Fertigung und Smart Products auf dem Markt wird die Menge der Daten, die den Herstellern zur Verfügung steht, explosionsartig zunehmen. Trotzdem bleibt diese wertvolle Ressource häufig noch immer unberücksichtigt. Mithilfe von Datenanalysen werden Hersteller ihre betrieblichen Prozesse und ihre Geschäftsentwicklung analysieren können, ineffiziente Abläufe erkennen und erklären und sogar künftige Ereignisse prognostizieren können. Analysen werden häufig (fälschlicherweise) nur mit kundenorientierten Prozessen verbunden. Sie können jedoch auch dazu beitragen, die betrieblichen Abläufe entscheidend zu verbessern.

Machine-to-Machine-Kommunikation: Weniger Komplexität durch Koordinierung

Die Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) ist entscheidend dafür, welche Auswirkungen Industrie 4.0 auf die Produktion hat. Der Begriff bezieht sich auf Technologien, über die ein automatischer Informationsaustausch zwischen den CPS erfolgt, die die Industrie-4.0-Produktionsumgebung bilden. M2M ist somit die Kerntechnologie des „Internets der Dinge“ (englisch „Internet of Things“, IoT). Durch hochentwickelte eingebettete Sensor- und Aktor-Anwendungstechnologie kann die gesamte Fertigungsebene aussagekräftige Informationen übermitteln. Sie bildet die Schnittstelle zwischen der physischen und virtuellen

Welt. Durch diese hohe Transparenz sind wesentliche Verbesserungen in der Fertigung möglich, vom Performance Management bis hin zu komplett neuen Geschäftsmodellen. Am häufigsten wird M2M sicherlich zum Einsatz kommen, um Produktionsressourcen innerhalb des Unternehmens miteinander zu verbinden. Jedoch ist M2M auch ein wesentlicher Faktor bei unternehmensübergreifenden Abläufen.

Social Media: Neue Formen der Koordination und Kooperation möglich

Social Media hat unseren Alltag durch die globale 1:n-Sofortkommunikation verändert. Zu diesen Portalen zählen nicht nur Facebook oder Twitter. Auch für den Unternehmenseinsatz existieren hochentwickelte Angebote dieser Art. Sie nutzen die Mitarbeiterkooperation, um eine dynamischere Interaktion mit hohem Informationsgehalt zwischen Mitarbeitern und Kunden zu erreichen. Auch viele andere Unternehmensanwendungen verfügen heute über Social-Media-Elemente. Der Mensch-zu-Mensch-Aspekt einer vernetzten Industrieumgebung wird durch diese Technologie deutlich unterstützt und erweitert. Die „klassischen“ sozialen Netzwerke können beispielsweise auch einbezogen werden, um eine schnellere bedarfsorientierte Fertigung zu erreichen und zahlreiche Daten über Kunden bereitzustellen.

Digitale Technologien



Quelle: Capgemini Consulting

3D-Druck wird
wegweisende Auswirkungen
darauf haben, wie, wo
und von wem Produkte
zukünftig hergestellt werden

3D-Druck: Fertigung überall und jederzeit

Wie schon bei der Cloud schenken die Hersteller auch der Bedeutung des 3D-Drucks lange keine Beachtung. 3D-Druck oder auch additive Fertigung bezeichnet den Vorgang der Herstellung dreidimensionaler Objekte direkt aus virtuellen Modellen. Aufgrund der langsamen Produktionsrate, der wenigen verfügbaren Materialien und der hohen Preise wurde diese Technologie bisher nur selten im industriellen Maßstab eingesetzt. Durch aktuelle Innovationen gewinnt diese Technologie an Bedeutung. Aller Wahrscheinlichkeit nach können daher mit der additiven Fertigung die Effizienz Nachteile der Produktion individuell angepasster Produkte größtenteils vermieden werden. Dadurch werden eine schnelle Prototypenentwicklung und stark dezentralisierte Produktionsprozesse möglich: Das Produktmodell kann einfach zu dem „Druck“-Ort geschickt werden, der dem Kunden am nächsten liegt. Zwischenschritte in der Fertigung, Transport und Lagerung können dadurch eingespart werden. 3D-Druck wird wegweisende Implikationen darauf haben, wie, wo und von wem Produkte zukünftig hergestellt werden.

Robotik: digital unterstützte Steigerung der menschlichen Produktivität

Technologische Innovationen haben die Robotik in den vergangenen Jahrzehnten in beachtlichem Maße nach vorne gebracht, so dass Roboter in nahezu jeder Branche eingesetzt werden können. Insbesondere Sensoren und maschinelles Sehen in Verbindung mit verbesserter künstlicher Intelligenz sorgen dafür, dass Roboter ihre Funktion als unabhängige Produktionseinheiten in der Produktion sicher neben den Fertigungsmitarbeitern ausführen können. In der Industrie 4.0 werden sie ein maßgebliches Element für effiziente Prozesse und geringere Komplexität sein.

Die Unternehmen müssen ihre Geschäftsziele, die sie mit Industrie 4.0 verfolgen, in Einklang bringen mit der passenden technologischen Infrastruktur und zukünftigen Investitionsentscheidungen in diesem Bereich

Cloud Computing, Advanced Analytics und M2M sollten für Hersteller höchste Priorität haben

Für die Umsetzung von Industrie 4.0 sind zwar alle der oben genannten technologischen Voraussetzungen wichtig. Einige von ihnen sollten jedoch eindeutig ganz oben auf der Prioritätenliste der Vorstandsebenen stehen, und zwar diejenigen, die für integriertes Datenmanagement erforderlich sind und auf denen die Ausschöpfung des Potenzials von Industrie 4.0 größtenteils basiert. Cloud-basierte Plattformen¹² dienen als universell zugängliche und leistungsstarke „Single Source of Truth“ (zentrale Datenbasis) in einer vernetzten industriellen Umgebung. Der erfolgreiche Einsatz von Analytics ist die Voraussetzung, um diese Fülle von Daten für nahezu alle Werttreiber von Industrie 4.0 nutzen zu können. Die Machine-to-Machine-Kommunikation ist unentbehrlich, um die Fertigungsabläufe mit der virtuellen Dimension der Fertigung zu verknüpfen. Ferner sorgen mobile Technologien dafür,

dass alle erforderlichen Datenquellen und Benutzer problemlos einbezogen werden können. Diese digitalen Technologien bilden den Kern der technologischen Voraussetzungen für Industrie 4.0. Die verbleibenden drei Elemente, d. h. Social Media, 3D-Druck und erweiterte Robotik, bleiben in bestimmten Szenarien und für bestimmte Werttreiber weiterhin wesentliche Faktoren. Deshalb müssen sie bei der Konzeption der digitalen Transformation eines Fertigungsunternehmens ebenfalls berücksichtigt werden. In Abbildung 13 wird dargestellt, welche Priorität die jeweiligen technologischen Voraussetzungen für die Werttreiber von Industrie 4.0 haben.

Abbildung 13 – Bewertung der Bedeutung der technologischen Voraussetzungen für die Umsetzung der Werttreiber von Industrie 4.0

	Mobile	Cloud	M2M	Advanced Analytics	Soziale Medien	3D-Druck	Advanced Robotics
Smart Products	●	●	●	●	○	○	○
Smart Services	●	●	●	●	○	◐	◐
Extended Innovation	○	●	○	●	●	○	○
Connected Lifecycle Innovation	●	●	●	●	◐	○	○
Agile-Collaboration-Netzwerke	○	●	○	◐	●	●	●
Connected Supply Chain	●	●	●	●	○	○	○
Dezentrale Produktionssteuerung	◐	◐	●	●	○	●	●
Datengesteuerte Operational Excellence	◐	●	●	●	○	○	○

Relevanz digitaler Technologien: Digitale Technologien sind für die Umsetzung dieses Werttreibers von geringerer Bedeutung ○ — ◐ — ● Digitale Technologien sind für die Umsetzung dieses Werttreibers von grundlegender Bedeutung

Quelle: Capgemini Consulting

¹² Unkritische Informationen können auf Plattformen in öffentlichen Clouds gespeichert werden. Für geschäftskritische Daten und Anwendungen können jedoch private Clouds genutzt werden, auf die der Zugriff nur innerhalb der Unternehmensgrenzen möglich ist.

Anforderungen für die digitale Transformation produzierender Unternehmen

Die zuvor beschriebenen Werttreiber ergeben sich aus dem abgestimmten Einsatz der digitalen Technologien. Bei einer neuen industriellen Revolution kann es jedoch nicht nur um die Einführung neuer Werkzeuge oder Systeme gehen. Produzierende Unternehmen müssen ihre Organisationen dafür grundlegend transformieren. Im Folgenden beschreiben wir, welche Voraussetzungen unserer Ansicht nach unbedingt erfüllt sein müssen, um bereit für Industrie 4.0 zu sein.

Digitale Infrastruktur

Die *digitale Infrastruktur* spielt eine entscheidende Rolle, denn sie integriert die *digitalen Technologien* in die Aktivitäten des Unternehmens. Bei dem gegenwärtigen Hype um das Konzept wird die technische Infrastruktur leider häufig außer Acht gelassen. Die technologischen Möglichkeiten in der Industrie entwickeln sich mit einem sehr hohen Tempo, mit dem die quasi-öffentliche Infrastruktur (z. B. Glasfaserkabel oder mobile Netze, die von privaten Unternehmen betrieben werden) und auch die IT-Infrastrukturen innerhalb der Unternehmen lange nicht mithalten können. Sie sind jedoch eine der kritischen Komponenten für Industrie 4.0.



Die Digital Transformation der Hersteller muss auf einer leistungsfähigen, sicheren, zuverlässigen und skalierbaren digitalen Infrastruktur basieren

Auch wenn noch viel Arbeit in Teile der *digitalen Infrastruktur* investiert werden muss, die zum öffentlichen Bereich gehören, stehen den Herstellern bereits viele Hebel zur Verfügung, ihre *digitale Infrastruktur* adäquat auszubauen. Nach unserer Überzeugung müssen die Fertigungsunternehmen vier Anforderungen erfüllen, um das volle Potenzial von Industrie 4.0 ausschöpfen zu können.

Ihre digitale Infrastruktur muss leistungsfähig sein

Da in den nächsten Jahren ein enormes Datenwachstum zu erwarten ist¹³, müssen in Zukunft zweifellos die mobilen Netze ausgebaut werden. Daher müssen die Hersteller versuchen, wo immer dies möglich ist, auf das nicht lizenzierte mobile Spektrum (z. B. WLAN, Bluetooth) zu setzen. Darüber hinaus muss die unternehmensspezifische Infrastruktur die nötige Rechnerleistung für komplexe Prozesse liefern können. Die Konnektivität der Intra- und Extranets muss auch Auslastungsspitzen verkraften können. Bei der Implementierung neuer Systeme können nur anschlussfähige Infrastrukturen und Systeme, die den SOA-Grundsätzen¹⁴ entsprechen, der Industrie 4.0 gerecht werden.

Ihre digitale Infrastruktur muss sicher sein

Im Rahmen von Industrie 4.0 werden Unternehmen die Virtualisierung wertvoller Ressourcen wie etwa neuer Produktdesigns vorantreiben. Diese wertvollen Daten müssen sowohl innerhalb des Unternehmens als auch in der unternehmensübergreifenden Kooperationsumgebung, auf die die Unternehmen angewiesen sind, vor Verlust oder Diebstahl geschützt werden.

Eine entscheidende Rolle werden hier die Datensegmentierungs- und Kommunikationsrichtlinien spielen, aber auch die *digitale Infrastruktur* ist hier von Bedeutung. Hierbei müssen die neuesten Datenschutz-Mechanismen zum Einsatz kommen. In diesem Zusammenhang werden Unternehmen dazu angehalten, immer mit den Entwicklungen im Bereich Unternehmenssicherheit Schritt zu halten. Zudem ist IT-Sicherheit nicht kostenlos zu haben. Deshalb müssen Investitionen antizipiert und geplant werden.

Ihre digitale Infrastruktur muss zuverlässig sein

Für Hersteller werden virtualisierte Geschäftsprozesse zunehmend an Bedeutung gewinnen. Daher muss die maximale Verfügbarkeit der *digitalen Infrastruktur* oberstes Gebot sein. Als Ziel werden häufig die „drei Neunen“ genannt, d. h. eine Verfügbarkeit von 99,9 Prozent¹⁵. Für einzelne IT-Komponenten könnte das bedeuten, dass sie sehr viel höhere Verfügbarkeitsanforderungen erfüllen müssen, um nicht zum „Single Point of Failure“ zu werden.

Unternehmen müssen sich auf die Stabilität der eingesetzten Infrastruktur konzentrieren. So müssen beispielsweise strenge Service Level Agreements mit Cloud-Anbietern vereinbart werden. Minimieren Sie die Zahl der „Single Points of Failure“. Positionieren Sie die kritische *digitale Infrastruktur* in Bereichen, die weniger anfällig für Komplettausfälle oder eine unsichere Energieversorgung sind. Wenn es in Ihrer Branche oder Ihrem Partnernetzwerk derzeit noch keinen Standard für eine bestimmte Technologie gibt, entscheiden Sie sich für die Technologie, die die besten Aussichten hat, zum Standard zu werden.

Ihre digitale Infrastruktur muss skalierbar sein

Der Weg zu Industrie 4.0 wird in den meisten Fällen keine nahtlose Entwicklung sein. Vielmehr werden Funktionen und Prozesse zu unterschiedlichen Zeitpunkten „virtualisiert“ werden. Um ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Systemleistung, also der Last und dem Funktionsumfang, die ein System bewältigen kann, und den damit verbundenen Kosten zu schaffen, muss die eingesetzte Infrastruktur skalierbar sein. Sie muss flexibel genug sein, damit bei Bedarf zusätzliche Kapazitäten geschaffen und neue Funktionen oder Anforderungen abgedeckt werden können. Aus diesem Grund sollten die Hersteller überlegen, ob nicht Cloud-Services anstelle von Vor-Ort-Lösungen die bessere Wahl sind.

¹³ Für 2015 wird ein Gesamt-Verkehrsvolumen von bereits 1.000 EB vorhergesagt. Das ist das über 30-fache des Volumens von 2005 (Quelle: World Economic Forum)

¹⁴ SOA: Service Oriented Architecture

¹⁵ Ergibt sich aus einer maximalen Ausfallzeit von 8 Stunden und 46 Minuten pro Jahr

Digitale Infrastruktur



Leistungsfähigkeit

Virtualisierung

Datensegmentierung

Internet der Dinge

Schnittstellen

Digitale Infrastruktur

Technologische Voraussetzungen

Sicherheit

Standards

Hyperconnectivity

Skalierbarkeit

Integrierte Datenverwaltung

Öffentliche Netzwerkinfrastruktur

Single Points Of Failure

Service-orientierte Architekturen

Service Level Agreements

Zuverlässigkeit

Governance und Prozesse

Die Transformation zur Industrie 4.0 kann auch mit einer geeigneten *digitalen Infrastruktur* nur dann nachhaltig und erfolgreich sein, wenn sie auf einer stimmigen Governance basiert. Derartig tiefgreifende Veränderungen, wie sie der Industrie bevorstehen, erfordern geeignete Strukturen.

Die Steuerung des Transformationsprozesses muss dem Top-Down-Ansatz folgen

In unserem gemeinsamen Forschungsprogramm mit dem MIT Center for Digital Business¹⁶ haben wir gezeigt, dass der Erfolg der Digital Transformation stark von einer kohärenten Top-Down-Steuerung abhängig ist. Die unkoordinierte Abfolge verschiedener Bottom-Up-Initiativen wird den Weg zu Industrie 4.0 versperren. Organisatorische Silos müssen an einem gemeinsamen Ziel ausgerichtet werden. Insbesondere die Trennung von Geschäfts- und IT-Funktionen, die wir derzeit häufig beobachten, wird sich als echtes K.-O.-Kriterium erweisen. Die Governance-Mechanismen für die Steuerung der Transformation müssen gewährleisten, dass Geschäfts- und IT-Bereiche den technologiebasierten Wandel gemeinsam einleiten und nachhaltig unterstützen. Die IT muss als zentraler „Business Enabler“ wahrgenommen werden. Hierzu müssen eindeutige Rollen und Zuständigkeiten für die digitalen Initiativen des Unternehmens definiert werden. Unsere bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass die Schlüsselmechanismen dafür dedizierte Gremien, gemeinsame Einheiten auf Unternehmensebene und neue Rollen wie die der so genannten „Digital Czars“ (deutsch: digitale Zaren) sind. Viele Unternehmen haben beispielsweise die Position des Chief Digital Officers geschaffen, der die verschiedenen digitalen Initiativen des Unternehmens koordiniert, um Synergien maximal auszunutzen.



Die IT muss als zentraler „Business Enabler“ wahrgenommen werden

Operational muss das Transformationsprogramm auf soliden Programm-Management-Prozessen basieren. Hochrangige Führungskräfte sollten in das Management der Initiativen einbezogen werden, damit die Vision der Führungskräfte im Tagesgeschäft auch tatsächlich umgesetzt wird. Es sollte zudem Raum für Rückkoppelungen und der Verbesserung der ursprünglichen Pläne vorgesehen sein: Eine so umfassende Transformation wie die Digitalisierung der Fertigung lässt sich nicht vollständig im Voraus planen. Neue Ideen müssen auf dem Weg dorthin aufgenommen werden.

Personalführung und Change

Ständiger Wandel wird allgegenwärtig im Industrie-4.0-Zeitalter und an Häufigkeit und Intensität zunehmen¹⁷. Gleichzeitig werden sich die hierarchischen Befugnisse des Managements durch dezentrale Strukturen und virtuelle Formen der Zusammenarbeit verändern: Die Kernteams werden kleiner, und es werden verstärkt externe Ressourcen zum Einsatz kommen. Der Umgang mit diesen Veränderungen wird für den Transformationsprozess von wesentlicher Bedeutung sein. Zudem ergeben sich für die Unternehmensführung langfristig neue Herausforderungen. Hier ist Vorsicht angebracht, denn die personelle Dimension der Digitalisierung ist mindestens genauso groß wie die technische Herausforderung.

Der Umgang mit Veränderungen beginnt auf emotionaler Ebene

Viele Fertigungsunternehmen versäumen es noch immer, Veränderungen durch die digitale Transformation systematisch zu managen. Wir haben festgestellt, dass Industrieunternehmen häufig eine attraktive und umfassende Vision für ihre digitale Zukunft fehlt¹⁸. Allerdings ist eine Vision der Ausgangspunkt für Industrie 4.0. Sie sollte konkret und nachvollziehbar veranschaulichen, wie das Unternehmen in Zukunft aussehen soll. Diese „digitale Vision“ ist das Fundament für den emotionalen Zugang, den die Führungskräfte unbedingt zu ihrem Unternehmen aufbauen müssen.

Für die Bewältigung der Veränderungen im Rahmen der Transformation sollten geeignete Ressourcen bereitgestellt werden, die das Unternehmen dabei begleiten. Die Führungskräfte sollten Zeit für nachhaltige Ergebnisse einräumen und sich nicht so sehr auf schnelle Erfolge konzentrieren¹⁹. Ein wichtiger zu berücksichtigender Aspekt sind dabei die Anzahl und Abfolge der einzelnen Change-Initiativen, um eine Überlastung derjenigen zu vermeiden, die hierbei die Leitung übernehmen. Frühzeitig durchgeführte Pilotprojekte sind entscheidend für den Erkenntnisgewinn. Während des Change-Prozesses benötigen insbesondere das mittlere und untere Management Unterstützung. Sie sind die Führungskräfte, die am engsten mit den Mitarbeitern zusammenarbeiten und sind für diese häufig der erste Ansprechpartner. Daher sind Ressourcen erforderlich, die diese Manager dazu befähigen, die Transformationsaktivitäten zu leiten.

16 MIT Center for Digital Business und Capgemini Consulting (2012): The Digital Advantage – How Digital Leaders Outperform Their Peers in Every Industry

17 Change Management-Studie 2012 von Capgemini Consulting: Digitale Revolution – Ist Change Management mutig genug für die Zukunft? (nur in deutscher Sprache verfügbar)

18 Capgemini Consulting (2014): Digitizing Manufacturing – Ready, Set, Go!

19 Change Management-Studie 2012 von Capgemini Consulting

Industrie 4.0 erfordert ein lernendes Unternehmen

Um sich in der Industrie 4.0 eine führende Position zu verschaffen, wird eine Fähigkeit entscheidend sein: Das Unternehmen muss ein lernendes Unternehmen werden. Der Wert des faktenbasierten Wissens wird in einem Sektor, der durch digitale Innovationen bestimmt wird, im Laufe der Zeit immer weiter abnehmen. Vor diesem Hintergrund werden die Bereitschaft und die Fähigkeit zum ständigen Lernen zur grundlegenden Voraussetzung. Die Unternehmenskultur muss offen und bereit für den Wissensaustausch sein. Wissen darf nicht als Machtinstrument missbraucht werden, denn wie sonst sollten Unternehmen von Werttreibern wie der *Extended Innovation* profitieren können?

Eine attraktive, umfassende Vision für die digitale Zukunft ist ein zentraler Ausgangspunkt für Industrie 4.0

Digitalisierte Fertigungsprozesse werden auch im Hinblick auf die Qualifizierung der Mitarbeiter zu Herausforderungen für Unternehmen führen. In vielen Funktionen werden neue Fähigkeiten benötigt, nicht nur in IT-nahen Bereichen. Stärker als je zuvor müssen F&E-Abteilungen lernen, wie System Engineers zu agieren und deren Herangehensweise übernehmen, d. h. sie müssen in Produktfunktionen anstatt in technischen Leistungsmerkmalen denken. Software wird zu einem festen Bestandteil der gefertigten Produkte, sodass die Hersteller auch die zugehörigen Fähigkeiten entwickeln müssen. Ein abschließendes Beispiel zeigt es: Die Bediener der Maschinen von heute müssen in Zukunft produktionsbezogene Daten analysieren können und in der Lage sein, aus einer großen Masse an Informationen aussagekräftige Erkenntnisse zur Prozessqualität zu gewinnen.

Deshalb muss sich die Unternehmensleitung darauf konzentrieren, die zusätzlich erforderlichen Kenntnisse zu identifizieren, die für ihre spezielle Vision eines künftigen digitalisierten Fertigungsgeschäfts benötigt

Abbildung 14: Sieben Dimensionen im Veränderungsmanagement in der Digital Transformation



Quelle: Capgemini Consulting

werden. Sie muss dann die vorhandenen Mitarbeiter weiterqualifizieren oder neue Mitarbeiter einstellen, um diesen Bedarf zu decken. Die Personalentwicklung sollte sich darauf konzentrieren, Mitarbeitern durch flexible Arbeitsmodelle und integrierte Lernmethoden die Möglichkeit zu geben, sich im Rahmen ihrer gesamten beruflichen Laufbahn weiterqualifizieren zu können. Die Förderung einer „digitalen Mentalität“ ist ein entscheidender Aspekt. Wird dieses Vorhaben nicht frühzeitig angegangen, kann sich das Fehlen der erforderlichen Qualifikationen irgendwann als Engpass auf dem Weg zu Industrie 4.0 herausstellen.

Das agile Betriebsmodell

Im Bereich Fertigung lässt sich „Agilität“ als die Fähigkeit des Unternehmens definieren, in einem wettbewerbsintensiven Umfeld, das von kontinuierlichen und unerwarteten Veränderungen geprägt ist, geschäftlich erfolgreich zu sein. Der Übergang zu Industrie 4.0 wird ein Prozess disruptiver Veränderungen sein, an dessen Ende eine sehr dynamische künftige Fertigungsumgebung stehen wird. Wir sind davon überzeugt, dass die Fähigkeit, kurzfristig auf Veränderungen reagieren zu können, für die Konzeption und Steuerung der Fertigungsaktivitäten in der Industrie 4.0 als entscheidende Eigenschaft berücksichtigt werden muss. Bei Industrie 4.0 werden kurzfristige, durch Technologien bedingte Veränderungen der Kundenanforderungen oder

des Wettbewerbsumfelds zunehmen. Agile Hersteller werden daraus Wettbewerbsvorteile ziehen.

Hersteller müssen dezentral denken

Fertigungsunternehmen haben sich lange mit dem Spannungsfeld zwischen zentralen und dezentralen Abläufen beschäftigt. Im Industrie-4.0-Szenario wird das wichtigste Argument für eine Zentralisierung, nämlich das der Skaleneffekte, drastisch entkräftet. Einige der bekannten Mechanismen, aus denen sich die Skaleneffekte ergeben, verlieren durch digitale Technologien zunehmend an Bedeutung. Ein Beispiel hierfür ist die sich entwickelnde 3D-Drucktechnologie im Zusammenhang mit Lernprozessen: Unter der Voraussetzung, dass der Programmiercode konstant bleibt, produziert ein 3D-Drucker das erste Stück genauso effizient wie das 1000. Stück.

Fertigungsunternehmen müssen in Zukunft Gelegenheiten ergreifen, Bausteine ihres Betriebsmodells zu dezentralisieren und dadurch ihre Fähigkeit verbessern, schnell und effektiv auf lokale Marktentwicklungen zu reagieren. Ein Aspekt dabei ist die Lokalisierung von Lösungsportfolios und Beschaffungsmärkten, d. h. ihre Anpassung an lokale Markteigenschaften. Ein weiterer Aspekt ist die Entwicklung von Mechanismen, die für eine Ausgewogenheit global dezentralisierter Ressourcennetzwerke und deren effiziente Nutzung sorgen.

Hersteller müssen modular denken

Auf dem Weg zur Industrie 4.0 wird die Fertigungsumgebung zunehmend dynamisch. Schnell drängen neue Anbieter auf den Markt, neue Technologien und Produkte kommen hinzu, andere verschwinden auch genauso schnell wieder. Um ausreichende Agilität zu gewährleisten, sollten Fertigungsunternehmen ihr Geschäft um ihre Kernlösung bzw. ihre Kernprozesse herum organisieren. Es sollten Geschäftseinheiten eingerichtet werden, um den unternehmerischen Charakter zu unterstützen. Die Integration oder Abtrennung eines „Moduls“ sollte ohne anstrengende Übergangsphasen möglich sein, beispielsweise durch skalierbare Lenkungsmechanismen und Informationssysteme.

Hersteller müssen flexibel sein

Industrieunternehmen bleiben agil, wenn ihre Strukturen ausreichend flexibel sind, um bei der Anpassung an neue Herausforderungen oder Geschäftschancen schnell zu funktionieren. Starre Unternehmensstrukturen müssen durch eine Organisation ersetzt werden, die für

Flexibilität im Tagesbetrieb sorgt. Wo es angemessen ist, sollten projektbasierte Teams eingesetzt werden. Flexible Beschäftigungsmodelle geben den nötigen Spielraum, um schnell auf Veränderungen reagieren zu können. Outsourcing verringert die Last hoher Fixkosten. Am wichtigsten sind jedoch flache Hierarchien und mehr Entscheidungsbefugnis auf unteren Ebenen, die das Unternehmen agil machen.

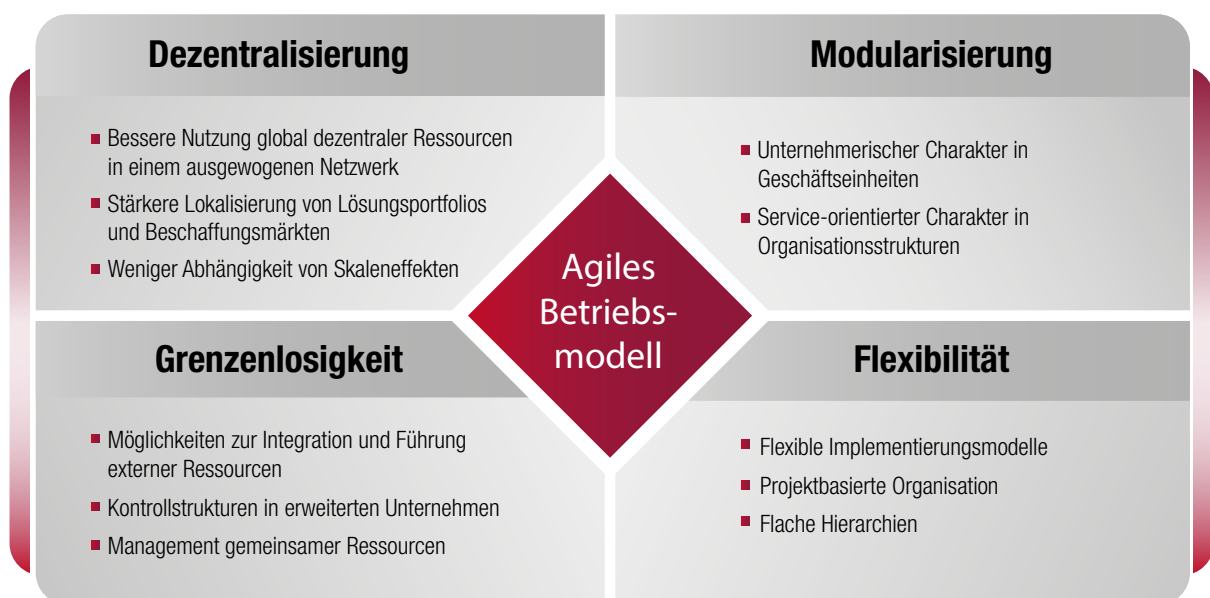
Hersteller müssen grenzenlos denken

Die heutigen Betriebsmodelle in der Fertigung beinhalten häufig organisatorische Schranken, die die grenzenlose Wertschöpfung verhindern, auf der das Industrie-4.0-Konzept aufbaut. Fertigungsunternehmen mit abnehmenden hierarchischen Steuerungsmöglichkeiten müssen Lösungen finden, um externe Ressourcen nahtlos einzubinden und zu lenken. Es müssen Ansätze entwickelt werden, die die Kontrolle der Abläufe trotz verschwindender Barrieren ermöglichen. Vor diesem Hintergrund sind auch Urheberrechtsfragen von Bedeutung. Das virtuelle Produktmodell ist eine frei

verfügbare Ressource und hat dennoch einen Wert. Es treten Fragen auf, die sich um den Betrieb und die Finanzierung gemeinsamer Systeme drehen. Wenn das Unternehmen durchgängig florieren soll, müssen Hersteller proaktiv Unternehmensstrukturen schaffen, die von veränderten Realitäten profitieren.

Industrie 4.0 wird erhebliche Auswirkungen auf das Betriebsmodell in der Produktion haben, allerdings sind sie noch nicht komplett absehbar. Wir haben oben die vier Eigenschaften beschrieben, die wir für besonders wichtig halten, um das Potenzial der Werttreiber von Industrie 4.0 voll ausschöpfen zu können. Noch wichtiger ist jedoch die Tatsache, dass Unternehmen sich jetzt vergegenwärtigen müssen, wie sie ihr Betriebsmodell in Zukunft gestalten wollen. Es gibt keine Patentlösung, und die Hersteller sollten sich lieber heute als morgen mit dieser Frage beschäftigen.

Abbildung 15 – Unerlässliche Eigenschaften eines agilen Betriebsmodells für Industrie 4.0



Quelle: Caggemini Consulting

Das Geschäftsmodell der Zukunft für die Produktion

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich bereits gezeigt, dass sich z.B. die Entwicklungen in der Informationstechnologie und der Globalisierung selbst stark auf die größten Unternehmen auswirken: Während sich der Dow Jones Industrial Average (Dow-Jones-Index) 1982 noch zu 80 Prozent aus den gleichen Unternehmen zusammensetzte wie drei Jahrzehnte zuvor (im Jahr 1956), stürzte der Anteil bis 2011 auf nur noch 33 Prozent ab²⁰. Wir sind der Ansicht, dass Industrie 4.0 im Bereich der Fertigungsindustrie im Vergleich zu dieser Entwicklung für weitaus höhere Volatilität sorgen wird. 2030 wird es viele der größten im Index gelisteten Unternehmen nicht mehr geben.

Angesichts der anstehenden Umwälzungen stehen Fertigungsunternehmen vor einer zentralen Frage, nämlich: Wie kann ich mein Geschäftsmodell anpassen bzw. sogar komplett verändern, um im nächsten Industriezeitalter eine optimale Wertschöpfung zu generieren? Eine Säule des Erfolgs ist unserer Meinung nach die Fokussierung auf ein Portfolio digital erweiterter Lösungen. Hinzu kommt eine konsistente Strategie, die den größtmöglichen Nutzen aus den Werttreibern und organisatorischen Anforderungen von Industrie 4.0 zieht und so die Wertschöpfung in Ihrem spezifischen Umfeld optimiert. All dies geschieht vor dem Hintergrund grundlegender Veränderungen der Wettbewerbsstrukturen des Sektors. Wir erwarten, dass die digitalen Giganten in die Fertigung drängen werden. Startups, deren Strukturen von Anfang an von Industrie 4.0 geprägt sind, werden Nischen und somit nach und nach Marktanteile erobern. Die etablierten produzierenden Unternehmen werden ihr Wertschöpfungspotenzial stärken und so zum wachsenden Wettbewerbsdruck beitragen.

Expertenlösungen in einer digital erweiterten Umgebung

Wir sind fest davon überzeugt, dass mit Industrie 4.0 Lösungsportfolios entstehen, die besser auf die Bedürfnisse der einzelnen Kunden abgestimmt sind als

je zuvor. Das *Geschäftsmodell für die Produktion der Zukunft* wird deshalb auf stark individualisierte Angebote setzen. Zudem wird ein einzelnes Angebot aus einer umfassenden Lösung mit ergänzenden Produkten und Dienstleistungen bestehen. Die Schaffung eines „Lösungs-ökosystems“ wird auch die Geschäftsmodelle der Hersteller beeinflussen, und zwar entweder durch die Entwicklung eines geeigneten Portfolios oder die Suche nach den richtigen Partnern. Die Optimierung des Lifecycle Values der Produkte (z. B. durch eine stärkere Service-Orientierung) und offene Schnittstellen werden in den Fokus rücken.

Strategische Positionierung des Unternehmens in der Industrielwelt 4.0

Noch stärker als die Entwicklung eines digital erweiterten Lösungsportfolios wird die vierte industrielle Revolution die Unternehmen dazu zwingen, der Frage nachzugehen, wie sie Wertschöpfung erzielen wollen, d. h. sie müssen ihre Geschäftsmodelle grundlegend überdenken. Die Unternehmensführung muss entscheiden, auf welchen wesentlichen Treibern ihr Geschäft in Zukunft aufbauen soll. Soll es...

- ...innovationsorientiert sein und auf einem starken Partnernetzwerk und intelligenten Innovationsprozessen basieren, wobei wichtige physische Produktionsprozesse ausgelagert werden?
- ...eine äußerst agile Produktion mit dem Schwerpunkt auf einzelgefertigten Individualprodukten sein, wie sie durch Smart Factories ermöglicht wird?
- ...effizienzorientiert sein mit niedrigen Preisen und am Markt führenden Vorlaufzeiten, wie sie durch eine Smart Supply Chain ermöglicht wird?
- ...serviceorientiert sein, wobei das gefertigte Produkt nur als Quelle für wertvolle Daten dient und der Türöffner für umfangreiche produktbezogene *Smart Services* ist, die das tatsächliche Angebot darstellen?

Unabhängig von den Besonderheiten müssen die Unternehmen ihre Vision der industriellen Zukunft bewerten und entscheiden, welchen Weg sie gehen wollen: bestehende Strategien mit mehr Nachdruck weiterverfolgen oder neue strategische Konzepte entwickeln, um erfolgreich aus der vierten industriellen Revolution hervorzugehen.

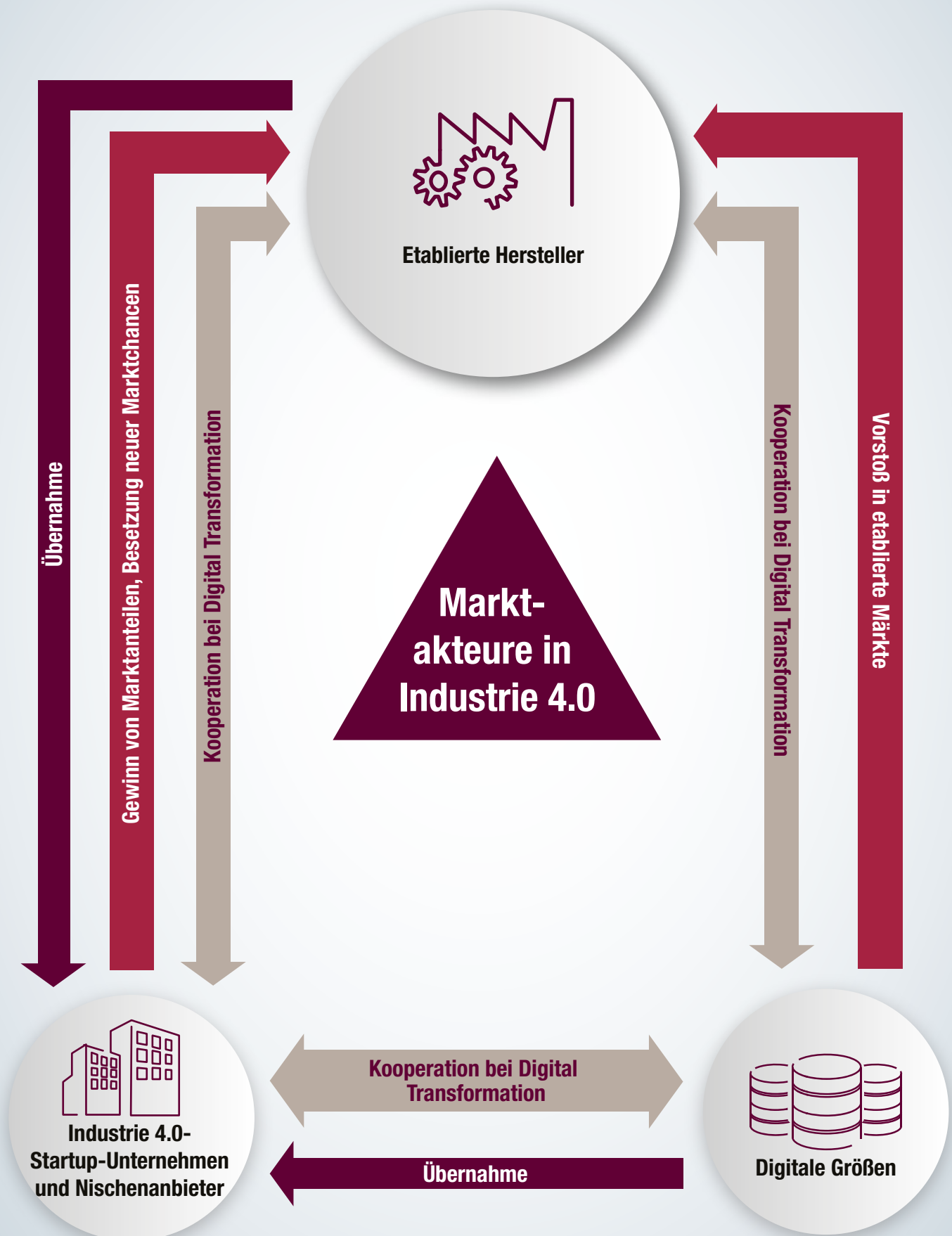
Eine Säule des Erfolgs ist die Fokussierung auf ein Portfolio digital erweiterter Lösungen. Hinzu kommt eine maßgebliche Strategie, die den größtmöglichen Nutzen aus den Werttreibern und organisatorischen Anforderungen von Industrie 4.0 zieht


Ein großer Hersteller von Lichtsystemen erprobt derzeit ein Konzept, bei dem ganze Gemeinden mit seiner Highend-Straßenbeleuchtung ausgestattet werden – und zwar kostenlos. Die Lösung generiert ihre Umsätze nicht durch den Verkauf der physischen Produkte, sondern aus den Daten, die sie sammeln. Laternenpfähle und Leuchtmittel sind mit einer „Service-Cloud“ verbunden und mit Sensoren ausgestattet. Sie messen Daten wie den Energieverbrauch oder die Umweltbedingungen. Selbst Fußgänger oder Autos werden registriert. Diese Daten können auf verschiedenste Weise verwendet werden – von der Senkung des Stromverbrauchs bis hin zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und der Optimierung von Versicherungspolicen. Der Hersteller hat den Wert seiner Daten erkannt und handelt entsprechend, indem er sein Geschäftsmodell von einem traditionellen produktbasierten Modell auf den Verkauf von Daten und zugehörigen *Smart Services* umstellt.

Quelle: Kunde von Capgemini Consulting

²⁰ Quelle: Analyse von Capgemini Consulting

Marktakteure der Industrie 4.0





Startups werden Geschäftsmodelle entwickeln, die sich auf sehr spezifische Lösungen unter den Werttreibern der Industrie 4.0 fokussieren

Marktakteure im Industrie-4.0-Szenario

Der vorhandene Wettbewerbsdruck wird sich durch neue Akteure verstärken, die auf den Fertigungsmarkt drängen. Digitale Größen wie Google, Amazon oder IBM weiten ihre Geschäftsaktivitäten auf viele verschiedene Branchen aus und kleine Startups führen neue Geschäftsmodelle ein, die für die digitale Wirtschaft geeignet sind.

Digitale Größen

Die Marktakteure, die wir als „digitale Größen“ bezeichnen, nutzen bereits ihre digitale Kompetenz, um in verschiedene Branchen vorzustoßen. Zwar blieb die Fertigung von dieser Entwicklung bisher noch weitgehend verschont, wir erwarten jedoch, dass diese Unternehmen sich in naher Zukunft auch in diesem Marktbereich etablieren werden. Derzeit beobachten wir bereits, dass digitale Größen Know-how aus der Fertigung aufbauen und erwerben. Elon Musk beispielsweise setzt bereits auf digitale Kompetenz und hat Unternehmen wie Tesla Motors und SpaceX gegründet. Google entwickelt selbstfahrende Autos und kauft derzeit eines der weltweit fortschrittlichsten Robotikunternehmen. Erst kürzlich gab Amazon seinen Einstieg als Service-Anbieter in der Fertigung bekannt und führte einen 3D-Massen-Druckservice ein. Viele dieser Unternehmen werden in den Fertigungsmarkt drängen, ohne tatsächlich eigene Fertigungseinrichtungen aufzubauen. Stattdessen werden sie diese Schritte outsourcen und den Wert durch die modellhafte Nutzung *agiler Collaboration-Netzwerke* generieren.

Startup-Unternehmen und Nischenanbieter

Der umwälzende Einfluss digitaler Technologien in der Industrie 4.0 bietet neuen Marktakteuren zahlreiche Einstiegschancen. Startups werden Geschäftsmodelle entwickeln, die sich auf sehr spezifische Lösungen

und Werttreiber der Industrie 4.0 fokussieren. Fallstudien zeigen, wie digitales Know-how den Einstieg in Fertigungsmärkte zum Erfolg führen kann. Wir beobachten das bereits heute: Shapeways bietet einen Marktplatz und Services für 3D-Druck an, oDesk ist eine digitale Collaboration-Plattform für globale Teams, Cassantec stellt Lösungen für vorausschauende Wartung bereit, und Blue Yonder hat umfassende prognostizierende Analysemethoden entwickelt, die die automatische Entscheidungsfindung ermöglichen.

Etablierte Hersteller

Die etablierten produzierenden Unternehmen werden weiterhin die Kernkompetenzen der Branche in der Hand behalten. Wir erwarten, dass sie den Industrie-4.0-Markt auch in absehbarer Zukunft noch dominieren werden. Sie stehen jedoch unter immensem Druck, digitale Fähigkeiten und intelligente Angebote (Smart Value Propositions) zu entwickeln, um sich unter diesen veränderten Marktbedingungen weiterhin behaupten zu können. Etablierte Hersteller sollten sich auf diese Entwicklung einstellen und Kooperationen und Übernahmen als wichtiges Element in ihre Strategie einbeziehen. Um auch das nächste industrielle Zeitalter zu überleben, müssen sie die mit Industrie 4.0 verbundenen Werttreiber nutzen, um ihr bestehendes Wertangebot Upstream wie Downstream mit Mehrwertservices und *Smart Products* zu erweitern. Diese Entwicklung beobachten wir bereits heute. Immer mehr Maschinenhersteller spielen eine integrale Rolle im Tagesgeschäft ihrer Kunden. Eine Alternative besteht darin, ihr Geschäft so zu transformieren, dass sie Daten statt physischer Produkte verkaufen, da die Produkte selbst nur noch als Türöffner für diese Daten dienen.

So geht es weiter – Auf dem Weg zu Industrie 4.0

Die Umsetzung der Industrie 4.0 ist ein Prozess, der eine umfassende digitale Transformation zur Folge haben wird. Der erste Hype hat bei vielen produzierenden Unternehmen bereits hektische Aktivitäten ausgelöst. Unternehmen, die versuchen, nur fallweise modernste digitale Technologien zu implementieren, können zwar kurzfristige Vorteile erzielen. Sie werden jedoch ihre langfristigen Ziele so wahrscheinlich nicht erreichen. Die digitale Transformation ist keine schnelle Lösung, sondern ein langfristiges Engagement und eine strategische Notwendigkeit. Auf Grundlage unserer Projekterfahrung empfehlen wir den Herstellern, die Transformation zur Industrie 4.0 in sechs Stufen umzusetzen.

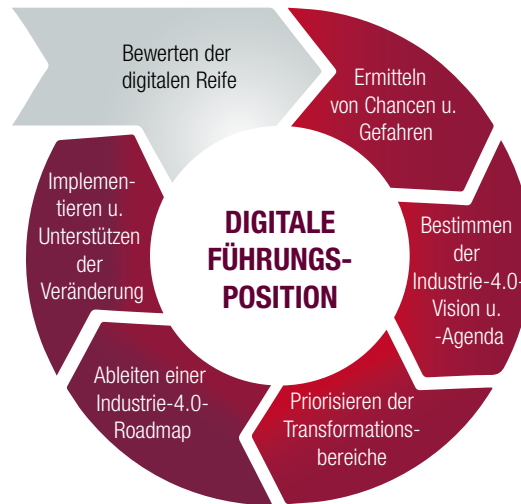
Beurteilung der digitalen Reife

Der erste Schritt sollte eine umfassende Beurteilung der eigenen digitalen Reife darstellen. Unternehmen müssen sich einen transparenten Überblick über ihre Stärken und Schwächen verschaffen. Detaillierte Kenntnisse über den aktuellen Stand der Digitalisierung im Unternehmen sind der Ausgangspunkt auf dem Weg zu Industrie 4.0.

Ermittlung der Chancen und Gefahren in Ihrer Industrie-4.0-Umgebung

Wenn sich Unternehmen eine klare Übersicht über ihren digitalen Reifegrad verschafft haben, müssen sie in ihrer Unternehmensumgebung nach Chancen und Risiken suchen, die die vierte industrielle Revolution mit sich bringt. Ansetzen sollten sie bei der Untersuchung des veränderten Bedarfs der Kunden, der Wettbewerbsdynamik und den digitalen Best Practices, um die wichtigsten Werttreiber für ihr Unternehmen zu finden. Fertigungsunternehmen müssen die Faktoren verstehen, die ihre künftige Industrie-4.0-Umgebung prägen werden.

Abbildung 16 – Grundlegende Schritte für den Beginn der Digital Transformation



Quelle: Capgemini Consulting

Definieren Ihrer Industrie-4.0-Vision und -Strategie

Unternehmen müssen dann anhand dieser Analysen eine eindeutige Vision für ihren Platz im nächsten industriellen Zeitalter entwickeln. Diese Vision muss eine umfassende Übersicht darüber beinhalten, wie das Unternehmen in Zukunft am Markt agieren will. Alle Führungskräfte müssen diese Vision akzeptieren und teilen. Das ist eine Voraussetzung für eine klare Top-Down-Vermittlung und eine erfolgreiche Umsetzung.

Digital Transformation ist keine schnelle Lösung, sondern ein langfristiges Engagement und eine strategische Notwendigkeit

Eine Vision der Industrie 4.0 legt das Fundament für die Entwicklung Ihrer Strategie im digitalisierten Fertigungsgeschäft. Mit einer klaren Idee der künftigen Wertschöpfung als Grundstein sollte die Unternehmensführung die Strategie konzipieren. Es müssen kurz- und langfristige Ziele festgelegt und der Einsatz dafür sichergestellt werden.

Priorisierung der Transformationsbereiche

Als nächsten Schritt sollte das Unternehmen die Priorität der Transformationsbereiche festlegen. Sicher wird die Umsetzung von Industrie 4.0 recht komplex sein, aber einige Bereiche lassen sich doch einfacher transformieren als andere. Dies ist vom Grad der erforderlichen Integration in bestehende Kerngeschäftsprozesse und -systeme abhängig. Eine Priorisierungsmatrix hilft dabei zu ermitteln, wo schnelle Erfolge auf dem Weg zu Industrie 4.0 erzielt werden können.

“
Angesichts der extrem hohen Innovationsrate der digitalen Technologien müssen Fertigungsunternehmen ihren Transformationsweg immer wieder auf den Prüfstand stellen und anpassen

Ableiten des Fahrplans zur Industrie 4.0

Hierauf aufbauend muss dann ein Fahrplan zur Industrie 4.0 entwickelt werden, der die Details für jede Transformationsphase enthält. Dieser Fahrplan macht den Weg greifbarer und baut auf gemeinsamen Aktionen auf, die vom Management, Unternehmensvertretern und der IT festgelegt werden.

Nachhaltige Veränderungen umsetzen

Eines der größten Hindernisse für Fertigungsunternehmen während der Umsetzung dieses Fahrplans wird darin liegen, dass sich das traditionelle Verständnis von Rollen und Zuständigkeiten ändern muss, bei dem die IT meist als Service-Anbieter angesehen wird. Um die IT als Geschäftspartner in der gesamten Wertschöpfungskette zu etablieren, ist eine digitale Führungsposition äußerst wichtig.

Es wird ein langer Weg zur Industrie 4.0, und der ursprünglich entwickelte Transformationsansatz muss sich im Laufe der Zeit weiterentwickeln. Die Innovationsrate bei den digitalen Technologien ist hoch. Deshalb müssen Fertigungsunternehmen ihren Transformationspfad ständig hinterfragen und anpassen.

Daher ist es von entscheidender Bedeutung, die Reise zur Industrie 4.0 als strategisches und transformatives Konzept zu begreifen. Es muss eine Verpflichtung zur nachhaltigen Veränderung der Mitarbeiter, Prozesse, IT und Kultur eines Unternehmens darstellen, um industrielle Wertangebote einer neuen Qualität zu ermöglichen. Für produzierende Unternehmen stellt der Beginn der vierten industriellen Revolution eine großartige strategische Chance bereit. Sie sollten jetzt mit ihrer Transformation beginnen, um diese Chance zu nutzen.

“
*Die Tatsache, dass Maschinen
jetzt in der Lage sind, zahlreiche
kognitive Aufgaben vom
Menschen zu übernehmen, wird
sogar noch stärkere Auswirkungen
haben als die erste industrielle
Revolution.*

- Andrew McAfee und Erik Brynjolfsson,
MIT Center for Digital Business

“
*Für Bequemlichkeit ist in der
schnellebigen digitalen Welt kein
Platz.*

- Neelie Kroes,
EU-Kommissarin für
Digitale Wirtschaft und Gesellschaft

“
*Wir bemerken bei den
Unternehmen ein Umdenken
hin zur Rückverlagerung der
Produktion aus dem Ausland.*

- Dr. Per-Vegard Nerseth,
Group Vice President und
Head of Robotics bei ABB

“
*Tools und Teile für den 3D-Druck
erweisen sich als äußerst effizient
und kostengünstig für die
kundenspezifische oder
Kleinserienproduktion.*

- David Reis,
CEO von Stratasys

Weitere Studien von Capgemini Consulting zur Digital Transformation in der Fertigungsindustrie

Digitizing Manufacturing: Ready, Set, Go!



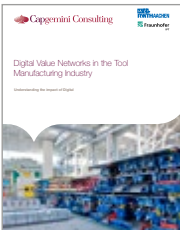
- Bericht zum Fortschritt der Digital Transformation in der Fertigungsindustrie
- Evaluierung der digitalen Reife für verschiedene Geschäftsbereiche
- Empfohlene Aufgabengebiete für Digital Transformation

Operational Excellence through Digital in Manufacturing Industries



- Bericht zum Potenzial der Digitalisierung zur Förderung der betrieblichen Optimierung in der Fertigungsindustrie
- Detaillierter Einblick in die Auswirkungen von digitalen Technologien in der Lieferkette und für die Leistungen in der Servicebereitstellung

Digital Value Networks in the Tool Manufacturing Industry



- Gemeinsamer Bericht mit der RWTH Aachen zur Werkzeugindustrie
- Bestimmung der künftigen Geschäftsanforderungen
- Empfehlungen für Unternehmen zur Nutzung digitaler Wertnetzwerke

Facing Innovation Challenges – How digital technologies can improve your innovation and lifecycle performance



- Bericht, der sich damit beschäftigt, wie Fertigungsunternehmen Herausforderungen im Zuge von Innovationen durch Digital Transformation bewältigen können
- Empfehlungen zur Durchführung der Umstellung auf digitales Innovations-Lebenszyklus-Management

Are Manufacturing Companies Ready to go Digital?



- Bericht zum Einfluss von Digital Transformation auf typische Herausforderungen für Fertigungsunternehmen
- Beschreibung der vielversprechendsten Anwendungsfälle für digitale Technologien in der gesamten Wertschöpfungskette in der Fertigung

Digital Transformation Review – Gearing Up for Digital Operations



- Die 5. Ausgabe des Digital Transformation Review konzentriert sich auf die Auswirkungen der Digitalisierung auf den Betrieb in der Industrie.
- Capgemini Consulting und Industrieexperten beschreiben Anwendungsfälle zur Verbesserung der Ergebnisentwicklung

Weitere Informationen finden Sie hier:



Autoren

Jochen Bechtold

Leiter des Sektors Manufacturing Central Europe
jochen.bechtold@capgemini.com

Christoph Lauenstein

Central European Manufacturing Sektor
christoph.lauenstein@capgemini.com

Andreas Kern

Central European Manufacturing Sektor
andreas.kern@capgemini.com

Lena Bernhofer

Strategy & Innovation
lena.bernhofner@capgemini.com

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an

Weltweit

Dr. Gunnar Ebner
gunnar.ebner@capgemini.com

China

Will Zhang
will.zhang@capgemini.com

Spanien

Carlos Garcia-Santos
carlos.garcia-santos@capgemini.com

Frankreich

Stephane Houette
stephane.houette@capgemini.com

Nordamerika

Dan Albright
dan.albright@capgemini.com

Schweden/Finnland

Bo Karlson
bo.karlson@capgemini.com

Mitteuropa

Jochen Bechtold
jochen.bechtold@capgemini.com

Niederlande

Mark Hofland
mark.hofland@capgemini.com

Großbritannien

Julian Fielden-Page
julian.fielden-page@capgemini.com

Über Capgemini Consulting

Capgemini Consulting ist die globale Strategie- und Transformationsberatung der Capgemini-Gruppe. Mehr als 3.600 Consultants beraten und unterstützen Organisationen in ihren nachhaltigen Veränderungsprozessen. Die Leistungen reichen von der Konzeption innovativer Strategien bis zu deren Umsetzung, immer mit einer klaren Ergebnisorientierung. Im Zuge der umfangreichen Veränderungen von Wirtschaft und Gesellschaft durch die Digitalisierung begleitet Capgemini Consulting führende Unternehmen und öffentliche Institutionen bei ihrer individuellen Digital Transformation. Das Fundament hierfür bilden eine tiefgreifende Expertise rund um die digitale Wirtschaft sowie eine führende Rolle bei Unternehmenstransformationen und organisatorischem Wandel.

Erfahren Sie mehr unter

www.de.capgemini-consulting.com

Über Capgemini

Mit rund 145.000 Mitarbeitern in über 40 Ländern ist Capgemini einer der weltweit führenden Anbieter von Management- und IT-Beratung, Technologie-Services sowie Outsourcing-Dienstleistungen. Im Jahr 2014 betrug der Umsatz der Capgemini-Gruppe 10,573 Milliarden Euro. Gemeinsam mit seinen Kunden erstellt Capgemini Geschäfts- wie auch Technologielösungen, die passgenau auf die individuellen Anforderungen zugeschnitten sind. Auf der Grundlage seines weltweiten Liefermodells Rightshore® zeichnet sich Capgemini als multinationale Organisation durch seine besondere Art der Zusammenarbeit aus – die Collaborative Business Experience™.

Erfahren Sie mehr unter

www.de.capgemini.com