



CreG

UNIT 1

Advanced manufacturing

Companies' mindset and current trends

Sub-Unit 1.2. **Current trends: process and product technologies**

Inhalte

Einleitung	5
1.1 Sub-unit: Prozesstechnologien	6
1.2 Sub-unit: Produkttechnologien	14
1.2.2 Herausforderungen entlang des Produktlebenszyklus	16
1.2.3 Anwendungen von Industry 4.0 entlang des Produktlebenszyklus	18
1.2.4 Beispiele für smarte Produkte	20
Referenzen	22

Einleitung

Industrie 4.0, die vierte industrielle Revolution, revolutioniert die Fertigung, indem sie Herstellern*innen die Möglichkeit bietet, fortschrittliche Fertigungsmöglichkeiten und Informationstechnologie (IT) während des gesamten Produktlebenszyklus zu nutzen. Infolgedessen profitieren die Hersteller*innen von einer erhöhten Transparenz der Betriebsabläufe, erheblichen Kosteneinsparungen, schnelleren Produktionszeiten und der Möglichkeit, einen ausgezeichneten Kundensupport zu bieten.

Die einzige Möglichkeit für die Hersteller*innen, in der heutigen, sich schnell verändernden Umgebung, einen Vorsprung vor der Konkurrenz zu halten und Marktanteile zu gewinnen, besteht darin, sich auf Veränderungen einzustellen. Diejenigen, die florieren und nicht nur überleben wollen, nutzen die neuesten wachstumsfördernden Industrie 4.0-Technologien.

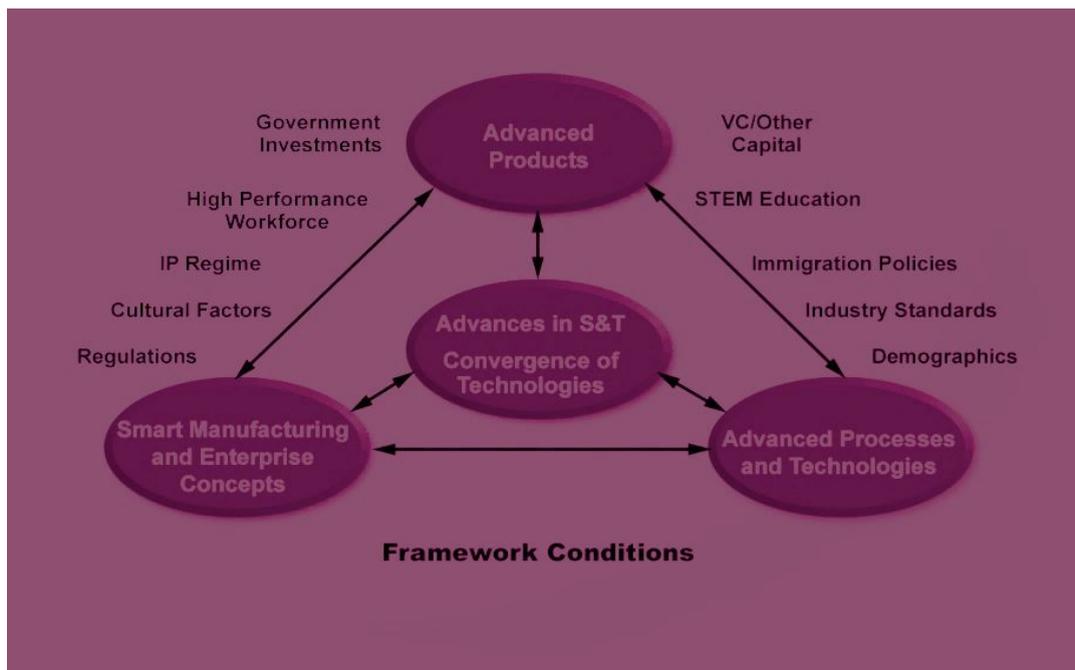


Image 1 – Fortschrittliches Fertigungsnetzwerk

1.1 Sub-unit: Prozesstechnologien

Der weltweite Markt für Automatisierungsprodukte und -lösungen beläuft sich auf etwa 188 Milliarden Pfund und wächst bis 2020 auf 500 Milliarden Pfund, was etwa 8 % der gesamten IKT-Ausgaben entspricht (Pereira 2009). Die Fabrikautomation ist mit 38% der größte Sektor dieses Marktes. Der europäische Automatisierungsmarkt beläuft sich auf etwa 62 Milliarden Pfund Sterling. Mehr als zwei Drittel dieses Marktes bestehen aus Ingenieurdienstleistungen (d.h. Anwendungsdesign, Simulation und Modellierung, Integration, Installation und Wartung), die jährlich um etwa 10% wachsen. Der potentielle Markt für Engineering-Tools, Through-Life-Dienstleistungen und Steuerungs-/Service-Infrastruktur wird weltweit auf über £120 Milliarden geschätzt und ist in verschiedenen Bereichen anwendbar, was ihn gegen wirtschaftliche Abschwünge widerstandsfähig macht. Es wird prognostiziert, dass sich dieser Markt in 5 Jahren verdoppeln wird, und es wird sogar im derzeitigen Wirtschaftsklima ein robustes Wachstum vorhergesagt.

Obwohl die Modularität der Hardware von Automatisierungssystemen heute offensichtlich ist, fehlt es an effektiven Entwurfs- und Lebenszyklus-Werkzeugen und kompatiblen Steuerungssystemarchitekturen, um die Entwicklung solcher Systeme zu unterstützen. Dies zeigt sich in der Unfähigkeit, das Wissen über solche Systeme zu bewahren und die daraus gezogenen Lehren zu erfassen. Die Integration mit Geschäftssystemen ist nach wie vor relativ schlecht. Werkstattssysteme sind nach wie vor überwiegend herstellerepezifisch. Diese Faktoren schränken die Agilität ein und machen die Kosten für Änderungen höher, als sie sein sollten (Vera et. al. 2009), und das war der Hauptteil von Industrie 3.0. Was ist Automatisierung?

Automatisierung ist der Einsatz von Steuerungssystemen und Software, um ein mechanisiertes System industrieller Prozesse unabhängig zu betreiben und zu überwachen. Bei der Verwendung von Mechatronik und Computern zur Herstellung von Gütern lässt sich die Automatisierung in sechs Kategorien einteilen:

- **Numerische Steuerung** die die Automatisierung von Werkzeugmaschinen durch programmierte Befehle beinhaltet. Die meisten numerischen Steuerungen erfolgen über Computer, wobei die numerische Computersteuerung (CNC) eingesetzt wird, die spezifische Produkte nach Eingabeprogrammen herstellt.

- **Adaptive Steuerung**, die eine Steuerungsmethode mit anpassbaren Parametern zur Änderung ihrer Reaktion entsprechend dem gewünschten Modell schafft.
- **Materialhandhabung**, die die Bewegung, Lagerung, Steuerung und den Schutz von Materialien im gesamten Fertigungssystem umfasst.
- **Robotik**, die sich auf automatisierte Maschinen bezieht, welche die Rolle des Menschen in Fertigungsprozessen ersetzen können.
- **Montage**, die den mechanischen Akt der Kombination von Komponenten in Fertigungssystemen umfasst.
- **Flexible Spannvorrichtung**, die es Maschinen ermöglicht, eine Vielzahl von Vorrichtungen zu halten.

Fertigung ist ein Prozess, der die Herstellung eines Artikels aus Materialien und nicht aus fertigen Komponenten oder Teilen umfasst. Zu den Arten der Herstellung gehören: Metallfertigung, bei der Metall geschnitten, gebogen und zusammengesetzt wird, und die Herstellung von Halbleiterbauelementen, bei der elektrische und elektronische Geräte des täglichen Gebrauchs hergestellt werden.

Feinmechanik, bezieht sich auf die Fähigkeit des/der Ingenieurs*in und arbeitet mit wesentlich engeren Toleranzen als dies bisher bei der Serienfertigung der Fall war. Die Ergebnisse der Feinwerktechnik sind Gegenstände, die sich zwar in ihrer Größe unterscheiden, aber in der relativen Genauigkeit, mit der sie hergestellt werden, ähnlich sind. Die Feinwerktechnik ist also eine leistungsfähige Technologie, ohne die viele High-Tech-Produkte im Nano-, Mikro- oder Makrobereich nicht realisiert werden könnten.

Flexibilität ist die kontinuierliche Wiederverwendung bestehender Infrastrukturen und Prozesse zur Handhabung einer Vielzahl von Fertigungsmöglichkeiten, wodurch Zeit und Kosten für die Umsetzung von Alternativen eingespart werden. Nach Mandelbaum lässt sich die Flexibilität in zwei Typen einteilen:

- Handlungsflexibilität, bei der Infrastrukturen und Prozesse auf neue Gegebenheiten reagieren.
- Staatliche Flexibilität, bei der Infrastrukturen und Prozesse trotz Veränderungen in der neuen Umgebung weiterhin effektiv funktionieren.

Nature of uncertainty	Flexibility type	Ability of a process to...
Demand for the kinds of products offered	Mix	“produce a number of different products at the same time”
Length of product life cycles	Changeover	“deal with additions to and subtractions from the mix over time”
Appropriate product characteristics	Modification	“make functional changes in the product”
Machine downtime	Rerouting	“[change] the operating sequence through which the parts flow”
Amount of aggregate product demand	Volume	“[easily make] changes in the aggregate amount of production”
Meeting raw material standards	Material	“handle uncontrollable variations in compositions and dimensions of parts”
Timing of arrival of inputs	Sequencing	“reorganise the order in which different kinds of parts are [processed]”

Source: Schmenner & Tatikonda, and Gerwin

Image 2 – Der Bereich der Fertigungsflexibilität

Die Prozessautomatisierung ist nicht genug, um auf dem globalen Markt wettbewerbsfähig zu sein. Unternehmen bieten das Konzept der **flexiblen Automatisierung und fortschrittlichen Fertigung** an (Bild 2). Die digitale Integration von Geschäftsprozessen, Fertigungsprozessen und Lieferketten ermöglicht es Fabriken mit hochbezahlten Arbeitern*innen in fortgeschrittenen Ländern, mit geringer qualifizierten, schlechter bezahlten Arbeitern*innen in Entwicklungsländern zu konkurrieren. Computergesteuerte Werkzeuge ermöglichen die Herstellung von Produkten mit hoher Präzision und hoher Qualität und potenziell geringen Stückzahlen, was zu einer Massenanpassung der Produkte führt. Darüber hinaus ermöglicht sie die Herstellung in Größenordnungen, die mit menschlich kontrollierten Werkzeugen nicht möglich sind. Die Technik im Nanomaßstab und die Biotechnik stellen jetzt lebensfähige Produkte her. Produkte, die von Fortschritten in der künstlichen Intelligenz abhängen, wie autonome Roboter, Staubsauger, Grasmäher, Drohnen, U-Boote und Autos kommen bereits auf den Markt.

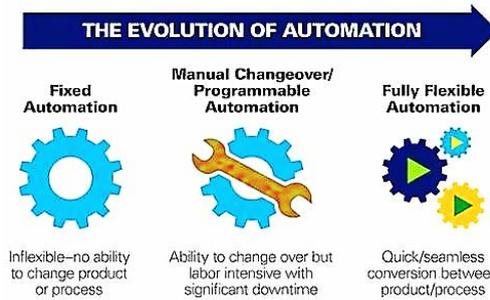


Image 3 –Entwicklung der Automatisierung



Image 4 – Advanced manufacturing

Die 10 Herstellungstrends sind:

- **IOT (INTERNET OF THINGS)**

Hersteller*innen nutzen zunehmend das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT), das die Zusammenschaltung einzigartiger Geräte innerhalb einer bestehenden Internet-Infrastruktur beinhaltet, um eine Vielzahl von Zielen zu erreichen, darunter Kostensenkung, Effizienzsteigerung, verbesserte Sicherheit, Erfüllung von Konformitätsanforderungen und Produktinnovation. Die Existenz des IoT ist in erster Linie auf drei Faktoren zurückzuführen: **breit verfügbarer Internetzugang, kleinere Sensoren und Cloud Computing.**

▪ **VORBEUGENDE INSTANDHALTUNG**

Programme für die vorbeugende Wartung **überwachen Geräte** unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von Leistungskennzahlen. Durch die Automatisierung des Datenerfassungsprozesses durch den Einsatz der IoT-Technologie können Hersteller*innen ein besseres Verständnis dafür entwickeln, wie Systeme funktionieren und wann sie ausfallen werden. Die Fähigkeit zur Vorhersage, wann eine Wartung durchgeführt werden sollte, spart Herstellern*innen wertvolle Zeit, Geld und Ressourcen. In der Regel können Überwachungstests durchgeführt werden, während die Ausrüstung in Betrieb ist, was bedeutet, dass es keinen Produktionsverlust durch das Abschalten der Ausrüstung gibt.

▪ **VERLAGERUNG DES SCHWERPUNKTS VON B2B AUF B2B2C**

Viele Hersteller*innen, die traditionell ein B2B-Geschäftsmodell hatten, verlagern sich auf ein B2B2C-Modell (Business-to-Business-to-Consumer) aufgrund der vielen Vorteile, die der Direktverkauf an Verbraucher*innen bietet:

Gesteigerter Profit Sie erhalten den vollen empfohlenen Einzelhandelspreis (UVP) des/der Herstellers*in und nicht die Großhandelspreise für Ihre Produkte.

Schnellere Markteinführung: Sie können Produkte schnell entwerfen, testen und auf den Markt bringen, anstatt sich mit dem langwierigen traditionellen Einzelhandelsverkaufszyklus herumschlagen zu müssen, der eine blockierte Produktentwicklung weit vor der Bestellung und Lieferung erfordert. Diese Agilität verschafft Ihnen einen Wettbewerbsvorteil.

Markenkontrolle: Sie besitzen Ihre Marke. Sie wird von Dritten nicht verwässert oder falsch dargestellt.

Preiskontrolle: Sie können Ihr MSRP verstärken.

Bessere Kundendaten: Der Direktvertrieb an Kunden*innen ermöglicht es Ihnen, Daten über sie zu sammeln, die letztendlich zu besseren Produkten, stärkeren Beziehungen und gesteigerten Verkäufen führen.

▪ **NUTZUNG DER LIEFERKETTE FÜR WETTBEWERBSVORTEILE**

Die heutigen technologischen Lösungen für die Versorgungskette decken die Bedürfnisse der Fertigung in einer Vielzahl von Bereichen ab:

- Optimierung der Fertigung
- Logistik-Optimierung

- Verkaufs- und Betriebsplanung
- Produkt-Lebenszyklus-Management
- Geschäftszintelligenz
- Netzwerk- und Bestandsoptimierung
- RFID
- Beschaffung

▪ **ERP-SYSTEME STRAFFEN WEITERHIN PROZESSE**

ERP-Systeme bieten zwei wesentliche Vorteile:

- Sie rationalisieren Prozesse, indem sie alle Geschäftsvorgänge automatisieren und genaue Informationen in Echtzeit bereitstellen.
- Durch die Bereitstellung präziser Informationen in Echtzeit werden die Verwaltungs- und Betriebskosten gesenkt. Das Endergebnis ist, dass Hersteller*innen den Betrieb proaktiv steuern, Unterbrechungen und Verzögerungen verhindern, Informationsblockaden auflösen und den Anwendern*innen helfen können, schnellere Entscheidungen zu treffen.

▪ **GRÖßERE TRANSPARENZ GROßER DATEN HILFT DEN HERSTELLERN, MEHR ZU ERREICHEN**

IoT verwandelt fast jede Oberfläche in einen Sensor für die Datenerfassung und liefert den Herstellern*innen Echtzeit-Einblicke. Diese Fähigkeit, Daten aus so vielen Quellen zu sammeln, kombiniert mit immer leistungsfähigerem Cloud Computing macht endlich große Datenmengen nutzbar. Hersteller*innen können Daten so aufteilen und würfeln, dass sie ein umfassendes Verständnis ihres Geschäfts erhalten. Auf diese Weise können sie die Produktion verbessern, den Betrieb optimieren und Probleme angehen, bevor Probleme auftreten.

▪ **VR UND AR SCHMIEDEN WEITERHIN ERFOLGREICHE PARTNERSCHAFTEN ZWISCHEN MENSCH UND MASCHINE**

Unterstützende Technologien, wie Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR), werden weiterhin für beide Seiten vorteilhafte Partnerschaften zwischen Mensch und Maschine schaffen, die sich positiv auf die Hersteller*innen auswirken.

▪ **3D-DRUCK MACHT DIE PRODUKTION SCHNELLER UND BILLIGER**

Die Hersteller*innen werden von einer schnelleren und kostengünstigeren Produktion durch den 3D-Druck profitieren. Er ermöglicht das Rapid Prototyping, eine äußerst kostengünstige Möglichkeit für Produktdesigner, ihre Produkte zu testen und Fehler zu beheben. Darüber hinaus ermöglicht es Herstellern*innen, Artikel auf Abruf zu produzieren, anstatt sie herstellen und lagern zu müssen.

▪ **DIE FORTGESETZTE NEUVERMARKTUNG FÜHRT ZU EINER ZUNAHME DER HERGESTELLTEN PRODUKTE**

Reshoring - die Rückverlagerung von Betrieben an die staatlichen Küsten - wird unter den Herstellern*innen immer üblicher. Es gibt mehrere Faktoren, die zum Reshoring beitragen. Erstens geht es den Volkswirtschaften in vielen Ländern, die sich für das Offshoring entschieden haben, gut, was zu einem Anstieg der Löhne für ihre Einwohner geführt hat. Zweitens: In Ländern, in denen die Arbeitskräfte nach wie vor billig sind, können die Infrastrukturen in der Regel komplexe Fertigungsabläufe nicht unterstützen. Hinzu kommt, dass die Transportkosten steigen.

▪ **ES WIRD EINE HERAUSFORDERUNG SEIN, TECHNISCH VERSIERTE MITARBEITER ZU FINDEN**

Da die Hersteller*innen zunehmend auf Technologie setzen, steigt ihr Bedarf an technisch versierten Mitarbeitern*innen. Die Herausforderung besteht darin, dass es nicht genügend qualifizierte Mitarbeiter*innen gibt, um die Anzahl der offenen Stellen zu besetzen. Um die Lücke zu füllen, müssen die Hersteller zwei Dinge tun:

- Vorhandene Arbeitskräfte für die Ausführung qualifizierter Aufgaben ausbilden.
- Finden Sie Wege, ihr Geschäft für Computerprogrammierer*innen, Anwendungsentwickler*innen, Datenwissenschaftler*innen, 3D-Druckspezialisten*innen und andere hochqualifizierte Fachleute attraktiv zu machen

Die fortschrittliche Fertigung bietet intelligente Produkte, die Spezialisierungen von hybriden Produkten mit physischen Realisierungen von Produktkategorien und digitalen Produktbeschreibungen sind und die die folgenden Merkmale aufweisen:

- Situiert: Erkennung und Verarbeitung von Situations- und Gemeinschaftskontexten
- Personalisiert: Anpassung an die Bedürfnisse und Auswirkungen von Käufern und Konsumenten*innen
- Anpassungsfähig: Veränderung entsprechend den Reaktionen und Aufgaben von Käufern und Verbrauchern*innen
- Proaktiv: Versuch, die Pläne und Absichten von Käufern und Verbrauchern*innen zu antizipieren
- Geschäftsbewusst: Berücksichtigung geschäftlicher und rechtlicher Einschränkungen
- Standortbewusst: Berücksichtigung der funktionalen Leistungsfähigkeit und der eingeschränkten Standortwahl
- Netzwerkfähig: Fähigkeit zur Kommunikation und Bündelung (Produktbündelung) mit einem anderen Produkt (Unternehmen) oder Produktsatz

Die Vision intelligenter Produkte wirft Fragen auf, die für verschiedene Forschungsbereiche relevant sind, darunter Marketing, Produkttechnik, Informatik, künstliche Intelligenz, Wirtschaft,

Kommunikationswissenschaft, Medienwirtschaft, Kognitionswissenschaft, Verbraucherpsychologie, Innovationsmanagement und viele andere.

Beispiele für gute Praktiken in Unternehmen

- 4. Juni 2019 - Das Labor für Handhabung, Montage und Pneumatik an der Fakultät für Maschinenbau (Universität Ljubljana) eröffnete das Demonstrationszentrum Smart Factory, das das einzige und einzigartige Zentrum in Slowenien ist. Es wurde parallel zum GOSTOP-Programm, dem größten S4-Spezialisierungsprogramm für intelligente Fabriken in Slowenien, eingerichtet. Die Idee eines Demozentrums steht im Einklang mit der Grundidee der S4 Smart-Spezialisierung, nämlich die innovative Nutzung und Einführung von 4.0 Industry-Technologien und des Smart Factory-Konzepts in einer realen industriellen Umgebung zu demonstrieren.
<https://www.kolektor.com/en/about-us/media/news/opening-of-the-first-demo-smart-factory-in-slovenia-2019-06-06>

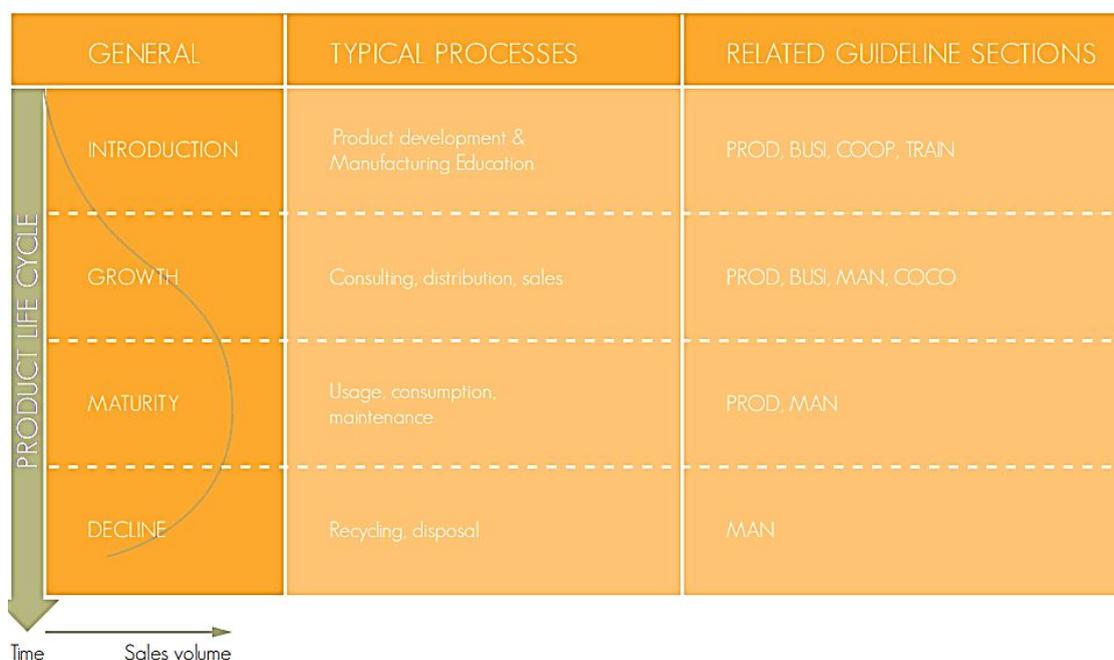


Image 4 – Smart factory demo centre

- Company Gorenje – Providing Industry 4.0
<https://www.gorenjegroup.com/si/za-medije/novice/2018/02/7957-Industrija-4-0-in-pametne-tovarne-Smo-ze-tam>
- Industry 4.0 gute Beispiele
<https://www.diginnostr.eu/industry-4-0-best-practice>

1.2 Sub-unit: Produkttechnologien

Moderne digitale Märkte zeichnen sich durch eine hohe Komplexität aus, was es für Unternehmen schwieriger macht, ihre Wettbewerbsposition über einen längeren Zeitraum zu halten. Potenzielle Kunden können aus einer breiten Palette von Produkten und Dienstleistungen global agierender Anbieter*innen wählen, wobei die Anforderungen an Qualität, Preis und Verfügbarkeit steigen (vgl. Becker et al., 2004 S.393) (vgl. Grundig, 2018 S.13). Unternehmen aller Größenordnungen sind durch steigende Marktanforderungen entlang des Lebenszyklus ihrer Produkte und Dienstleistungen



herausgefordert. Laut verschiedenen wissenschaftlichen Publikationen beinhaltet Industrie 4.0 die Fähigkeit, die Mehrzahl der bekannten, bestehenden Schwierigkeiten in relevanten Bereichen zu lösen und könnte einen nachhaltigen Mehrwert für bestehende Unternehmen schaffen.

Mit diesen SMeART-Richtlinien werden die mit Smart Engineering zusammenhängenden Konzepte, Prozesse und Technologien, die für eine erfolgreiche Implementierung von Industrie 4.0 in KMU erforderlich sind, auf zwei miteinander verknüpften Ebenen dargestellt: zum einen auf der oben genannten Lebenszyklusebene. Auf der anderen Seite werden die notwendigen Konzepte, Prozesse und Technologien durch das nachfolgend eingeführte SMeART-Coaching- und Kooperationsmodell bereitgestellt.

Image 5 – Der SMeART-Produktlebenszyklus: Beziehung zwischen einem allgemeinen Produktlebenszyklus, typischen Prozessen und verwandten Abschnitten dieser Richtlinien

Das SMeART-Modell für Coaching und Zusammenarbeit unterstützt den allgemeinen Prozess der Unterstützung von KMUs auf ihrem Weg zur Digitalisierung. Gleichzeitig bietet das Modell eine klare Struktur der Werkzeuge und Maßnahmen, die vom SMeART-Projekt zur Verfügung gestellt werden. Das SMeART-Coaching- und Zusammenarbeitsmodell basiert auf dem strategischen Rahmen von SMeART. Darüber hinaus beziehen sich die Instrumente der SMeART-Toolbox, die mit dem Modell zur Verfügung gestellt werden, auf verschiedene Phasen verschiedener Coaching- und Beratungsprozesse.

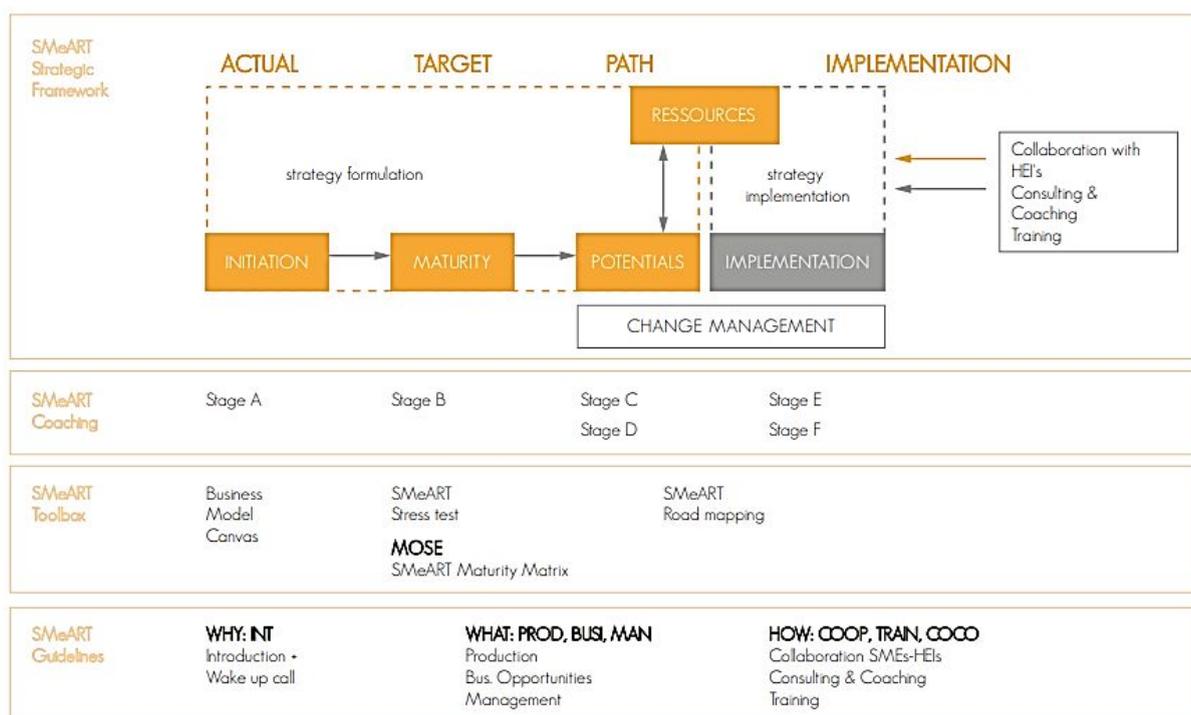


Image 6 - Das SMeART-Modell für Coaching und Zusammenarbeit

1.2.2 Herausforderungen entlang des Produktlebenszyklus

Ausgangspunkt jeder Produktneuheit ist eine Idee, die aus den Bedürfnissen, Problemen oder Trends und Entwicklungen in einem bestimmten Markt oder Kundensegment entsteht (vgl. Grote et al., 2014 S.1). Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Unternehmen, die ähnliche Produkte anbieten, wird heute das Verstehen und Erfüllen von Kundenwünschen durch eine flexible Anpassung von Anforderungen, Produkten und Prozessen als eines der Schlüsselemente für den wirtschaftlichen Erfolg gesehen (vgl. Becker et al., 2004 S.393). Die erste große Herausforderung für produzierende Unternehmen besteht daher darin, die Wünsche ihrer Kunden zu erkennen oder besser zu antizipieren und auf diese Anforderungen in kurzer Zeit zu reagieren (vgl. Becker et al., 2004 S.393).

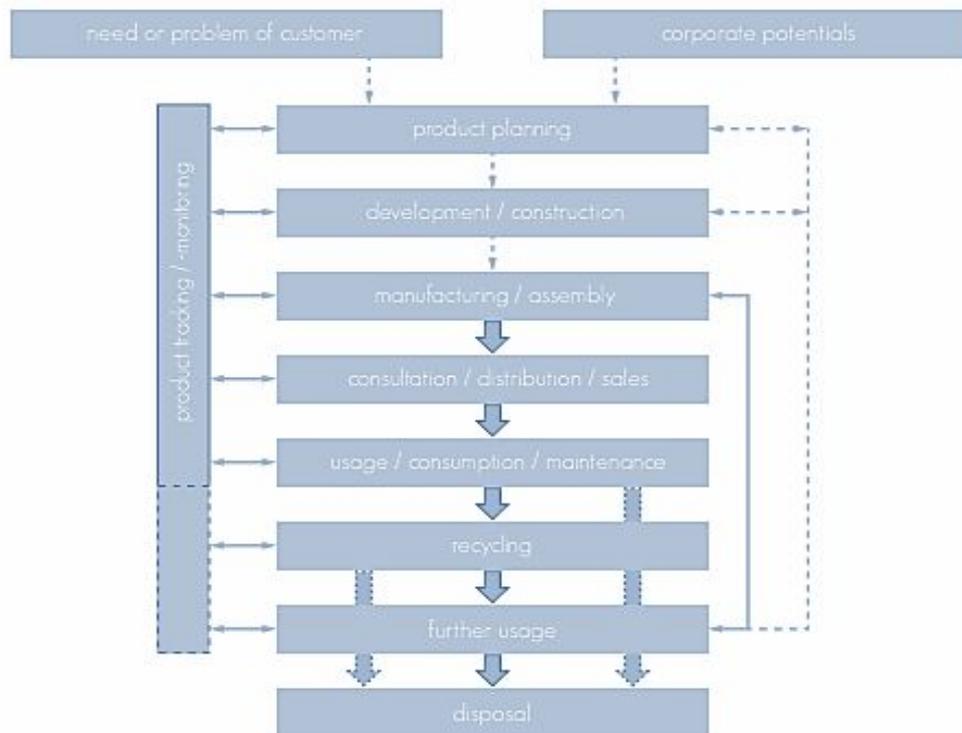


Image 6 - Lebenszyklus von Produkten

Insgesamt sehen sich intelligente Unternehmen während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts oder einer Dienstleistung zahlreichen Herausforderungen gegenüber: Die Anforderungen in Bezug auf Zeit, Preis, Qualität, Nachhaltigkeit und Service sind in den letzten Jahren gestiegen. Darüber hinaus erfordern Nachfrageschwankungen und die Präferenz für individualisierte Produkte eine hohe Flexibilität und Reaktionsfähigkeit der Prozesse entlang der gesamten Lieferkette, die mit den heutigen Produktionssystemen nicht realisierbar ist. Diese Unzulänglichkeiten und Schwierigkeiten der Produktionssysteme sind der Punkt, an dem Industrie 4.0 ins Spiel kommt. In der wissenschaftlichen Literatur wird die Einführung von I4.0 nicht als eine Möglichkeit diskutiert, all diesen Herausforderungen zu begegnen, sie wird vielmehr als eine zwingende Voraussetzung für produzierende Unternehmen gesehen, um ihr wirtschaftliches Überleben zu sichern (vgl. Roth, 2016a S.13 f.) Aufgrund seiner verschiedenen Merkmale eröffnet Industrie 4.0 Unternehmen aller Größen und Branchen völlig neue Möglichkeiten. Wenn man auf den Lebenszyklus von Produkten zurückblickt, war die erste Herausforderung für die Unternehmen die schnelle, effiziente Entwicklung von Produkten, die die Wünsche und Bedürfnisse der Zielkunden befriedigen können. Erstens ermöglicht I4.0 Produktinnovationen, die den Kunden einen größeren Wert bieten können. In diesem Zusammenhang wird oft das Schlagwort Internet der Dinge verwendet, um webfähige Objekte mit Identifikation und Sensoren zu beschreiben. Neben Produktinnovationen können Unternehmen von Zeit- und Kosteneinsparungen bei Entwicklungsprozessen profitieren.

Beispielsweise bieten Augmented-Reality-Technologien in dieser Phase eine große Chance zur Effizienzsteigerung. Sie ermöglichen den virtuellen Entwurf von Prototypen und die virtuelle Änderung von Produkteigenschaften wie Farben oder Materialien und die virtuelle Einführung von Funktionalitäten ohne zusätzliche Material- und Herstellungskosten. Darüber hinaus werden alle vorgesehenen Änderungen automatisch und transparent dokumentiert.

1.2.3 Anwendungen von Industry 4.0 entlang des Produktlebenszyklus

Obwohl verschiedene Autoren*innen das Potenzial von I4.0 zur Verbesserung der Prozesse entlang des gesamten Produktlebenszyklus betonen, konzentrieren sich viele Publikationen nur auf bestimmte Teilbereiche wie Logistik (vgl. Bousonville 2017) oder Herstellungsprozesse (vgl. Spath et al. 2013). In diesem Abschnitt sollen daher aus verschiedenen Publikationen mögliche Anwendungen von I4.0 entlang des gesamten Produktlebenszyklus zusammengestellt werden. Aufgrund der Vielfalt der aufkommenden Technologien und ihrer weitreichenden Möglichkeiten versucht die folgende Zusammenstellung nicht, alle möglichen Anwendungen abzudecken. Vielmehr soll sie dem interessierten Leser einen knappen Überblick geben und zu weiteren Recherchen anregen. Der Ausgangspunkt jeder erfolgreichen Produktinnovation ist eine Idee. Die Idee kann sich aus den Anforderungen oder Problemen eines bestimmten Marktes oder Kundensegments ergeben (vgl. Grote et al. 2014, S.1). Forscher*innen und Manager*innen berichten, dass Big Data derzeit "ein starker Innovationsmotor und eine bedeutende Quelle der Wertschöpfung" ist (Tan et al. 2015, S.223). Aus Big Data lassen sich Erkenntnisse über aktuelle und zukünftige Trends ableiten und können Unternehmen dabei helfen, ein besseres "Verständnis ihrer Produkte, Kunden und Märkte zu erlangen, das für die Innovation entscheidend ist" (Tan et al. 2015, S.224). Auf dem Markt existieren bereits verschiedene Big-Data-Lösungen, die Daten wie Transaktionen und Interaktionen von Kunden*innen, nutzergenerierte Inhalte oder Social-Media-Daten automatisch analysieren können und so Unternehmen bei der Generierung von Ideen für Innovationen unterstützen (vgl. Markl et al. 2013, S.11). Bislang erfordert die Umsetzung dieser Ideen in ein funktionsfähiges Produkt verschiedene zeit- und kostenintensive Aktivitäten, wie Machbarkeitstests, Designstudien, die Herstellung und Erprobung verschiedener Prototypen (vgl. Cooper und Centre 1980, S.27 ff.).

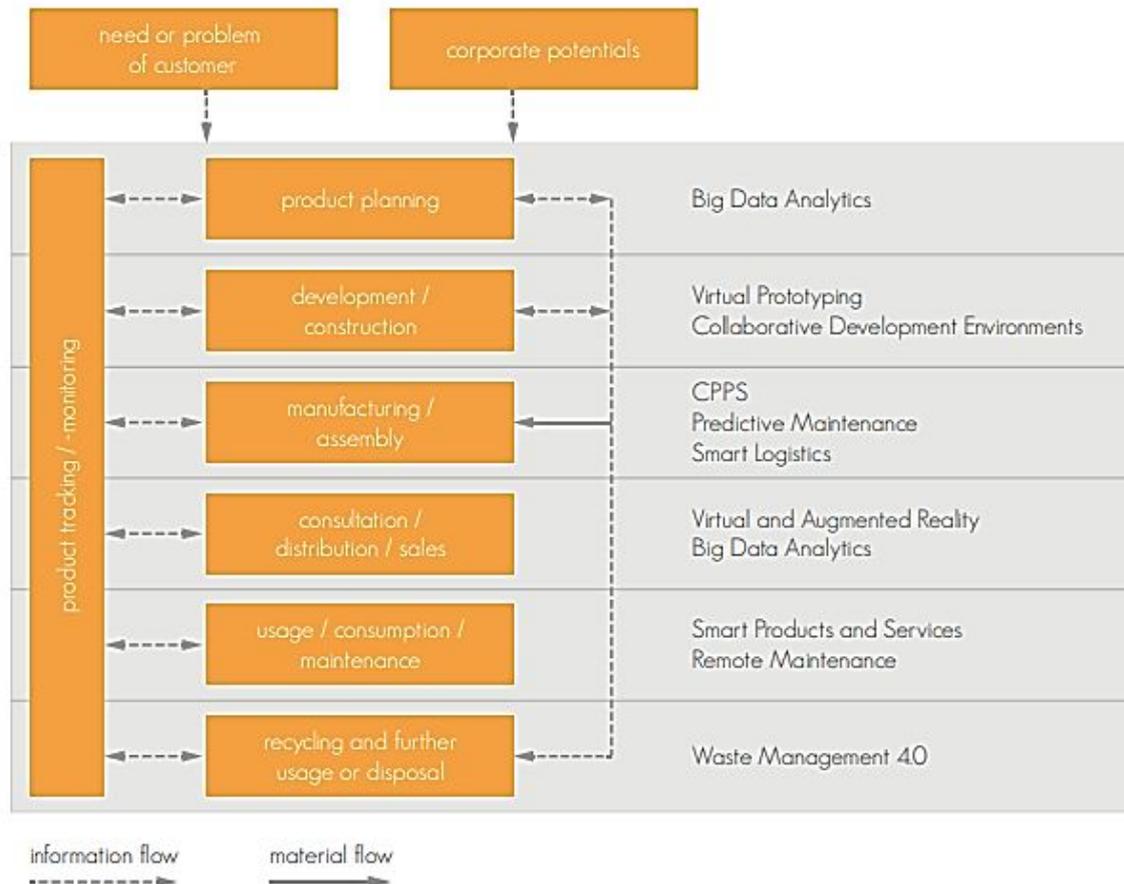


Image 7 - Produktlebenszyklus mit Strömen

Datenbrillen können relevante Informationen wie z.B. aktuelle Prozessdaten, technische Dokumentationen, Wartungsvorschriften oder Reparaturanweisungen anzeigen und so durch die gezielte Unterstützung der Mitarbeiter*innen die Effizienz und Qualität der Prozesse verbessern. Im Falle eines Systemausfalls kann das Gesichtsfeld des/der Benutzers*in der Datenbrille direkt an den Helpdesk des/der Herstellers*in der betroffenen Anlage übermittelt werden, der dann optimale Unterstützung bieten und die Schnelligkeit des Wartungsprozesses erhöhen kann (vgl. Bauernhansl et al. 2014, S.488). Intelligente Exoskelette wie Robo-Mates können von Mitarbeitern*innen bei körperlich anstrengenden Tätigkeiten getragen werden. Integrierte Sensoren registrieren die körperliche Belastung, und das Exoskelett verteilt schwere Lasten aus dem Schulterbereich auf den gesamten Körper um. Dadurch können auch anspruchsvolle Aufgaben effizienter ausgeführt werden, die körperliche Belastung sinkt und die Gesundheit der Mitarbeiter*innen wird nachhaltig gefördert (vgl. Fraunhofer IAO 2015). Die Kombination verschiedener I4.0-Technologien ermöglicht innovative Lösungen mit der Fähigkeit, die gesamte Produktion zu verbessern. Tabelle 3 zeigt eine Zusammenstellung einiger erfolgreicher I4.0-Anwendungen, die zu höheren Umsätzen und einer höheren Qualität der Produkte geführt haben.

1.2.4 Beispiele für smarte Produkte

"Smart Industry digitalisiert und integriert Prozesse in der gesamten Organisation, von der Produktentwicklung und dem Einkauf über die Fertigung, die Logistik und den Service. Alle Daten über Vertrieb, Betriebsprozesse, Prozesseffizienz und Qualitätsmanagement sowie die Betriebsplanung sind in Echtzeit verfügbar, werden durch IKT-Systeme und Software (z.B. Augmented Reality) unterstützt und in einem integrierten Netzwerk optimiert. Durch die Integration neuer Methoden der Datenerhebung und -analyse können Unternehmen Daten über die Produktnutzung generieren und die Produkte so verfeinern, dass sie den wachsenden Bedürfnissen der Endkunden*innen gerecht werden" (PWC, 2016a).

Produkte intelligent(er) zu machen, kann erreicht werden durch:

- Hinzufügen digitaler Funktionen zu bestehenden Produkten (wie Kameras und Sensoren und Kommunikationsgeräte, um sie miteinander zu verbinden)
- Kombination digitaler Produkte und (Datenbank-)Dienstleistungen, Angebot von Gesamtlösungen für Kunden - Nutzung der Datenanalyse zur Erstellung von Produkten-as-a-Service und Schaffung einer Online-Plattform für den Kundenzugang zu Inhalten und datenbasierten Dienstleistungen
- Integration von externen Daten sowie Produkten und Dienstleistungen anderer Unternehmen in das eigene Portfolio und die eigene Plattform, um die Kunden*innen zu entlasten. Dies bedeutet Kooperation mit anderen Anbietern*innen und/oder Integration der Wertschöpfungskette, um ein kundenzentriertes Ökosystem aufzubauen.

In der Industrie werden viele Verbesserungsmethoden angewandt, die für Fluss und Veränderung sorgen (Lean Production, Six Sigma, TOC, QRM, TPM, Agile, First time right, Value Stream Mapping usw.). QRM und Lean sind zum Beispiel Methoden zur Reduzierung von Fehlern in Büro- und Produktionsprozessen. Beim QRM ist das Hauptziel, trotz großer Auftragsschwankungen, Qualität mit hoher Lieferzuverlässigkeit zu liefern. Bei Lean liegt der Schwerpunkt eher auf der Reduzierung oder Beseitigung von Verschwendung in der Produktion. Aufgrund von beidem wird es weniger Fehler und geringere Kosten durch Effizienz geben.

Um maßgeschneiderte Produkte schneller entwerfen, produzieren und liefern zu können, ist es unerlässlich, von einem ETO- (Engineering-to-Order) zu einem CTO- (Configure-to-Order) Prozess zu wechseln. Während 45 ETO dazu zwingt, jeden einzelnen Auftrag "von Grund auf neu" zu entwickeln, stellt CTO jeden Auftrag aus vorhandenen Bausteinen zusammen. Durch die Variation in standardisierten Bausteinen wie Hardware, Software, Elektronik, aber auch operativen Bausteinen wie Produktionssystemen und Ressourcen, erhalten Kunden*innen maßgeschneiderte Lösungen über einen standardisierten Weg. Die Vorteile sind bessere Produkte, weniger Fehler, kürzere

Markteinführungszeiten, mehr Zeit für Innovationen und weniger Kosten (Cadac Group-Create, manage & Information, 2017).

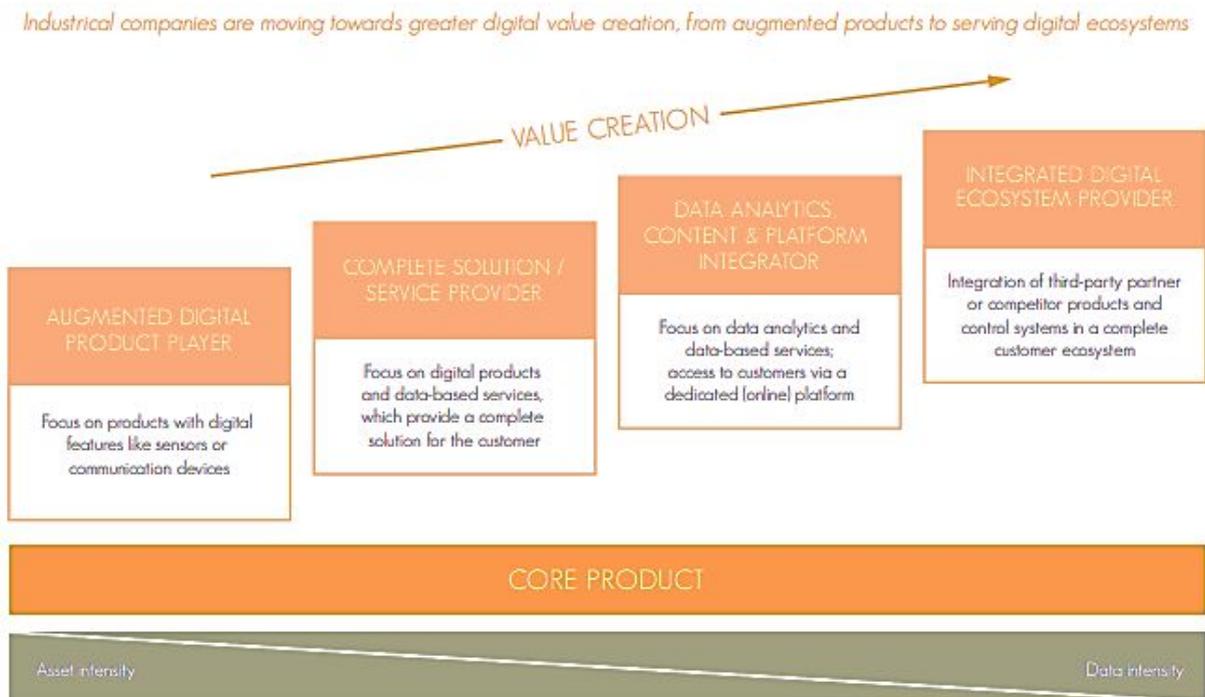


Image 8 - Digitale Wertvorschläge

Computer Aided Design (CAD) recht häufig. Automatisierte Produktkonfiguratoren werden weit weniger verwendet [Link Q43&Q65]. Automatisierte Qualitätsprüfungen von Produkten werden von KMUs kaum eingesetzt (Link Q49&Q71). Zusätzlich zu dem erwähnten CAD verwenden intelligente Unternehmen eine ganze Reihe von computergestützten Technologien (CAx) für Design, Analyse und Herstellung von Produkten wie Computer-Aided Manufacturing (CAM) und Computer-Aided Engineering (CAE).

Referenzen

Webseiten

Irishmedtechskillnet.ie. (2019). [online] Available at:

[https://www.irishmedtechskillnet.ie/Sectors/IMDA/IMDA.nsf/vPages/Key_themes~Manufacturing~manufacturing-4.0-and-additive-manufacturing-reports/\\$file/02-amt-new-manufacturing-engineering_en.pdf](https://www.irishmedtechskillnet.ie/Sectors/IMDA/IMDA.nsf/vPages/Key_themes~Manufacturing~manufacturing-4.0-and-additive-manufacturing-reports/$file/02-amt-new-manufacturing-engineering_en.pdf) [Accessed 22 Sep. 2019].

Boggess, M. and Boggess, M. (2019). *10 Trends that Will Dominate Manufacturing Trends in 2019*. [online]

Hitachi Solutions. Available at: <https://us.hitachi-solutions.com/blog/top-manufacturing-trends/> [Accessed 18 Sep. 2019].

Wilsoncenter.org. (2019). [online] Available at:

https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Emerging_Global_Trends_in_Advanced_Manufacturing.pdf [Accessed 18 Sep. 2019].

Als2018.com. (2019). [online] Available at:

https://www.als2018.com/pdf/ALS2018%20ppt_5.6%20Thriving%20in%20Industry%204.0%20-%20The%20Festo%20Way.pdf [Accessed 22 Sep. 2019].

SMeART University-Business Cooperation Model and Guidelines. (2020) Available at:

http://www.smeart.eu/en/results/handbook-smeart/SMeART_Handbook_2019__web_EN.pdf

Videos

Industry 4.0 global trends:

<https://www.youtube.com/watch?v=VhqMyZMws3Q>

What is smart manufacturing?

https://www.youtube.com/watch?v=EV1Ygw6_rCs