

The Atlas Copco logo, consisting of the company name in a white serif font, is centered within a blue rectangular box. The box is flanked by two horizontal white bars, one above and one below the text.

*Atlas Copco*

A large, semi-transparent blue triangular graphic is positioned in the bottom-left corner of the page. It contains a faint technical drawing of a mechanical part, showing various dimensions and lines. The main background of the entire page is a 3D rendering of a dark blue, textured surface with glowing orange lines that resemble a complex circuit board or a futuristic industrial layout.

## Smart Integrated Assembly

Die industrielle Fertigung im Zeitalter von  
Industrie 4.0 und darüber hinaus

Für Menschen, Wohlstand und den Planeten. Herausforderungen und Trends, welche die Fertigung in Richtung Industrie 5.0 vorantreiben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	
1.1 Die vierte Industrielle Revolution auf dem Weg zur fünften .....	3
1.2 Ziele und Absichten .....	4
1.3 Zielgruppe .....	4
<b>2. Die Digitalisierung der industriellen Fertigung in der Industrie 4.0</b>	
2.1 Digitalisierung, Konnektivität und Automatisierung .....	5
<b>3. Der Paradigmenwechsel der Industrie 5.0</b>	
3.1 Industrie 4.0 mit einem Gewissen .....	6
3.2 Menschenorientiert, widerstandsfähig und nachhaltig .....	7
3.2.1 Menschenorientiert .....	7
3.2.2 Widerstandsfähig .....	8
3.2.3 Nachhaltig .....	8
<b>4. Umsetzung von Industrie 4.0 und mehr</b>	
4.1 In den Köpfen der industriellen Hersteller von heute .....	9
4.1.1 Agilität .....	9
4.1.2 Automatisierung .....	9
4.1.3 Cybersicherheit .....	9
4.1.4 Digitale Zwillinge .....	10
4.1.5 Elektrifizierung .....	10
4.1.6 Neue Partnerschaften .....	10
4.1.7 Beschaffungskomplexität .....	11
4.1.8 Lieferkette .....	11
4.1.9 Nachhaltigkeit .....	12
<b>5. Industrielle Fertigung 2030</b>	
5.1 Ein Blick in die Kristallkugel .....	13
<b>6. Der Strategieplan von Atlas Copco für die Zukunft</b>	
6.1 Über ein Jahrhundert langes Engagement für Innovation und Entwicklung .....	14
6.2 Atlas Copco Smart Integrated Assembly .....	14
6.3 Eine integrierte Partnerschaft mit einer Vision .....	16

# 1. Einleitung

## 1.1 Die vierte Industrielle Revolution auf dem Weg zur fünften

Ob wir nun bereit sind oder nicht – Industrie 5.0 ist da. Während viele Industrieunternehmen noch dabei sind, intelligente Fabriken zu entwickeln, indem sie neue Technologien integrieren und miteinander verbinden, was im Wesentlichen den Prinzipien von Industrie 4.0 entspricht, steht die nächste Phase der Industrialisierung bereits vor der Tür.

Die erste industrielle Revolution oder Industrie 1.0 nahm Ende des 18. Jahrhunderts in England ihren Anfang. In einer von Landwirtschaft und Handwerk dominierten Welt wurden neue Fabrikssysteme, Großindustrien und mechanisierte Fertigung eingeführt. Angetrieben durch Wasser und Dampf führte dies zu schnelleren Fertigungsprozessen und einer deutlich höheren Produktivität.

Der nächste Schritt auf der industriellen Evolutionsleiter, Industrie 2.0, erfolgte im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert. Die Ära der „technologischen Revolution“ wurde durch die Einführung der Elektrizität in der Fertigung vorangetrieben. Da elektrische Maschinen viel effizienter und einfacher zu bedienen waren und weniger Personal erforderten, gehörte die Massenproduktion an der Montagelinie schon bald zum Alltag. In den Fabriken konnten nun große Warenmengen in Rekordzeit hergestellt werden. Industrie 2.0 war auch der Beginn der Telekommunikation, der Automatisierung und der Globalisierung.

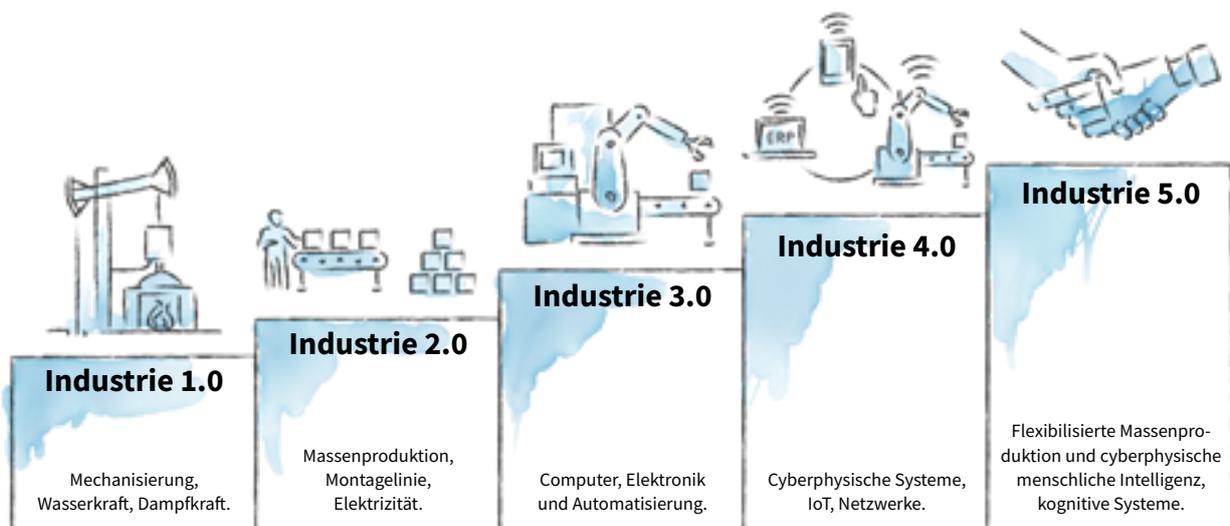
Industrie 3.0, auch „digitale Revolution“ genannt, konzentrierte sich in den späten 1960er und frühen 1970er Jahren auf die Automatisierung

mithilfe von Informationstechnologie und Computern. In der Fertigung wurden automatisierte Systeme eingeführt, die in der Lage waren, komplizierte Aufgaben auszuführen, die zuvor nur von Menschen erledigt wurden. Auch heute noch arbeiten viele moderne Fabriken und Produktionsbetriebe in der Ära von Industrie 3.0.

Das Konzept der Industrie 4.0 wurde erstmals 2011 vorgestellt und hat sich schnell weltweit durchgesetzt. Ausgehend von der Idee digitalisierter, datengestützter und vernetzter Fertigungsprozesse bestand das Hauptziel von Industrie 4.0 darin, die Produktivität durch effizientere und automatisierte Fertigungsprozesse zu steigern. Im Allgemeinen konzentriert sich Industrie 4.0 vor allem darauf, die traditionellen finanziellen und betrieblichen KPIs durch die Einführung neuer Technologien zu verbessern.

Industrie 4.0 oder „die Zukunft der Produktion“, wie sie bei ihrer Einführung genannt wurde, ist heute, nach mehr als zehn Jahren, nichts Neues mehr. Trotzdem bleibt es für viele Industrieunternehmen eine Herausforderung, das in Aussicht gestellte Potenzial voll auszuschöpfen.

Während sich die Räder der industriellen Fertigung immer schneller drehen und durch die Entwicklung die Messlatte bei den Fertigungsprozessen immer höher gelegt wurde, erschien 2016, nur fünf Jahre nach der Einführung von Industrie 4.0, der erste Artikel zum Thema Industrie 5.0.



Das letzte Jahrzehnt hat die zunehmende Komplexität gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und ökologischer Herausforderungen verdeutlicht und damit die Frage aufgeworfen, wie Technologie enger mit Gesellschaft und Umwelt verknüpft werden kann. Laut der Europäischen Kommission haben sich die aktuellen Entwicklungen der Industrie 4.0 von der ursprünglichen Idee der sozialen Gleichheit und Nachhaltigkeit entfernt und sich stattdessen der Digitalisierung zugewandt, um die Effizienz und Flexibilität der Produktion zu erhöhen.

Die Europäische Kommission führte das Konzept Industrie 5.0 ein, um der zwingenden Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels in der industriellen Fertigung im Vergleich zu Industrie 4.0 Rechnung zu tragen. Damit hat sich eine neue Richtung beim technologischen Fortschritt und eine neue Art, ihn zu messen, ergeben. Die Fertigungsindustrie betrachtet nicht mehr nur Produktivität und Effizienz als alleinige Betriebsziele, sondern stärkt die Rolle und den Beitrag der Industrie für die Gesellschaft und die Umwelt.

Industrie 5.0 ersetzt nicht Industrie 4.0, sondern nutzt die bereits heute verfügbaren Technologien, um den Übergang zu einer stärker auf den Menschen ausgerichteten, widerstandsfähigen und nachhaltigen Fertigungsindustrie voranzutreiben. Sie verlagert den Schwerpunkt vom Shareholder-Value auf den Stakeholder-Value und geht damit über die Produktion von Waren und Dienstleistungen für den Profit hinaus. Von wirtschaftlichem Wert hin zum gesellschaftlichem Wert. Von Wohlstand zu Wohlergehen. Auf diese Weise wird eine Wohlstandskultur geschaffen, die über Arbeitsplätze und Wachstum hinausgeht, während die Arbeitnehmer:innen in den Mittelpunkt des Produktionsprozesses gestellt und die Produktionsgrenzen unseres Planeten respektiert werden.

Industrie 5.0 birgt großes Potenzial für einen transformativen Wandel. Sie sorgt dafür, dass Menschen und Umwelt wieder wichtige Faktoren in der Produktion werden. Darüber hinaus stellt sie sicher, dass Menschen und Maschinen zusammenarbeiten, um eine digitale, grüne Zukunft zu unterstützen. Noch nie zuvor hat es eine so radikale Neuausrichtung der Kernziele in der Industrie gegeben. Eine Herausforderung, auf

die sich viele Fertigungsunternehmen einstellen müssen.

Aber diese Anpassung ist so wichtig und so unmittelbar, dass ihr langfristiges Überleben gefährdet ist, wenn sie nicht auf den Zug aufspringen.

## 1.2 Ziele und Absichten

Dieses Whitepaper ist das neueste in einer Reihe von Veröffentlichungen von Atlas Copco, die sich mit Herausforderungen und Trends in der industriellen Fertigung befassen. Das Ziel dieses im Jahr 2023 erstellten Whitepapers ist es, einen Überblick über die grundlegenden Konzepte hinter Industrie 4.0 und Industrie 5.0 sowie die Verbindungen und Unterschiede zwischen ihnen zu geben. Es sollen die Trends in der heutigen industriellen Fertigung aufgezeigt werden, die die vollständige Umsetzung von Industrie 4.0 unterstützen, aber vor allem auch die Trends, die zur Erreichung des nächsten Schritts in der industriellen Evolution, Industrie 5.0, führen.

Ziel ist es, Industrier Herstellern dabei zu helfen, ihr Geschäft und die unterstützenden Fertigungsprozesse besser zu positionieren, um die zukünftigen Anforderungen von Mitarbeitern, Kunden, Partnern, Behörden und anderen Interessengruppen zu erfüllen. Dies wird darüber entscheiden, welche Unternehmen erfolgreich sind oder sogar in nicht allzu ferner Zukunft überleben werden.

## 1.3 Zielgruppe

Dieses Whitepaper wurde für industrielle Fertigungsunternehmen entwickelt, die in einem wettbewerbsintensiven Marktumfeld tätig sind. Es befasst sich mit den geschäftlichen und technologischen Herausforderungen, mit denen sich diejenigen konfrontiert sehen, die Einfluss auf Investitionen in Fertigungs- und Montageanlagen sowie Prozesse haben. Wichtige Entscheidungsfaktoren stellen dabei die Mitarbeiter- und Kundenzufriedenheit, Produktivität, Rentabilität und Nachhaltigkeit dar. Letztlich geht es aber auch um das Überleben ihrer Unternehmen.

## 2. Die Digitalisierung der industriellen Fertigung im Rahmen von Industrie 4.0

### 2.1 Digitalisierung, Konnektivität und Automatisierung

Industrie 4.0 oder die vierte industrielle Revolution hat die Fähigkeit, die Art und Weise, wie Unternehmen ihre Produkte herstellen, verbessern und vertreiben, tiefgreifend zu verändern. Während Begriffe wie Smart Factory, Smart Manufacturing und Smart Industry weltweit verwendet werden und im Wesentlichen Synonyme sind, ist Industrie 4.0 auch als industrielles Internet oder industrielles Internet der Dinge bekannt.

Industrielle Hersteller schaffen Smart Factories nach Industrie 4.0, in dem sie neue Technologien, Datenanalysen, künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen in ihre Produktionsanlagen integrieren. Wenn diese Integration erfolgreich umgesetzt wird, entsteht ein enormes Geschäftspotenzial mit einem hohen Maß an betrieblicher Effizienz und Reaktionsfähigkeit im Hinblick auf Kundenwünsche.

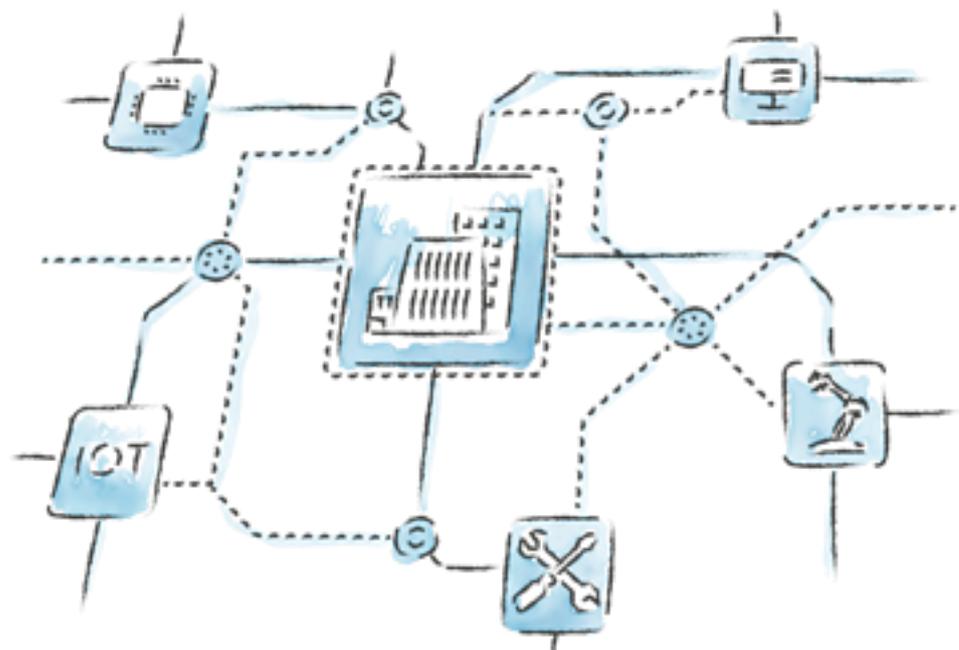
Industrie 4.0 steht für die Integration von Informations- und Kommunikationstechnologie in die industrielle Produktion. Oder anders ausgedrückt, die Entfesselung und Umsetzung der Smartness in der industriellen Fertigung.

Ausgehend von der Idee digitalisierter, datengestützter und vernetzter Fertigungsprozesse besteht das Hauptziel von Industrie 4.0 darin, die Produktivität durch effizientere, flexiblere und automatisierte Fertigungsprozesse zu steigern.

#### Die Smart Factory

Eine Smart Factory ist eine digitalisierte und hochautomatisierte Produktionsstätte, die vernetzte Geräte, Maschinen und Produktionssysteme nutzt, um kontinuierlich Daten zu sammeln und auszutauschen. Diese Daten werden dann zur Verbesserung der Prozesse und zur proaktiven Behebung von Problemen genutzt, die entlang der Produktionslinie auftreten können.

Smart Factories werden durch eine Vielzahl von Technologien ermöglicht, darunter künstliche Intelligenz (KI), Big-Data-Analysen, Cloud Computing und das industrielle Internet der Dinge (IIoT).



Damit sollen die Sammlung von Daten aus verschiedenen Produktionsquellen, Big-Data-Analysen und die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse zur weiteren Verbesserung der betrieblichen Effizienz in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess ermöglicht werden. Im Allgemeinen ist Industrie 4.0 technologieorientiert und konzentriert sich darauf, die traditionellen finanziellen und betrieblichen KPIs durch die Einführung neuer Technologien zu verbessern.

Die Smart Factories der Industrie 4.0 sorgen für schlankere, produktivere Fertigungsprozesse mit höherer Ressourceneffizienz, weniger Abfall, längeren Lebenszyklen der Maschinen und Anlagen und verbesserten Arbeitsbedingungen für die Mitarbeitenden. Smart Factories sind daher auch ein wichtiger Faktor beim Übergang zu einer CO<sub>2</sub>-armen Gesellschaft, und bei der Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels.

In dieser Ära der cyberphysischen Systeme, in der physische, digitale und virtuelle Systeme

zusammenlaufen, geht es bei Industrie 4.0 nicht nur um die Vernetzung von Maschinen. Sie umfasst die Integration von automatisierten Systemen mit Geschäftssystemen, Automatisierung, Robotisierung und fortschrittliche Technologien. Zu letzteren gehören auch digitale Zwillinge, KI, Konnektivität auf der Grundlage von drahtlosen Hochgeschwindigkeitsnetzen, Cloud, Edge Computing und Virtualisierung.

Die Anforderungen an Fertigungs- und Produktionsprozesse zur Erhaltung eines Wettbewerbsvorteils ändern sich ständig und nehmen zu. Obwohl alles vor über zehn Jahren seinen Anfang nahm, hat sich die Umsetzung der Versprechen von Industrie 4.0 für viele Hersteller als Herausforderung erwiesen. Erst in den letzten Jahren steht die Technologie zur Verfügung, um wirklich intelligente, digitalisierte, datengestützte Prozesse und Smart Factories zu schaffen. Doch für diejenigen, die noch nicht auf dem Weg zur Umsetzung von Industrie 4.0 sind, könnte die Zeit knapp werden.

## 3. Der Paradigmenwechsel der Industrie 5.0

### 3.1 Industrie 4.0 mit einem Gewissen

Industrie 5.0 stellt einen strategischen Paradigmenwechsel in der industriellen Fertigung dar. Einen Wechsel von der Konzentration auf den wirtschaftlichen Wert hin zu einer Konzentration auf den gesellschaftlichen Wert. Von Wohlstand zu Wohlergehen. Noch nie zuvor hat es eine so grundlegende Neuausrichtung der Kernziele in der industriellen Fertigung gegeben.

Das von der Europäischen Union geprägte, aber weltweit adaptierte Konzept der Industrie 5.0 basiert auf drei strategischen Säulen: menschenorientiert, widerstandsfähig und nachhaltig. Es bietet eine Vision der Industrie mit dem Ziel, über Produktivität und Effizienz als primäre Ziele hinauszugehen, und stärkt die Rolle und den Beitrag der industriellen Fertigung für die Gesellschaft. Ein Gleichgewicht zwischen der wirtschaftlichen Entwicklung der Unternehmen und der Bereitstellung einer Lösung für wichtige soziale und ökologische Probleme, um Wohlstand zu schaffen und gleichzeitig die begrenzten Ressourcen des Planeten im Auge zu behalten.

Industrie 5.0 stellt das Wohlergehen von Arbeitnehmer:innen in den Mittelpunkt des Produktionsprozesses und konzentriert sich dabei auf die

kollaborative Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Um der künftigen Fertigungskomplexität im Umgang mit der zunehmenden Individualisierung gerecht zu werden, müssen Mensch und Maschine durch einen robotergestützten Fertigungsprozess miteinander verbunden werden, der ihre jeweiligen Vorteile und Möglichkeiten nutzt.

Inwieweit unterscheidet sich nun Industrie 5.0 von Industrie 4.0 in Bezug auf die Technologie? Nun, es gibt tatsächlich mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede. Anders als in der Vergangenheit geht der Übergang zur Industrie 5.0 nicht mit einem revolutionären Wandel oder Technologiesprung einher. Im Unterschied zu vorher sind die Technologien, auf denen die Industrie 5.0 basiert, bereits verfügbar. Die Gemeinsamkeiten setzen sich fort, denn beide Industriekonzepte konzentrieren sich auf Nachhaltigkeit und Lösungen, die die Lieferketten widerstandsfähiger machen.

Der Hauptunterschied liegt vielmehr in der Verbindung von Industrie, Gesellschaft und Ökologie durch Technologie. Während sich Industrie 4.0 auf die Technologie konzentriert, steht bei Industrie 5.0 der Mensch im Mittelpunkt.

Industrie 5.0 ist Industrie 4.0 mit einem Gewissen. Während die meisten Fertigungsunternehmen noch dabei sind, die Ambitionen von Industrie 4.0 zu verwirklichen, weist Industrie 5.0 in die Zukunft. Sie befasst sich mit aktuellen gesamtgesellschaftlichen, marktbezogenen und ökologischen Problemen, bietet aber auch mögliche Lösungen an.

Industrie 5.0 ist kein technologischer Sprung nach vorne, sondern gibt dem technologischen digitalen Wandel, wie er in der Industrie 4.0 beschrieben wurde, eine regenerative Richtung und Zielsetzung. Insofern ist Industrie 5.0 das langfristige Ziel, an dem sich die weitere Entwicklung der industriellen Fertigung orientieren kann und vor allem sollte.

### 3.2 Menschenorientiert, widerstandsfähig und nachhaltig

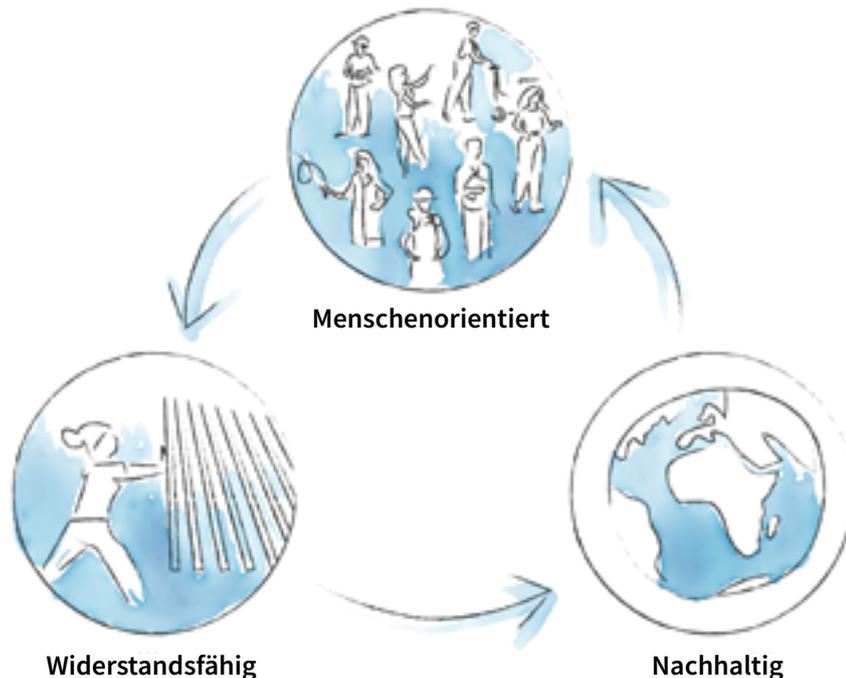
#### 3.2.1 Menschenorientiert

Der auffälligste Unterschied zwischen Industrie 4.0 und Industrie 5.0 ist die Beziehung zwischen Mensch und Maschine im Fertigungsprozess. Industrie 5.0 fügt der Industrie 4.0-Automatisierung eine deutliche menschliche Note hinzu.

Bei Industrie 5.0 geht es darum, den Menschen in der industriellen Fertigung zu unterstützen, nicht zu ersetzen, und dabei Technologien anzupassen, die die menschliche Arbeit ergänzen. Das Fehlen einer menschlichen Perspektive oder sogar die Unterordnung der menschlichen Arbeitskraft unter die Technologie, was in Industrie 4.0 der Fall ist, stellt einen großen Nachteil und eine Verschwendung von kollaborativem Potenzial dar. Stattdessen eröffnen sich zahlreiche Möglichkeiten, wenn Menschen und Maschinen besser aufeinander abgestimmt arbeiten können.

Die Rückführung des Menschen in den Mittelpunkt der industriellen Produktion, unterstützt durch kollaborative Roboter oder „Cobots“, ermöglicht nicht nur eine qualitative und agile Produktion, sondern bietet den Arbeitnehmer:innen auch sinnvollere Arbeitsplätze, als es in den letzten Hundert Jahren der Fall war. Hersteller, die den Wert der Kombination von menschlicher Intuition, Anpassungsfähigkeit und Fähigkeiten zur Problemlösung und zum kritischen Denken mit der Beständigkeit und Fähigkeit, eine bessere operative Präzision als Roboter zu bieten, verstehen und nutzen, werden messbare Vorteile erzielen.

Technologien, die sich an den Menschen anpassen und nicht umgekehrt, befähigen die Mitarbeitenden, den Kunden die besten Ergebnisse zu liefern. Sie erhöhen auch die operative Fähigkeit, auf



immer komplexere Fertigungsprozesse und inkohärentes Kundenverhalten zu reagieren, und tragen dazu bei, die Fertigungsumgebung sicherer zu machen.

### 3.2.2 Widerstandsfähig

Widerstandsfähigkeit, definiert als die Fähigkeit, Störungen und Katastrophen zu widerstehen, wurde im Konzept von Industrie 4.0 nicht besonders hervorgehoben. Die COVID-19-Pandemie mit Fabrikschließungen und verändertem Verbraucherverhalten hat deutlich gemacht, dass sich die Hersteller auf die betriebliche Widerstandsfähigkeit konzentrieren müssen. Sie müssen ihre Fähigkeit verbessern, Störungen in der Lieferkette abzumildern, aber auch ihre betriebliche Kapazität verbessern, damit sie solchen Störungen, die nach wie vor auftreten, standhalten und sich davon erholen können.

Eine Strategie für Widerstandsfähigkeit ist „agil und widerstandsfähig mit flexiblen und anpassungsfähigen Technologien“, wie sie von der Europäischen Kommission definiert wurde. Angesichts der jüngsten Ereignisse auf der ganzen Welt wird kaum jemand bestreiten, dass Widerstandsfähigkeit der Schlüssel zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit und letztlich zum betrieblichen Überleben ist. Heute und in Zukunft.

Unternehmen werden heute weitgehend von Produktivitäts- und Rentabilitätskennzahlen angetrieben, und obwohl Agilität und Flexibilität schon lange auf der Unternehmensagenda stehen, sind sie nicht die Triebfeder für Widerstandsfähigkeit.

Um Widerstandsfähigkeit wirklich zu einem Eckpfeiler der Unternehmensstrategie zu machen, muss der betriebliche Schwerpunkt von Wachstum, Rentabilität und Effizienz abrücken. Stattdessen muss eine robuste Organisation geschaffen werden, die in der Lage ist, jede Krise vorzuzusehen, auf sie zu reagieren und systematisch und rechtzeitig aus ihr zu lernen, um so eine stabile und nachhaltige betriebliche Leistung sicherzustellen. Proaktives Handeln, Flexibilität, Anpassung und Redundanz sind die Schlüsselfaktoren für den Aufbau von Widerstandsfähigkeit in Industriebetrieben.

Widerstandsfähigkeit bedeutet, dass man die Situation versteht, sich an die neue Lage anpasst und Schwachstellen behebt. Dabei können die Sichtbarkeit von Informationen und die Integration von Informationen in die Prozesse eine entscheidende Rolle spielen. Neue Technologien

bieten die Möglichkeit, Informationen zu verfolgen (Rückverfolgbarkeit von Prozessen), die das Ziel der Widerstandsfähigkeit unterstützen. Diese neuen Technologien werden durch intelligente Plattformen für kollaborative Netzwerke ermöglicht, erfordern aber wiederum ein besonderes Augenmerk auf Bedrohungen der Cybersicherheit.

Einmal mehr zahlt es sich aus, den Menschen wieder in den Mittelpunkt der Fertigung zu stellen. Die Menschen sind einer der wichtigsten Faktoren für eine widerstandsfähige Fertigung, denn sie sind oft die ersten, die Anomalien erkennen, und ihre Schulung und Ausbildung, Bewusstseinsbildung und Führung sowie ihre Fähigkeiten und Talente können den Unterschied ausmachen.

### 3.2.3 Nachhaltig

Die Nachhaltigkeitsbemühungen von Unternehmen im Rahmen von Industrie 4.0 haben sich weitgehend auf die Reduzierung oder Minimierung von Umweltschäden oder auf Greenwashing konzentriert. Auf dem Weg zur Industrie 5.0 bedeutet die vollständige Einbeziehung von Nachhaltigkeit in die Fertigungsstrategie viel mehr als das, was derzeit getan wird. Anstatt nur zu versuchen, die negativen Auswirkungen des Unternehmens und seiner Aktivitäten auf die Umwelt zu reduzieren, konzentrieren sich wirklich nachhaltige Unternehmen gemäß Industrie 5.0 darauf, ihre positiven Auswirkungen zu verstärken, indem sie gar nicht erst zu den aktuellen Umweltproblemen beitragen.

Im Gegensatz zu früheren industriellen Transformationen betrachtet Industrie 5.0 den Schutz der Umwelt als unmittelbare Priorität mit einer Zielsetzung, die über die Herstellung von Produkten für den Profit hinausgeht. Um dies zu erreichen, nutzt die Industrie 5.0 intelligente Fertigungsverfahren, Automatisierung und Roboter, die nicht nur der Industrie und den aktuellen Betriebskennzahlen, sondern auch den Mitarbeitern und der Gesellschaft zugute kommen.

Mit gemeinsamen ökologischen Triebkräften können sich die Unternehmen auf umweltfreundliche Lösungen konzentrieren, die durch die Einbeziehung neuer Technologien und das Überdenken von Produktionsprozessen im Hinblick auf die Umweltauswirkungen erzielt werden. Die Unternehmen müssen sich zunehmend an einer umweltfreundlichen Fertigung orientieren und beginnen, klimaneutrale Umgebungen zu schaffen. Sie sollten Teil der Lösung und nicht Teil des Problems sein.

## 4. Umsetzung von Industrie 4.0 und mehr

### 4.1 In den Köpfen der industriellen Hersteller von heute

Unabhängig von ihrem Industrie 4.0-Reifegrad sehen sich industrielle Hersteller immer wieder mit Kombinationen von Herausforderungen konfrontiert, die sich aus dem Tagesgeschäft ergeben, aber auch unerwartet und außergewöhnlich sein können, und müssen sich ihnen stellen. Wenn sie durch technologische Lösungen oder betriebliche Anpassungen bewältigt werden, können diese einen wichtigen Wettbewerbsvorteil darstellen oder sogar ein weiterer Schritt auf dem Weg zur Industrie 5.0 sein.

Hier sind einige der Herausforderungen und Trends, die im Jahr 2022 für Führungskräfte in der industriellen Fertigung ganz oben auf der Agenda standen – von Agilität bis hin zu Nachhaltigkeit.

#### 4.1.1 Agilität

Angesichts der immer schnelleren Entwicklung und Veränderung ist es für viele Industrieunternehmen eine große Herausforderung, die ständig wachsende Komplexität in der Produktion zu bewältigen und mit unterschiedlichen Produktpaletten und sich schnell ändernden Bedingungen umzugehen.

Die Produktlebensdauer wird immer kürzer, die Komplexität in der Produktion nimmt zu und die Marktbedingungen ändern sich immer schneller. Es wird daher immer schwieriger, im Voraus mit Sicherheit zu wissen, was zu produzieren ist, um die künftige Kundennachfrage zu befriedigen, und welche Investitionen über einen längeren Zeitraum Bestand haben werden. Sollen die Produktionskapazitäten innerhalb eines Zeitfensters von 12 bis 18 Monaten reduziert oder erhöht werden, wenn genaue Marktprognosen immer schwieriger zu treffen sind?

Agilität, also die Fähigkeit zur schnellen Anpassung, ist eine zentrale Herausforderung, aber auch eine Chance, wenn sie in einer Produktionswelt genutzt wird, in der es keine linearen Prognosen mehr gibt.

#### 4.1.2 Automatisierung

Die Automatisierung in der industriellen Fertigung ist eine zukunftssichere Antwort auf die immer präziseren Anforderungen an Anlagen und Maschinen und ermöglicht ein Höchstmaß an Kontrolle über die Montagelinie. Sie verkürzt die Produktionswege und steigert die Effizienz der Montagelinie. Sie bietet Vorteile, die

skalierbare und flexiblere Fertigungslösungen und -prozesse ermöglichen, die die Leistung und Produktivität erhöhen und die Zeit für die Anpassung an Änderungen in der Produktpalette verkürzen, während sie gleichzeitig für einen nachhaltigeren und sichereren ergonomischen Arbeitsplatz für die Bediener sorgen. Und das alles bei gleichzeitiger Senkung der Betriebskosten und Verbesserung der Kapitalrendite.

Die moderne Automatisierung in der Fertigung verbindet das Beste aus zwei Welten: die der Roboter und die der Menschen. Es sind jedoch nicht nur herkömmliche, fest installierte Lösungen wie Industrieroboter, sondern auch Softwarelösungen, die zur Automatisierung der Produktion beitragen können.

Der grundlegende Nutzen eines Roboters liegt in seiner Wiederholbarkeit und Zuverlässigkeit, während der Nutzen eines menschlichen Bedieners in der Fähigkeit liegt, sich an wechselnde Anforderungen und Bedingungen anzupassen.

Die Interaktion zwischen Mensch und Roboter geht noch einen Schritt weiter: Es werden kollaborative Roboter (Cobots) entwickelt, um in Produktionsumgebungen an der Seite von Menschen zu arbeiten und so die Produktion zu automatisieren und gleichzeitig den Bediener zu unterstützen.

Die Automatisierung kann auf allen Ebenen des Fertigungsprozesses eingesetzt werden. Von einzelnen Werkzeugen über Bedienerstationen bis hin zu ganzen Montagelinien. Da die meisten Fertigungsprozesse mit einer Vielzahl von Verschraubungsprozessen beginnen und enden, ist insbesondere der Schraubprozess ein Bereich, in dem sich die Automatisierung auszahlt. Was Schraubvorgänge betrifft, aber auch allgemein, ist die Automobilindustrie in vielerlei Hinsicht führend bei der Automatisierung in der industriellen Fertigung. Lösungen, die durchaus auch für andere Fertigungsbranchen von Bedeutung sind.

#### 4.1.3 Cybersicherheit

Mit der zunehmenden Verbreitung von Smart Factory-Initiativen in der Industrie steigen auch die damit verbundenen Cybersicherheitsrisiken. Sobald Automatisierungs- und Steuerungssysteme vollständig vernetzt sind, ist das Unternehmen einer Vielzahl von Sicherheitsrisiken ausgesetzt, die sich gegen Menschen, Technologie, Prozesse und geistiges Eigentum richten.

Viele herstellende Unternehmen sind das Ziel von Cybercrime-Angriffen. Dazu gehören Industriespionage, Erpressung durch Ransomware, Denial-of-Service-Angriffe und der Diebstahl von Finanz- und Betriebsdaten. Viele Vorfälle im Bereich der Cyberkriminalität stehen vor allem im Zusammenhang mit den Systemen zur Steuerung industrieller Abläufe. Diese Steuerungssysteme bilden die Betriebstechnologien (Operational Technology - OT), die den Betrieb von Fabrikanlagen ermöglichen.

Die Hersteller müssen sich daher zunehmend mit Cyberkriminalität auseinandersetzen und herausfinden, wie sie sich davor schützen können. Dazu gehört die Schulung der Mitarbeiter im Hinblick darauf, welchen Bedrohungen sie ausgesetzt sein könnten und was im Falle eines Cyberangriffs zu tun ist. Es umfasst auch die Planung, wie man auf Bedrohungen reagiert, aber auch, wie man sich von einem Angriff erholt. Es muss in ein ganzheitliches Cybermanagement-Programm investiert werden, das sich auf das gesamte Unternehmen (IT und OT) erstreckt, um Cyberangriffe zu erkennen, zu verhindern, darauf zu reagieren und sich davon zu erholen.

#### 4.1.4 Digitale Zwillinge

Digitale Zwillinge verschmelzen die physische und die digitale Welt miteinander und bieten Industrieunternehmen ein wichtiges Instrument zur Steigerung der Produktivität und zur Optimierung der Abläufe. Durch die Erstellung eines virtuellen Abbilds der physischen Produktionsmittel, z. B. eines Werkzeugs, eines Gelenks, eines komplexen Prozesses oder sogar einer ganzen Fertigungsanlage, können Simulationen durchgeführt werden, bevor die Produktionsmittel eingesetzt werden. Simulationen zur Unterstützung von Trade-off-Analysen oder Echtzeit-Optimierung. Sie ermöglichen es auch den Endkunden, die Produktion z. B. ihres bestellten Fahrzeugs zu visualisieren und so eine emotionale Bindung zu ihm aufzubauen.

Ein digitaler Zwilling basiert auf Daten. Diese Daten können von vernetzten Sensoren stammen oder manuell eingegeben worden sein. Je mehr Sensoren und andere Dateneingaben in einen digitalen Zwilling einfließen, desto besser und zugänglicher werden die Erkenntnisse. Erkenntnisse, die eine enorme Chance für Management, Engineering- und Konstruktionsteams, Produktion und Betrieb darstellen. Digitale Zwillinge helfen bei der Bewältigung von Herausforderungen in einem spezifischen Fertigungsprozess. Sie verbessern die Fähigkeit, Szenarien zu testen, die Leistung von Anlagen und die Fähigkeit, Produktions- und Wartungsfehler proaktiv vorherzusehen.

Digitale Zwillinge sind ein wesentlicher Bestandteil bei der Schaffung von Smart Factories und sie bieten Einblicke und Möglichkeiten, die erhebliche Vorteile für die Fertigung mit sich bringen:

- Weniger Abfall
- Verbesserte betriebliche Effizienz
- Verbesserte Betriebszeit
- Langlebigkeit der Anlagen
- Vorausschauende Wartung
- Verbesserter ROI für das Equipment

#### 4.1.5 Elektrifizierung

Die Elektrifizierung, d. h. die Ersetzung von Technologien, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, durch solche, die Strom aus erneuerbaren Energiequellen nutzen, verändert die industrielle Fertigung und die Welt um uns herum. Angetrieben von Mitarbeitern, Kunden, Partnern, Behörden und anderen Interessengruppen steht das Thema Nachhaltigkeit zu Recht auf der Agenda vieler Hersteller. Die Elektrifizierung der industriellen Fertigung spielt nicht nur eine wichtige Rolle bei der Reduzierung der betrieblichen CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern kann auch die Kosten für die Anlagenwartung senken und die Effizienz verbessern.

Nirgendwo ist der Übergang zur Elektrizität deutlicher als in der Automobilindustrie. Die Umstellung auf Elektromobilität wird durch neue Technologien unterstützt. Die ersten Fahrzeuge wurden alle mit Batterien betrieben, und nun schließt sich der Kreis beim Konzept des Elektrofahrzeugs (EV).

#### 4.1.6 Neue Partnerschaften

Die Fertigungsbranche muss neue Partnerschaften finden und entwickeln, um in einem Markt mithalten zu können, in dem es immer schwieriger wird, allein eine führende Position über den gesamten Fertigungsprozess von der Entwicklung bis zum operativen Einsatz zu behaupten. Kollaborative Innovation oder Co-Creation ist bei der Suche nach neuen Partnerschaften eine treibende Kraft. Um den Transformationsbedarf zu decken, werden innovative Unternehmen aus den Bereichen Design und Nachhaltigkeit, häufig Start-ups, ohne Branchenspezialisierung oder Einschränkungen in Bezug auf Technologie oder Denkweise, von Industrieherstellern bereits in der Architekturphase engagiert.

In verschiedenen Branchen werden zunehmend Partnerschaften eingegangen, beispielsweise zwischen Unternehmen im Bereich Unterhal-

tungselektronik und Herstellern in der Automobilindustrie. Es werden neue Marktsegmente geschaffen, in denen die vertikalen Grenzen des Marktes aufgehoben werden. Zusammenarbeit auf allen Ebenen mit einer gemeinsamen Vision und einem gemeinsamen Ziel vor Augen ist heute das Gebot der Stunde.

#### 4.1.7 Beschaffungskomplexität

Die Einkaufsprozesse bei Industrieunternehmen werden immer komplexer, da immer mehr Einflussnehmer und Entscheidungsträger beteiligt sind. Zugewiesene Einkaufsgruppen werden immer größer und die Zahl der beteiligten Personen nimmt zu, was dazu führt, dass Entscheidungen verzögert und notwendige Investitionen aufgeschoben oder gar nicht erst getätigt werden.

Ein weiteres Phänomen ist „Kaufreue“. Bei der Entscheidung über komplexe Fertigungsinvestitionen wählen die Einkaufsgruppen die Lösungen mit dem kleinsten gemeinsamen Nenner aus. Dies kann dazu führen, dass sie sich unbewusst bzw. ungewollt für allzu vereinfachte Lösungen entscheiden, was sich schnell als Fehler erweisen kann. Dies wird noch durch die Tatsache verstärkt, dass viele sich für Informationen oder sogar Bestellungen an unkoordinierte digitale Online-Quellen wenden.

Diejenigen Lieferanten, die die Einkaufsprozesse erleichtern, vereinfachen und koordinieren und die Einkaufsgruppen leiten können, verschaffen den Industrieherstellern einen entscheidenden Vorteil, indem sie bessere und schnellere Investitionsentscheidungen treffen. Vertriebsmitarbeiter mit Einkaufskompetenz beim Kunden, unterstützt durch Self-Service-Lösungen oder sogar automatisierte Einkaufsprozesse, bei denen Maschinen bei Bedarf Bestellungen an Maschinen weiterleiten. Rentabilität beginnt mit effektiven Beschaffungsprozessen, und die Hersteller müssen sich mit Lieferanten zusammenschließen, die ihre Kunden von Anfang an verstehen.

#### 4.1.8 Lieferkette

Fabrikschließungen, verändertes Verbraucherverhalten, das zu Schwierigkeiten bei der Vorhersage der Nachfrage führt, extreme Wetterereignisse. Wenn die Ereignisse der letzten zwei Jahre etwas bewiesen haben, dann ist es die Notwendigkeit für industrielle Hersteller, ihre Lieferkette unter unvorhersehbaren und instabilen Marktbedingungen zu sichern. Sie müssen ihre Fähigkeit verbessern, Störungen in der Lieferkette abzumildern, aber auch ihre betriebliche Kapazität verbessern, damit sie solchen Störungen, die nach wie vor auftreten, standhalten und sich von ihnen erholen können.

Während sich die Lieferketten noch von den Auswirkungen der COVID-19-Pandemie erholen,

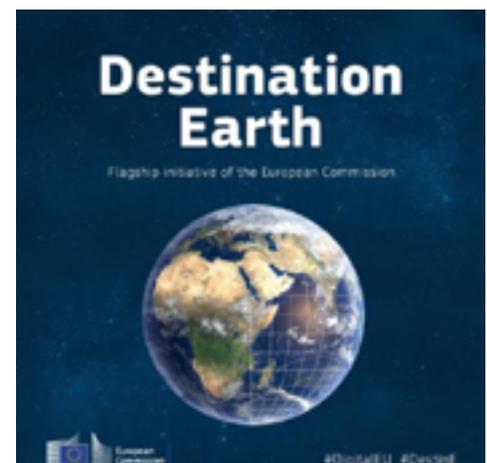
werden sie nun von steigender Inflation und steigenden Löhnen, Material- und Arbeitskräftemangel, steigenden Energiekosten und zunehmendem geopolitischen Protektionismus getroffen. Störungen in der Lieferkette führen dazu, dass Unternehmen nicht in der Lage sind, die für die Produktion benötigten Materialien zu beschaffen, die Nachfrage zu prognostizieren, das Angebot vorherzusagen und Liefervereinbarungen einzuhalten.

Kurzum, die Lieferkette ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für den Wettbewerb.

Viele Hersteller wenden sich der Technologie zu, um ihre Lieferkettenprobleme zu lösen, und gehen zu vollständig digitalen, intelligenten und teilweise automatisierten Lieferketten über. Es besteht ein offensichtlicher Bedarf, die digitale Transformation der Lieferketten durch Integration, Automatisierung und vernetzte und sichere Ökosysteme zu beschleunigen. Die Digitalisierung fördert Flexibilität, Agilität, Transparenz und Sichtbarkeit in der gesamten Lieferkette und erleichtert die Verwaltung von Informationsflüssen und die Gewinnung von Erkenntnissen, um die Aufrechterhaltung der Betriebsabläufe zu gewährleisten, selbst bei massiven Störungen.

Eine dieser digitalen Technologien, auf die viele Unternehmen zurückgreifen, um die Widerstandsfähigkeit ihrer Lieferketten zu verbessern und zu sichern, sind digitale Zwillinge, also virtuelle Abbilder von physischen Werkzeugen, Prozessen oder sogar ganzen Fabriken. Digitale Zwillinge können dazu beitragen, Ineffizienzen und Engpässe in Lieferketten zu erkennen, und Herstellern helfen, fundierte Entscheidungen bei der Auswahl der richtigen Lieferanten, Anlagen und Transportmöglichkeiten zu treffen. Sie können auch bei der Bewertung verschiedener Szenarien helfen, um die Widerstandsfähigkeit der Lieferkette eines Unternehmens zu messen.

Die Initiative [Destination Earth \(DestinE\)](#), die von der Europäischen Kommission im Frühjahr 2022 gestartet wurde, hebt das Konzept des digitalen Zwillings auf eine planetare Ebene.



Es wird ein hochpräzises digitales Modell der Erde entwickelt, mit dessen Hilfe natürliche und menschliche Aktivitäten vorhergesagt und Szenarien, Prognosen und Visualisierungen entwickelt und getestet werden können. Die hochwertigen Informationen werden nach und nach dem Privatsektor zur Verfügung gestellt. Sie dienen als eine wertvolle Ergänzung für Hersteller, um extreme Ereignisse vorherzusagen, die Auswirkungen auf ihre Lieferkette haben könnten.

#### 4.1.9 Nachhaltigkeit

Der Industriesektor, zu dem auch die Fertigungsindustrie gehört, ist für etwa **ein Fünftel** der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich. Hinzu kommt, dass der Industriesektor **die Hälfte der weltweiten Energieressourcen** verbraucht. Es ist daher dringend erforderlich, dass Fertigungsunternehmen die begrenzten Ressourcen der Erde effizienter und nachhaltiger nutzen und gleichzeitig die Auswirkungen auf die Umwelt, gemessen am CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, minimieren.



Nachhaltigkeit wird schnell zu einer Frage des Überlebens, steckt aber in vielerlei Hinsicht noch in den Kinderschuhen, wenn es darum geht, mit den traditionellen Unternehmenskennzahlen wie Produktivität, Effizienz und Flexibilität zu konkurrieren. Das ändert sich im Moment recht schnell, aber die Frage bleibt: Wie misst man Nachhaltigkeit in einer Welt, die von KPIs für Produktivität und Effizienz bestimmt wird?

Mitarbeitende, Kunden, Partner und Lieferanten verlangen alle von den Industrieunternehmen, dass sie nachhaltiger arbeiten. Allerdings gibt es keine Methoden, die es ermöglichen, sie anhand der heutigen Bilanzkennzahlen zu bewerten und zu messen. Wie kann man den geschäftlichen Nutzen von Nachhaltigkeit über den Markenwert hinaus nachweisen oder sich darauf beschränken, nur auf Nachhaltigkeit und Umweltauswirkungen bezogene Kennzahlen zu messen?

In naher Zukunft werden Finanzstandards, die eine Renditeberechnung der Nachhaltigkeit in Verbindung mit herkömmlichen Leistungskennzahlen ermöglichen, den industriellen Herstellern dabei helfen, die grundlegenden Auswirkungen der Nachhaltigkeit auf ihre Bilanz zu messen. Neben der Hervorhebung der messbaren Vorteile, die Nachhaltigkeit für die Rentabilität eines Unternehmens bieten kann, werden Standards auch die Suche nach und die Bewertung von zukünftigen neuen Lieferanten und Partnern erleichtern.

Aber vielleicht gibt es ja schon eine solche Kennzahl: die CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Durch die Erfassung der externen Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Erhebung einer Gebühr auf diese Emissionen werden die Kosten an ihrem Ursprung festgemacht. Zu diesen Kosten gehören beispielsweise der Verlust von Eigentum aufgrund des steigenden Meeresspiegels, Ernteschäden aufgrund veränderter Niederschlagsmuster oder die mit Hitzewellen und Dürreperioden verbundenen Gesundheitskosten.

Das Preissignal verändert die Konsum- und Investitionsmuster, macht die wirtschaftliche Entwicklung mit dem Klimaschutz vereinbar und verlagert die Verantwortung für die Begleichung der Schäden des Klimawandels von der Allgemeinheit auf die Emissionserzeuger. Die Erzeuger erhalten so die Möglichkeit, entweder ihre Emissionen zu reduzieren, um einen hohen Preis zu vermeiden, oder weiter zu emittieren, aber für ihre Emissionen zu bezahlen.

Die CO<sub>2</sub>-Bepreisung ist ein starkes finanzielles Instrument zur Verlagerung von Investitionen weg von emissionsintensiven CO<sub>2</sub>-basierten Technologien hin zu saubereren Alternativen.

## 5. Industrielle Fertigung 2030

### 5.1 Ein Blick in die Kristallkugel

Das Tempo des Wandels in der industriellen Fertigung war noch nie so hoch wie heute. Aufgrund des technologischen Fortschritts und neuer Vorschriften wird prognostiziert, dass sich die industriellen Fertigungsprozesse in den nächsten Jahren stärker verändern werden als in den vergangenen 50 Jahren.

Ein Blick in die Kristallkugel zeigt einige der wichtigsten Highlights, die in nicht allzu ferner Zukunft zu erwarten sind.

- Menschen und kollaborative Roboter („Cobots“) werden zunehmend in Smart Factories zusammenarbeiten, in denen sie sich überall dort bewegen können, wo sie im Montageprozess benötigt werden.
- Qualifiziertes und erfahrenes Personal wird weiterhin eine knappe Ressource sein, und da in den kommenden Jahren immer mehr Mitarbeitende in den Ruhestand gehen, stellt sich die Frage, wie ihr Fachwissen ersetzt werden kann.
- Ein universelles Engagement für wissenschaftlich fundierte Umweltziele erfordert Partnerschaften zwischen Anlagenherstellern und Endnutzern. Das sind Partnerschaften, die dazu beitragen werden, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu verringern, und das Ziel der Begrenzung des Klimawandels unterstützen.
- Übergang von der klassischen Produktionslinie zur modularen Produktion.
- Ganzheitlicher Ansatz für die Qualitätskontrolle, einschließlich der Rückverfolgbarkeit von Nacharbeit, Reparaturen und Back-up-Prozessen.
- Mit dem zunehmenden Bedarf an Konnektivität steigt auch der Bedarf an Cybersicherheitslösungen.
- Kleinere Modellproduktionsmengen bedeuten, dass Investitionen in Produktionsanlagen wiederverwendet werden müssen. Dies führt auch zu zusätzlicher Komplexität in der Produktionslinie, wodurch in Verbindung mit dem Streben nach weiterer Automatisierung der Begriff „flexible Automatisierung“ in den Fertigungsprozessen von morgen eingeführt wird.
- Zukunftssichere, netzwerkbasierte Intelligenz. Ein Großteil der fortschrittlichen Fertigung wird in einer hochgradig verteilten Netzwerkarchitektur erfolgen. Im Gegensatz zur traditionellen hierarchischen Philosophie mit einem „Superhirn“, das Aufträge an untergeordnete Einheiten weitergibt. In Zukunft wird das zu montierende Produkt die Informationen im Hinblick auf Bedarf, Status und Fähigkeiten selbst in sich tragen. Dadurch wird automatisch mit den umliegenden Produktionsanlagen kommuniziert, welche Montageaufgaben in welcher Reihenfolge und von welcher Art von Anlage durchgeführt werden müssen. Jede dieser Anlagen wird ein cyberphysisches System sein, das über Informationen zum Bedarf und zu den Kapazitäten in der physischen Welt verfügt, sowie einen entsprechenden digitalen Zwilling haben, der in Echtzeit aktualisiert wird.



## 6. Der Strategieplan von Atlas Copco für die Zukunft

### 6.1 Über ein Jahrhundert langes Engagement für Innovation und Entwicklung

Smart Connected Assembly. Smart Connected Assembly – Powered by Data. Smart Integrated Assembly. Wir haben einen bewährten konzeptionellen Strategieplan, um die Versprechen von Industrie 4.0 und darüber hinaus umzusetzen. Er ist ein glaubwürdiges Beispiel dafür, wie wir seit mehr als einem Jahrhundert maßgeblich dazu beitragen, Trends in der industriellen Fertigung zu erkennen und die Werkzeuge und Lösungen zu entwickeln, mit denen industrielle Fertigungsunternehmen besser für die zukünftigen Anforderungen ihrer Kunden aufgestellt sind.

Seit 1873 haben wir Träume in der Fertigung Wirklichkeit werden lassen. Bei allem, was wir tun, sind wir bestrebt, unseren Kunden bessere Möglichkeiten zu bieten, um produktiver und nachhaltiger zu arbeiten, und ihnen so den entscheidenden Wettbewerbsvorteil zu verschaffen, um die sich ständig ändernden Kunden- und Marktanforderungen zu erfüllen. Als strategischer Partner können wir Ihnen dabei helfen, den Sprung in das Zeitalter von Industrie 4.0 und darüber hinaus zu schaffen, und Sie dabei unterstützen, Ihre Ambitionen und Ziele in Bezug auf Nachhaltigkeit, Produktivität und Rentabilität zu erreichen.

### 6.2 Atlas Copco Smart Integrated Assembly

Die Atlas Copco Smart Integrated Assembly ist unser Konzept für industrielle Hersteller, die Smart Factories umgestalten und implementieren möchten.

Wir bieten ein umfassendes Industrie 4.0-Lösungsportfolio mit intelligenten, vernetzten Montagewerkzeugen für Fabriken und Außeneinsätze, vollständig integrierten Lösungen für Montagelinien von der Konstruktion bis zur Produktion sowie einer einzigartigen Reihe von datengestützten Dienstleistungen.

Es ist ein Transformations-Strategieplan zur Verwirklichung einer intelligenteren Fabrik, in der die Konnektivität von Werkzeugen und Prozessen bei allen Geräten und Systemen integriert ist. Technologieangebote zur Unterstützung kritischer Fertigungsprozesse von der Verschraubung bis zur Automatisierung. Nur wir verfügen über die nachgewiesene und dokumentierte Kompetenz

und das Know-how, das durch die verfügbaren Angebote unterstützt wird, um dies von der ersten Schraubverbindung bis zur gesamten Fabrik zu realisieren.

- **Schraubtechnik** – Ein Montageprozess beginnt oft mit einem einzelnen Verbindungsprozess, bei dem zwei oder mehr Objekte mechanisch miteinander verbunden werden, wobei der Schraubvorgang ganz präzise ausgeführt werden muss.
- **Manuelle Arbeitsplätze** – Sicherstellung der Überwachung, Kontrolle und Fehlersicherung der Bedienerstation zur Unterstützung des Bedieners an der Arbeitsstation.
- **Automatisierte Arbeitsplätze** – Die Automatisierung bietet eine zukunftssichere Antwort auf die immer präziseren Anforderungen an Anlagen und Maschinen und ermöglicht ein Höchstmaß an Stationskontrolle. Sie sorgt für kürzere Produktionswege, was die Effizienz steigert, die Betriebskosten senkt und die Rendite verbessert.
- **Vernetzte Stationen** – Alle Arbeitsplätze sind miteinander vernetzt und bieten so Sichtbarkeit, Rückverfolgbarkeit und die Möglichkeit, Betriebsdaten an der gesamten Produktionslinie zu erfassen. Das Ergebnis ist eine Lösung zur Erkennung von Schwachstellen in der Produktion und zur Steigerung der Produktivität.
- **Voll integrierte Lösung** – Schaffung einer vollständig integrierten und transparenten End-to-End-Fertigungs- und Montagelinie auf Fabrikebene. Die Prozesse sind nicht nur intern vernetzt, sondern auch mit den Kundenprozessen verbunden, sodass Informationen zwischen den Fabriken ausgetauscht und Produktionsunterbrechungen schnell behoben werden können.

Smart Integrated Assembly umfasst unser Portfolio, unsere Struktur und unser Eco-System von Hardware-, Software- und Dienstleistungsangeboten, die unseren Kunden in jedem Schritt des Produktherstellungszyklus einen unübertroffenen Mehrwert bieten. Von der Konstruktion, dem Prototyp und der Pilotproduktion bis hin zur vollständigen Serienproduktion und dem Ersatzteilmarkt. Es bietet den Kunden einen Wettbewerbsvorteil, der sich in effizienteren, flexibleren, anpassungsfähigeren und sichereren Fertigungs-

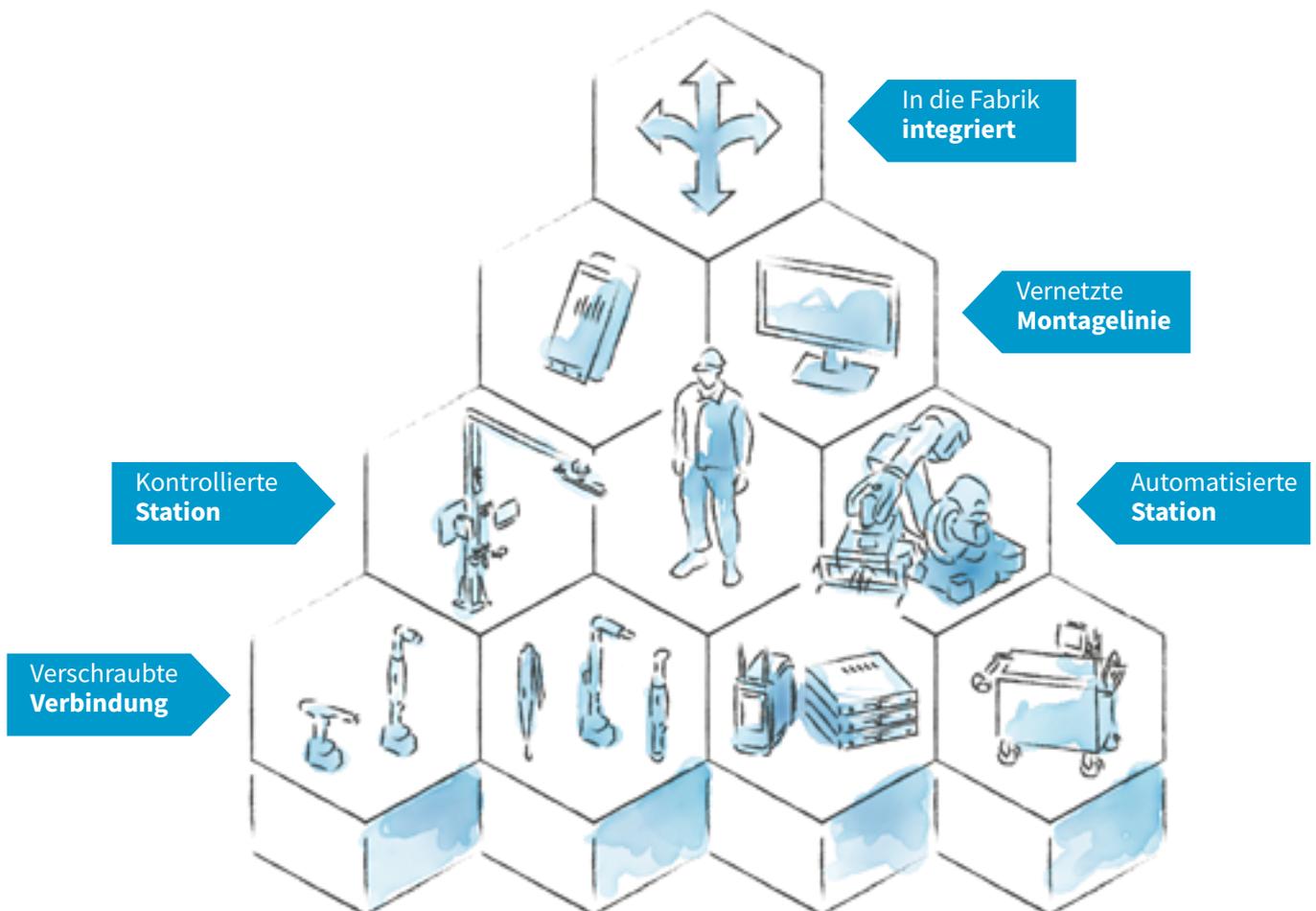
prozessen, kürzeren Ausfallzeiten, besserer Material- und Energienutzung und einer erheblichen Abfallreduzierung ausdrückt.

Unsere Lösungen erleichtern die Integration von automatisierten Technologiesystemen. Darüber hinaus ermöglichen viele von ihnen eine fortschrittliche Fehlersicherung und wertvolle Datenerfassung sowie effizientere und flexiblere Produktionsprozesse. Unsere Automatisierungslösungen sind auf die Anforderungen neuer und bestehender Montageprozesse zugeschnitten und bieten höchste Effizienz, umfassende Flexibilität und hohe Kosteneffizienz für jede Anwendung.

Doch die Automatisierung und Digitalisierung von Fertigungsprozessen bringt große Datenmengen mit sich. Was wäre, wenn diese komplexen Daten in verwertbare Informationen umgewandelt werden könnten, die intelligentere Entscheidungsprozesse über den gesamten Produktlebenszyklus

hinweg unterstützen? Das Atlas Copco Smart Connected Ecosystem bietet genau dies und noch mehr. Es bietet Visualisierungstechnik, Positionierungslösungen, Software und Zubehör zur Fehlersicherung von Anfang bis Ende. Durch die Nutzung der Daten eines Smart Connected Ecosystems kann ein Wettbewerbsvorteil erzielt werden.

Dieser einzigartige ganzheitliche Ansatz für die industrielle Fertigung unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung einer qualitätsgesicherten und ergonomischen, bedienerfreundlichen Produktion in Smart Factories und minimiert gleichzeitig den Abfall sowie den Material- und Energieverbrauch. Alles in allem werden dadurch die Kosten sowie die klimaschädlichen Emissionen reduziert. Eine Lösung, die Ihren Mitarbeitern, Ihrem Unternehmen, Ihren Kunden und dem Planeten zugute kommt.



### 6.3 Eine integrierte Partnerschaft mit einer Vision

Im Markt der industriellen Fertigung sind wir führend bei der Entwicklung und Anpassung neuer Technologien und können als integrierter Partner Unternehmen bei der Umgestaltung ihrer Fertigungsprozesse helfen. Dies geschieht häufig in enger Zusammenarbeit mit Drittanbietern, die in den frühen Entwicklungsprozessen aktiv sind und neue langfristige Partnerschaften anbieten.

Die OPC Foundation (Open Platform Communications Foundation) ist eine globale Organisation, in der Anwender, Anbieter und Konsortien zusammenarbeiten, um Datenübertragungsstandards für eine sichere und zuverlässige Interoperabilität zwischen mehreren Anbietern in der industriellen Automatisierung zu schaffen. Mit über 850 Mitgliedern, die von kleinen Systemintegratoren bis hin zu den weltweit größten Automatisierungs- und Industrielieferern reichen, ist die OPC Foundation für die Entwicklung und Aufrechterhaltung des OPC-Standards verantwortlich. Dies ist der am weitesten verbreitete Standard für den Austausch von Informationen und Daten in der industriellen Automatisierung und in anderen Branchen.



Mit der Einführung von serviceorientierten Architekturen in Fertigungssystemen entstanden neue Herausforderungen in Bezug auf Sicherheit und Datenmodellierung. Die OPC Foundation

entwickelte daher die OPC UA-Spezifikationen (Open Platform Communications Unified Architecture), um diesen Anforderungen gerecht zu werden und gleichzeitig eine zukunftssichere, skalierbare und erweiterbare Open-Plattform-Architektur mit vielen Funktionen bereitzustellen. Bei seiner Veröffentlichung im Jahr 2008 erfüllte dieser mehrschichtige Ansatz die ursprünglichen Ziele der Designspezifikation:

- Funktionale Äquivalenz
- Plattformunabhängigkeit
- Sicherheit
- Erweiterbarkeit
- Umfassende Informationsmodellierung

OPC-Technologien wurden entwickelt, um den einfachen und sicheren Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Plattformen mehrerer Anbieter und eine nahtlose Integration dieser Plattformen ohne kostspielige und zeitaufwendige Softwareentwicklung zu ermöglichen. Heute gibt es mehr als 4.200 Anbieter, die mehr als 35.000 verschiedene OPC-Produkte entwickelt haben, die in mehr als 17 Millionen Anwendungen eingesetzt werden.

Als Mitglied der OPC Foundation haben wir die Möglichkeit, die industriellen Fertigungsstandards zu beeinflussen.

Wir sind ein visionärer Partner, der die Fertigungs- und Montageprozesse und die Auswirkungen von disruptiven Technologien und Megatrends wirklich versteht. Ein Partner, bei dem unsere eigenen Anlagen und Prozesse auf einzigartige Weise integriert sind. Aber wir gehen noch einen Schritt weiter. Unsere eigenen Lösungen sind wiederum eng mit den Anlagen und Prozessen unserer Kunden verbunden. Wir arbeiten zusammen an gemeinsamen Zielsetzungen und Geschäftszielen.



**Atlas Copco Tools Central Europe GmbH**

Langemarckstraße 35  
45141 Essen, Germany  
tools.de@atlascopco.com

[www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com)

