

Das Potenzial der intelligenten Fertigung mit 5G und IIoT freisetzen



Digitale Technologien, die das Industrial Internet of Things (IIoT) unterstützen, haben eine Ära intelligenter Fabriken, höchster Effizienz und grenzenloser Produktivität eingeleitet. Hersteller stehen bereits jetzt unter dem Druck, Kundenanforderungen schneller und mit einem höheren Maß an Flexibilität und Individualisierung als je zuvor zu erfüllen. Herkömmlichen Fertigungsmodellen fehlt es jedoch an Agilität und Intelligenz, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. Infolgedessen nutzen viele Fabriken und Produktionslinien bereits IIoT-Technologie in der Fabrikhalle, aber ohne die Netzwerkfähigkeit zur Unterstützung dieser Lösungen ist ihr Wert begrenzt. Erst durch die Integration von 5G-Mobilfunknetzen können diese intelligenten Abläufe ihr volles Potenzial entfalten.

Wenn 5G genutzt wird

Denn die geringe Latenz und die enormen Datenkapazitäten von 5G ermöglichen es Herstellern, vollautomatische Lösungen einzusetzen, die in Echtzeit angepasst werden können, um optimale Produktivität und Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Mit 5G öffnen intelligente Fabriken auch die Tür zu Schlüsseltechnologien wie Augmented Reality (AR), Künstlicher Intelligenz (KI) und fortschrittlicher Robotik. Mit diesen Spitzentechnologien sind Hersteller in der Lage, innovative, synchronisierte Lösungen zu entwickeln und sich der Herausforderung von Industrie 4.0 zu stellen.

Zentrale Herausforderungen

Derzeit stehen Fabriken und Hersteller vor einer Reihe von zentralen Herausforderungen, die ihre Fähigkeit einschränken, maßgeschneiderte, kundenorientierte Lösungen in Echtzeit bereitzustellen. Von Herstellern wird zunehmend erwartet, dass sie in der Lage sind, maßgeschneiderte Lösungen und Produkte herzustellen und durch fortschrittliche Automatisierung höhere Produktivitätssteigerungen zu erzielen. Trotz technologischer Fortschritte in der Automatisierung ist die gesamtwirtschaftliche Produktivität von Fabriken jedoch zurückgegangen. Herausforderungen wie

unflexible Altgeräte und ein langsamer Prozess zur Diagnose von Problemen und Engpässen führen dazu, dass viele Fabriken ohne eine Überarbeitung ihres technologischen Fußabdrucks nicht mit den sich ändernden Anforderungen Schritt halten können.

IIoT als innovative Lösung

Das IIoT bietet eine innovative Lösung für diese Probleme und kann die Notwendigkeit einer vollständigen Überarbeitung der Betriebsabläufe minimieren. Durch den Einsatz von IIoT-Sensoren wird es beispielsweise möglich, Problembereiche im Fertigungsprozess zu diagnostizieren und potenzielle Geräteausfälle zu erkennen, bevor sie auftreten.

Die Konvergenz der Schichten Informationstechnologie (IT) und Betriebstechnologie (OT) bedeutet auch, dass es jetzt mehr Flexibilität bei der Betriebsführung gibt. Die Kombination von IIoT und Big-Data-Analysen ermöglicht es Herstellern, einzigartige Einblicke in die Funktionsweise ihrer Prozesse und Geräte zu gewinnen.

Im Wesentlichen ermöglicht das IIoT die Zusammenführung von Prozessen und Geräten der physischen Welt und den Erkenntnissen aus der Datenanalyse. Durch Fortschritte wie Edge-Computing werden Systeme unendlich viel flexibler und Hersteller können dynamisch und in Echtzeit reagieren, um sich ändernden Situationen und Anforderungen gerecht zu werden. 5G-gestützte IIoT-Netzwerke bieten außerdem die Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit, die für die sichere Übertragung großer Datenmengen erforderlich sind, und stellen sicher, dass eine große Anzahl vernetzter Geräte optimal funktioniert.

Betrachten wir also die wichtigsten IIoT-Entwicklungen, die es Herstellern ermöglichen, Produktivitätsprobleme zu überwinden.

Der Engpass in der Fertigung

Grundlegend für die erfolgreiche Entwicklung des IIoT sind technologische Fortschritte in bestimmten Bereichen, darunter Schlüsseltech-

nologien, die das IIoT unterstützen, Digitale Zwillinge, Multi-Access-Edge-Computing (MEC), Maschinelles Sehen, Time-Sensitive Networking (TSN) und Network Slicing. Mithilfe virtueller Modelle von Prozessen oder sogar ganzen Anlagen, sogenannten Digitalen Zwillingen, können Hersteller neue Einsätze simulieren oder bestehende Abläufe optimieren, bevor physische Prozessänderungen vorgenommen werden. Digitale Zwillinge von Produktionslinien ermöglichen es Unternehmen beispielsweise, mehrere Konfigurationen zu testen, bis eine optimale Lösung gefunden ist, und gleichzeitig den Bedarf an zeit- und kostenaufwändigen Änderungen in der Fabrikhalle zu begrenzen. Mithilfe Digitaler Zwillinge können Hersteller auch Schwachstellen im System identifizieren und so eine vorausschauende Wartung und Instandhaltung der Geräte ermöglichen, bevor es zu Ausfällen kommt.

Ein weiterer Eckpfeiler des IIoT ist die Verlagerung der Rechenleistung an den Rand des Netzwerks. Multi-Access-Edge-Computing (MEC), das die Datenerfassung, -analyse und -speicherung innerhalb eines lokalen Geräte-Clusters ermöglicht, erhöht die Betriebsgeschwindigkeit und -kapazität. Da kein ständiges Backhaul und keine zentrale Verarbeitung mehr erforderlich sind, ermöglicht MEC zahlreichen intelligenten Geräten, sich zu koordinieren, miteinander zu kommunizieren und ihre Abläufe vor Ort zu optimieren, wobei Analysen und Rückmeldungen nahezu sofort erfolgen. MEC-Funktionen, die durch 5G unterstützt werden, tragen daher dazu bei, die Kernanforderungen des IIoT zu erfüllen, nämlich uRLLC (ultra-zuverlässige Kommunikation mit geringer Latenz) und mMTC (massive maschinengestützte Kommunikation). Diese verbesserte Reaktionsfähigkeit ist ein Schlüsselement in der Fabrik der Zukunft, da sie es Herstellern ermöglicht, auf eine sich ändernde Nachfrage auf optimierte und nachhaltige Weise zu reagieren.

Quelle:
White Paper „Unleashing the
Potential of Smart Manufacturing
with 5G and IIoT“
Fibocom
www.fibocom.com
übersetzt von FS

Multi-Access Edge Computing

Während Edge Computing für Prozessgeschwindigkeit und -effizienz sorgt, müssen intelligente Fabriken auch Ausfallzeiten und Produktivitätsverluste durch fehlerhafte Geräte oder Produktionslinien begrenzen. Eine effektive Lösung für eine umfassende Überwachung ist der Einsatz von Bildverarbeitungssystemen, die Ultra-HD-Kameras und -Sensoren verwenden, um potenzielle Probleme zu erkennen, sobald sie auftreten oder noch bevor sie auftreten. Unterstützt durch 5G und KI, werden diese Systeme in der Lage sein, potenzielle Probleme in Echtzeit zu erfassen, zu analysieren und zu klassifizieren, das Personal zu benachrichtigen, wenn Anpassungen vorgenommen werden müssen, und Wartungsarbeiten zu planen, bevor es zu Ausfällen kommt.

Nehmen wir als Beispiel ein System, das dazu dient, mechanische Teile zu inspizieren, während sie eine Produktionslinie entlanglaufen. In diesem System nimmt eine HD-Kamera ein Foto von jedem Teil auf, während es vorbeiläuft, und vergleicht diese Fotos mit den voreingestellten Spezifikationen, wie die Teile aussehen sollten, und den Abmessungen, denen sie entsprechen sollten (Bild 1). Jede Abweichung von diesen Spezifikationen löst eine Meldung aus, die dazu führt, dass das Teil umgeleitet oder entsorgt wird, anstatt es zu verpacken und zu versenden und fehlerhafte Waren in Umlauf zu bringen. Die Statistiken über die Ablehnungsrate werden dann menschlichen Bedienern zur Verfügung gestellt oder von KI analysiert und lösen bei Bedarf weitere Maßnahmen aus, um kostspielige Produktionsausfälle zu vermeiden.



Bild 2: Qualitätskontrolle mit HD-Kamera

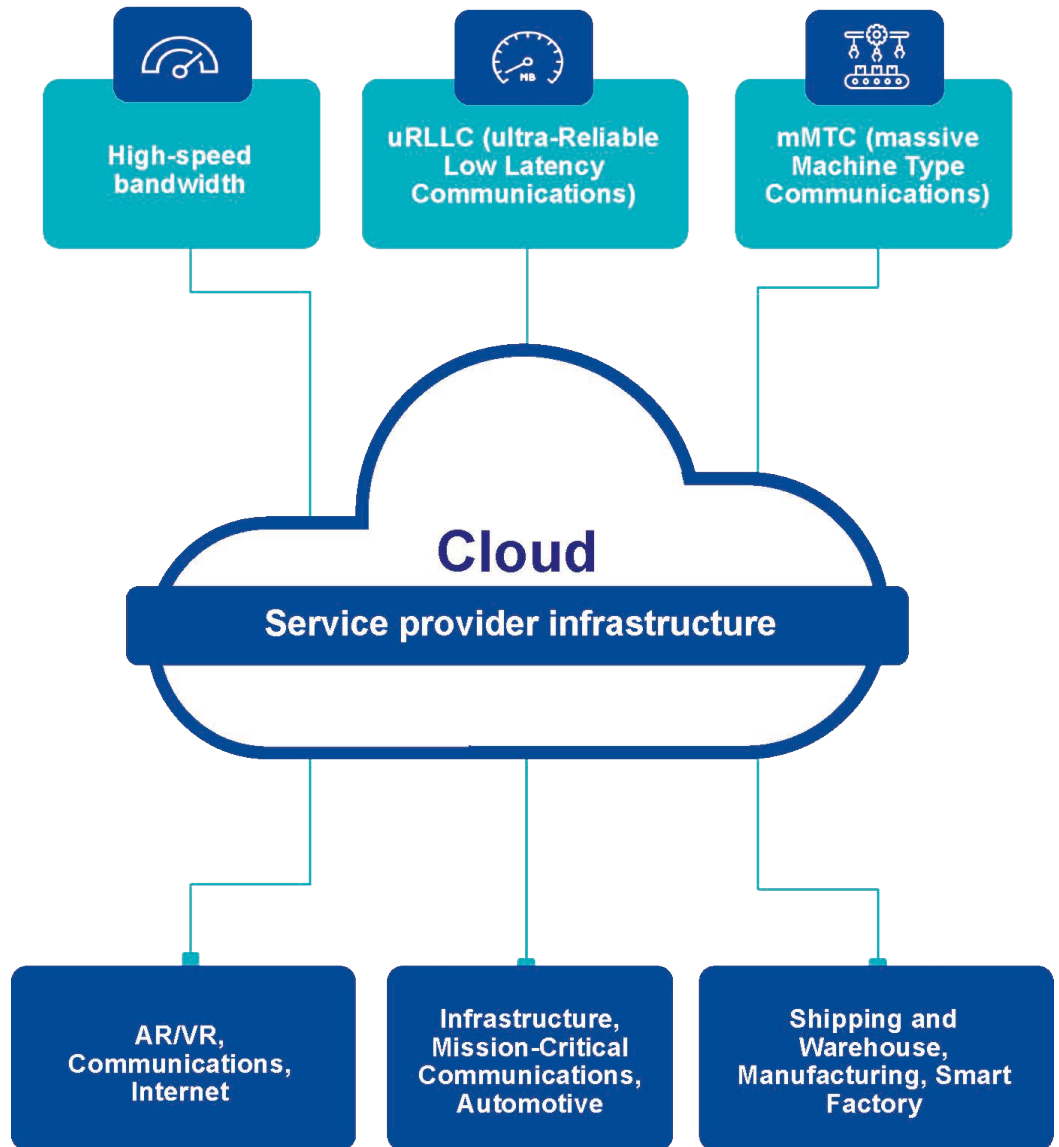


Bild 1: Die Grafik veranschaulicht, wie Serviceanbieter mithilfe von Network Slicing die Anforderungen des IIoT erfüllen können.

Machine Vision

Um die Synchronisierung industrieller Prozesse zu gewährleisten, muss Industrie 4.0 auch eine deterministische Kommunikation zwischen Geräten ermöglichen. Mit anderen Worten: Es muss garantiert werden, dass Ereignisse in einer vorhersehbaren, festgelegten Zeitspanne eintreten. Time-Sensitive Networking (TSN) ist eine Standardtechnologie des IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), die es Geräten ermöglicht, sich mit einer zentralen Zeit zu synchronisieren und zu koordinieren, die von einem Gerät verwaltet wird. Dieses zentrale Element fungiert als TSN-„Hauptuhr“, die Zeitinformationen an alle anderen Geräte im Netzwerk weitergibt und so die

mikrosekundengenaue Synchronisierung wichtiger Prozesse sicherstellt. In einer Fabrikumgebung könnte dies dazu führen, dass ein Roboterarm in der Lage ist, Gegenstände schnell zu sortieren und zu platzieren, basierend auf Echtzeit-Feedback von einem maschinellen Bildverarbeitungssystem, das über die programmierbare Logiksteuerung, die in das Förderband selbst eingebaut ist, gesendet wird.

Time-Sensitive Networking

Eine weitere dem IIoT zugrunde liegende Fähigkeit ist das Network Slicing, die Möglichkeit für Netzbetreiber, Teile des Netzwerks für die ausschließliche Nutzung durch einzelne Unternehmen oder Hersteller zuzuweisen.

Mithilfe der Netzwerkvirtualisierungs-Technologie können Anbieter mehrere virtuelle „Teile“ oder „Scheiben“ des Netzwerks über dieselbe physische Basisinfrastruktur anbieten. Jede Netzwerkscheibe wird isoliert verwaltet, was sicherstellt, dass Servicequalität und -zuverlässigkeit gewährleistet sind und die Fabriken ihre Ziele für Vorgänge mit extrem geringer Latenz und verbesserter interner Sicherheit erreichen können, s. Bild 2.

Durch die Nutzung dedizierter Netzwerkressourcen wird intelligenten Fabriken die extrem niedrige Latenz garantiert, die für effektive IIoT-Bereitstellungen und massive Machine Type Communications (mMTC) erforderlich ist.

Erfüllung der IIoT-Konnektivitätsanforderungen mit 5G

Bei Einsatz der besprochenen Technologien wird der operative Erfolg durch extrem niedrige Latenzzeiten, hohe Zuverlässigkeit und drahtlose Kommunikation vorangetrieben. Zwar bieten bestehende WLAN- und Kabel-Lösungen in dieser Hinsicht einige Möglichkeiten, doch bei hundert bis tausenden miteinander verbundenen IoT-Geräten werden nur die Mobilfunktechnologien der nächsten Generationen in der Lage sein, die Herausforderung zu meistern. 5G-Lösungen können voraussichtlich eine Million angeschlossene Geräte pro Quadratkilometer bewältigen, was die bestehenden WLAN- und Kabelkapazitäten bei weitem übersteigt. Die Komplexität wird noch dadurch erhöht, dass viele der Geräte für Industrie 4.0 auch ständig in Bewegung sein werden. Zukünftige intelligente Industrieprodukte, wie z.B.

autonome mobile Roboter (AMRs), werden auf Netzwerke angewiesen sein, die eine schnelle Übergabe von einem Übertragungspunkt zum anderen unterstützen, während sie durch die Fabrikhalle navigieren.

Schnelligkeit durch 5G

Während die Umschaltung von Zugangspunkten über WLAN eindeutige Latenzprobleme mit sich bringt, sind 5G-Mobilfunknetze auf diese Mobilität ausgelegt. Auch durch Frequenzen im Millimeterwellenbereich verspricht 5G außerdem massive Bandbreitenverbesserungen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Technologie datenintensive Anwendungen, wie die hochauflösende Videoerfassung, die für Anwendungen der maschinellen Bildverarbeitung erforderlich ist, problemlos bewältigen kann.

Zusammengenommen bedeuten diese Fähigkeiten, dass 5G einzigartig geeignet ist, das IIoT mit nahtloser Konnektivität auf allen Ebenen der Automatisierung zu unter-



stützen und Edge-Computing und flexible betriebliche Einsätze zu ermöglichen.

Private versus Public Networks

Ein weiterer Aspekt für intelligente Fabriken ist die Sicherheit ihres Netzwerks. Bei einer Reihe miteinander verbundener IoT-Geräte wird das Netzwerk an mehreren Stellen anfällig, und das Risiko, dass wertvolle Daten durch Sicherheitsverletzungen offengelegt werden, steigt. Eine Lösung für diese Probleme bieten privat eingesetzte 5G-Netz-

werke mit dedizierten Ressourcen, die speziell auf das Unternehmen zugeschnitten sind. In vielen Fällen können private Netzwerkgeräte vor Ort untergebracht werden, sodass das Unternehmen die volle Kontrolle hat. Unternehmen mit eigenen dedizierten 5G-Ressourcen vor Ort profitieren außerdem von einer optimierten Leistung lokaler Anwendungen, einer garantierten Netzabdeckung und einer Agilität, die mit herkömmlichen kabelgebundenen oder WLAN-Netzwerken nicht möglich wäre.

Smart Manufacturing

Intelligente Fertigung ist geprägt von vernetzten Maschinen, hoher Flexibilität und einem durchgängigen Datenfluss. Insbesondere verstärkte Vernetzung und Live-Datenerfassung erlauben es, Prozesse zu verbessern oder neu zu etablieren mit dem Ziel, eine optimale Qualität zu erreichen und gleichzeitig die Kosten zu senken. Im Internet der Dinge haben Anwender rund um die Uhr Einblick in die Daten von Maschinen und Anwendungen – per Tablet, Smartphone oder Rechner. Mit der entsprechenden Software arbeiten in der Konstruktion Software-, Maschinenbau- und Elektroingenieure parallel am Produkt. Das spart Zeit und Kosten.

Vernetzung ermöglicht die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation in Fertigungsstätten über einen Maschinenhersteller (OEM). Anpassungsfähigkeit wird möglich mit allen Informationen, die von Sensoren und Funktionen generiert werden, denn so erkennen intelligente Maschinen Veränderungen bei vorgela-

gerten Produkten und Prozessen und passen sich dynamisch an die Betriebsbedingungen an. Um die Leistung einer Maschine im Feld besser vorherzusagen zu können, nutzt man digitale Simulationstechnologien, die einen originalgetreuen Digitalen Zwilling der Maschine erfordern. Digitale Technologien können die Lebensdauer einer Maschine durch vorausschauende Wartung und adaptive Leistung verlängern.

Smart Manufacturing reduziert die Zeit bis zur Markteinführung ebenso wie die Entwicklungskosten. Die Gründe dafür liegen in einer verbesserten Planung, schnelleren Validierung von Produktionsalternativen und gesteigerter betrieblicher Effizienz und Fertigungsleistung. Basis ist eine vollständig mit dem Internet der Dinge vernetzte Umgebung, in der jede Maschine, jedes System und jede Datenbank in der Fabrik Einblicke in die Daten gewährt. Die dafür erforderlichen Applikationen lassen sich mit Low-Code- oder No-Code-Umgebungen erstellen. Jetzt

können Teams über Telefon oder Tablet in Echtzeit auf Probleme reagieren und den effizienten Betrieb der Fabrik aufrechterhalten – unabhängig davon, ob Mitarbeiter vor Ort sind oder nicht.

Digitale Innovation durch Smart Manufacturing wird mithilfe anspruchsvoller Softwaretools ermöglicht. Die intelligente Produktion ist ein multidisziplinärer Ansatz, eingebettet in einen umfassenden Digitalen Zwilling der Maschine und des gesamten Fertigungsprozesses. Die richtige Software für die Verwaltung ist hierbei entscheidend.

In einer Closed-Loop-Umgebung verwendet die Fertigung dasselbe Modell für die Bearbeitung und Produktion der Bauteile und Produkte. Während des Betriebs speist dann die MES-Software Informationen in den Konstruktionsbereich zurück. So entsteht ein geschlossener Kreislauf der kontinuierlichen Verbesserung.

Die digitale Transformation, die durch Smart Manufacturing einhergeht, zeigt die volle Leistungs-

fähigkeit einer IoT-vernetzten Umgebung. Es handelt sich um eine Umgebung, in der jede Maschine, jedes System und jede Datenbank in der Fabrik miteinander verbunden sind und die die Möglichkeit bietet, aus einer Fülle von Daten verwertbare Erkenntnisse zu gewinnen.

Smart Manufacturing ist die Brücke zwischen der Konstruktions- und der Fertigungsumgebung und ermöglicht die Zusammenarbeit durch offene, intelligente Datenaustauschformate. Diejenigen, die sich einer umfassenden Digitalisierungsstrategie verschreiben, sind daher in einer optimalen Position, um Branchen anzuführen und selbst bei unerwarteten globalen oder lokalen Störungen erfolgreich zu sein.

*nach Informationen von
Rahul Garg,
Vice President für das
Industrial Machinery & SMB
Program bei der
Siemens Industry Software
GmbH & Co. KG*

Je nach Geschäftsanforderungen können private Netzwerke in unterschiedlichem Umfang in das öffentliche 5G-Netz integriert werden, um ein hohes Maß an geschäftlicher Flexibilität zu gewährleisten.

Aufbau intelligenter Fabriken mit 5G und IIoT

Die bisher in diesem Dokument erwähnten Anwendungsfälle sind nur die Spitze des Eisbergs für Industrie 4.0. Mit Schlüsseltechnologien und Konnektivität der nächsten Generation wird eine Vielzahl zusätzlicher Anwendungsfälle für Industrie 4.0 Realität. Einige der Kernbereiche, in denen IIoT-Geräte in Industrie- und Fertigungskontexten einen Mehrwert bieten, sind Sensordaten, Prozessverbesserung, verbesserte Sicherheit und Schutz sowie intelligente Betriebsabläufe.

Einer der wichtigsten Produktivitätsvorteile von IIoT-Implementierungen ist die Zeitersparnis durch die Planung von Maschinenwartungen, bevor es zu Ausfällen kommt, und dies ohne die Notwendigkeit regelmäßiger Vor-Ort-Inspektionen durch einen Ingenieur. In einer Fabrik installierte IIoT-Sensoren ermöglichen die Wartung durch zustandsorientierte Überwachung (CBM) und erleichtern die vorausschauende Wartung, wenn sie am vorteilhaftesten ist und die gering-

sten Auswirkungen auf die fortgesetzte Produktivität hat. Sensoren, die beispielsweise zur Temperatur- und Vibrationserkennung ausgelegt sind, können Anomalien sofort erkennen und die zuständigen Mitarbeiter benachrichtigen, um sicherzustellen, dass die Maschinen proaktiv gewartet werden. In ähnlicher Weise werden intelligente Fabriken auf eine Reihe anderer miteinander verbundener Sensoren angewiesen sein, um Faktoren wie Bewegung, Rotation und Entfernung für Robotikoperationen, Videoaufzeichnungen für maschinelle Bildverarbeitungsanwendungen sowie Parameter wie Luftfeuchtigkeit oder Geräuschpegel zu messen.

5G und IIoT ebnen auch den Weg für den Einsatz prozessverbessernder Technologien, wie Augmented und Virtual Reality (AR und VR, Bild 3), Vollautomatisierung und Fernsteuerung, Robotikunterstützung und intelligente Produktionslinien.

Ohne menschliche Mitarbeiter geht es nicht

Die oben skizzierte intelligente Produktionslinie ist ein Beispiel dafür, wie Prozesse von der Einführung des IIoT profitieren, aber die Vorteile des Modells der intelligenten Fabrik erstrecken sich auch auf die Fabrikarbeiter. Durch den Einsatz

von AR können Mitarbeiter beispielsweise auf externes Fachwissen zugreifen, um Probleme durch Echtzeitberatung zu lösen. AR ermöglicht auch schrittweise visuell geführte Arbeitsanweisungen, Schulungen und Dokumentationen, die über die Cloud sofort für andere Mitglieder des Unternehmens verfügbar gemacht werden können. Dadurch wird sichergestellt, dass Mitarbeiter an verschiedenen Standorten immer über Prozesse und Produktionsschritte informiert sind, was zu Produktivitätssteigerungen führt. Darüber hinaus können Mitarbeiter Prozesse wie die Bestandsverwaltung und die Nachverfolgung von Vermögenswerten optimieren, indem sie Handheld-Geräte wie Personal Data Assistants (PDAs) verwenden, die in intelligente IIoT-Module integriert sind.

IIoT-Geräte ermöglichen es Unternehmen außerdem, Fabrikvermögen aus der Ferne zu überwachen und zu verwalten, wodurch die Sicherheit erhöht und Risiken für menschliche Mitarbeiter verringert werden. Mit hochauflösenden intelligenten Kamera- und Sensorsystemen können Geräte bei Problemen abgeschaltet, Vermögenswerte im gesamten Werk nachverfolgt und der Zugang zu Gefahrenbereichen einfach kontrolliert werden. Darüber hinaus verleihen Sicherheitspatrouil-



Bild 3: Zu den prozessverbessernden Technologien zählen Augmented und Virtual Reality (AR und VR).

lenroboter, die mit KI und autonomen Navigationsfähigkeiten ausgestattet sind, der intelligenten Fabrikhalle eine neue Sicherheitsebene. Mit integrierten Kameras, Wärmebildfunktionen und LiDAR ermöglichen diese Einheiten den Mitarbeitern die Ferninspektion gefährlicher Bereiche und können den Status von Unternehmensanlagen per Livestream an das zuständige Personal übertragen. Patrouillenroboter können auch mit Sensoren ausgestattet werden, um Flüssigkeits- oder Gaslecks, thermische Veränderungen und akustische Signale zu erkennen, was ein proaktives Management potenziell katastrophaler Szenarien ermöglicht.

Schließlich schafft die Kombination von 5G und IIoT Möglichkeiten für eine intelligente Verwaltung und Automatisierung von Abläufen in einem noch nie dagewesenen Ausmaß. In intelligenten Lagern kann beispielsweise eine Kombination aus unbemannten Gabelstaplern, Roboterarmen, Verpackungsmaschinen und fahrerlosen Transportsfahrzeugen (FTF) vollständig mit 5G-Konnektivität verwaltet werden. Und während FTFs auf geführte Schienen beschränkt sind, können sich fortschrittlichere AMR (Autonomous Mobile Robots), die durch 5G-fähige Navigationsfunktionen und einen hohen Datendurchsatz unterstützt werden, frei in Fabrik- und Lagerumgebungen bewegen. Dadurch können diese Roboter eine Vielzahl von Aufgaben erfüllen, von der Produktinspektion über den Transport von Waren bis hin zur Wartung der Fabrik- oder Lagerumgebung nach höchsten Standards. ◀

