

Mit IoT und Augmented Reality die Macht der Daten freisetzen

März 2020

Von Zia Yusuf, Vladimir Lukic, James Heppelmann, Craig Melrose, Neeru Ravi, Usama Gill und Andres Rosello





Boston Consulting Group ist Partnerschaften mit führenden Vertretern der Geschäftswelt und der Gesellschaft eingegangen, um sich den wichtigsten Herausforderungen zu stellen und die großartigen Möglichkeiten zu nutzen. BCG war bei der Gründung im Jahr 1963 Vorreiter im Bereich der Geschäftsstrategien. Heute helfen wir unseren Kunden bei kompletten Transformationen – indem wir komplexe Änderungen fördern, Organisationen das Wachstum ermöglichen, Wettbewerbsvorteile aufbauen und den Gesamt-Impact vorantreiben.

Um erfolgreich zu sein, müssen Organisationen digitale und menschliche Fähigkeiten kombinieren. Unsere vielfältigen, globalen Teams verfügen über tiefgehende industriebezogene und funktionale Expertise sowie Perspektiven, die Veränderungen auslösen. BCG liefert Lösungen durch branchenführendes Management-Consulting, Technologie und Design, korporative und digitale Projekte – und Unternehmenszwecke. Wir arbeiten im gesamten Unternehmen und über alle Ebenen hinweg mit einem einzigartig kollaborativen Modell, wodurch wir Ergebnisse erzielen, die unsere Kunden vorantreiben.

PTC sorgt dank prämierter, markterprobter Lösungen für industrielle Innovation, die es Unternehmen ermöglicht, ihre Produkte und Services zu differenzieren, ihre Betriebsexzellenz zu verbessern und die Produktivität der Belegschaft zu steigern.

Mit PTC und seinem Ökosystem an Partnern können Hersteller auf das Versprechen der neuen Technologien aufbauen und digitale Transformationen fördern.

Mit IoT und Augmented Reality die Macht der Daten freisetzen

Augmented Reality (AR) – eine Technologie, die enorm viel verspricht – tritt als Schlüssel hervor, der das volle Potenzial des Internets der Dinge (Internet of Things, IoT), freisetzen wird. AR-Anwendungen nutzen die unzähligen Daten, die von IoT-Geräten und -Komponenten generiert werden, um Mitarbeitern dabei zu helfen, effektiver und produktiver zu werden.

Schnell einen Zyklus der Kosteneinsparungen, Ertragssteigerungen und höherer Gewinne einzuleiten, kann zu einer zweistelligen Steigerung des Umsatzes und des Gewinns führen. Unternehmen sollten eine zusammenwirkende IoT-AR-Strategie entwickeln, anstatt stückweise über diese Technologien nachzudenken. Dieser Bericht enthält eine IoT-AR-App zum Herunterladen, die zeigt, wie Unternehmen diese Gewinne erhalten können.

Warum AR in direkter Verbindung zu IoT steht

Geradezu unbemerkt ist die Zahl der Geräte mit Anschluss an das IoT von ca. 6 Mrd. im Jahr 2016 auf 11 Mrd. im Jahr 2018 gestiegen und wird laut Gartner im Jahr 2020 möglicherweise 20 Mrd. betragen. Dieser Anstieg hat zu einer wahrhaften Datenexplosion geführt. Cisco Systems und IDC schätzen das Volumen der IoT-generierten Daten auf ca. 22 Zettabytes (oder 22 Billionen Gigabytes) im Jahr 2016. Dieses Volumen könnte sich bis zum Jahr 2019 mehr als verdoppeln und ca. 52 Zettabytes erreichen. Weiterhin wird erwartet, dass es bis zum Jahr 2021 85 Zettabytes erreichen wird.

Das Datenvolumen wächst so schnell, dass viele Unternehmen nicht in der Lage sind, all die Daten zu nutzen, die sie sammeln. Ein enormes Volumen führt zu langen Verarbeitungszeiten und die Informationen bleiben ungenutzt in riesigen „Datengräbern“ liegen. Außerdem fehlt den Daten eine kohärente Abfolge und die Datenbanken haben zu viele Quellen, die sie synthetisieren müssen. Daher ist es für viele Unternehmen schwierig, datenbasierte Einblicke zu generieren, die Mitarbeiter zur richtigen Zeit und am richtigen Ort nutzen können.

Eine weitere, oft übersehene Herausforderung, um die Datenmengen effektiv zu nutzen, sind die Standard-Visualisierungstools: sie sind nicht immer effektiv, um Daten aus vielen Quellen zu analysieren. Allerdings müssen die meisten Menschen Daten in visueller Form erleben können, um diese schnell zu verstehen.

Hier kommt AR ins Spiel. IoT-Geräte erfassen Daten aus der physischen Welt, sodass diese analysiert werden können. AR-Geräte nehmen diese digitalen Daten auf und bringen sie zurück in die physische Welt, sodass Menschen sie sehen und mit ihnen interagieren können. (Beachten Sie die Seitenleiste „Die optimalen Orte für IoT-AR-Lösungen.“)

Im Gegensatz zu vielen anderen Virtual Reality-Anwendungen, für die der Nutzer sich bereits in einer virtuellen Umgebung befinden muss, legen AR-Anwendungen digitale Informationen auf die physische Umgebung des Nutzers. Eine AR-Anwendung kann beispielsweise Live-Kameraaufnahmen digitale Inhalte hinzufügen und dadurch den Anschein erwecken, dass sie ein Teil der physischen Welt sind. Diese Fähigkeit ermöglicht es Nutzern, auf eine intuitivere Weise mit den Daten zu interagieren.

Verschiedene Unternehmen haben AR-Anwendungen entwickelt, die künstliche Intelligenz verwenden, um enorme Mengen und verschiedene Arten von Daten (darunter IoT-Daten) auf wenige kritische Aktionen herunterzubrechen, die den Mitarbeitern dann zur richtigen Zeit und am richtigen Ort angezeigt werden, sodass sie gut informierte Entscheidungen treffen und Aufgaben besser erledigen können. In vielen Branchen riskieren es die Unternehmen, die nicht mit kombinierten IoT-AR-Strategien experimentieren, hinter ihren Wettbewerbern zurückzubleiben.



Die besten Einsatzgebiete für IoT-AR-Lösungen

IoT-AR-Lösungen sind am nützlichsten in Geschäftssituationen, in denen Mitarbeiter (eher als automatisierte Systeme) einige oder alle Entscheidungen treffen und in denen Arbeiter digitale Daten benötigen, um effektiver mit physischen Objekten, also Maschinen oder Räumen, zu interagieren.

IoT-AR-Anwendungen sind außerdem sehr hilfreich für die Zusammenfassung von großen Datenmengen oder verschiedenen Arten kontextueller Daten in einer einzigen Übersicht, die die Entscheidungsfindung vereinfacht, wenn Mitarbeiter beide Hände benötigen, um Objekte in ihrer Umgebung effektiv in Echtzeit zu handhaben und wenn Mitarbeiter Objekte oder Teile handhaben müssen, die nicht sichtbar sind.

Die Nutzung von IoT- und AR nimmt rasch zu

Die Nutzung von AR für Unternehmen verbreitet sich immer weiter: Unternehmen erweitern die Nutzung dieser Technologie über die anfänglichen Testfelder in den Bereichen Marketing und Vertrieb hinaus. (Sehen Sie *Augmented Reality: Is the Camera the Next Big Thing in Advertising*, BCG Report, April 2018.) Diese Erweiterung umfasst andere Funktionen, insbesondere die Produktion, den Betrieb, Service und Schulungen. (Sehen Sie „*Rolling Out Augmented Reality in the Field*“, BCG Article, Oktober 2018.) Die starke Zunahme an Smartphones und Tablets, auf denen AR verwendet werden kann, hat die Verbreitung von AR mehr gefördert als die Entwicklung von für AR bestimmten Geräten.

Um die vorherrschenden Trends zu identifizieren, haben BCG und PTC eine quantitative Umfrage mit mehr als 200 Führungspersonen von Unternehmen, die IoT- und AR-Lösungen oder beide nutzen, durchgeführt. Wir haben außerdem mit verschiedenen leitenden Führungskräften gesprochen. Es fällt auf, dass viele IoT und AR als Ergänzung ansehen. Von den befragten Unternehmen nutzen 81 % IoT und untersuchen auch die Möglichkeit, AR zu nutzen, während ungefähr 76 % von denen, die reine AR-Lösungen entwickeln, glauben, dass es wertvoll wäre, ihre Anwendungen mit IoT zu kombinieren.

IoT-AR-Lösungen helfen Mitarbeitern dabei, intelligente Entscheidungen zu treffen, indem sie eine enorme Menge und Varietät an kontextspezifischen Daten in einer einzigen Übersicht zusammenfassen.

Die Kombination von IoT und AR ist ein neuer Trend. Obwohl einige Unternehmen bereits seit 2010 mit IoT-AR-Lösungen experimentieren, ist die Anzahl derer, die dies tun, erst seit 2017 stark angestiegen. Darüber hinaus erwarten über 80 % der befragten Unternehmen, dass IoT-Lösungen in den nächsten fünf Jahren zur Norm in der Branche werden. Die Umfrage hob weitere wichtige Trends in den fünf Bereichen hervor:

- **Branchen.** Verschiedene Branchen bereiten den Weg für die Nutzung von IoT- und AR-Technologien zur gleichen Zeit. Die Schwerindustrie zeigt den Weg, gefolgt von der Technologiebranche, dem Ingenieurwesen, der Luft- und Raumfahrt, der Telekommunikation und den Medien. In Bezug auf Funktionen wie die Gerätewartung haben wir festgestellt, dass IoT- und AR-Anwendungen bereits den neuesten Stand der Technik darstellen.
- **Design.** Laut unserer Umfrage begannen 47 % der Experimente mit der Nutzung von IoT; Unternehmen fügten AR später hinzu. In den Interviews merkten leitende Führungskräfte jedoch an, dass ihre Unternehmen von Anfang an Lösungen entwickelt hätten, die eine Kombination aus IoT- und AR-Technologien verwendeten. Es wäre einfacher gewesen, diese Technologien einzusetzen und sie schafften mehr Werte.
- **Geräte.** In den Unternehmen, die wir befragt haben, haben viele Nutzer von IoT-AR-Anwendungen mehr als ein AR-Gerät verwendet. Das Smartphone ist das beliebteste (51 %), gefolgt von Microsoft HoloLens (39 %), Google Glass (18 %), kundenspezifischen Geräten (17 %), am Kopf getragenen Geräten (16 %), Wearables von RealWare (11 %) und dem Display von Magic Leap (9 %).

- **Organisationsstruktur.** Von den Unternehmen, die wir befragt haben, verwalten bereits 85 % die Entwicklung und den Einsatz von kombinierten IoT- und AR-Anwendungen und von diesen Unternehmen haben 77 % für AR bestimmte Budgets.
- **Amortisation.** Ungefähr 80 % der befragten Unternehmen sagten aus, dass sie innerhalb von drei Jahren eine Amortisation ihrer Investitionen in IoT und AR erwarten und 26 % konnten ihre Investitionen in einem Jahr oder weniger wieder ausgleichen. Tatsächlich hat die Hälfte der Unternehmen, die die beiden Technologien eingeführt haben – oder sich diesbezüglich in einer späten Testphase befinden – bereits intern ihren Wert aufgezeigt, während ca. 35 % auf dem Weg dahin sind, dies zu tun.

IoT und AR in der Praxis




Im Rahmen unserer Umfrage und Interviews haben wir mehr als 30 IoT-AR-Anwendungsfälle identifiziert. Bei einer genauen Untersuchung stellten wir fest, dass diese auf eine bedeutungsvolle Art und Weise analysiert werden könnten, indem wir berücksichtigen, wie sie die menschliche Arbeitsleistung erhöht und sich auf das Geschäft ausgewirkt haben. (Sehen Sie *Darstellung 1.*)

IoT- und AR-Anwendungen können Menschen auf dreierlei Weise helfen:

- **Die Daten visualisieren und mit der Umwelt interagieren.** IoT-AR-Lösungen helfen Mitarbeitern dabei, Daten zu visualisieren, zu analysieren und zu verstehen, was es ihnen wiederum ermöglicht, ihre Umgebungen besser zu steuern. Menschen sind intuitiver beim Verstehen von Daten, wenn sie sie in 3D betrachten. Den Mitarbeitern beim Lösen von Problemen relevante Daten oder Wissen bereitzustellen, ist nach den herrschenden Lerntheorien die effektivste Art und Weise, sie bei der Arbeit zu unterstützen. Unter den IoT-AR-Anwendungsfällen, die es Mitarbeitern ermöglichen, Daten zu visualisieren und mit ihren Umgebungen zu interagieren, sind 20 % der Arbeiter in der Verwaltung von Räumen tätig.
- **Diagnoseprobleme.** IoT- und AR-Anwendungen vereinen verschiedene Arten von Daten in einer einzigen Übersicht, was Mitarbeitern dabei hilft, Objekte und Räume besser zu analysieren sowie Probleme von physischen Objekten und ihren Umgebungen zu erkennen. Diese Anwendungen helfen Mitarbeitern beispielsweise dabei, Probleme mit komplexen Maschinen zu erkennen, ohne diese öffnen zu müssen und einen Teil zu lokalisieren, ohne jedes Regal durchzugehen. Unter den IoT-AR-Anwendungsfällen, die es Mitarbeitern ermöglichen, bessere Problemdiagnosen zu erstellen, helfen 22 % Arbeitern bei der Verwaltung von Vorrichtungen oder Objekten.
- **Handeln.** IoT-AR-Lösungen helfen Mitarbeitern dabei, intelligente Entscheidungen zu treffen, indem sie eine enorme Menge und Varietät an kontextspezifischen Daten in einer einzigen Übersicht zusammenfassen. IoT-AR-Anwendungen können außerdem Mitarbeiter mit Experten verbinden, die sich an anderen Orten befinden und diese können Echtzeit-Beratungen bereitstellen. Unter den IoT-AR-Anwendungsfällen, die Mitarbeitern geholfen haben, zu handeln, haben 15 % die menschlichen Kompetenzen gesteigert.

Darstellung 1 – Die IoT-AR-Umfrage identifizierte 33 Anwendungsfälle

Anwendungsfälle, die den Arbeitseinsatz erhöhen

		Daten visualisieren und mit der Umwelt interagieren	Probleme erkennen	Handeln
Anwendungsfälle, die die Geschäftskapazitäten erhöhen (%)	 Menschliche Fähigkeiten erweitern	<ul style="list-style-type: none"> • Installation, Nutzung und Wartung von Ausrüstung • Juristische Ausbildung und militärisches Training • Pilotentraining • Gesundheitstraining <p style="text-align: right;">13 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Versicherungsansprüche • Fern-Support <p style="text-align: right;">9 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Navigation über Heads-up-Displays • Verbraucherservices • Medizinische Eingriffe • Digitale Luftfahrt • Persönliche Gesundheitsversorgung <p style="text-align: right;">15 %</p>
	 Lagerplatz verwalten	<ul style="list-style-type: none"> • Design von funktionalen Räumen und Optimierung (für Lagerhäuser, Läden und Städte) • Verbrauchernavigation • Standortbasiertes digitales Marketing • Überwachung des Inventars • Sicherheit und Gefahrenbewältigung <p style="text-align: right;">20 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung von Raum und Umwelt • Monitoring in der Landwirtschaft • Gebäude- und Einrichtungsinspektion • Optimierung der Krankenhausvisite <p style="text-align: right;">4 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kommissionierung • Raumoptimierung (z. B. für Kommissionierung und Organisation von Lieferungen) <p style="text-align: right;">3 %</p>
	 Ausrüstung und Objekte verwalten	<ul style="list-style-type: none"> • Produktdesign • Konstruktionsdesign <p style="text-align: right;">3 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Assets-Qualitätssicherung • Betriebskontrolle • Kontrolle und Diagnose von Ausrüstung • Qualitätskontrolle • Optimierung der Produktionslinie <p style="text-align: right;">22 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von Arbeitsanweisungen • Asset-Installation • Wartungshandbücher • Betriebsanleitung (für präzise Prozesse und umfangreiche industrielle Installationen) <p style="text-align: right;">12 %</p>

Quellen: Von BCG und PTC durchgeführte IoT-AR-Umfrage und Interviews mit Experten; BCG-Analyse.

Anmerkung: Der Prozentsatz zeigt den Anteil der Antworten auf die Umfrage an, die in Verbindung zu einer bestimmten Anwendungsfallkategorie standen; es waren mehrere Antworten erlaubt.


Diese drei Methoden bauen aufeinander auf: Um ein Problem zu erkennen, müssen Mitarbeiter Daten visualisieren und mit ihrer Umwelt interagieren. Und um zu handeln, müssen Sie ein Problem erkennen.

IoT und AR-Technologien beeinflussen Geschäfte in drei Bereichen:

- **Die Steigerung der menschlichen Kompetenzen.** Unternehmen können IoT-AR-Lösungen nutzen, um Mitarbeitern dabei zu helfen, zu lernen, wie sie komplexe Aufgaben leichter erledigen können. Beispielsweise kann eine IoT-AR-Anwendung Werkmitarbeiter für die Montage von Vorrichtungen oder die Nutzung von Maschinen schulen, indem sie Produkte simuliert und diese mit IoT-Daten belegt. Ebenso könnten Krankenhäuser diese Lösungen nutzen, um Facharbeiter der Gesundheitsbranche zu schulen.
- **Räume verwalten.** IoT- und AR-Technologien können Unternehmen dabei helfen, aufgeschlüsselte Daten zu verstehen, die aus physischen Räumen, wie zum Beispiel Produktions- und Lagerstätten oder Einzelhandelsgeschäften gesammelt werden. Das Verstehen von aufgeschlüsselten Daten ist entscheidend, um funktionale Bereiche besser zu

verwalten. Beispielsweise kann eine IoT-AR-Anwendung einem Unternehmen helfen, seine Nutzung einer Lagerstätte zu optimieren, indem sie den Raum für Produkte bestimmt, die viel Umsatz generieren; den Zustand des Inventars überwacht und alte Bestände, die ausgelagert werden sollen, identifiziert. Die Anwendung kann auch IoT-Daten und AR-Geräte nutzen, um Arbeiter auf der effizientesten Route durch die Lagerstätte zu leiten. Eine solche Anwendung einzuführen, könnte die Menge an benötigtem Arbeitskapital und die Energiekosten reduzieren sowie die Arbeitsproduktivität steigern.

Ebenso könnten Unternehmen AR nutzen, um Daten zu Fußwegen – die mithilfe von Lichtsignalen, mobilen Apps und Videoanalysen gesammelt wurden – für die Konfiguration von Einzelhandelsgeschäften zu nutzen, um die optimale Einrichtung eines Geschäfts zu identifizieren. Zusätzlich können AR-Headsets Live-IoT-Daten von Sensoren im Geschäft sammeln, um es Managern zu ermöglichen, durch die Gänge eines Ladens zu gehen und Probleme zu erkennen. Warnungen können angezeigt werden, wenn Produkte beispielsweise nicht mehr verfügbar sind, falsch platziert wurden oder einen falschen Barcode aufweisen.



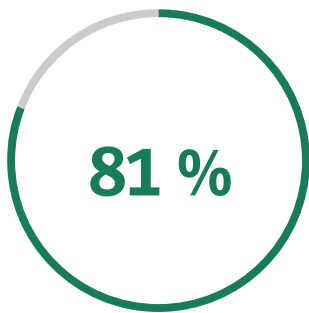
**IoT- und AR-Anwendungen stellen
in Bereichen wie der Gerätewartung
bereits den neuesten Stand der
Technik dar.**

- Verwaltung der Ausrüstung.** Unternehmen können Mitarbeitern helfen, Feinabstimmungen für komplexe Ausrüstungen vorzunehmen und Reparaturen durchzuführen, indem eine AR-Anwendung erschaffen wird, die IoT-Daten auf einer visuellen Darstellung der Maschinenkomponenten anzeigt. Eine solche Darstellung ermöglicht es den Mitarbeitern, das Innere der Maschine und sogar schwierig einzusehende Bereiche zu betrachten, sodass sie Probleme einfacher diagnostizieren können. AR ermöglicht es Anwendungen, Schritt-für-Schritt-Anleitungen auf dem Bild zu zeigen sowie Echtzeit-Anleitungen von Experten bereitzustellen, die sich an einem anderen Ort befinden, während die Mitarbeiter eine Reparatur durchführen. In einigen Fällen werden die nächsten Reparaturanleitungen möglicherweise erst dann einem Techniker bereitgestellt, wenn der aktuelle Schritt digital bestätigt und abgeschlossen wurde. Dies sorgt für eine bessere Qualität der Reparatur.

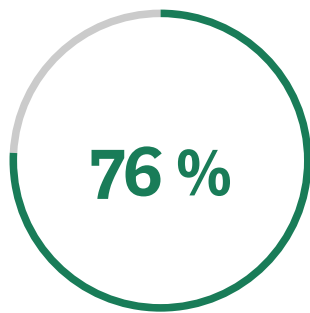
In Produktionshallen können Mitarbeiter AR-Geräte tragen, die ihnen helfen, IoT-Daten im Kontext ihrer Arbeit zu visualisieren. Wenn IoT-Sensoren beispielsweise in Maschinen oder einer Produktionslinie eingebettet sind, können Techniker, die AR-Brillen tragen, durch die Produktionshalle laufen, um

Erkenntnisse darüber zu erlangen, wie gut die Vorrichtungen funktionieren. Umso näher der Techniker einer Vorrichtung kommt, desto spezifischer sind die Informationen. IoT-AR-Anwendungen machen es außerdem einfacher, über Produktionslinien hinweg Probleme zu erkennen.

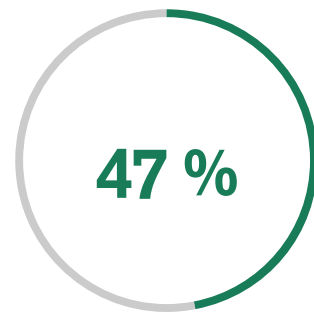
Beim Gestalten von Maschinen können Unternehmen digitale Modelle mit IoT-Daten speisen und AR nutzen, um mit solchen Modellen maßstäblich zu interagieren, wodurch sie den Designern eine dramatisch genauere Darstellung davon bieten können, wie das Design in der Realität funktionieren wird. Die Darstellung kann den Designern beispielsweise helfen, die am meisten genutzten Funktionen zu erkennen, sodass sie das Design und die Leistung der Maschine verbessern können. Ebenso können IoT-Geräte, die sich an einem anderen Ort befinden – wie zum Beispiel Kameras und Temperatursensoren, die in und um Strukturen herum installiert sind – Datenmengen aktivieren, die Unternehmen dabei unterstützen, digitale Kopien zu erschaffen. Wenn solche virtuellen Modelle mit AR-Geräten gepaart werden, können Architekten, Auftragnehmer und Bauunternehmer mit Daten interagieren, um bessere Beiträge zu leisten und unter anderem die Installation von Rohrleitungen und Elektrizitätsversorgung verbessern.



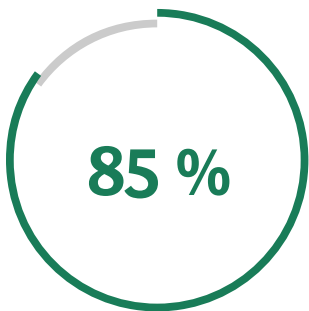
Befragte, die IoT nutzen und auch die Idee erkunden, AR zu nutzen



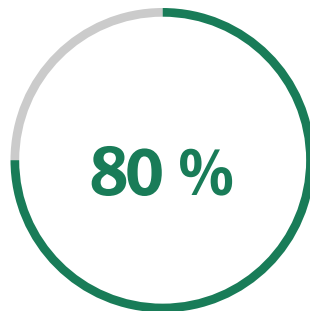
Befragte, die reine AR-Lösungen entwickeln und glauben, dass das Hinzufügen von IoT einen Mehrwert bilden würde



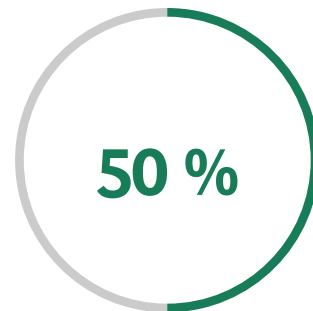
Befragte, die mit der IoT-Technologie begonnen und später AR hinzugefügt haben



Befragte, die IoT und AR in Kombination verwenden; 77 % davon haben für AR bestimmte Budgets



Befragte, die eine Amortisation ihrer IoT-AR-Investitionen innerhalb von drei Jahren erwarten



Befragte, die den Wert der Nutzung von IoT und AR bereits gezeigt haben

Leistungen steigern – mit IoT und AR

Die Einführung von IoT und AR ist eine der schnellsten Methoden für Unternehmen, um ihren Gewinn zu erhöhen. IoT-AR-Lösungen können Unternehmen helfen, Ihre Leistung auf dreierlei Weise zu verbessern, und dies oft zur gleichen Zeit.

- **Kosten reduzieren.** Unternehmen können ihre Kosten reduzieren, indem sie IoT- und AR-Technologien verwenden, um ihre Arbeitsproduktivität zu verbessern, Materialabfälle reduzieren, Asset-Stillstandszeiten mindern und das Betriebskapital optimieren – und das ist nur der Anfang. Sogar eine einfache Anwendung – wie zum Beispiel eine IoT-AR-Lösung, die kontextspezifische Echtzeit-Daten liefert, um Mitarbeitern dabei zu helfen, die Reparatur von Ausrüstung anzugehen – kann die Erfolgsrate einer Erstreparatur erhöhen und Fehler mindern. Diese beiden Faktoren führen zu geringeren Materialkosten und mindern den Bedarf an wiederholten Besuchen von Technikern.
- **Erträge steigern.** Unternehmen können IoT-AR-Lösungen anwenden, um ihre Betriebsgeschwindigkeit zu erhöhen und damit auch die Produktionsleistung. Unternehmen können diese Technologien außerdem nutzen, um neue Produkte und Services zu entwickeln, aus denen sie möglicherweise einen Gewinn erwirtschaften. Eine Möglichkeit wäre, einen Premium-Wartungsservice zu erschaffen, der auf IoT und AR aufbaut und ein Unternehmen dabei unterstützt, Kunden zu sichern, Kundenabwanderungen zu reduzieren und die Nummer an Kunden zu steigern, die sich für Aftersales-Services entscheiden.
- **Strategische Werte schaffen.** Der zusätzliche Wert aus einer IoT-AR-Lösung kann sich auf viele Weisen zeigen, darunter ein höherer Markenwert, eine erhöhte Kundenzufriedenheit und geringere Risiken. Die Nutzung von AR, um Mitarbeiter durch ein Lagerhaus zu führen, kann beispielsweise für eine höhere Sicherheit sorgen, und dies wiederum verbessert die Arbeitsumgebung.

Eine IoT-AR-Anwendung

Um zu betonen, wie IoT-AR-Lösungen signifikante Renditen generieren können, haben wir zwei Anwendungsfälle untersucht und eine IoT-AR-App entwickelt, um diese zum Leben zu erwecken. Die App zeigt, wie diese Technologien helfen können, Gerätewartungen und Lagerkosten zu reduzieren.

Die Kostenreduzierung und die wachsenden Erträge aus der Gerätewartung mit IoT und AR. Die Aftersales-Services sind eine lukrative Ertragsquelle für industrielle Hersteller, da die meisten Kunden Serviceverträge für die Wartung und Verwaltung ihrer Assets unterschreiben. Hersteller erfahren jedoch immer stärkeren Druck von den Kunden, nicht nur einen besseren Service zu geringeren Preisen, sondern auch schnellere Reaktionen zu liefern. Außerdem müssen viele Hersteller mit einer wachsenden Fähigkeitenlücke umgehen. Die sogenannten „Baby Boomers“ verlassen die Belegschaft und die Unternehmen verlieren deren Erfahrungen und Expertise. Vor diesem Hintergrund kann die Nutzung einer IoT-AR-Lösung für die Gerätewartung verschiedene Probleme angehen:

- **Unerwartete Stillstandszeiten.** IoT-Technologien können Vorrichtungen kontinuierlich überwachen, um frühzeitige Warnungen bezüglich der Funktionalität von Maschinen und Produktionslinien zu liefern. IoT-AR-Lösungen nutzen IoT-Echtzeit-Leistungsdaten, fortgeschrittene Analysen und AR-Technologien, um Warnungen an Mitarbeiter zu senden, damit sie präventive Wartungen durchführen können.
- **Projektverspätungen und höhere Kosten.** IoT-Daten und -Analysen können bestimmen, wann die Stillstandszeiten von Vorrichtungen weniger störend sind und welche Teile gewartet oder repariert werden müssen. Solche Anleitungen helfen Unternehmen, Projektverspätungen und höhere Kosten zu vermeiden.
- **Lange Wartezeiten für Reparaturen.** Außendienst-Techniker müssen normalerweise die Standorte der Maschinen besuchen, um Reparaturen durchzuführen – dies erhöht die Stillstandszeit. Der Fern-Support mithilfe von AR ermöglicht jedoch den Zugang zu IoT-Dashboard-Daten, und dies kann weniger erfahrenen Mitarbeitern vor Ort helfen, Probleme anzugehen, mit denen sie sonst nicht umgehen könnten.
- **Mehr Zeit für Schulungen.** Erfahrene Mitarbeiter verlassen die Belegschaft. Daher müssen Unternehmen mehr Zeit dafür einplanen, andere und neue Mitarbeiter für komplexe Aufgaben zu schulen. AR-Geräte geben Schritt-für-Schritt-Anleitungen für physische Objekte, die Mitarbeitern die nötige Orientierung und Schulung direkt bei der Arbeit bieten.
- **Schlechte Servicequalität.** IoT- und AR-Technologien können bestätigen, ob Geräte repariert oder schlecht gewartet wurden, und dies, gemeinsam mit den AR-geleiteten Arbeitsanweisungen, verbessert die Servicequalität.

Verschiedene Unternehmen – wie zum Beispiel Global Foundries, Howden Group, Systemex, und Volvo Group – haben IoT-AR-Lösungen eingeführt, um Wartungsprobleme anzugehen, Kunden Selbstbedienungsoptionen zu bieten und die Qualität zu verbessern. Bei diesen OEMs transformieren die IoT-AR-Lösungen die Geschwindigkeit und Qualität der Servicebereitstellung, erhöhen die Kundenzufriedenheit und reduzieren die Kundenabwanderung.

Durch die Umsetzung von IoT-AR-Lösungen haben Unternehmen einige entscheidende ökonomische Verbesserungen erlebt:

- **Erhöhte Arbeitsproduktivität.** Die Bereitstellung von AR-geleiteten Anweisungen reduziert die Zeit für Reparaturen und erhöht somit die Arbeitsproduktivität. Da Fern-Support den Bedarf an Experten, die zu den Standorten reisen, verringert, kann jeder Spezialist mehr Service-Calls bedienen.
- **Geringerer Materialverlust und weniger Nacharbeiten.** AR-basierte Anleitungen können gemeinsam mit der IoT-Verifizierung sicherstellen, dass Reparaturen bereits beim ersten Mal abgeschlossen werden. Somit besteht kein Bedarf an Nacharbeiten und an erneuten Bestellungen von Teilen.
- **Geringere Kosten.** IoT-AR-Schulungen reduzieren die Arbeitskosten, indem sie auch weniger begabte Mitarbeiter

FÜNF KRITISCHE PUNKTE BEI WARTUNG UND REPARATUR

TYPISCHES SZENARIO
OHNE IOT UND AR

1

Im Unternehmen ist man sich nicht bewusst, dass der Bagger gewartet werden muss – bis er ausfällt, was unerwartete Stillstandszeiten verursacht.

2

Ungeplante Stillstandszeiten verursachen Verzug und erhöhte Kosten für ein Projekt. Zusätzlich geht beim Warten auf Ersatzteile Zeit verloren.

5

Während der Reparatur werden Fehler beim Lesen komplexer Handbücher gemacht und die Qualität der Reparatur wird nicht geprüft oder dokumentiert.

3

Zeit wird verschwendet, wenn aufgrund einer falschen Einschätzung Experten an dem Standort reisen müssen, um eine korrekte Fehlerdiagnose auszuführen.

4

Erfahrene Mitarbeiter verlassen die Belegschaft. Dadurch geht wichtige Zeit verloren, um neue Mitarbeiter für komplexe Aufgaben zu schulen.



befähigen, Reparaturen durchzuführen. Diese Anwendungen verringern außerdem die Schulungskosten, indem sie bei Bedarf Training direkt bei der Arbeit bieten.

- **Geringere Kundenabwanderung.** IoT-AR-Lösungen können die Geschwindigkeit von Unternehmen bei der Reaktion auf Kundenanfragen steigern und somit die Servicequalität erhöhen. Im Gegenzug können Unternehmen ihre Erneuerungsrate von lukrativen Verträgen für Services nach dem Verkauf erhöhen und neue Chancen gewinnen.
- **Neue Angebote.** Die Entwicklung von neuen, wertschöpfenden IoT-AR-Services und -Kompetenzen kann die Chancen für Hersteller erhöhen, Erträge aus bereits existierenden Kunden zu gewinnen. Solche Services und Kompetenzen helfen außerdem dabei, den Markenwert des Unternehmens aufzubauen.

Um zu zeigen, wie eine Lösung, die IoT mit AR kombiniert, Kosten senken und Erträge steigern kann, haben wir eine Fallstudie mit realen Daten durchgeführt. In unserer Studie verzeichnet ein Hersteller Erträge von 1 Mrd. US-Dollar aus Aftersales-Services, oder 30 % seiner jährlichen Erträge, und hat 1.000 Servicetechniker.

Wir haben festgestellt, dass der Hersteller potenziell zwischen 13 und 30 Mio. US-Dollar Netto-Gewinn für jede Milliarde US-Dollar an Erträgen hinzugewinnen kann, indem 20–30 % seiner Servicetechniker eine IoT-AR-Lösung verwenden. Wir haben oft gesehen, dass Unternehmen Ergebnisse erzielen, die sich am höheren Ende dieser Spanne befinden. (Sehen Sie Darstellung 2.)

Laut unserer Berechnung könnte das Aufwärtspotenzial sogar noch höher sein, wenn das Unternehmen die Lösungen für alle seine Servicetechniker einführt. Die Gewinne würden sich außerdem über den Hersteller hinaus erstrecken, da sie entscheidende Kosteneinsparungen für die Kunden mit sich bringen – durch geringere Asset-Stillstandszeiten und höhere Asset-Leistungen.

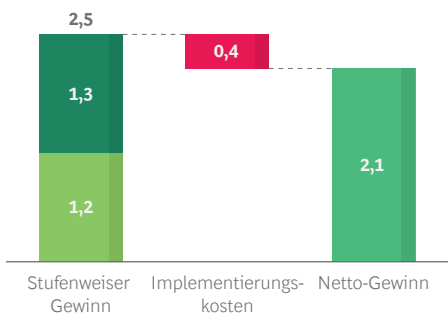
Darstellung 2 – Unternehmen können ihre Rendite steigern, indem sie eine IoT-AR-Wartungslösung implementieren

Stufenweiser Gewinn

	Wirtschaftliche Auswirkungen	Betroffener Geschäftsbereich (% des Ertrags)	Geschäftsverbesserung (%)	Gewinn (pro Ertrag von 1 Mrd. US-Dollar)	Gewinn (% des Ertrags)
Kosten	Steigerung der Arbeitsproduktivität	Adressierbare Arbeitskosten: 1,5–2,0	Rückgang der Arbeitskosten durch schnellere Arbeitsabläufe: 45–55	7–11 Millionen US-Dollar	0,7–1,1
	Rückgang der Kosten für Mitarbeiterschulungen	Schulungskosten: 0,5–0,6	Rückgang der Schulungskosten: 20–30	1–2 Millionen US-Dollar	0,1–0,2
	Rückgang der Kosten für Nacharbeiten	Kosten für wiederholte Besuche: 0,6–0,8	Verbesserte Erfolgsrate bei Erstreparaturen: 30–50	2–4 Millionen US-Dollar	0,2–0,4
Erträge	Ertragssteigerung durch weniger Kundenabwanderung und neue Services	Adressierbare Serviceerträge: 6,0–9,0	Steigerung der Serviceerträge: 10–20	6–18 Millionen US-Dollar	0,6–1,8



Durchschnittliche Auswirkungen in Prozent vom Unternehmensertrag



	Stufenweiser Gewinn (%)	Implementierungskosten	Netto-Gewinn
	1.6–3.5	0.3–0.5	1.3–3.0
Pro Ertrag von 1 Mrd.	16–35 Millionen US-Dollar	3–5 Millionen US-Dollar	13–30 Millionen US-Dollar

Quelle: BCG-Analyse.

Anmerkung: Unsere Fallstudie bewertete einen Hersteller mit jährlichem Umsatz von ca. 3,3 Mrd. US-Dollar und jährlichem Umsatz für Aftersales-Services von ca. 1 Mrd. US-Dollar. Das Unternehmen zählte 1.000 Servicetechniker, von denen nur 20–30 % eine IoT-AR-Lösung nutzen konnten. Aufgrund von Rundungen stimmen nicht alle Angaben mit den angezeigten Endergebnissen überein.

EINE IOT-AR-LÖSUNG TRANSFORMIERT DIE GESCHWINDIGKEIT UND QUALITÄT VON WARTUNGEN



1

Vorausschauende Überwachung

Die IoT-Analytik überwacht die Ausrüstung proaktiv und bietet frühzeitige Warnungen zum Gerätezustand.



2

Planmäßiger Service und Lieferung von Teilen

Die IoT-Analytik bestimmt, wann eine Stillstandszeit wegen Wartungen am wenigsten störend ist und welche Ersatzteile benötigt werden.



3

Datengesteuerte Diagnose

Fern-Support via AR und Zugang zu IoT-Daten reduzieren die Reisezeit für Experten und helfen weniger erfahrenen Ingenieuren dabei, ein Problem zu erkennen.



4

Geführte Reparaturen und Trainings

Eine IoT-AR-Lösung bietet Schritt-für-Schritt-Anleitungen und ermöglicht dadurch geführte Reparaturen und intensives Training direkt am Arbeitsplatz.



5

Verbesserte Erfolgsrate bei Erstreparaturen

Eine IoT-AR-Lösung bestimmt, ob die Wartungen und Reparaturen richtig durchgeführt wurden und verfolgt die Leistung der Mitarbeiter.

Laden Sie die **IoT-AR-App von BCG und PTC** aus dem App Store oder Google Play herunter. Richten Sie dann die Kamera Ihres Gerätes auf das Bild auf dieser Seite, um die AR-Wartung zu starten.

Um sicher zu gehen, könnten Unternehmen anstatt einer IoT-AR-Lösung andere Optionen nutzen. Eine Alternative wäre, die Fähigkeiten der Mitarbeiter den richtigen Aufgaben zuzuordnen und dadurch Fehler zu reduzieren und die Erfolgsrate bei der Erstreparatur zu erhöhen. Eine rein menschliche Lösung kostet wahrscheinlich weniger, kann aber nicht alle Vorteile einer IoT-AR-Lösung liefern. Beispielsweise wird die erstere nicht die Reisezeiten von Experten reduzieren, keine Schulungsvorteile bereitstellen oder neuen Technikern helfen, schneller zu sein.

Um diese Fallstudie zum Leben zu erwecken, haben BCG und PTC IoT+AR entwickelt – eine App, die es Nutzern ermöglicht, eine Gerätewartungslösung in 3D zu erleben. Die App kann für **iOS-** und **Android-Geräte** heruntergeladen werden. Die App setzt Nutzer an die Stelle eines Technikers, um zu erleben, wie IoT und AR sie bei jedem Schritt einer Bagger-Reparatur anleiten können.

Sinkende Lagerkosten durch die Nutzung von IoT und AR.

Die zweite Fallstudie, die wir entwickelt haben, konzentrierte sich auf die Kommissionierung. In großen Lagerhäusern ist die Auswahl der Produkte für Versand und Lieferungen ein langsamer Prozess, da die Mitarbeiter enorme Räume verwalten müssen. In den meisten Fällen ist der Standort eines Produktes nur am Eingang und am Ausgang notiert, daher ist es für die Mitarbeiter im Lager schwierig zu wissen, wo sich die Produkte befinden. Mitarbeiter verbringen viel Zeit damit, die Produkte zu suchen und nutzen dabei suboptimale Routen. Außerdem führt das Handling von großen Produkten, oft mit einem Clipboard oder einer Checkliste in der Hand, schnell zu Unfällen und Schäden am Produkt, genauso wie das Arbeiten ohne klare Anweisungen.

Eine IoT-AR-Lösung kann die Geschwindigkeit von Kommissionierungsabläufen erhöhen und die Produktivität steigern. Verschiedene Unternehmen (wie zum Beispiel DHL, Intel und Boeing) haben IoT-Sensoren in ihren Lagern eingeführt sowie am Kopf getragene AR-Geräte, die Mitarbeiter zu den Standorten der Produkte führen, indem Sie das Sehfeld des Nutzers mit Anleitungen überlagern. Diese Lösungen helfen Mitarbeitern, die kürzesten Wege zum Standort von Produkten zu nutzen. Wenn Mitarbeiter die Produkte gefunden haben, scannt ihre Headset-Kamera sie und hakt sie auf der Liste ab, wodurch Mitarbeiter die Produkte nicht mehr handhaben müssen.

Unternehmen können auf verschiedene Weisen von den IoT-AR-Lösungen für Lagerstätten profitieren:

- **Gesteigerte Arbeitsproduktivität.** IoT-AR-Anwendungen, die optimale Wege durch die Lagerhäuser ermöglichen, sparen Zeit und reduzieren die Anzahl an für Kommissionierungsarbeiten benötigten Mitarbeitern.
- **Weniger Ausschuss.** AR-geleitete Anweisungen reduzieren das Risiko, dass Produkte beschädigt werden, sparen Versicherungskosten und Materialabfälle.

- **Schnellerer Durchlauf.** Verbesserte Betriebsgeschwindigkeiten durch IoT-AR-Lösungen mildern traditionelle Staus.
- **Geringeres Risiko.** AR-geleitete Navigation verbessert die Sicherheit und sorgt für weniger Unfälle. Dadurch entstehen bessere Arbeitsbedingungen in den Lagerhäusern.
- **Hochwertige Marken.** Die Standortverfolgung mithilfe von IoT ermöglicht es Unternehmen, die Standorte von Produkten ständig zu verfolgen, insbesondere in Bezug auf hochwertige Produkte. Die Bereitstellung von Services mit höherer Sensibilität, die von schnelleren Verarbeitungen unterstützt werden, können neue Geschäftschancen bieten und den Ruf des Unternehmens verbessern.

Diese Fallstudie konzentriert sich auf ein Logistik-Unternehmen, das den Transport einer großen Menge an Produkten organisiert. Es arbeitet mit straffen Zeitplänen und hat verschiedene Lagerhäuser auf der Welt. Die Auswahl von Produkten wird meist manuell von der Belegschaft des Unternehmens durchgeführt, die ca. 90.000 Mitarbeiter zählt.

Laut unserer Berechnungen gibt ein solches Unternehmen mit einem Umsatz von 20 Mrd. US-Dollar ca. 3 Mrd. US-Dollar pro Jahr für Kommissionierungsarbeiten aus. Mit einer anfänglichen Einführung von IoT-AR für ein Drittel der Belegschaft könnte das Unternehmen einen zusätzlichen Netto-Gewinn von 3,5–7 Mio. US-Dollar pro Mrd. US-Dollar Umsatz generieren. Diese Gewinne würden sich mit der Zeit nur steigern, wenn die Lösung für den Rest der Belegschaft eingeführt wird. ([Sehen Sie Darstellung 3.](#))

Eine IoT-AR-Lösung ist natürlich nicht die einzige Möglichkeit, Probleme bei der Kommissionierung und Paketsortierung in Lagerhäusern anzugehen. Die Verwendung von Robotern könnte eine andere Möglichkeit sein. Auch wenn dies normalerweise kostspielig ist, können Roboter gut in Branchen mit großen Lagerhäusern, kleinen homogenen Produkten und hohen Margen eingesetzt werden. Unternehmen sollten mit verschiedenen Lösungen experimentieren, um herauszufinden, welche Technologien für sie am besten funktionieren.

Die IoT-AR-App von BCG und PTC erweckt dies zum Leben. Es ermöglicht Nutzern, die Produktauswahl unter Verwendung von IoT und AR zu erleben. Die App kann für **iOS-** und **Android-Geräte** heruntergeladen werden. Die App setzt Nutzer an die Stelle eines Lagerarbeiters, um zu erleben, wie IoT und AR Mitarbeitern helfen können, Produkte auf schnelle und sichere Weise zu finden.

FÜNF KRITISCHE PUNKTE BEI DER LAGERHALTUNG

*TYPISCHES SZENARIO OHNE
IOT UND AR*

1

Der Standort und Status eines Produkts sind nur an Scan-Punkten verfügbar.

3

Produkte werden manuell sortiert und gescannt.

4

Die Mitarbeiter folgen beim Erledigen Ihrer Aufgaben unklaren Anweisungen und dies erhöht das Risiko für Unfälle.

2

Die Mitarbeiter verwalten das Lager, indem Sie Ihre eigenen Einschätzungen und Kommissionierlisten verwenden, was die Auftragsabwicklung verlangsamt.

5

Mitarbeiter nutzen Ihre eigenen Einschätzungen, um Fahrzeuge zu beladen, was dazu führt, dass Platz ineffizient genutzt wird.



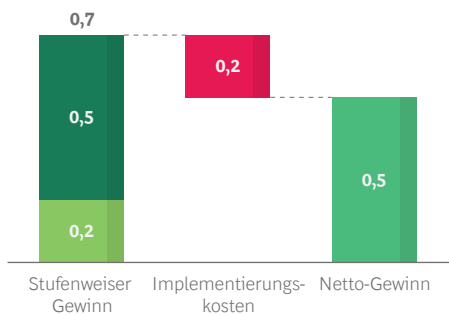
Darstellung 3 – Die Nutzung einer IoT-AR-Lösung für Kommissionierungen, um die Produktivität zu steigern, kann insgesamt Vorteile bringen

Stufenweiser Gewinn

	Wirtschaftliche Auswirkungen	Betroffener Geschäftsbereich (% des Ertrags)	Geschäftsverbesserung (%)	Gewinn (pro Ertrag von 1 Mrd. US-Dollar)	Gewinn (% des Ertrags)
Kosten	Steigerung der Arbeitsproduktivität	Kosten für Kommissionierungsarbeiten: ~20.0	Decrease in labor costs: 1.5–3.0	3–6 Millionen US-Dollar	0,3–0,6
	Rückgang des Materialverlusts	Material waste: 0.5–1.0	Reduzierung geschädigter Waren: 10.0	\$500,000–\$1 Millionen US-Dollar	0,05–0,1
Erträge	Leistungssteigerung des Kerngeschäfts		Einkommenssteigerung: 0.1–0.3	1–3 Millionen US-Dollar	0,1–0,3



Durchschnittliche Auswirkungen in Prozent vom Unternehmensertrag



	Stufenweiser Gewinn	Implementierungskosten	Netto-Gewinn
(%)	0,45–1,0	0,1–0,3	0,35–0,7
Pro Ertrag von 1 Mrd.	4.5–10 Millionen US-Dollar	1–3 Millionen US-Dollar	3.5–7 Millionen US-Dollar

Quelle: BCG-Analyse.

Anmerkung: Unsere Fallstudie bewertete ein Logistik-Unternehmen, das einen jährlichen Umsatz von ca. 20 Mrd. US-Dollar verzeichnete und ca. 3 Mrd. US-Dollar pro Jahr für Kommissionierungsarbeiten ausgab. Die anfängliche Einführung von IoT-AR deckte ein Drittel der Belegschaft ab.

Die Verwendung von IoT und AR im Gesundheitswesen

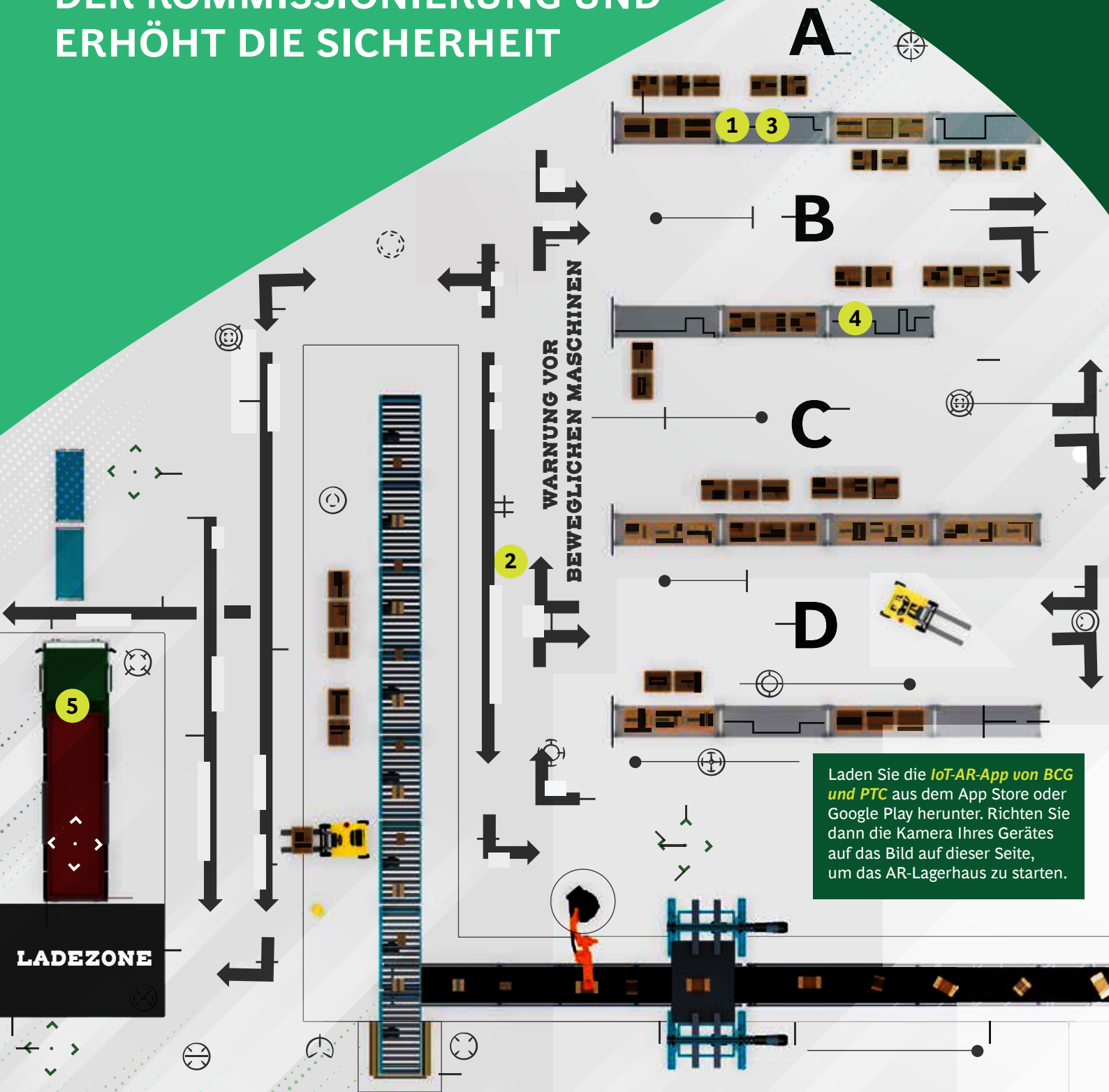
Bei IoT-AR-Lösungen geht es nicht nur darum, Umsätze zu steigern oder Kosten zu reduzieren; sie können auch für gesellschaftlichen Nutzen sorgen. Die kombinierte Nutzung der beiden Technologien kann bei Anwendungen im Gesundheitswesen bahnbrechend sein. Insbesondere minimal invasive Operationen stellen ca. 35 % aller medizinischen Verfahren dar. Im Rahmen einer solchen Operation führt der Arzt einen kleinen Einschnitt in den Körper des Patienten durch und führt winzige Kameras und Miniatur-Instrumente ein, um durch den Körper des Patienten zu navigieren, ohne große Schnitte und Inzisionen durchzuführen.

Obwohl Techniken wie die sogenannte „Schlüsselloch-Chirurgie“ in den letzten 20 Jahren verfeinert wurden, müssen Chirurgen immer noch mit Herausforderungen umgehen. Die 2D-Video-Streams, die von den eingeführten Kameras geliefert werden, bieten nicht immer alle nötigen Einsichten. Außerdem müssen Chirurgen ihren Fokus ständig zwischen verschiedenen Informationsquellen wechseln, darunter Video-Bildschirme, Biosignalmonitore, das


chirurgische Team vor Ort und natürlich der Patient.

Im Gegensatz dazu würde eine IoT-AR-Lösung es dem Chirurgen ermöglichen, ein AR-Headset zu tragen, um ein 3D-Modell des diagnostischen Abbildes zu sehen, dass über den Patienten gelegt wird; dieses Modell würde mithilfe hochpräziser Positions-Tracker, die auf und in dem Patienten angebracht werden, der Anatomie des Patienten angepasst werden. Der Chirurg könnte mithilfe von simplen Handgesten das Bild drehen, hinein- und hinauszoomen und mit dem 3D-Modell interagieren. Die lebenswichtigen Organe, andere Biosignale und Anleitungen (wie zum Beispiel der beste Winkel oder die beste Tiefe für einen Schnitt) könnten in der Ansicht des Chirurgen überlagert werden, wodurch der Bedarf beseitigt wird, zwischen verschiedenen Faktoren hin- und herzuwechseln, was die Aufmerksamkeit mindert. Der Chirurg wäre in der Lage, die gesamte Prozedur mithilfe von Handgesten, Sprachsteuerungen und Augenbewegungen zu steuern – ohne Schaltflächen betätigen zu müssen oder auch nur eine Sekunde die Augen vom Patienten zu nehmen.


EINE IOT-AR-LÖSUNG VERBESSERT DIE EFFIZIENZ DER KOMMISSIONIERUNG UND ERHÖHT DIE SICHERHEIT




Laden Sie die **IoT-AR-App von BCG und PTC** aus dem App Store oder Google Play herunter. Richten Sie dann die Kamera Ihres Gerätes auf das Bild auf dieser Seite, um das AR-Lagerhaus zu starten.

- 


Zugängliche Produktdaten

Die Bestimmung von Standort und Status von Produkten per Sensoren und über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg ist für alle Mitarbeiter verfügbar.
- 


Optimierte Lagerverwaltung

Eine IoT-AR-Lösung unterweist die Mitarbeiter, wie Sie ein Lager effektiv verwalten können, um die Produkte auf ihrer Kommissionierliste zu finden.
- 

Freihändiges Inventar-Scanning

Die AR-Headsets der Mitarbeiter scannen das Produkt und stellen so sicher, dass die richtigen Artikel ausgewählt und das Inventar aktualisiert werden.
- 

Verbesserte Sicherheit und Genauigkeit

Eine IoT-AR-Lösung bietet relevante Daten über Produkte, verbessert die Sicherheit und Geschwindigkeit.
- 

Effiziente Raumausnutzung

Eine IoT-AR-Lösung liefert optimierte Beladungsanleitungen über die AR-Headsets der Mitarbeiter.

Dies würde enorme Vorteile sowohl für Chirurgen als auch für die Patienten bedeuten. Ärzte wären in der Lage, Operationen mit weniger Fehlern durchzuführen, und die Erfolgsraten beim ersten Anlauf würden steigen. Patienten würden sich daher schneller erholen und das Komplikationsrisiko wäre geringer. Weltweit werden verschiedene klinische Untersuchungen durchgeführt, und sobald diese Verfahren anerkannt sind, könnten IoT-AR-Lösungen für Operationen enorme Vorteile für die Gesellschaft bringen.

IoT und AR richtig verwenden

IoT-AR-Lösungen befinden sich an einem Wendepunkt, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass sie schon bald in verschiedenen Branchen zu Schlüsselfaktoren werden. Unternehmen müssen die richtigen Startpunkte wählen – die Kostenstellen und Umsatzmöglichkeiten – und identifizieren, an welcher Stelle IoT-AR-Lösungen den größten Wert bringen. Es ist entscheidend, solche Anwendungen so schnell wie möglich im ganzen Unternehmen zu verbreiten – nicht nur, um finanzielle Vorteile zu erlangen, sondern auch, damit die kulturellen Veränderungen, die für den Erfolg des neuen Ansatzes nötig sind, durchzudringen. Auch wenn dies für die Unternehmen neue Herausforderungen bringt, ist es möglich, sich diese neuen Technologien erfolgreich zunutze zu machen. (Sehen Sie die Seitenleiste „[Der Umgang mit Risiken bei der Einführung von IoT-AR-Lösungen](#).“)

Umfang und Wert. Unternehmen sollten die Projekte nach den größten Wertschöpfungsmöglichkeiten ordnen und sich dazu entscheiden, eine oder zwei IoT-AR-Lösungen zu entwickeln und einzusetzen, die schnell einen Mehrwert liefern. Unternehmen müssen Geschäftsszenarien entwickeln und ein Wertversprechen für die kombinierte Nutzung der beiden Technologien verfassen.

Die Nutzung der IoT-Technologie verbreitet sich immer weiter und daher ist es wichtig, sicherzustellen, dass AR eine wertschöpfende Rolle einnimmt – AR darf kein nachträglicher Einfall oder eine Spielerei sein. Unsere Umfrage ließ darauf schließen, dass es fünf Mal wahrscheinlicher ist, dass Mitarbeiter AR als eine Kerntechnologie ansehen, wenn ihr Unternehmen von Anfang an eine IoT-AR-Anwendung entwickelt, anstatt diese später hinzuzufügen.

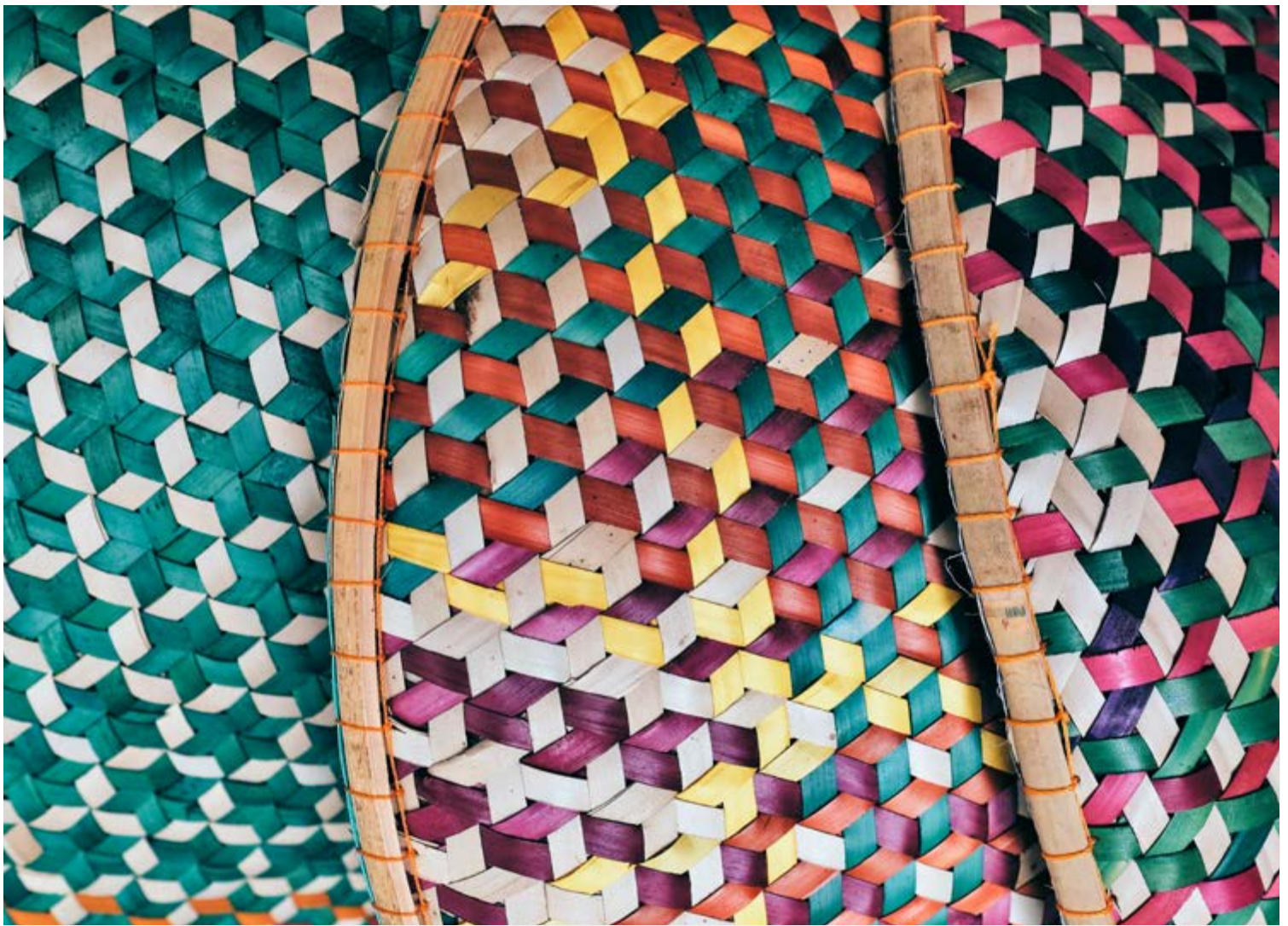
Organisationsstruktur und Partnerschaften.

Funktionsübergreifende Zusammenarbeit über traditionelle Geschäftsbereiche hinweg ist entscheidend für den Erfolg. Unternehmen müssen Stakeholder aus allen relevanten Gruppen – nicht nur aus dem Kerngeschäft, sondern auch aus IT und F&E – dazu veranlassen, die IoT-AR-Experimente zu unterstützen. Wie bereits erwähnt, verwalten bereits 85 % der befragten Unternehmen die Entwicklung und Einführung von IoT und AR in Kombination.

Da die Entwicklung einer IoT-AR-Lösung eine Initiative auf Geschäftsebene sein muss, ist es wichtig, die Unterstützung durch die Führungsebene zu erhalten. Diese Unterstützung von Anfang an inne zu haben, kann sicherstellen, dass diese Projekte schnell einen Aufschwung erleben. Unternehmen müssen die Technologieanbieter, Partner und Systemintegratoren für das IoT-AR-Ökosystem mit Sorgfalt auswählen; sie müssen in der Lage sein, sowohl die Neugestaltung des Betriebsprozesses als auch die Einführung von technologischen Lösungen zu unterstützen.

Entwicklung und Launch. Unternehmen müssen das Kundenerlebnis optimieren und sicherstellen, dass die Nutzung von IoT-AR-Geräten in den physischen Umgebungen, in denen sie genutzt werden sollen, angenehm und intuitiv ist. Die richtige Ausführung kann die Einführung schneller vorantreiben und sicherstellen, dass die Mitarbeiter die Technologie routinemäßig verwenden. Die beste Methode, um die Nutzererfahrung zu optimieren, ist es, IoT-AR-Teams zu ermutigen, Minimum Viable Products zu entwickeln, Testläufe und Endnutzertest durchzuführen und funktionierende Lösungen schnell umzusetzen.

Die Kombination von IoT- und AR-Technologien erweitert die Möglichkeiten für Menschen, mit ihrer Umgebung zu interagieren. Um diese Fähigkeit zu nutzen, müssen Unternehmen jedoch entscheiden, an welcher Stelle sie die Technologien einführen wollen, ein Ökosystem erschaffen, das IoT und AR unterstützt sowie Talente entwickeln, die beide Technologien zu nutzen wissen. Unternehmen, die dies tun, werden nicht nur Kosten reduzieren, Umsätze steigern, ihre Kundenerfahrung verbessern und ihre Marke stärken, sondern auch kontextuelle Daten auf eine Art und Weise nutzen, die wir uns niemals vorgestellt hätten.



Risiko-Management bei der Einführung von IoT-AR-Lösungen

Verschiedene Herausforderungen könnten eine IoT-AR-Initiative scheitern lassen, nachdem sie auf den Weg gebracht wurde. Daher ist es wichtig, Risiken von Anfang an zu berücksichtigen. Die größten Risiken fallen in die folgenden Kategorien:

- **Kosten.** Sowohl IoT- als auch AR-Systeme können relativ kostspielig in der Entwicklung und Einführung sein. Dies hängt davon ab, welche Entscheidungen während dieser Phasen getroffen werden. Unternehmen sollten sorgfältig über ihre Entscheidungen nachdenken, um ihre Return on Investment-Ziele erreichen zu können. Die Nutzung von Smartphones und Tablets als AR-Geräte kann kosteneffektiv sein; unsere Umfrage zeigt, dass standardmäßige Smartphones die beliebtesten Endpoint-Geräte sind.
- **Talente.** Die Entwicklung von IoT-AR-Lösungen geht normalerweise über die Expertise der meisten IT-Abteilungen hinaus. Außerdem erfordert dies Mitarbeiter, die sowohl Maschinen als auch digitale Technologien verstehen. Global gesehen ist die Anzahl der Personen mit beiden Talenten sehr gering. Die meisten Unternehmen werden eine Partnerschaft mit externen Technologieanbietern eingehen müssen, während sie intern die erforderlichen Fähigkeiten entwickeln.
- **Daten.** IoT-AR-Lösungen sind nur so gut wie die Daten, die Unternehmen nutzen. Zugang zu den Daten zu erhalten und diese auf bedeutungsvolle Art und Weise zu verknüpfen, kann eine Herausforderung darstellen. Es wäre wichtig für Unternehmen, einen digitalen Thread zu erstellen – einen Kommunikationsrahmen, der den Datenfluss ermöglicht – um zusammengehörige Daten aller Prozesse, Produkte und Anwendungen miteinander zu verbinden.
- **Geräte.** Jede AR-Lösung sollte im Hinblick auf einen bestimmten Gerätetyp kreiert werden, um eine gute Nutzererfahrung zu gewährleisten. Am Kopf getragene HR-Geräte sind möglicherweise sperrig, haben begrenzte Sichtfelder und können bei Nutzung über längere Zeit

unbequem sein. Obwohl sich die Technologie schnell verbessert, müssen Unternehmen lernen, mit den aktuellen Einschränkungen umzugehen und eine AR-Strategie entwickeln, die mit vielen Geräten kompatibel ist.

- **Verbundenheit und Sicherheit.** Mit Live-IoT-Daten eine nahtlose AR-Erfahrung zu erschaffen, erfordert eine hohe Verbindungsgeschwindigkeit und geringe Latenzzeiten. In ländlichen Gebieten oder unter der Erdoberfläche kann dies schwierig sein, daher müssen Unternehmen diese Bedingungen bei der Entwicklung von Anwendungen berücksichtigen. Mit der Zeit werden 5G-Netzwerke diese Probleme möglicherweise lösen. Trotzdem erhöht die Verwaltung von AR-Geräten, zusätzlich zu IoT-Geräten, die Anzahl an Assets, die mit dem IoT-AR-System verbunden sind und so steigt das Potenzial für Sicherheitsschwachstellen. Unternehmen sollten Sicherheitsexperten bei der Gestaltung und Entwicklung von IoT-AR-Lösungen hinzuziehen, um Cyberrisiken zu minimieren.

- **Geschwindigkeit.** IoT und AR sind Technologien, die sich in der Entwicklungsphase befinden. Lösungen auf den Markt zu bringen kann daher länger dauern als erwartet. Einige Anwendungen, wie zum Beispiel solche, die maschinelle oder medizinische Interaktionen leiten, werden Zertifizierungen, behördliche Genehmigungen und sogar die Etablierung neuer Standards erfordern. All dies kann dazu führen, dass, zusätzlich zur Einführung von IoT- und AR-Technologien, mehr Zeit benötigt wird.
- **Flexibilität.** Unternehmen sollten IoT-AR-Lösungen entwickeln, die mit einer Vielzahl an Partnern eingeführt werden können, um zu vermeiden, dass sie von einem spezifischen Technologieanbieter abhängen. Es muss möglich sein, dass die IoT-Lösung von einem externen Cloud-Service-Anbieter oder einem Cloud-Server vor Ort gehostet wird.



IoT-AR-Lösungen helfen Unternehmen, ihre Leistung zu verbessern, indem Kosten reduziert werden, der Umsatz gesteigert und strategische Werte geschaffen werden.

Über die Autoren



Zia Yusuf ist Seniorpartner und Geschäftsführer der Niederlassung im Silicon Valley der Boston Consulting Group. Er leitet die Arbeiten der Firma im Bereich des Internets der Dinge (Internet of Things). Sie können ihn per E-Mail an yusuf.zia@bcg.com kontaktieren.



Vladimir Lukic ist Managing Director und Partner in der BCG-Niederlassung in Boston. Sie können ihn per E-Mail an lukic.vladimir@bcg.com kontaktieren.



James Heppelmann ist Präsident und CEO von PTC. Sie können ihn per E-Mail an jim@ptc.com kontaktieren.



Craig Melrose ist Vize-Präsident bei PTC für den Bereich digitale Transformationslösungen. Sie können ihn per E-Mail an cmelrose@ptc.com kontaktieren.



Neeru Ravi ist Consultant in der BCG-Niederlassung in San Francisco. Sie können sie per E-Mail an ravi.neeru@bcg.com kontaktieren.



Usama Gill ist Principal der BCG-Niederlassung in San Francisco. Sie können ihn per E-Mail an gill.usama@bcg.com kontaktieren.



Andres Rosello ist Vize-Präsident des Unternehmensmarketings bei PTC. Sie können ihn per E-Mail an arosello@ptc.com kontaktieren.

Danksagungen

Die Autoren danken Grace Fong von PTC für die bereitgestellte Analyse sowie Charles Lamour, Randy Goux, Taryl Hafer und Brian Siu für die Entwicklung der IoT-AR-App, die den Bericht begleitet. Die Autoren drücken außerdem den BCG-Mitarbeitern Ashley Drewery und Jason Kwok sowie Dmitry Shchepochkin, einem ehemaligen Consultant von BCG, ihre Anerkennung für die Durchführung der Untersuchungen und der Erstellung dieses Berichts aus. Abschließend danken die Autoren Anand P. Raman für die Unterstützung bei der Anfertigung des Berichts sowie Katherine Andrews, Kim Friedman, Abby Garland, Frank Müller-Pierstorff, Shannon Nardi, und Trudy Neuhaus für ihre Beiträge zur Bearbeitung, zum Design und zur Anfertigung dieses Berichts.

Für weiteren Kontakt

Wenn Sie den Bericht diskutieren möchten, wenden Sie sich bitte an einen der Autoren.

Für weitere Informationen oder eine Kopiergenehmigung kontaktieren Sie bitte BCG unter permissions@bcg.com.

Wenn Sie die neuesten Inhalte von BCG erhalten und sich für elektronische Meldungen zu diesem Thema oder anderen anmelden möchten, besuchen Sie bcg.com.

Folgen Sie Boston Consulting Group auf Facebook und Twitter.

© Boston Consulting Group 2020. Alle Rechte vorbehalten.



