

INDUSTRIE 4.0 UND DER PLATZ DES DIGITALEN ZWILLINGS DARIN



Inhaltsverzeichnis

01 Über uns

02

Industrie 4.0

- 2.1 Definition
- 2.2 Schlüsseltechnologien
- 2.3 Die Größe des Marktes

03

Schlüsselprodukte im Zusammenhang mit Industrie 4.0

04

Digitaler Zwilling

- 4.1 Definition
- 4.2 Typen
- 4.3 Die Größe des Marktes

05

Digitaler Zwilling und andere Produkte

06

Vorteile des digitalen Zwillings

07

Industrie 5.0 und Digitaler Zwilling der Zukunft

08

Schlussfolgerung & Nützliche Ressourcen

PROCESS GENIUS

Das finnische Softwareunternehmen Process Genius Oy wurde 2012 gegründet, um eine Digitale-Zwillings-Lösung zu entwickeln, die die Interaktion zwischen Menschen und Daten in industriellen Umgebungen verbessert. IoT, das Zeitalter der Industrie 4.0, die Entwicklungen in der Digitalisierung und das Wachstum der Anzahl der Software hatten bereits dazu geführt, dass eine Person, die in der Fertigung arbeitet, zu viele Systeme und Datenquellen zu bewältigen hatte. Wir haben uns vorgenommen, diese werksseitige Herausforderung zu lösen, indem wir Daten aus verschiedenen Quellen in einer exakten browsergeführten 3D-Kopie der Anlage sammeln.

Auch wenn unsere ersten Plattformen bereits seit einiger Zeit in unseren Kundenfabriken im Einsatz waren, bezeichneten wir sie immer noch als eine 3D-Übersicht, da der Begriff „Digitaler Zwilling“ erst um 2017 an Bedeutung zu gewinnen begann. Robuste Erfahrung mit Digitalen-Zwillings-Lösungen aus der Zeit, bevor die digitalen Zwillinge uns einen Vorsprung im industriellen Umfeld verschafften. In den letzten Jahren haben wir sowohl in unsere Prozesse als auch in die Genius Core™-Plattform stark investiert und diese entwickelt, indem wir industrielles Fachwissen und Erfahrung mit den neuesten Technologien kombiniert haben. Der skalierbare Genius Core™ ist eine Plattform, die auf einem SaaS-Modell arbeitet. Alle fünf unserer Geschäftsbereiche nutzen die gleiche Plattform. Unsere Kundenunternehmen profitieren von der kontinuierlichen Entwicklung, wobei neue Funktionen in ihrer monatlichen Gebühr enthalten sind.

Unsere Aktivitäten sind besonders in der verarbeitenden Industrie, der Prozessindustrie und der Lebensmittelindustrie etabliert. Darüber hinaus werden die Bewegtbild- und Lichtsimulationsfunktionen unserer Plattform in spezialisierten Anwendungen im Maschinen- und Anlagenverkauf und im Flächenmanagement eingesetzt.

Sprechen Sie uns an – wir besprechen gerne eine Zusammenarbeit:

Jani Akkila, CEO
jani.akkila@processgenius.fi
+358 40 036 2024

Dementsprechend haben wir mit dem Einsatz von XR-Geräten neben unserem Produkt experimentiert. Heute, mit steigender Rechenleistung, sinkenden Technologiepreisen und sich entwickelnder Software, kommen wir dem Metaversum immer näher. Der nächste Sprung, der natürlich folgt, besonders in der Multi-Location-Industrie, ist das Omniversum. In Bezug auf die aktuelle Größe unseres Unternehmens investieren wir ständig erhebliche Summen in die Produktentwicklung und stellen mit einer leidenschaftlichen Herangehensweise an unser Handwerk sicher, dass wir, wenn Gartner einen Begriff für den nächsten Schritt einführt, diesen nächsten Schritt bereits umgesetzt haben.





2. INDUSTRIE 4.0

2.1. Begriffsbestimmung

Industrie 4.0 entstand Anfang der 2010er Jahre und baute auf früheren technologischen Fortschritten auf. Der Begriff wurde 2011 in Deutschland im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung für 2020 eingeführt, die darauf abzielte, das verarbeitende Gewerbe zu modernisieren und die globale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu stärken. Die Entwicklung von Industrie 4.0 war ein schrittweiser Prozess, der von dem Ziel angetrieben wurde, digitale Technologien zu nutzen, um industrielle Prozesse umzuwandeln und zu optimieren.

Die vierte industrielle Revolution bezieht sich auf die Integration fortschrittlicher digitaler Technologien und Automatisierung in industrielle Prozesse, um intelligente und vernetzte Systeme zu schaffen. Sie umfasst den Einsatz von Technologien wie dem Internet der Dinge (IoT), künstlicher Intelligenz (KI), Robotik, Big Data Analytics und Cloud Computing. Dies ermöglicht die Automatisierung, Optimierung und Vernetzung verschiedener Aspekte der Fertigung und Produktion.

Industry 4.0 is the biggest structural change of the past 250 years — a transformation of scale, scope and complexity unlike anything humankind has experienced before.

Henrik von Scheel

INDUSTRIE 4.0

2.2. Schlüsseltechnologien

1. IoT
Ermöglicht eine nahtlose Kommunikation und einen nahtlosen Datenaustausch zwischen miteinander verbundenen Geräten und verbessert die Überwachung, Steuerung und Effizienz.

2. Big Data Analytics
Extrahiert Erkenntnisse aus großen Datensätzen und treibt die prädiktive Wartung, die Qualitätskontrolle und die datengesteuerte Entscheidungsfindung voran.

3. KI & Maschinelles Lernen
Ermöglicht Datenanalyse, prädiktive Analyse und Automatisierung, optimiert Prozesse und unterstützt autonome Entscheidungen.

4. Robotik & Automatisierung
Fortschritte in der Robotik verbessern die Automatisierung, einschließlich kollaborativer Roboter und der Automatisierung sich wiederholender Aufgaben.

5. Cyberphysische Systeme
Cyberphysische Systeme (CPS) integrieren physische Komponenten mit Software und Konnektivität und ermöglichen die Datenerfassung und -steuerung in Echtzeit.

6. Cloud Computing
Bietet eine skalierbare Infrastruktur für die Datenspeicherung, -verarbeitung und -zusammenarbeit zwischen den Beteiligten.

7. Additive Fertigung
Der 3D-Druck revolutioniert die Produktionsprozesse und ermöglicht das schnelle Prototyping, die Anpassung und die Reduzierung von Verschwendung.

8. AR & VR
Verbessert die Schulung, Wartung, Visualisierung und Zusammenarbeit und verbessert die Produktivität und Sicherheit.

Industrie 4.0

2.3. Die Größe des Marktes

**Globale
Industrie 4.0**

73,9 bil. 165,5 bil.

Marktwert im
Jahr 2022

Prognostizierter
Marktwert bis 2026

**Europas
Industrie 4.0**

24,5 bil. 16,4 %

Marktwert im
Jahr 2020

Jahreswachstum
2020-2030

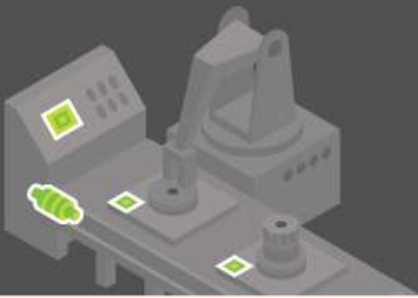


3. SCHLÜSSELPRODUKTE IM ZUSAMMENHANG MIT INDUSTRIE 4.0

Aus unserer Sicht gibt es derzeit 26 Hauptgruppen von Produktlösungen, die mit Industrie 4.0 verbunden sind und das 3D-Konzept des digitalen Zwillings funktional ergänzen.

- » Echtzeit-Ortungssysteme
- » 3D Modellierung
- » Industrielle hardware
- » Fertigungsproduktivität und Analysesoftware
- » IoT Lösung
- » Digitalen Zwilling Lösung
- » Industrielle software
- » Enterprise asset Management (EAM)
- » OPC UA
- » ERP system
- » MRP system
- » IT-Infrastruktur
- » Datenplattform
- » Sichere Konnektivätslösung
- » MES Lösung
- » 3D-Druck
- » 3D Digitaler Zwilling
- » Cloud-Lösung und -Service
- » Lösungen für das Energiemanagement
- » Digitale Arbeitsanweisungen
- » AR & VR Lösung
- » OEE software
- » DT-Kollaboration
- » Virtuelle und 3D-Simulation
- » Beratungsleistungen
- » IoT-plattform

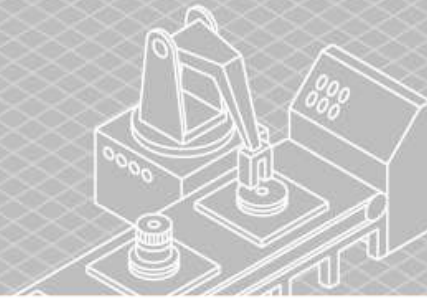
PHYSICAL PROCESS



Communication interfaces



DIGITAL TWIN



Access devices



STANDARDS AND SECURITY FOR DATA AND CONNECTIVITY



Contextual information
(social, weather, temperature, etc.)



ERP system



MES software



CAD



Sensors
(pressure, temperature, flow, etc.)



Actuators
(hydraulic, electrical, mechanical, thermal,



Edge processing



Edge security



Integration middleware



BAM software



Service



Data ingestion



Data lake



Legacy



Artificial intelligence



Cognitive engines



Hybrid



Notifications



Visualizations



Dashboards

4. DIGITALER ZWILLING

4.1. Definition

Der digitale Zwilling bezieht sich auf eine virtuelle Replik oder digitale Darstellung eines physischen Objekts, Prozesses oder Systems. Es handelt sich um ein dynamisches und miteinander verbundenes Modell, das das Verhalten, die Eigenschaften und die Interaktionen seines realen Gegenstücks in Echtzeit nachahmt.

Ein digitaler Zwilling besteht aus drei Schlüsselkomponenten: dem physischen Objekt oder System selbst, dem entsprechenden virtuellen Modell und der Verbindung zwischen den beiden. Das virtuelle Modell wird unter Verwendung verschiedener Datenquellen erstellt, z. B. Sensoren, IoT-Geräte, historische Daten und Simulationen. Dieses virtuelle Modell spiegelt die Attribute, die Leistung und das Verhalten des physischen Objekts wider und ermöglicht die Überwachung, Analyse und Optimierung in Echtzeit.

A digital twin is a virtual representation of real-world entities and processes, synchronized at a specified frequency and fidelity.

DIGITALER ZWILLING

4.2. Typen

Digitale Zwillinge umfassen verschiedene Arten basierend auf ihrem Anwendungsbereich und Zweck:

1. Produkt – digitale Zwillinge

Stellt einzelne physische Produkte dar und ermöglicht die Simulation, Optimierung und Wartungsvorhersage während ihres gesamten Lebenszyklus.

2. Prozess – digitale Zwillinge

Modelliert und simuliert industrielle Prozesse und optimiert die Effizienz und Ressourcenallokation.

3. System – digitale Zwillinge

Simuliert größere Systeme oder Ökosysteme und bietet Einblicke in die Optimierung und Entscheidungsfindung.

4. Asset – digitale Zwillinge

Konzentriert sich auf einzelne Komponenten oder Assets innerhalb eines Systems und ermöglicht die Überwachung und vorausschauende Wartung in Echtzeit.

5. Facility – digitale Zwillinge

Modelliert und simuliert Gebäude oder Einrichtungen und optimiert den Energieverbrauch, die Wartungsplanung und den Komfort der Insassen.

6. Menschliche digitale Zwillinge

Stellt Einzelpersonen in einem digitalen Format dar und integriert Gesundheitsdaten für die personalisierte Diagnose und Behandlungsoptimierung.

Diese verschiedenen Arten von digitalen Zwillingen richten sich an verschiedene Bereiche und bieten wertvolle Einblicke in die Verbesserung von Leistung, Effizienz und Entscheidungsfindung.

DIGITALER ZWILLING

4.2. Typen

Einige amerikanische Unternehmen unterscheiden 3 Arten von digitalen Zwillingen, die eher mit der **Fertigungs- und Prozessindustrie** zusammenhängen:

1. Zwillingsstatus

Bietet einen kurzen Überblick über die System- oder Prozessleistung durch Visualisierungen und Warnungen zur Überwachung von Schlüsselindikatoren.

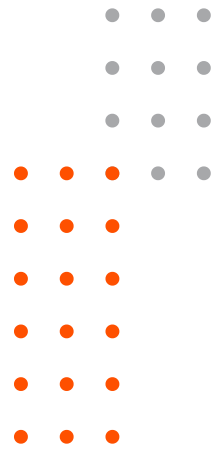
2. Operativer Zwilling

Bietet umfassende Informationen zur Entscheidungsunterstützung, sodass Benutzer mit dem Zwilling interagieren und Betriebsparameter innerhalb der Steuerungsfunktionen abändern können.

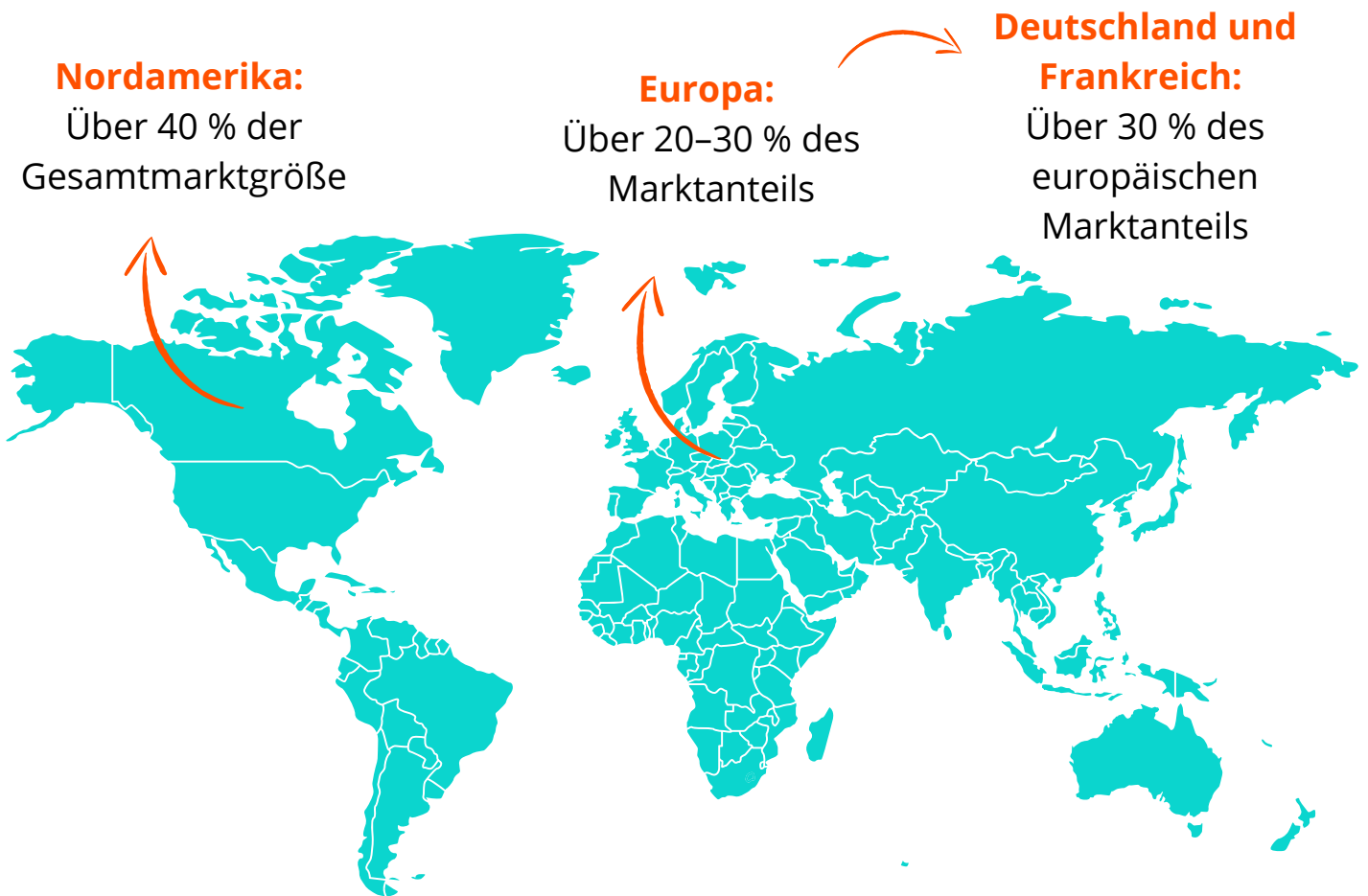
3. Zwillings-Simulation

Nutzt Simulations- oder KI-Funktionen, um zukünftige Zustände vorherzusehen und vorausschauende Wartung, Optimierung und fundierte Entscheidungsfindung zu ermöglichen.

DIGITALER ZWILLING



4.3. Die Größe des Marktes



Der globale Markt für digitale Zwillinge wurde im Jahr 2022 auf 6,9 Milliarden US-Dollar geschätzt und wird bis 2027 73,5 Milliarden US-Dollar erreichen, was einem jährlichen Wachstum von 60,6 % entspricht.



Rising emphasis on Digital Twin in manufacturing industries to reduce cost and improve supply chain operations. Growing focus on predictive maintenance.

MarketsandMarkets™



5. DIGITALER ZWILLING und andere Produkte

1. 3D-Modellierung und -Simulation
2. Industrielle Software und Hardware
3. OEE-Software und OPC UA-Software



4. Cloud-dienste und -Service
5. AR- und VR-Lösungen
6. IoT-Lösung und IoT-Plattform
7. MES, ERP ja MRP

8. RTLS
9. Beratungsleistungen
10. Energiemanagementlösungen
11. Digitale Arbeitsanweisungen



12. Fertigungsproduktivität und Analysesoftware
13. Unternehmensweites Asset-Management
14. Datenplattform

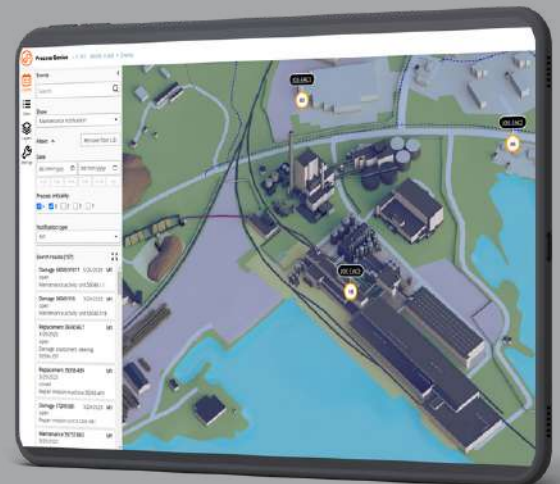


3D-MODELLIERUNG UND -SIMULATION

Der Schwerpunkt der 3D-Modellierung liegt auf der Erstellung des Modells selbst, wobei Aspekte wie Geometrie, Texturen, Materialien und manchmal auch Animationen berücksichtigt werden. Sie dient als visuelle Darstellung eines Objekts oder einer Szene und kann für verschiedene Zwecke wie Visualisierung, Design und Kommunikation eingesetzt werden.

Ein 3D-Digitaler-Zwilling geht über ein statisches 3D-Modell hinaus, indem er Echtzeitdaten von Sensoren, Geräten des Internets der Dinge (IoT) oder anderen Quellen einbezieht. Diese Daten werden verwendet, um den digitalen Zwilling mit dem aktuellen Zustand des physischen Objekts oder Systems zu aktualisieren und zu synchronisieren. Mit einem digitalen Zwilling können Benutzer das Verhalten und die Leistung des physischen Assets in einer virtuellen Umgebung überwachen, analysieren und simulieren. Dies ermöglicht vorausschauende Wartung, Optimierung und Entscheidungsfindung auf der Grundlage von Echtzeit-Einblicken.

Die 3D-Simulation nutzt die 3D-Modelle oder digitalen Zwillinge als Grundlage für die Erstellung simulierter Szenarien. Die Anwendung mathematischer Gleichungen, der Physik oder anderer Simulationstechniken ermöglicht die Vorhersage, Analyse und das Verständnis komplexer Systeme oder Phänomene. Sie ermöglicht es Benutzern, verschiedene Szenarien oder Parameter zu beobachten, zu interagieren und zu testen, um Einblicke zu gewinnen und fundierte Entscheidungen zu treffen, ohne dass physische Experimente erforderlich sind.



Zusammenfassend konzentriert sich die 3D-Modellierung auf die Erstellung visueller Darstellungen von Objekten oder Szenen, während ein 3D-Digitaler-Zwilling eine dynamische virtuelle Replik eines physischen Objekts oder Systems ist, das Echtzeitdaten enthält. Andererseits beinhaltet die 3D-Simulation das Ausführen von computergestützten Modellen oder Simulationen, um das Verhalten von Objekten oder Systemen in einer virtuellen Umgebung zu replizieren und zu analysieren.

INDUSTRIE SOFTWARE UND HARDWARE



Software

Industrielle Software bezieht sich auf Softwareanwendungen oder -lösungen, die speziell für den Einsatz in industriellen Umgebungen und Sektoren wie Fertigung, Technik, Logistik und Prozesssteuerung entwickelt wurden. Diese Softwarelösungen sind auf die einzigartigen Bedürfnisse und Herausforderungen des industriellen Betriebs zugeschnitten und tragen dazu bei, die Effizienz, Produktivität und Gesamtleistung zu verbessern.

Hardware

Industrielle Hardware bezieht sich auf physische Geräte und Vorrichtungen, die speziell für den Einsatz in industriellen Umgebungen und Anwendungen entwickelt wurden. Diese Hardwarekomponenten sind so aufgebaut, dass sie den rauen Bedingungen, den hohen Anforderungen und den einzigartigen Anforderungen industrieller Umgebungen standhalten. Industrielle Hardware umfasst eine breite Palette von Geräten, darunter: Industrielle Computer, speicherprogrammierbare Steuerungen, Mensch-Maschine-Schnittstellengeräte, Industrielle Netzwerkgeräte, Industrielle Sensoren, Industrielle Robotik, Industrielle Energie und Energieausrüstung.

» Wird verwendet, um digitale Zwillinge zu erstellen und zu entwickeln. Sie bietet die notwendigen Werkzeuge und Rahmenbedingungen für die Modellierung physischer Assets, die Simulation des Verhaltens, die Integration von Daten und die Erstellung virtueller Darstellungen.

» Ermöglicht die Integration von Daten aus verschiedenen Quellen, einschließlich Sensoren, IoT-Geräten und anderen Systemen, in den digitalen Zwilling. Sie erleichtert auch die Datenanalyse, sodass Erkenntnisse aus den gesammelten Daten abgeleitet und für die Überwachung, Optimierung und Entscheidungsfindung verwendet werden können.

» Unterstützt die Visualisierung von digitalen Zwillingen und stellt die virtuellen Modelle, Echtzeitdaten und Analyseergebnisse in benutzerfreundlichen Schnittstellen vor. Diese Schnittstellen befähigen Benutzer.

» Industrielle Hardware, wie Sensoren und IoT-Geräte, spielt eine entscheidende Rolle bei der Erfassung von Echtzeitdaten aus physischen Assets und Prozessen. Diese Daten werden eingesetzt, um dann den digitalen Zwilling zu aktualisieren und eine genaue Darstellung der physischen Welt zu liefern.

» Ermöglichen die Konnektivität und Kommunikation, die für den Datenaustausch zwischen physischen Assets und dem digitalen Zwilling erforderlich sind. Dies erleichtert Echtzeit-Updates, Fernüberwachung und Kontrolle der Assets innerhalb der virtuellen Umgebung.

» Kann mit dem digitalen Zwilling verbunden sein, was es dem virtuellen Modell ermöglicht, physische Vorrichtungen zu steuern oder Prozesse auf Grundlage von Simulationsergebnissen oder Optimierungsalgorithmen zu steuern. Diese Integration ermöglicht Regelungs- und Rückkopplungsmechanismen.

OEE- UND OPC UA -SOFTWARE

Die Integration aller drei Technologien bildet ein leistungsfähiges Ökosystem. OPC UA erleichtert den Datenaustausch zwischen OEE-Software und dem digitalen Zwilling und ermöglicht die Überwachung, Analyse und Optimierung der Geräteleistung in Echtzeit.

Die OEE-Software konzentriert sich auf die Messung und Verbesserung der Effizienz von Fertigungsanlagen. Sie sammelt Daten zu verschiedenen Metriken wie Verfügbarkeit, Leistung und Qualität, um zu beurteilen, wie effektiv die Ausrüstung eingesetzt wird. Die Software hilft dabei, Verbesserungsbereiche zu identifizieren, Leistungstrends zu verfolgen und eine fundierte Entscheidungsfindung zu ermöglichen, um die Produktivität zu steigern.

OPC UA ist ein weit verbreitetes Kommunikationsprotokoll im Bereich der industriellen Automatisierung. Sie dient als zuverlässiger Rahmen für einen sicheren und zuverlässigen Datenaustausch zwischen Geräten, Systemen und Softwareanwendungen. OPC UA stellt eine nahtlose Konnektivität her und gewährleistet eine standardisierte und interoperable Kommunikation über verschiedene Plattformen und Anbieter hinweg.

OEE-Software und Digitale-Zwillings-Technologie sind bei der Simulation und Optimierung der Geräteleistung miteinander verbunden. Durch die Integration der OEE-Software mit dem digitalen Zwilling erhalten Hersteller eine Echtzeitüberwachung, Szenariosimulation und proaktive Problemidentifizierung für eine verbesserte Geräteleistung.

Die OPC UA-Integration mit Digitale-Zwillings-Technologie ermöglicht einen nahtlosen Datenaustausch mit anderen industriellen Systemen und Geräten. Sie erleichtert den Datenabruf in Echtzeit, den Zugriff auf historische Informationen und eine reibungslose Kommunikation zwischen dem digitalen Zwilling und physischen Geräten, Überwachungssystemen und Softwarekomponenten.

CLOUD-DIENSTE UND -SERVICE

Warum spielen Cloud-Dienste eine wichtige Rolle für digitale Zwillinge?



Cloud-Infrastruktur für Digitale-Zwilling-Lösungen: Digitale-Zwilling-Lösungen benötigen erhebliche Rechenleistung und Speicher für die Datenverarbeitung, Simulationen und Echtzeitinteraktionen. Der Aufbau und die Verwaltung einer solchen Infrastruktur vor Ort ist kostspielig und zeitaufwendig. Cloud-Dienste stellen eine Lösung zur Verfügung, die Skalierbarkeit und Kosteneffizienz bietet.

Cloud-Hosting und Skalierbarkeit: Cloud-Dienstleister bieten Infrastructure as a Service (SaaS) für das Hosting von Digitalen-Zwilling-Anwendungen und Datenbanken auf Remote-Servern an. Die Skalierbarkeit ermöglicht es Unternehmen, Ressourcen basierend auf der Arbeitsbelastung anzupassen und teure Vorabinvestitionen in Hardware zu vermeiden.



Datenspeicherung und -verarbeitung: Digitale-Zwilling-Lösungen erfordern eine robuste Datenspeicherung und -verarbeitung für die Verwaltung sensorgenerierter Daten. Cloud-Dienste bieten skalierbaren Speicher, um steigende Datenmengen aus physischen Assets, die im digitalen Zwilling vertreten sind, zu bewältigen.

Echtzeit-Datenverarbeitung: Cloud-Dienste bieten Echtzeit-Datenverarbeitungsfunktionen wie Edge-Computing und Verarbeitung mit geringer Latenz, die eine schnelle Analyse und Echtzeit-Einblicke für Digitale-Zwilling-Anwendungen ermöglichen.



Sicherheit und Redundanz: Cloud-Dienstleister priorisieren Sicherheit und Datenredundanz und bieten verbesserten Schutz und Disaster Recovery (Notfall-Wiederherstellungs-)Funktionen. Die Nutzung von Cloud-Diensten verbessert die Sicherheit und Zuverlässigkeit von Digitalen-Zwilling-Anwendungen.

Zusammenarbeit und Barrierefreiheit: Cloud-Dienste erleichtern die Zusammenarbeit und den Datenzugriff von verschiedenen Standorten und Geräten aus, was Stakeholdern wie Ingenieuren, Designern und Wartungspersonal, die mit dem digitalen Zwilling interagieren, zugutekommt.



AR- UND VR- LÖSUNGEN

\$ 4.54 bil.

Geschätzter globaler
Wert des AR-Marktes im
Jahr 2023

13,4 %

Jährliche Wachstumsrate
(CAGR) von AR

\$ 19.44 bil.

Globaler Wert von VR im
Jahr 2022

\$ 165.91 bil.

Geschätzter Wert von
VR bis 2030

31 %

Prognostizierte CAGR
von VR

Augmented Reality (AR) bezieht sich auf eine Technologie, die digitale Inhalte wie virtuelle Objekte, Bilder oder Informationen in die reale Umgebung einblendet und dadurch die Wahrnehmung und Interaktion des Benutzers mit seiner Umgebung verbessert. AR verbindet die physischen und digitalen Bereiche und bietet den Benutzern ein immersives und interaktives Erlebnis, das ihre Wahrnehmung der Realität erweitert.

AR im Kontext eines 3D-Digitalen Zwillings ermöglicht die Visualisierung und Interaktion mit dem virtuellen Modell in der physischen Welt. AR-fähige Geräte überlagern den digitalen Zwilling auf das reale Objekt oder die reale Umgebung, liefern Einblicke, erleichtern Wartungsaufgaben und visualisieren Informationen in einem räumlichen Kontext.

Virtual Reality ist eine Technologie, die eine vollständig immersive, computergenerierte Umgebung schafft, die eine realistische oder fiktive Welt simuliert. VR zielt darauf ab, die Benutzer in ein vollständig virtuelles Erlebnis zu versetzen, indem sie ihre Sicht, ihr Hören und manchmal auch ihre Berührung oder Bewegung stimulieren. VR wird typischerweise durch Headsets erlebt, die die physische Welt blockieren und durch eine virtuelle Umgebung ersetzen.

Im Kontext eines 3D-Digitalen Zwillings bietet VR ein immersives Erlebnis innerhalb des virtuellen Modells. Benutzer können Szenarien innerhalb des Digitalen Zwillings erkunden, interagieren und simulieren und detaillierte Inspektions- und Schulungsmöglichkeiten zur Verfügung stellen. VR verbessert die Präsenz und die Immersion, was es den Benutzern ermöglicht, sich mit dem digitalen Zwilling zu beschäftigen, als ob er physisch in der virtuellen Umgebung vorhanden wäre.

IOT-LÖSUNG UND IOT- PLATTFORM



Eine IoT (Internet der Dinge)-Lösung bezieht sich auf einen umfassenden Satz von Technologien, Geräten und Systemen, die die Sammlung, Übertragung und Analyse von Daten von verbundenen physischen Objekten oder „Dingen“ ermöglichen. Sie umfasst die Integration von Sensoren, Aktoren, Konnektivität und Softwareanwendungen, um die Echtzeitüberwachung, -steuerung und -automatisierung verschiedener Prozesse zu ermöglichen.

Eine IoT-Lösung bietet Hardwarekomponenten (Sensoren, Gateways, Geräte), Kommunikationsprotokolle (WLAN, Bluetooth, Mobilfunknetze), Datenverarbeitungs- und Speicherfunktionen (Cloud-Plattformen oder Edge-Computing) und Softwareanwendungen (Dashboard, Analysen, Steuersysteme).



Der Zweck einer IoT-Lösung besteht darin, die Leistungsfähigkeit miteinander verbundener Geräte und Daten zu nutzen, um intelligente Entscheidungen zu treffen, den Betrieb zu optimieren und Innovationen voranzutreiben.

Eine IoT-Plattform ist ein Software-Framework, das die notwendige Infrastruktur und Tools zur Verwaltung, Verbindung und Analyse von IoT-Geräten und -Daten bereitstellt. Sie fungiert als zentraler Knotenpunkt für IoT-Lösungen und erleichtert das Gerätemanagement, die Datenaufnahme, die Speicherung, die Sicherheit, die Analyse und die Anwendungsentwicklung.

Eine IoT-Plattform bietet Funktionen wie Datenvisualisierung, Gerätebereitstellung, Fernverwaltung, Datenverarbeitung und Integration mit anderen Systemen.



Sie dient als Backbone (Basis), was eine nahtlose Kommunikation und einen nahtlosen Datenaustausch zwischen verbundenen Geräten, Anwendungen und Backend-Systemen ermöglicht.



IoT-Plattformen bieten Skalierbarkeit, Sicherheit und Flexibilität, um die wachsende Anzahl von IoT-Geräten und -Datenströmen zu unterstützen.



Der Hauptunterschied liegt in ihrem Anwendungsbereich und ihren Komponenten:

- Eine IoT-Lösung ist ein komplettes System, das Hardware, Software und Konnektivität kombiniert, um bestimmte Anwendungsfälle oder Anwendungen zu ermöglichen.
- Eine IoT-Plattform ist die zugrunde liegende Software-Infrastruktur, die die notwendigen Tools und Dienste zur Verwaltung und Analyse von IoT-Geräten, -Daten und -Anwendungen bereitstellt.
- Eine IoT-Lösung ist anwendungsspezifischer und konzentriert sich auf die Lösung eines bestimmten Problems oder die Erfüllung bestimmter Anforderungen.
- Eine IoT-Plattform ist ein generisches Framework, das mehrere IoT-Lösungen und -Anwendungen unterstützen kann und gemeinsame Funktionen und Dienste bietet, um deren Entwicklung und Betrieb zu ermöglichen.

Eine IoT-Lösung umfasst das komplette System aus Hardware, Software und Konnektivität für eine bestimmte Anwendung, während eine IoT-Plattform die Software-Infrastruktur ist, die mehrere IoT-Lösungen unterstützt. Sowohl IoT-Lösungen als auch -Plattformen spielen eine entscheidende Rolle bei der Integration von Daten von IoT-Geräten in Digitale-Zwillings-Modelle und ermöglichen die Überwachung, Analyse und Optimierung physischer Assets oder Prozesse in Echtzeit.



Beziehung zum digitalen Zwilling:

- IoT-Lösungen bieten die notwendigen Hardware- und Softwarekomponenten für die Datenerfassung, Konnektivität und Kommunikation.
- IoT-Plattformen bieten die Infrastruktur und Tools zur Verwaltung, Verarbeitung und Analyse von IoT-Daten und sorgen für eine reibungslose Integration in das Digitale-Zwillings-Modell.
- Zusammen ermöglichen sie den kontinuierlichen Datenfluss zwischen den physischen Assets, dem IoT-System und dem digitalen Zwilling, bereichern das virtuelle Modell und ermöglichen Einblicke, Überwachung und Entscheidungsfindung in Echtzeit.



MES, ERP & MRP:

Merkmale und Funktionen in Bezug auf den Digitalen Zwilling

ERP

ERP ist ein umfassendes Softwaresystem, das Geschäftsfunktionen integriert, Daten konsolidiert und die Entscheidungsfindung verbessert. Sie fungiert als zentrale Plattform und verwaltet verschiedene Bereiche wie Finanzen, Personal, Lieferkette und Kundenbeziehungen. Das Ziel der ERP ist es, den Betrieb zu rationalisieren und die Effizienz zu verbessern, indem eine einheitliche Sicht auf Ressourcen und Prozesse bereitgestellt wird.



ERP integriert Geschäftsfunktionen und -prozesse, während der digitale Zwilling ein virtuelles Modell für die Überwachung und Optimierung in Echtzeit zur Verfügung stellt.



ERP konzentriert sich auf die Verwaltung von Unternehmensdaten, während der digitale Zwilling darüber hinaus eine dynamische virtuelle Darstellung physischer Einheiten bietet.

MES

Das Manufacturing Execution System (MES) ist ein softwarebasiertes System, das Echtzeit-Transparenz und Kontrolle über die Fertigungsabläufe im Produktionsbereich bietet. Es überwacht und optimiert die Produktionsaktivitäten, erfasst Daten und liefert umfassende Informationen zu Leistung, Status und Qualität.



Anwendungsbereich und Fokus: MES verwaltet und optimiert die Fertigungsabläufe im Fertigungsbereich in Echtzeit, während der digitale Zwilling das Verhalten und die Leistung von Assets oder Systemen während ihres gesamten Lebenszyklus modelliert und simuliert.



Zweck: MES verbessert die betriebliche Effizienz und die Qualitätskontrolle im Fertigungsbereich, während sich der digitale Zwilling auf die Designoptimierung, die vorausschauende Wartung und die Leistungsanalyse konzentriert.



Datennutzung: MES stützt sich zur Überwachung und Steuerung auf Echtzeitdaten von Sensoren und Maschinen, während der digitale Zwilling Daten aus verschiedenen Quellen während des gesamten Lebenszyklus des Assets zur umfassenden Analyse und Optimierung integriert.



Zeitraumen: MES bietet Echtzeit-Transparenz und Kontrolle für die sofortige Entscheidungsfindung, während der digitale Zwilling Echtzeit- und historische Daten einsetzt, um zukünftige Szenarien zu simulieren und zu optimieren.





MRP

Die Materialbedarfsplanung (MRP) ist ein systematischer Ansatz, der in der Fertigungs- und Produktionsplanung verwendet wird, um den Bestand an Materialien, die für die Produktion benötigt werden, effizient zu verwalten und zu regulieren. Der Schwerpunkt liegt auf der Analyse der Nachfrage, der Berücksichtigung der Stückliste und der Erstellung eines Plans für die Beschaffung oder Herstellung von Materialien, um die Produktionspläne effektiv einzuhalten.



Im Gegensatz zur MRP mit dem Digitalen Zwilling umfasst letzterer eine virtuelle Darstellung und Simulation eines physischen Assets oder Systems und übertrifft die Materialplanung.



MRP konzentriert sich auf die gegenwärtige und kurzfristige Planung, während der Digitale Zwilling zukunftsorientiert ist und Antizipation und Optimierung ermöglicht.



Während sich die MRP bei den Materialanforderungen auf historische und prognostizierte Daten stützt, nutzt der Digitale Zwilling Echtzeitdaten, um das Verhalten und die Leistung des Assets zu überwachen, zu optimieren und zu simulieren.



Während die MRP hauptsächlich auf die Fertigungs- und Produktionsplanung angewendet wird, hat der Digitale Zwilling branchenübergreifend einen breiteren Anwendungsbereich und optimiert die Anlagenleistung während ihres gesamten Lebenszyklus.

Beschriebene Produkte können auch interagieren und sich in einigen Fällen ergänzen. Zum Beispiel können MRP-Berechnungen in ein ERP-System integriert werden, MES kann sowohl mit ERP- als auch mit MRP-Systemen für den Echtzeit-Datenaustausch verbunden werden, und Digitale Zwillinge-Modelle können Daten aus ERP, MRP und MES für Simulationen und Analysen verwenden.

RTLS (Real-Time Location Systems)

\$ 5.37 bil.

Erfasster Marktwert von RTLS im Jahr 2021

32,6 %

Jährliche Wachstumsrate von RTLS

\$ 7.11 bil.

Geschätzter Marktwert von RTLS im Jahr 2022

Echtzeit-Ortungssysteme (RTLS) sind modernste Technologien, die es Unternehmen ermöglichen, Assets, Personen oder Objekte in Echtzeit innerhalb eines definierten Raums zu verfolgen und zu lokalisieren. Durch den Einsatz fortschrittlicher Tracking-Technologien wie RFID, Bluetooth Low Energy (BLE), WLAN oder Ultrabreitband (UWB) erfasst RTLS genaue Standortdaten und ermöglicht eine nahtlose Transparenz der Bewegung und Positionierung markierter Einheiten.

Die Integration von RTLS mit der 3D-Digitalen-Zwillings-Technologie bringt einen synergistischen Effekt hervor, der den Geschäftsbetrieb revolutioniert und mehrere wichtige Vorteile bietet. Nachstehend werden einige der Vorteile aufgeführt, die diese Integration bietet:

- **Verbesserte Anlagenverfolgung und Visualisierung:** Die Integration von RTLS mit dem 3D-Digitalen-Zwilling ermöglicht eine genaue Anlagenverfolgung, die Optimierung der Bestandsverwaltung, die Zuweisung und die Verbesserung der betrieblichen Effizienz.
- **Proaktive Sicherheitsmaßnahmen:** Die Fusion von RTLS und dem 3D-Digitalen-Zwilling verbessert die Sicherheitsprotokolle und visualisiert Echtzeit-Standorte, um Risiken zu identifizieren, die Einhaltung der Vorschriften sicherzustellen und auf Notfälle zu reagieren.

- **Workflow-Optimierung und Prozesseffizienz:** Mit 3D-Digitalen-Zwillingen integrierte RTLS optimiert Workflows, identifiziert Engpässe und ermöglicht datengesteuerte Entscheidungen für die Ressourcenzuweisung sowie verbesserte Kundenerlebnisse.
- **Prädiktive Wartung und Anlagenleistung:** In den 3D-Digitalen Zwilling integrierte Echtzeit-Standortdaten ermöglichen eine prädiktive Wartung, die Reduzierung von Ausfallzeiten, die Senkung von Kosten und die Verlängerung der Anlagenlebensdauer.
- **Simulationen und Szenarienplanung:** RTLS in Kombination mit der 3D-Digitalen Zwillings-Technologie ermöglicht Szenariosimulationen, die Bewertung von Konfigurationen, das Testen von Prozessänderungen und die Optimierung der Ressourcennutzung für fundierte Entscheidungen sowie die Risikominderung.



MÖGLICHKEITEN FÜR BERATUNGSUNTER- NEHMEN

EIN AUF DIGITALE ZWILLINGS SPEZIALISIERTES UNTERNEHMEN

Ein auf digitale Zwillinge-Lösungen spezialisiertes Unternehmen konzentriert sich in erster Linie auf die Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen im Zusammenhang mit der Entwicklung, Implementierung und Bereitstellung der Digitalen Zwillinge-Technologie. Diese Unternehmen verfügen über Fachwissen bei der Erstellung virtueller Repliken oder Darstellungen physischer Assets, Prozesse oder Systeme unter Verwendung fortschrittlicher Datenmodellierungs-, Simulations- und Analysetechniken. Sie können vorgefertigte Digitale-Zwillinge-Plattformen oder maßgeschneiderte Lösungen anbieten, die auf bestimmte Branchen oder Anwendungsfälle zugeschnitten sind.

Spezialwissen: Diese Unternehmen verfügen über fundiertes Wissen und Fachwissen in der Digitalen-Zwillinge-Technologie, einschließlich Datenintegration, Modellierung, Simulation und Analyse.

Technische Fähigkeiten: Sie verfügen über die technischen Fähigkeiten und Ressourcen, um Digitale-Zwillinge-Lösungen für verschiedene Branchen und Anwendungen zu entwickeln und einzusetzen.

Produktorientiert: Digitale-Zwillinge-Unternehmen bieten häufig proprietäre Software oder Plattformen an, die für die Erstellung und Verwaltung von Digitalen-Zwillinge-Modellen entwickelt wurden.

BERATUNGSUNTERNEHMEN

Ein Beratungsunternehmen hingegen bietet Unternehmen in verschiedenen Bereichen professionelle Beratung an, einschließlich der Implementierung des digitalen Zwillinge. Im Gegensatz zu Unternehmen, die sich auf digitale Zwillinge-Lösungen spezialisiert haben, bieten Beratungsunternehmen ein breiteres Spektrum an Dienstleistungen und Fachwissen an und unterstützen Kunden bei der strategischen Planung, Problemlösung und Entscheidungsfindung.

Vielfältiges Fachwissen: Beratungsunternehmen verfügen über ein breites Spektrum an Fachwissen in verschiedenen Branchen und Sektoren, das es ihnen ermöglicht, ganzheitliche Lösungen für verschiedene geschäftliche Herausforderungen anzubieten.

Beratungsansatz: Beratungsunternehmen konzentrieren sich auf die Bereitstellung von Empfehlungen, Strategien und umsetzbaren Erkenntnissen, um die Leistung und Effizienz ihrer Kunden zu verbessern.

Anbieterneutral: Im Gegensatz zu spezialisierten Digitalen-Zwillinge-Unternehmen sind Beratungsunternehmen möglicherweise nicht an bestimmte Produkte oder Technologien gebunden, sodass sie unvoreingenommene Empfehlungen anbieten können, die auf die Bedürfnisse des Kunden zugeschnitten sind.

Ein auf Digitale-Zwillinge-Lösungen spezialisiertes Unternehmen widmet sich der Bereitstellung technologiebasierter Lösungen, die sich speziell auf die Digitale-Zwillinge-Technologie konzentrieren. Im Gegensatz dazu verfolgt ein Beratungsunternehmen einen umfassenderen Ansatz und bietet ein breiteres Spektrum an Dienstleistungen an, um verschiedene Geschäftsanforderungen zu erfüllen, was unter anderem die Implementierung des Digitalen Zwillinge umfassen kann.

ENERGIEMANAGEMENTLÖSUNGEN



Der Hauptunterschied zwischen einem Energiemanagementsystem (EMS) und einer Digitalen-Zwillings-Lösung liegt in ihren primären Schwerpunkten und Funktionen:

Fokus:

Energiemanagementsystem (EMS): Ein EMS wurde speziell entwickelt, um den Energieverbrauch und die damit verbundenen Prozesse innerhalb einer Organisation oder Einrichtung zu überwachen, zu steuern und zu optimieren. Es sammelt Echtzeitdaten aus verschiedenen Quellen wie intelligenten Zählern, Sensoren und angeschlossenen Geräten, um Einblicke in den Energieverbrauch, die Nachfragemuster und die Effizienzmetriken zu erhalten. Das primäre Ziel eines EMS ist es, die Energieeffizienz zu verbessern, die Energieverschwendung zu reduzieren und die Energiekosten zu senken.

Digitale Zwillinge-Lösung: Sie kombiniert Echtzeitdaten von Sensoren und angeschlossenen Geräten mit fortschrittlichen Analyse- und Simulationsfunktionen, um das Verhalten und die Leistung des physischen Assets oder Systems zu modellieren und zu analysieren. Digitale Zwillinge werden eingesetzt, um die Leistung von Assets zu optimieren, vorausschauende Wartung vorzunehmen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen.

Anwendungsbereich:

EMS: Der Leistungsumfang eines EMS ist auf energiebezogene Daten und Prozesse beschränkt. Es konzentriert sich auf die Überwachung und Verwaltung des Energieverbrauchs und kann mit anderen Systemen wie Gebäudeautomation oder Demand-Response-Systemen integriert werden, um den Energieverbrauch effektiv zu steuern.

Digitaler Zwilling: Digitale-Zwillinge-Lösungen haben einen breiteren Anwendungsbereich. Sie können verschiedene Assets, Geräte, Prozesse oder sogar ganze Systeme darstellen. Digitale Zwillinge simulieren reale Verhaltensweisen und können für die Leistungsoptimierung, Szenariotests, prädiktive Analysen und andere Zwecke über das Energiemanagement hinaus eingesetzt werden.

Funktionen:

EMS: Ein EMS umfasst in der Regel Funktionen wie Datenerfassung, Echtzeitüberwachung, Energieanalyse, Energieeffizienzempfehlungen, Berichterstellung und Nachfragefunktionen. Sein primäres Ziel ist es, Einblicke in den Energieverbrauch zur Verfügung zu stellen und die Energieoptimierung zu ermöglichen.

Digitaler Zwilling: Digitale-Zwillinge-Lösungen nutzen Echtzeitdaten und -simulationen, um eine ganzheitliche Sicht auf die Leistung des physischen Assets oder Systems zu bieten. Sie können für die prädiktive Wartung, die Prozessoptimierung, den Leistungsvergleich, Szenariotests und andere fortschrittliche Analysen über das reine Energiemanagement hinaus eingesetzt werden.

Die Korrelation zwischen Energiemanagementsystemen und Digitalen-Zwillinge-Lösungen liegt in ihrer Fähigkeit, die Energiemanagement-Bemühungen zu verbessern. Die Integration dieser beiden Technologien ermöglicht es Unternehmen, Einblicke in Echtzeit zu erhalten, prädiktive Analysen vorzunehmen und den Energieverbrauch zu optimieren, um ein höheres Maß an Energieeffizienz und Kosteneinsparungen zu erzielen.



DIGITALER ARBEITSANWEISUNGEN

Digitale Arbeitsanweisungen sind elektronische oder computerbasierte Dokumente, die die Mitarbeiter in einem visuellen und interaktiven Format durch verschiedene Aufgaben und Prozesse führen. Sie dienen als moderne Alternative zu herkömmlichen papierbasierten Arbeitsanweisungen und bieten Bedienern und Technikern eine Schritt-für-Schritt-Anleitung.

Zu den Hauptmerkmalen digitaler Arbeitsanweisungen gehören:

Visueller Inhalt: Digitale Arbeitsanweisungen enthalten oft Bilder, Videos, 3D-Modelle und Animationen, um jeden Schritt des Prozesses zu veranschaulichen. Dieser visuelle Inhalt verbessert das Verständnis und reduziert die Wahrscheinlichkeit von Fehlern.

Interaktive Elemente: Sie können interaktive Elemente wie anklickbare Links, Schaltflächen oder Checklisten anbieten, um Benutzer einzubinden und sicherzustellen, dass sie die richtige Reihenfolge der Aktivitäten befolgen.

Echtzeit-Updates: Digitale Arbeitsanweisungen können in Echtzeit aktualisiert werden, um sicherzustellen, dass die Mitarbeiter stets Zugriff auf die neuesten und genauesten Informationen haben.

Versionskontrolle: Sie umfassen in der Regel Funktionen zur Versionskontrolle, mit denen Unternehmen Änderungen an Arbeitsanweisungen langfristig verwalten und verfolgen können.

Barrierefreiheit für mehrere Geräte: Digitale Arbeitsanweisungen können auf verschiedenen Geräten abgerufen werden, einschließlich Tablets, Smartphones und Industriegeräten, sodass sie leicht portabel und im Fertigungsbereich zugänglich sind.

Integration mit IoT und digitalem Zwilling: Einige fortschrittliche digitale Arbeitsanweisungssysteme können in das Internet der Dinge (IoT) und die Technologie des digitalen Zwillings integriert werden, um kontextbezogene Anweisungen auf der Grundlage von Echtzeitdaten von Geräten und Prozessen bereitzustellen.



Gemeinsame Datenquelle: Der digitale Zwilling sammelt Echtzeitdaten von Sensoren und Geräten, während die digitalen Arbeitsanweisungen diese Daten einsetzen, um den Mitarbeitern eine kontextbezogene und aktuelle Anleitung zur Verfügung zu stellen. Diese gemeinsame Datenquelle stellt sicher, dass die Mitarbeiter genaue und relevante Informationen erhalten, die auf dem aktuellen Zustand der Assets oder Prozesse basieren, mit denen sie arbeiten.

Kontextbezogene Anweisungen: Das Kontextbewusstsein des digitalen Zwillings ermöglicht die dynamische Anpassung von Anweisungen basierend auf bestimmten Geräten oder Prozessen und optimiert den Leitfaden für die Mitarbeiter.

Unterstützung bei der vorausschauenden Wartung: Digitale Zwillinge prognostizieren den Wartungsbedarf, indem sie Echtzeitdaten analysieren und digitale Arbeitsanweisungen ermöglichen, um die Mitarbeiter durch die vorbeugende Wartung zu führen und die Anlagenleistung zu optimieren.

Training und Simulation: Digitale Zwillinge simulieren Szenarien für risikofreies Üben, während digitale Arbeitsanweisungen eine Schritt-für-Schritt-Anleitung bieten und die Kompetenz und das Selbstvertrauen der Mitarbeiter stärken.

Echtzeit-Anleitung und Feedback: Digitale Arbeitsanweisungen, die in Echtzeit an mobile oder AR-Geräte gesendet werden, bieten eine Anleitung vor Ort. Der Digitale Zwilling warnt und passt sich an, wenn eine Abweichung auftritt, und unterstützt die Mitarbeiter.

Leistungsanalyse: Beide Systeme sammeln Mitarbeiterdaten für die Leistungsanalyse, die Prozessoptimierung, die Identifizierung des Schulungsbedarfs und die Verbesserung der Mitarbeitereffizienz.

Digitale Arbeitsanweisungen und Digitale Zwillings-Lösungen können sich gegenseitig ergänzen und zusammenarbeiten, um die betriebliche Effizienz zu verbessern und die Prozesse innerhalb einer Organisation zu optimieren.



FERTIGUNGS- PRODUKTIVITÄT UND ANALYSESOFTWARE

Bei Fertigungsproduktivität und Analysesoftware handelt es sich um eine Art Softwarelösung, die entwickelt wurde, damit verschiedene Aspekte der Fertigungsprozesse überwacht und analysiert werden, um die Produktivität und Effizienz zu verbessern. Es sammelt und verarbeitet Daten von Produktionslinien, Maschinen und anderen Quellen und bietet Herstellern wertvolle Einblicke zur Optimierung des Betriebs, zur Identifizierung von Engpässen, zur Reduzierung von Ausfallzeiten, zur Verbesserung der Produktqualität und zur Rationalisierung der gesamten Fertigungsabläufe.

Der Unterschied zwischen einer 3D-Digitalen-Zwillings-Lösung und Fertigungsproduktivität und Analysesoftware liegt in ihren Kernfunktionen und ihrem Fokus:

3D-DIGITALE ZWILLINGS- LÖSUNG:

Fokus: Eine 3D-Digitale-Zwillings-Lösung erstellt eine virtuelle Darstellung eines physischen Objekts, Assets oder Systems in einem dreidimensionalen (3D) Modell.

Funktionalität: 3D-Digitale-Zwillinge bieten eine visuelle und interaktive Darstellung der physischen Einheit und ermöglichen es Benutzern, ihr Verhalten und ihre Leistung während ihres gesamten Lebenszyklus zu simulieren, zu analysieren und zu optimieren.

Anwendungsfall: 3D-Digitale-Zwillinge werden häufig in verschiedenen Branchen für die Designoptimierung, die vorausschauende Wartung, die Prozesssimulation und die Betriebsanalyse eingesetzt.

FERTIGUNGSPRODUKTIVITÄT UND ANALYSESOFTWARE

Fokus: Fertigungsproduktivität und Analysesoftware konzentrieren sich auf die Überwachung, Analyse und Optimierung von Fertigungsprozessen und -abläufen, um die Produktivität und Effizienz zu verbessern.

Funktionalität: Diese Software sammelt Echtzeitdaten von Maschinen, Produktionslinien und anderen Quellen, um Einblicke in die Produktionsleistung zu bieten, Engpässe zu identifizieren und datengesteuerte Empfehlungen zur Prozessverbesserung anzubieten.

Anwendungsfall: Fertigungsproduktivität und Analysesoftware sind speziell auf den Fertigungsbereich zugeschnitten und zielen darauf ab, die Betriebseffizienz zu verbessern, Ausfallzeiten zu reduzieren und die Produktqualität zu verbessern.

Bei einer 3D-Digitalen Zwillings-Lösung geht es darum, ein virtuelles Modell einer physischen Einheit zu erstellen, das visuelle und interaktive Funktionen bietet, während sich die Fertigungsproduktivität und die Analysesoftware auf die Datenanalyse und -optimierung konzentrieren, um die Fertigungsprozesse zu optimieren.



UNTERNEHMENSWEITES ASSET-MANAGEMENT

Digitale Zwillinge und EAM können zusammenarbeiten, um die Asset-Management-Praktiken zu verbessern, indem sie Echtzeit-Einblicke, Vorhersagefunktionen, Simulationstools und eine umfassende Wartungsdokumentation zur Verfügung stellen. Die Integration dieser beiden Konzepte ermöglicht es Unternehmen, von reaktiven Wartungsansätzen zu proaktiven und datengesteuerten Asset-Management-Strategien überzugehen, was zu einer verbesserten Betriebseffizienz und reduzierten Ausfallzeiten führt.

DIGITALER ZWILLING

Zweck

Digitale Zwillinge verwenden Echtzeitdaten und Simulationsmodelle, um das Verhalten und die Leistung des physischen Assets zu imitieren. Die Digitalen Zwillinge werden für verschiedene Zwecke eingesetzt, darunter die Designoptimierung, die vorausschauende Wartung, die Prozesssimulation und die Echtzeitüberwachung.

Datennutzung

Digitale Zwillinge verlassen sich auf Echtzeitdaten von Sensoren und angeschlossenen Geräten, um ein dynamisches virtuelles Modell des Assets zu bilden. Die Daten werden für Simulationen, prädiktive Analysen und die Bereitstellung von Echtzeit-Einblicken in das Verhalten und die Leistung des Assets eingesetzt.

Zeitraumen

Digitale-Zwillinge-Lösungen konzentrieren sich sowohl auf gegenwärtige als auch auf zukünftige Szenarien. Sie verwenden Echtzeitdaten, um das zukünftige Verhalten des physischen Assets zu simulieren und vorherzusagen, was eine proaktive Wartung und Optimierung ermöglicht.

Visualisierung und Interaktion

Digitale Zwillinge bieten eine visuelle und interaktive Darstellung des physischen Assets in einer virtuellen Umgebung. Benutzer können mit dem digitalen Zwillings interagieren, Simulationen durchführen und verschiedene Szenarien erkunden.

UNTERNEHMENSWEITES ASSET-MANAGEMENT (EAM)

Zweck

EAM konzentriert sich auf die Verwaltung und Optimierung der physischen Assets eines Unternehmens während seines gesamten Lebenszyklus. Es umfasst Aufgaben wie Asset-Tracking, Wartungsplanung, Arbeitsauftragsmanagement und Asset-Performance-Analyse. Das primäre Ziel von EAM ist es, den effizienten Betrieb, die Zuverlässigkeit und die Kosteneffizienz von Assets zu garantieren.

Datennutzung

In EAM werden Daten von Sensoren und Wartungsaktivitäten gesammelt, um den Zustand und die Leistung von Assets zu überwachen. Es wird hauptsächlich für die Wartungsplanung, die historische Analyse und die Verfolgung des Zustands von Assets eingesetzt.

Zeitraumen

EAM befasst sich mit dem gegenwärtigen und vergangenen Zustand physischer Assets. Es umfasst Wartungs- und Asset-Management-Aktivitäten in Echtzeit oder basierend auf historischen Daten.

Visualisierung und Interaktion

EAM umfasst typischerweise die Datenvisualisierung für die Anlagenleistung und die Wartungsplanung. Dennoch schafft es keine immersive virtuelle Umgebung wie ein digitaler Zwillings.

DATENPLATTFORM

Eine Datenplattform ist eine umfassende und integrierte Lösung, die es Unternehmen ermöglicht, große Datenmengen aus verschiedenen Quellen zu sammeln, zu speichern, zu verarbeiten, zu verwalten und zu analysieren. Es bietet eine zentralisierte und skalierbare Infrastruktur für die Datenverwaltung, die den Zugriff auf, die gemeinsame Nutzung und die Verwendung von Daten im gesamten Unternehmen erleichtert.

Zweck

Digitaler Zwilling: eine virtuelle Darstellung eines physischen Objekts, Assets oder Systems. Sein Zweck ist es, das Verhalten und die Leistung des physischen Gegenstücks während seines gesamten Lebenszyklus zu simulieren, zu überwachen und zu optimieren. Digitale Zwillinge werden verwendet, um ein tieferes Verständnis von Assets zu erlangen, den Wartungsbedarf vorherzusagen und die Betriebseffizienz zu verbessern.

Eine Datenplattform konzentriert sich hauptsächlich auf die Verwaltung und Verarbeitung großer Datenmengen, die aus verschiedenen Quellen stammen. Ihr Zweck ist es, eine zentralisierte und integrierte Infrastruktur für die Datenspeicherung, -abfrage und -analyse zur Verfügung zu stellen, die es Unternehmen ermöglicht, datengesteuerte Entscheidungen zu treffen und wertvolle Erkenntnisse aus ihren Daten zu gewinnen.

Funktionalität

Digitale Zwillinge werden mit Modellierungs- und Simulationstechnologien gebaut, die oft Echtzeitdaten von Sensoren und anderen Quellen einbeziehen. Sie bieten eine interaktive und visuelle Darstellung des physischen Objekts oder Systems und ermöglichen es Benutzern, sein virtuelles Gegenstück zu analysieren und mit diesem zu interagieren.

Datenplattformen umfassen eine Reihe von Technologien und Tools für die Datenspeicherung, Datenintegration, Datenverarbeitung und Datenanalyse. Sie können auch Funktionen für die Datenverwaltung, -sicherheit und -qualitätsmanagement haben, um die Datenzuverlässigkeit und -konformität zu gewährleisten.

Fälle

Digitale Zwillinge werden häufig in Branchen wie Fertigung, Bauwesen, Energie und Gesundheitswesen eingesetzt. Sie werden für die Designoptimierung, die vorausschauende Wartung, die Prozesssimulation und die Betriebsanalyse eingesetzt.

Datenplattformen werden in verschiedenen Branchen und Geschäftsfunktionen eingesetzt, um verschiedene Datensätze zu verarbeiten, Business Intelligence zu unterstützen und datengesteuerte Entscheidungen zu vereinfachen. Sie sind für die Verwaltung von Big Data, Geschäftsanalysen und fortschrittlicher Datenverarbeitung unerlässlich.

Anwendungsbereich

Ein digitaler Zwilling ist ein spezifischeres Konzept, das sich auf die Erstellung einer virtuellen Darstellung eines bestimmten physischen Objekts oder Systems konzentriert.

Eine Datenplattform ist ein umfassenderes Konzept, das die Infrastruktur und Tools zur Verwaltung von Daten in einem Unternehmen oder einer bestimmten Domäne abdeckt.

Ein digitaler Zwilling und eine Datenplattform sind zwei separate, aber sich ergänzende Komponenten im Bereich der digitalen Transformation und der datengesteuerten Entscheidungsfindung.



6. Vorteile des digitalen Zwillings

Verbesserte Betriebseffizienz:

Digitale Zwillinge bieten Einblicke in Echtzeit, um die Anlagenleistung zu verbessern, den Betrieb zu rationalisieren und Ausfallzeiten zu verringern. Szenariosimulationen unterstützen die Ressourcenzuweisung und die Prozessoptimierung.

Vorausschauende Wartung: Digitale Zwillinge können potenzielle Geräteausfälle und Wartungsanforderungen vorhersagen und so eine proaktive Wartungsplanung ermöglichen. Dieser Ansatz reduziert ungeplante Ausfallzeiten, verlängert die Lebensdauer von Anlagen und senkt die Wartungskosten.

Verbesserte Produktentwicklung: Im Produktdesign und -engineering ermöglichen digitale Zwillinge das virtuelle Prototyping und die Simulation, beschleunigen den Entwicklungszyklus, reduzieren physische Prototypen und optimieren die Produktleistung vor der physischen Fertigung.

Fernüberwachung und -steuerung: Mit Digitalen Zwillingen können Unternehmen Assets in Echtzeit aus der Ferne überwachen und steuern, auch in anspruchsvollen oder gefährlichen Umgebungen. Diese Funktion erhöht die Sicherheit, reduziert den Bedarf an physischer Präsenz und ermöglicht Remote-Entscheidungen.

Datengesteuerte Entscheidungsfindung: Digitale Zwillinge erzeugen riesige Datenmengen, die analysiert werden können, um datengesteuerte Entscheidungen zu treffen. Unternehmen können Muster identifizieren, Prozesse optimieren und neue Erkenntnisse gewinnen, die zu fundierten und strategischen Entscheidungen führen.

Verbesserte Zusammenarbeit und Kommunikation: Digitale Zwillinge bieten eine gemeinsame Plattform für verschiedene Stakeholder, um zusammenzuarbeiten, Informationen auszutauschen und eine ganzheitliche Sicht auf Assets oder Projekte zu erhalten. Diese Zusammenarbeit fördert eine bessere Kommunikation und Abstimmung zwischen den Teams.

Reduzierte Kosten: Durch die Optimierung der Anlagenleistung, die Vorhersage des Wartungsbedarfs und die Minimierung von Ausfallzeiten tragen digitale Zwillinge zur Senkung der Betriebs- und Wartungskosten bei.

Verbesserte Kundenerfahrung: Digitale Zwillinge können eingesetzt werden, um Produkte oder Dienstleistungen unter realen Bedingungen zu überwachen. Diese Daten tragen zur Verbesserung der Kundenzufriedenheit bei, indem sie bessere Produkte, Dienstleistungen und Support anbieten.

Beschleunigte Innovation: Digitale Zwillinge fördern Innovationen, indem sie schnelle Experimente ermöglichen, neue Ideen virtuell testen und eine Kultur der kontinuierlichen Verbesserung fördern.

Nachhaltigkeit und Umweltauswirkungen: Digitale Zwillinge können zu Nachhaltigkeitsbemühungen beitragen, indem sie den Energieverbrauch optimieren, Abfälle reduzieren und die gesamte Umweltleistung verbessern.



5-10%

Reduzierte Ausfallzeiten & erhöhte Produktivität

30-50%

Gesparte Zeit

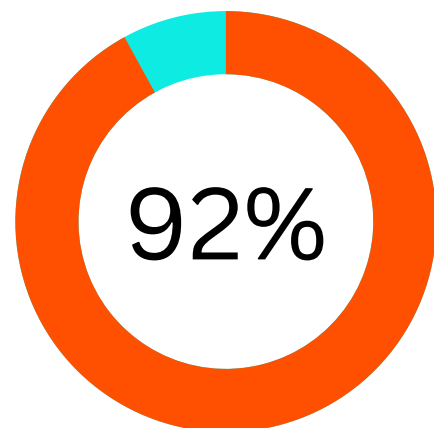
20%

Reduzierte Kosten & Energieeinsparung

15%

Ertrag verbessern

Laut einer Studie des amerikanischen Unternehmens Altair Engineering aus dem Jahr 2022 stellten die Arbeitnehmer fest, dass die häufigsten Auswirkungen der Technologie die Überwachung und Kontrolle in Echtzeit (38 %), Effizienz und Sicherheit (37 %) und Kosteneinsparungen (33 %) waren.



Eines der definitivsten Resultate dieser Umfrage war, dass 92 % der Befragten, die die Technologie des digitalen Zwillings verwendeten (N=1.393), angaben, ihre Produkte und Prozesse nachhaltiger zu gestalten.

Nach einigen neuesten Forschungsdaten, die unten vorgestellt werden, wurden Elemente von den befragten Nutzern und Anbietern des digitalen Zwillings erkannt. Diese wurden durch die Wertelemente der digitalen Zwillinge verwirklicht und galten als Grund, in digitale Zwillinge zu investieren.

Digitaler Zwilling – Charakteristik: interne Plattform (Prozesse/Fabrik)

Technologischer Ansatz

Lokalisierung von
Problembereichen

Abfallminimierung

Optimierung der Wartungszeit
und -kosten

Optimierung der
Energieeffizienz

Verbesserung der
produktiven Zeit und
Kapazität

Rationalisierung und
Überwachung von
Produktionslinien/-prozessen

Menschlicher Ansatz

Dokumentation der
Prozessverlaufsdaten

Dokumentation der
Prozesswartungshistorie

Mitarbeiter mit digitalem
Zwilling schulen

Verbesserung der
Prozesssicherheit

Optimierung des
Arbeitsablaufs (Arbeitsschicht
und Arbeitsbelastung)

Überwachung der
Arbeitsumgebung
(Luftqualität, Temperatur,
Feuchtigkeit usw.)

Rantala, Tero & Ukko, Juhani & Nasiri, Mina & Saunila, Minna, 2023. "Shifting focus of value creation through industrial digital twins—From internal application to ecosystem-level utilization," Technovation, Elsevier, vol. 125(C).

Wertschöpfung durch digitale Zwillinge mit Schwerpunkt auf die interne Plattform (Prozesse oder Fabrik).



7. Industrie 5.0 und die Zukunft des digitalen Zwillings

Die Industrie 5.0 hat ihren Ursprung in der „Industrie 4.0“, die 2011 in Deutschland als Zukunftsprojekt in der Hightech-Strategie des Landes geprägt wurde. Sie zielte darauf ab, von Unternehmen, Wissenschaftlern und Entscheidungsträgern weithin angenommen zu werden und sich auf die Aufrechterhaltung stabiler Produktionsbeschäftigung zu konzentrieren. Ziel war es, wirtschaftliche und ökologische Aspekte zu verbessern und umweltfreundliche, klimaneutrale und energieeffiziente Industriepraktiken anzustreben.

Laut der Europäischen Union ergänzt die Industrie 5.0 den Ansatz der Industrie 4.0, indem sie Forschung und Innovation gezielt in den Dienst des Übergangs zu einer nachhaltigen, menschenzentrierten und widerstandsfähigen europäischen Industrie stellt.

Industrie 5.0 verlagert den Schwerpunkt auf Forschung und Innovation und hebt die Rolle der Industrie im Dienste der Menschheit bei gleichzeitiger Achtung auf die Grenzen unseres Planeten hervor.



Industrie 5.0

Fokus

Industrie 5.0 verlagert den Fokus auf die menschenzentrierte Fertigung, bei der Mensch und Roboter eng zusammenarbeiten, um ein höheres Maß an Effizienz und Produktivität zu erzielen.

Mensch-Maschinen-Interaktion

Industrie 5.0 betont eine starke Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen, die menschliche Kreativität, Problemlösungsfähigkeiten und Geschicklichkeit mit der Präzision und Geschwindigkeit der Automatisierung kombiniert.

Dezentralisierung

In der Industrie 5.0 gibt es einen Trend zur Dezentralisierung, wobei Edge-Computing und verteilte Netzwerke eine wichtigere Rolle bei der Datenverarbeitung und Entscheidungsfindung spielen.

Anpassung und Flexibilität

Konzentriert sich auf Anpassung und Flexibilität. Die Fähigkeit, Produktionsprozesse schnell an die individuellen Kundenbedürfnisse anzupassen, ist ein zentraler Aspekt.

Emanzipation der Menschen

Industrie 5.0 zielt darauf ab, die Belegschaft zu stärken, die Bedeutung von Fachkräften hervorzuheben und Schulungen zur Anpassung an neue Technologien anzubieten.

Nachhaltigkeit

Industrie 5.0 legt einen stärkeren Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit und umweltfreundliche Praktiken. Ziel ist es, die Umweltbelastung zu senken und durch umweltfreundliche Produktionsmethoden und energieeffiziente Technologien Klimaneutralität zu erreichen.

Industrie 4.0

Fokus

Industrie 4.0 betont in erster Linie die Integration digitaler Technologien und Automatisierung in Fertigungsprozesse, um intelligente Fabriken zu schaffen.

Mensch-Maschinen-Interaktion

Maschinen und Anlagen arbeiten weitgehend autonom, mit minimalem menschlichem Eingriff.

Dezentralisierung

Industrie 4.0 setzt oft auf zentralisierte Systeme und Datenverarbeitung in der Cloud.

Anpassung und Flexibilität

Zielt auf Massenproduktion und Standardisierung ab.

Emanzipation der Menschen

In der Industrie 4.0 kann die Automatisierung zu Bedenken hinsichtlich der Verlagerung von Arbeitsplätzen und des Verlusts führen.



Digitale Zwillinge spielen eine entscheidende Rolle, um die Lücke zwischen Menschen und fortschrittlichen Automatisierungstechnologien zu schließen und die Zusammenarbeit und Kooperation anzutreiben. Sie liefern Einblicke und Daten in Echtzeit und ermöglichen es Menschen, mit der physischen Welt aus der Ferne zu interagieren und sie zu überwachen. Industrie 5.0 zielt darauf ab, durch die Kombination menschlicher Kreativität, Problemlösungsfähigkeiten und Entscheidungsfindung mit den Fähigkeiten digitaler Zwillinge eine menschlichere und integrativere Produktionsumgebung zu schaffen. Digitale Zwillinge innerhalb von Industrie 5.0 ermöglichen verbesserte Mitarbeitererfahrungen und Entscheidungsunterstützung. Mitarbeiter können digitale Zwillinge einsetzen, um Szenarien zu simulieren, Prozesse zu optimieren und potenzielle Herausforderungen vorwegzunehmen. Diese Mensch-Maschine-Kooperation fördert bessere Resultate, erhöhte Effizienz und einen stärkeren Fokus auf Nachhaltigkeit und Wohlbefinden. Dies beschleunigt das Entwicklungstempo und ermöglicht es den Branchen, an der Spitze des technologischen Fortschritts zu verbleiben.



8. Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Entstehung der Digitalen-Zwillings-Technologie das Format von Industrie 4.0 revolutioniert hat und Unternehmen ein beispielloses Maß an Einsicht, Effizienz und Widerstandsfähigkeit bietet.

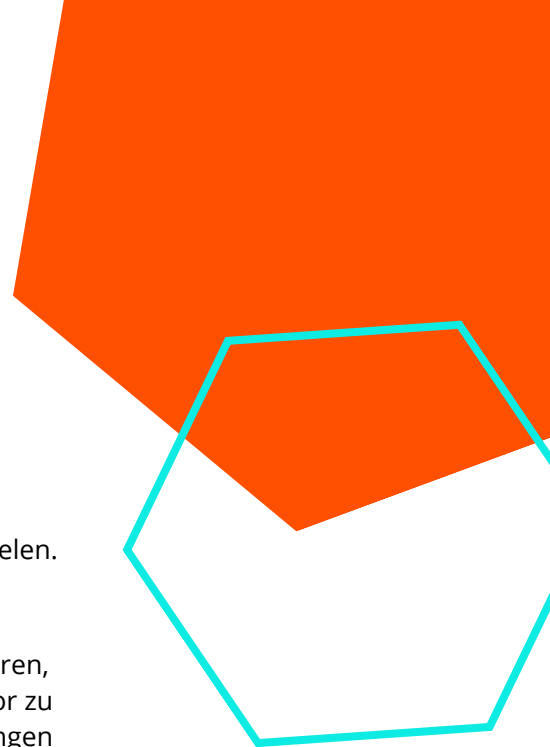
Da die vierte industrielle Revolution unsere Welt weiter prägt, wird es für Unternehmen von entscheidender Bedeutung sein, die Macht der digitalen Zwillinge zu nutzen, um wettbewerbsfähig zu bleiben, sich schnell an die sich ändernden Anforderungen anzupassen und neue Produktivitätsstufen zu erzielen.


Durch die Erstellung eines virtuellen Spiegels physischer Assets, Prozesse und Systeme ermöglichen digitale Zwillinge Unternehmen, die Leistung zu optimieren, Ausfallzeiten zu reduzieren und datengesteuerte Entscheidungen wie nie zuvor zu treffen. Darüber hinaus hat diese Technologie Türen für innovative Anwendungen in verschiedenen Sektoren geöffnet, die von der Fertigung und dem Gesundheitswesen bis hin zu Verkehr und Stadtplanung reichen und die Sicherheit, Nachhaltigkeit und das Ressourcenmanagement verbessern.

Die Einführung des digitalen Zwillings ist zweifellos transformativ, bringt aber auch eine Reihe von Herausforderungen mit sich. Datenschutz- und Sicherheitsbedenken, Komplexität der Datenintegration und der Bedarf an hoch qualifizierten Experten sind nur einige der Hürden, die Unternehmen bewältigen müssen. Dennoch überwiegen die Vorteile bei weitem die Hindernisse, und diejenigen, die Digitale Zwillinge mit einem strategischen Ansatz annehmen, werden sich gut positioniert fühlen, um im Zeitalter von Industrie 4.0 erfolgreich zu sein.

Da sich die Technologie weiterentwickelt, können wir noch größere Fortschritte und eine nahtlosere Integration der digitalen Zwillinge in den täglichen Betrieb erwarten. Branchenführer und Technologiepioniere müssen zusammenarbeiten, um Standards zu setzen, Best Practices auszutauschen und weiterhin innovativ zu sein, um sicherzustellen, dass das Potenzial der digitalen Zwillinge voll ausgeschöpft wird.

Im Gegensatz zu eigenständigen Softwareprodukten bietet der ganzheitliche Ansatz des digitalen Zwillings ein umfassendes Verständnis des gesamten Ökosystems und ermöglicht eine nahtlose Koordination zwischen Abteilungen und Systemen. Diese synergistische Zusammenarbeit stellt sicher, dass die Entscheidungsfindung informiert, agil und auf übergeordnete strategische Ziele ausgerichtet ist, was Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil in der dynamischen Landschaft von Industrie 4.0 verschafft.





Darüber hinaus ist der digitale Zwilling aufgrund seiner Anpassungsfähigkeit und Skalierbarkeit einzigartig ausgestattet, um den vielfältigen Anforderungen der Branchen gerecht zu werden, von der Fertigung und dem Gesundheitswesen bis hin zu Verkehr und Energie. Seine Vielseitigkeit bei der Replikation verschiedener Assets, Prozesse und Umgebungen fördert Innovationen und ermöglicht es Unternehmen, neue Grenzen in der Produktentwicklung und im Serviceangebot zu erkunden.

Darüber hinaus hebt sich die Digitale-Zwillings-Lösung durch ihr langfristiges Wertversprechen von anderen Softwareprodukten ab. Ihre kontinuierlichen Lernfähigkeiten, die von KI- und maschinellen Lernalgorithmen angetrieben werden, ermöglichen es, sich zusammen mit dem physischen System, das sie repräsentiert, weiterzuentwickeln und kontinuierliche Einblicke und Verbesserungen zu liefern, die die Leistung und die Ressourcennutzung langfristig optimieren.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Phänomen des digitalen Zwillings einen entscheidenden Moment in der laufenden Transformation der Branchen weltweit darstellt. Die Übernahme dieser Spitzentechnologie wird nicht ausschließlich den Weg für beispiellose Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit ebnen, sondern auch eine neue Ära der Innovation und des nachhaltigen Wachstums einleiten. Die Zeit, in digitale Zwillinge zu investieren, ist jetzt gekommen, da die Vision einer intelligenteren, vernetzten und agilen Zukunft im Rahmen von Industrie 4.0 erreichbar wird.

Quellen für die Fortsetzung der Erkundungsreise in der Welt der digitalen Zwillinge:



Die digitale Bibliothek IEEE Xplore ist eine Forschungsdatenbank für die Entdeckung und den Zugriff auf Zeitschriftenartikel, Konferenzberichte, technische Standards und verwandte Materialien zu Informatik, Elektrotechnik und Elektronik und verwandten Bereichen.



ScienceDirect

ScienceDirect ist eine Website, die Zugriff auf eine große bibliografische Datenbank mit wissenschaftlichen und medizinischen Publikationen des niederländischen Verlags Elsevier zur Verfügung stellt.



Google Scholar ist eine frei zugängliche Web-Suchmaschine, die den Volltext oder die Metadaten der wissenschaftlichen Literatur in einer Reihe von Veröffentlichungsformaten und -disziplinen indiziert.

Nützliche Ressourcen zum digitalen Zwilling



DIGITbrain ist ein EU-Innovationsprogramm, das die Vision hat, das Innovationspotenzial der Hersteller durch digitale Zwillinge freizusetzen. Das Projekt startete im Juli 2020 mit 36 Partnern aus ganz Europa und bot weiteren 35–40 Unternehmen die Möglichkeit, sich in zwei offenen Ausschreibungen daran zu beteiligen. Ausgewählte neue Begünstigte werden von der Europäischen Kommission finanziert, um Experimente zum Aufbau eines digitalen Zwillings für die Fertigung durchzuführen.



Arena2036 ist eine Innovations- und Forschungsplattform mit Sitz in Stuttgart, Deutschland. Der Name „Arena2036“ steht für „Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles“ und das Ziel, einen Kooperationsraum für Forschung und Entwicklung in der Automobilindustrie zu schaffen.



Die Industrial Digital Twin Association ist eine Organisation, die sich darauf konzentriert, die Einführung, Entwicklung und Standardisierung der Digitalen-Zwillings-Technologie in industriellen Umgebungen voranzutreiben.



ZVEI ist eine deutsche Abkürzung und steht für „Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.“. Es handelt sich um einen Branchenverband, der die Interessen von Unternehmen der Elektrotechnik- und Elektronikbranche in Deutschland vertritt. Der ZVEI wurde 1918 gegründet und hat sich seitdem mit mehr als 1.600 Mitgliedsunternehmen zu einem wichtigen Akteur in der deutschen und europäischen Wirtschaft entwickelt. Zu seinen Mitgliedern gehören Hersteller von elektrischen und elektronischen Geräten, Komponenten und Systemen sowie Anbieter verwandter Dienstleistungen und Technologien.



Ziel des Projekts „FabOS“ ist es, ein offenes, verteiltes, echtzeitfähiges und sicheres Betriebssystem für die Produktion zu entwickeln, das das IT-Backbone für die anpassungsfähige Automatisierung der Fabrik der Zukunft und die Grundlage eines Ökosystems für datengetriebene Dienste und KI-Anwendungen sein wird. Hybride Cloud-Plattformen und IIoT-Anwendungen sind Kernelemente cyber-physischer Architekturen und werden die Basis zukünftiger Produktionslösungen bilden.



Mit 3.600 Mitgliedern ist der VDMA die größte Netzwerkorganisation und eine wichtige Stimme für den Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland und Europa. Der Verband vertritt die gemeinsamen wirtschaftlichen, technischen und wissenschaftlichen Interessen dieser einzigartigen und vielfältigen Branche.



Legen wir los!

Finden Sie mit Process Genius eine perfekte
Digitale-Zwillings-Lösung für Ihre Fabrik.

VEREINBAREN SIE EIN TREFFEN MIT UNSEREM VERTRIEBSTEAM

Heikki Hyttinen

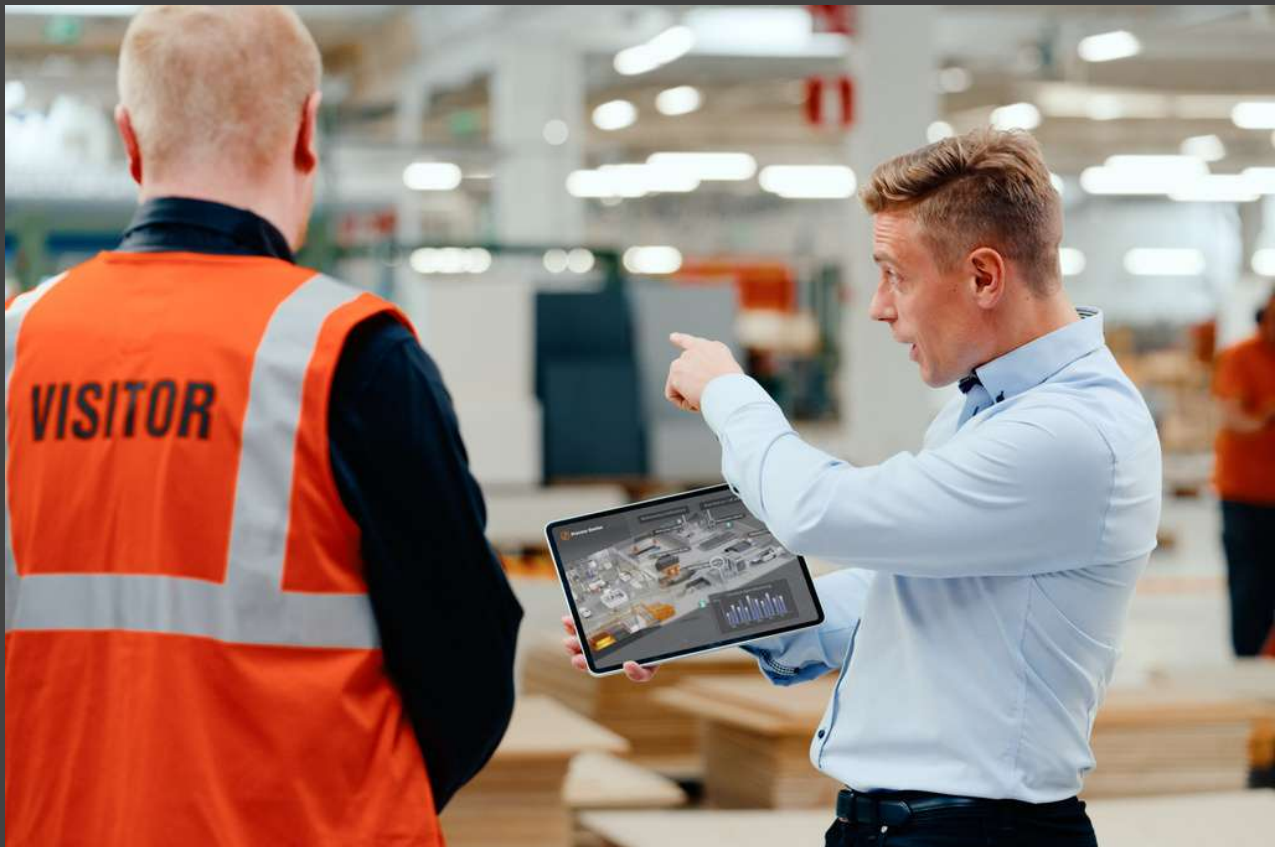
☎ +49 171 177 9059

✉ h.hyttinen@processgenius.de

Jani Akkila

☎ +358 400 362 024

✉ jani.akkila@processgenius.fi



MEHR ERFAHREN



<https://www.processgenius.fi/de>