



Aktuelle Entwicklungen in der KI und wie wir diese für die Instandhaltung nutzen müssen

Maintenance Messe 2024
Thomas Heller

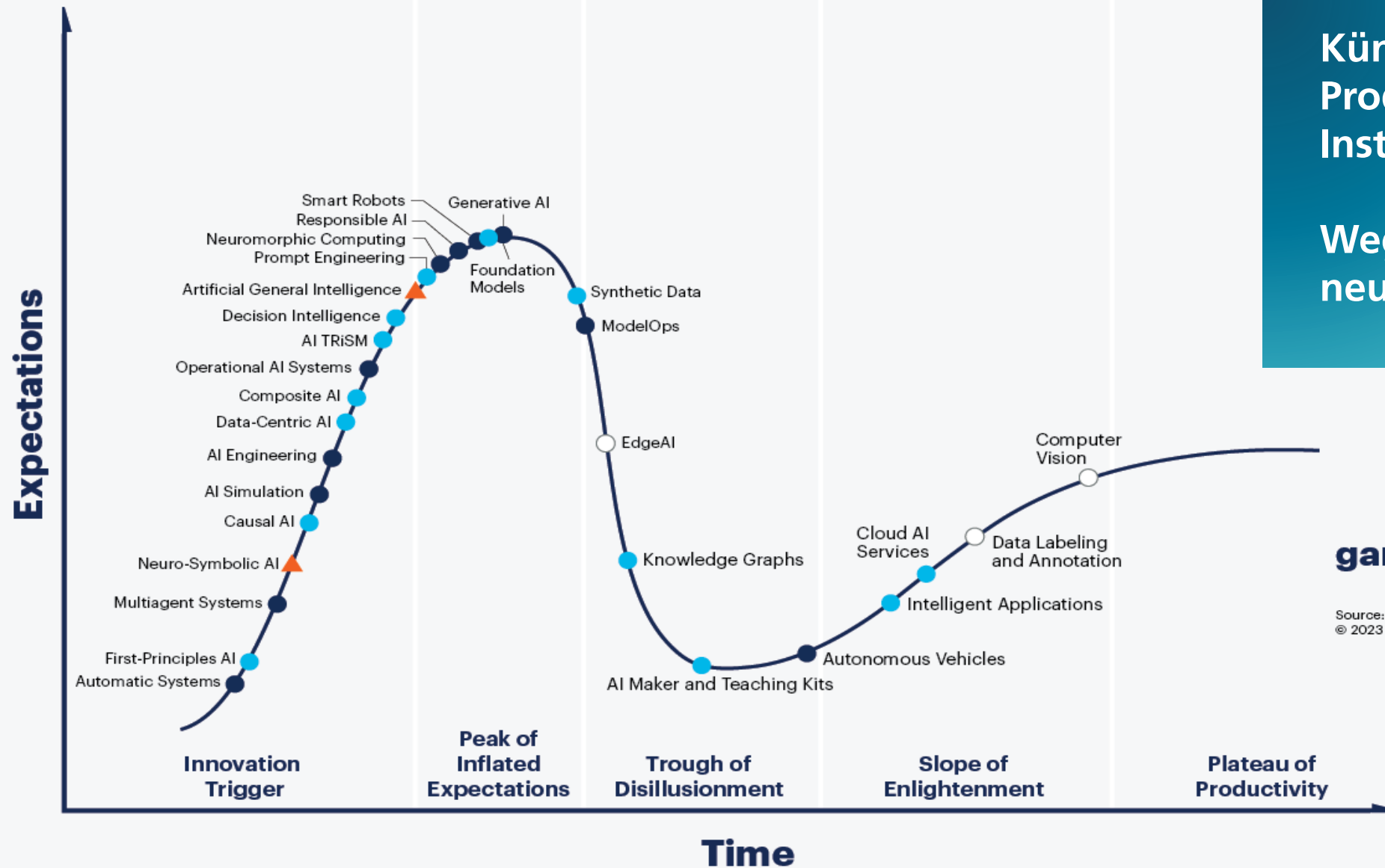
Aktuelle Entwicklungen in der KI und wie wir diese für die Instandhaltung nutzen müssen

Inhalt

1. Aktuelle Entwicklungen von KI
2. KI-Anwendungen in der Instandhaltung
3. Wie bekommen wir es umgesetzt?



Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2023




Künstliche Intelligenz in Produktion und Instandhaltung:
Wegbereiter zu einer neuen Arbeitswelt?

gartner.com

Source: Gartner
© 2023 Gartner, Inc. and/or its affiliates. All rights reserved. 2079794

Plateau will be reached:

- less than 2 years
- 2 to 5 years
- 5 to 10 years
- ▲ more than 10 years
- ⊗ obsolete before plateau
- As of July 2023



Wir haben hierfür
leider keine
ausgebildeten
Fachkräfte.

Warum können
Produktion und
Instandhaltung nicht
gemeinsam planen?

Das Ersatzteil habe
ich noch nie gesehen.
Gibt es bestimmt
nicht mehr am Markt.

Keine Ahnung, ob
das Teil für diesen
Auftrag noch hält.

Wie kann ich das
wieder zum Laufen
bekommen?

Anwendungen von KI

Allgemeine Beispiele



Eine Welt, in der Menschen und Roboter miteinander existieren und agieren



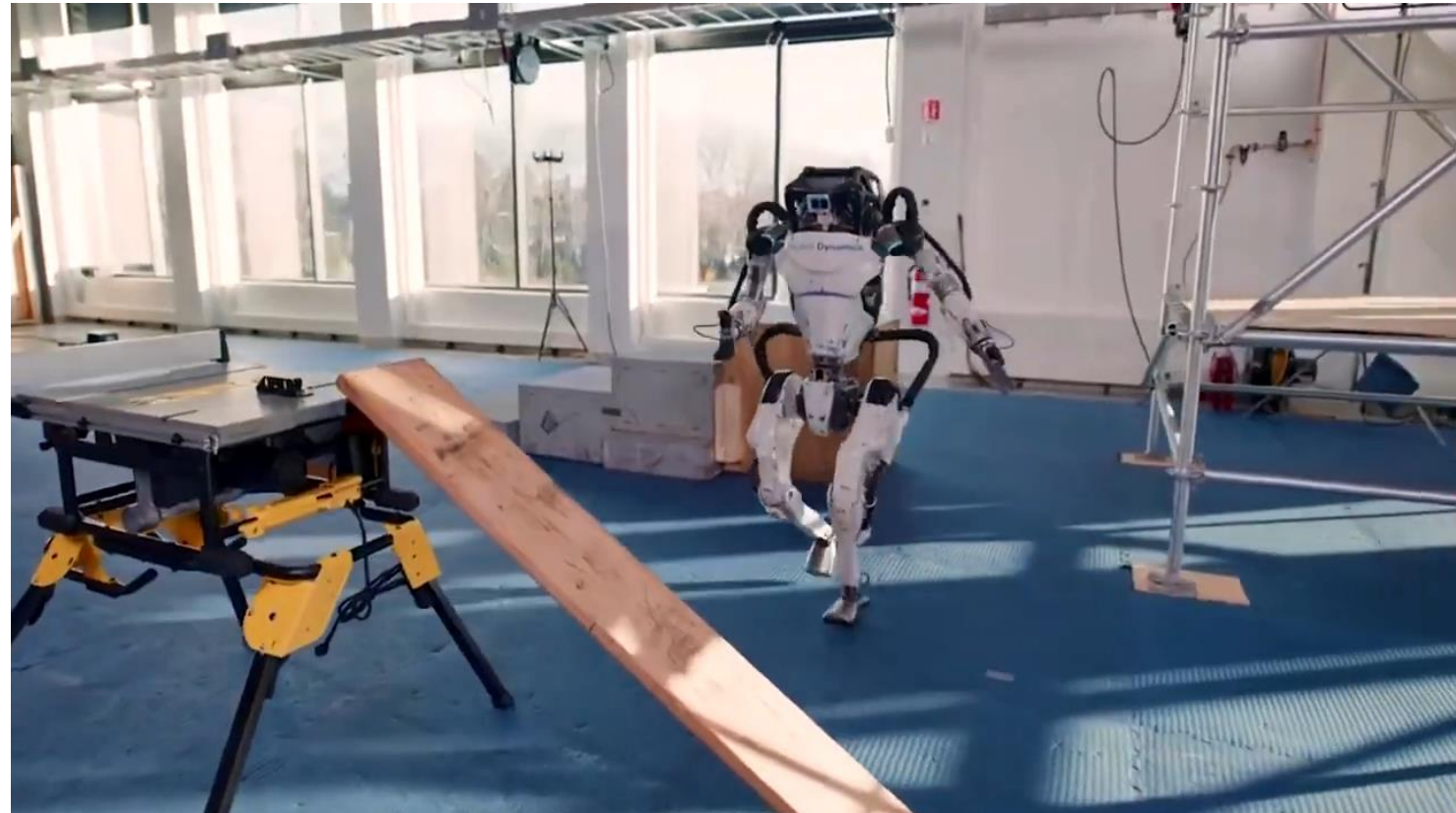
Ameca Desktop

Quelle: SkyNews Australia, October 2023; https://www.youtube.com/watch?v=nnboHTfYsfk&ab_channel=SkyNewsAustralia; <https://indianexpress.com/article/technology/artificial-intelligence/stable-diffusion-humanoid-ameca-draws-a-cat-8816457/>

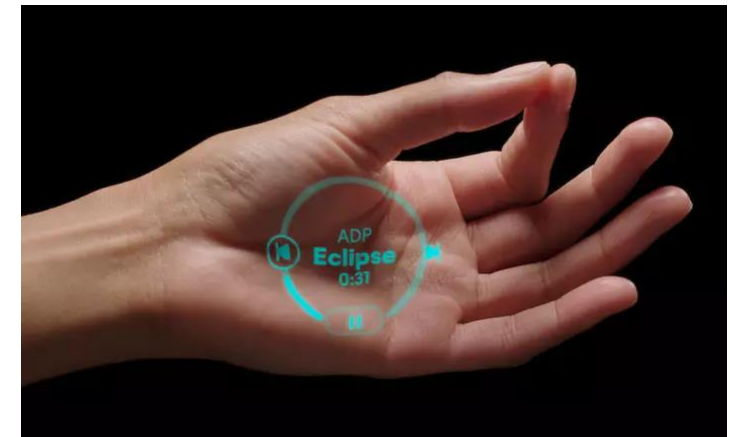
Humanoide Robotik

Boston Dynamics

- Boston Dynamics wird sich auf die Erforschung von Künstlicher Intelligenz für fortschrittliche Roboter und neue Hardware-Designs konzentrieren.
- Boston Dynamics hat bisher mehr Wert auf Robotermechanik als auf KI gelegt.
- Das Ziel ist es, eine neue Generation von Robotern zu entwickeln, die intelligenter, agiler, beweglicher und benutzerfreundlicher sind und "mehr wie Menschen" agieren.



AI PIN – Chat GPT4 Assistent ohne Bildschirm und Kopfhörer



AI Pin

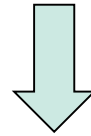
Quelle: https://www.youtube.com/watch?v=XCF4oRw7oAA&ab_channel=AIRevolution; <https://www.heise.de/tipps-tricks/Was-ist-der-Ai-Pin-9530623.html>

Chat GPT & DALL-E

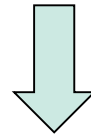
- **DALL-E3 Integration:** Text-zu-Bild-Modell wurde erstmals erfolgreich integriert.
- **Neue Anwendungen durch Bildverarbeitung:** GPT-4 ermöglicht die Verarbeitung von Bildern als Eingabe
- **Verarbeitung längerer Textmengen und höhere Präzision und Kreativität**



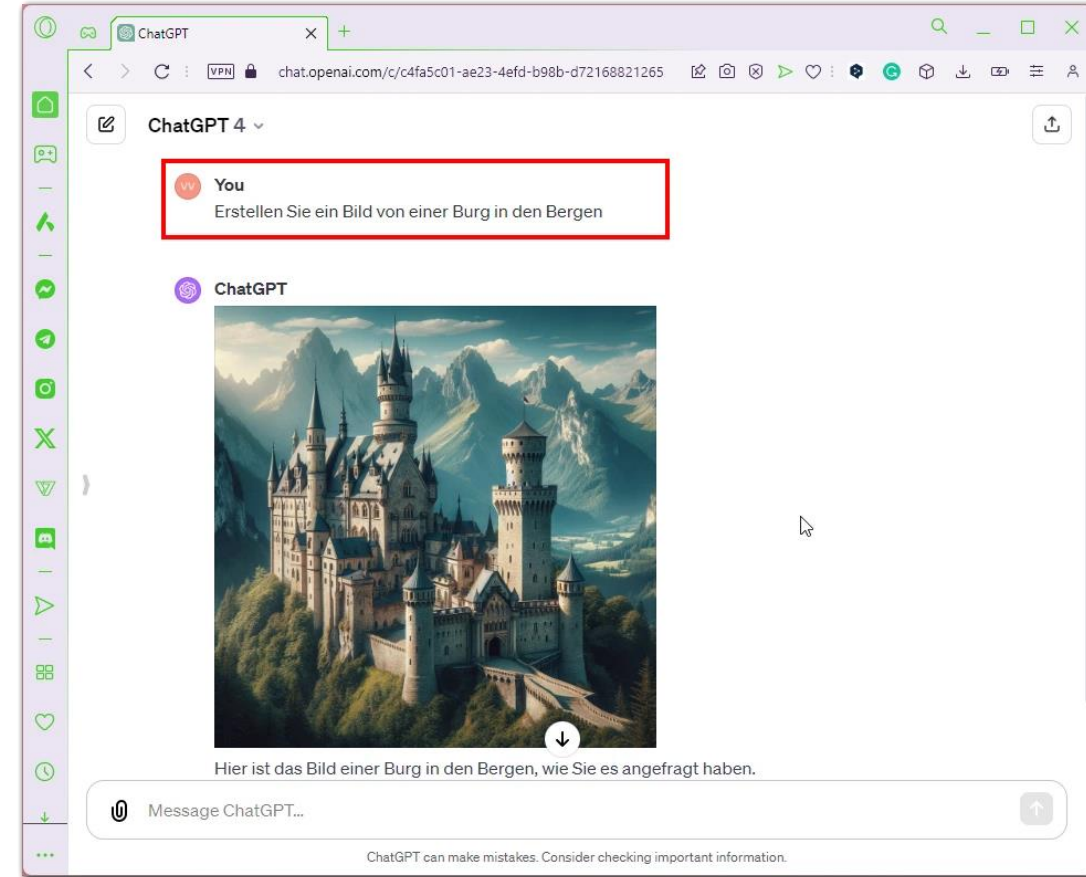
GPT 3



GPT 4

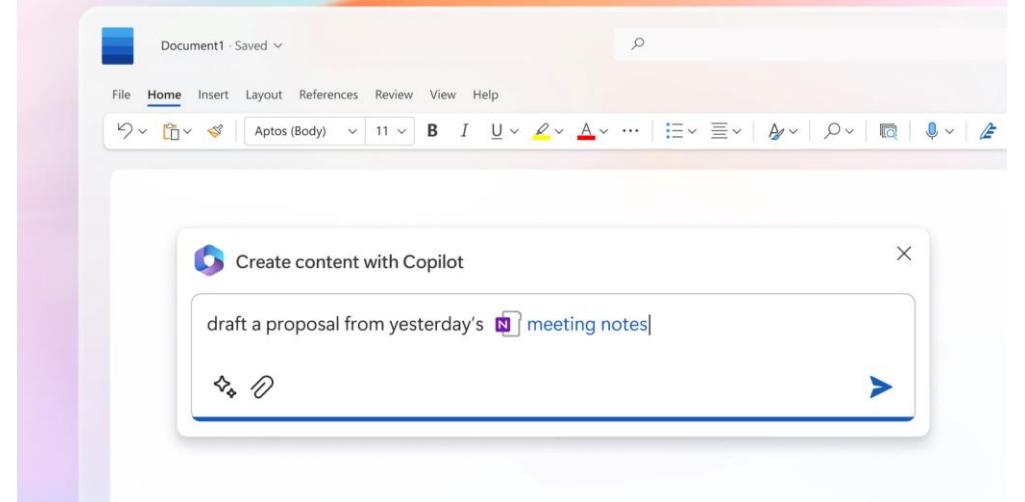
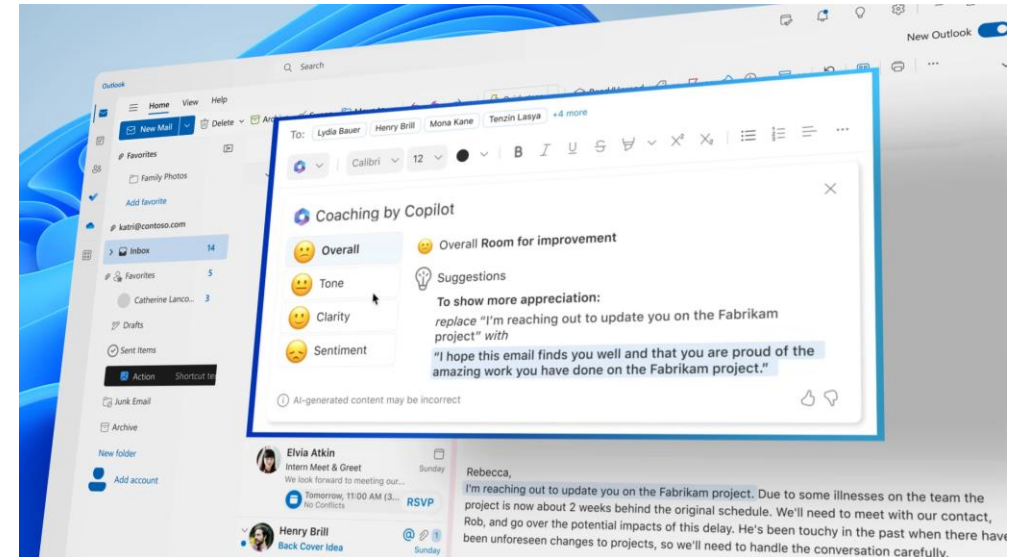


GPT 5 ?



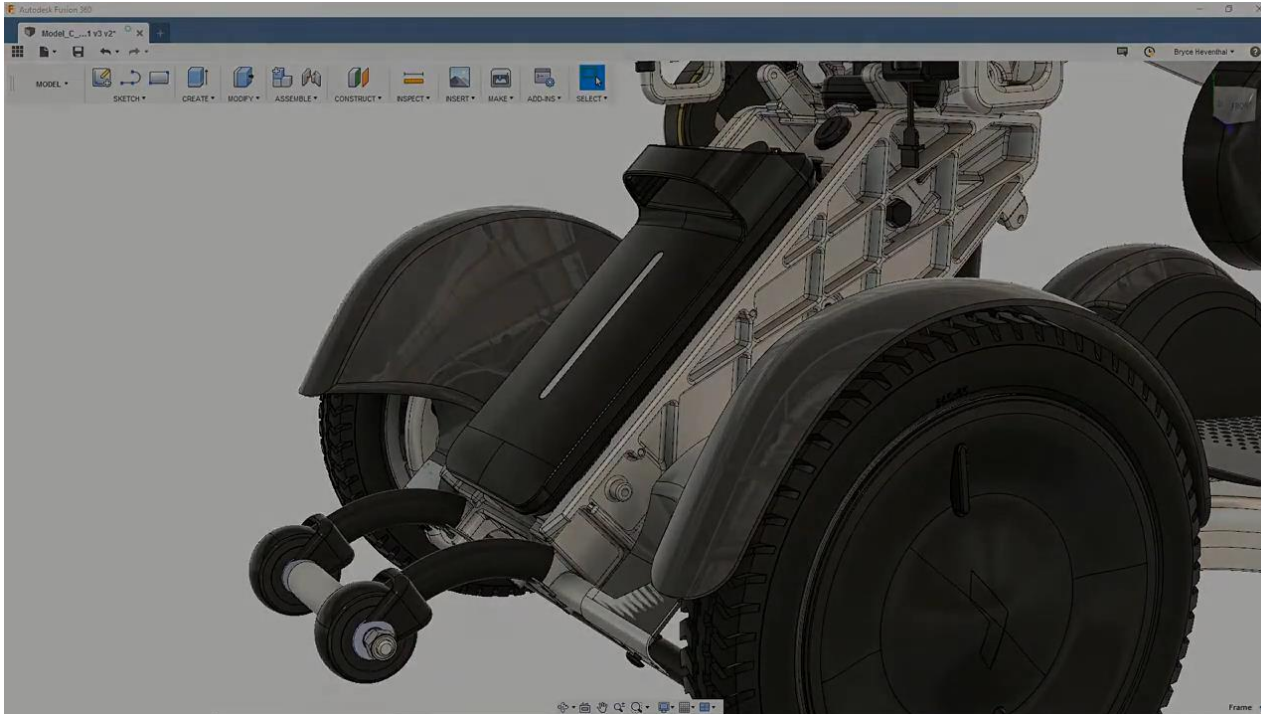
Microsoft Copilot

Country	Customer	Product	Discount Band	Units Sold	Manufacturing Price	Sale Price	Gross Sales	Discounts	Sales	COGS
France	VanArsdel	Biodegradable Cleaning Products	Low	4345	\$10	\$352	\$1,529,440	\$15,294	\$1,514,146	\$
USA	VanArsdel	Biodegradable Cleaning Products	Low	4245	\$10	\$352	\$1,494,240	\$14,942	\$1,479,298	\$
Australia	VanArsdel	Biodegradable Cleaning Products	None	4124	\$10	\$352	\$1,451,648	\$0	\$1,451,648	\$
Mexico	VanArsdel	Biodegradable Cleaning Products	Medium	3954	\$10	\$352	\$1,391,808	\$83,508	\$1,308,300	\$
France	Contoso Pharmaceuticals	Biodegradable Cleaning Products	Low	4952	\$10	\$127	\$628,904	\$6,289	\$622,615	\$
France	Contoso Pharmaceuticals	Recycled Can	Low	4903	\$5	\$127	\$622,681	\$6,227	\$616,454	\$
Canada	Proseware	Natural Personal Care Products	Low	1954	\$270	\$302	\$590,108	\$5,901	\$584,207	\$
Canada	Proseware	Biodegradable Cleaning Products	High	1990	\$220	\$302	\$600,980	\$84,137	\$516,843	\$
USA	VanArsdel	Compostable Food Packaging	Low	1254	\$3	\$380	\$476,520	\$4,765	\$471,755	\$
USA	Proseware	Natural Personal Care Products	Medium	1465	\$224	\$302	\$442,430	\$26,546	\$415,884	\$
USA	Proseware	Sustainable Snack Packaging	Medium	1410	\$120	\$302	\$425,820	\$25,549	\$400,271	\$
Australia	Proseware	Natural Personal Care Products	Medium	1369	\$224	\$302	\$413,438	\$24,806	\$388,632	\$
USA	VanArsdel	Compostable Food Packaging	Medium	1052	\$3	\$380	\$399,760	\$23,986	\$375,774	\$
Canada	VanArsdel	Compostable Food Packaging	Low	980	\$312	\$380	\$372,400	\$3,724	\$368,676	\$
Australia	Proseware	Sustainable Snack Packaging	Medium	1298	\$120	\$302	\$391,996	\$23,520	\$368,476	\$
Australia	VanArsdel	Compostable Food Packaging	None	954	\$3	\$380	\$362,520	\$0	\$362,520	\$
Canada	Contoso Pharmaceuticals	Biodegradable Cleaning Products	Low	2785	\$110	\$127	\$353,695	\$3,537	\$350,158	\$



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=l-waFp6rLc0>; https://th.bing.com/th/id/OIP.80U7AD_S9GZDO3QTbnlAMwAAAA?rs=1&pid=ImgDetMain; <https://accessorange.com/wp-content/uploads/2023/05/Outlook-Copilot-Email-Coaching.png>

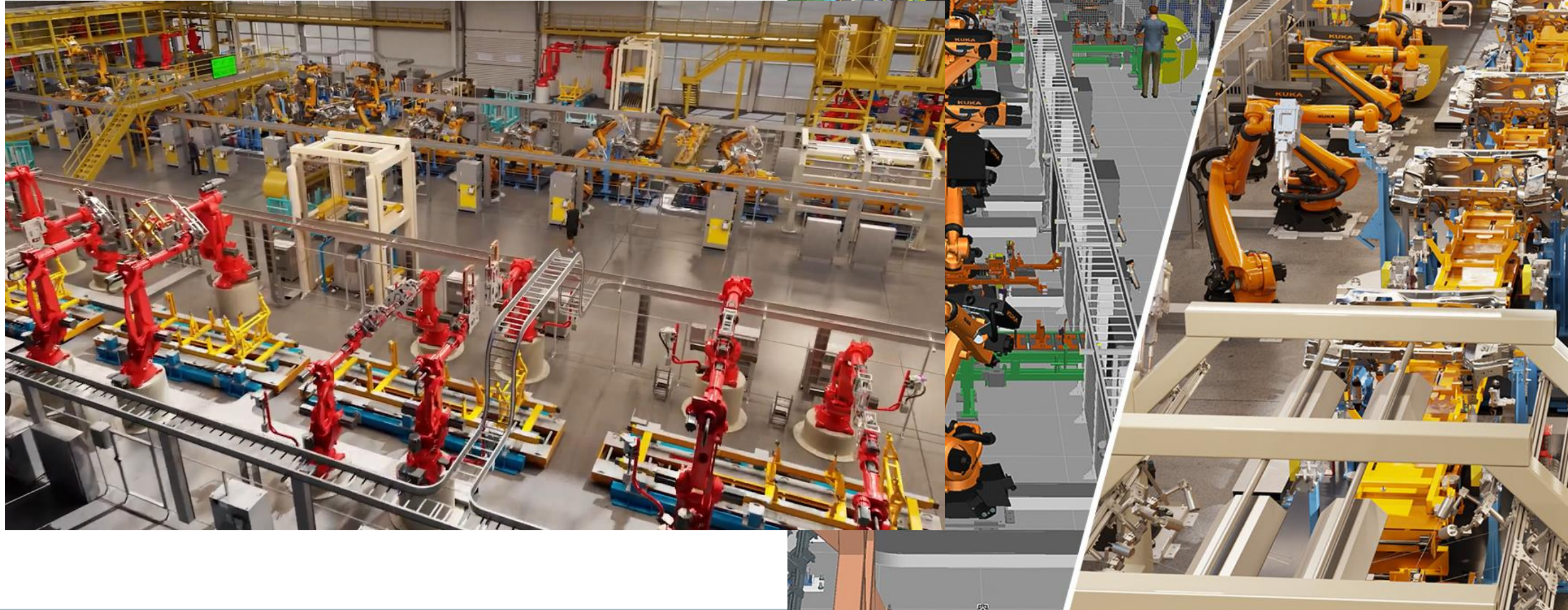
Generative Design



Toyota nutzte generatives Design, um einen Sitz leichter und dünner zu machen.

Industrielles Metaverse

BMW & NVIDIA & Siemens



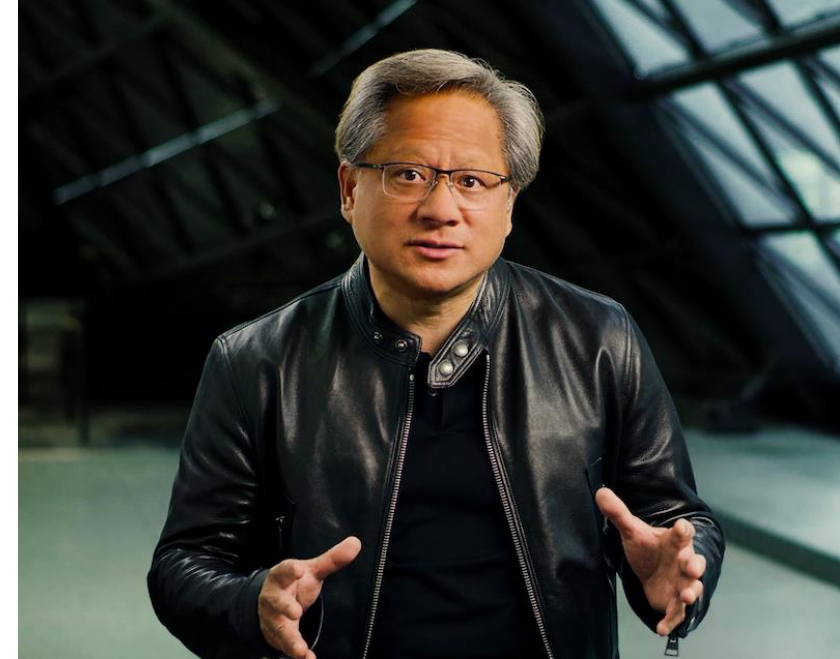
Quelle: https://www.youtube.com/watch?v=w_yX_lh1fgE



It's very clear that AI is going to impact every industry.

Jensen Huang Nvidia CEO

NVIDIA CEO Jensen Huang prognostiziert eine rasante Entwicklung der dritten Welle der KI-Anwendungen im Bereich Industriedigitalisierung (Omniverse) mit enormem Potenzial im kommenden Jahr.



LOAD RUNNER

Aktuelle Entwicklungen in der KI und wie wir diese für die Instandhaltung nutzen müssen

Inhalt

1. Aktuelle Entwicklungen von KI
2. KI-Anwendungen in der Instandhaltung
3. Wie bekommen wir es umgesetzt?



Anwendungsfälle für Künstliche Intelligenz in der Instandhaltung

Auswahl

Assistenz-Systeme zur intellektuellen Unterstützung



Logistische Assistenz-Systeme



3D Konstruktion und Druck



Digitale Zwillinge



Assistenz-Systeme zur manuellen Unterstützung



Spracherkennung und Verarbeitung



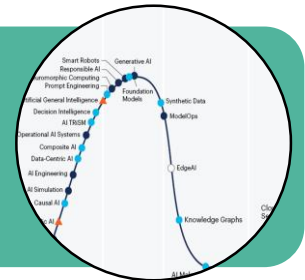
Assistenz-Systeme zur kognitiven Unterstützung, z. B. Bildererkennung



Produkt-Empfehlungen



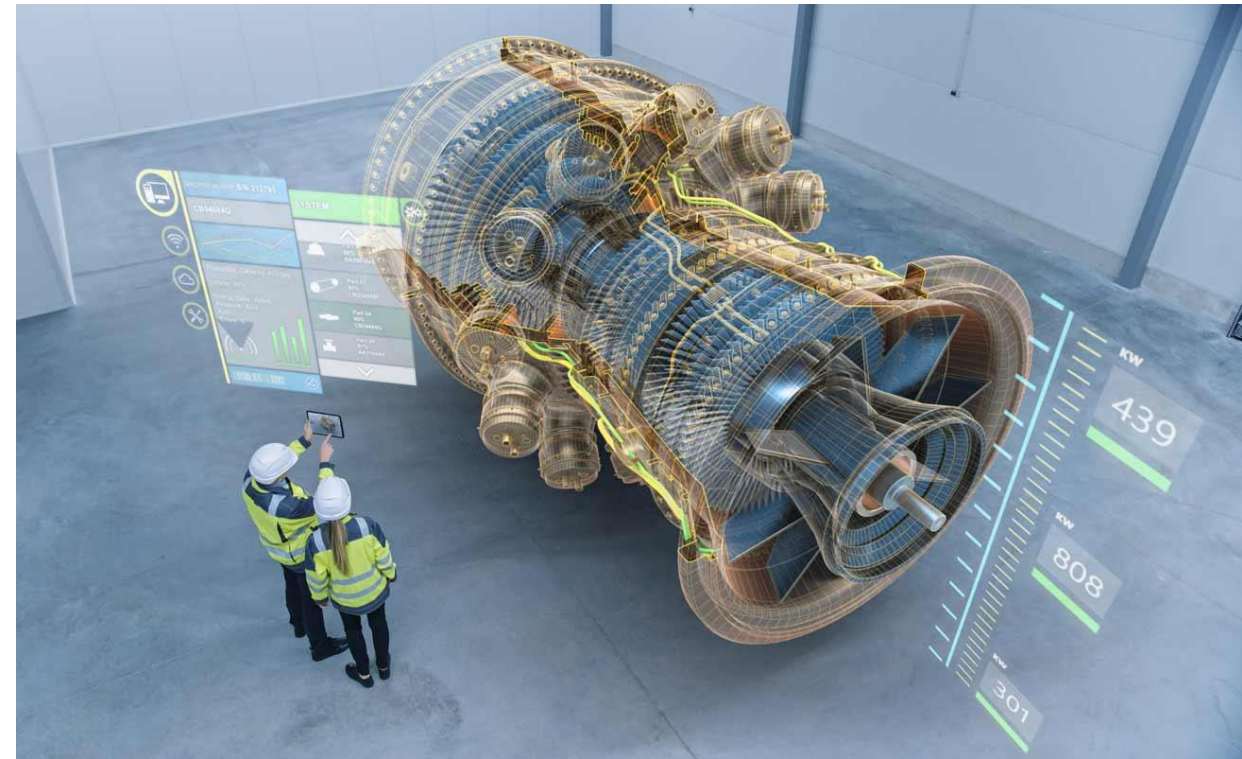
Prognose von Ereignissen



KI für Produktion und Instandhaltung

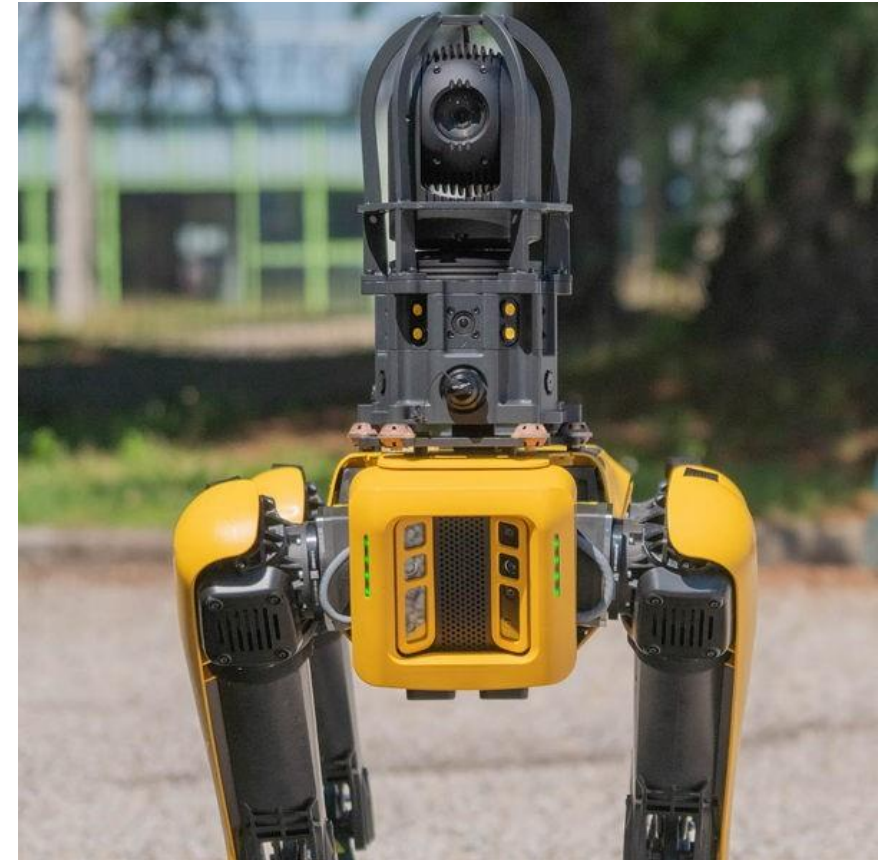
Digital Twins

- Echtzeitdatenübertragung ermöglicht genaue Wiedergabe des aktuellen Betriebszustands im Digital Twin → Digitales Objekt fungiert als Steuerungselement für das physische Objekt
- Früherkennung von Veränderungen und Problemen in der physischen Entität durch den Digital Twin
- Vorhersage von Wartungsmaßnahmen zur Minimierung ungeplanter Ausfallzeiten (auch mit KI)



Anlagenläufer oder auch Anlagenlaufende?

Boston Dynamics Spot



Quelle: <https://th.bing.com/th/id/OIP.yMqHk1pl9euHhXQI9VeKAHaFA?rs=1&pid=ImgDetMain>; https://static.generation-robots.com/16779-large_default/payload-boston-dynamics-spot-cam-plus.jpg

KI für die Instandhaltung

Augmented Reality in Verbindung mit Bilderkennung / Unterstützung von Tätigkeiten

- **Reduzierung von ungeplanten Ausfallzeiten:** Informationen sowie Anleitungen überlagert auf Brillen verbessern die Effizienz von Reparatur- und Wartungsprozessen.
- **Kostenreduktion durch Virtual Reality (VR):** VR ermöglicht kostengünstiges Training durch virtuelle Schulung, ohne dass die Anlagen heruntergefahren werden müssen.
- **Breite Anwendbarkeit von AR/VR in verschiedenen Industriezweigen:** Unternehmen in verschiedenen Branchen, einschließlich Luftfahrt, erneuerbare Energien, Automobilherstellung und Lebensmittelproduktion, setzen AR und VR erfolgreich ein



KI für Produktion und Instandhaltung

Exoskellete

Exoskellete erhöhen menschliche Stärke, Ausdauer und Mobilität in industriellen Umgebungen und beugen Verletzungen vor

KI-Unterstützung von Exoskeletten:

- KI in Exoskeletten ermöglicht Echtzeit-Anpassung durch kontinuierliche Lernfähigkeit, Nutzerdatenanalyse und proaktive Vorhersagen für optimale Unterstützung und nahtlose Interaktion zwischen Mensch und Maschine.
- KI ermöglicht, dass Exoskellete intelligent und anpassungsfähig werden, um die langfristige Gesundheit der Benutzer zu fördern und die menschliche Rolle in der Industrie 4.0 zu stärken.



KI für die Instandhaltung

Predictive Maintenance

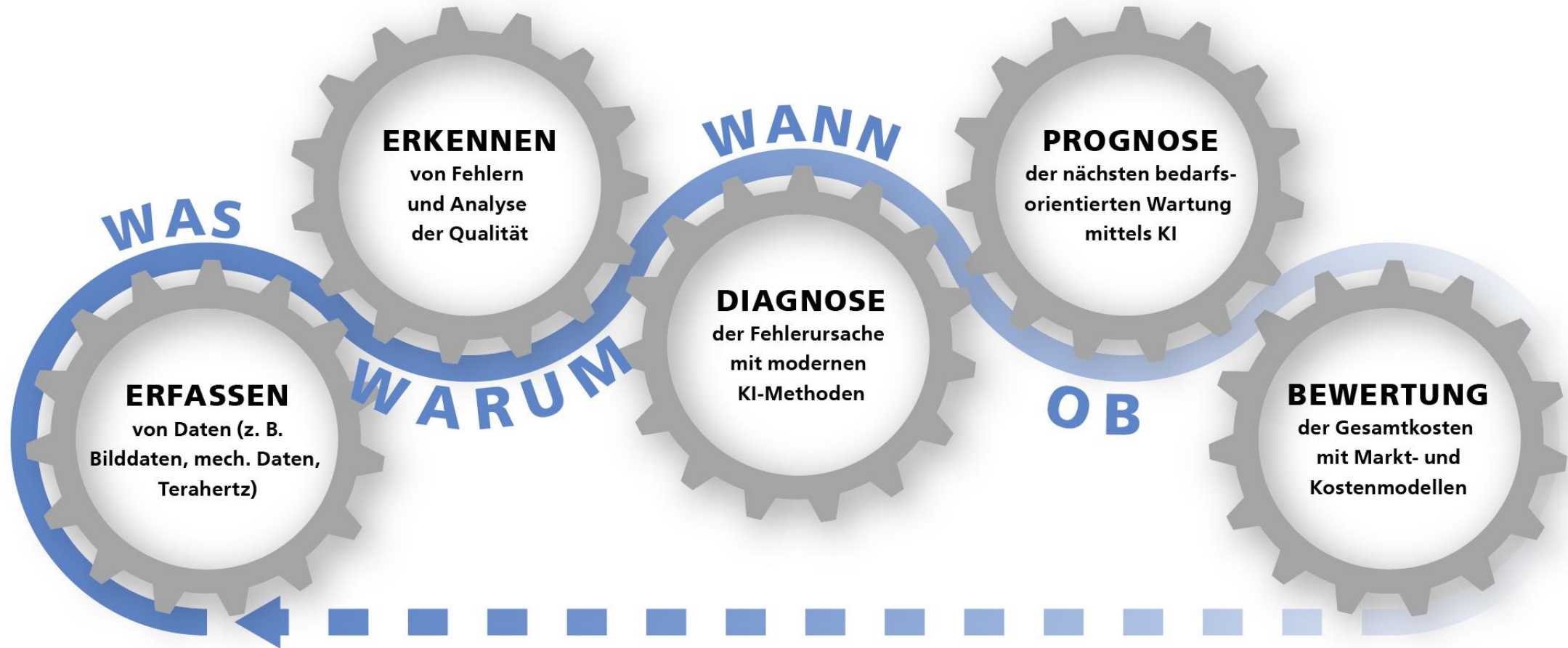


Predictive Maintenance

Beim Predictive Maintenance werden **Echtzeitdaten und historische Informationen verwendet, um den Zustand von Geräten zu überwachen** und frühzeitig potenzielle Probleme zu erkennen. Das Ziel ist, Instandhaltungsarbeiten nur dann durchzuführen, wenn sie wirklich notwendig sind, um Ausfallzeiten zu minimieren und die Effizienz der Instandhaltung zu steigern.

KI in der Instandhaltung

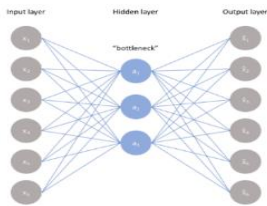
Vorgehensmodell Predictive



KI in der Instandhaltung

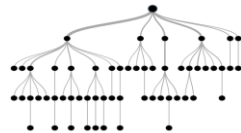
Sinnvolle Algorithmen für die Instandhaltung

Anomaliedetektion

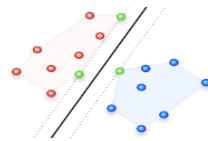


PCA
oder
Autoencoder

Klassifikation

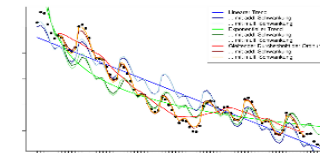


Entscheidungsbäume

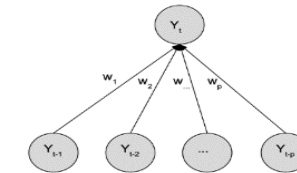


Support vector
machine

Prädiktion



ARIMA-
Modelle



AR-Netze

Fragestellungen, die beantwortet werden können...

Gibt es Ausnahmesituationen, also solche, die nicht in bekannte Muster passen?

Beispiel: erstmals auftretende Schädigungen

Welcher Klasse kann die aktuelle Situation zugeordnet werden?

Beispiel: Anlage i.O., Anlage n.i.O. (inkl. Typ und Grad einer Schädigung)

Kann aus der zeitlichen Entwicklung der wahrscheinliche Versagenszeitpunkt bestimmt werden?

Beispiel: fortschreitende Schädigung wird in 2 Monaten zum Ausfall führen

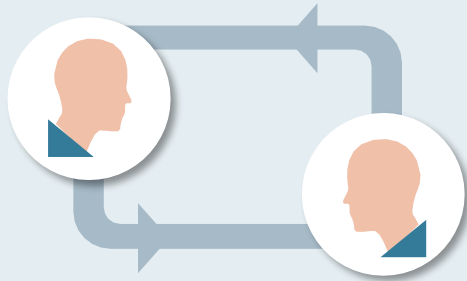
KI in der Instandhaltung



Empathie für die resiliente Produktion

Empathie in der Produktion

Eine neue Stufe der Kognition technischer Systeme



Definition Psychologie

- In die Lage anderer hineinversetzen
- Fremde Wertvorstellungen integrieren
- Soziale Rollen übernehmen

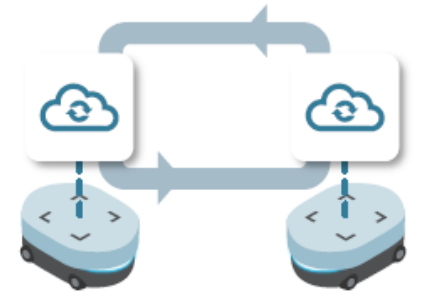
Wirkung von Empathie bei Menschen

- Erleichtert die Kommunikation
- Verbessert die Antizipationsfähigkeit
- Fördert Teamgeist und harmonische Zusammenarbeit



Empathische technische Systeme

- Perspektive anderer technischer Systeme einnehmen
- Informationen über Ziele, Zustände, Steuer- und Regelgrößen haben
- Rollen und Aufgaben flexibel übernehmen
- **Anforderungen der Menschen erkennen und mit ihnen interagieren**



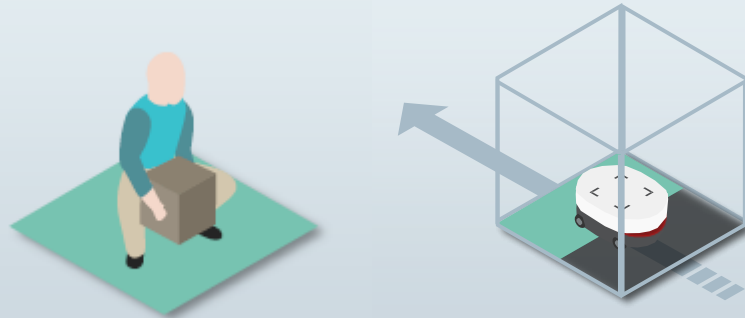
Wirkung in der Produktion

- Schnelleres Erkennen von Abweichung
- Antizipation von Ereignissen
- Verbesserte Anpassungsfähigkeit von Prozessen

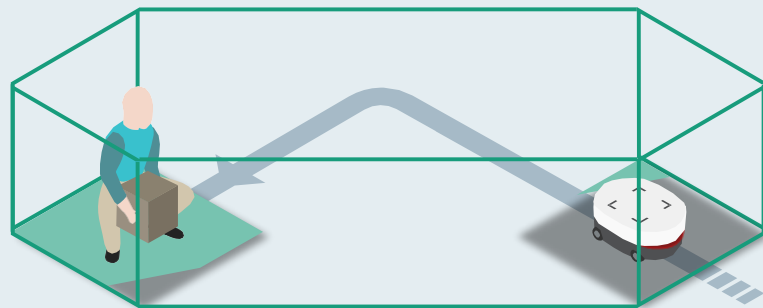
Empathie in der Produktion

Von kognitiven zu empathischen technischen Systemen

Kognitive technische Systeme



Empathische technische Systeme

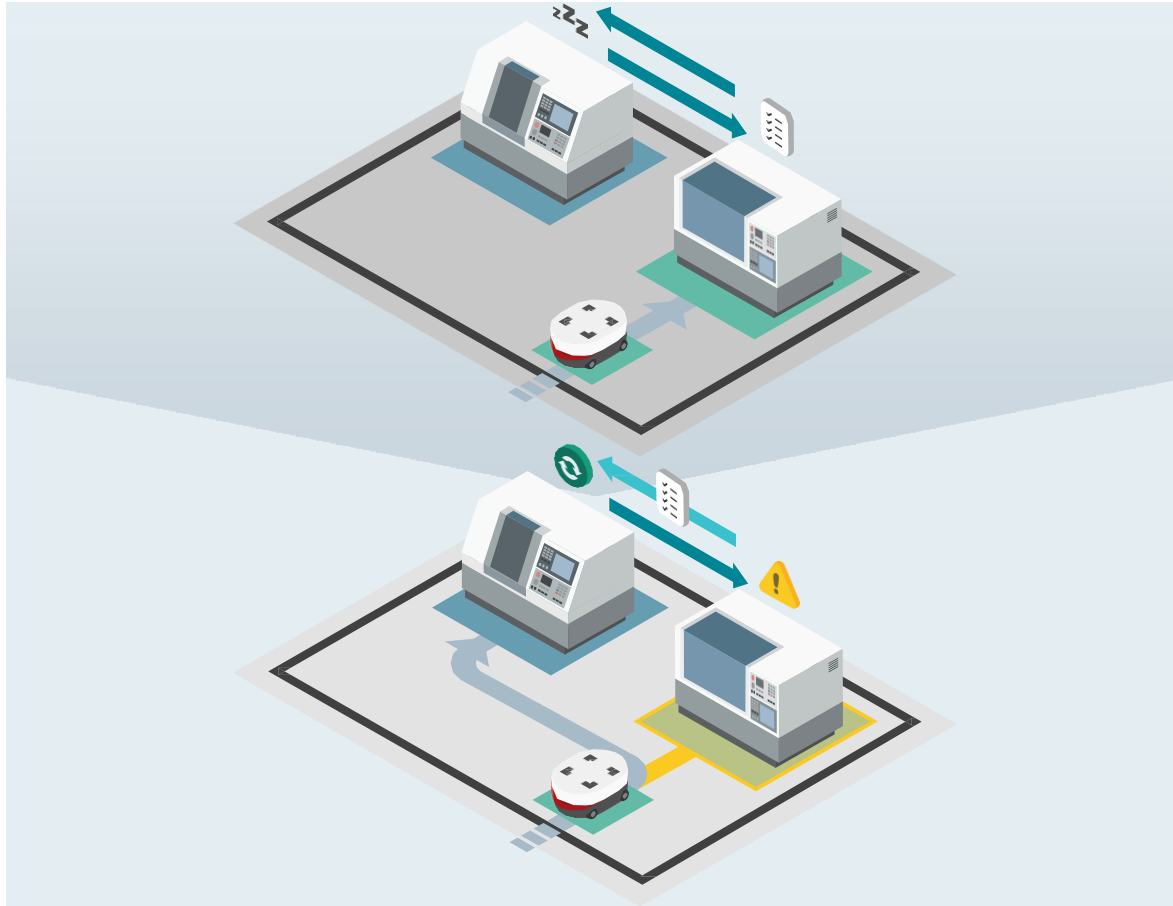


- Soziotechnische Produktionssysteme repräsentieren Systemverbünde mit individuellen Akteuren
 - Menschen
 - intelligente Maschinen und Produkte
 - IT-/ OT-Systeme
- Empathische technische Systeme besitzen den Systemverbund **einbeziehende** Informationsverarbeitungsprozesse
- Empathie ist eine notwendige Fähigkeit für kooperatives Verhalten

Empathische technische Systeme
erweitern kognitive technische
Systeme

Lösung

Empathische technische Systeme für die effiziente Kooperation



Empathische technische Systeme

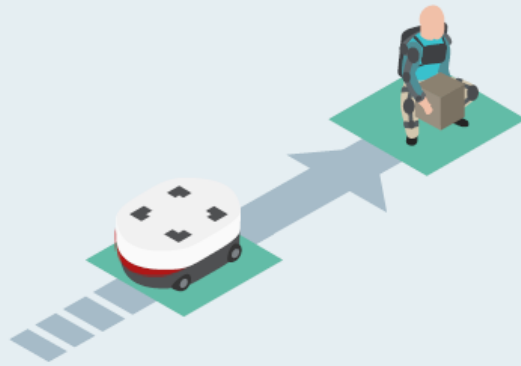
- Ausrichtung kognitiver Fähigkeiten auf die Kooperation
- Besitzen den Systemverbund **einbeziehende** Informationsverarbeitungsprozesse
- Lösen von Konfliktsituationen durch kooperative Entscheidungsfindung
- Erweiterter Handlungsspielraum ermöglicht flexible Anpassung von Produktionsprozessen

Empathische technische Systeme verbessern die Reaktions-, Lern- und Anpassungsfähigkeit von Produktionssystemen durch effiziente Kooperation

Nutzen

Empathische Produktionssysteme

Assistenzsysteme



Steigerung der
Produktivität und Nutzerakzeptanz

Höhere Mitarbeiterbindung,
Verbesserung der Arbeitsplatzergonomie

Produktionsplanung und -steuerung



Minimale Durchlaufzeiten und
gleichmäßige Kapazitätsauslastung

Höhere Kundenbindung,
Verbesserung der Liefertermintreue

Integration Instandhaltung in die Produktion



Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit und
Reduzierung des Ausfallrisikos von Anlagen

Effizienter Ressourceneinsatz,
schnellere Amortisation von Investitionen

Anwendung

Empathische Assistenzsysteme

Problem

- Kognitive und physische Arbeitsbelastung
- Systemanpassung an individuelle Bedürfnisse
- Erhebung personenbezogener Daten

Lösung

- Assist-as-needed:
Individuelle kognitive und physische Assistenz
- Intuitive Mensch-Maschine-Kommunikation
durch Sprache und Gesten
- Datenschutzsensitives Training
von KI-Modellen mittels Federated Learning



Mehrwert

Entlastung der Mitarbeitenden
Individuelle Unterstützung in Bezug auf Know-how und
physische Aufgaben

Aktuelle Entwicklungen in der KI und wie wir diese für die Instandhaltung nutzen müssen

Inhalt

1. Aktuelle Entwicklungen von KI
2. KI-Anwendungen in der Instandhaltung
3. **Wie bekommen wir es umgesetzt?**

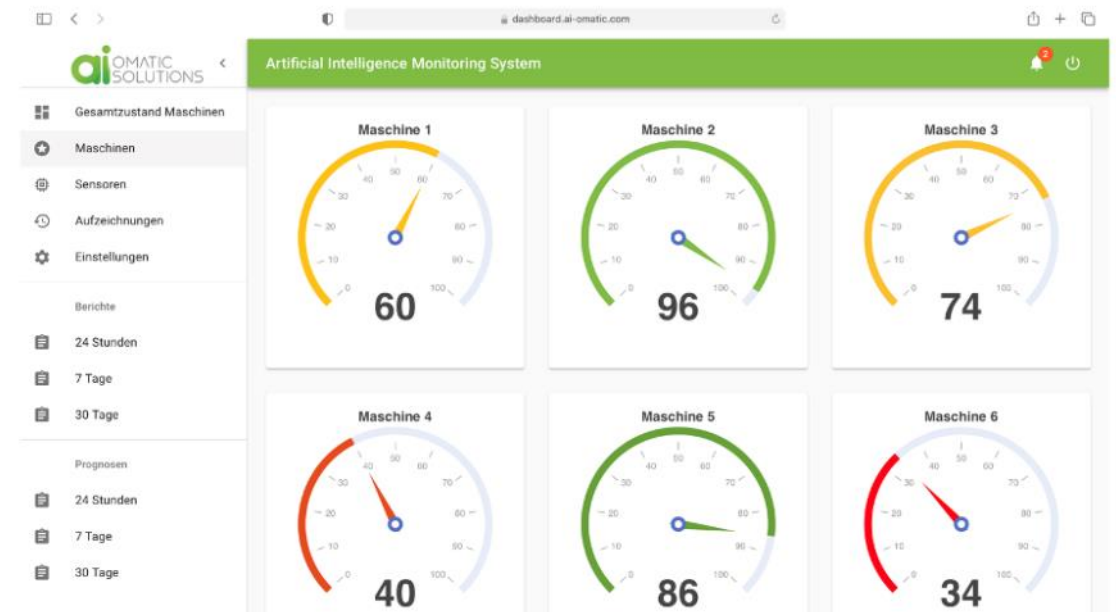
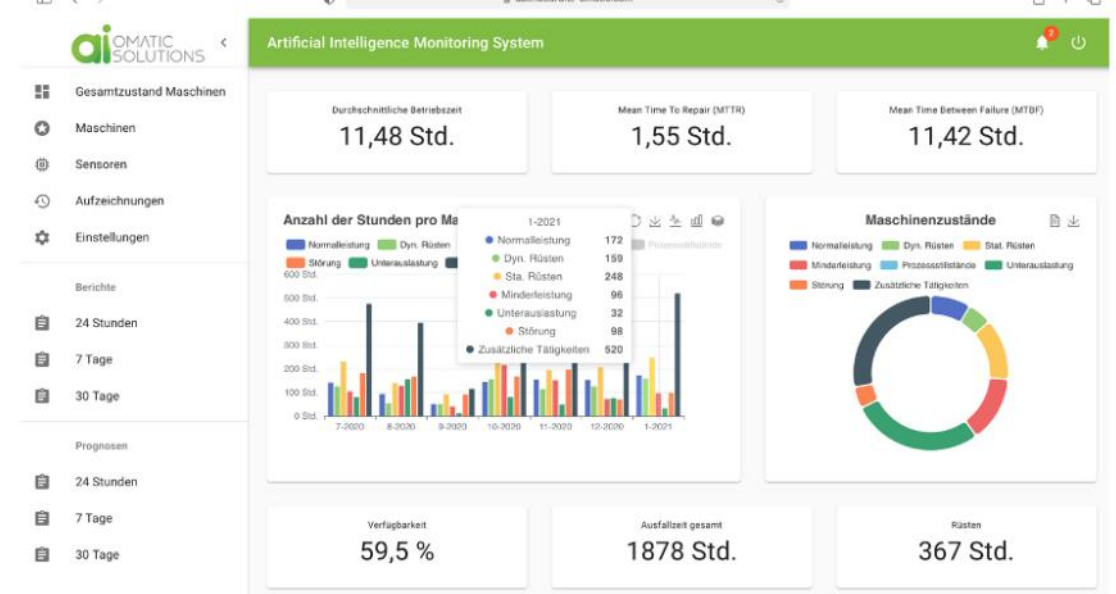


KI Start Ups in der Instandhaltung

Aiomatic Solutions

Wie können KI basierte Predictive Maintenance Lösungen aussehen?

- **Live-Analyse von Sensordaten:** Der Wartungsassistent von ai-omatics analysiert in Echtzeit die Sensordaten von Maschinen.
- **Gesundheitsbewertung mit Health Score:** Ein errechneter Health Score zwischen 0 und 100 % wird erstellt und auf einem Web-Dashboard dargestellt.
- **Präziser Einblick in Maschinenzustand:** Kunden erhalten durch den Health Score einen genauen Einblick in den Zustand ihrer Maschinen.



KI Start Ups in der Instandhaltung

Navvis

- Nutzt eigens entwickelte Laserscanner und Algorithmen, um fotorealistische digitale Zwillinge von Industrieanlagen wie Fabriken zu erstellen, wodurch Planer Änderungen simulieren können, bevor sie in der realen Welt umgesetzt werden
- Kunden wie BMW (I-Factory) und Mercedes-Benz nutzen diese Technologie bereits.

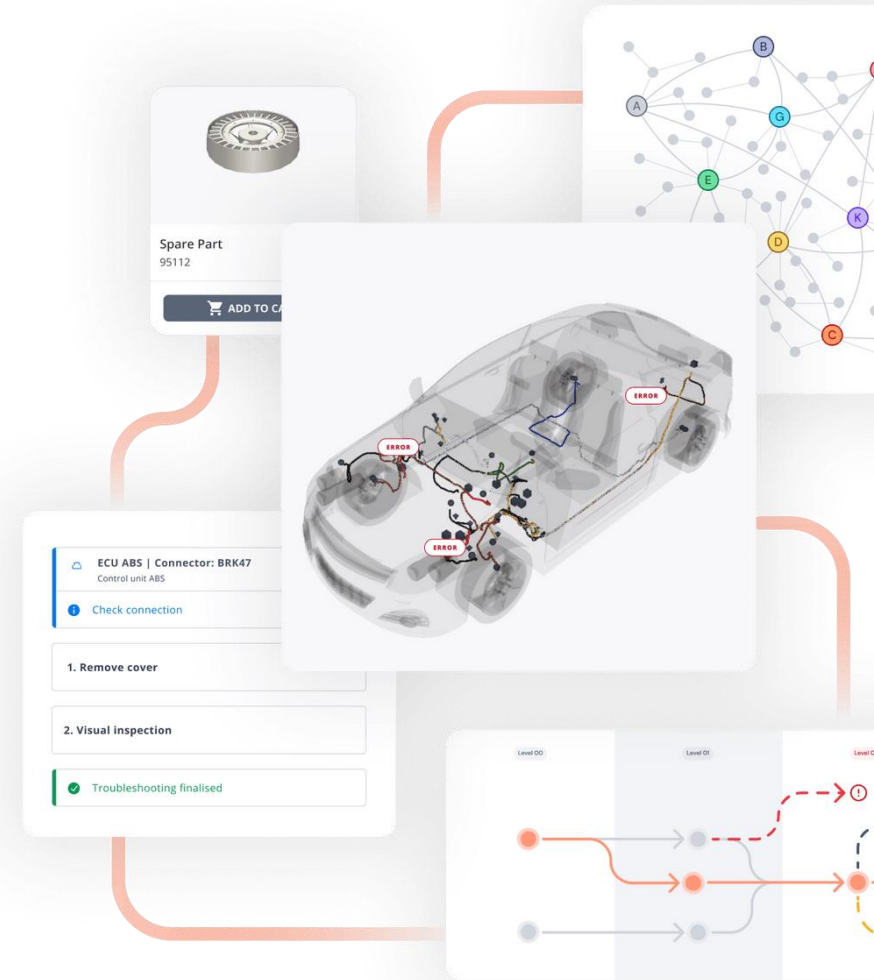
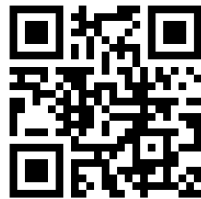


NavVIS

KI Start Ups in der Instandhaltung

Spread

- Spread bietet ein "Engineering Intelligence Network" für den Maschinenbau.
- Die Plattform ermöglicht unter anderem automatische Montageplanung, Softwarekonfiguration, Ersatzteilmanagement, Fehleranalyse, und Verdrahtungsoptimierung.
- Mit intelligenten Algorithmen, 3D/2D-Visualisierung und Unterstützung bei Fehlersuche optimiert Spread die Produktentwicklung und Wartung von Maschinen.



KI Start Ups in der Instandhaltung

Ubimax (Team-Viewer)

Ubimax-Lösungen optimieren Industrieprozesse:

- Ubimax bietet branchenspezifische AR-Lösungen, die Arbeitsprozesse in der Industrie optimieren, darunter Wearables, Software für Ersatzteile, Fehleranalyse und drahtlose Kommunikation.
- TeamViewer stärkt sein Angebot in Industrie 4.0 und IoT durch die Übernahme von Ubimax, einem führenden Anbieter von AR-Lösungen und Wearable-Computing-Technologien.
- Team Viewer Frontline schließt die Lücke zwischen digitalisierten und nicht digitalisierten Arbeitskräften und bringt Mitarbeiter vor Ort mit moderner Computing-Technologie für Wearables in die Zukunft.



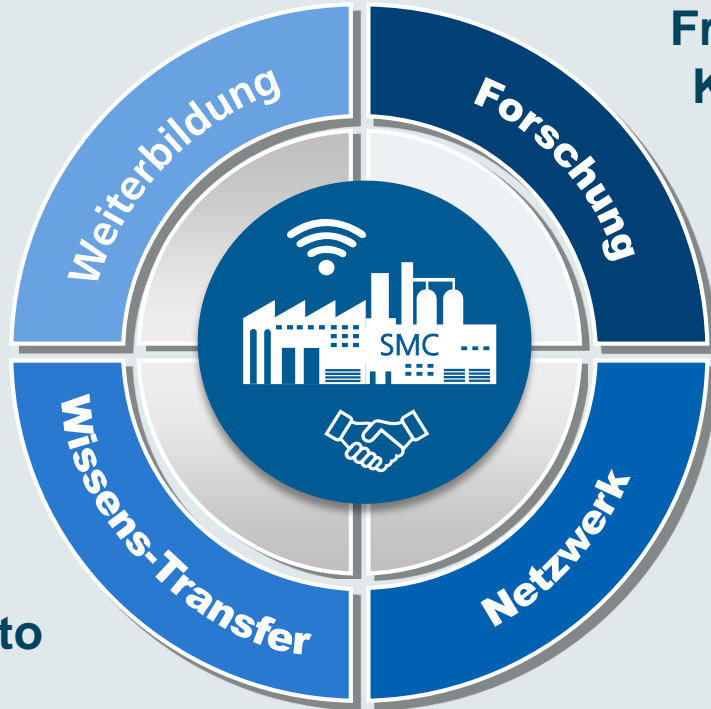
UBiMAX
A TEAMVIEWER COMPANY



Smart Maintenance Community

Die Smart Maintenance Community (SMC) der Fraunhofer Gesellschaft

EINE Anlaufstelle
für alle Kunden-
anfragen



Nutzung der
umfangreichen
Fraunhofer-
Kompetenz






Immer up to
date

Neue
Ideen und
Synergien



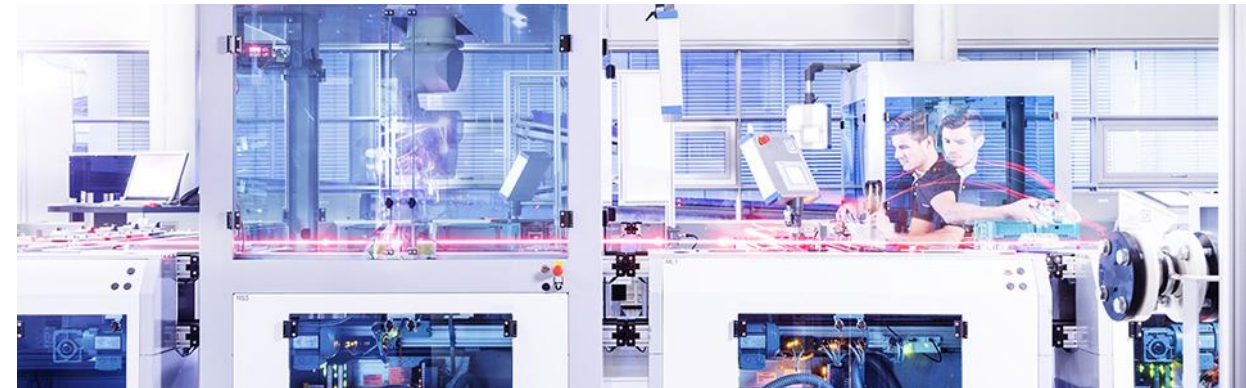
Gemeinsam die Herausforderungen meistern

Leistungsangebot der Smart Maintenance Community

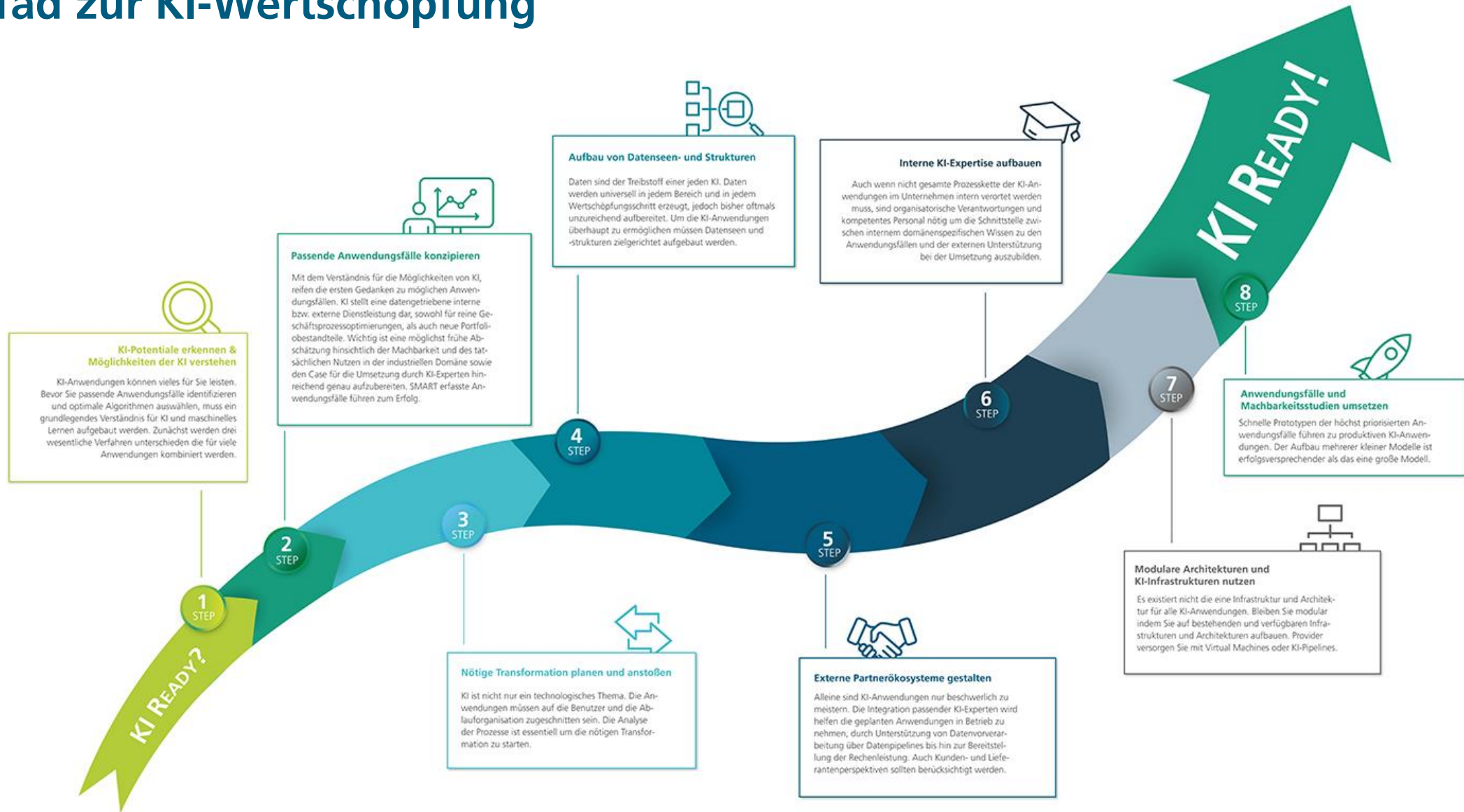
 Bedarfsanalyse	Potentialanalysen / Zielfindungs-Unterstützung	Stärken und Schwächen Analyse	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, Geschäftsmodelle
 Data-Science	Daten- Analyse, -Diagnose, -Bewertung, Handlungsempfehlung	Kognitive Systeme (AI/ML), AR/VR, Simulationen	Datenkommunikation, Datensicherheit und Netzwerke
 Instandhaltungs-Technologien	Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Retrofit	Predictive Maintenance, Condition Monitoring	Sensorik, Robotik, 3D-Druck, Digitalisierung
 Organisation und Prozesse	Analyse, Planung & Organisation von Prozessen und Abläufen	Anlagen Lebenszyklus (LCM)	TPM / LEAN / OPEX
	Bestands- und Stammdaten-Management	Effizientes Ersatzteilmanagement	Unternehmensübergreifende Zusammenarbeit
 Der Mensch im Mittelpunkt	Change-Management	Qualifikation / Weiterbildung	Wissensmanagement

Infrastruktur

Fraunhofer Lab Welten



Ihr Pfad zur KI-Wertschöpfung





Ohne KI in der Instandhaltung wird es zukünftig nicht möglich sein, in Deutschland wirtschaftlich zu produzieren.

Thomas Heller, 2023 @ maintenance meets conference, Munich

nowSolutions #WeKnowSolutions #WeKnowSolutions

#WeKnowSolutions #WeKnowSolutions #WeKnow


Thomas Heller
Smart Maintenance - Treiber und Enabler für die Digitalisierung der Produktion

Berufserfahrung

-  **Geschäftsführer**
Smart Maintenance Community der Fraunhofer Gesellschaft
2021 - heute · 3 Jahre
Deutschland
-  **Fraunhofer IML**
25 Jahre
- Abteilungsleiter**
2004 - heute · 19 Jahre
Instandhaltung, Ersatzteilmanagement und Service-Entwicklung
- Projektleiter und Wissenschaftlicher Mitarbeiter**
2001–2004 · 3 Jahre
Dortmund
Leitung internationaler Beratungs- und Forschungsprojekte in der Logistik
-  **Wissenschaftlicher Mitarbeiter**
TU Dortmund University
1998–2001 · 3 Jahre
Dortmund

Ehrenamt

-  **Wissenschaftlicher Beirat**
4OPMC Open Production and Maintenance Community
2019 - heute · 4 Jahre
[Wissenschaft und Technologie](#)





Fangen wir an.