

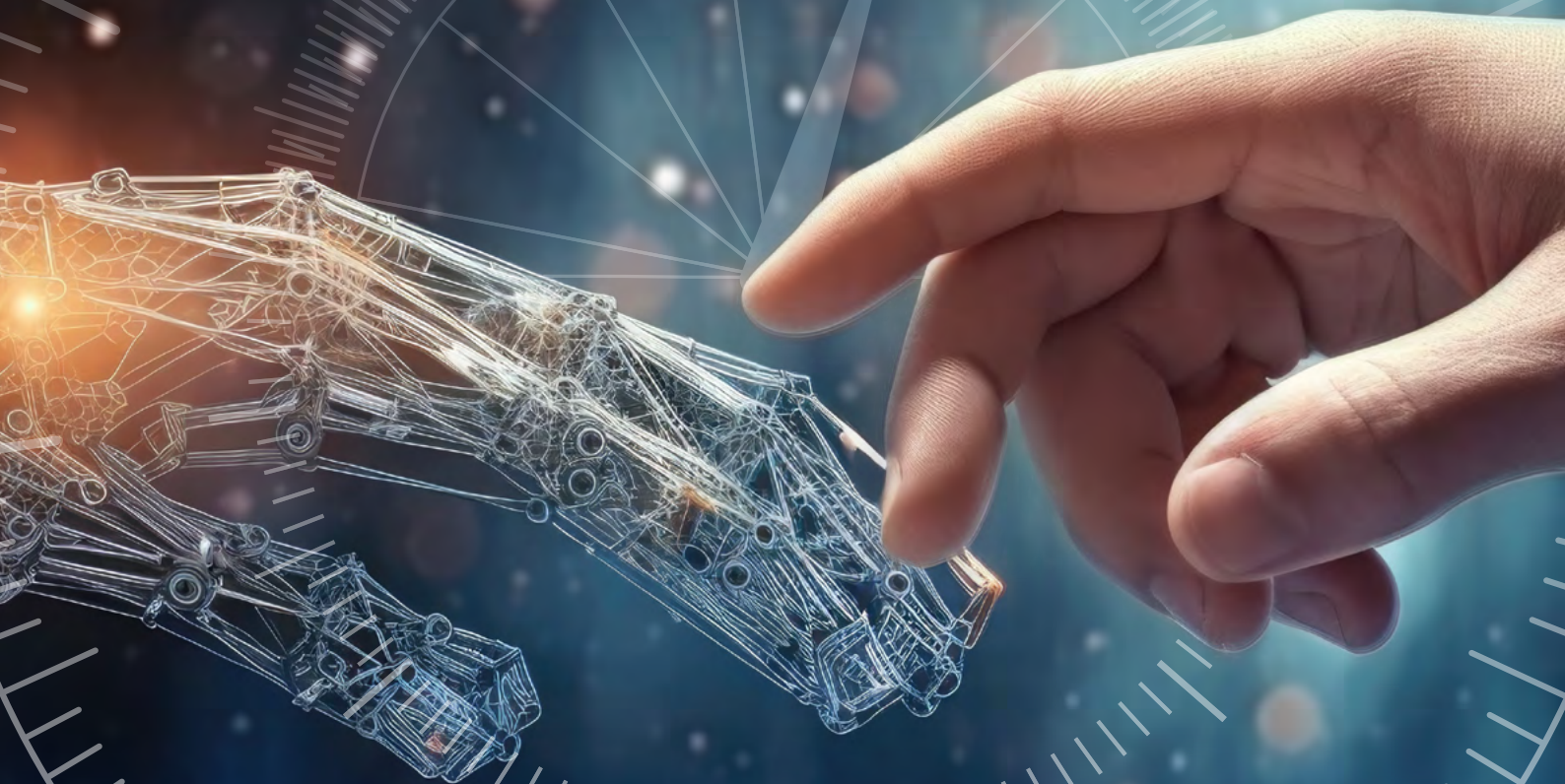
# I/MHP

A PORSCHE COMPANY

2023: 49 %\*

2024: 60 %\*

2022: 43 %\*



STUDIE

# INDUSTRIE 4.0 BAROMETER 2024

# Kontaktpersonen International



## USA

**Tobias Hoffmeister**  
CEO MHP Americas  
Tobias.Hoffmeister@mhp.com

**Greg Reynolds**  
Sales Director  
Greg.Reynolds@mhp.com

**Marcus Bohlemann**  
Senior Account Executive  
MHP Americas

## GERMANY

**Markus Wambach**  
COO and Member of the  
Board of Management  
Markus.Wambach@mhp.com

## UK

**Guy Williamson**  
CEO MHP UK  
Guy.Williamson@mhp.com

## CHINA

**Thomas Mooser**  
CEO MHP China  
Thomas.Mooser@mhp.com

**Lei Yao**  
Associated Partner  
Technology Consulting  
MHP China



Das Industrie 4.0 Barometer 2024 und das dazugehörige Executive Summary wurden herausgegeben von: MHP Management- und IT-Beratung GmbH in Kooperation mit der Ludwig-Maximilians-Universität München.

**Alle Rechte vorbehalten!** Vervielfältigung, Mikroverfilmung, Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien sind ohne Zustimmung der Herausgeber nicht gestattet. Die Inhalte dieser Publikation sind zur Information für unsere Kund:innen und Geschäftspartner bestimmt. Sie entsprechen dem Kenntnisstand der Autor:innen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Für die Lösung einschlägiger Probleme greifen Sie bitte auf die in der Publikation angegebenen Quellen zurück oder wenden Sie sich an die genannten Ansprechpartner:innen. Meinungsbeiträge geben die Auffassung der einzelnen Autor:innen wieder. In den Grafiken kann es zu Rundungsdifferenzen kommen. **März 2024**

# Ansprechpartner:innen

**Sponsor**

**Timo Haug**  
MHP  
Timo.Haug@mhp.com



**Projektleiter**

**Julian Engel**  
MHP  
Julian.Engel@mhp.com

**Sponsor**

**Dr. Christina Reich**  
MHP  
Christina.Reich@mhp.com



**Sponsor**

**Prof. Dr. Johann Kranz**  
LMU  
Professur für Digital  
Services and Sustainability  
Kranz@lmu.de

**Experte**

**Dr. Walter Heibey**  
MHP  
Walter.Heibey@mhp.com



**Sponsor**

**Caspar Koltze**  
MHP  
Caspar.Koltze@mhp.com



**Experte**

**Dr. Oliver Kelkar**  
MHP  
Oliver.Kelkar@mhp.com

# Autor:innen



**Autorin**

**Muriel Herf**  
MHP



**Autorin**

**Nora Hager**  
MHP



**Autor**

**Tobias Schreiber**  
MHP

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>7</b>
.....	
<b>Zusammenfassung</b>	<b>8</b>
.....	
<b>Schlüsselergebnisse Allgemein</b>	<b>10</b>
.....	
<b>Schlüsselergebnisse Industrial AI</b>	<b>12</b>
.....	
<b>1.0 Barometer Vorstellung</b>	<b>14</b>
1.1 Inhaltliche Ausrichtung	16
.....	
1.2 Auswertungsmethodik	16
.....	
1.3 Interviews und Success Stories	17
.....	
1.4 Teilnehmende	17
.....	

<b>2.0 Ergebnisse der Studie</b>	<b>20</b>
2.1 Status quo der Industrie 4.0	22
.....	
2.2 Industrial AI – Künstliche Intelligenz in der Produktion	33
.....	
Interview Bentley Motors Ltd.	38
.....	
Interview KI Bundesverband	42
.....	
Success Story New Dimensions: Sounce	48
.....	
Interview Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH	52
.....	
Success Story SEW Eurodrive Drive Radar	58
.....	
Success Story New Dimensions: paint_it	62
.....	
Interview Deutsche Bahn Projekt „Ideenzug“	65
.....	
<b>3.0 Fazit und Ausblick</b>	<b>70</b>
.....	
<b>4.0 Weitere Informationen</b>	<b>74</b>





# Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

die aktuelle globale Lage zwingt uns, aktiv und entschlossen zu handeln. Denn: Wir sehen uns mit komplexen Herausforderungen konfrontiert. So war das letzte Jahr – mitunter – geprägt von geopolitischen Spannungen. Dadurch streben Industrienationen mehr denn je nach wirtschaftlicher Unabhängigkeit, was den Wettbewerb um Fachkräfte („War for Talents“) anheizt. Diese angespannte und neue Situation verlangt nach innovativen, zukunftsweisenden Lösungen für Unternehmen. Führungskräfte sind besonders jetzt dazu gezwungen, weitsichtige Entscheidungen zu treffen.

Die Digitalisierung ist sowohl für die Entwicklung von Innovationen als auch die Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit von entscheidender Bedeutung. Bereits in der sechsten Auflage beobachten wir mit dem MHP Industrie 4.0 Barometer den Fortschritt von Digitalisierungsthemen in der Industrie.

Große mediale und gesellschaftliche Aufmerksamkeit erreichte das Thema Künstliche Intelligenz (KI) – insbesondere durch die Anwendung ChatGPT. Und auch für unsere Kunden im Produktionsbereich gewinnt KI weiterhin an Bedeutung. Deswegen ist Künstliche Intelligenz das Fokusthema des diesjährigen Industrie 4.0 Barometers. Durch die Integration von etablierten KI-Lösungen in Unternehmen eröffnen sich vielfältige Möglichkeiten zur Optimierung, wie die folgenden Beispiele zeigen. Unternehmen können mithilfe von KI-Daten effizient analysieren, komplexe Muster identifizieren und präzisere Prognosen erstellen, um datenbasiert (teil-)autonome Entscheidungen zu treffen. Mit intelligenten Analysen lassen sich anhand existierender Sensordaten automatisch Qualitätsanforderungen überprüfen. Smarte Produktionssteuerung mit KI ermöglicht eine Reduzierung der Durchlaufzeit, eine Erhöhung der Planungsstabilität und insgesamt effizientere Prozesse. KI-gestützte Lösungen können somit zu einer Steigerung von Qualität und Effizienz beitragen. KI-gesteuerte Roboter können mithilfe von maschinellem Lernen und fortgeschrittenen Algorithmen Aufgaben selbstständig analysieren und interpretieren. Bei Unternehmen führt das zur Entlastung von Fachkräften bei repetitiven Aufgaben und kann bei komplexen Tätigkeiten unterstützen.

Damit Unternehmen in Zukunft von der Integration von KI-Lösungen profitieren können, bedarf es einer klaren Unternehmensvision, Innovationsgeist, Risikobereitschaft und notwendiger Ressourcen – ob eigenständig oder mit einem erfahrenen Partner wie MHP an Ihrer Seite.

Bevor ich Ihnen nun viel Freude beim Lesen wünsche, möchte ich Professor Dr. Johann Kranz von der Ludwig-Maximilians-Universität München meinen Dank aussprechen. Mit ihm haben wir bereits zum sechsten Mal unser Industrie 4.0 Barometer erstellt. Ein besonderer Dank gilt auch den fast 856 Befragten, Expert:innen und allen Interviewpartner:innen unserer Studie. Gemeinsam setzen wir uns für wegweisende Lösungen ein, die eine resistente Antwort auf Krisen bieten sowie eine digitale und bessere Zukunft gestalten. Ganz im Sinne unseres Purpose: Enabling You To Shape A Better Tomorrow.

Ich wünsche Ihnen allen das Beste für 2024.

Ihr



**Markus Wambach**

COO and Member of the Board of Management  
MHP Management- und IT-Beratung GmbH

# Zusammenfassung

Das Industrie 4.0 Barometer 2024 bietet einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der Industrie 4.0 bei Unternehmen aus verschiedenen Branchen im Jahr 2023. Dazu wurden Unternehmen in der DACH-Region, dem Vereinigten Königreich (UK), den USA und China zu ihren Initiativen und ihrem Fortschritt bei der Digitalisierung befragt. Der Fokus lag dabei auf dem Thema Industrial AI.

Im Jahr 2023 waren etliche globale Herausforderungen für Unternehmen deutlich spürbar, darunter internationale Spannungen, Preissteigerungen, der voranschreitende Klimawandel, ein sich zuspitzender Fachkräftemangel und die Nachwirkungen der Corona-Pandemie. Insofern standen die Unternehmen auf der einen Seite in einem fortwährenden Spannungsfeld zwischen der Gewährleistung wirtschaftlicher Sicherheit und dem damit verbundenen Drang, Ausgaben zu minimieren, und auf der anderen Seite der Notwendigkeit, in die Digitalisierung zu investieren, um im Wettbewerb nicht den Anschluss zu verlieren.

Die Erkenntnisse des Industrie 4.0 Barometers 2024 verdeutlichen, dass Unternehmen trotz widriger Umstände weiterhin Wachstum im Bereich der Industrie 4.0 verzeichnen. Es zeigt sich, dass die Geschwindigkeit des digitalen Fortschritts im Vergleich zum Vorjahr sogar weiter zugenommen hat, beispielsweise bei der Realisierung von Automatisierung, der Integration von autonomen Systemen und der Einführung von digitalen Zwillingen. Besonders hervorzuheben sind die hohen



Barometerwerte in den Datenanalysefähigkeiten, was wohl auf den Hype von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Vergangenheit zurückzuführen ist. Diese Fortschritte bieten Anlass zum Optimismus, denn damit werden auch die grundlegenden Voraussetzungen für eine langfristig erfolgreiche Integration von Industrial AI geschaffen. Hier befinden sich die meisten Unternehmen noch am Beginn ihrer Reise und schöpfen bislang oftmals nicht annähernd das volle Potenzial von Künstlicher Intelligenz in der Produktion aus. Manche Unternehmen setzen zumindest erste Use Cases um, zum Beispiel in der optischen Qualitätssicherung.

Bei einer genauen Betrachtung der Ergebnisse wird jedoch klar, dass der Fortschritt und die Implementierungsgeschwindigkeit sowohl bei Industrie-4.0-Technologien als auch bei Industrial AI in den betrachteten Regionen sehr unterschiedlich ausfallen. Insgesamt festigen sich China und die USA als klare Vorreiter, wenn es um die Etablierung von digitalen Zwillingen, den Einsatz von Ortungstechnologien in der Supply-Chain oder die Nutzung von autonomen Systemen geht. Bei der Integration von Industrial AI hat sich China mittlerweile beachtliche Vorsprünge gegenüber den anderen Regionen erarbeitet, auch gegenüber den USA. Unternehmen in Europa (DACH-Region und UK) verzeichnen ebenfalls Fortschritte; im internationalen Vergleich haben sie jedoch sowohl bei Industrie-4.0-Technologien als auch beim Einsatz von Industrial AI einen Rückstand zu den USA und insbesondere China.

Historisch gewachsene Systemlandschaften und eine zu geringe technische Reife behindern die Einführung von Industrie-4.0-Technologien und Industrial AI. Es gibt jedoch bei diesen Hemmnissen einen rückläufigen Trend, was darauf hoffen lässt, dass Unternehmen diese Herausforderungen allmählich meistern.

Ein längerfristiges Hemmnis besteht im Fachkräftemangel: Insbesondere mangelt es an qualifizierten Fachkräften, die die Fähigkeiten besitzen, die Möglichkeiten von KI für den Unternehmenskontext zu identifizieren, zu integrieren und gewinnbringend einzusetzen. Gleichzeitig könnte gerade Industrial AI den Mangel an Arbeitskräften teilweise lindern, indem KI-basierte Lösungen weniger komplexe, repetitive und zeitaufwendige Aufgaben übernehmen und automatisieren.

Trotz regionaler Unterschiede bei der Verbreitung von Industrie 4.0 und Industrial AI sind die globalen Fortschritte ein Grund zur Zuversicht. Aus diesem Grund ist es entscheidend, dass Unternehmen in der DACH-Region und dem UK weiter aktiv daran arbeiten, den Anschluss nicht zu verlieren und die internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Investitionen in Aus- und Weiterbildungsinitiativen, die Förderung von Partnerschaften mit externen KI-Expert:innen sowie intelligente Investitionen in skalierbare IT-Infrastrukturen bilden nicht nur die Basis für die effiziente Nutzung von Industrial AI, sondern gestalten auch eine vielversprechende Zukunft für die Digitalisierung.

# Schlüssel- ergebnisse Allgemein

## — Ausbau der Industrie-4.0-Technologien geht voran:



Bei Industrie-4.0-Technologien kommen die Unternehmen seit 2022 gut voran, vor allem im Bereich der Automatisierung. Unternehmen in Europa liegen jedoch auffällig weit hinter der globalen Konkurrenz zurück.

## — Daten als Alleinstellungsmerkmal – Unternehmen erkennen den wahren Wert von Daten:



Hohe Barometerwerte bei den Datenanalysefähigkeiten zeigen, dass Unternehmen die zentrale Bedeutung von Daten für ihre Zukunft erkannt haben. Es bleibt abzuwarten, ob dieser Erkenntnis auch konkrete strategische Handlungen folgen oder ob es bei der bloßen Anerkennung bleibt.

### —— **Chinas Datenmauer – Hindernis oder Schutzschild?**



Die Studie deutet darauf hin, dass sowohl der unternehmensinterne als auch der unternehmensübergreifende Zugang und Austausch von Daten in China als erhebliches Hindernis wahrgenommen wird. Es stellt sich die Frage, ob die restriktive Datenhaltung eine Barriere für Innovation darstellt oder vielmehr als Schutzschild für sensible Unternehmensinformationen wirkt.

### —— **Fachkräftemangel und Weiterbildungsdefizit – ein Risiko für die Innovationskraft?**



Europa leidet unter einem eklatanten Mangel an qualifizierten Mitarbeitenden mit Kenntnissen über Industrie-4.0-Technologien. Unternehmen erklären einen erheblichen Bedarf an externen Expert:innen, während gleichzeitig die Investitionen in Weiterbildung und Schulungen unzureichend sind. Dies lässt die Frage aufkommen, ob Europa die eigene Zukunftsfähigkeit ausreichend sichert.

### —— **China und die USA als Pioniere mit Experimentiergeist:**



Die dynamische Entwicklung von China und den USA als Industrie-4.0-Leitmärkte zeigt nicht nur wirtschaftliche Ambitionen, sondern auch den Willen zur Differenzierung durch Experimentierfreude. Europäische Unternehmen neigen dazu, sich weniger nuanciert strategisch auszurichten, indem sie sich übermäßig auf Wirtschaftlichkeit und Kosteneffizienz konzentrieren, möglicherweise auf Kosten des Innovationspotenzials.

### —— Einsatz von KI in China am höchsten – kulturelle Akzeptanz oder politische Unterstützung als Treiber des beeindruckenden Fortschritts?



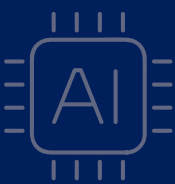
Chinesische Unternehmen übertreffen ihre globalen Konkurrenten deutlich, indem sie teilweise mehr als doppelt so häufig KI-basierte Lösungen in ihre Fertigungsprozesse integrieren als der Wettbewerb.

### —— Fortschritt von KI – Chance oder Risiko für Europas Unternehmen?



Unternehmen in der DACH-Region und dem UK haben beim Einsatz von KI noch Nachholbedarf. Es wird sich zeigen, ob sie in der Lage sind, diesen Rückstand in den nächsten Jahren aufzuholen.

### —— Hemmnisse für KI – was steht dem Fortschritt im Weg?

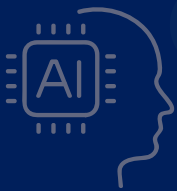


Die Einführung von Künstlicher Intelligenz in der Fertigungsindustrie verspricht Effizienzsteigerungen, doch verschiedene Hemmnisse bremsen diesen Fortschritt: eine zu geringe technische Reife, hohe Vorlaufkosten, die mangelnde Benutzerakzeptanz sowie ein weitverbreiteter Fachkräftemangel.



# Schlüssel- ergebnisse Industrial AI

## — Externe Abhängigkeit bei KI:



Circa 70 Prozent der befragten Unternehmen beauftragen externe KI-Expertinnen und -Experten, um aktuell fehlende KI-Kompetenzen zu kompensieren. Damit die Umstellung auf KI gelingt, ist eine innovationsgetriebene Partnerschaft zwischen KI-Expertise und unternehmensspezifischem Wissen notwendig.

## — Industrial AI ist CIO-Sache:



Die Studie zeigt, dass Unternehmen ohne Chief Information Officer (CIO) in der Geschäftsführung beim digitalen Fortschritt und der Wettbewerbsfähigkeit langsamer vorankommen – das ist gerade in der Ära von Industrie 4.0 und Industrial AI besonders relevant.



1.0

# Barometer Vorstellung



Industrie 4.0 setzt sich immer weiter durch und ist in vielen Unternehmen bereits Realität. Das Industrie 4.0 Barometer erfasst branchen- und regionsübergreifend, wie diese Realität im Detail aussieht, welches Verständnis von Industrie 4.0 vorherrscht und mit welchem Reifegrad die unterschiedlichen Industrie-4.0-Technologien eingesetzt werden. Es dient damit als Benchmark, um den Entwicklungsstand und die Anwendung verschiedener Technologien und Initiativen zu erfassen. Auf diese Weise ermöglicht das Industrie 4.0 Barometer Einblicke in bestehende Lücken und Potenziale im Kontext von Industrie 4.0. Darüber hinaus zeigt es auf, wie Unternehmen diese Lücken schließen, Potenziale nutzen und ihren Vorsprung weiter ausbauen können.

## 1.1 Inhaltliche Ausrichtung

Um Unternehmen einen fundierten Überblick zu geben, hat MHP gemeinsam mit der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) das mittlerweile sechste Industrie 4.0 Barometer erstellt. Die Ergebnisse dieser Benchmarkstudie skizzieren den Status quo der Industrie-4.0-Aktivitäten von Unternehmen im Raum Deutschland, Österreich und Schweiz (DACH), dem Vereinigten Königreich (UK), den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) und China.

Dabei umfasst der zugrunde liegende Fragebogen jedes Jahr vier **Themencluster**:

- 1. Technologie:** effizienter Einsatz von Industrie-4.0-Technologien (Supply-Chain-Transparenz, digitaler Zwilling, Automatisierung und autonome Systeme)
- 2. IT-Integration:** Erhöhung der Leistungsfähigkeit der unternehmensinternen IT-Infrastruktur (Datenanalyse und IT-Sicherheit)
- 3. Strategie und Ziele:** strategischer Fokus von Industrie-4.0-Aktivitäten
- 4. Hemmnisse:** negative Faktoren für die Implementierung von Industrie-4.0-Technologien

Zusätzlich halten in jedem Jahr aktuelle Digitalisierungsthemen Einzug in die Studie. 2024 wurde das Fokusthema Industrial AI genauer untersucht. Im Rahmen dieser Studie wird Industrial AI wie folgt definiert:

**Industrial AI** umfasst die Entwicklung und den Einsatz von Systemen in Fertigungsprozessen, die Aufgaben erfüllen, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordern, beispielsweise Lernen, Problemlösung und Entscheidungsfindung. Industrial AI nutzt Algorithmen und Daten, um Maschinen in die Lage zu versetzen, menschliche kognitive Funktionen zu übernehmen und sich an neue Informationen anzupassen.

## 1.2 Auswertungsmethodik

Als Antwortschemata des Fragebogens wurden verschiedene fünf- bzw. siebenstufige Likertskalen verwendet. Für eine übersichtliche Auswertung wurden die Antworten der Befragten geclustert. Zusätzlich zur Verteilung der Antworten wurde das gewichtete arithmetische Mittel als Prozentwert gebildet, der in der Studie als Barometerwert bezeichnet wird. Außerdem wurde den Teilnehmenden bei Fragen zur Priorisierung die Möglichkeit gegeben, 100 Punkte auf die verschiedenen Antwortmöglichkeiten zu einer Aussage zu verteilen. Für die Berechnung wurden die fünf- bzw. siebenstufigen Likertskalen in metrische Skalen mit den Werten 0 bis 5 bzw. 0 bis 7 transformiert. Nach der Multiplikation der metrischen Skalenwerte mit den jeweiligen relativen Häufigkeiten aus der Beantwortung der Fragen wurde das gewichtete arithmetische Mittel mittels Division durch 5 bzw. 7 ins Verhältnis der Skala gesetzt, um so einen Barometerwert zwischen 0 und 100 Prozent zu erhalten. Vor dem Hintergrund, dass das Industrie 4.0 Barometer eine periodische Erhebung darstellt, dient der Barometerwert hier als Benchmark. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse anhand unterschiedlicher Eigenschaften der Befragten und ihrer Unternehmen verglichen. Die Erhebung und die Auswertung der Antworten erfolgten anonym.



## 1.3 Interviews und Success Stories

Zusätzlich zur Auswertung der Umfrageergebnisse enthält das Industrie 4.0 Barometer Interviews mit Expert:innen aus der Industrie sowie MHP Success Stories zum Einsatz von Industrie-4.0-Technologien in der Praxis, dieses Jahr analog zur Umfrage mit Beiträgen aus der DACH-Region und dem UK. Die Gesprächspartner:innen wurden außer nach dem Fokusthema Industrial AI auch nach ihrer persönlichen Einschätzung zum aktuellen Entwicklungsstand der Industrie bei der digitalen Transformation sowie zu Anwendungsbeispielen und Digitalisierungsinitiativen innerhalb ihrer eigenen Organisation befragt.

### Geführt wurden Gespräche mit folgenden Expert:innen:

- **Julian Follner**, Projektleiter des Ideenzugs (Deutsche Bahn AG)
- **Daniel Abbou**, Geschäftsführer (KI Bundesverband e.V.)
- **Dr. Andy Moore**, Chief Data Officer (Bentley Motors Ltd.)
- **Bernhard Winkler**, Vice President Production Rail (Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH)

In den MHP Success Stories werden erfolgreiche Anwendungsfälle von Industrie-4.0-Technologien vorgestellt. Dabei steht die konkrete Anwendung von KI-Lösungen in diesem Jahr im Mittelpunkt. In den Success Stories werden neben den initialen Herausforderungen der Unternehmen auch die Vorgehensweise für die Implementierung der jeweiligen Lösung sowie die wichtigsten Ergebnisse aufgezeigt. Mit der MHP Success Story paint\_it wird eine intelligente Lösung von MHP vorgestellt, die bereits bei deutschen Automobilherstellern im Einsatz ist. paint\_it bildet die Basis für eine KI-gestützte Qualitätskontrolle in der Lackiererei, um damit die Kosten zu reduzieren und die Effizienz in Lackierprozessen zu steigern. Die MHP Success Story Source stellt eine KI-Lösung vor, die mithilfe von Geräuschen akustische Muster einordnen und interpretieren kann. Bei der Porsche AG ist diese Lösung bereits im Einsatz und unterstützt dort die Forschung und Entwicklung bei der Qualitätssicherung von Fahrwerkslagern. Abschließend wird DriveRadar® vom Antriebshersteller SEW-EURODRIVE präsentiert. Das Tool erkennt mithilfe von maschinellem Lernen Anomalien bei Antriebs- und Automatisierungslösungen.

## 1.4 Teilnehmende

Die Ergebnisse des Industrie 4.0 Barometers 2024 beruhen auf den Antworten von 856 Teilnehmenden aus dem deutschsprachigen Raum (DACH, 203 Befragte), dem Vereinigten Königreich (UK, 201 Befragte), den USA (204 Befragte) und China (248 Befragte) (Abbildung 1).



Abb. 1: Verteilung der Befragten nach den Regionen  
n=856

Der Blick auf die beteiligten Unternehmensgrößen der Befragten zeigt ein heterogenes Bild. 55 Prozent der Teilnehmenden kommen aus kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) mit unter 1.000 Mitarbeitenden, 26 Prozent aus Unternehmen mit 1.000 bis 9.999 Mitarbeitenden und 17 Prozent aus Unternehmen mit mehr als 9.999 Mitarbeitenden (Abbildung 2).

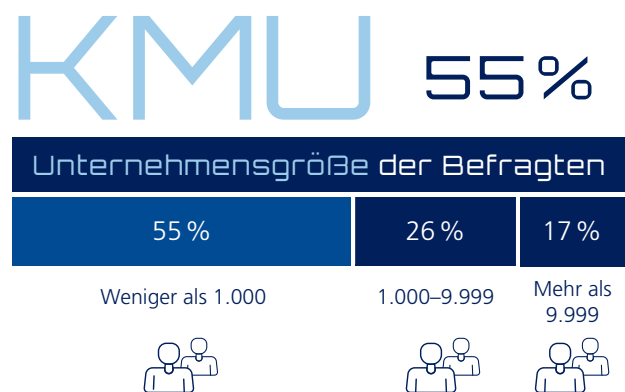


Abb. 2: Verteilung der Befragten nach der Unternehmensgröße  
n=856

Befragt wurden Personen aller Hierarchieebenen – von der operativen Basis bis zur Vorstandsebene. 79 Prozent der Teilnehmenden lassen sich hierarchisch bis zur dritten Ebene unter der Geschäftsführung zuordnen.

Am stärksten vertreten ist die Branche der Informations- und Kommunikationstechnologie (13 Prozent), es folgen Automobilindustrie (11 Prozent, OEMs und Zulieferer),

Verkehr und Transport (11 Prozent) sowie der Maschinen- und Anlagenbau (10 Prozent) (Abbildung 3).

Die am häufigsten vertretenen Fachabteilungen sind die IT (20 Prozent) und die Produktion (16 Prozent) (Abbildung 4). Dies entspricht den Schwerpunkten des Industrie 4.0 Barometers.



Abb. 3: Verteilung der Befragten nach Branche  
n=856



Abb. 4: Verteilung der Befragten nach Fachabteilung  
n=856





# 2.0

## Ergebnisse der Studie





## 2.1 Status quo der Industrie 4.0

Die Dynamik der globalen Wirtschaft wird maßgeblich durch technologische Innovationen geprägt, und im Zeitalter der Digitalisierung leitet Industrie 4.0 eine neue Ära der intelligenten Produktion ein. Dieser umfassende Paradigmenwechsel in der Industrie vereint fortschrittliche Technologien wie das Internet der Dinge (IoT), Künstliche Intelligenz (KI), Big Data und Cloud-Computing, um unter anderem die Effizienz, Flexibilität und Qualität in der Fertigung zu erhöhen. In diesem Kontext hat sich die Industrie 4.0 zu einem globalen Trend entwickelt, an dem immer mehr Unternehmen partizipieren. Denn in einer Ära, in der Krisen wie der Klimawandel, der Fachkräftemangel, geopolitische Konflikte, Inflation und steigende Zinsen herrschen, gilt ein hoher Digitalisierungsgrad in Unternehmen und damit der erfolgreiche Einsatz von Industrie 4.0 als entscheidender Faktor, um globale Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen. Unternehmen verfolgen dabei ihre eigenen Wege und Strategien, um im globalen Wettbewerb erfolgreich zu sein. Das Industrie 4.0 Barometer 2024 richtet seinen Fokus auf die DACH-Region, das UK, die USA und China – Regionen, die nicht nur wirtschaftliche Schwergewichte sind, sondern auch unterschiedliche Ansätze im Kontext von Industrie 4.0 verfolgen und vor unterschiedlichen Herausforderungen stehen. China und die USA gelten oft als Vorreiter, wenn es um den innovativen Einsatz von Industrie-4.0-Technologien geht, die in großem Maßstab implementiert werden. Dies gilt es zu hinterfragen und anhand der Studienergebnisse zu verifizieren. Denn die Studie wirft einen genauen Blick auf den aktuellen Stand der Industrie 4.0 in den genannten Regionen, analysiert die zentralen Initiativen und Entwicklungen und identifiziert die Herausforderungen und Chancen, mit denen die einzelnen Regionen auf ihrem Weg in die digitale Zukunft umgehen müssen.

### 2.1.1 Umfrageergebnisse

#### Themencluster 1: Technologie

##### Supply-Chain-Transparenz

Die präzise Ortung von Produkten und Komponenten leistet einen bedeutenden Beitrag zur Verbesserung der Effizienz und Transparenz in Lieferketten. Durch die Echtzeitverfolgung von Waren können Unternehmen den Standort genau bestimmen, Lieferzeiten

optimieren, ihre Lagerbestände effektiver verwalten und schneller auf unerwartete Unterbrechungen in ihren Lieferketten reagieren. Infolgedessen wird die Transparenz in der Supply-Chain nicht nur als Maßnahme zur Verbesserung der Effizienz, sondern auch als strategisches Element betrachtet, um die Agilität und Widerstandsfähigkeit der gesamten Lieferkette zu stärken. Dieser Erkenntnis folgend haben Unternehmen verstärkt in die Verbesserung der Transparenz ihrer Lieferketten investiert.

54 Prozent der Teilnehmenden gaben an, dass sie in ihrem Unternehmen partiell oder vollständig in der Lage sind, sowohl Einzelteile als auch Endprodukte zu orten. Das stellt im Vergleich zum Vorjahr eine deutliche Verbesserung von 12 Prozentpunkten dar. Auch der Barometerwert spiegelt diese Tendenz wider: Während dieser in den zurückliegenden zwei Jahren 43 Prozent (2022) bzw. 49 Prozent (2023) betrug, liegt er in der diesjährigen Umfrage bei 60 Prozent. Damit weist die Ortungstechnologie den höchsten Mittelwert aller betrachteten Technologien auf. Auch bei der Sensorik zur Erfassung und Übertragung von Umweltparametern und Zustandsdaten ist seit 2022 eine durchschnittliche Verbesserung von 18 Prozent pro Jahr festzustellen (Abbildung 5).

Beim Vergleich der einzelnen Regionen wird deutlich, dass in China und in den USA Ortungstechnologien weitaus verbreiteter sind als in Europa. In China gaben 66 Prozent der Befragten an, ihre Einzelteile und Produkte partiell oder vollständig orten zu können, in den USA 64 Prozent. Dagegen sagten das im UK lediglich 47 Prozent der Teilnehmenden, in der DACH-Region sogar nur 36 Prozent. Zudem haben in China lediglich zwei Prozent der befragten Unternehmen keine Ortungstechnologie im Einsatz und planen das auch nicht. In der DACH-Region sind es 30 Prozent (Abbildung 6).

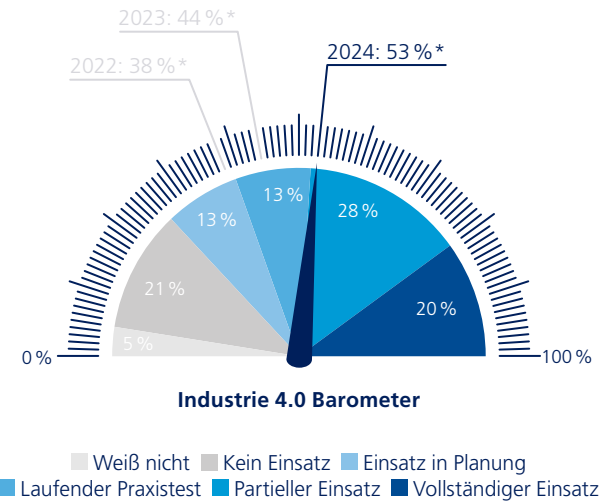
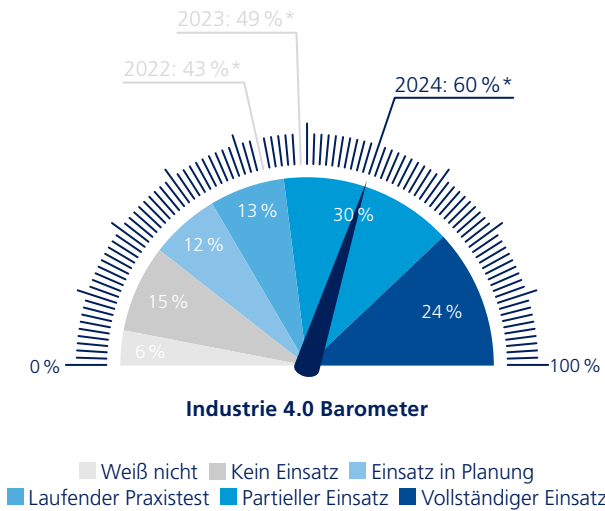
##### Digitaler Zwilling

Dass Unternehmen bereit sind, verstärkt in die Digitalisierung ihrer Lieferketten zu investieren, zeigt sich auch am Einsatz von digitalen Abbildern zur Simulation, Steuerung und Optimierung. Diese setzen Unternehmen verstärkt in ihrer Logistik ein. Hier hat der Umsetzungsgrad seit 2022 um durchschnittlich 32 Prozent pro Jahr zugenommen, was die größte Verbesserung aller befragten Technologien in der Studie seit 2022 darstellt (Abbildung 7).

# Supply-Chain-Transparenz

In meinem Unternehmen können alle Einzelteile unserer Produkte sowie Endprodukte über die gesamte Wertschöpfungskette geortet werden.

Unsere Anlagen und Systeme in Produktion, Lager und Logistik sind mit Sensoren ausgestattet, um Umweltparameter und Zustandsdaten aufzunehmen und zu übertragen.



\*Barometerwert: Gewichtetes arithmetisches Mittel als Prozentwert

Abb. 5: Technologische Ausstattung entlang der gesamten Wertschöpfungskette

In meinem Unternehmen können alle Einzelteile unserer Produkte sowie Endprodukte über die gesamte Wertschöpfungskette geortet werden.

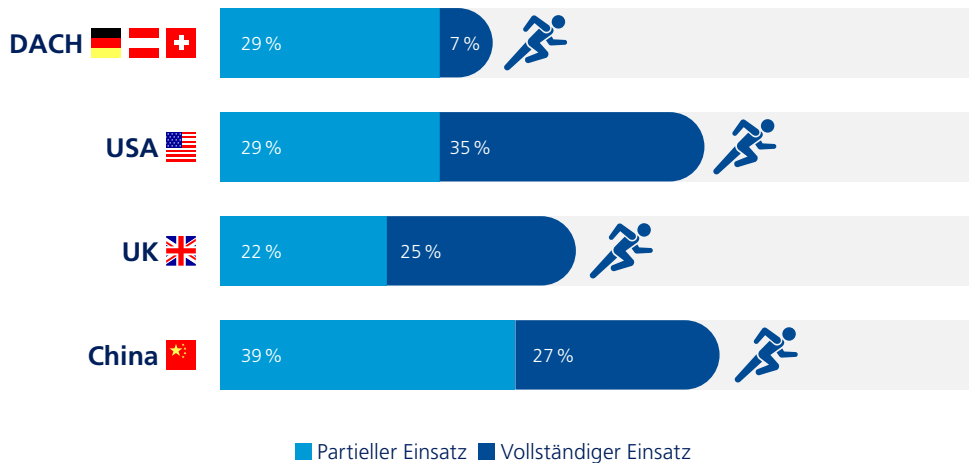
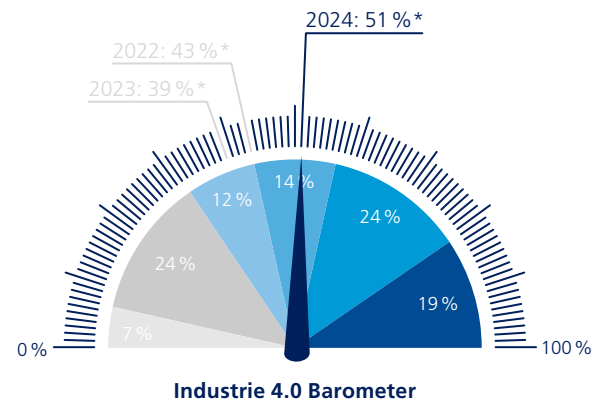
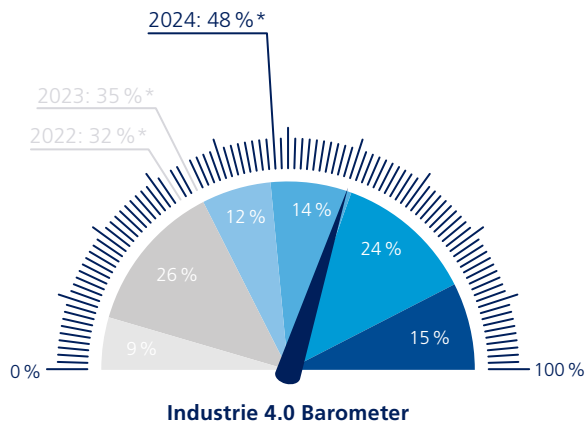


Abb. 6: Supply-Chain-Transparenz nach Regionen

In meinem Unternehmen gibt es zur Simulation, Steuerung und Optimierung ein Prozess- und Zustandsdaten erfassendes digitales Abbild von ...

... unsere Produktionseinrichtungen (z. B. Werke, Maschine, Fahrzeug).

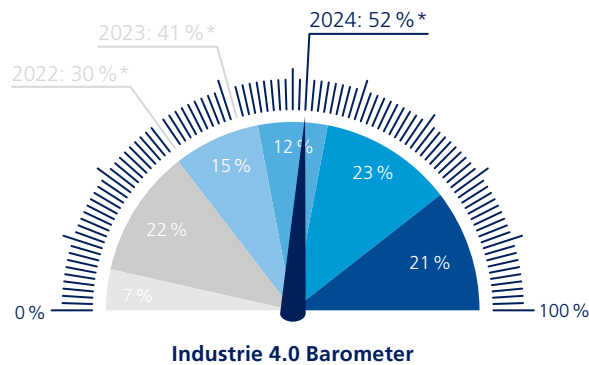
... unseren Produkten.



■ Weiß nicht 
 ■ Kein Einsatz 
 ■ Einsatz in Planung 
 ■ Laufender Praxistest 
 ■ Partieller Einsatz 
 ■ Vollständiger Einsatz

■ Weiß nicht 
 ■ Kein Einsatz 
 ■ Einsatz in Planung 
 ■ Laufender Praxistest 
 ■ Partieller Einsatz 
 ■ Vollständiger Einsatz

... unsere gesamte Logistik (Eingang und Ausgang).



■ Weiß nicht 
 ■ Kein Einsatz 
 ■ Einsatz in Planung 
 ■ Laufender Praxistest 
 ■ Partieller Einsatz 
 ■ Vollständiger Einsatz

\*Barometerwert: Gewichtetes arithmetisches Mittel als Prozentwert

Abb. 7: Verbreitung digitaler Abbilder



In China gaben 39 Prozent der Befragten an, in der Logistik digitale Abbilder vollständig im Einsatz zu haben. In den USA sagten das 21 Prozent der Teilnehmenden, im UK 13 Prozent und in der DACH-Region

lediglich fünf Prozent (Abbildung 8). Somit wird auch in diesem Bereich der Vorsprung der chinesischen Unternehmen zum Rest der Welt deutlich.

**In meinem Unternehmen gibt es zur Simulation, Steuerung und Optimierung ein Prozess- und Zustandsdaten erfassendes digitales Abbild von unserer gesamten Logistik (Eingang und Ausgang).**

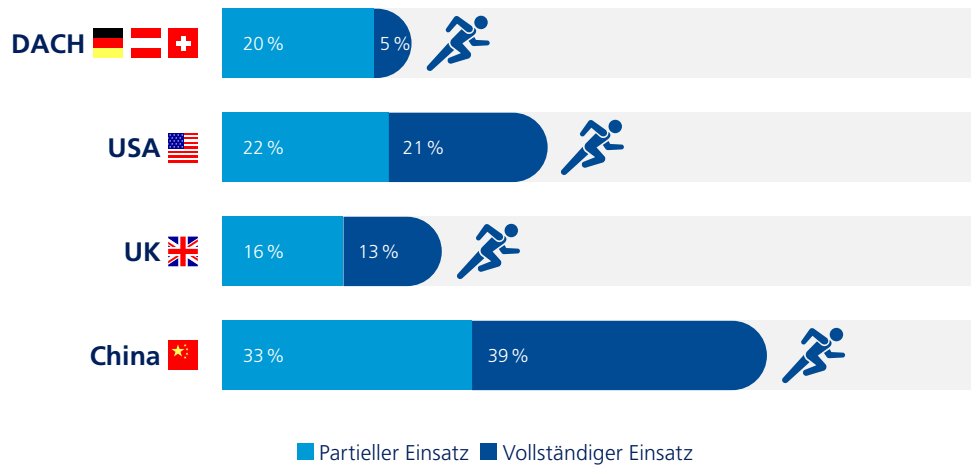
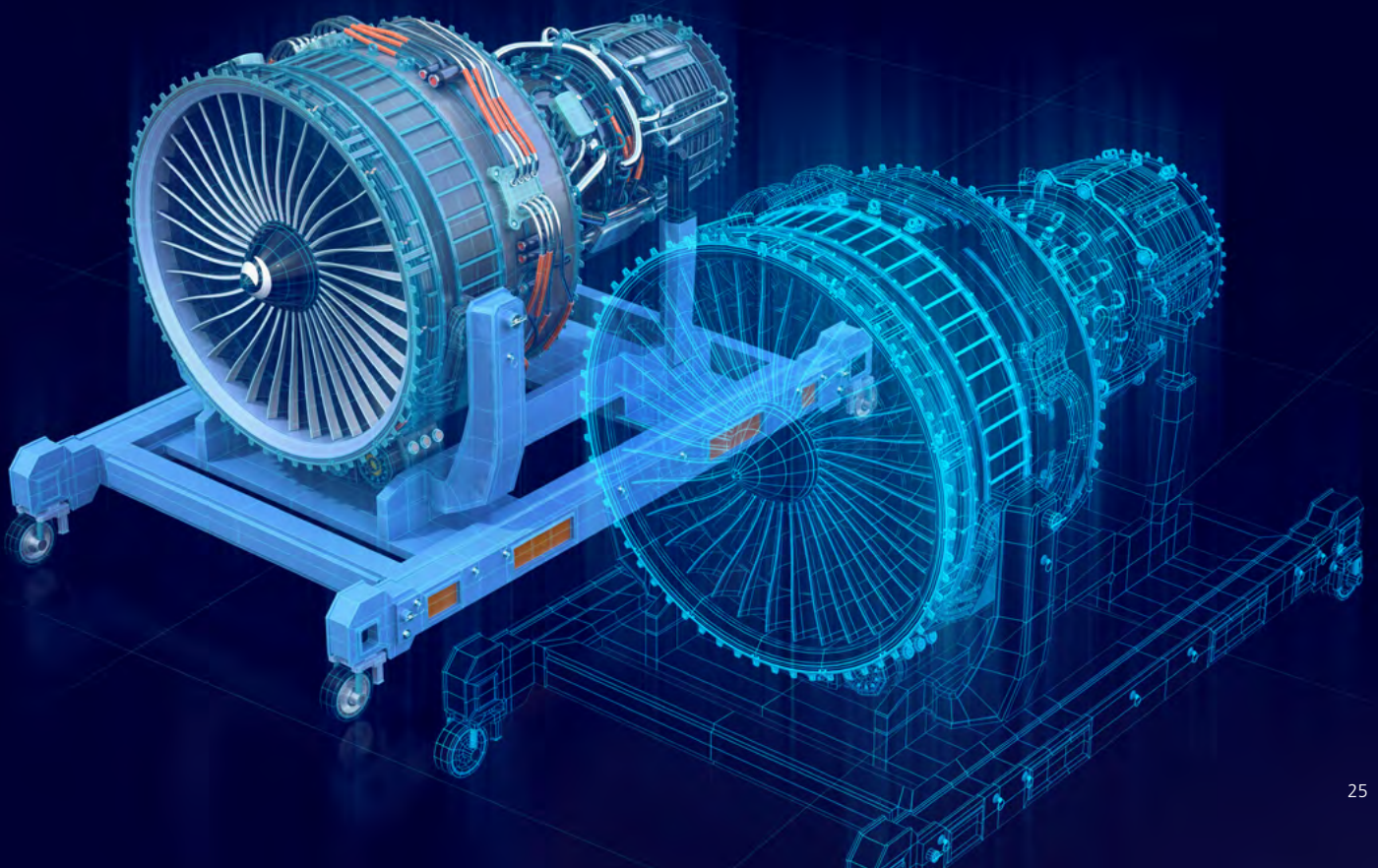


Abb. 8: Verbreitung von digitalen Abbildern nach Regionen



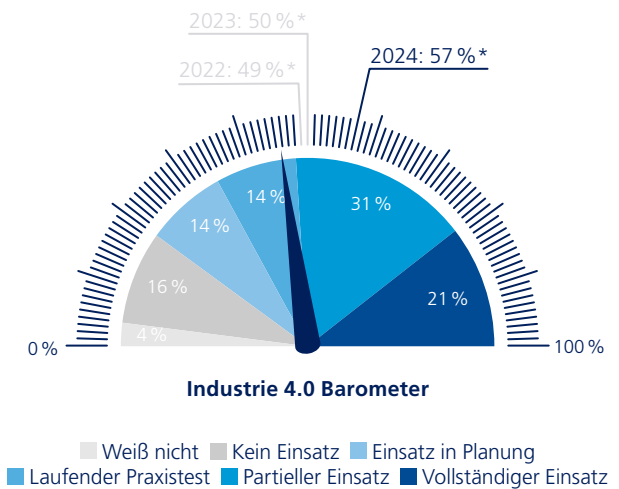
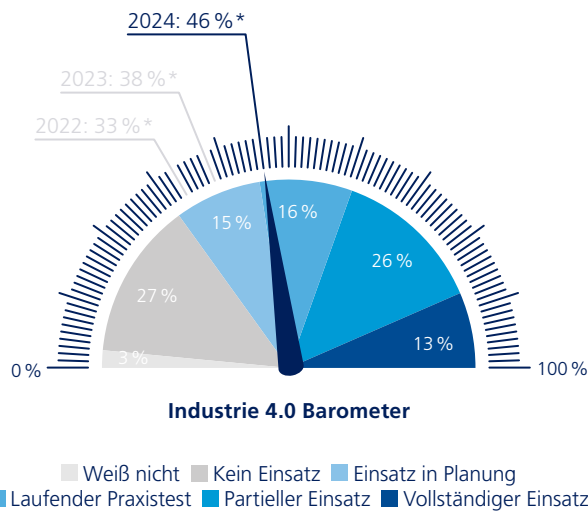
## Automatisierung und autonome Systeme

Im Gegensatz zur Digitalisierung der Supply-Chain und zum Einsatz von digitalen Abbildern fällt der Einsatz von Automatisierung und autonomen Systemen mit einem Barometerwert von 46 Prozent niedriger

aus. Jedoch ist die Verbesserung zu den Vorjahren besonders hoch: Durchschnittlich hat sich der Barometerwert seit 2022 um 18 Prozent pro Jahr verbessert (Abbildung 9).

### Wir nutzen Maschinen und Roboter, die autonom handeln, sich selbstständig steuern und verbessern können.

### Unsere Anlagen, Geräte und Systeme tauschen automatisiert und eigenständig Informationen in Echtzeit aus (Machine-to-Machine Communication).



\*Barometerwert: Gewichtetes arithmetisches Mittel als Prozentwert

Abb. 9: Reifegrad bei Automatisierung und autonomen Systemen

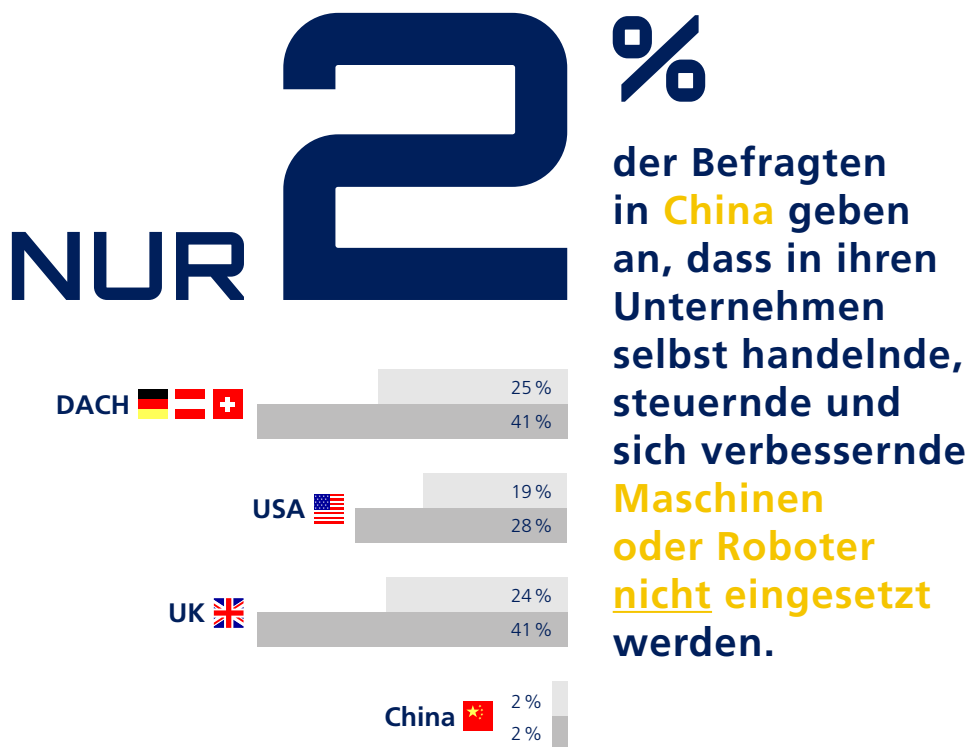
Bei der Frage nach der Nutzung von Maschinen und Robotern, die autonom handeln, sich selbst steuern oder verbessern, gaben jeweils 41 Prozent der Befragten aus der DACH-Region und dem UK an, dass in ihren Unternehmen solche Technologien nicht eingesetzt werden. In den USA sagten das 28 Prozent. In China dagegen waren es lediglich zwei Prozent der Befragten. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Frage nach Anlagen und Systemen, die automatisiert und eigenständig Informationen austauschen (Abbildung 10). Auch hier liegt China an der Spitze.

Die Implementierung von Industrie-4.0-Technologien verdeutlicht, dass die USA und China in sämtlichen Bereichen zum Themencluster „Technologie“ unter den Befragten eine führende Position einnehmen, während die DACH-Region und das UK in allen Bereichen die letzten beiden Plätze belegen. Diese Positi-

onierung resultiert aus verschiedenen Faktoren. Dazu zählen politische Maßnahmen: Die strategische Unterstützung durch die chinesische Regierung wirkt beispielsweise als Antrieb für Innovationen, insbesondere in der Industrie, was wiederum die Wettbewerbsfähigkeit und den technologischen Reifegrad der Unternehmen steigert. Die USA schaffen durch ihre Gesetzgebung liberale Rahmenbedingungen und gewähren der Wirtschaft viel Freiraum für technologischen Fortschritt, speziell in der Entwicklung von KI. Das spiegelt sich zum Beispiel im Marktvolumen von generativer KI wider: Die USA sind Marktführer vor China und werden es mittelfristig bleiben.<sup>1</sup>

Aufgrund des schon weitverbreiteten und erfolgreichen Einsatzes von Industrie-4.0-Technologien zeigen Unternehmen auch mehr Freude und Risikobereitschaft gegenüber Innovationen. Als führende Innova-

<sup>1</sup> Generative KI – USA (statista.com)



- Unsere Anlagen, Geräte und Systeme tauschen weder automatisiert noch eigenständig Informationen in Echtzeit aus (Machine-to-Machine Communication).
- Maschinen und Roboter, die autonom handeln, sich selbstständig steuern und verbessern können, werden bei uns nicht genutzt.

Abb. 10: Reifegrad bei Automatisierung und autonomen Systemen nach Regionen

tionsmärkte stellen die USA und China mit dem Silicon Valley und Shenzhen zwei bedeutende Technologiezentren. Beides sind Orte mit einer hohen Dichte an Start-ups und Hightechunternehmen, die durch ihre Experimentierfreude und durch schnelle Markteinführungen neuer Technologien die Digitalisierung in ihrer Region vorantreiben. Auch Unterschiede in der Innovationskultur begünstigen die Entwicklung von Industrie-4.0-Technologien. In Europa ist das partizipative Führungsverhalten weitverbreitet, während in China die Führung durch das Kollektiv geprägt ist. Mitarbeiterführung basiert in China auf dem Herunterbrechen der planwirtschaftlichen Ziele. Eine effektive Innovationskultur erfordert intensiven Informationsaustausch und die Förderung der besten Ideen. Denn Innovationsstrategien entfalten ihre Wirkung erst in der Umsetzung. Das chinesische Kollektiv besitzt durch die Innovationskultur eine hohe Benutzerakzeptanz

gegenüber neuen Technologien und gleichzeitig wird das Fachwissen der Mitarbeiter erhöht.<sup>2</sup>

Und schließlich könnte das Leapfrogging-Phänomen zum Tragen kommen: In China haben viele Unternehmen aufgrund des rasanten Wirtschaftswachstums und des damit einhergehenden Baus zahlreicher neuer Produktionsstandorte die Möglichkeit, ihre neuen Werke von Grund auf neu und optimal zu planen. In anderen Regionen hingegen muss aufgrund der bereits vorhandenen Produktionsstandorte eine Integration in oder ein Ersatz von Legacy-Systemen durchgeführt werden. Das alles kann insbesondere für Unternehmen der DACH-Region zu erheblichen Herausforderungen führen, wenn sie nicht in der Lage sind, mit den Preis- und Qualitätsvorteilen chinesischer Wettbewerber zu konkurrieren, und zunehmend Marktanteile an diese verlieren.

<sup>2</sup> Vgl. Jörg Macht: China & Innovation Was der deutsche Mittelstand von China lernen kann, FOM-Edition, Stuttgart, Deutschland: Springer, 2023, S. 72–73

## Themencluster 2: IT-Integration

### Datenanalysefähigkeiten

Daten und Datenanalysefähigkeiten gelten als wesentlicher Erfolgsfaktor, um in einer sich ständig verändernden Geschäftsumgebung erfolgreich zu sein. Denn mit den richtigen Daten und Datenanalysefähigkeiten sind Unternehmen in der Lage, ihre Innovationsfähigkeit zu fördern, Effizienzen zu steigern und damit ihr Alleinstellungsmerkmal gegenüber der Konkurrenz zu sichern. In diesem Zusammenhang erkennen Unternehmen zunehmend die wirtschaftliche Bedeutung von Daten für ihre Zukunft. Insbesondere der Einsatz von Künstlicher Intelligenz, bei der Algorithmen mit umfangreichen Datenmengen trainiert werden, hat für einen regelrechten Hype gesorgt und zu einem öffentlichen Diskurs über die Vorteile und Risiken der Technologie geführt. Denn neben den unzähligen Potenzialen, die KI in Form von Generative AI und Industrial AI bietet, bringt ein steigender Einsatz eine Menge ethischer, sozialer und sicherheitsrelevanter Aspekte auf, insbesondere wie dabei mit sensiblen Daten (zum Beispiel Betriebsgeheimnissen, personenbezogenen Daten, Finanzdaten) umgegangen wird. Darüber hinaus ist das Training und der Betrieb von KI-Systemen sehr energieintensiv und Unternehmen sind daher gefordert, verstärkt in Kooperationen zu investieren und eine erhöhte Modularisierung sowie Kompatibilität auf Anbieterseite sicherzustellen.

Aus diesen Gründen haben die Datenanalysefähigkeiten der befragten Unternehmen in allen vier untersuchten Bereichen (Fähigkeiten des Personals, technische

Infrastruktur, teil- oder voll automatisierte Produktionsprozesse, systematische Erhebung von Daten) im Vergleich zu den Vorjahren deutlich zugenommen und weisen die höchsten Barometerwerte in der diesjährigen Studie auf. Beispielsweise wurden die Befragten unter anderem gebeten, die Datenanalysefähigkeiten ihres Unternehmens bezüglich der Produktionsprozesse mit teil- und voll automatisierten Entscheidungen (etwa durch den Einsatz von KI) im Vergleich zum direkten Wettbewerb zu bewerten. Während der Barometerwert 2022 bei lediglich 36 Prozent und 2023 bei 51 Prozent lag, ist er in der diesjährigen Studie auf 62 Prozent gestiegen (Abbildung 12).

Die wesentliche Bedeutung der Sammlung und Verarbeitung von Daten – insbesondere für die Nutzung von Künstlicher Intelligenz – wird im Rahmen des **Fokusthemas Industrial AI** ausführlich beleuchtet.

### IT-Sicherheit

In Bezug auf die IT-Sicherheit zeichnet sich ein ähnliches Bild wie in den vergangenen Jahren ab. Grundsätzlich ist die IT-Sicherheit in den befragten Unternehmen nach wie vor gut etabliert. Gleichzeitig zeigt sich erneut, dass in der DACH-Region insbesondere bei den Kompetenzen zur Abwehr von Cyberangriffen ein signifikanter Rückstand zu den anderen Regionen vorhanden ist: 66 Prozent der Teilnehmenden aus der DACH-Region gaben an, dass ihr Unternehmen umfassende und ausreichende Kompetenzen zur Abwehr von Cyberangriffen besitzt. In den USA sagten das 75 Prozent, im UK 81 Prozent und in China 87 Prozent (Abbildung 11).

### Um Cyberangriffe abzuwehren, besitzt unser Unternehmen umfassende und ausreichende Kompetenzen.

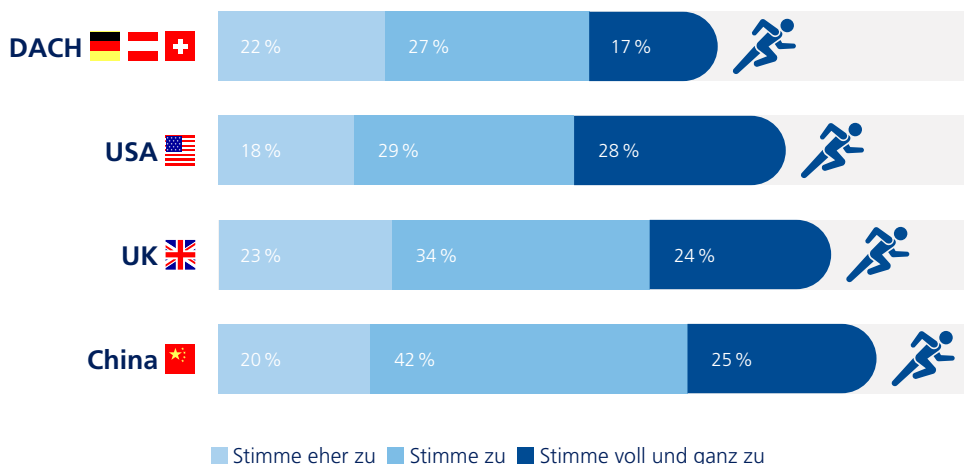
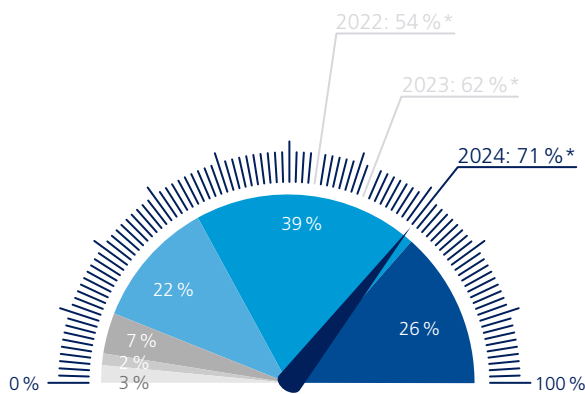


Abb. 11: Status bei der IT-Sicherheit

# Datenanalysefähigkeit

Bitte bewerten Sie die Datenanalysefähigkeiten Ihres Unternehmens im Vergleich zum direkten Wettbewerb in Bezug auf ...

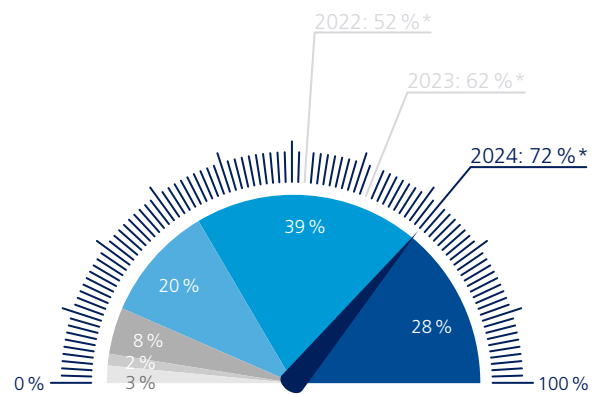
... Fähigkeiten und Kompetenzen des Personals für fortgeschrittene Datenanalysemethoden (z. B. bzgl. Datenaufbereitung, Analysealgorithmen, APIs).



Industrie 4.0 Barometer

■ Weiß nicht 
 ■ Sehr schlecht 
 ■ Schlechter 
 ■ Gleich 
 ■ Besser 
 ■ Sehr gut

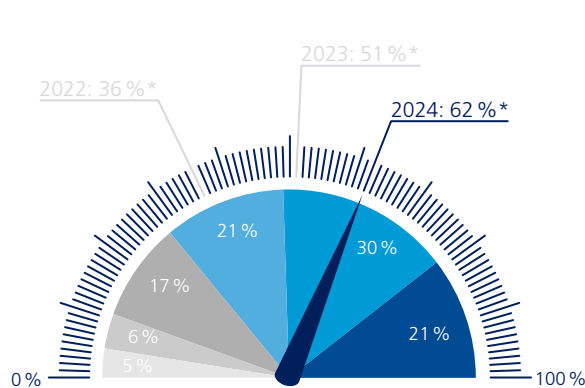
... technische Infrastruktur für fortgeschrittene Datenanalysen (z.B. Unternehmensweite Datenplattform, Analyse- und Visualisierungssoftware, Algorithmen-Bibliotheken).



Industrie 4.0 Barometer

■ Weiß nicht 
 ■ Sehr schlecht 
 ■ Schlechter 
 ■ Gleich 
 ■ Besser 
 ■ Sehr gut

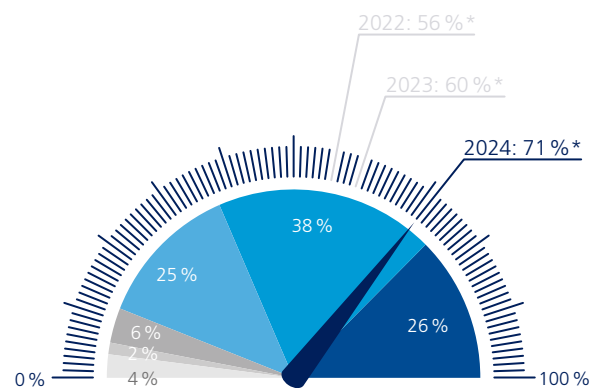
... Produktionsprozesse mit teil- und voll automatisierten Entscheidungen (z. B. durch Künstliche Intelligenz bzw. Machine-Learning-Verfahren).



Industrie 4.0 Barometer

■ Weiß nicht 
 ■ Sehr schlecht 
 ■ Schlechter 
 ■ Gleich 
 ■ Besser 
 ■ Sehr gut

... systematische und kontinuierliche Erhebung, Aufbereitung und Analyse von Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette.



Industrie 4.0 Barometer

■ Weiß nicht 
 ■ Sehr schlecht 
 ■ Schlechter 
 ■ Gleich 
 ■ Besser 
 ■ Sehr gut

\*Barometerwert: Gewichtetes arithmetisches Mittel als Prozentwert

Abb. 12: Reifegrad bei Datenanalysefähigkeiten



### Themencenter 3: Strategie und Ziele

Im Gegensatz zu den anderen drei Themencentern konnten die Befragten beim Cluster „Strategie und Ziele“ zur Bewertung des strategischen Fokus ihres Unternehmens 100 Punkte auf fünf mögliche Antworten verteilen. Mit einer durchschnittlich vergebenen Punktzahl von 32 ist die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit wie schon im Vorjahr das wichtigste Ziel der Unternehmen, gefolgt von der Erhöhung der Produktions-/Produktqualität mit durchschnittlich 22 Punkten (Abbildung 13). Interessanterweise variieren die Schwerpunkte je nach Industrie und Region. Der Fokus auf die Wirtschaftlichkeit ist bei Unternehmen

aus der Automobilindustrie mit einer Abweichung von 13 Prozent deutlich stärker ausgeprägt als in den übrigen Industrien. Dagegen ist die Relevanz der Erschließung neuer Markt- und Kundensegmente in der Automobilindustrie mit einer Abweichung von 21 Prozent deutlich niedriger. Beim regionalen Vergleich zeigt sich, dass zwar auch chinesische Unternehmen den größten Fokus auf die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit legen, dort jedoch die Erschließung neuer Markt- und Kundensegmente sowie die Anpassung der Flexibilität der Produktion deutlich stärker im Fokus steht als in den restlichen Regionen.

## Strategischer Industrie-4.0-Fokus der Unternehmen

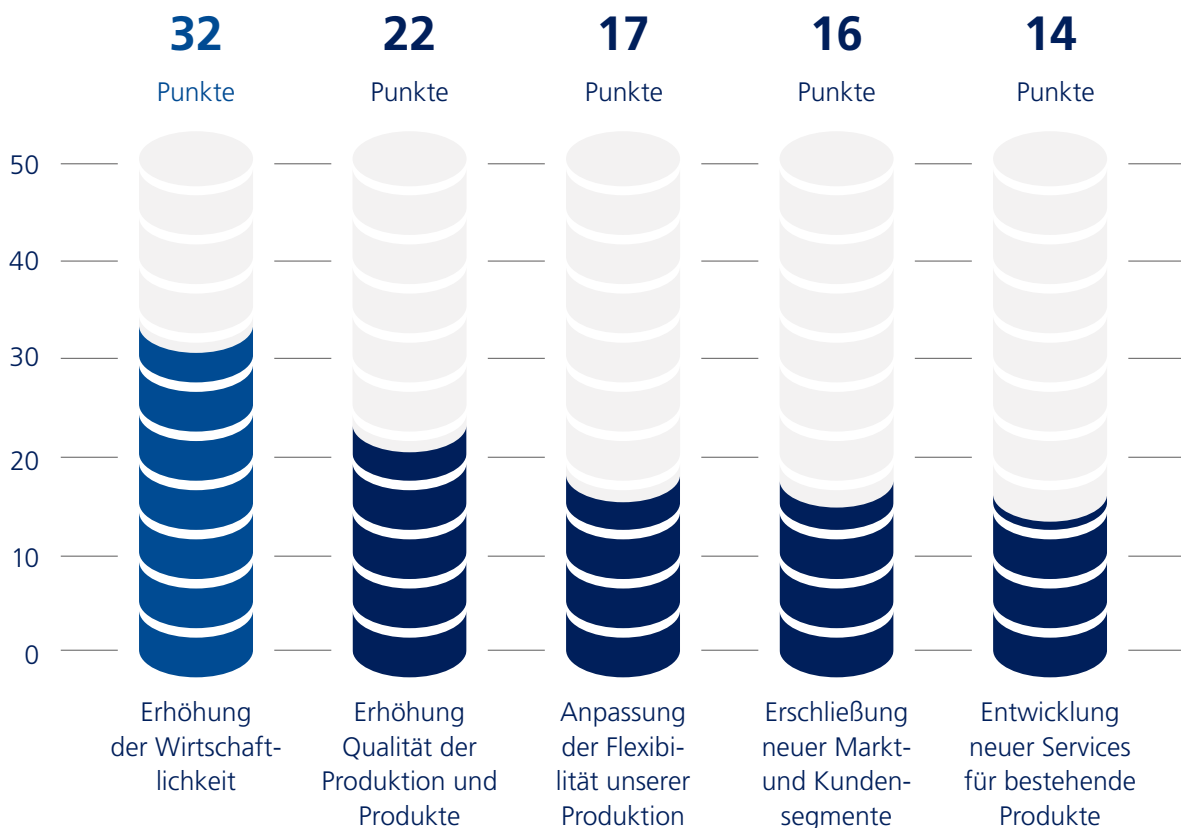


Abb. 13: Strategischer Industrie-4.0-Fokus der befragten Unternehmen  
(Die Teilnehmenden konnten insgesamt 100 Punkte vergeben. Die hier gezeigten Ergebnisse stellen den Durchschnittswert je Antwortmöglichkeit dar.)

## Themencluster 4: Hemmnisse

Mit dem Fortschreiten der Industrie 4.0 gewinnt die Qualifikation und Expertise der Mitarbeiter zunehmend an Bedeutung und stellt gleichzeitig ein Hemmnis dar. Denn die Implementierung fortschrittlicher Industrie-4.0-Technologien und Datenanalysefähigkeiten erfordert spezifisches Fachwissen, das von Unternehmen stark nachgefragt und somit zu einem Wettbewerbsfaktor wird.

Von 52 Prozent der Teilnehmenden wird der Fachkräftemangel als der Hauptgrund für Verzögerungen bei der Implementierung von Industrie-4.0-Technologien genannt. Während also durch eine fortschreitende Automatisierung weniger Fachkräfte für repetitive Aufgaben benötigt werden, wird in anderen Bereichen vermehrt qualifiziertes Personal benötigt, um die Einführung von Industrie-4.0-Technologien zu ermöglichen. Gleichzeitig könnte die Geschwindigkeit, mit der neue Industrie-4.0-Technologien integriert werden, zunehmen und damit die Qualifizierungslücke vergrößern.

Die Belastung durch das Tagesgeschäft und der daraus resultierende Mangel an Kapazitäten ist mit 47 Prozent das am zweithäufigsten genannte Hemmnis. Gleichauf liegen mit ebenfalls 47 Prozent historisch gewachsene IT-Systeme. Die Unsicherheit beim ROI (Return on Investment), was im Vorjahr mit 67 Prozent noch das am häufigsten genannte Hemmnis war, stellt in diesem Jahr für nur 43 Prozent der Befragten ein Hemmnis dar (Abbildung 14). Dies könnte darauf hindeuten, dass Unternehmen zunehmend erkennen, dass die Herausforderung nicht primär in der Rentabilität der Technologien liegt, sondern vielmehr in der Verfügbarkeit von qualifizierten Arbeitskräften.

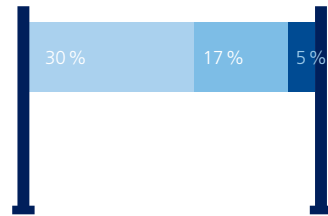
Im Vergleich zu den Vorjahren 2022 und 2023 ist bei allen genannten Hemmnissen ein rückläufiger Trend zu verzeichnen, was darauf schließen lässt, dass Unternehmen diese Herausforderungen allmählich bewältigen. Möglicherweise ist dies das Ergebnis einer Verbesserung der Qualifikationen der Arbeitskräfte, von Anpassungen der Unternehmenskapazitäten oder einer sichereren Bewertung des ROI. Ein kontinuierliches Weiterbildungsangebot für die Mitarbeitenden ist wichtig, da sich die bekannten Jobprofile mit fort-

schreitender Digitalisierung ändern, um mit den neuesten Entwicklungen der Branche Schritt zu halten. Die Herausforderung besteht zudem darin, das unternehmensspezifische Wissen der eigenen Mitarbeiter mit den neu benötigten technologischen Fähigkeiten zu vereinen.

Im regionalen Vergleich zeigt sich, dass besonders in China der Datenaustausch und Datensilos erhebliche Herausforderungen für die kollaborative Zusammenarbeit sowohl innerhalb von Unternehmen als auch mit externen Partnern darstellen. 57 Prozent der chinesischen Unternehmen bewerten Datensilos als Hemmnis, während es in der DACH-Region 35 Prozent, im UK 33 Prozent und in den USA 28 Prozent sind. Gleiches gilt für die Problematik des mangelhaften Datenaustauschs mit externen Partnern (siehe Abbildung 15). Hier zeigt sich, dass die Bemühungen um einen effizienten Datenaustausch und die Förderung kollaborativer Zusammenarbeit in China durch rechtliche Vorgaben, Datensouveränitätsprinzipien und technologische Hürden erschwert sein könnten. Zum einen spielen strenge Datenschutzbestimmungen, insbesondere das Cybersecurity Law<sup>3</sup>, eine entscheidende Rolle. Diese Gesetze legen strikte Regeln für die Handhabung von persönlichen Daten fest und erschweren somit den Datenaustausch. Zum anderen betont China verstärkt die Datensouveränität, was bedeutet, dass in China erzeugte Daten dort gespeichert und verarbeitet werden sollen. Dies kann zu Schwierigkeiten beim globalen Datenaustausch führen und die Kooperation zwischen chinesischen Unternehmen behindern. Einschränkungen bei der kollaborativen Zusammenarbeit und dem Datenaustausch innerhalb Chinas können, trotz eines hohen Digitalisierungsgrads der Unternehmen, außerdem an unterschiedlichen technologischen Standards und Plattformen liegen. Es wird sich langfristig zeigen, ob diese restriktive Datenhaltung in Zukunft eine Barriere für Innovation in China darstellen wird oder vielmehr ein kluger Schachzug im Kampf um wichtige Unternehmensdaten im globalen Wettbewerb ist.

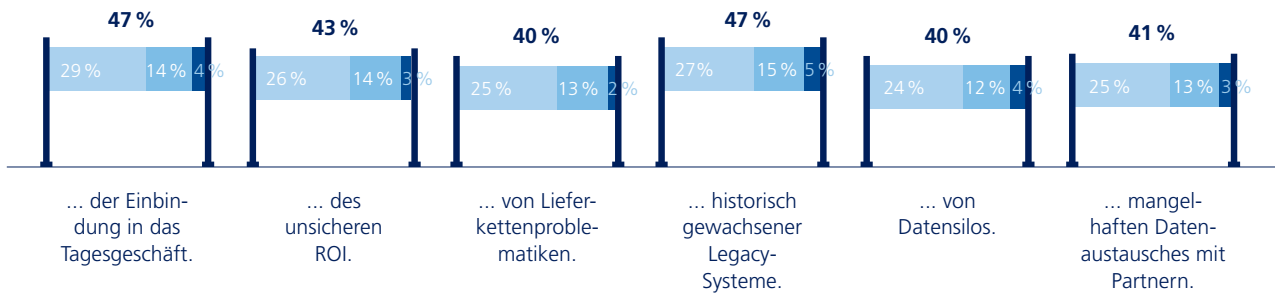
<sup>3</sup> Creemers, Rogier; Webster, Graham; Triolo, Paul, „Translation: Cybersecurity Law of the People’s Republic of China (Effective June 1, 2017)“ (2018). URL: <https://digichina.stanford.edu/work/translation-cybersecurity-law-of-the-peoples-republic-of-china-effective-june-1-2017/> (02.02.2024)

Die Einführung von Industrie-4.0-Technologien verzögert sich in unserem Unternehmen aufgrund...



**52%**

**gaben Fachkräftemangel als Grund an.**



■ Stimme eher zu ■ Stimme zu ■ Stimme voll und ganz zu

Abb. 14: Hemmnisse bei der Einführung von Industrie-4.0-Technologien

Die Einführung von Industrie-4.0-Technologien verzögert sich in unserem Unternehmen, da...

... kein durchgängiger Datenaustausch mit Partnern entlang der Wertschöpfungskette erfolgt.

... Datensilos die Umsetzung bereichsübergreifender Lösungen erschweren.



Abb. 15: Hemmnisse bei der Einführung von Industrie-4.0-Technologien nach Regionen

## 2.2 Industrial AI – Künstliche Intelligenz in der Produktion

Unternehmen intensivieren ihre Bemühungen, Künstliche Intelligenz (KI) im Zuge des digitalen und technologischen Fortschritts verstärkt einzusetzen. Die mathematischen Grundlagen für KI wurden zwar bereits in der Mitte des 20. Jahrhunderts gelegt, doch erst die zunehmende Verfügbarkeit umfangreicher Datenmengen, steigende Rechenleistung und der Fortschritt bei komplexen mathematischen Modellen und Algorithmen ermöglichten die KI-Forschung, wie wir sie heute kennen. KI stellt deshalb eigentlich eine Evolution dar – und keine Revolution. Für zahlreiche Unternehmen markiert der gegenwärtige Zugang zu KI aber dennoch einen scheinbar revolutionären Schritt. Denn sie erkennen zunehmend, dass KI-Technologien wie maschinelles Lernen und neuronale Netzwerke nicht nur als theoretische Konzepte interessant sind, sondern ebenso ungeahnte Potenziale für den praktischen Einsatz haben. Die Integration von KI in Fertigungsprozesse transformiert maßgeblich die betrieblichen Abläufe von Unternehmen.

Diese Entwicklung ermöglicht nicht nur die Automatisierung von repetitiven bis hin zu komplexen Aufgaben, sondern auch eine rasche Analyse umfangreicher Datenmengen sowie die präzise Erkennung von Mustern. Die daraus resultierenden Vorteile erstrecken sich über die gesamte Wertschöpfungskette. Durch genaue Bedarfsprognosen können Unternehmen ihre Lagerbestände besser verwalten und flexibler auf Nachfrageschwankungen reagieren. So erreichen sie ein effizienteres Warehouse Management mit reduzierten Lager- und Logistikkosten. Zusätzlich ermöglicht KI die frühzeitige Identifikation von Fehlern und Defekten, was zu einer erheblichen Reduktion von Ausschuss und Verschwendung führt. Die Implementierung von KI führt folglich zu einer Steigerung der Produktqualität, einer Senkung der Produktionskosten und einer Verkürzung der Durchlaufzeiten. KI ermöglicht einen außerordentlichen Produktivitätsschub, da sie nahezu rund um die Uhr einsatzbereit ist. Diese anhaltende Einsatzbereitschaft führt zu erheblichen Steigerungen des Automatisierungsgrades und der Gesamtproduktivität von Unternehmen.

Neben den eindrucksvollen Potenzialen zur Automatisierung der Wertschöpfungskette werden auch Veränderungen in der Arbeitslandschaft durch KI deutlich spürbar. Die Übernahme von menschlichen Aufgaben hat zur Folge, dass sich Jobprofile grundlegend verän-

dern werden. Indem beispielsweise KI-basierte Lösungen repetitive Aufgaben übernehmen, können sich Fachkräfte stärker auf den Kernbereich ihrer Tätigkeit konzentrieren und somit die eigene Produktivität steigern. In diesem Zusammenhang sehen viele Unternehmen mit Fachkräftemangel bereits das Potenzial, KI als Wissensspeicher zu nutzen und damit den bestehenden Fachkräftemangel zu kompensieren.

Damit Unternehmen all diese Potenziale von Industrial AI in der Praxis wirkungsvoll ausschöpfen können, sind wesentliche Überlegungen und Maßnahmen erforderlich. Sie müssen ihre spezifischen Bedürfnisse und Anforderungen im Bereich Industrial AI identifizieren und gleichzeitig die Möglichkeiten und den Mehrwert von KI-basierten Lösungen sorgfältig evaluieren. Hierbei ist es essenziell, verschiedene Aspekte, zum Beispiel monetäre, ethische, rechtliche und soziale, zu berücksichtigen. Zusätzlich spielen bestimmte Voraussetzungen eine entscheidende Rolle für den Erfolg von KI-Projekten. Dazu gehören die Verfügbarkeit und Qualität der benötigten Daten sowie die vorhandenen Qualifikationen und die Akzeptanz der Mitarbeiter gegenüber neuen KI-basierten Lösungen. Inwieweit das den Unternehmen bisher gelingt, wird in den folgenden Umfrageergebnissen erläutert.

### 2.2.1 Umfrageergebnisse

**Entwickelt sich die DACH-Region bei Industrial AI zum Sorgenkind? Im internationalen Vergleich liegt besonders die DACH-Region beim erfolgreichen Einsatz von KI in der Produktion weit zurück. Aber auch das UK ordnet sich bei nahezu allen Aspekten hinter den USA und China ein.**

Für einen grundsätzlichen Überblick über den Einsatz von Industrial AI wurden die Teilnehmenden zunächst nach dem Einsatz von KI-basierten Lösungen in ihren Fertigungsprozessen gefragt. Dabei gaben 50 Prozent der Teilnehmenden an, dass ihr Unternehmen

**Setzt Ihr Unternehmen KI-basierte Lösungen  
(z. B. vorausschauende Wartung, Erkennung von  
Anomalien, autonome Roboter) in Fertigungsprozessen ein?**

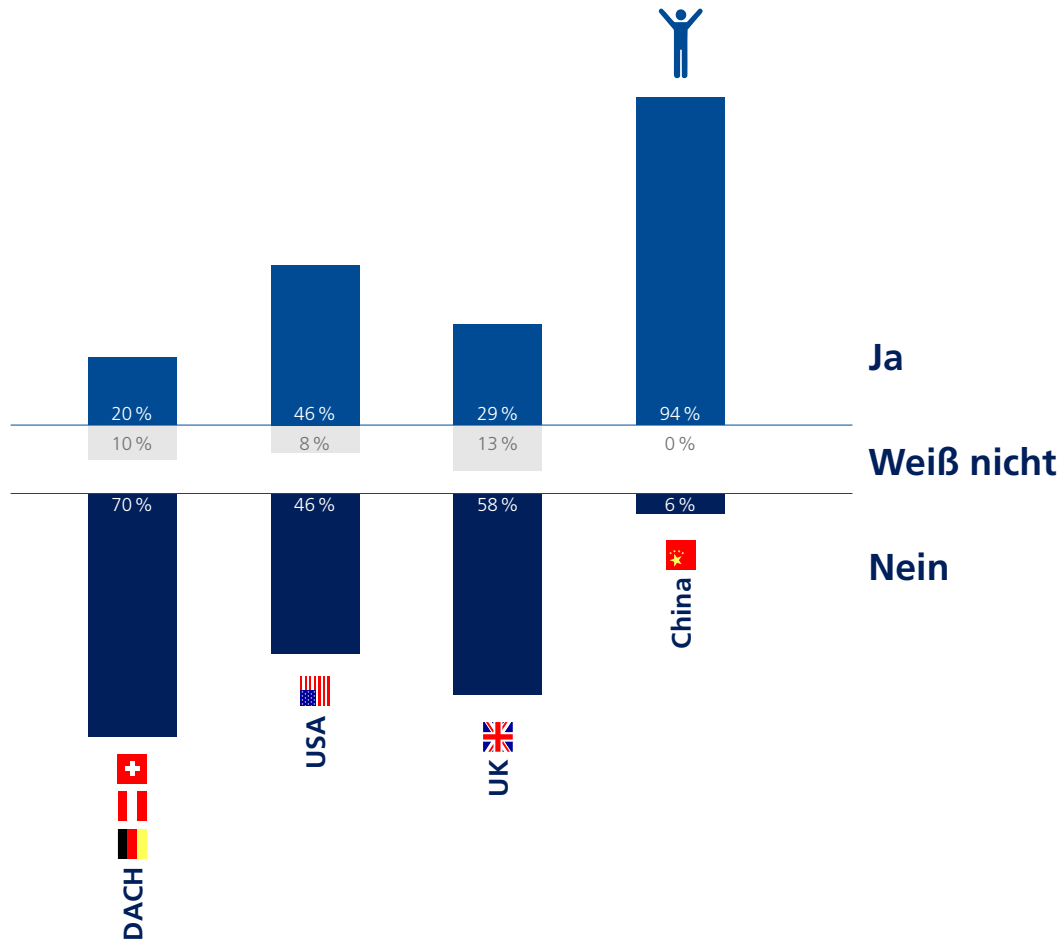


Abb. 16: Einsatz KI-basierter Lösungen nach Regionen

Industrial AI in den Fertigungsprozessen einsetzt. In der DACH-Region gaben nur 20 Prozent der Befragten an, dass KI-basierte Lösungen in den Fertigungsprozessen ihrer Unternehmen eingesetzt werden, im UK waren es 29 Prozent. Deutlich intensiver werden KI-basierte Lösungen in den USA genutzt. Hier gaben dies 46 Prozent der Befragten an. Wirklich erstaunlich ist die Situation in China: 94 Prozent der Teilnehmenden sagten, dass ihre Unternehmen KI in den Fertigungsprozessen nutzen (Abbildung 16).

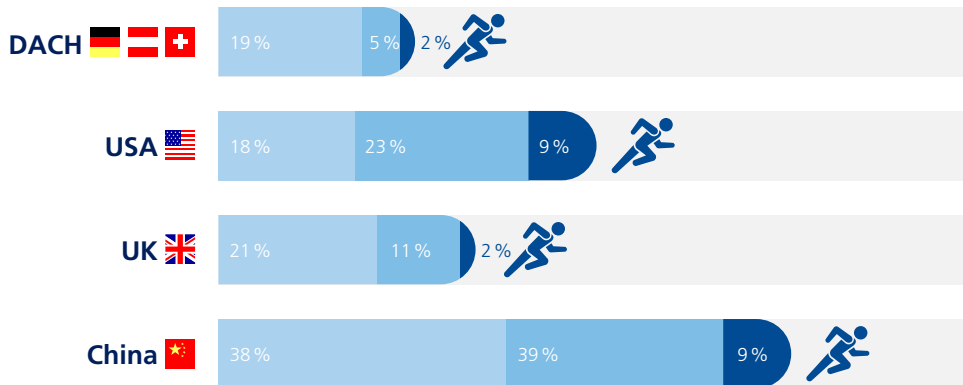
Im Anschluss bewerteten die Teilnehmenden den Erfolg von durchgeführten KI-Projekten mit Blick auf die drei Kategorien termingerechte Fertigstellung, Erfüllung der geplanten Funktionalität und Einhaltung

des Budgets. Dabei beurteilten die Teilnehmenden aus der DACH-Region und dem UK den Erfolg in allen drei Kategorien signifikant schlechter als die Befragten aus den USA und China. Beispielsweise waren nur 26 Prozent der Befragten aus der DACH-Region und 34 Prozent aus dem UK der Meinung, dass in ihrem Unternehmen KI-Projekte rechtzeitig fertiggestellt werden. In China hingegen stimmten 86 Prozent der Befragten dieser Aussage zu. Bei den beiden anderen Kategorien fallen die Ergebnisse ähnlich aus. 89 Prozent bestätigten, dass KI-Projekte die geplanten Funktionalitäten aufweisen, und 82 Prozent gaben an, dass KI-Projekte innerhalb des festgelegten Budgets abgeschlossen werden (Abbildung 17).

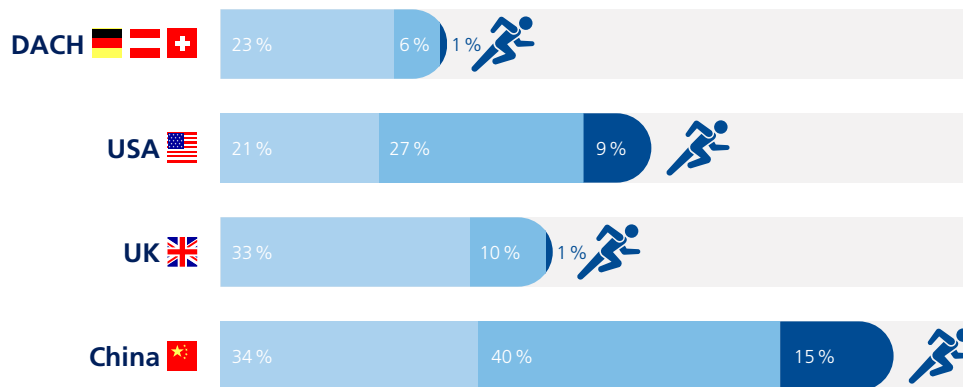


Unser Unternehmen ist sehr erfolgreich, wenn es darum geht,  
dass Industrial AI-Projekte...

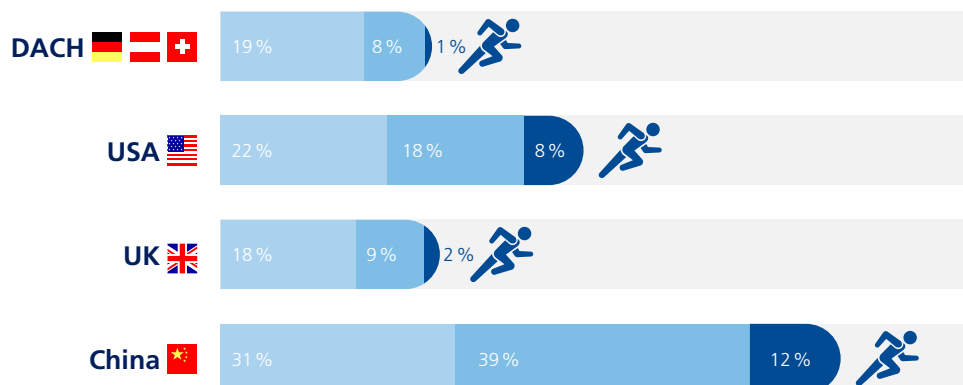
... rechtzeitig fertiggestellt werden.



... mit den geplanten Funktionalitäten fertiggestellt werden.



... innerhalb des festgelegten Budgets fertiggestellt werden.



■ Stimme eher zu ■ Stimme zu ■ Stimme voll und ganz zu

Abb. 17: Zufriedenheit mit dem Einsatz von KI-Projekten nach Regionen

## Wie bewerten Sie den KI-Reifegrad Ihres Unternehmens in Bezug auf...

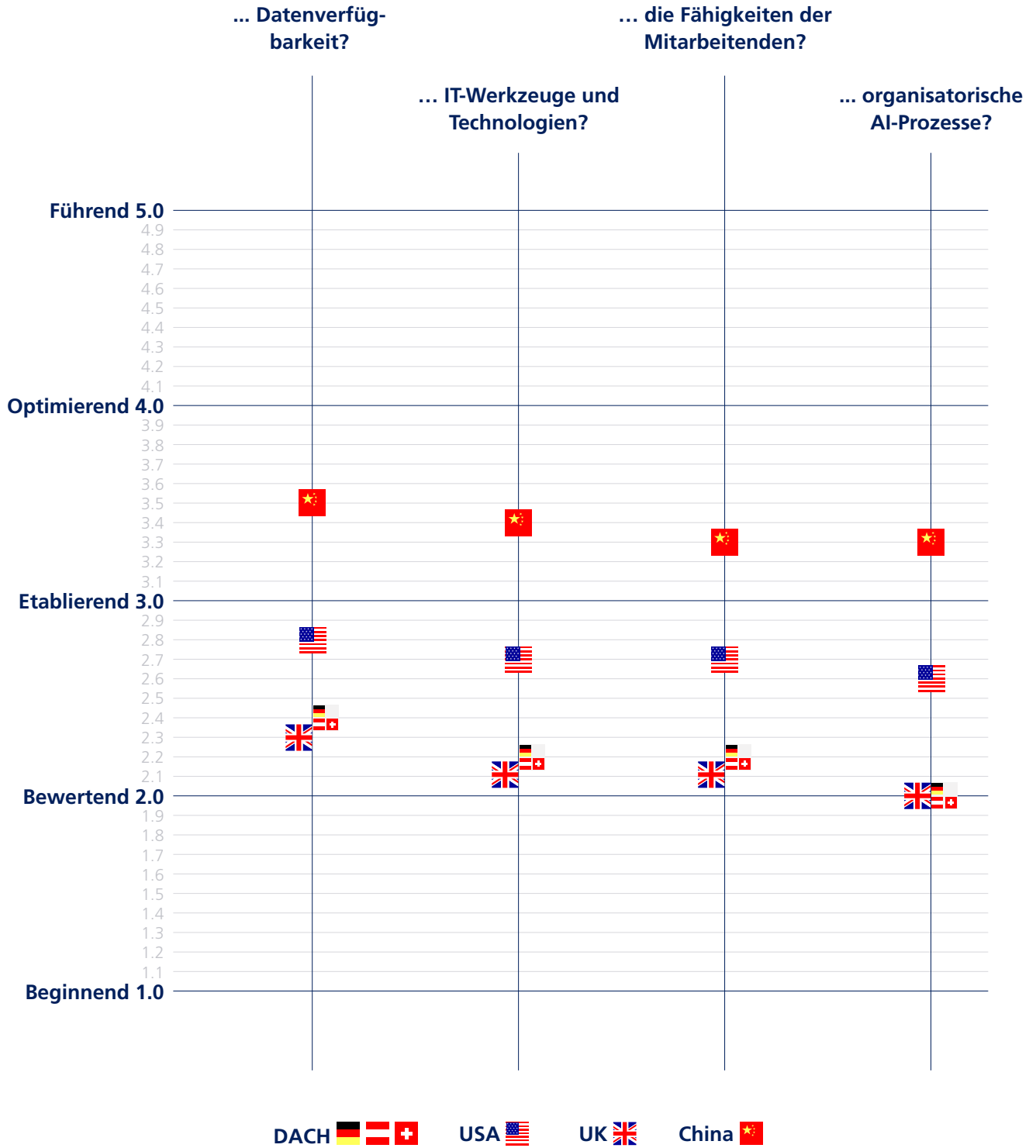


Abb. 18: KI-Reifegrad in Unternehmen nach Regionen<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Alsheiabni, Sulaiman; Cheung, Yen; and Messom, Chris, „Towards An Artificial Intelligence Maturity Model: From Science Fiction To Business Facts“ (2019). PACIS 2019 Proceedings. 46. <https://aisel.aisnet.org/pacis2019/46>

Auch bei der Beurteilung ihres KI-Reifegrades sind relevante Unterschiede zwischen den Regionen zu erkennen. Während Unternehmen aus der DACH-Region und dem UK sich durchschnittlich in der Bewertung (Stufe 2) verorten, sehen sich die Unternehmen aus den USA auf dem Weg, KI-Lösungen zu etablieren (Stufe 3). Chinesische Unternehmen sind nach ihrer Einschätzung bei der Etablierung sogar schon fortgeschritten und orientieren sich bereits in Richtung Optimierung (Stufe 4) (Abbildung 18).

Diese Ergebnisse zeichnen zunächst ein bedenkliches Bild vom Industriestandort Europa im Bereich Industrial AI. Denn im Vergleich zu den USA und China scheinen sich Unternehmen aus der DACH-Region und dem UK deutlich im Rückstand in Bezug auf Einsatz, Reifegrad, Wahrnehmung und Akzeptanz der Technologie zu befinden und können damit noch nicht in dem Maße von Industrial AI profitieren wie die internationale Konkurrenz. Das ist jedoch noch kein Grund zur Sorge, denn der konkrete Einfluss eines hohen KI-Reifegrades auf den globalen Wettbewerb und die Verschiebung der Machtverhältnisse zwischen den USA, China und Europa wird sich erst langfristig herausstellen.

Jedoch sollten vor allem Unternehmen aus der DACH-Region und dem UK die vielfältigen Potenziale von Industrial AI nutzen, um nicht das Risiko einzugehen, in technologische Abhängigkeiten zu verfallen und an Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren. Den Rückstand mittel- bzw. langfristig aufzuholen, gestaltet sich aufgrund individueller Anforderungen, die Unternehmen an KI-basierte Lösungen stellen, als herausfordernd. Dies wird anhand von Praxisbeispielen deutlich, wie etwa aus dem Interview mit Dr. Andy Moore, dem Chief Data Officer von Bentley Motors Ltd. Bei Bentley wurde festgestellt, dass KI-basierte Lösungen zur Qualitätskontrolle noch nicht uneingeschränkt als Ersatz für menschliche Prüfer bei der Fehlererkennung eingesetzt werden können, weil deren Produkte ein geringes Volumen und einen hohen Individualisierungsgrad aufweisen. Bernhard Winkler, Vice President Production Rail bei Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH, berichtet ebenfalls, dass sein Unternehmen vor einer vergleichbaren Herausforderung steht.

Auch hier wurde der Einsatz von KI-Technologien bereits geprüft, aufgrund der niedrigen Stückzahl und enormer Varianz in der Produktion aber verworfen. Andererseits konnten KI-basierte Lösungen bereits außerhalb der Produktion erfolgreich für repetitive Aufgaben erfolgreich implementiert werden. Während also einige Unternehmen bereits vom Einsatz von Industrial AI in ausgewählten Bereichen profitieren, müssen andere aufgrund ihrer individuellen Anforderungen und Einsatzbereiche den erzielbaren Mehrwert von Industrial AI noch prüfen.

Nach den Umfrageergebnissen scheinen die meisten Unternehmen aus den USA und China bereits diese Hürde genommen zu haben. Doch nicht allein die Erfüllung individueller Anforderungen hat Auswirkungen auf die positive Beurteilung des KI-Reifegrades und die Verbreitung von KI-basierten Lösungen, sondern auch politische Anreize und Maßnahmen. Mit dem Next Generation Artificial Intelligence Development Plan<sup>5</sup> aus dem Jahr 2017 skizzierte China das Ziel, bis zum Jahr 2030 zum weltweit führenden Innovationszentrum für KI zu werden. Mit dem Inflation Reduction Act (IRA)<sup>6</sup> setzen die USA seit 2022 auch politische Anreize für Unternehmen, um ein positives Umfeld für KI-Forschung und -Entwicklung zu etablieren. Diese Initiativen haben nicht nur die digitale Transformation beschleunigt, sondern auch die erfolgreiche Integration von KI-Projekten in den betreffenden Regionen vorangetrieben. Dies hat das Selbstvertrauen der Unternehmen in Bezug auf ihre KI-Fähigkeiten gestärkt und ihre Bereitschaft zu Risikoübernahme und Experimentierfreude im Bereich Industrial AI erhöht. Der Erfolg dieser politischen Initiativen in China und den USA unterstreicht, dass zusätzliche politische Unterstützung für KI auch in Europa erstrebenswert ist, wie Daniel Abbou, Geschäftsführer im KI Bundesverband e. V., betont.

<sup>5</sup> Full Translation: China's 'New Generation Artificial Intelligence Development Plan' (2017) (stanford.edu)

<sup>6</sup> 1/23 US-Inflation Reduction Act (IRA) Implikationen für Europa (bundesfinanzministerium.de)

## Interview

# Bentley Motors Ltd.



# BENTLEY

### Bentley Motors Ltd. – Kurzprofil

Bentley Motors ist eine weltweit führende Luxusautomobilmarke. Der Hauptsitz im englischen Crewe beheimatet alle wichtigen Unternehmensbereiche wie Design, Forschung und Entwicklung sowie die Konstruktion und Fertigung der fünf Bentley-Modellreihen Continental GT, Continental GT Convertible, Flying Spur, Bentayga und Bentayga EWB. Das Zusammenspiel von handwerklichem Können, technischem Know-how und modernsten Technologien zeichnet Bentley aus und ist ein Beispiel für die außergewöhnliche Qualität britischer Fertigungstechnik. Bentley beschäftigt in Crewe rund 4.000 Mitarbeitende.

Die Strategie „Beyond100“ von Bentley ist auf Nachhaltigkeit ausgerichtet und zielt darauf ab, jeden Aspekt des Geschäfts umzugestalten. Innerhalb eines Jahrzehnts will sich Bentley vom weltweit größten Hersteller von 12-Zylinder-Benzinmotoren zu einem Unternehmen entwickeln, das vollständig auf Verbrennungsmotoren verzichtet, und sich so als Weltmarktführer für nachhaltige Luxusmobilität neu erfinden.

### Dr. Andy Moore, Chief Data Officer – Kurzvita

**Dr. Andy Moore** ist seit November 2022 erster Chief Data Officer bei Bentley. Im Rahmen der Etablierung und Umsetzung der unternehmensweiten Datenstrategie ist er verantwortlich für Data Governance, Datenkompetenz und den Technologie-Stack für Daten. Darüber hinaus unterstützt er im gesamten Unternehmen Maßnahmen zur Wertschöpfung aus Daten. Dr. Moore verfügt über zwei Jahrzehnte Erfahrung in der Automobilbranche in den Bereichen Daten, digitale Transformation, Technik und Programmmanagement.

**Teilnehmende:** **Dr. Andy Moore** (Chief Data Officer, Bentley Motors Ltd.), **Dr. Christina Reich (MHP)**, Kitty Wanke (MHP)

**Dr. Christina Reich (MHP):** Können Sie uns einen kurzen Überblick über Ihre Aufgaben als Chief Data Officer bei Bentley geben?

**Dr. Andy Moore (Bentley):** Ich bin jetzt seit etwas mehr als zwölf Monaten als Chief Data Officer tätig. Da es sich um eine neue Position bei Bentley handelt, besteht meine Aufgabe darin, zunächst eine Datenstrategie zu erarbeiten und zu verankern.

### Diese Strategie umfasst vier Säulen:

- Die erste Säule ist Governance: Hier geht es um die Frage, wie wir unsere Daten am besten nutzen, kontrollieren und schützen können.
- Die zweite Säule ist die Daten-Cloud, also die Technologie, mit der wir unsere Daten durch Lösungen für Visualisierung und maschinelles Lernen optimal nutzen können.
- Die dritte Säule ist Datenkompetenz. Ich bin der festen Überzeugung, dass wir die Datenkompetenz in unserem Unternehmen ausbauen müssen. Und dazu müssen wir unsere Mitarbeiter:innen weiterbilden.
- Die vierte Säule schließlich ist das sogenannte Enablement. Hier geht es darum, wie mein Team Bentley in die Lage versetzen kann, mehr Nutzen aus Daten zu ziehen und Produkte zu liefern, die die Verwendung von Daten im gesamten Unternehmen beschleunigen.



©Bentley Motors Ltd.

**Dr. Andy Moore**, Chief Data Officer, Bentley Motors Ltd.

Zu meinen Aufgaben gehört auch der Aufbau eines neuen Teams, was eine großartige Gelegenheit ist, um erfahrene Data Scientists aus anderen Unternehmen und Branchen, aber auch aus unserem Programm für Berufseinsteiger:innen zusammenzubringen.

**Reich:** In Bezug auf die Datenkompetenz haben Sie Data Scientists und qualifizierte Mitarbeitende erwähnt. Unseren Untersuchungen zufolge beauftragen 70 Prozent aller Unternehmen externe KI-Expert:innen, um den Fachkräftemangel auszugleichen. Wie geht Bentley hier vor?

**Moore:** Hier gilt es, einen kombinierten Ansatz zu verfolgen. Wir haben ein Programm für Berufseinsteiger:innen, konzentrieren uns aber auch auf die Weiterbildung der vorhandenen Belegschaft. Wer bei Bentley arbeitet, kennt Bentley schließlich am besten. Gleichzeitig bietet sich die Chance, externe Erfahrungen einzubringen – wir können von anderen Branchen lernen und durch Partnerschaften Know-how erwerben. Ein mehrstufiger Ansatz ist der Schlüssel, da der Aufbau eines Teams von hocherfahrenen KI-Expert:innen sehr kostenintensiv ist und diese unser Geschäft vielleicht erst einmal kennenlernen müssen. Unsere Datenexpert:innen müssen die Anwendungsfälle, die Automobilindustrie und vor allem die Herausforderungen von Bentley verstehen.

**Reich:** Gleichzeitig steht die Automobilindustrie vor Herausforderungen wie steigenden Rohstoffpreisen, strengeren Umweltvorschriften und veränderten Marktbedingungen. Ist Bentley als Hersteller von Luxusfahrzeugen von diesen Herausforderungen in gleichem Maße betroffen wie andere Hersteller?

**Moore:** Vom Brexit über Corona bis hin zur Halbleiterknappheit haben wir in den letzten vier Jahren ohne Frage viele externe Herausforderungen erlebt. Gerade die Pandemie hatte auch Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Arbeitskräften. Wir müssen unser Geschäftsmodell heute flexibler gestalten als je zuvor. Unabhängig von den externen Herausforderungen muss ein Geschäftsmodell auch so flexibel sein, dass man jederzeit reagieren kann. Hier können uns Daten helfen, fundierte Entscheidungen zu treffen. Corona zum Beispiel konnte niemand vorhersagen. Aber Daten können uns zeigen, welche Folgen es für uns hat, und davon ausgehend können wir reagieren und planen.

**Reich:** Setzen Sie auch bestimmte Industrie-4.0-Technologien ein, um solchen Herausforderungen proaktiv zu begegnen?

**Moore:** Ja, ein Beispiel dafür ist der 3D-Druck. Nicht unbedingt für Autoteile, weil sie natürlich strenge Crashtests durchlaufen müssen, aber wir können 3D-Druck für Vorrichtungen nutzen, deren Fertigung vergleichsweise aufwendig ist. Das ist gerade bei einer kürzeren Lebensdauer praktisch – wird ein Teil beschädigt, können wir im Handumdrehen ein neues drucken. Das Internet der Dinge ist ebenfalls von großer Bedeutung. Viele unserer Anlagen sind stärker vernetzt als je zuvor, und wir haben jetzt die Möglichkeit, Daten von ihnen zu erfassen. Auch mobile Geräte sind heute mehr denn je im Einsatz, wodurch wir von papiergestützten Prozessen weggekommen sind.

Robotik ist in der Automobilbranche ebenfalls kein Novum. Für ein Unternehmen wie Bentley, das relativ geringe Stückzahlen produziert, stellt sich die grundsätzliche Frage, inwieweit es Roboter überhaupt braucht. Für Aufgaben wie etwa das Einsetzen von Windschutzscheiben, wo es auf Präzision und Wiederholbarkeit ankommt, eignen sich Roboter hervorragend. Ganz anders verhält es sich zum Beispiel beim Schleifen unserer Holzfuhrer. Hier ist so viel Kunstfertigkeit gefragt, dass ein Roboter schlicht scheitern würde.

Im Endeffekt geht es darum, die richtige Balance zu finden. Und schließlich werden Cloud-Computing und Daten alle Prozesse unterstützen, und es werden sich noch viel mehr Anwendungsfälle ergeben.

**Reich:** Wie wirkt sich der Übergang von Verbrennungsmotoren zu elektrischen Antrieben auf die Prozesse bei Bentley aus, und welche Technologien werden in Zukunft entscheidend sein, um Ihre operativen Ziele zu erreichen?

**Moore:** Teil unserer Beyond100-Strategie ist die Umstellung auf eine zu 100 Prozent elektrische Fahrzeugflotte, die wir bis zum Ende des Jahrzehnts vollziehen werden. Um dieses Ziel zu erreichen, werden wir in den nächsten sechs bis sieben Jahren eine Reihe neuer Modelle einführen. In diesem Zusammenhang haben wir eine Investition von 2,5 Milliarden Pfund in Bentley angekündigt, die in die neuen Modelle und in ein neues Werk fließen wird. Wir werden auf einem bestehenden Gelände eine völlig neue Fabrik errichten, die es uns ermöglicht, neue Technologien einzusetzen und von einer festen Produktionslinie auf eine mit fahrerlosem Transportsystem umzustellen. Dadurch können wir hinsichtlich Volumen, Individualisierung und Herstellungsprozess flexibler werden.



**Reich:** Wie wirkt sich der zunehmende Einsatz von KI in der Automobilindustrie auf die Wettbewerbsfähigkeit von Bentley aus?

**Moore:** Zurzeit gibt es ja einen regelrechten Hype um KI und insbesondere ChatGPT. Ich finde, wir müssen darauf achten, dass hinter dem Einsatz von KI immer ein solider Business-Case steht. Da wir bei Bentley hochwertige Fahrzeuge mit hohem Individualisierungsgrad in kleinen Stückzahlen produzieren, müssen wir außerdem ein Gleichgewicht finden. Handwerkliches Können wird immer unser Alleinstellungsmerkmal bleiben, aber wir könnten KI in Form von Cobots dort unterstützend einsetzen, wo es sinnvoll ist.

Und schließlich können auch nur die wenigsten Aufgaben vollkommen automatisiert werden. KI allein könnte unsere hohen Qualitätsstandards nicht erfüllen. Geschultes Personal kann beispielsweise Fehler entdecken, die eine KI übersehen würde. Ein KI-Kamerasystem könnte zwar den Arbeitsaufwand verringern, den Menschen aber niemals ersetzen.

**Kitty Wanke (MHP):** Wie würden Sie den aktuellen Stand des Einsatzes von KI bei Bentley beschreiben? Welche Erfolge oder Meilensteine haben Sie in Ihrer Funktion hier bisher erreicht?

**Moore:** Im Moment befinden wir uns bei Bentley in einer Phase des Testens und Lernens. Wir setzen KI noch nicht in größerem Umfang ein, weil wir für eine KI-Strategie zunächst eine Datenstrategie brauchen. Eine meiner Aufgaben als CDO ist es, dafür zu sorgen, dass wir über eine solide Grundlage an korrekten und verlässlichen Daten verfügen.

Es gibt eine Reihe von Testanwendungen, aber diese sind jeweils auf ein bestimmtes System beschränkt. Der nächste Schritt wird sein, diese Tests zu erweitern und verschiedene Datenquellen zu kombinieren, um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten. Unsere Studie hat bereits gezeigt, dass KI für Predictive Maintenance von hoher Relevanz ist, und das gilt insbesondere in der Automobilindustrie.

**Wanke:** Vor welchen Herausforderungen stehen Sie bei der Integration von Industrial AI und welche Lösungsansätze haben Sie gefunden?

**Moore:** Die größte Herausforderung besteht darin, Vertrauen und Sicherheit zu schaffen. Wir müssen uns auf die Sicherheit der Umgebungen verlassen können, die wir für KI nutzen. Deshalb haben wir beispielsweise den Zugang zu ChatGPT auf den Systemen in unserem Unternehmen gesperrt, weil das Risiko besteht, dass

vertrauliche Daten zum Training öffentlicher KI-Modelle verwendet werden. Und auch auf die Genauigkeit des Modells müssen wir vertrauen können.

Dicht dahinter liegen die Kosten von KI, wenn man sie in die Cloud verlagert. Für ein Unternehmen der Größe von Bentley stellen die Speicherkosten kein allzu großes Problem dar, wohl aber die Kosten für die Rechenleistung. Schon aus diesem Grund sind eine kontinuierliche Nutzen-Risiko-Abwägung und ein solider Business-Case für den Einsatz von KI unabdingbar.

**Wanke:** In Bezug auf die vier Säulen erwähnten Sie auch das Enablement und die Belegschaft. Welche Auswirkungen hat KI aus Ihrer Sicht auf den Arbeitsmarkt in der Automobilindustrie, was Kenntnisse und Arbeitsprozesse betrifft?

**Moore:** Genau aus diesem Grund setze ich mich dafür ein, dass wir das Programm für Datenkompetenz von den Produktionshallen bis hin zum Management einführen: Daten betreffen uns alle, auch wenn wir uns dessen vielleicht nicht ganz bewusst sind. Wir beginnen mit den Grundlagen, bauen das Wissen dann je nach Funktion und Bedarf aus und berücksichtigen natürlich auch stets neue Technologien, die heute in einer nie dagewesenen Geschwindigkeit entstehen und in Prozesse eingeführt werden. Wir müssen also dafür sorgen, dass unsere Mitarbeitenden auf dem Laufenden bleiben, und ihnen gleichzeitig die Angst nehmen, dass KI ihre Arbeit machen könnte. KI soll die Effizienz steigern und bei sich wiederholenden, manuellen Tätigkeiten Zeit sparen. Ich glaube, dass KI in Zukunft auf dem gesamten Arbeitsmarkt eine wichtige Rolle spielen wird. Gerade bei solchen Technologien ist es eine zentrale Herausforderung, Mitarbeitende auf allen Ebenen mitzunehmen. Zwar werden wir immer geschickte Hände brauchen, die einem Bentley den letzten Schliff geben, aber wir brauchen auch Menschen, die mit Daten umgehen können, um datengestützte Entscheidungen zu treffen.

**Wanke:** Unsere Umfrage hat gezeigt, dass Predictive Maintenance in der Automobilindustrie insbesondere für die Produktionsleitung ein wichtiges Thema ist. Wie entscheiden Sie zusammen mit Produktionsleiter:innen, welche Anwendungsfälle Sie testen oder etablieren wollen?

**Moore:** Das hängt immer vom jeweiligen Business-Case und den geschäftlichen Auswirkungen ab. Viele Ideen lassen sich realisieren, sobald die grundlegenden Bausteine vorhanden sind. Beispielsweise können wir verschiedene Datenquellen wie Qualitätshinweise aus Fabrik und Werkstätten zusammenfüh-

ren und dann durch Auswertungen natürlicher Sprache und Sentimentanalysen einen besseren Überblick über die Qualität erhalten. Wir können auch unsere Lieferketten effektiver und effizienter gestalten, indem wir unsere Herstellung mit einer vollständig flexiblen Fertigungslinie optimieren. Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz von KI zur Optimierung von Lagerbeständen: Durch eine effizientere Nutzung von Daten können wir überfüllte Lager und Teilemängel leichter vermeiden. Je mehr Daten wir in ein KI-Modell aufnehmen, desto genauere Bestandsprognosen erhalten wir – und zwar wesentlich genauere als von jemandem, der mit einer Excel-Tabelle aufs Geratewohl schätzt.

**Wanke:** Lassen Sie uns noch einen Blick in die Zukunft werfen: Wie sehen Sie speziell in Ihrer Branche die zukünftige Rolle von KI? Welche Entwicklungen erwarten Sie in den nächsten fünf bis zehn Jahren?

**Moore:** Elemente künstlicher Intelligenz und die Verarbeitung natürlicher Sprache werden sich weiter verbreiten und vermehrt im Alltag Einzug halten. Wenn wir in natürlicher Sprache programmieren können, werden echte Veränderungen möglich. Wir werden uns ganz einfach kleine KI-Helfer bauen können, um unsere Arbeit in vielen Fällen effizienter zu erledigen. Für uns bei Bentley geht es aber auch um die Magie für unsere Kund:innen und die hyper-personalisierten Erlebnisse, die wir ihnen bieten. Und mit KI können

wir all dies noch einmal auf ein anderes Level heben: Indem wir verschiedene Datenquellen zusammenführen, können wir unseren Teams im Kundenservice viel mehr individuelle Informationen über unsere Kund:innen an die Hand geben. So lässt sich der Service im Kundendialog nicht zuletzt durch maßgeschneiderte Empfehlungen deutlich verbessern. Dadurch wird das Markenerlebnis in Zukunft noch viel magischer.

**Wanke:** Gibt es noch etwas, auf das Sie eingehen oder das Sie zu einem der besprochenen Themen ergänzen möchten?

**Moore:** Ich würde gerne noch einmal auf das Thema „Testen und Lernen“ zurückkommen. Ich glaube nicht, dass es heutzutage noch eine einzige Lösung für alles gibt, und die sollte es auch nicht geben. Wir brauchen modulare Plattformen und Ansätze, die mit neuen Lösungen Schritt halten können – auch vor dem Hintergrund, dass die technologische Entwicklung in ungleichmäßigem Tempo voranschreitet. Ein einziges, übergreifendes System, das alle Daten einschließt, ist weder heute noch in Zukunft praktikabel. Das Teilen von Daten, sei es zwischen verschiedenen Systemen oder zwischen Lieferanten und Händlern, ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Dazu muss nicht nur ein Austausch von Werten stattfinden, sondern es müssen auch die Hürden für den Austausch von Daten massiv gesenkt werden.



## Interview

# KI Bundesverband



### KI Bundesverband – Kurzprofil

Künstliche Intelligenz ist eine der entscheidenden Technologien unserer Zukunft. Die Mitglieder des Bundesverbandes Künstliche Intelligenz setzen sich dafür ein, dass diese Technologie im Sinne europäischer und demokratischer Werte Anwendung findet und Europa digitale Souveränität erreicht. Dafür müssen die Bundesrepublik Deutschland und die EU ein attraktiver KI-Standort für Unternehmer:innen werden, in dem Risikobereitschaft gewürdigt wird und Innovationsgeist auf die besten Voraussetzungen trifft.

Der KI Bundesverband steht an der Seite der KI-Unternehmer:innen, indem er ihre Interessen gegenüber Politik, Wirtschaft und Medien vertritt. Das Ziel des Verbandes ist ein aktives, erfolgreiches und nachhaltiges KI-Ökosystem in Deutschland und Europa. Denn nur, wenn sich die klügsten Köpfe und Vordenker:innen entscheiden, in der Europäischen Union zu gründen, zu forschen und zu lehren, können wir im globalen Wettbewerb standhalten.

Der KI Bundesverband ermöglicht Unternehmer:innen, aus den gegenseitigen Erfahrungen zu lernen und diese in ihre Firma zu tragen. Durch den Austausch im Netzwerk des Verbandes wird ein Beitrag geleistet, die Innovationskraft in Deutschland zu stärken. Künstliche Intelligenz kann in Deutschland nur erfolgreich sein, wenn sie von der etablierten Wirtschaft in allen Bereichen angenommen wird. Der KI Bundesverband trägt dazu bei, Offenheit für KI-Innovationen in europäischen Unternehmen zu wecken.

### Daniel Abbou – Kurzvita

**Daniel Abbou** ist seit dem 1. Mai 2020 Geschäftsführer im KI Bundesverband e. V. Zu seinen Verantwortungsbereichen gehören die politische und Pressekommunikation sowie die Begleitung der Förderprojekte. Daniel Abbou gründete zuvor den AI-Hub Europe und beriet Politik und Unternehmen. Er war Pressesprecher in verschiedenen Finanz- und Wirtschaftsministerien, unter anderem Sprecher des ehemaligen Finanzsenators

und Staatssekretärs im Bundeswirtschaftsministerium Ulrich Nußbaum. Im ersten baden-württembergischen Kabinett Kretschmann bekleidete er die Funktion des stellvertretenden Regierungssprechers. Seine Begeisterung für Digitalisierung und Innovation begleitet ihn seit seiner Zeit als Fernseh- und Hörfunkjournalist für neue Technologien.



**Daniel Abbou**, Geschäftsführer KI Bundesverband

**Teilnehmer:innen:** **Daniel Abbou** (Geschäftsführer KI Bundesverband), **Julian Engel** (MHP)

**Julian Engel (MHP):** Wofür steht der KI Bundesverband und welche Rolle spielen Sie dort?

**Daniel Abbou (KI Bundesverband):** Der Bundesverband vertritt knapp 400 KI-Firmen aus Deutschland. Gegründet wurde er vor knapp fünf Jahren. Wir führen als Verband Stakeholdergespräche mit der Politik, vornehmlich dem Bundeswirtschaftsministerium, aber auch mit dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr, dem Kanzleramt und Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Ich selbst bin zusammen mit Vanessa Kern der erste Geschäftsführer des Verbandes.

**Engel:** Welche Rolle spielt das Thema KI für die Zukunft Europas?

**Abbou:** Ich denke, dass die Implikationen von KI in der Wirtschaft gigantisch sein werden. Zum einen kann KI repetitive Tätigkeiten, die jeder von uns in seinem Arbeitsfeld machen muss, übernehmen. Ziel ist, sich bei der Arbeit auf die Hauptaufgabe konzentrieren zu können. Beispielsweise ist eine Krankenschwester

oder ein Krankenpfleger dafür da, Kontakt mit dem Patienten zu haben, nicht um Excel-Listen auszufüllen. KI bietet die Möglichkeit, sich auf den Kernbereich einer Tätigkeit zu konzentrieren.

Zum anderen wird KI in einem gewissen Framework auch komplexere Aufgaben übernehmen. Im Rechtsbereich könnten alle wiederkehrenden Punkte im Vertragsrecht von der KI übernommen werden. Auch das deutsche Steuerrecht, so komplex es auch ist, kann von einer KI bezwungen werden. Wird es den Steuerberater ersetzen? Nein. Wird es Steuerberater geben, die in fünf Jahren keine KI nutzen? Auch nein, würde ich sagen. Es wird eine Veränderung in gewissen Berufsfeldern geben. Auch in Berufsfeldern, die noch nicht denken, dass es sie betreffen wird. Aber diese Disruption wird es geben. Davon bin ich überzeugt. In der Automation, wo Roboter in Werkhallen eingebaut werden, hat es auch den Job des Werksarbeiters verändert. Und genauso wird es in bildungsmäßig höheren arbeitenden Tätigkeiten zu Veränderungen kommen.

**Engel:** Wir haben in unserer Umfrage einen Ländervergleich zwischen den DACH-Regionen, UK, USA und China gemacht, mit Fokus auf dem Thema Industrial AI. Was sind die wichtigsten Herausforderungen, die die Unternehmen aktuell haben, wenn es darum geht, KI einzusetzen oder zu integrieren?

**Abbou:** Man muss ja sagen, dass leider viele Bereiche der deutschen Wirtschaft in puncto Digitalisierung noch nicht abgeschlossen sind. KI ohne Digitalisierung und ohne Daten im Unternehmen ist eine schwierige Aufgabe. Dazu herrscht je nach Region, vor allem in DACH, eine Technikskepsis innerhalb der klassischen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Unternehmer:innen haben einen komplett unterschiedlichen Zugang zur Digitalisierung und zu Daten. Eine weitere Problematik, die wir in Konzernen vorfinden, ist, dass selbst innerhalb des Konzerns kein Data-Sharing betrieben wird. Das würde ich als die größte Herausforderung betrachten, die KI-Unternehmer:innen im Austausch mit KMUs und Konzernen haben.

**Engel:** Wir haben in der Umfrage auch nachgefragt, wie es mit Datenverfügbarkeit und Datenqualität aussieht. Verfügbarkeit ist das eine, aber das Sharing ist eben genau das Hinderliche. Spannend war bei unserer Umfrage auch, dass qualifizierte Mitarbeiter:innen absolute Mangelware sind. Würden Sie diese Aussage auch unterschreiben?

**Abbou:** Ja, auf jeden Fall. Qualifizierte Mitarbeiter:innen zu finden, ist ein riesiges Problem. Das ist nicht nur bei KMUs so, sondern auch bei KI-Unternehmer:in-

nen. Der Mangel an qualifizierten Mitarbeiter:innen ist natürlich da. Was es besonders kompliziert macht, ist, dass innerhalb des deutschen Bildungssystems die Notwendigkeit nach immer mehr Data-Scientists erkannt wird, aber es immer noch keinen Niederschlag in irgendwelchen Curricula oder Fördermaßnahmen gibt. Das ist ein Punkt, der angegangen werden muss. Digitale Medien und das Wissen, wie man mit Daten umgeht, was Daten überhaupt sind, das sollten wir im schulischen oder auch im universitären Bereich lernen. Bisher passiert das leider in einem zu geringen Maß.



## WIR GEBEN KI UNTERNEHMEN EINE STIMME

Der KI Bundesverband e.V. ist das größte  
Unternehmensnetzwerk für  
Künstliche Intelligenz in Deutschland.

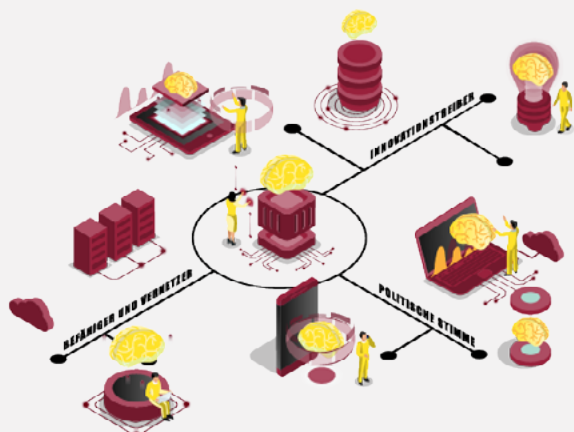


[WWW.KI-VERBAND.DE](http://WWW.KI-VERBAND.DE)

KI BUNDESVERBAND

**Engel:** Unternehmen begeben sich dadurch in eine Abhängigkeit von Dienstleistern. Es gibt noch eine Herausforderung: Thema Datenschutz. Wie sehen Sie die Rolle Europas in Bezug auf Datenschutz?





©KI Bundesverband

**Abbou:** Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) ist nicht die beliebteste Gesetzgebung von KI-Unternehmen. Aber Folgendes muss man auch sagen: Die meisten KI-Unternehmen in Deutschland setzen nicht auf den Business-to-Consumer-Ansatz (B2C), sondern hauptsächlich auf den Business-to-Business-Bereich (B2B). Deshalb schlägt sich da in einem gewissen Punkt die Datenschutzproblematik nicht so nieder wie bei einem B2C-Geschäftsmodell. Aber natürlich bleibt die Frage, wie personalisierte Daten anzuwenden sind. Im Healthcare-Bereich, ein sehr sensibler Bereich, ist die DSGVO beispielsweise ausgesprochen schwerwiegend.

**Engel:** Welchen Einfluss haben Klimaaspekte und Nachhaltigkeit auf die Industrial AI?

**Abbou:** Das eine muss mit dem anderen einhergehen. Wenn ich etwas Neues machen möchte, wird die Klimarechnung immer ein Bestandteil sein. Es wird KI-Modelle geben, die den Klimaeinfluss minimieren können.

**Engel:** Wir haben viel über Herausforderungen und Hemmnisse gesprochen. Nun zu den Erfolgen als Verband. Welche Meilensteine würden Sie nennen?

**Abbou:** Wir haben gegenüber der Politik und auch Teilen der Wirtschaft den Punkt klargemacht, wie relevant KI ist, zum Beispiel bei Large Language Models. Ich kann mich sogar an das erste Gespräch mit einem Bundesministerium erinnern, bei dem uns eine Person gesagt hat, das wäre eine absolute Schnapsidee. Und drei Jahre später sehen wir am Beispiel ChatGPT, wel-

chen Einfluss das hat. Diesen Punkt haben wir gegenüber den Stakeholdern mit als Erstes klargemacht.

Es geht uns darum, die Chancen zu beleuchten, denn Deutschland und Österreich sind ziemlich gut darin, die Risiken in den Vordergrund zu stellen. Es gibt einfach zu wenig Data-Centers in Deutschland und in Europa, die speziell auf KI bezogen sind. Und das haben wir in Europa platziert. In der letzten Rede von Ursula von der Leyen (Präsidentin der Europäischen Kommission) zur Lage der Europäischen Union vom 13. September 2023 hat sie explizit KI-Zugangskapazitäten für Start-ups erwähnt. Da sieht man, dass, wenn man lange genug dranbleibt, auch etwas zurückkommt. Das war für uns ein schöner Moment.

**Engel:** Gab es Berichte von Mitgliedern, die von einem Durchbruch berichtet haben?

**Abbou:** Bei generativer KI sind da natürlich Aleph Alpha und Lengo zu nennen, die ein großes europäisches KI-Modell erstellen möchten. Sie wurden jetzt eingeladen, bei der Klausurtagung der Bundesregierung in Meseberg vorzutragen. Das sind zwei enorme Erfolgsgeschichten, die wir haben.

Wir haben wenige Firmen im Verband, die Insolvenz anmelden. Bei anderen Firmen, Start-ups oder Verbänden ist ein Scheitern von 20 bis 30 Prozent eigentlich normal. Bei uns liegt die Quote bei unter 10 Prozent. Und das zeigt, dass unsere Firmen, auch wenn sie noch nicht weltbekannt sind, gute Arbeit leisten und es schaffen, sich in diesem Markt zu etablieren.

**Engel:** Uns ist im Rahmen unserer Umfrage aufgefallen, dass der Optimismus in den USA und China, wenn es um den Einsatz von KI-basierten Lösungen in Unternehmen geht, stärker ist als in Europa. In China herrscht eine andere politische Ausrichtung und dementsprechend eine ganz andere Kultur als in Europa. Es sollte nicht unser Ziel sein, mit China in puncto Geschwindigkeit gleichzuziehen. Vielmehr geht es darum, unsere eigenen Werte zu bewahren und uns auf unsere Art und Weise zu entwickeln – ethisch, nachhaltig und kontinuierlich besser werdend. Teilen Sie diese Ansicht?

**Abbou:** Ja, da bin ich komplett bei Ihnen. Die Problematik ist nur oft, dass man mehr die unter Umständen negativen Auswirkungen beleuchtet, als über die Chancen zu reden. Beides im gleichen Maße finde ich okay. Aber ich bin auf sehr vielen Veranstaltungen, auf denen die Menschen ihre Ängste in KI hineinprojizieren. Oft im Tonus: KI wird die Welt übernehmen, wir werden in einer Gesellschaft leben, in der alles nur vir-



tuell ist. Ich appelliere dann, dass wir die Thematik um die KI entmystifizieren müssen. Niemand sollte Endzeitfilme als Projektionsfläche für die eigenen Ängste vor einer Technologie nehmen, die man nicht versteht. Aber genau das tun viele Menschen. Ängste entstehen dadurch, dass man Sachen nicht versteht. Es ist unser Auftrag, Ängste zu nehmen und KI als Technologie greifbar zu machen.

**Engel:** Zum Abschluss ein kleiner Ausblick von Ihnen auf die nächsten fünf Jahre. Was denken Sie: Wie werden sich Deutschland und Europa entwickeln? Haben Sie das Gefühl, wir sind auf einem guten Weg? Und was wird die Rolle des KI Bundesverbandes darin sein?

**Abbou:** Wir sind auf einem guten Weg. Ich habe Einblick in neun unterschiedliche EU-Staaten und sehe, dass es eine große Motivation gibt, dieses Thema zu bespielen. Wenn die Prämissen stimmen, werden wir in fünf Jahren KI in weiten Teilen der deutschen und europäischen Wirtschaft integriert haben. Wir sollten allerdings darauf achten, uns nicht weiter von den großen US-amerikanischen Hyperscalern abhängig zu machen. Wir geben unsere Wirtschaftsdaten gratis ab und bezahlen die Hyperscaler auch noch dafür, die Ergebnisse aus den Modellen zu bekommen. Diesen Fehler gilt es zu verhindern. Es wird eine wichtige Aufgabe in den nächsten fünf Jahren sein, nicht in eine Abhängigkeit zu geraten. Wir wollen eigene europäische Systeme haben, die konkurrenzfähig sind.



## Innerhalb der nächsten ein bis zwei Jahre erwarten Unternehmen durch die Einführung von Industrial AI hohe bis grundlegende Auswirkungen auf ihre Fertigungsprozesse. Einen herausragenden Anwendungsbereich gibt es jedoch nicht.

Welche Auswirkungen erwarten die Unternehmen durch Industrial AI in den nächsten ein bis zwei Jahren und was sind die wichtigsten Anwendungsbereiche und Treiber? Diese Fragen beantworteten die Teilnehmenden wie folgt: 60 Prozent der befragten Unternehmen erwarten hohe bis grundlegende Auswirkungen von KI auf ihre Fertigungsprozesse. 27 Prozent prognostizieren moderate Auswirkungen, 13 Prozent geringe bis vernachlässigbare Auswirkungen (Abbildung 19).

Die Resultate der Frage nach den wichtigsten Anwendungsbereichen von Industrial AI zeigen, dass kein spezifischer Anwendungsbereich deutlich heraussticht.

Diese Vielfalt unterstreicht, dass Nutzen und Mehrwert von Industrial AI eng mit den individuellen Rahmenbedingungen und Anforderungen eines Unternehmens verknüpft sind. Hervorzuheben sind zwei Anwendungsbereiche, die von den Unternehmen knapp vor anderen eingeschätzt wurden: Die Qualitätskontrolle nannten 14 Prozent der Befragten: Unternehmen richten ihren Fokus offenbar darauf, die Qualität ihrer Produkte durch den Einsatz von KI zu steigern. Dies beinhaltet die Nutzung von Bilderkennung und Sensorik sowie insbesondere die Auswertung der resultierenden Daten und Informationen durch maschinelles Lernen, um Fehler frühzeitig zu erkennen, Produktionsprozesse zu optimieren und letztendlich die Qualität der Endprodukte zu verbessern. Zudem nannten zwölf Prozent der Teilnehmenden die Ressourceneffizienz: Unternehmen zielen darauf ab, mithilfe von KI-Technologien den Energieverbrauch zu reduzieren, Materialien effizienter einzusetzen und insgesamt ressourcenschonend zu produzieren (Abbildung 20).

Die Ergebnisse bestätigen, dass es keinen eindeutigen, vorherrschenden Anwendungsbereich für den Einsatz von KI in Unternehmen gibt. Im Gegenteil: Die Herausforderung liegt darin, dass Unternehmen das Potenzial von KI für sich individuell bewerten müssen, um somit den für sie optimalen Anwendungsbereich zu identifizieren. Genau das erschwert den Einsatz von KI. Das theoretische Potenzial ist enorm, doch die praktische Umsetzung ist deutlich komplizierter und erfordert eine intensive Auseinandersetzung mit dem Thema.

Was erwarten Sie hinsichtlich der zukünftigen Auswirkungen (1–2 Jahre) von KI in Fertigungsprozessen?

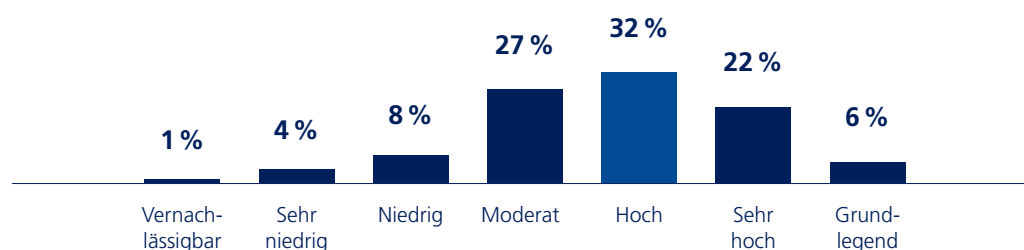


Abb. 19: Erwartung an zukünftige Auswirkungen von KI in Fertigungsprozessen

# Wichtigste Anwendungsbereiche von KI in Fertigungsprozessen



**14** PUNKTE  
Qualitätskontrolle

**11** PUNKTE

- Lieferkette
- Nachfrageprognose
- Montage
- Vorausschauende Instandhaltung

**12** PUNKTE

- Ressourceneffizienz

**10** PUNKTE

- Sicherheit der Arbeitnehmer
- Materialflüsse

**9** PUNKTE

- Produktdesign und Simulation

**1** PUNKT

- Keine Angaben

Abb. 20: Wichtigste Anwendungsbereiche von KI in Fertigungsprozessen  
(Die Teilnehmenden konnten insgesamt 100 Punkte vergeben. Die hier gezeigten Ergebnisse stellen den Durchschnittswert je Antwortmöglichkeit dar.)

# Success Story

## New Dimensions: Sounce

In der sich ständig weiterentwickelnden Automobilindustrie ist es für Premium-Automobilhersteller von größter Bedeutung, tadellose Qualität und technische Exzellenz zu liefern. Um dies zu erreichen, werden rigorose Forschungs- und Entwicklungsprozesse (F&E) durchgeführt. Die Integration von Spitzentechnologien ist unverzichtbar geworden und öffnet somit die Tür für Sounce – ein MHP Produkt. Als Teil des Produktportfolios von Industrial Cloud Solutions nutzt Sounce die Aussagefähigkeit von akustischen Signalen, um verborgene Unregelmäßigkeiten und Abweichungen in geprüften Teilen, Produkten und Maschinen aufzudecken. Sounce ermöglicht, Anomalien zu identifizieren, Cluster zu erstellen und Korrelationen zwischen Datenpunkten zu ermitteln. Dadurch lassen sich Qualitätsstandards deutlich erhöhen – mit Künstlicher Intelligenz als Kernelement.

In dieser Success Story befassen wir uns mit der Anwendung von Sounce als Teil des F&E-Prozesses von Porsche, der Fähigkeit, wertvolle Erkenntnisse zu liefern, und der daraus resultierenden Verbesserung der Qualitätsstandards. Durch die Integration dieser Technologien sind einerseits die F&E-Prozesse bei Porsche effizienter. Andererseits hat die Qualitätskontrolle ein höheres Niveau erreicht.

Erfahren Sie mit uns, wie Sounce zu einem wesentlichen Bestandteil im Streben nach Spitzenqualität in der Automobilindustrie geworden ist, die Normen für die Qualitätssicherung neu definiert und neue Maßstäbe setzt.

### Anwendungsfall

Fahrwerkklager erfüllen vier wesentliche Funktionen im Fahrzeug, die oftmals bei der Auslegung im Zielkonflikt stehen. Sie sollen Kräfte übertragen, definierte Bewegungen ermöglichen, Geräusche isolieren und Schwingungen dämpfen. Um auf die jeweilige Anforderung reagieren zu können, gibt es daher verschiedene Bauformen von Elastomerlagern im Fahrwerk. Je nach Bauart besteht dabei jedoch auch das Risiko eines durch die Fahrwerkklager hervorgerufenen Störgeräusches, wie beispielsweise ein Klappern, Quietschen oder Knarzen. Sounce bietet mit fortschrittlichen akustischen Analysemöglichkeiten eine transformative Lösung für die prüfstandsbasierete Bewertung dieser Geräusche. Von der Auswahl von unterschiedlichen Lagerkonzepten, die am Anfang eines Projekts noch von einer Vielzahl von Lieferanten angeboten werden, bis hin zur Sicherstellung der Serienqualität unterstützt Sounce den Automobilhersteller Porsche, datengestützte Entscheidungen über den gesamten F&E-Prozess zu treffen. Damit ist auch die Geräuschqualität zum Zeitpunkt der Markteinführung gewährleistet.

### Ursprüngliche Situation und Herausforderungen

Eine Störgeräuschabsicherung der Fahrwerkklager erfolgt derzeit vor allem durch Gesamtfahrzeugversuche auf Pflaster- und Komfortmessstrecken unter verschiedenen Temperaturvorkonditionierungen, die sich an den Einsatzbedingungen der Fahrzeuge in den einzelnen Verkaufsmärkten orientieren. Dies setzt jedoch voraus, dass bereits zu Beginn des F&E-Prozesses akustisch bewertbare Prototypen zur Verfügung stehen, die in Realität aber erst in einer späten Entwicklungsphase den notwendigen Reifegrad aufweisen. Daraus resultiert das Erfordernis, die Störgeräuschabsicherung der betroffenen Fahrwerkskomponenten durch Versuche auf dem Prüfstand und unter Berücksichtigung von geeigneten Lastfällen sowie Peripheriebauteilen umzusetzen. Während die Gesamtfahrzeugbeurteilung neben dem Subjektiveindruck durch objektive Messdaten beschrieben wird, erfolgt die Auswertung, Dokumentation der Prüfstandsversuche sowie die Entscheidung, ob die Geräusche kundenrelevant sind oder nicht, rein subjektiv.

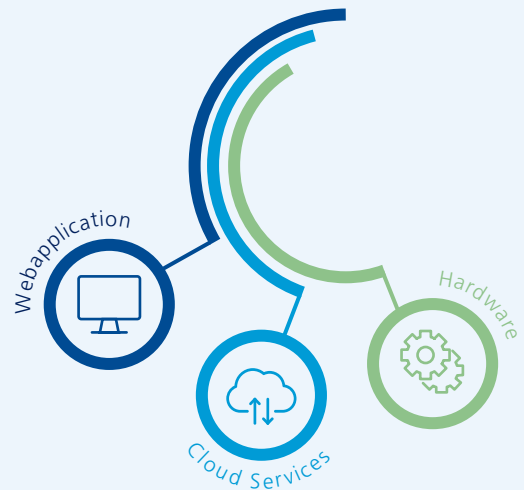
### Ansatz

Um präzise akustische Signale nutzen zu können, musste die Prüfeinrichtung des Automobilherstellers eine wesentliche Anforderung erfüllen: Ein statischer Prüfaufbau mit einem sich wiederholenden Vorgang. In der Testanlage werden reale Bedingungen und Lastfälle abgebildet. Daher war es von entscheidender Bedeutung, sich auf eine konsistente Testumgebung verlassen zu können, in der die Geräuscherkennung kontrolliert erfolgen kann. Beschleunigungssensoren erfassen diese Vibrationen. Darauf basierend erstellt das System Spektrogramme, visuelle Darstellungen der Schallfrequenzen im Zeitverlauf. Diese Spektrogramme dienen als verbesserte Datenquelle, die die anschließende Analyse durch Algorithmen erleichtert.



**Unüberwachtes Lernen / Maschinelles Lernen:** In diesem speziellen Anwendungsfall ist das unüberwachte maschinelle Lernen als das Herzstück der Herangehensweise zu sehen: eine leistungsstarke Technik, die es dem

System ermöglicht, selbstständig Anomalien in den visualisiert dargestellten akustischen Signalen zu erkennen, die während des Prüfprozesses abgegeben werden. Ohne manuelle Beschriftung oder Eingriffe kann Sounce selbst in komplexen Datensätzen Abweichungen von der Norm erkennen und so eine robuste und objektive Bewertung jedes geprüften Lagers gewährleisten. Ein weiterer Vorteil, den der Einsatz von Sounce in diesem Anwendungsfall mit sich bringt, ist der Nonstopbetrieb. Dank der 24/7-Betriebsbereitschaft stellt Sounce sicher, dass der Prüfprozess ohne Unterbrechung abläuft, was zu einer Maximierung der Effizienz führt. Dieser Nonstopbetrieb ermöglicht eine schnelle und kontinuierliche Bewertung von Zulieferteilen, wodurch sich der Hersteller einen Wettbewerbsvorteil in einer von schneller Innovation geprägten Branche sichern kann.



Sounce als modulare Lösung

**Beschleunigte Lieferantenbewertung:** Der Anwendungsfall weist großes Potenzial in Bezug auf die Geschwindigkeit der Bewertung der Zulieferteilqualität auf. Das System analysiert in kürzester Zeit große cloudbasierte Datenmengen und liefert zeitnahes Feedback über die Qualität der Teile verschiedener Lieferanten. Diese beschleunigte Bewertung ermöglicht es dem Hersteller, fundierte Entscheidungen zu treffen, seine Lieferkette zu optimieren und langfristige Partnerschaften mit zuverlässigen Lieferanten zu pflegen.

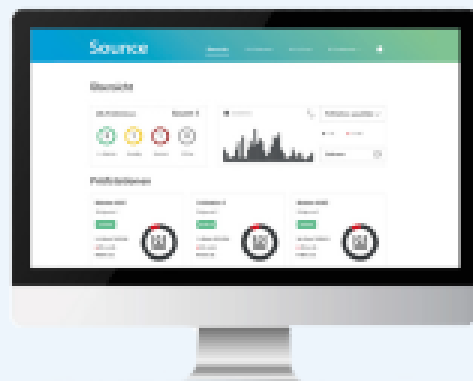
### Funktionalität und Lösung

Die integrierten maschinellen Lernfunktionen zeichnen sich durch die Analyse unstrukturierter Daten aus und erkennen Muster und Gruppierungen in den erstellten Clustern. Durch unüberwachtes Lernen clustert das System selbstständig ähnliche Geräusche und ermöglicht so eine effiziente Klassifizierung normaler und anomaler akustischer Muster. In diesen Anwendungsfällen kann Sounce eine Ursachenanalyse ermöglichen. Wenn ein Problem erkannt wird, stellt Sounce umfangreiche Informationen zur Verfügung und ermöglicht damit Ingenieur:innen und Expert:innen die Ermittlung von Ursachen, die vorher nicht ersichtlich waren. Dies befähigt den Kunden, auftretende Probleme proaktiv anzugehen. Zuvor war der Prüfprozess stark auf manuelle Eingriffe und das menschliche Gehör zum Erkennen von Anomalien angewiesen, was das Risiko von menschlichen Fehlern mit sich brachte. Mit der KI-gestützten akustischen Analyse von Sounce wurde dieser Prozess automatisiert.

**Transparente Datendokumentation und webbasierte Visualisierung:** Alle Daten, die während des Prüfprozesses entstehen, werden vollständig dokumentiert und aufgezeichnet. Diese umfassende Datendokumentation ermöglicht eine einfache Überprüfung, sodass der Kunde alle Probleme, die während der Prüfung auftreten kön-

nen, zurückverfolgen und untersuchen kann. Der transparente Datenpfad verbessert auch die Zuverlässigkeit und erleichtert Initiativen zur kontinuierlichen Verbesserung. Die Webanwendung von Sounce bietet eine intuitive Plattform für die Datenvisualisierung. Ingenieur:innen und Stakeholder können die Analyseergebnisse über interaktive Grafiken und Diagramme leicht abrufen und interpretieren. Darüber hinaus werden die während der Prüfung erzeugten Daten in der Cloud analysiert, was sowohl eine raschere Verarbeitung als auch einen schnelleren Zugriff auf die Ergebnisse ermöglicht. Die Resultate lassen sich jederzeit auch remote abrufen.

### Ergebnisse und Ausblick



Intuitive Webanwendung

Durch die Kombination der Datenaufzeichnung, -dokumentation, -visualisierung und -bewertung durch Sounce hat Porsche seine Qualitätssicherungsprozesse in der Forschung und Entwicklung deutlich optimiert. Mit Sounce stellt Porsche nicht nur eine schnelle und zuverlässige Lieferantenbewertung sicher, sondern schafft auch eine solide Grundlage für die Zusammenarbeit mit Zulieferern.



Bei Änderung der Perspektive von Anwendungsbe-  
reichen hin zu den konkreten Faktoren, die den Ein-  
satz von KI fördern, fällt auf, dass insbesondere zwei  
herausstechen, die aus Sicht der Teilnehmenden die  
Einführung von Industrial AI maßgeblich vorantreiben  
und damit auch wichtige Kriterien für die Bewertung  
von KI-Projekten darstellen: die Steigerung der opera-  
tiven Effizienz und die Reduktion der Kosten. Jeweils  
19 Prozent der befragten Unternehmen gaben diese  
Faktoren als entscheidende Treiber für die Integri-  
on von KI an. Die Steigerung der operativen Effizienz

bezieht sich dabei auf die Automatisierung von Ferti-  
gungsprozessen und die optimale Nutzung von Res-  
ourcen, um die Produktionsleistung zu steigern. Die  
Kostenreduktion umfasst die Senkung von Arbeitskos-  
ten, die Minimierung von Fehlern und die Optimierung  
des Energieverbrauchs (Abbildung 21). Diese Erkennt-  
nisse spiegeln sich auch im Interview mit Julian Follner  
von der Deutschen Bahn wider. Er bestätigt, dass die  
Reduktion der Kosten das größte Ziel beim Einsatz von  
KI sei. Zudem spiele die Verbesserung der Pünktlichkeit  
der Züge eine große Rolle.

### Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Faktoren, die den Einsatz von KI in der Fertigung vorantreiben werden?

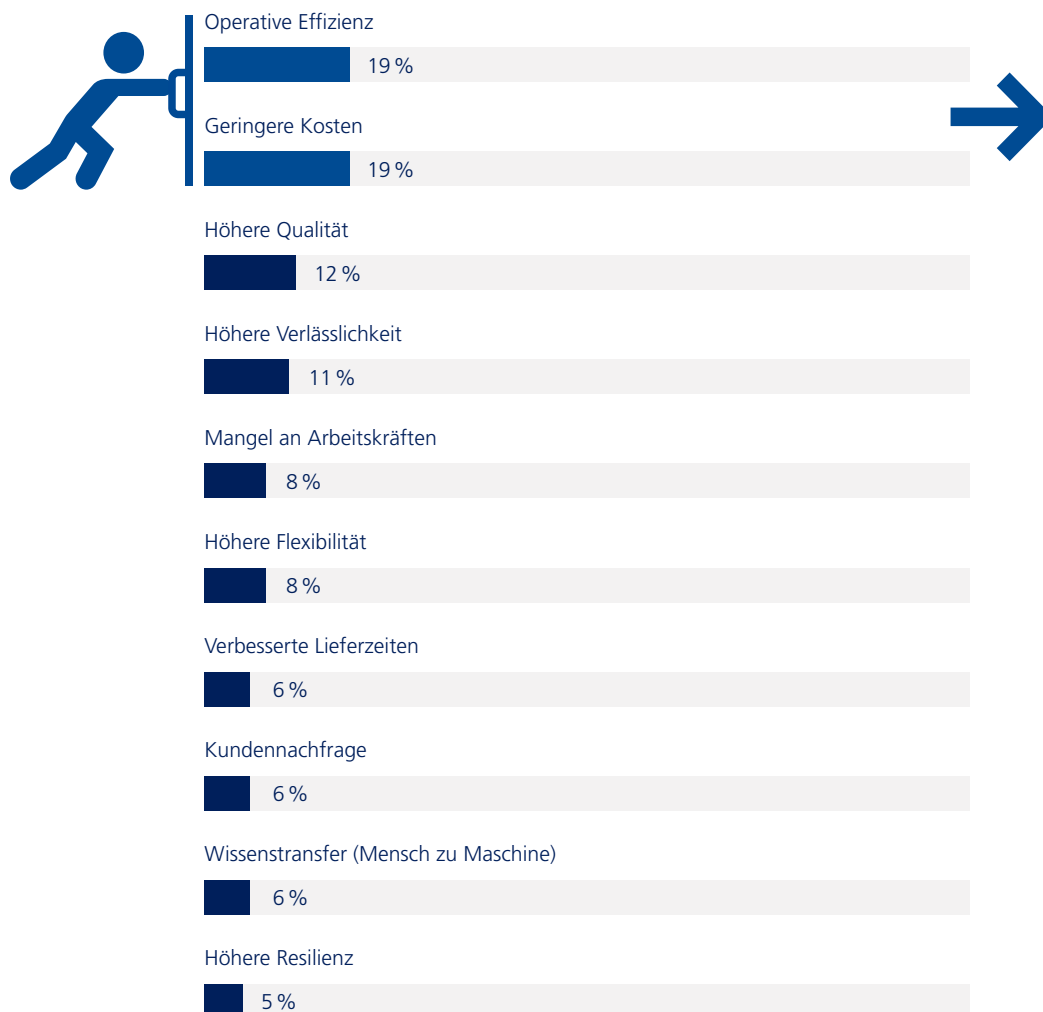


Abb. 21: Wichtigste Treiber für den Einsatz von KI in der Fertigung

**„Mut zur Umsetzung – dann werden aus Anwendungsideen für I4.0-Technologien wertvolle Lösungen für Unternehmen. Die Zeit dafür ist jetzt – nicht morgen. Das zeigt plakativ GenAI. Es ist Aufgabe des Managements – speziell in Europa – hierfür den Rahmen für Experimentierfreude und Geschwindigkeit in Richtung Effizienz und! Innovationen zu schaffen. Beides zusammen sichert die Zukunft des Unternehmens.“**

**Dr. Christian Fiebig**  
Partner  
Digital Factory & Supply Chain

## Interview

# Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH



## KNORR-BREMSE

### Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH – Kurzprofil

Knorr-Bremse ist Weltmarktführer für Bremssysteme und führender Anbieter weiterer Systeme für Schienen- und Nutzfahrzeuge. Die Produkte von Knorr-Bremse leisten weltweit einen maßgeblichen Beitrag zu mehr Sicherheit und Energieeffizienz auf Schienen und Straßen. Rund 32.600 Mitarbeitende an über 100 Standorten in mehr als 30 Ländern setzen sich mit Kompetenz und Motivation ein, um Kunden weltweit mit Produkten und Dienstleistungen zufriedenzustellen. Im Jahr 2022 erwirtschaftete Knorr-Bremse in seinen beiden Geschäftsdivisionen weltweit einen Umsatz von 7,1 Milliarden EUR. Seit mehr als 115 Jahren treibt das Unternehmen als Innovator in seinen Branchen Entwicklungen in den Mobilitäts- und Transporttechnologien voran und hat einen Vorsprung im Bereich der vernetzten Systemlösungen. Knorr-Bremse ist einer der erfolgreichsten deutschen Industriekonzerne und profitiert von den wichtigen globalen Megatrends: Urbanisierung, Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Mobilität.

### Bernhard Winkler – Kurzvita

Nach dem Studium des Wirtschaftsingenieurwesens in München folgte der Einstieg als Trainee bei der Knorr-Bremse AG. Über Stationen in beiden Divisionen des Konzerns (Systeme für Nutzfahrzeuge sowie Systeme für Schienenfahrzeuge) war Herr Winkler mehrere Jahre im Industrial Engineering der Division Systeme für Schienenfahrzeuge tätig. Unter anderem verantwortete er dabei die Koordination der Industrie-4.0-Initiativen mit den globalen Werken. Seit Mai 2021 leitet er den Zentralbereich Produktion der Schienenfahrzeugdivision (Production Rail) und verantwortet dabei neben den Themen Technologieentwicklung und Industrialisierung, Produktionssystem, Prüfstandsbaue sowie Investitionen und Footprint auch die Aufgabengebiete Performance Management und Digital Manufacturing.

**Teilnehmer:innen:** **Bernhard Winkler** (Vice President Production Rail, Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH), **Dr. Christina Reich** (MHP), **Dr. Thilo Greshake** (MHP), **Stephan Müller** (MHP)

**Dr. Christina Reich (MHP):** Können Sie uns bitte einen kurzen Einblick in Ihre Aufgaben als Vice President Production Rail bei der Knorr-Bremse AG geben?

**Bernhard Winkler (Knorr-Bremse):** Ich bin bei Knorr-Bremse in der Division Systeme für Schienenfahrzeuge tätig. Dort verantworte ich die Zentralfunktion Production Rail und bin global über alle Werke für konzernweite Produktionsthemen zuständig. Das sind unter anderem klassische Projekte zur Standardisierung, Standortentwicklung, zur Einführung und kontinuierlichen Weiterentwicklung unseres Produktionssystems, Industrialisierungsprojekte oder die Begleitung von standortspezifischen Technologieprojekten, aber natürlich auch das Vorantreiben von Digitalisierungsthemen sowie auch divisionsweite Governance-Aufgaben wie Performance Management und Footprint-Entwicklung. Mein Aufgabenbereich umfasst also alle eher strategischen, produktionsbezogenen Themen, die nicht direkt mit dem täglichen Output in einem Werk zu tun haben.



**Bernhard Winkler**, Vice President Production Rail, Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH

**Reich:** Laut unserer Umfrage finden sich in der DACH-Region die meisten Anwendungsbereiche von Künstlicher Intelligenz in der Qualitätssteuerung und der Steigerung der Ressourceneffizienz. In welchen Bereichen innerhalb der Produktion liegt bei Ihnen der Fokus in Bezug auf KI-basierte Lösungen?

**Winkler:** Wir operieren bei Knorr-Bremse Rail überwiegend in einem typischen High Mix Low Volume Business. Darüber hinaus reden wir von absolut

sicherheitskritischen Bauteilen. Im direkten Produktionsbereich sind die Stückzahlen und damit auch die Stichproben, mit denen wir eine KI oder einen Algorithmus trainieren können, im Vergleich zu einem typischen Automotive-Lieferanten gering. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass die Algorithmen bzw. die gängigen Tools bisher noch nicht auf die Charakteristika dieses Geschäfts mit vergleichsweise niedrigeren Stückzahlen und einer enormen Varianz ausgelegt sind. Deswegen haben wir unseren Fokus in Bezug auf KI-basierte Lösungen bisher eher auf Prozesse in administrativen Bereichen gelegt, weil wir dort großes Potenzial sehen und der Anteil repetitiver Tätigkeiten höher ist.

**Reich:** Welche konkreten Anwendungsfälle gibt es bei Ihnen hinsichtlich klassischer Industrie-4.0-Lösungen?

**Winkler:** Wir arbeiten momentan intensiv daran, mittels einer IIoT-Plattform unsere Produktionsassets zu verbinden, um zunächst jederzeit Transparenz über den Status der Anlagen, Produktivität etc. zu haben. Darauf aufbauend ist das Ziel, letztlich sich selbst steuernde Regelkreise aufzubauen, um manuelle Steuerungsaufwände zu reduzieren. Daneben arbeiten unsere Werke intensiv an Automatisierungen verschiedenster Prozesse im direkten Bereich, in der Intralogistik sowie auch in Adminbereichen. So setzen wir dort momentan intensiv auf Robotic Process Automation (RPA). Das ist womöglich kein klassisches KI-Feld, aber für uns der erste Schritt dahin. Wir setzen beispielsweise einen Bot im Bereich Ordermanagement ein. Das heißt, dass alle Aufträge, egal über welchen Kanal sie im Werk bzw. Servicecenter ankommen, automatisiert ins SAP-System eingelastet werden.

**Reich:** Welche Leistungsindikatoren werden bei Knorr-Bremse genutzt, um Verbesserungen durch den Einsatz von industrieller KI zu messen?

**Winkler:** Wir betrachten beispielsweise die Overhead Productivity. Das heißt, wir schauen, wie viel Overheads wir in einem Werk brauchen, um einen Output X zu generieren. Je mehr wir automatisieren, desto weniger Fachkräfte sind für manche Aufgaben notwendig. Allerdings stellen wir auch fest, dass wir parallel in anderen Funktionen teilweise mehr Personal als vorher benötigen. Zum Beispiel für die Datenaufbereitung, Prozesssteuerung und das Programmieren und Bedienen von Bots. Dafür werden natürlich auch andere Skills gebraucht, die wir erst aufbauen müssen. Unsere Kollegen im Einkauf arbeiten auch sehr intensiv mit RPA und messen Indikatoren wie die Anzahl automatisch verarbeiteter Bestellvorgänge und den Automatisierungsgrad gewisser Teilprozesse.

**Reich:** Wir haben bei uns in der Umfrage gesehen, dass ca. 70 Prozent der Unternehmen externe KI-Experten beauftragen, um den Fachkräftemangel auszugleichen. Wie gehen Sie damit bei Knorr-Bremse um?

**Winkler:** Wir fahren hier zweigleisig. Zum einen bauen wir Schritt für Schritt interne Skills auf, zum Beispiel über Nachbesetzungen oder Weiterqualifizierung. Das nimmt jedoch einige Zeit in Anspruch, weshalb wir auch versuchen, über externe Fachkräfte zu skalieren. Grundsätzlich sind wir im Zentralbereich bestrebt, neue Ansätze zunächst in Form von Pilotprojekten in bzw. mit einzelnen Werken voranzutreiben. Dabei achten wir darauf, dass diese Ansätze reale Probleme adressieren, eher weniger reine „Technologiestudien“. Wenn sich ein Ansatz dann durchsetzt, ist es unsere Aufgabe, diesen so zu gestalten, dass er skaliert und in andere Werke oder Bereiche übertragen werden kann.

**Reich:** Mit welchen Herausforderungen sehen Sie sich bei der Integration von industrieller KI im Produktionsumfeld am stärksten konfrontiert? Was sind die Hemmnisse, weshalb KI bislang nicht noch stärker eingesetzt wird?

**Winkler:** Die Datenqualität ist ein großes Thema. Wenn die Stammdaten beispielsweise nicht stimmen, funktioniert der Algorithmus an einem gewissen Punkt nicht. Dann stoßen wir hinsichtlich der Standardisierungen im System auch an Grenzen. Sowohl unsere SAP- als auch die IT-Landschaft für unsere Zusatzsysteme, wie beispielsweise für unsere Qualitätssicherung oder Prozesssteuerungsthemen, ist sehr heterogen. Dies macht es notwendig, die Schnittstellen immer wieder neu zu definieren.

**Reich:** Welche Rolle spielen sicherheitskritische Aspekte bei der Anwendung von industrieller KI in Bahnsystemen? Ist das auch ein Faktor, der den Einsatz hemmt?

**Winkler:** Zur alleinigen Absicherung der Qualität in der Produktion kommt KI bei uns derzeit noch nicht zum Einsatz, da wir eine Zero Defect Policy haben. Unsere Produkte sind absolut sicherheitskritisch. Beispielsweise muss die Bremse an einem Hochgeschwindigkeitszug einfach funktionieren, da darf es keine Sicherheitslücken geben. Wir müssen im Werk sicherstellen, dass das Produkt zu 100 Prozent korrekt ist. Dazu müssten wir uns auch auf die KI verlassen können. Wir haben jedoch festgestellt, dass die Stückzahlen bei uns dafür bisher zu klein sind. Wir kommen sozusagen noch nicht an den Hebel. Ein weiterer Faktor in puncto sicherheitskritischer Aspekte ist für uns natürlich auch das Thema Cybersecurity: Welche

Schnittstellen oder Systemgrenzen sind zum Beispiel offen? Wie dürfen Systeme interagieren? Was dürfen wir überhaupt ausrollen, insbesondere in der Cloud? Das hemmt uns gerade sehr stark dabei, Themen auszurollen oder zu skalieren.

**Reich:** Wir haben gesehen, dass Sie strategische Investitionen in KI-Start-ups wie Rail Vision getätigt haben. Die Idee hinter Rail Vision ist eine Fahrassistenztechnologie in Form von Hightech-Sensorsystemen, die es Zügen ermöglicht, Objekte und Hindernisse über große Distanzen zu erkennen. Können Sie uns bitte etwas mehr dazu erzählen? Wird das in naher Zukunft in die Breite getragen werden können?

**Winkler:** Wir hoffen es natürlich. Bei Rail Vision gibt es bereits erste Pilotanwendungen im Feld, zum Beispiel bei SBB in der Schweiz. Am Ende geht es sowohl um Sicherheits- als auch Produktivitätsthemen, konkret hier um Umfelderkennung bei Rangiervorgängen. Zusätzlich kann es mit Obstacle-Detection-Systemen auch technisch möglich sein, weiter vorzuschauen, als das menschliche Auge imstande ist. Dementsprechend könnten weitere Betriebsabläufe im Bahnverkehr optimiert werden.

**Reich:** Verglichen mit der Digitalisierung und Elektrifizierung des Antriebs in der Automobilindustrie: Gibt es in Ihrer Branche bestimmte Entwicklungen, die Sie dazu zwingen, Ihr bestehendes Leistungsportfolio anzupassen? Falls ja, spielt KI dabei eine tragende Rolle?

**Winkler:** Aus meiner Produktionsperspektive nehme ich keinen fundamentalen Wandel, beispielsweise der Antriebstechnologie, in der Bahnbranche wahr. Sicherlich werden beispielsweise reine Dieselantriebe wohl tendenziell eher abnehmen. Aber es gibt nicht den einen massiven technologischen Wandel, wie es in der Automobilindustrie zum Beispiel die Elektromobilität ist. Für Knorr-Bremse ist ein breiteres Bündel an Faktoren relevant. Das sind einerseits regionale Marktgegebenheiten, die sich verändern, aber auch Faktoren, die den Produktmix betreffen. Es gibt große Initiativen, den kompletten Güterverkehr zu digitalisieren, um ihn produktiver zu gestalten. Das wäre für die Bahnindustrie eine riesige Innovation. An diesem Projekt sind wir beteiligt. Außerdem geht es darum, die Auslastung der vorhandenen Infrastruktur zu erhöhen. KI ist dabei sicherlich ein Enabler bzw. ein relevanter Faktor, aber nach meiner Wahrnehmung aktuell nicht der alleinige große Treiber der Transformation in diesem Bereich.





**Reich:** Wie sieht die langfristige Strategie von Knorr-Bremse für den Einsatz von KI aus? Haben Sie bestimmte Ziele oder Visionen, wo Ihre gemeinsame Reise mit KI hingehen könnte?

**Winkler:** Bezogen auf die Produktion wollen wir mit unseren Industrie-4.0-Initiativen letztlich möglichst autonome Regelkreise schaffen. Ein Regelkreis umfasst zwar nicht ein ganzes Werk, kann aber dennoch die zunehmende Komplexität reduzieren. Diese entsteht beispielsweise durch viel mehr Volatilität in der Supply Chain, aber auch durch kundenseitig verschobene Aufträge. Damit verbunden ist ein zunehmender manueller Aufwand, um die Aufträge und die vorhandenen Materialien in Einklang zu bringen. Hinzu kommen diverse andere Treiber, weshalb der manuelle Steuerungsaufwand in allen Prozessen immer weiter steigt. An dieser Stelle wollen wir autonome Regelkreise etablieren, wobei KI natürlich auch eine Rolle spielen wird.

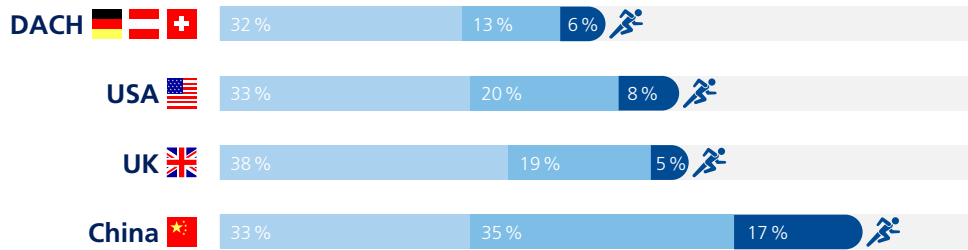
**Dr. Thilo Greshake (MHP):** Rein von Ihrem Bauchgefühl her: Glauben Sie, dass KI wirklich ein absolut einnehmendes Thema wird?

**Winkler:** Ich glaube schon, dass KI ein Gamechanger werden kann. Schaut man sich heutzutage die Abstimmungsaufwände in Prozessen an, birgt KI auf jeden Fall das Potenzial, deutliche Optimierungs- und Skalierungseffekte zu bewirken. Die Welt ist so schnelllebig und volatil geworden, dass viele etablierte Abläufe und Tools darauf nicht ausgelegt sind und somit Prozesse an ihre Grenzen stoßen. Einen personengetriebenen manuellen Prozess, bei dem Sie immer wieder sicherstellen, dass die letzten Informationen konstant einfließen, können Sie beispielsweise an einigen Stellen fast gar nicht mehr mit vertretbarem Aufwand betreiben. Da kann KI schon etwas bewirken. Außerdem ermöglicht KI, dass die Menschen, die diese Aufgaben bisher übernommen und viel Know-how im spezifischen Kontext aufgebaut haben, sich anderen, wertschöpfenderen Tätigkeiten widmen können. Ich glaube jedoch nicht, dass KI in drei Jahren die Welt komplett auf den Kopf stellt. Dennoch bin ich der Meinung, dass man jetzt bereits die Voraussetzungen dafür schaffen muss. Ich denke auch nicht, dass sich beispielsweise der komplette administrative Bereich automatisieren lassen wird, sondern dass es einen Kern an repetitiven Tätigkeiten geben wird, die mehr und mehr automatisiert funktionieren.

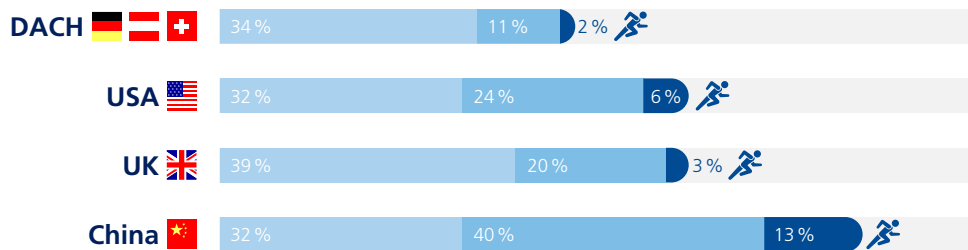


©Knorr-Bremse

**Wir haben Zugang zu sehr großen, unstrukturierten oder dynamischen Daten für die Analyse.**



**Wir sind in der Lage, Daten auf der richtigen Detaillierungsebene zu bekommen, um aussagekräftige Erkenntnisse zu gewinnen.**



■ Stimme eher zu ■ Stimme zu ■ Stimme voll und ganz zu

Abb. 22: Datenverfügbarkeit und -qualität nach Regionen

**Verschiedene Hemmnisse stehen der Entwicklung von KI entgegen. Fraglich ist, ob wirtschaftliche, ethische, rechtliche und soziale Bedenken die Unternehmen in ihrer Entwicklung hemmen und/oder ob mangelhafte Infrastrukturen oder Datensilos den Fortschritt bremsen.**

Den Treibern von KI im industriellen Kontext stehen verschiedene Hemmnisse entgegen. Als ein zentraler Erfolgsfaktor für die gelungene Integration von KI in Fertigungsprozesse gilt die Verfügbarkeit von wertvollen Daten für die Algorithmen. Laut der Umfrage stellt jedoch die Datenverfügbarkeit überraschenderweise ein nicht priorisiertes Hemmnis für die Befragten dar. Die Mehrheit der Befragten stimmte der Aussage zu, dass sie Zugang zu unstrukturierten und dynamischen Daten haben. Ganze 64 Prozent gaben an, dass sie in der Lage sind, Daten auf der richtigen Detaillierungsebene zu erhalten, um aussagekräftige Erkenntnisse im Zusammenhang mit KI zu gewinnen. Bei Betrachtung der regionalen Unterschiede zeigt sich, dass China hier eine führende Rolle einnimmt. Beeindruckende 85 Prozent der Teilnehmenden aus China stimmten beiden Aussagen zu. Im Vergleich dazu liegen die USA und das UK mit Zustimmungsraten von jeweils etwa 60 Prozent deutlich dahinter. In der DACH-Region sind nur die Hälfte der befragten Unter-

**Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Faktoren,  
die den Einsatz von KI in der Fertigung behindern werden?**



Abb. 23: Wichtigste Hemmnisse für den Einsatz von KI in der Fertigung

nehmen der Meinung, über die notwendige Datenqualität zu verfügen. Die Ergebnisse legen nahe, dass Organisationen bereits Zugang zu umfangreichen und unstrukturierten Daten für die Analyse haben und in der Lage sind, diese auf die geeignete Detaillierungsebene für KI-Anwendungen zu bringen (Abbildung 22).

Da die Datenverfügbarkeit und -qualität somit offensichtlich nicht der Kern des Problems ist, müssen andere Faktoren den Fortschritt von Industrial AI bremsen. Als Hauptgrund gaben 19 Prozent der Befragten fehlende technische Reife an: Auch wenn die Digitalisierung in den Unternehmen voranschreitet, sind veraltete Maschinen und IT-Systemlandschaften oftmals nicht ausreichend auf den Einsatz von KI-Technologien vorbereitet. Neben dem primären Hemmnis der mangelnden technischen Reife zögern Unternehmen mit Investitionen in Industrial AI, wenn der ROI nicht direkt quantifizierbar ist (17 Prozent). Die Investitionsbereitschaft der Unternehmen hängt also maßgeblich

von einer klaren Aussicht auf finanzielle Rendite und einem eindeutigen wirtschaftlichen Vorteil ab, was auch von Julian Follner, Projektleiter des „Ideenzugs“ der Deutschen Bahn AG, betont wird.

Die Implementierung von KI-Technologien erfordert darüber hinaus umfassende Veränderungen in Arbeitsprozessen und den damit verbundenen Veränderungswillen von involvierten Mitarbeitenden. Trotz der wachsenden medialen Aufmerksamkeit für KI in den letzten Jahren scheint in vielen Unternehmen weiterhin Skepsis gegenüber dieser Technologie zu herrschen. Denn die Teilnehmenden bewerteten mit 14 Prozent die mangelnde Benutzerakzeptanz als drittrelevanteste Hemmnis. Häufig genannte Gründe sind Ängste vor dem Arbeitsplatzverlust, Bedenken hinsichtlich der Datenverarbeitung sowie fehlendes Vertrauen in die Zuverlässigkeit (Abbildung 23).

# Success Story

## SEW-EURODRIVE

### DriveRadar® IoT Suite

#### **DriveRadar® – Eine KI basierte Cloud- und IoT-Lösung für einen weltweiten Kundenstamm.**

Die DriveRadar® IoT Suite ermöglicht Zustandsüberwachung und Instandhaltungsprognosen mittels KI-Services, die nach enger Kooperation zwischen SEW-EURODRIVE und MHP nun auch bestmöglich skalierbar und wartbar in der Cloud sein werden.

#### **Ausgangssituation und Herausforderung**

SEW-EURODRIVE ist ein weltweit führendes Unternehmen für Antriebstechnik und Automatisierungslösungen, das seit seiner Gründung im Jahr 1931 für seine innovativen technischen Spitzenleistungen bekannt ist.

Das Unternehmen hat seine Wurzeln in der Bereitstellung erstklassiger Produkte und Dienstleistungen für verschiedene Branchen und durchläuft derzeit eine digitale Transformation inklusive der Nutzung von Künstlicher Intelligenz (KI). Das übergeordnete Ziel besteht darin, langfristig die Leistungsfähigkeit von KI zu nutzen, um die Effizienz zu steigern, Prozesse zu optimieren und neue Standards in der Automatisierung zu etablieren. Mithilfe von strategischen Investitionen und Partnerschaften ist dabei SEW-EURODRIVE in der Lage, das Potenzial von KI auszuschöpfen, um die Zukunft von Antriebs- und Automatisierungslösungen zu gestalten und damit seine Position als zukunftsorientierter Branchenführer weiter zu festigen.

Seit mehreren Jahren unterstützt MHP die SEW-EURODRIVE bei der Erreichung dieser Ziele. Gemeinsam arbeiten MHP und SEW-EURODRIVE unter anderem daran, Plattformen zu entwickeln, um Data Science-Lösungen von SEW-EURODRIVE voranzutreiben und diese Lösungen in die Cloud zu verlagern. Eine dieser Data Science-Lösungen wird in der „IoT Suite für Applikationen“ unter der Dachmarke DriveRadar® genutzt. Diese IoT Suite stellt für mit SEW-EURODRIVE Antriebstechnik ausgestatteten Anwendungen Zustandsüberwachung und Instandhaltungsprognosen bereit.

Erfahren Sie, wie durch enge Kooperation und die Anwendung bewährter Architekturmethoden eine

über Jahre entwickelte On-Premise KI-Lösung erfolgreich in die Cloud migriert wurde, um herausragende Skalierbarkeit und Wartbarkeit zu gewährleisten.

#### **Vorgehen und Funktionsweise**

**DriveRadar®** IoT Suite für Applikationen ist ein intelligentes Condition Monitoring System, das SEW-EURODRIVE-Kunden hilft, Erkenntnisse über ihre Maschinen, Anlagen und die SEW-EURODRIVE Antriebstechnik zu gewinnen. Die Besonderheit liegt dabei darin, dass die Daten ausschließlich aus der SEW-EURODRIVE Antriebstechnik stammen und keine zusätzliche Sensorik benötigt wird. Mit Hilfe eines Datensammlers können Daten an einen SEW-EURODRIVE-Cloud-Speicher gesendet werden. Von dort aus kann die DriveRadar® -Lösung Fehler identifizieren und durch den Einsatz von maschinellem Lernen Anomalieerkennung durchführen. Dies ermöglicht nicht nur die vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance), sondern eröffnet auch die Optionen für umfassendere Analysen, Zustandsklassifizierungen und Dashboards für Applikationsingenieure. MHP hilft SEW-EURODRIVE dabei, diese Lösung in die Cloud zu verlagern.

Angefangen hat die Cloud-Transformation, als ein Team der MHP das DriveRadar® Team der SEW-EURODRIVE bei der Erstellung eines funktionsfähigen Cloud-Prototypen unterstützt hat. Dieser Prototyp nutzt Microsoft Azure und wird über Continuous Integration/Continuous Deployment (CI/CD) Pipelines bereitgestellt. Während dieser initialen Phase des Proof-of-Concept wurde die Kommunikation des bestehenden Dienstes in voneinander unabhängige API-Aufrufe aufgeteilt, um eine reibungslose Bereitstellung in der Cloud zu gewährleisten. Diese Arbeit wurde durch das umfangreiche KI-Engineering-Wissen von MHP unterstützt. Dieses Wissen beinhaltet die Entwicklung von Cloud-Native-Anwendungen unter Berücksichtigung der bewährten Methoden der führenden Cloud-Anbieter und umfasst zugleich die Entwicklung von KI-gestützten Anwendungen.

In der anschließenden und zuletzt abgeschlossenen Architektur-Projektphase unterstützte MHP SEW-EURODRIVE dabei, vom Proof-of-Concept-Stadium in eine serverlose Architektur in der Cloud zu wechseln. Bei der Überführung des Services in eine serverlose Architektur waren neben KI-Engineering Fähigkeiten vor allem Erfahrung und Best Practices beim Erstellen skalierbarer, cloud-basierter KI-Service-Architekturen gefordert. Während die Kommunikation des existierenden Dienstes in der Proof-of-Concept Phase in API-Aufrufe aufgeteilt wurde, die unabhängig vonei-

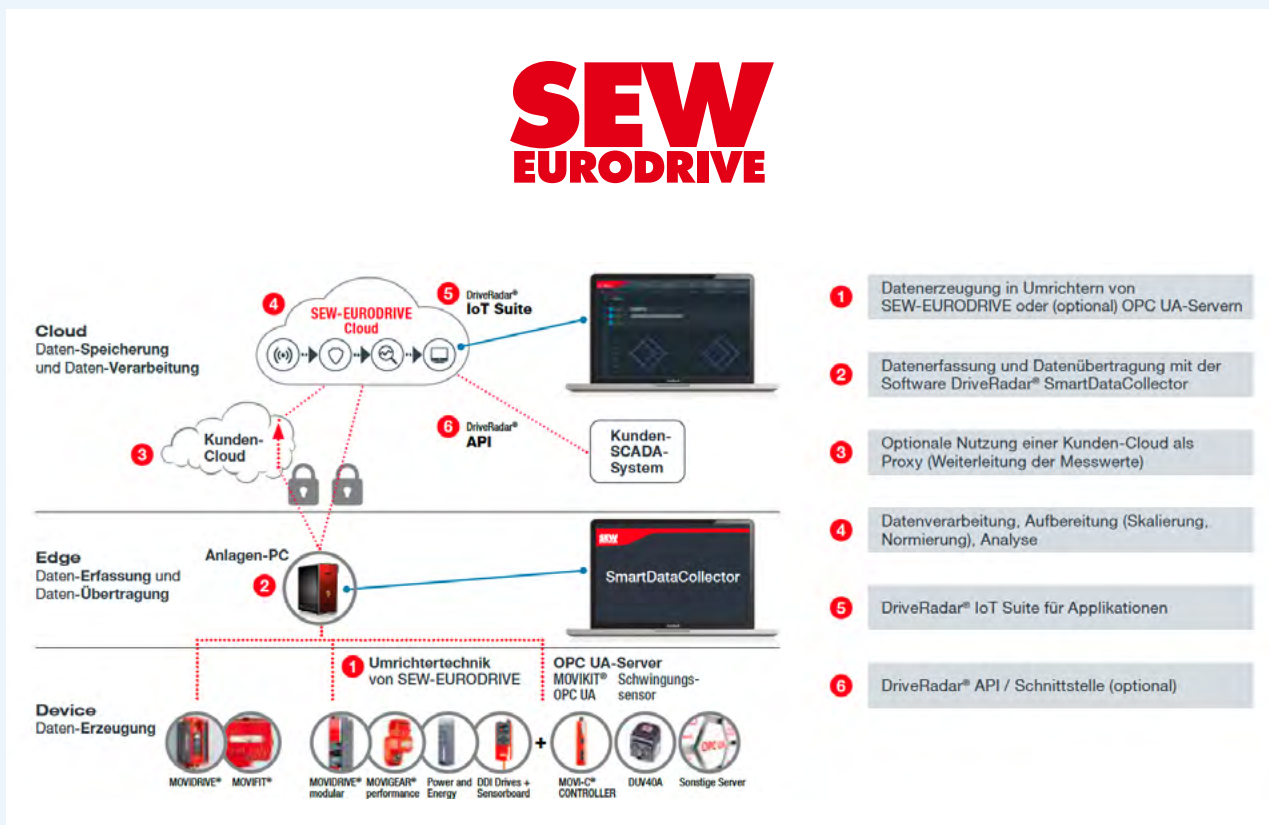
ander agieren, nutzt die neue serverlose Architektur eine ereignisgetriebene Kommunikationsstruktur, die es den einzelnen Komponenten ermöglicht unabhängig voneinander Tasks auszuführen und so losgelöst voneinander und ohne Wartezeiten Aufgaben abzuarbeiten.

### Ergebnisse, Ausblick und Mehrwert

Durch diese Lösung wird der On-Premise-Service abgelöst und in die Cloud gehoben. Dabei wurde ein serverloser Ansatz gewählt, der es SEW-EURODRIVE ermöglicht, den Dienst leicht zu skalieren, um mehrere zehntausend Geräte zu bedienen, ohne die Abhängigkeiten der Arbeitsabläufe selbst orchestrieren zu müssen – dazu wurden möglichst viele „Cloud-native“ Bausteine verwendet. Die serverlose und ereignisgetriebene Architektur ist dabei der Schlüssel zur Erfüllung der Skalierbarkeitskriterien sowie der späteren Wartbarkeit des Systems. Die Architekturarbeit wurde durch eine detaillierte Kostenkalkulation unterstützt, die es ermöglicht, die monatlichen Kosten pro Gerät für Training und Inferenz (Erkennung bzw. Vorhersage eines Modells) um über 80 % zu senken. Bei einer Gesamtzahl von mehreren zehntau-

send prognostizierten Geräten bei SEW-EURODRIVE-Kunden werden so schon zum Launch der Cloud Lösungen große Kosteneinsparungen für SEW-EURODRIVE erzielt.

Bei der Architekturausarbeitung hat sich zum wiederholten Mal gezeigt, dass eine systematisch erfasste und gut dokumentierte Wissensbasis (Requirements, Architecture Decision Records, u.v.m.) es ermöglicht, schnell maßgeschneiderte und belastbare KI-Lösungen zu erstellen und die Zusammenarbeit zwischen SEW-EURODRIVE als Anbieter und Entwickler sowie MHP als Dienstleister lösungsorientiert sowie kooperativ durchzuführen. Eine der Kernanforderungen war stets der Wissenstransfer und -aufbau für eine bestmögliche Befähigung des SEW-EURODRIVE-Teams. Nach erfolgreich abgeschlossener Architekturerstellung wird MHP nun SEW-EURODRIVE bei der Implementierung der vorgeschlagenen Architektur unterstützen. Ziele sind die Überführung aller Services in die Cloud-basierte Architektur und die entsprechende Produktivnahme, sowie etwaige Weiterentwicklungen, um die Kosten zu senken und die allgemeine Fehlererkennungsrate zu erhöhen.



Schematischer Aufbau der DriveRadar® Lösung

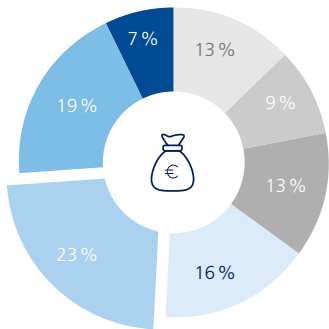


Für den Erfolg von KI-Projekten ist die Ressourcenausstattung ausschlaggebend und wird von 35 Prozent der Befragten als nicht angemessen beurteilt. 27 Prozent nannten den Mangel an Zeit und ebenfalls 27 Prozent gaben den Mangel an qualifiziertem Personal als Grund an. Der Fachkräftemangel im Bereich KI bremst die Unternehmen mit KI den Fachkräftemangel in anderen Bereichen zu lindern. Diesem Defizit könnte mit adäquaten Investitionen in KI-Fähigkeiten wie beispielsweise der Ausbildung der Mitarbeitenden oder der Nutzung von Technologien und Dateninfra-

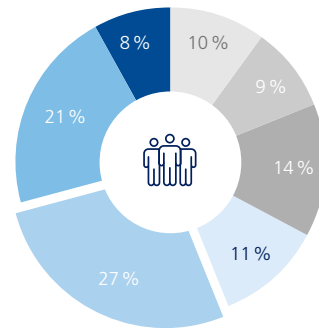
strukturen begegnet werden. Allerdings geben lediglich knapp die Hälfte der Befragten an, dass in ihren Unternehmen ausreichend in KI-Fähigkeiten investiert wird. Durch Kooperationen mit Anbietern und Dienstleistern könnten solche Investitionskosten gesenkt und die Risiken verteilt werden. Dies bedeutet jedoch auch, dass die Unternehmen bereit sein müssten, Gewinne zu teilen. 45 Prozent der Befragten gaben an, dass ihre Unternehmen hierzu bereit wäre (Abbildung 24).

### Mein Unternehmen ...

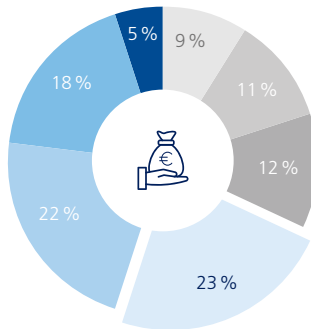
**... finanziert KI-Projekte in angemessener Weise.**



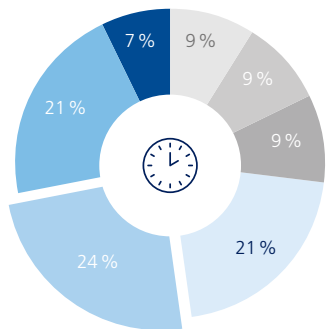
**... besitzt qualifizierte Teammitglieder, um die Arbeit in KI-Projekten zu erledigen.**



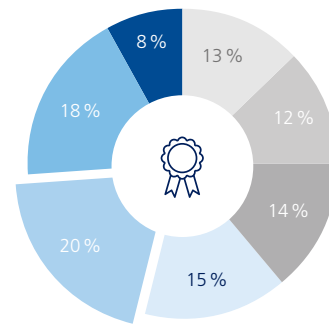
**... ist bereit, die Gewinne mit Anbietern und Dienstleistern zu teilen, um die Investitionskosten zu senken und die Risiken zu teilen.**



**... gibt KI-Projekten genügend Zeit zur Fertigstellung.**



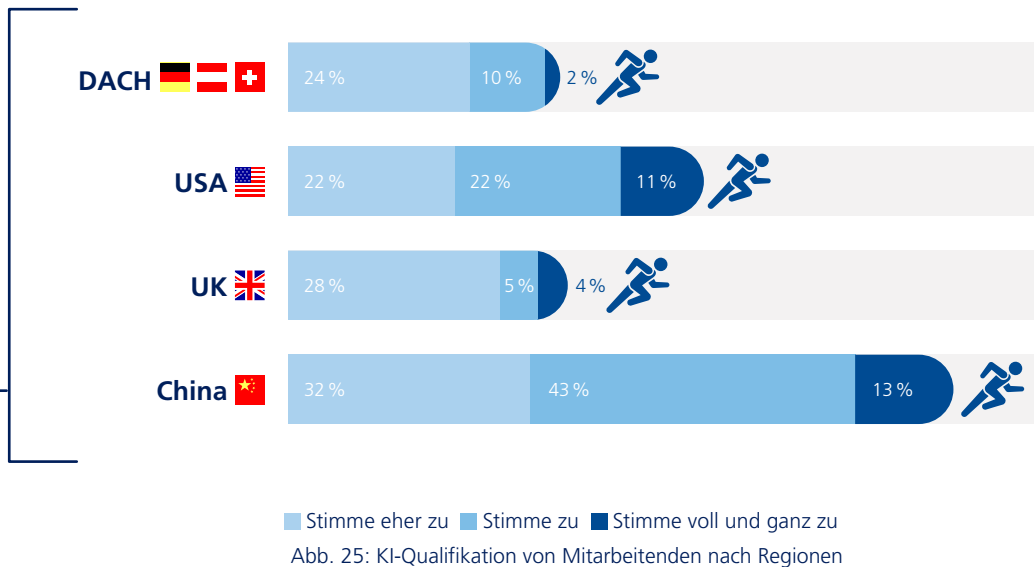
**... investiert ausreichend in KI-Fähigkeiten (z. B. Ausbildung, Technologie, Dateninfrastruktur).**



Stimme überhaupt nicht zu
  Stimme nicht zu
  Stimme eher nicht zu
  Stimme weder zu noch dagegen
  Stimme eher zu
  Stimme zu
  Stimme voll und ganz zu

Abb. 24: Ressourcenausstattung für KI-Projekte

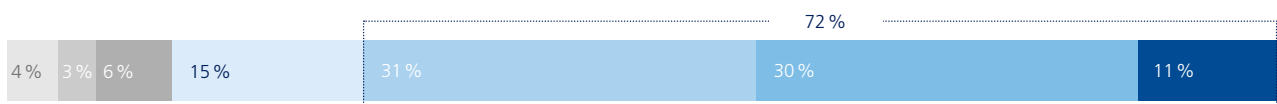
### Mein Unternehmen besitzt ausreichend qualifizierte Teammitglieder, um die Arbeit in KI-Projekten zu erledigen.



Bei genauerer Betrachtung der Frage nach qualifiziertem Personal sind erneut deutliche Unterschiede im internationalen Vergleich erkennbar: Insbesondere in der DACH-Region und dem UK fehlt es an qualifiziertem Personal mit KI-Expertise, denn nur 36 Prozent der Teilnehmenden aus der DACH-Region und 37 Prozent aus dem UK stimmten der Aussage zu, über ausreichend qualifizierte Mitarbeitende zu verfügen. In den USA stimmten dieser Aussage 55 Prozent der Befragten zu, in China waren es 88 Prozent (Abbildung 24). Der Fachkräftemangel scheint also insbesondere bei den chinesischen Unternehmen kein Thema zu sein, das die Weiterentwicklung und den Einsatz von KI behindert. Für einen fundierten Überblick über die KI-Kompetenzen von Unternehmen wurden die Teil-

nehmenden nach dem Bedarf ihres Unternehmens an externen Ressourcen für den Umgang mit KI gefragt. Insgesamt besteht ein erheblicher Bedarf an Fachkräften und Dienstleistern mit technischen KI-Fähigkeiten. So stimmten 72 Prozent der Befragten der Aussage zu, dass sie Bedarf an externen Expert:innen haben, 71 Prozent bestätigten, sie müssten externe Unternehmen beauftragen, die über die erforderlichen technischen KI-Fähigkeiten verfügen (Abbildung 26). Dr. Andy Moore von Bentley sieht es sogar als vorteilhaft an, auf externe Talente zurückzugreifen. Denn die Kombination von eigenen Mitarbeitern, die mit den unternehmensinternen Prozessen, Tools etc. vertraut sind, und externen Dienstleistern kann für die richtigen Synergien sorgen.

### Mein Unternehmen...



### ... hat Bedarf an externen Talenten mit den erforderlichen technischen KI-Fähigkeiten.



### ... muss externe Unternehmen beauftragen, die über die erforderlichen technischen KI-Fähigkeiten verfügen.

Stimme überhaupt nicht zu
  Stimme nicht zu
  Stimme eher nicht zu
  Stimme weder zu noch dagegen
  Stimme eher zu
  Stimme zu
  Stimme voll und ganz zu

Abb. 26: Beauftragung externer Talente und Unternehmen für erforderliche KI-Fähigkeiten

# Success Story

## New Dimensions: paint\_it

paint\_it verbindet Qualitätsoptimierung, Kostenreduktion und effiziente Lackierung in einer Cloud-Lösung und ebnet damit den Pfad zur KI-gestützten Qualitätskontrolle.

### Ausgangssituation und Herausforderungen

Die Lackiererei hat einen besonderen Stellenwert in der Automobilproduktion: Sie bestimmt das Design und prägt den ersten Eindruck eines Autos. Außerdem steht der Lack für Individualisierung und persönlichen Geschmack. Umso wichtiger ist Perfektion. Aufgrund der stark gestiegenen Energiekosten stehen insbesondere die Lackierereien in der Automobilindustrie vor einer besonderen Herausforderung, ist doch die Lackiererei mit einem Anteil von ca. 50 Prozent<sup>7</sup> der mit Abstand größte Energieverbraucher eines Werks. Ihr Einfluss auf den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck ist also immens. Ein bedeutender Interessenskonflikt entsteht oft zwischen der Werkleitung und der Leitung der Lackiererei aufgrund der Herausforderung, Produktivität und Kostensenkung mit den Vorgaben der Nachhaltigkeit in Einklang zu bringen.

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, sind innovative Lösungen notwendig. Die Softwarelösung paint\_it unterstützt bei der Implementierung von integrierten Datenmanagement- und Analysetools und erleichtert die Konsolidierung und Analyse der Daten. Diese Ansätze tragen dazu bei, die Effizienz der Lackierprozesse zu steigern und dabei trotzdem die Qualität der lackierten Produkte zu gewährleisten. Da kein Anbieter die Anforderungen und Bedürfnisse von einem deutschen Auto-

mobilerhersteller erfüllen konnte, hat man sich für eine Zusammenarbeit mit MHP entschieden, um ein eigenes Software-Tool zu entwickeln. Das Ergebnis: paint\_it. Der deutsche Automobilhersteller setzt die Lösung heute bei zwei verschiedenen End-Of-Line-Prüfungen (EOL) ein.

Der in der Produktionschronologie erste Einsatz der Software erfolgt beim EOL-Test der Lackierung, hier wird nach dem aufwendigen Lackierprozess inklusive Tauchbecken und dem Aufbringen mehrerer Lack-schichten die Qualität von Farbton, Lackstruktur sowie Schichtdicke gemessen. Nach der Lackierung der Karosserie folgt die Montage weiterer Fahrzeugteile wie Spoiler oder Stoßfänger, die der Zulieferer bereits lackiert anliefert. Um sicherzustellen, dass es bei der Montage nicht zu kleineren Beschädigungen wie Kratzern kam, wird nach der Montage das gesamte Fahrzeug nochmals im EOL-Test des Gesamtprozesses geprüft. Eine Colormatching-Prüfung stellt sicher, dass der Farbton der Zulieferteile dem Farbton der restlichen Karosserie entspricht. paint\_it war ein wichtiger Schritt in der Optimierung der Lackierungsprozesse und ist heute Teil des erfolgreichen operativen Betriebs bei dem deutschen Automobilhersteller.

### Vorgehen und Funktionsweise

**Wie genau funktioniert paint\_it und was sind die Besonderheiten?** paint\_it ist die intelligente Lösung für eine schnelle und automatisierte Qualitätsüberwachung. Durch eine automatisierte Qualitätskontrolle und zentrale Datenbasis steigert paint\_it die Effizienz und reduziert die Kosten. Mit der geplanten Integration von KI in das System wird paint\_it zudem dazu beitragen, Künstliche Intelligenz als zentrales Element in der Qualitätskontrolle zu etablieren.



Detailsicht der Auswertung einer Farbtonmessung

<sup>7</sup> Basierend auf: Fraunhofer-IPA, Energieeffizienz in der Lackiertechnik

**„Mit paint\_it profitieren Unternehmen von einer flexiblen Applikation, mit der die drei wichtigsten Qualitätsparameter, unabhängig vom Messgerätehersteller, analysiert werden können. Die Datenverarbeitung optimiert den Lackierprozess und macht ihn zukunftsicher.“**



**Moritz Gessner**  
Product Manager paint\_it

## Ergebnisse

**Konsolidierte Einblicke in Farbton, Struktur sowie Schichtdicke des Lacks:** Die Lösung ermöglicht es, Daten zu Farbton, Lackstruktur sowie Schichtdicke von Lackierungen zu konsolidieren und übersichtlich in einer Softwarelösung darzustellen. Dies erleichtert die Überwachung dieser wichtigen Parameter, um sicherzustellen, dass die Qualität der lackierten Oberflächen den Standards entspricht. Darüber lassen sich drei Ziele realisieren:

### 1. Reduzierung des Materialverbrauchs

Eine der effektivsten Methoden zur Reduzierung des Materialverbrauchs ist die Verringerung der Lackierungsschichtdicke, z.B. durch einen „füllerlosen Prozess“. Bei bestimmten Teilen wie der Motorhaube

sind Einsparungen des Materialverbrauchs im unteren zweistelligen Prozentbereich möglich. Das erhöht die Anforderungen an die Qualitätskontrolle. paint\_it ist mit automatischen Messzellen kompatibel, kann aber ebenso manuell erhobene Messungen herstellerunabhängig integrieren, was Transparenz und Flexibilität gewährleistet. Über die Qualitätskontrolle mit paint\_it lassen sich Materialeinsparungen, je nach Bauteil, von bis zu 12 Prozent realisieren – ein enormer Kostenfaktor.

### 2. Reduzierung der Energiekosten

Energiekosten können durch Prozessoptimierungen reduziert werden – bei gleichbleibendem Produktionsziel. Beispiel für eine Optimierung ist die schon erwähnte Schichtdicke: Sie führt nicht nur zur Einsparung von Material, sie bringt auch eine Reduzierung der Ofenzeit mit sich. Denn umso dünner der Lack ist, desto weniger Zeit braucht er, um zu trocknen. Die Zeit im Ofen und damit die Energiekosten können gesenkt werden. Auch eine bessere Farbsynchronisation reduziert den Verbrauch von Energie- und Materialkosten. Für solche Prozessoptimierungen ist Datentransparenz unerlässlich. paint\_it schafft genau diese Transparenz, indem die Software am Ende der Produktionslinie Qualitätsdaten auswertet und damit Rückschlüsse auf Optimierungspotenziale zulässt.

### 3. Reduzierung der Personalkosten

Besonders in Europa sind Personalkosten entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit. Nacharbeit ist ein großer Kostenfaktor in der Lackiererei. paint\_it ermöglicht durch Trendanalysen eine Reduzierung von Nacharbeitsstunden, da es frühzeitig auf bevorstehende Qualitätsabweichungen hinweist. Das führt zu erheblichen Einsparungen: Mit paint\_it können jährlich bis zu 5.000 Stunden Nacharbeit pro Werk in der Lackiererei eingespart werden.<sup>8</sup>

## Ausblick

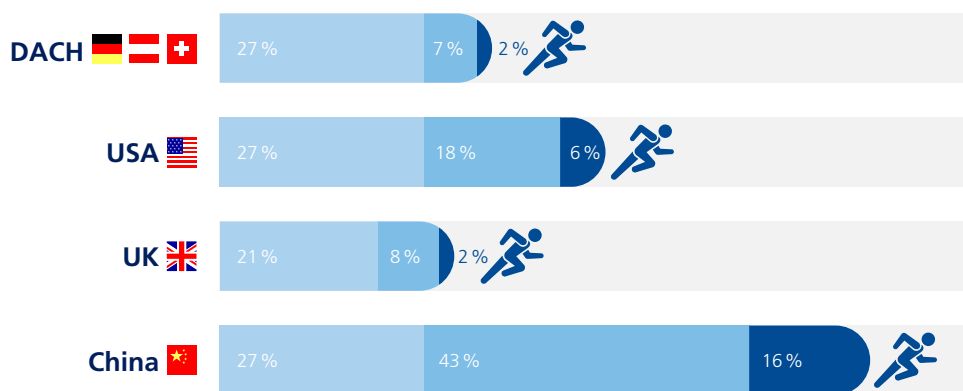
paint\_it dient der umfassenden Datenerfassung und Koordination, die es ermöglicht, die technologischen Grundlagen für die zukünftige Implementierung eines KI-Modells zur fortgeschrittenen Dateninterpretation zu legen. Zukünftig wird ein KI-Modell die weiterführende Interpretation der Daten durch proaktive Trendanalysen ermöglichen, was durch die Integration von zusätzlichen Prozessparameterdaten, beispielsweise von Lackierrobotern, in Verbindung mit Qualitätskontrolldaten erreicht wird. Dieser integrative Ansatz führt zu einem vertieften Verständnis der individuellen Parameter, das schließlich in die Bereitstellung von KI-gestützten Handlungsempfehlungen über eine dedizierte Anwendung mündet.

<sup>8</sup> Die Daten stammen aus einer Berechnung für den deutschen Automobilhersteller.

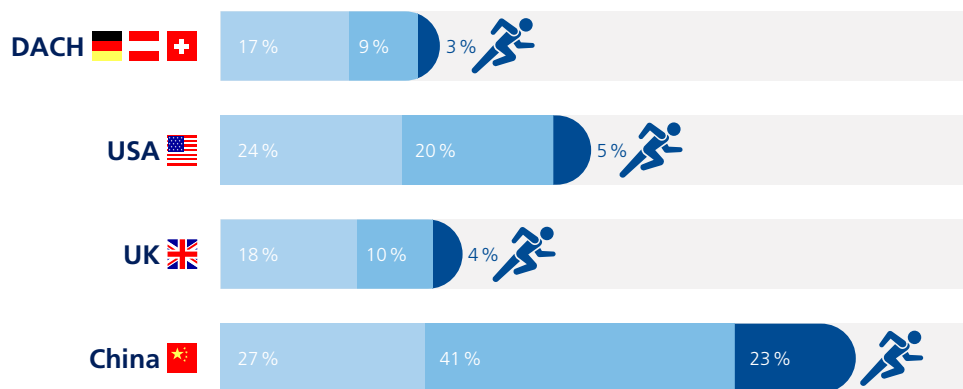
Hervorzuheben ist, dass insbesondere Unternehmen aus dem UK und der DACH-Region Defizite bei den KI-Fähigkeiten ihrer Mitarbeitenden beklagen. Im UK stimmten nur 31 Prozent der Teilnehmenden der Aussage zu, dass sie über genügend Mitarbeitende mit den erforderlichen technischen KI-Kenntnissen verfügen. In der DACH-Region waren es 36 Prozent. Deutlich höher ist die Zustimmung in den USA – hier waren 51 Prozent der Befragten der Meinung, über

ausreichend qualifiziertes Personal zu verfügen. Führend ist erneut China, wo 86 Prozent der Befragten zustimmten. Gleichzeitig liegen chinesische Unternehmen auch bei der Bereitstellung von KI-bezogenen Schulungsangeboten vorn. 91 Prozent der Teilnehmenden gaben an, solche Angebote bereitzustellen. In der DACH-Region hingegen bieten nur 29 Prozent der Unternehmen ihren Mitarbeitenden Schulungen zur Entwicklung von KI-Fähigkeiten an (Abbildung 27).

### Mein Unternehmen verfügt über Mitarbeitende mit den erforderlichen technischen KI-Kenntnissen.



### Mein Unternehmen bietet seinen Mitarbeitenden die entsprechenden Schulungen an, um die erforderlichen technischen KI-Fähigkeiten zu entwickeln.



■ Stimme eher zu ■ Stimme zu ■ Stimme voll und ganz zu

Abb. 27: KI-Fähigkeiten von Unternehmen nach Regionen



## Interview

# Deutsche Bahn Projekt „Ideenzug“



### Projekt „Ideenzug“ – Kurzprofil

Mit dem Projekt „Ideenzug“ startet DB Regio eine Offensive, um möglichst viele Menschen vom Umstieg aus dem Auto in die klimafreundlichere Bahn zu überzeugen. Fahrgäste sollen über eine neuartige attraktive Waggon-Innenausstattung in Zukunft individuell wählen können, wie sie ihre Reisezeit gestalten wollen. Vor allem Pendler aus dem ländlichen Raum halten sich einen beträchtlichen Anteil ihres Alltags im Zug auf. Sie sollen ihre Zeit sinnvoller, effizienter und komfortabler nutzen können, zum Beispiel, wenn während der Hinfahrt morgens bereits gearbeitet oder bei der Rückfahrt schon der Feierabend eingeläutet werden kann. DB Regio betrachtet sich als Treiber für Innovationen und will mit diesem Projekt konkrete Angebote für die verschiedenen Regionen und deren Aufgabenträger in ganz Deutschland zur Weiterentwicklung des regionalen Schienenverkehrs schaffen.

### Julian Follner – Kurzvita

Als eines der ersten „Ideenzug“-Teammitglieder startete **Julian Follner** 2016 bei der DB-Tochter DB RegioNetze, entwickelte und verantwortete dort den heutigen IdeenzugRegio. Als Gesamtprojektleiter folgte dann die Umsetzung des „Ideenzug“-Konzepts bei der Südostbayernbahn in einem bahntauglichen Prototyp. Er verantwortete neben dem „Ideenzug“ noch weitere Innovationsprojekte, wie WLAN im Zug oder die Mobilfunkausleuchtung von Nebenstrecken bei der Südostbayernbahn.

Neben diesen Projekten studierte er nebenberuflich an der Wilhelm Büchner Hochschule in Darmstadt. Dort hat er im Bachelor Technische Informatik mit der Fachrichtung Kommunikationstechnik sowie im Master IT-Management in der Fachrichtung IT-Security studiert.

**Teilnehmer:innen:** **Julian Follner** (Projektleiter des Ideenzugs), **Dr. Christina Reich** (MHP), **Julian Engel** (MHP)

**Dr. Christina Reich (MHP):** Können Sie uns bitte einen kurzen Einblick in Ihre Aufgaben als Projektleiter des „Ideenzugs“ bei der Deutschen Bahn geben?

**Julian Follner (PL Ideenzug):** Ich arbeite seit über sieben Jahren bei der Deutschen Bahn (DB) und bin unter anderem als Projektleiter des „Ideenzugs“ bei der Südostbayernbahn tätig. Das Projekt ist vor sieben Jahren, aufgrund der absehbaren Fertigstellung der Autobahn nach Passau, gestartet. Es war klar, dass die Südostbayernbahn Fahrgäste an diese Autobahn verlieren wird. Deshalb war die Idee des Projektes, Lösungen für diese Herausforderung zu finden. Was können wir unseren Fahrgästen bieten, um sie in den Zügen zu halten? Oder im Sinne der Verkehrswende: Was können wir machen, um das Bahnfahren attraktiv zu machen? Daraufhin haben wir einen Prototyp entwickelt, der erste Ideen anfassbar und erlebbar macht. Der logische Folgeschritt war ein echter Wagen, der seit dem 03.07.2023 im normalen Regelbetrieb mitfährt; quasi ein reales Testlabor, aus dem wir Erkenntnisse für die Flotte und die Weiterentwicklung ziehen können.



**Julian Follner**, Projektleiter des Ideenzugs

**Reich:** Laut unserer Umfrage sind die häufigsten Anwendungsfälle Künstlicher Intelligenz (KI) in Unternehmen in der Qualitätssteuerung, der Steigerung der Ressourceneffizienz sowie der Lieferkettenoptimierung. In welchen Bereichen setzt die Deutsche Bahn KI-basierte Lösungen ein und welche Rolle spielt dabei der „Ideenzug“?

**Follner:** Wir setzen KI-Systeme ein, um im Rahmen der vorausschauenden Instandhaltung (engl.: Predictive Maintenance) Schadwägen zu untersuchen. Dafür

nutzen wir Kameras, die, sobald ein Wagen vorbeifährt, optisch erkennen, ob Kratzer an dem Wagen sind oder die Scheiben kaputt sind. Das können wir dann direkt an die Werkstatt melden. Im „Ideenzug“ selbst haben wir ein Sitzplatzerkennungssystem verbaut. Dieses erkennt, ebenfalls durch Bilderkennung, ob Sitzplätze belegt sind oder nicht und ob beispielsweise nur ein Gegenstand auf dem Sitz liegt. Durch eine präzise Vorhersage wird dieses System sehr relevant für unsere zukünftige Kapazitäts- und Belegungsplanung werden. Bisher messen wir die Auslastung unserer Züge mit Lasersensoren, die an den Eingangstüren verbaut sind. Die Lasersensorik ist ein zusätzlicher Baustein, der ein Fahrzeug komplexer macht. Das Ziel soll aber sein, die Fahrzeuge einfacher zu gestalten. Mit der Erkennungssoftware könnten wir sie ablösen und bessere Aussagen treffen.

**Reich:** Können Sie Beispiele für konkrete Vorteile oder Erfolge nennen, die durch den Einsatz dieser KI-Lösungen, unter anderem im „Ideenzug“, erzielt wurden oder werden sollen?

**Follner:** Die Schadwagenerkennung konnte durch das Kamerador revolutioniert werden. Es gibt zwar regelmäßige, fixe Instandhaltungstermine, ähnlich wie beim TÜV, das Kamerador hilft aber dabei, vorausschauend einzuschätzen, zu welchem Zeitpunkt eine Instandhaltung wirklich notwendig ist. Mit dieser Technologie erkennen wir, ob ein Wagen verzogen oder anderweitig beschädigt ist, und können auch die Radreifenabnutzung prüfen. Das hilft auch bei der Sicherstellung der Pünktlichkeit, denn so können wir schnell einschätzen, wann ein Wagen nicht mehr fahren sollte und darauf rechtzeitig reagieren.

**Reich:** Woran wird der langfristige Nutzen von Industrial AI bei Ihnen gemessen? Oder wie werden KI-Projekte priorisiert oder bewertet?

**Follner:** KI-Lösungen werden, wie auch andere Lösungen, danach entschieden, ob wir durch den Einsatz der Technologie mittelfristig Geld sparen können. Ein weiterer, noch viel wichtigerer Wert für uns ist jedoch die Frage, ob die Pünktlichkeit der Züge dadurch verbessert werden kann. Das prüfen wir am Ende immer.

**Julian Engel (MHP):** Welche Herausforderungen gehen mit dem Einsatz des Sitzplatzerkennungssystems im laufenden Betrieb einher und wie haben Sie diese gelöst?

**Follner:** Eine Lösung gibt es dafür bislang nicht. Das hängt damit zusammen, dass der Regionalverkehr in Deutschland über eigenständige Gesellschaften,

sogenannte Aufgabenträger, organisiert ist. In Bayern schreibt beispielsweise die Bayerische Eisenbahngesellschaft (BEG) einen Verkehrsvertrag für das Streckennetz aus, in dem auch Sitzplatzkapazitäten und Komfortanforderungen festgelegt sind. Aus diesen Vorgaben berechnet sich ein Kilometerpreis, auf den sich auch ein anderes Eisenbahnverkehrsunternehmen bewerben kann. Das führt dazu, dass im Endeffekt fast kein Geld für eine neue Technologie übrig bleibt bzw. diese Technologie sehr viel Geld einsparen müsste, damit die Kosten ausgeglichen sind.

Da das Thema Weiterentwicklung sowohl für die BEG als auch für die Politik wichtig ist, gibt es die Möglichkeit, Innovationsbudgets für Forschung und Entwicklung zu nutzen. Hier spielt die Wirtschaftlichkeitsrechnung keine so große Rolle. Bei neuen Technologien am Gleis oder am Fahrzeug wird zudem eine Zulassung benötigt. Das dauert einerseits ein bis zwei Jahre, andererseits verursacht es enorme Kosten und ist schwer planbar. Zusätzlich müssen wir darauf achten, dass die Technologien mit dem Rest von Europa vereinbar sind, das heißt, dass die Interoperabilität der Systeme gewährleistet ist.

Ein weiterer entscheidender Faktor ist auch, dass es schwierig ist, die Verantwortung dafür zu übernehmen, was die KI entscheidet. Im Hintergrund muss deshalb oft trotzdem ein Mensch sitzen und prüfen, ob der Algorithmus der Software richtig arbeitet. Damit ist die Wirtschaftlichkeit im Keim erstickt. In Konsequenz ist die bisherige Vorgehensweise oft noch billiger und sicherer, auch rechtlich gesehen.

**Engel:** Könnte ein treibender Faktor für die Zukunft sein, dass der Staat der Deutschen Bahn mehr Innovationsbudget zur Verfügung stellt, um KI in Ihren Projekten, wie dem „Ideenzug“, vermehrt einzusetzen? Oder was könnte entscheidend sein, damit die Deutsche Bahn mehr Innovation vorantreibt?

**Follner:** Das ist ein politisches Thema. Der Kunde ist nicht bereit, mehr Geld auszugeben, damit wir eine neue Technologie einsetzen können. Er verlangt ein pünktliches Produkt zu eher geringeren Preisen, wie man anhand des Deutschlandtickets sehen kann. Durch dieses Ticket wird das System sowohl finanziell als auch von der Kapazität her noch mehr belastet.

**Engel:** Qualifizierte Mitarbeitende mit KI-Fähigkeiten sind laut unserer Umfrage Mangelware. Wie stehen Sie dazu?

**Follner:** Dem stimme ich zu und gehe sogar noch weiter: Wir haben kein Fachkräfteproblem, sondern ein

Arbeitskräfteproblem. Selbst für einfachste Arbeiten in unserem täglichen Betrieb, wie das Reinigen der Wägen oder Bahnhöfe, bekommen wir keine Leute mehr. Stattdessen greifen wir teilweise auf externe Dienstleister zurück, wie bei unserer Software für das Sitzplatzerkennungssystem. Externe Firmen bergen jedoch ein gewisses Risiko. Um das Risiko zu minimieren, wird jetzt versucht, so viel wie möglich zu streuen. Durch diese Streuung müssen Technologien wie das Sitzplatzerkennungssystem für andere Systeme neu integriert werden, wodurch wiederum die Kosten steigen. Das Hauptproblem ist jedoch, dass die Leute fehlen, die wissen, wie Bahn, IT oder KI funktioniert.

**Engel:** Wer ist denn grundsätzlich an der Integration einer KI-Technologie bei Ihnen beteiligt?

**Follner:** Wir haben eine IT-Gesellschaft in unserem Konzern, die eine Software zur Schadwagenerkennung anbietet. In den meisten Fällen werden aber externe Dienstleister beauftragt. Das Kamerateur wird vor allem für die Güterzüge der DB Cargo genutzt. Das ist ein eigenständiges Eisenbahnverkehrsunternehmen. Die Technologie des Kamerateurs gehört jedoch zu der Infrastruktur der DB Netz AG, die wiederum ein eigenes Unternehmen mit eigenen Interessen ist. Wenn wir im Gleisbereich etwas bauen müssen, ist außerdem das Eisenbahn-Bundesamt als überwachende Behörde involviert. Unsere Fachingenieure katalogisieren und interpretieren dann die Mess- bzw. Bilddaten der Software und fügen diesen eine Legende hinzu. So können sie zum Beispiel bewerten, ob ein Radreifen noch eine halbe Million Kilometer hält oder ob ein Schaden kritisch ist und der Wagen in die Werkstatt muss.

**Engel:** Welche langfristigen Ziele sehen Sie im Bereich von KI bei Ihnen? Welche Entwicklungen haben die Chance, in den kommenden Jahren relevant zu werden?

**Follner:** Predictive Maintenance wird weiterhin ein Thema sein. Ich sehe in dieser Technologie eine Chance, die Fachkräftethematik zu lösen. Im Moment prüft ein Wagenmeister täglich die Wägen. Es gibt zwar auch Nachwuchs, aber eben sehr wenig. Der Sinn und Zweck von den Technologien ist es, diese Leute zu entlasten, damit sie sich auf andere Aufgaben konzentrieren können, die man noch nicht durch KI ersetzen kann.

Gleiches gilt für die Fahrplanthematik. Im Moment werden die Fahrpläne zum Großteil noch händisch erstellt und bearbeitet, weil das Netz sehr komplex ist. Mithilfe von KI könnte beispielsweise auch eine flexible Kapazitätsplanung möglich sein. Im Moment wird in

einem Verkehrsvertrag die vereinbarte Wagenanzahl bereitgestellt, unabhängig davon, wie der tatsächliche Bedarf ist. Mithilfe der KI könnte das Reiseverhalten in den letzten zwei Monaten sowie das Reiseverhalten im Vergleich zum letzten Jahr analysiert werden, um daraus Erkenntnisse für die Zukunft abzuleiten.

Seitdem viele Menschen regelmäßig Homeoffice in Anspruch nehmen, sind die Freitagszüge in der Regel leerer. Die Züge von Dienstag bis Donnerstag sind dagegen voll. Bisher lässt sich das nur beobachten, aber nicht richtig systematisch auswerten. Automatische Zählsysteme könnten in Kombination mit der Datenbasis auf einfachem Wege interessante Erkenntnisse liefern. So könnte eine Abnutzung von nicht benötigten Wägen verhindert und Kraftstoff eingespart werden.

Wir sind momentan damit beschäftigt, die Daten dafür zu sammeln, an einem Ort zu bündeln und für alle verfügbar zu machen. Bis vor ein paar Jahren haben wir noch mit einem bunten Blumenstrauß an verschiedensten Systemen und unterschiedlichsten Schnittstellen gearbeitet, das macht das Ganze sehr komplex.

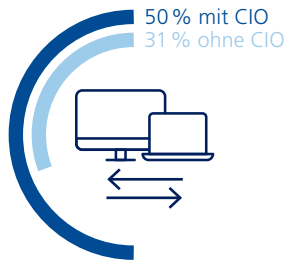
**Reich:** Hinzu kommt wahrscheinlich, dass Sie eigenständige Unternehmen sind und nicht nur Abteilungsgrenzen überwinden müssen.

**Follner:** Das ist einer der Gründe. Zusätzlich nutzen wir Systeme wie die Stellwerkstechnik, die schon über 100 Jahre alt sind und mit Hebeln und Muskelkraft betrieben werden. Da sind keine Sensoren dran. Stattdessen ist der Fahrdienstleiter dafür zuständig, in seinen Computer einzutragen, wann der Zug ein- und wieder abgefahren ist. Im Hinblick auf die Optimierung der Haltezeiten könnte das Sitzplatzerkennungssystem nützlich sein. Auf diese Weise könnten wir den Fahrgästen mitteilen, welche Wägen schon voll sind, damit sie, schon bevor der Zug eingefahren ist, zu einer anderen Tür laufen können.

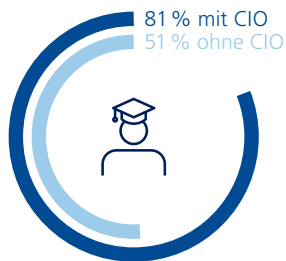
**Engel:** Wie geht es jetzt mit dem „Ideenzug“ weiter?

**Follner:** Der „Ideenzug“ fährt bereits regulär. Auf der Website der Südostbayernbahn kann man den Fahrplan einsehen und mit einer normalen Fahrkarte mitfahren. Der Probezeitraum, in dem wir das Projekt massiv mit Befragungen begleiten, ist bis zum Ende des Jahres 2023 geplant. Parallel dazu läuft die Ausschreibung bzw. das Vergabeverfahren für das Liniennetz. Ist das abgeschlossen, können wir in Abhängigkeit von unserem Kundenfeedback überlegen, ob weitere Wägen umgebaut werden sollen und ob wir Teile davon in die Flotte übernehmen wollen.

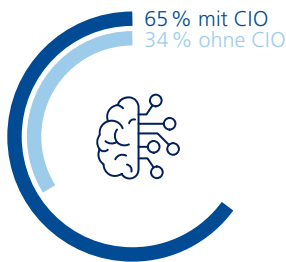
**Unsere Anlagen, Geräte und Systeme tauschen automatisiert und eigenständig Informationen in Echtzeit aus (Machine-to-Machine Communication).**



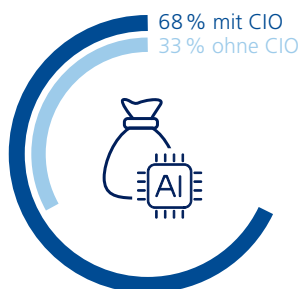
**In meinem Unternehmen sind die Fähigkeiten und Kompetenzen des Personals für fortgeschrittene Datenanalysemethoden besser bis viel besser.**



**In meinem Unternehmen besteht ein hoher KI-Reifegrad in Bezug auf organisatorische KI-Prozesse.**



**Mein Unternehmen finanziert KI-Projekte in angemessener Weise.**



**2.2.2 Rolle des CIO:**

Im Rahmen des Industrie 4.0 Barometers wird auch die Bedeutung des CIO für den Fortschritt von Industrie 4.0 im Unternehmen analysiert; so auch im diesjährigen Industrie 4.0 Barometer – diesmal mit besonderem Blick auf Industrial AI.

48 Prozent der Befragten gaben an, dass der CIO in ihrem Unternehmen Teil der Geschäftsführung ist. Beim Regionenvergleich stellen sich dabei erneut die chinesischen Unternehmen als Vorreiter heraus: 83 Prozent von ihnen gaben an, dass ein CIO in der Geschäftsleitung bzw. im Vorstand vertreten ist.

Beim Blick auf die Ergebnisse ist ein wiederkehrendes Muster zu erkennen: Unternehmen mit CIO in ihrer Geschäftsführung sind Vorreiter in den Schlüsselbereichen von Industrie 4.0 und Industrial AI, insbesondere bei den Industrie-4.0-Technologien, den Datenanalysefähigkeiten, dem KI-Reifegrad und der Finanzierung von KI-Projekten.

**Technologie:** Unternehmen mit CIO setzen im Durchschnitt um 61 Prozent häufiger Anlagen und Systeme ein, die automatisiert und eigenständig Informationen in Echtzeit austauschen können, als Unternehmen ohne CIO in der Geschäftsführung. Die Ergebnisse zeigen auf, dass die Präsenz von CIOs in der Geschäftsführung die produktive Implementierung von Industrie-4.0-Technologien erleichtert.

**Datenanalysefähigkeiten:** Besonders beeindruckend ist der Unterschied bei der Einschätzung der Datenanalysefähigkeiten im Vergleich zum Wettbewerb. Hier schätzen die befragten Unternehmen mit CIO in der Geschäftsführung die Fähigkeiten und Kompetenzen ihres Personals für fortgeschrittene Datenanalyse um 59 Prozent besser ein als Unternehmen ohne CIO in der Geschäftsführung.

**KI-Reifegrad:** Ein CIO in der Organisation hat einen entscheidenden Einfluss in Bezug auf den Reifegrad von organisatorischen Prozessen im Bereich KI (zum Beispiel Entscheidungsfindung). Befragte aus einem Unternehmen mit CIO bewerteten den Reifegrad im eigenen Unternehmen im Vergleich zu Befragten aus Unternehmen ohne CIO in der Geschäftsführung um 91 Prozent höher.

**Finanzierung von KI-Projekten:** Die Anwesenheit eines CIO in der Geschäftsführung hat einen entscheidenden Einfluss auf die Implementierung und effiziente Anwendung von KI in Unternehmen. So ist die Zustimmung bezüglich der angemessenen Bereitstel-

Abb. 28: Einfluss der CIOs auf Industrie 4.0 und Industrial AI

lung finanzieller Mittel für die effiziente Umsetzung von KI-Projekten deutlich höher. Befragte aus Organisationen, in denen ein CIO in der Geschäftsführung vertreten ist, sind um 106 Prozent zufriedener mit der Finanzierung von KI-Projekten als Befragte aus Unternehmen ohne CIO (Abbildung 28).

Insgesamt zeigt sich, dass Unternehmen mit einem CIO in der Geschäftsführung sowohl bei der Implementierung von Industrie-4.0-Technologien als auch bei der Integration von KI besser positioniert und erfolgreicher sind. Ein entscheidender Faktor hierfür könnte sein, dass durch CIOs Entscheidungen im Zusammenhang mit Industrie-4.0- und KI-Projekten beschleunigt und gesteuert werden, da diese Entscheidungen historisch bei den meisten Unternehmen in den Zuständigkeitsbereich der IT-Abteilung fallen. Ein weiterer Faktor könnte sein, dass die Präsenz eines CIO dazu beiträgt, andere C-Level-Personen (CTO, CEO) in Entscheidungsprozesse einzubinden und damit die Zusammenarbeit zwischen IT und operativen Abteilungen zu fördern.

### 2.2.3 Handlungsempfehlungen:

Das Potenzial von Industrial AI wird von vielen Unternehmen bei Weitem nicht ausgeschöpft. Soll sich das ändern, ist es essenziell, KI als integralen Bestandteil der Unternehmensstrategie zu begreifen. Die Implementierung von KI-basierten Lösungen sollte nicht nur als technologischer Fortschritt betrachtet werden, sondern als strategischer Schachzug, um Wettbewerbsvorteile zu erlangen, operative Effizienz zu steigern und Fachkräfte effizienter einzusetzen. Um dies zu erreichen, ist es entscheidend, mögliche Hemmnisse proaktiv aus dem Weg zu räumen. Während die Digitalisierung in den Unternehmen voranschreitet, sind oft veraltete Maschinen und Systemlandschaften im Einsatz, die nicht ausreichend auf die Implementierung von KI-Technologien vorbereitet sind (Abbildung 23). Jedoch sind gerade wegen der angespannten wirtschaftlichen Lage intelligente Investitionen in eine skalierbare Infrastruktur von Vorteil. Die Modernisierung veralteter Maschinen und Systeme bildet die Grundlage für den Fortschritt der eigenen Digitalisierung und ermöglicht es so, das Potenzial von KI-Technologien besser zu nutzen und damit die eigene Wettbewerbsfähigkeit deutlich auszubauen.

Jedoch bedeutet dies für Unternehmen hohe Vorlaufkosten mit unklarem ROI (Abbildung 23). Bei der konkreten Entscheidung für Investitionen in KI-Lösungen stehen zwei zentrale Faktoren im Vordergrund: operative Effizienz und Wirtschaftlichkeit. Eine umfassende Evaluation des ROI ist wichtig, um sowohl die kurzfristigen als auch die langfristigen Potenziale von KI-Lösun-

gen zu verstehen. Dabei ist ein alleiniger Fokus auf die Wirtschaftlichkeit nicht sinnvoll. Es bedarf stattdessen einer sorgfältigen Abwägung der Vorteile im Verhältnis zu den Risiken und den eventuell bestehenden Nachteilen. Denn der Erfolg von KI-Implementierungen hängt nicht nur von der Wirtschaftlichkeit ab, sondern maßgeblich auch von der Akzeptanz und dem Vertrauen der Mitarbeitenden in die Technologie (Abbildung 23). Durch gezielte Schulungen, transparente Kommunikation und die aktive Einbindung der Belegschaft in den Implementierungsprozess können die positiven Effekte von KI auf Arbeitsprozesse betont und somit die Akzeptanz gesteigert werden. Pilotprojekte, eine schrittweise Implementierung und ganzheitliches Changemanagement bieten die Möglichkeit, den konkreten Nutzen von KI in Anwendungsfällen zu demonstrieren und die Mitarbeitenden auf Veränderungen vorzubereiten. Hierbei gilt es, KI-Projekte mit umfassenderen Ressourcen wie Zeit, Finanzmittel und Fachkräften auszustatten, um die Projekte entsprechend erfolgreich umzusetzen (Abbildung 24).

Damit einher geht die Herausforderung, qualifiziertes Personal anzuwerben und im Unternehmen zu halten (Abbildung 27). Der Fachkräftemangel wird nicht kurzfristig zu lösen sein und erfordert langfristige Maßnahmen. Es kommt daher darauf an, den bestehenden Mitarbeitenden die Aus- und Weiterbildung im Bereich KI zu ermöglichen und sie somit mit den nötigen Fähigkeiten auszustatten. Gleichzeitig bieten Partnerschaften mit anderen Unternehmen die Möglichkeit, einen gemeinsamen nachhaltigen Zugang zu hoch qualifizierten Expert:innen sicherzustellen, und die Einbindung externer Dienstleister ermöglicht es Unternehmen, voneinander zu lernen. Neben den internen Fachkräften, die das Unternehmen und dessen Prozesse gut kennen, bringen externe Expert:innen neues Fachwissen sowie Innovationskraft in das Unternehmen, sodass die Transformation weiter zügig vorangetrieben wird.

Für solche fundamentalen Entscheidungen ist es förderlich, wenn ein CIO in die Geschäftsführung eingebunden ist (Abbildung 28). Dies stellt sicher, dass Technologie nicht nur als unterstützende Funktion betrachtet wird, sondern als integraler Bestandteil der Unternehmensstrategie. Durch die direkte Beteiligung eines CIO an strategischen Entscheidungen können Unternehmen ihre technologischen Investitionen besser auf Geschäftsziele ausrichten, Innovationen vorantreiben und eine robuste IT-Struktur schaffen, was für den langfristigen Erfolg unerlässlich ist. Um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern und auszubauen, sollten Unternehmen in Erwägung ziehen, einen CIO oder eine vergleichbare Führungskraft in die Geschäftsführung zu integrieren.



# 3.0



## Fazit und Ausblick



**„Der richtige Einsatz von künstlicher Intelligenz entscheidet über unseren Wohlstand der nächsten Dekaden. KI ist ein Effizienzturbo und hat das Zeug, den nachteiligen Faktoren Fachkräftemangel, Demografie und Standortkosten entgegenzuwirken. Insgesamt sehe ich deutlich größere Chancen als Risiken, wenn wir mutig, wenn wir angemessen schnell sind.“**

**Dr. Oliver Kelkar**  
Associated Partner  
Strategic Investments & Labs

Für das diesjährige Industrie 4.0 Barometer konnten erneut zahlreiche Umfrageteilnehmer:innen gewonnen, Interviews mit Expert:innen durchgeführt und MHP Success Stories erstellt werden. Trotz globaler Krisen zeigt sich, dass die Industrie 4.0 und die damit verbundene Digitalisierung der Unternehmen weiterhin erfolgreich voranschreiten. Dennoch deuten die Studienergebnisse darauf hin, dass die zunehmenden globalen Spannungen ein bedeutender Grund für Unternehmen sind, verstärkt auf die Stabilisierung sowie Optimierung ihrer Supply-Chain und Logistik zu setzen. In diesem Kontext gewinnen der erhöhte Einsatz von Industrie-4.0-Technologien zur Steigerung der Supply-Chain-Transparenz sowie der Einsatz von digitalen Abbildern zur Simulation, Steuerung und Optimierung der Logistik an Bedeutung. Diese Maßnahmen werden nicht nur als Mittel zur Kosteneffizienz betrachtet, sondern auch als strategisches Element, um die Agilität und Resilienz der gesamten Lieferkette zu stärken. Unternehmen erkennen, dass die Integration solcher Technologien nicht nur operative Vorteile bringt, sondern auch entscheidend für die Anpassungsfähigkeit an sich ändernde geopolitische Gegebenheiten ist.

Das Fortschreiten des KI-Trends hat erheblich dazu beigetragen, dass Unternehmen die Bedeutung von Daten und Datenanalysefähigkeiten als zentralen Wettbewerbs- und Erfolgsfaktor im globalen Kontext zunehmend erkennen. Der öffentliche Diskurs über KI intensiviert diese Sensibilisierung und treibt Unternehmen weltweit dazu an, Potenziale und Anwendungsbereiche zu erkunden. Die Umfrageergebnisse verdeutlichen dabei ausgeprägte regionale Unterschiede. Die chinesischen Befragten bewerten sich in nahezu allen Aspekten deutlich besser als Befragte der DACH-Region, des UK oder der USA. Hervorzuheben sind dabei beispielsweise die regionalen Unterschiede hinsichtlich des Einsatzes von KI-basierten Lösungen und des KI-Reifegrads.

Neben der Diskussion über die Potenziale von Industrial AI werden auch die damit verbundenen Risiken beleuchtet. Obwohl sich zeigt, dass KI-basierte Lösungen in verschiedenen Anwendungsbereichen zum Einsatz kommen können, ist nicht überall der erhoffte Mehrwert zu verzeichnen. Daher ist eine gründliche Abwägung der individuellen Anforderungen an den jeweiligen Use Case im Verhältnis zu den damit verbundenen Risiken unerlässlich. Derzeitige Herausforderungen bei KI-Projekten in der Produktion liegen in der mangelnden technischen Reife, hohen Vorlaufkosten, fehlender Benutzerakzeptanz und dem Fachkräftemangel. Letzterer führt dazu, dass Unternehmen einen erheblichen Bedarf an externen Expert:innen haben, während gleichzeitig die Investitionen in Wei-

terbildung und Schulungen der eigenen Mitarbeiter unzureichend sind. Vor allem in Europa besteht daher Gefahr, im internationalen Wettstreit den Anschluss zu verlieren, da der KI-Reifegrad im Vergleich zu den USA und China niedrig und der Fachkräftemangel hoch ist.

Die aktuellen Krisen lenken außerdem die Aufmerksamkeit verstärkt auf existenzsichernde Maßnahmen, wodurch Investitionen in zukunftsweisende Projekte vorübergehend zurückgestellt werden müssen. Die Ergebnisse zeigen, dass im Bereich von Industrie-4.0-Technologien der strategische Fokus nach wie vor auf Effizienz und Wirtschaftlichkeit liegt, während Innovationen eine nachgelagerte Rolle einnehmen. Obwohl ein Fokus auf den ROI in herausfordernden Zeiten verständlich ist, bremsen diesbezügliche Unsicherheiten die Unternehmen weiterhin bei der Umsetzung ihrer Digitalisierungsroadmap. Insbesondere hinsichtlich umfassender Investitionen in komplexe Technologien oder Digitalisierungsinitiativen, deren konkreter Nutzen schwer direkt quantifizierbar ist, erweist sich ein ausschließlich auf den ROI ausgerichteter Ansatz als nicht zielführend. Denn das Eingehen bestimmter Risiken ist unabdingbar, um die sich bietenden Chancen zu ergreifen. Jedoch gilt es nachdrücklich zu betonen, dass der Einsatz von Industrie-4.0-Technologien und insbesondere auch von Künstlicher Intelligenz nicht um jeden Preis geschehen sollte. Vielmehr ist stets eine sorgfältige Abwägung erforderlich, inwiefern der Sinn und Nutzen einer Anwendung in Relation zu den damit verbundenen Risiken und möglichen Nachteilen steht.

## **Ausblick**

Die Anwendung von KI wird unverzichtbar, um im Spannungsfeld zwischen zunehmender Komplexität, wachsendem Fachkräftemangel und steigenden Nachhaltigkeits-, Flexibilitäts- und Produktivitätszielen handlungs- und wettbewerbsfähig zu bleiben. Auch wenn China und die USA digital fortgeschrittener zu sein scheinen, ist es für Europa unabdingbar, sich mit den Potenzialen von Industrial AI auseinanderzusetzen und eventuelle Bedenken sachlich zu hinterfragen.

Obwohl Industrial AI in der DACH-Region und dem UK noch in den Anfängen steckt, können diese Regionen beträchtliche Potenziale erschließen, indem sie Hindernisse überwinden, und im Bereich der Industrie 4.0 weiterhin erhebliche Fortschritte erzielen. Die Unternehmen selbst können den Grundstein für einen schnellen Fortschritt legen, da zum jetzigen Zeitpunkt externe Regulatorik die Unternehmen nicht zu bremsen scheint.



# 4.0



## Weitere Informationen





## Abbildungen

Abb. 1: Verteilung der Befragten nach den Regionen	17
Abb. 2: Verteilung der Befragten nach der Unternehmensgröße	17
Abb. 3: Verteilung der Befragten nach Branche	18
Abb. 4: Verteilung der Befragten nach Fachabteilung	18
Abb. 5: Technologische Ausstattung entlang der gesamten Wertschöpfungskette	23
Abb. 6: Supply-Chain-Transparenz nach Regionen	23
Abb. 7: Verbreitung digitaler Abbilder	24
Abb. 8: Verbreitung von digitalen Abbildern nach Regionen.	25
Abb. 9: Reifegrad bei Automatisierung und autonomen Systemen	26
Abb. 10: Reifegrad bei Automatisierung und autonomen Systemen nach Regionen	27
Abb. 11: Status bei der IT-Sicherheit	28
Abb. 12: Reifegrad bei Datenanalysefähigkeiten	29
Abb. 13: Strategischer Industrie-4.0-Fokus der befragten Unternehmen	30
Abb. 14: Hemmnisse bei der Einführung von Industrie-4.0-Technologien	32
Abb. 15: Hemmnisse bei der Einführung von Industrie-4.0-Technologien nach Regionen	32
Abb. 16: Einsatz KI-basierter Lösungen nach Regionen	34
Abb. 17: Zufriedenheit mit dem Einsatz von KI-Projekten nach Regionen	35
Abb. 18: KI-Reifegrad in Unternehmen nach Regionen <sup>4</sup>	36
Abb. 19: Erwartung an zukünftige Auswirkungen von KI in Fertigungsprozessen	46
Abb. 20: Wichtigste Anwendungsbereiche von KI in Fertigungsprozessen	47
Abb. 21: Wichtigste Treiber für den Einsatz von KI in der Fertigung	50
Abb. 22: Datenverfügbarkeit und -qualität nach Regionen	56
Abb. 23: Wichtigste Hemmnisse für den Einsatz von KI in der Fertigung	57
Abb. 24: Ressourcenausstattung für KI-Projekte	60
Abb. 25: KI-Qualifikation von Mitarbeitenden nach Regionen	61
Abb. 26: Beauftragung externer Talente und Unternehmen für erforderliche KI-Fähigkeiten	61
Abb. 27: KI-Fähigkeiten von Unternehmen nach Regionen	64
Abb. 28: Einfluss der CIOs auf Industrie 4.0 und Industrial AI	68

## Credits

### Layout- und Grafikgestaltung:

[www.freiland-design.de](http://www.freiland-design.de)

### Bildrechte Adobe Stock:

Titel greenbutterfly // S. 14/15, 20/21 ttonaorh // S. 19  
onlyyouqj // S.25 Chesky // S.48 Westend61 // S. 70  
Andrey Popov // S. 74 Gorodenkoff

Industrie 4.0 Barometer 2024

Im Namen der MHP Management- und IT-Beratung:

„Vielen Dank an alle Teilnehmer:innen und Expert:innen für ihre Einschätzungen und Meinungen. Nur durch Ihre Unterstützung konnte die vorliegende Studie entstehen. Ein besonderer Dank gilt der Ludwig-Maximilians-Universität München für die erfolgreiche und stets produktive Zusammenarbeit.“

## Über das Unternehmen MHP

Als Technologie- und Businesspartner digitalisiert MHP seit 27 Jahren die Prozesse und Produkte seiner weltweit rund 300 Kunden in den Bereichen Mobility und Manufacturing und begleitet sie bei ihren IT-Transformationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Für die Management- und IT-Beratung steht fest: Die Digitalisierung ist einer der größten Hebel auf dem Weg zu einem besseren Morgen. Daher berät die Tochtergesellschaft der Porsche AG sowohl operativ als auch strategisch in Themenfeldern, wie beispielsweise Customer Experience und Workforce Transformation, Supply Chain und Cloud Solutions, Platforms & Ecosystems, Big Data und KI sowie Industrie 4.0 und Intelligent Products.

Die Unternehmensberatung agiert international, mit Hauptsitz in Deutschland und Tochtergesellschaften in den USA, Großbritannien, Rumänien und China. Über 4.500 MHPlerinnen und MHPler vereint der Anspruch nach Exzellenz und nachhaltigem Erfolg. Dieser Anspruch treibt MHP weiter an – heute und in Zukunft.

**MHP: DRIVEN BY EXCELLENCE.**

[mhp.com/newsroom](https://mhp.com/newsroom)



An aerial photograph of a winding asphalt road cutting through a dense, lush green forest. The road curves from the top right towards the bottom left. Two cars are visible: a dark-colored car on the upper straight section and a red car on the lower curved section. The text 'ENABLING YOU TO SHAPE A BETTER TOMORROW.' is overlaid in large, white, bold, sans-serif capital letters on the left side of the image.

**ENABLING  
YOU TO  
SHAPE  
A BETTER  
TOMORROW.**



