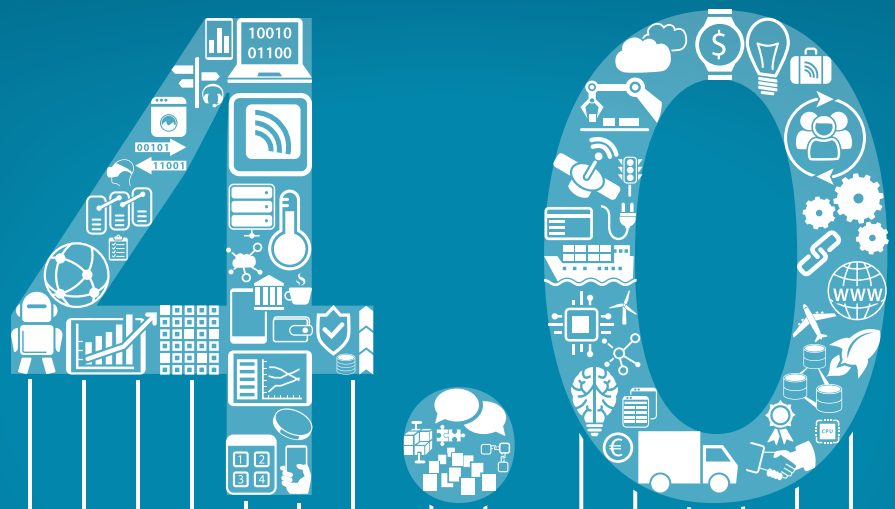
Fraunhofer



Bastian Pokorni, Jessica Mack, Roland Hall, Simon Schumacher

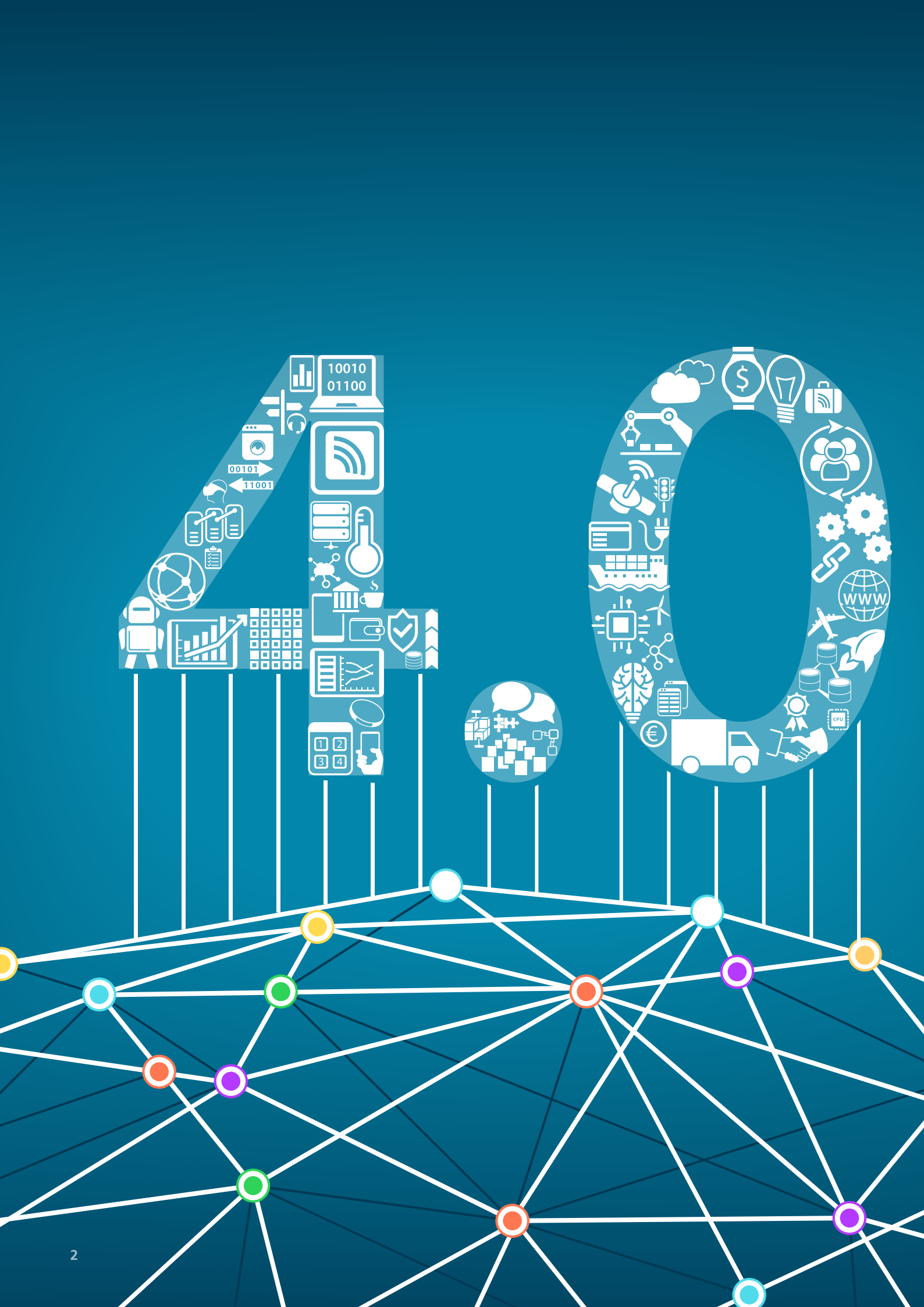
Industrie 4.0 konkret

Eine internationale Kurzstudie zu erfolgreichen Anwendungsfällen und Praktiken

Hrsg.: ALLIANZ Industrie 4.0 Baden-Württemberg

Gefördert durch:

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS


10010
01100
00101
11001
WWW
CPU

Inhalt

1. Einleitung **4**
1.1 Ausgangssituation 4
1.2 Ziele der Kurzstudie 5
1.3 Aufbau und Ablauf der Kurzstudie 5

2. Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret **7**

3. Studienergebnisse **10**
3.1 Unternehmen und Rahmenbedingungen 10
3.2 Industrie 4.0-Use-Cases 16
3.3 Auswertung 21
3.4 Umsetzungsbeispiele 27

4. Kurz & Knapp: Empfehlungen für die erfolgreiche Einführung von Industrie 4.0 . . . . . **33**

5. Zusammenfassung **36**

6. Ihr Weg zur Industrie 4.0-Reife **37**

Impressum **41**

1. Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die Wirtschaft überschreitet die Schwelle zur vierten industriellen Revolution und Digitalisierung beeinflusst bereits unser tägliches Leben, unsere Wirtschaft und unsere Arbeit. Dabei sind unterschiedlichste Bereiche des Alltags bereits stark durch Informations- und Kommunikationstechnologien geprägt. Mobiles Internet, Smartphones, Cloud und verteilte Zusammenarbeit haben hier in den letzten Jahren zu großen Veränderungen geführt. Der flächendeckende Einzug von Informations- und Kommunikationstechnologien in die Industrie ist bereits in vollem Gange und eine Abschwächung der Entwicklung ist nicht absehbar. Sie führt durch den vielschichtigen Einsatz des Internets der Dinge, mobiler Vernetzung und flexibler Robotik zu einer Neugestaltung ganzer Wertschöpfungsketten.

Industrie 4.0 hat in Deutschland dabei das Ziel, den Standort als Leitanbieter und Leitmarkt zu positionieren. Dies bietet auch besonders mittelständischen, exportorientierten Unternehmen aus dem Umfeld des Maschinen- und Anlagenbaus das Potential, sich als Vorreiter neuer innovativer Lösungen weltweit zu positionieren. Durch das Internet getrieben, wachsen die reale und virtuelle Welt immer weiter zu einem Internet der Dinge, Services und Menschen zusammen.

Die Industrie in Baden-Württemberg hat das Thema bereits aufgenommen und insbesondere Großunternehmen treiben die Digitalisierung ihrer Wertschöpfungsketten und ihres Leistungsangebots voran. (KI-)Anwendungsfälle, innovative industrielle Umsetzungslösungen, neue Produkt-/Service-Kombinationen und Geschäftsmodelle sind im Entstehen und zum Teil bereits im Einsatz. Vor diesem Hintergrund werden aktuell übergreifende Aufgaben wie die Schaffung von Standards, IT-Sicherheit, rechtliche Rahmenbedingungen, die Auswirkungen auf Arbeitsgestaltung, Arbeitsorganisation sowie Qualifikation und Beschäftigung diskutiert und ausgestaltet.

Der erfolgreiche Wettbewerb 100 Orte, der 2021 neu dazugekommene Wettbewerb »Talente 4.0« sowie die zugehörige Begleitung und Erweiterung in Form von Studien, zeigen die Stärke der Industrie in Baden-Württemberg auf und positionieren den Standort im Kontext von Wettbewerbsfähigkeit und Innovation.

1.2 Ziele der Kurzstudie

Bereits seit Herbst 2015 werden im Wettbewerb »100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg« herausragende Anwendungsbeispiele gesammelt, prämiert und veröffentlicht. Auf der Basis dieser initial ausgewählten Umsetzungsbeispiele, wird dieser online zugängliche Lösungsatlas kontinuierlich um weitere ausgewählte Lösungen erweitert und inzwischen auch um mindestens zwei Schwerpunktthemen pro Jahr ergänzt.

Als Orientierungshilfe für hiesige Betriebe, die sich für den Wettbewerb 100 Orte bewerben wollen, aber noch nicht genau wissen, ob ihre umgesetzten Lösungen zum Wettbewerb passen, entsteht eine »Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret«. In dieser Studie sollen Erfolgsrezepte der digitalen Transformation für baden-württembergische Unternehmen nutzbar gemacht werden.

1.3 Aufbau und Ablauf der Kurzstudie

Die Kurzstudie wurde im Zeitraum von Mai bis Dezember 2021 von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Fraunhofer-Gesellschaft durchgeführt. Methodisch wurden sequenziell eine Onlineumfrage in Deutsch und Englisch sowie anschließende optionale Experteninterviews genutzt. In den orangenen Kästen der Ergebnisinterpretation werden besonders internationale Unterschiede oder Gemeinsamkeiten bei den einzelnen Fragen hervorgehoben.

Die Beschreibung von Industrie 4.0-Use-Cases in dieser Kurzstudie orientiert sich an mehreren definierten Bereichen, die hier kurz beschrieben werden und in der untenstehenden Abbildung 1 schematisch dargestellt sind.

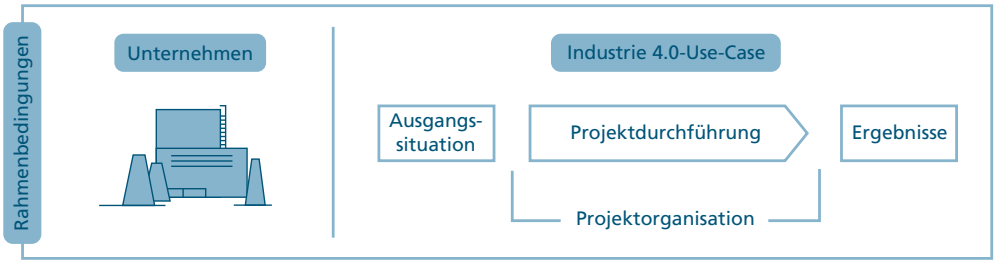


Abbildung 1: Orientierungsrahmen der Kurzstudie.

Bereich	Inhalt
Unternehmen	Angaben zum Unternehmen hinsichtlich. Branche, Zahl der Mitarbeitenden und Rolle der befragten Person
Rahmenbedingungen	Fragen zu den organisatorischen Rahmenbedingungen, die für die Umsetzung von Industrie 4.0-Use-Cases grundlegende Bedeutung besitzen
Industrie 4.0-Use Case	Kurze Beschreibung des Industrie 4.0-Use-Cases mit Bezeichnung, Beschreibung und weiteren Details
Ausgangssituation	Erfassung der Ausgangssituation vor Einführung des Use Cases
Projektdurchführung	Details zu wichtigen Charakteristika während der Durchführung der Verbesserungsmaßnahme
Projektorganisation	Begleitende organisatorische Spezifika während des Projektes
Ergebnisse	Erzielte Mehrwerte und Erkenntnisse aus der Umsetzung des Industrie 4.0-Use-Cases

Tabelle 1: Bereiche der Kurzstudie.

2. Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret

Für die Einordnung von Use Cases in thematische Kategorien wurde eine Themenlandkarte entwickelt. Die Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret beruht auf den Vorarbeiten aus dem Forschungsprojekt Future Work Lab, sowohl einem theoretischen Framework für kognitive Produktionsarbeit 4.0 als auch der praktischen Anwendung der Kategorien in der Demonstratorenwelt des Future Work Lab. Die Herleitung der acht Kategorien wurde in einer wissenschaftlichen Publikation ausführlich hergeleitet und veröffentlicht (siehe Seitenende).

Im folgenden Kapitel werden die im Rahmen der Kurzstudie erfassten Use Cases in der Themenlandkarte verortet. Darüber hinaus bietet die Themenlandkarte Unternehmen die Möglichkeit, sich mit eigenen Use Cases an der Themenkarte zu orientieren und eine koordinierte Entwicklung zu initiieren.

Veröffentlichung

Schumacher, S.; Pokorni, B.; Hall, R.; Bildstein, A.; Hämmerle, M.: Development of a Practical Orientation Guide with Industrie 4.0-Use Cases for Industrial Manufacturers. In: Herberger, D.; Hübner, M. (Eds.): Proceedings of the 2nd Conference on Production Systems and Logistics (CPSL 2021). Hannover : Institutionelles Repositorium der Leibniz Universität Hannover, 2021, S. 319-328. DOI: https://doi.org/10.15488/11293

THEMENL
INDUSTRIE 4

MENSCH-ROBOTER KOLLABORATION

- Einfache Roboterprogrammierung
- Mensch-Roboter-Kollaboration am Großroboter
- MonSiKo
- Kollege Roboter

KI IN DER PRODUKTION

- Affective Computing
- Data Science Track
- AR-gestützte Montage
- Intelligente Personaleinsatzplanung
- Exklärbare ki: xAI
- KI gestützte IT-Sicherheit

DIGITALE ASSISTENZ

- App4Quality
- FlexNote
- KPI-Dashboard für Meister
- Digitale Arbeitsorganisation
- Gemba Walk App
- Servicebasierte Mitarbeiterassistenz
- Molekulare Montage
- Kamerabasierte Montageassistenz
- Schichtplanung per App
- Assistierte Montage
- Adaptives HMI
- Digitalisierte Produktionssteuerung
- Automatisierte Montageplanung mit AR-Visualisierung

VIRTUELLE ENTWICKLUNG UND PLANUNG

- Extended Workdesk
- Industrial Holodeck
- Projection Table
- VRcademy
- Digital Industrial Engineering @Shopfloor Level

ERGONOMIE UND SICHERHEIT

- Adaptiver Arbeitsplatz
- Live-Visualisierung Ergonomie & Belastung
- Automatische Szenenanalyse zur Unfallerkennung
- Aktive Unfallprävention
- Stuttgarter Exo-Jacket

INTELLIGENTE MASCHINEN UND PROZESSE

- Learning with Machines
- Track & Trace in der Montage
- Digitaler Zwilling im technischen Service
- Vernetzte Zerspanprozesse
- ThirdAI – Programmierfreie Bilderkennung

ANDKARTE
4.0 KONKRET

VERNETZTES PRODUKTIONSSYSTEM

- MES-as-a-Service
- Echtzeit Datenvisualisierung
- Mobile Mehrmaschinenbedienung
- Fähigkeitsbasierte Vernetzung
- Regelbasierte Vernetzung mit MIALinx
- Vernetzte Montage
- Smart Localization
- Virtual Fort Knox
- Lean DA – Annotations Assistent
- Plug&Play Datenaufnahme und Prozessoptimierung

QUALIFIZIERUNG UND LERNEN AM ARBEITSPLATZ

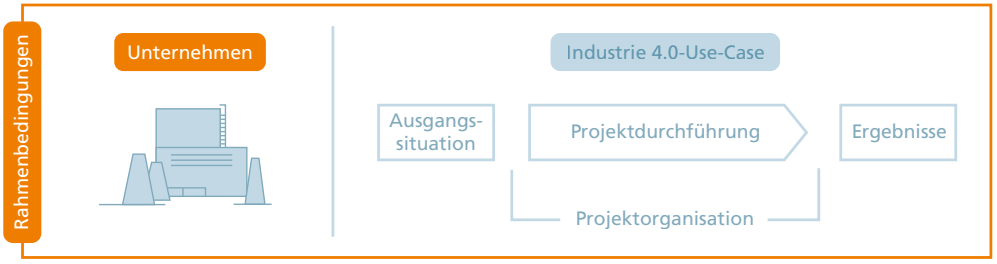
- AMBOS Open Source Montageassistenz
- Qualifizierung mit Lernvideos
- linc – Der kleinste Seminarraum der Zukunft

Abbildung 2: Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret mit Beispiel-Use Cases aus dem Future Work Lab.

3. Studienergebnisse

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse sind gemäß den oben beschriebenen Bereichen der Studie strukturiert.

3.1 Unternehmen und Rahmenbedingungen



An der vorliegenden Studie haben 17 Unternehmen aus 9 verschiedenen Ländern teilgenommen (siehe Abbildung 3).

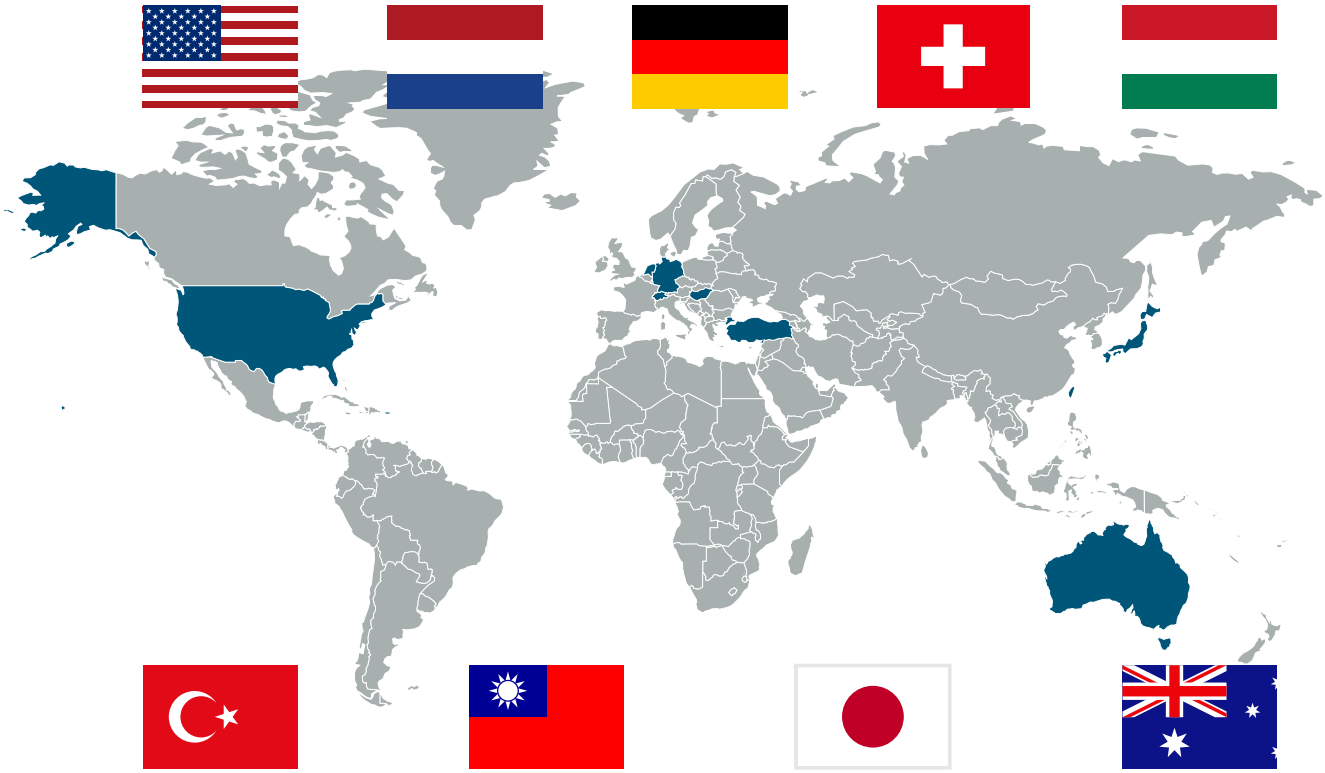


Abbildung 3: Vertretene Nationen in der Kurzstudie.

Die teilnehmenden Unternehmen der Studie erstrecken sich über elf verschiedene Branchen. Die am häufigsten vertretenen Branchen waren mit jeweils vier Antworten die Elektro-, Energie- oder Medizintechnik und der Maschinen- und Anlagenbau. Gefolgt von der Softwaretechnik und der Automobilindustrie mit jeweils drei Antworten (siehe Abbildung 4).

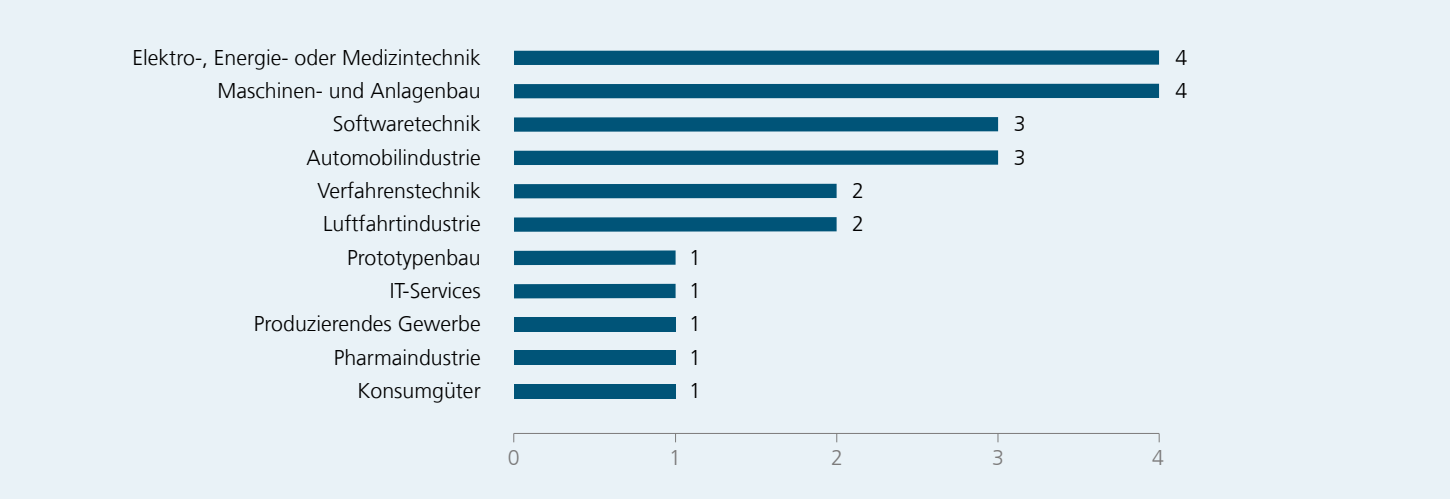


Abbildung 4: In welcher Branche ist Ihr Unternehmen hauptsächlich tätig? (n=17; Mehrfachnennungen möglich)

Auch hinsichtlich der Unternehmensgröße wurde ein breites Spektrum an Unternehmen erfasst. Die meisten Teilnehmenden sind in Unternehmen tätig, die mehr als 5000 und weniger als 50 Mitarbeitende beschäftigen (siehe Abbildung 5).

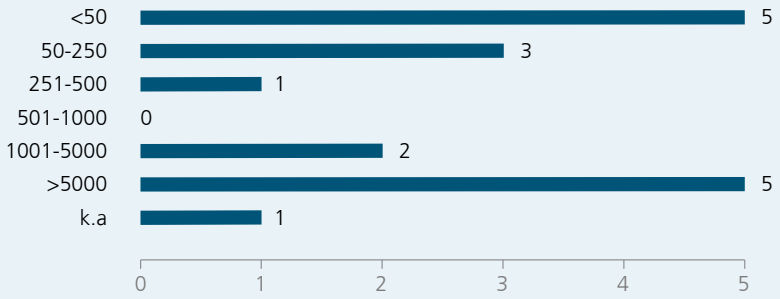


Abbildung 5: Wie viele Mitarbeitende sind in Ihrem Unternehmen tätig? (n=17)

Bezüglich ihrer hierarchischen Position ist der überwiegende Anteil der befragten Personen dem Management der Unternehmen zuzuordnen. Die Antworten »Geschäftsführung«, »Bereichsleitung« und »Angestellter in leitender Position« ergeben, wie Abbildung 6 zeigt, in Summe fast 90 Prozent der Antworten.

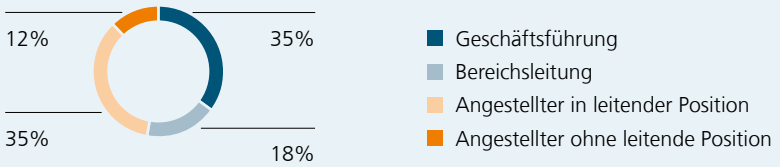


Abbildung 6: Welche Position im Unternehmen haben Sie inne? (n=17)

Im Bereich der **generellen Rahmenbedingungen** wurden von den Teilnehmenden verschiedene Aspekte abgefragt, welche für die Umsetzung von Industrie 4.0-Use-Cases grundlegende, projektübergreifende Bedeutung besitzen.

Motivation zur Industrie 4.0 Umsetzung

Betrachtet man die Motivation der teilnehmenden Unternehmen hinter der Auseinandersetzung mit Industrie 4.0, findet sich ein international vergleichbares Meinungsbild wieder: Von prominenter Bedeutung scheinen für die Industrie 4.0 Umsetzung die klassischen Zieldimensionen Zeit-Kosten-Qualität zu sein. Auch übergeordnete Zielsetzungen wie die Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit werden als Gründe für die Umsetzung von Industrie 4.0 vielfach angegeben. Des Weiteren motivieren die Steigerung der Ressourceneffizienz sowie die Verbesserung von Robustheit und Flexibilität international zur Umsetzung von Industrie 4.0. Darüber hinaus zeichnet sich im Meinungsbild ein breites Spektrum an Gründen zur Auseinandersetzung mit Industrie 4.0 ab. Alle vorgegebenen Antwortmöglichkeiten wurden zumindest einmal ausgewählt (siehe Abbildung 7).

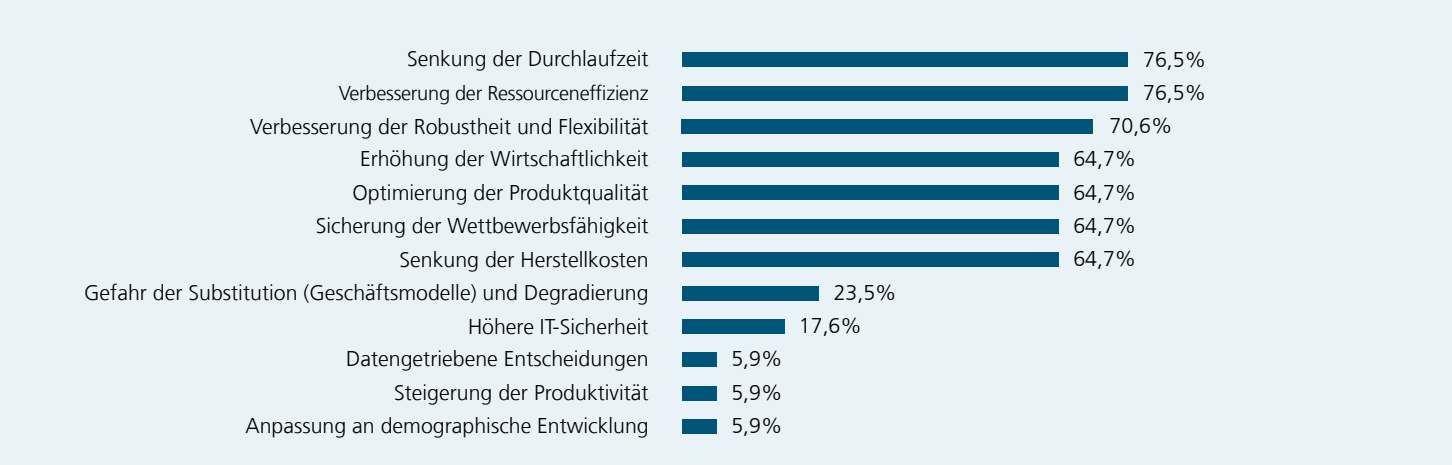


Abbildung 7: Warum setzen Sie Industrie 4.0 in Ihrem Unternehmen um? (n=17; Mehrfachnennungen möglich)

Kompetenzen für die Digitale Transformation

Neben der Motivation scheint auch eine zentrale Herausforderung der Digitalen Transformation internationale Gültigkeit zu besitzen: Die Verfügbarkeit der notwendigen Kompetenz. Nur fünf der 17 befragten Unternehmen sehen in ihrem Unternehmen die notwendige Kompetenz für die digitale Transformation vorhanden. Bei Verschiebung des Betrachtungsfokus vom eigenen Unternehmen auf das ganze Land sehen die deutschen und deutschsprachigen Unternehmen ihr Land gut aufgestellt. Alle deutschsprachigen Teilnehmenden sehen ihre Länder (Deutschland und Schweiz) mit genügend Digitalisierungskompetenz ausgestattet. Dieser Auffassung sind im englischsprachigen Teilnehmerfeld fünf von zwölf Teilnehmenden (jeweils eine Antwort aus den USA, Ungarn, Australien, Japan, Niederlande).

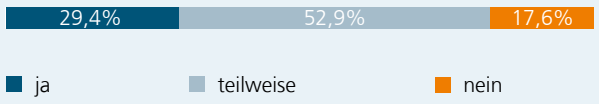


Abbildung 8: Sind Sie der Meinung genügend Digitalisierungskompetenz in Ihrem Unternehmen zu haben? (n=17)

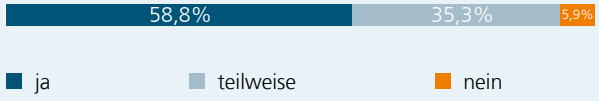


Abbildung 9: Sind Sie der Meinung genügend Digitalisierungskompetenz in Ihrem Land zu haben? (n=17)

Akzeptanz der Mitarbeitenden bzgl. neuer Technologien

Die Teilnehmenden der Studie schätzen die Akzeptanz ihrer Mitarbeitenden für neue Technologien überwiegend »eher hoch« (4 Antworten), »hoch« (9 Antworten) oder »sehr hoch« (2 Antworten) ein. Zwei Antworten der englischsprachigen Teilnehmenden lauten »eher gering«.

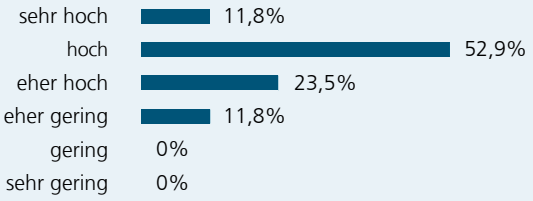


Abbildung 10: Wie würden Sie die Akzeptanz Ihrer Mitarbeitenden bzgl. neuer Technologien einschätzen? (n=17)

Strategisch relevante Technologiebereiche der nächsten Jahre

Automatisierung und Echtzeit-Netzwerke ergeben sich aus den Antworten der Teilnehmenden als wichtigste Technologiebereiche der kommenden Jahre – gefolgt von Robotik, Internet of Things, Digitalem Schatten und Big Data.

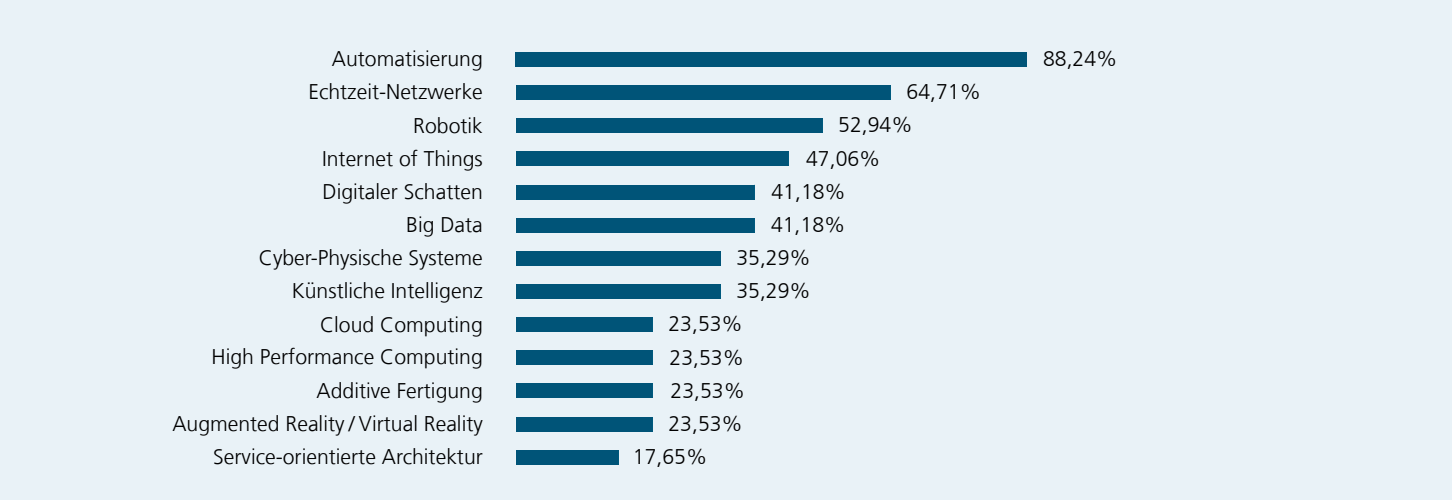


Abbildung 11: Welche Technologiebereiche haben für Sie strategische Priorität in den nächsten Jahren? (n=17; Mehrfachnennungen erlaubt)

Digitaler Schatten und Cyber-Physische Systeme sind dabei für die deutschen Teilnehmenden von größerer Bedeutung als für die internationalen Teilnehmenden. Umgekehrt sieht das Meinungsbild zu den Technologiebereichen Internet of Things und Big Data aus. Diesen messen die internationalen Teilnehmenden häufiger strategische Relevanz bei als die deutschen Teilnehmenden.

Standardisierte Vorgehensweise zur Einführung von Industrie 4.0-Use-Cases

Standardisierte Vorgehensweisen zur Einführung von Industrie 4.0-Use-Cases sind im Teilnehmerfeld der vorliegenden Studie nicht durchgängig etabliert. Nur sechs der 17 befragten Unternehmen verfolgen ein entsprechendes Vorgehen.

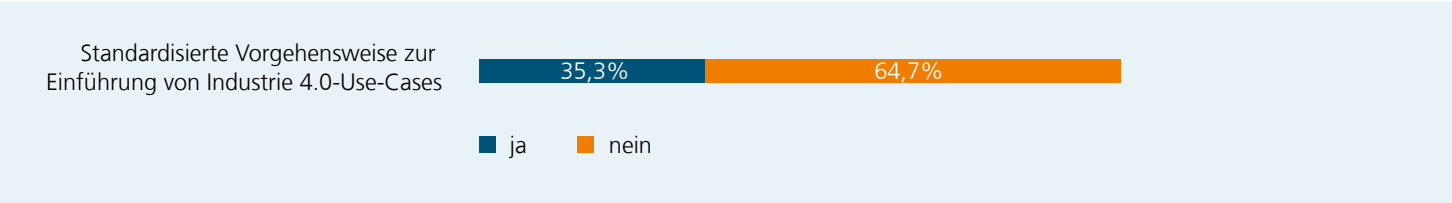
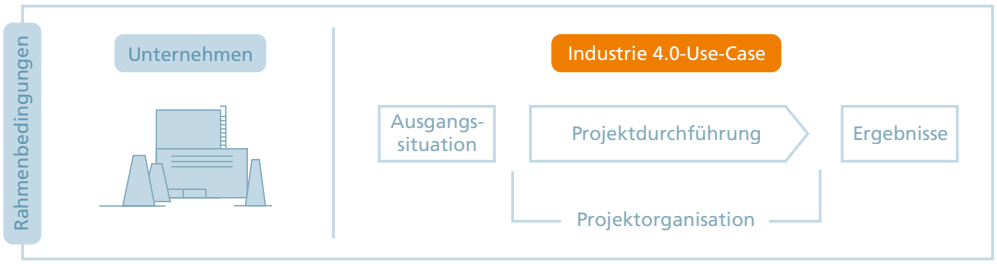


Abbildung 12: Haben Sie in Ihrem Unternehmen eine standardisierte Vorgehensweise zur Einführung von Industrie 4.0-Use-Cases? (n=17)

3.2 Industrie 4.0-Use-Cases



An dieser Kurzstudie haben 17 produzierende Unternehmen teilgenommen. Ein Unternehmen hat die allgemeine Vorgehensweise ohne Bezug zu einem konkreten Industrie 4.0-Use Case geschildert. Die folgenden Auswertungen beziehen sich auf die 16 vollständig beschriebenen Industrie 4.0-Use-Cases. Neben der Beschreibung wurden die Industrie 4.0-Use-Cases von den Unternehmen auch in die Kategorien der Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret eingeteilt. Dabei wurde den Unternehmen die Mehrfachzuweisung des Industrie 4.0-Use-Cases zu Kategorien der Themenlandkarte freigestellt. Die Häufigkeit der genannten Themenbereiche ist in Abbildung 13 dargestellt.

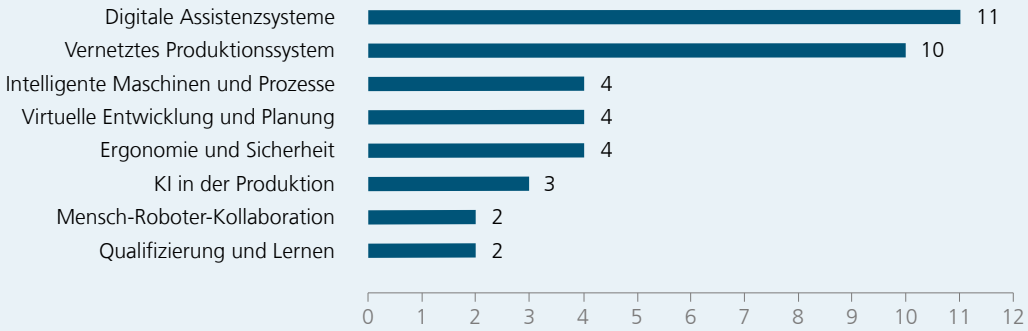


Abbildung 13: Anzahl Industrie 4.0-Use-Cases je Themenbereich. (n=16; Mehrfachnennung möglich)

Die Auswertung der genannten Themenbereiche zeigt eine deutliche Häufung der Industrie 4.0-Use-Cases mit Zuordnung zu den Themenbereichen »Digitale Assistenzsysteme« und »Vernetztes Produktionssystem« mit elf bzw. zehn Zuordnungen. Darüber hinaus wurde jeder Themenbereich von mindestens einem Industrie 4.0-Use Case aus der Kurzstudie adressiert. Dieses Ergebnis zeigt die Themenvielfalt der Use Cases aus dieser Kurzstudie und deren Fokussierung auf die zentralen Industrie 4.0-Themenbereiche Vernetzung und digitale Assistenz. Für die Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret kann festgehalten werden, dass die erste Anwendung in dieser Kurzstudie die Eignung als Orientierungshilfe und thematische Landkarte bestätigt.

Um die Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret noch einmal aufzugreifen, wurden die einzelnen Industrie 4.0-Use-Cases in ihrer jeweiligen Hauptkategorie verortet und in Abbildung 14 visualisiert. Durch die Eins-zu-Eins-Zuordnung mit der jeweiligen Hauptkategorie bleiben einige Themenbereiche wie »Künstliche Intelligenz in der Produktion« frei. Dies heißt nicht, dass hier kein Beitrag existiert, sondern, dass die drei Use Cases unter Einbezug von Künstlicher Intelligenz einer anderen Hauptkategorie zugeordnet wurden. In der Abbildung werden die von den teilnehmenden Unternehmen selbst vergebenen Kurztitel der einzelnen Industrie 4.0-Use-Cases genannt, was weiteren Kontext für die mögliche inhaltliche Ausgestaltung der Themenbereiche gibt.

THEMENL
INDUSTRIE 4

MENSCH-ROBOTER KOLLABORATION

KI IN DER PRODUKTION

DIGITALE ASSISTENZ

- Schlanke und digitale Verpackungsanleitung
- Digitale Assistenzsysteme in der Montage
  Visual Earnings
- Produktions-Dashboard in Echtzeit
- Visualisierung von Performance-Kennzahlen in Echtzeit

VIRTUELLE ENTWICKLUNG UND PLANUNG

- Unternehmensweite Ressourcennutzung

ANDKARTE
4.0 KONKRET

ERGONOMIE UND SICHERHEIT

- Automatisiertes Tracking von Vitaldaten

INTELLIGENTE MASCHINEN UND PROZESSE

- Automationssystem as a Service
- Weltweite Dekarbonisierung durch Energieeinsparungen

QUALIFIZIERUNG UND LERNEN AM ARBEITSPLATZ

- Globaler Remote-Support

VERNETZTES PRODUKTIONSSYSTEM

- Intelligente FTS in der Produktion und Logistik
- Vernetzter digitaler Montage-Guide
- Vernetzte SCADA-Datenanalyse für OEE-Optimierung
- Digitale Kundenintegration in Produktionsprozesse

Abbildung 14: Einordnung der Industrie 4.0-Use-Cases aus der Kurzstudie in der Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret.

Industrie 4.0 beruht vorrangig auf dem Einsatz neuer Technologien, beispielsweise neuer Informations- und Kommunikationstechnologien. Teil von Industrie 4.0 ist aber auch der Einsatz von diesen Technologien im Arbeits- und Produktionssystem mit Menschen. Die Umsetzungen können somit mensch- und technikzentriert sein. Mit einer spezifischen Fragestellung wurden die teilnehmenden Unternehmen gefragt, ob ihr Industrie 4.0-Use Case eher mensch- oder technikzentriert sei. Die Antworten zeigen, dass keiner der 16 Use Cases rein mensch- oder technikzentriert ist. Die Verteilung der 16 Use Cases ergibt ein geteiltes Bild. Es gibt vier Industrie 4.0-Use-Cases, die als deutlich technikzentriert eingestuft wurden. Diese Umsetzungen stammen aus Taiwan (2), den USA und Australien. Der menschzentrierteste Industrie 4.0-Use Case kommt von einem deutschen produzierenden Unternehmen. Weitere 11 Use Cases sind in den beiden mittleren Stufen als sowohl mensch- als auch technikzentriert eingestuft. Die Einordnung der Industrie 4.0-Use-Cases wird in Abbildung 15 verbildlicht.

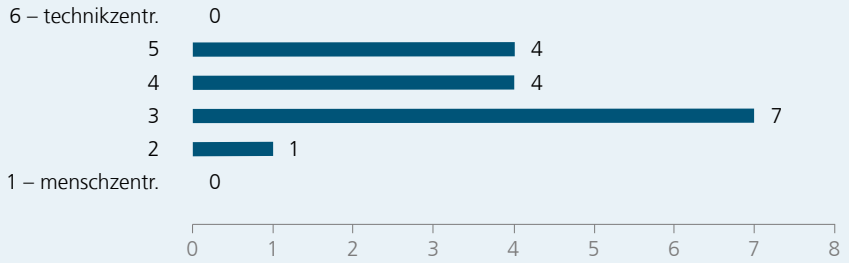


Abbildung 15: Ist Ihr Industrie 4.0-Use Case eher mensch- oder technikzentriert? (n=16)

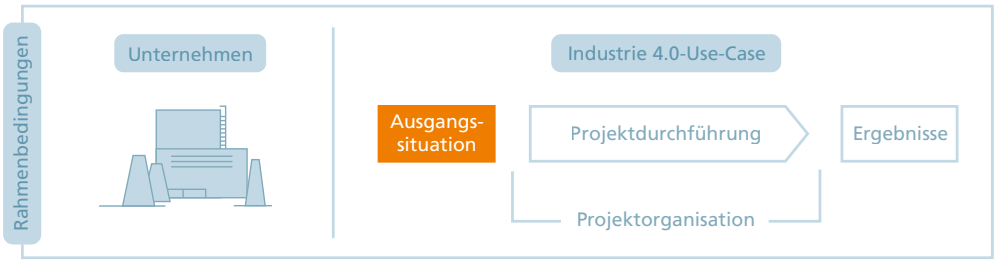
Teilnehmende aus dem deutschsprachigen Raum mit eher menschzentrierten Umsetzungen.

Teilnehmende aus Asien, Ozeanien und USA liegen eher im technikzentrierten Bereich, besonders die untersuchten Industrie 4.0-Use-Cases aus Taiwan sind sehr technikzentriert.

3.3 Auswertung

In diesem Abschnitt werden die Industrie 4.0-Use-Cases in den vier Bereichen Ausgangssituation, Projektdurchführung, Ergebnisse und Projektorganisation ausgewertet. Dabei werden die Verteilungen der einzelnen Einstufungen durch die Teilnehmenden der internationalen Kurzstudie komprimiert dargestellt und ausgewertet.

Ausgangssituation



Die Unternehmen wurden zu ihrem Industrie 4.0-Know-how vor der Umsetzung des beschriebenen Use Cases befragt. Dabei wird deutlich, dass das Know-how vieler Unternehmen vorab relativ gering war. Das ist charakteristisch für Pionierunternehmen, die mit den ersten Umsetzungen sehr große Lernsprünge hinsichtlich Industrie 4.0 erzielen konnten. Die Verteilung in Abbildung 16 zeigt darüber hinaus, dass beide Extreme unter den 16 Unternehmen vertreten sind. Neun Unternehmen berichten von vorab sehr geringem bzw. geringem Know-how. Allerdings sind auch vier Unternehmen in dieser Kurzstudie untersucht worden, die sich selbst ein relativ hohes Industrie 4.0-Know-how vor der Umsetzung attestiert haben. Im internationalen Kontext wird die Selbsteinstufung hinsichtlich des Industrie 4.0-Know-how auch dadurch beeinträchtigt, dass nicht in jedem Land Industrie 4.0 ein weit verbreiteter und etablierter Begriff ist. Teils laufen entsprechende Initiativen mit leicht anderer Auslegung unter den Begriffen Industrial Internet of Things oder Advanced Manufacturing.

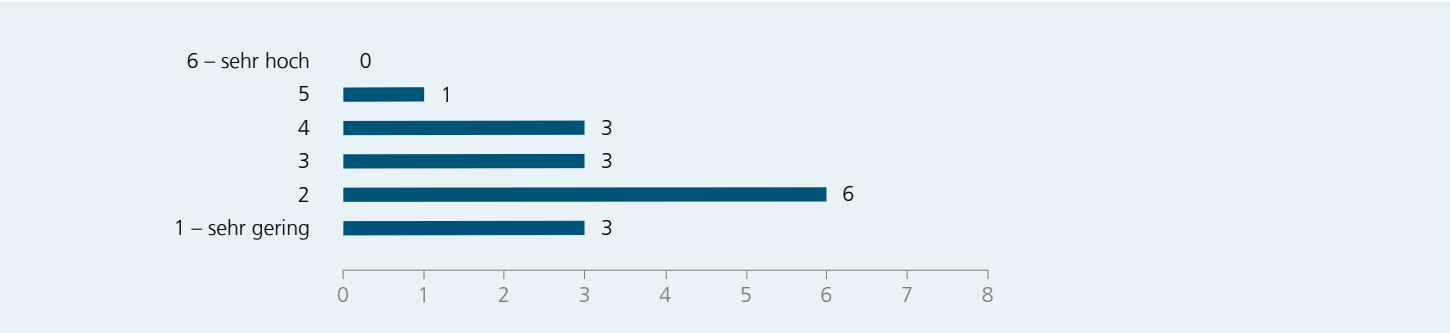


Abbildung 16: Wie hoch war das Know-how zu Industrie 4.0 vor der Use Case-Umsetzung? (n=16)

Darüber hinaus wurde von den Unternehmen abgefragt, ob vorab schon Industrie 4.0-Use-Cases im selben oder in anderen Unternehmensbereichen umgesetzt werden konnten. Von den 16 untersuchten Unternehmen haben mit fünf nur knapp ein Drittel schon vorab einen Industrie 4.0-Use Case im selben Bereich umgesetzt. Über zwei Drittel der Unternehmen beschreiben in der Studie die erste Industrie 4.0-Umsetzung in diesem Unternehmensbereich. Dies ist eine interessante Nebenbedingung für die Auswertung der Projektdurchführung und -organisation, weil diese Unternehmen damit auch ihre ersten Erfahrungen und Fehler aus dieser Umsetzung berichten. In anderen Unternehmensbereichen hatte genau die Hälfte der teilnehmenden

Unternehmen schon einen Industrie 4.0-Use Case umgesetzt. Aus der Auswertung beider Fragen wird deutlich, dass mehrere Unternehmen nur eine der beiden bisherigen Umsetzungen im selben oder in einem anderen Bereich bestätigen. Dies zeigt auch, dass in vielen Unternehmen eine gewisse Wissensbasis zu Industrie 4.0-Umsetzung vorhanden gewesen zu sein scheint. Die prozentuale Verteilung der vorherigen Industrie 4.0-Umsetzungen wird in Abbildung 17 dargestellt.

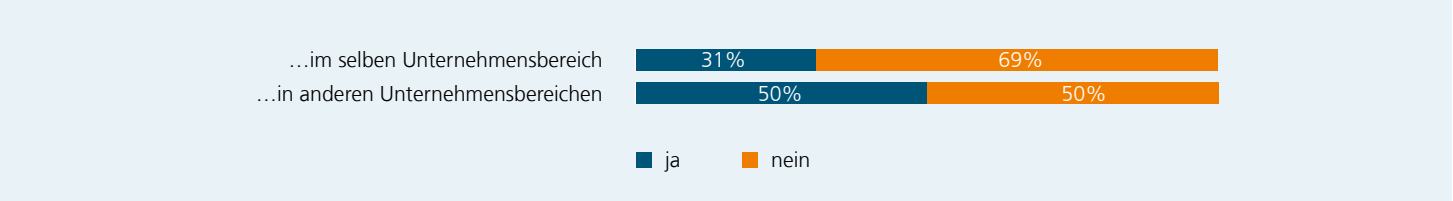
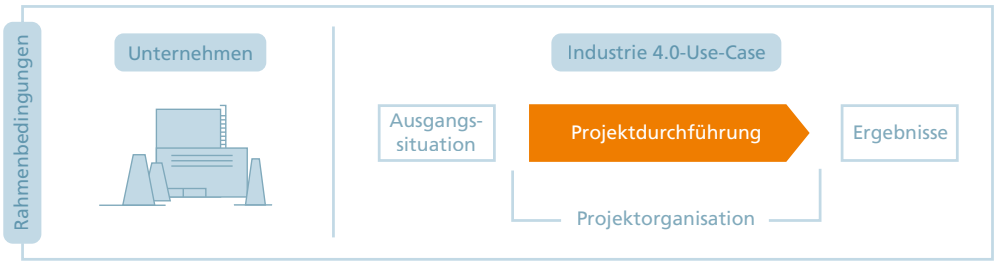


Abbildung 17: Wurden bereits Industrie 4.0-Use-Cases im selben/in anderen Unternehmensbereichen realisiert? (n=16)

Projektdurchführung



Die Dynamik einer Projektanbahnung und -durchführung ist stark davon abhängig, wie schnell Entscheidungen getroffen werden können. Einer der vielen möglichen Indikatoren ist hierbei wie viele Genehmigungsstufen für Entscheidungen und Beschlüsse in Bezug auf Industrie 4.0-Use-Cases durchlaufen werden müssen. Mehr als die Hälfte der internationalen Teilnehmenden hat weniger als zwei Stufen bzw. kann sogar selbst ein Industrie 4.0-Projekt starten. Die Befragten waren in führender Position, die Unternehmensgröße oder die Höhe des verwendeten Invests (< 10 000 USD bis > 1 Mio USD) spielten bei der Antwort keine Rolle.

Kosten für die Use-Case-Verwirklichung

Generell waren die Kosten der hier betrachteten Use Cases unterschiedlich hoch. Auffällig ist, dass im deutschsprachigen Raum (D, CH) im Schnitt weniger investiert wurde, mit einer Ausnahme (< 10 000 USD). Im Vergleich dazu wurde in Taiwan und USA stets mehr als eine Million USD eingesetzt. Es ist jedoch nicht überraschend, dass in zwei von drei Fällen, in denen eine Million USD oder mehr investiert wurde, die Kosten als zu hoch empfunden wurden.

Geringere Investitionshöhe im deutschsprachigen Raum.

Höhere Projektbudgets bei Teilnehmenden aus USA und Taiwan.

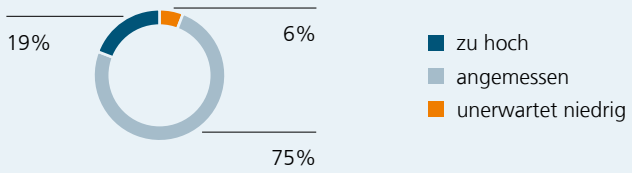


Abbildung 18: Kosten für Use-Case-Verwirklichung waren ... (n=16)

Selbstgemacht ist es am besten – besonders international
Die Mehrheit der Industrie 4.0-Use-Cases waren im internationalen Raum Eigenentwicklungen. Aus Deutschland und der Schweiz kommen vier der fünf Antworten zum Zukauf.

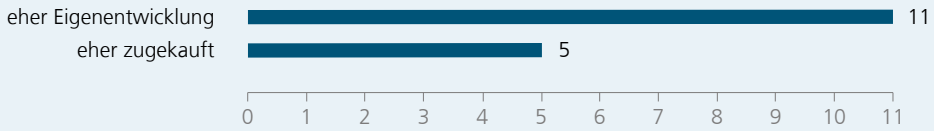


Abbildung 19: Die Lösung ist ... (n=16)

Lösungen von externen Anbietern besonders in Deutschland und Schweiz.
Mehr Eigenentwicklung unter den internatioalen Teinehmenden.

Bei der Frage, welche externen Partner im Projekt eingebunden waren, ist ersichtlich, dass gerade bei den Eigenentwicklungen die Zulieferer eingebunden wurden. Forschungseinrichtungen oder Berater sind ebenfalls häufiger bei der Projektdurchführung dabei. Keine Rolle spielten für die Befragten die Einbeziehung von Gewerkschaften.

Agile Methoden eher etabliert bei Unternehmen mit hoher Digitalkompetenz (frühzeitige Anwender/Innovators)
Agile Methoden gehören ebenso wie Industrie 4.0 zu den Trendthemen in der Industrie. Die Teilnehmenden wurden gefragt, ob sie zu der Umsetzung des Industrie 4.0-Use-Cases agile Methoden angewendet haben. Im Diagramm zu sehen ist eine 50 : 50 Verteilung. Unternehmen mit einer besonders hohen Digitalkompetenz im internationalen Vergleich gaben an, grundsätzlich agile Methoden anzuwenden.

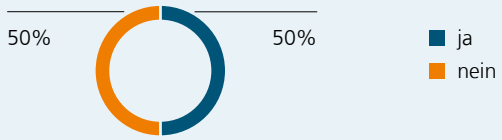
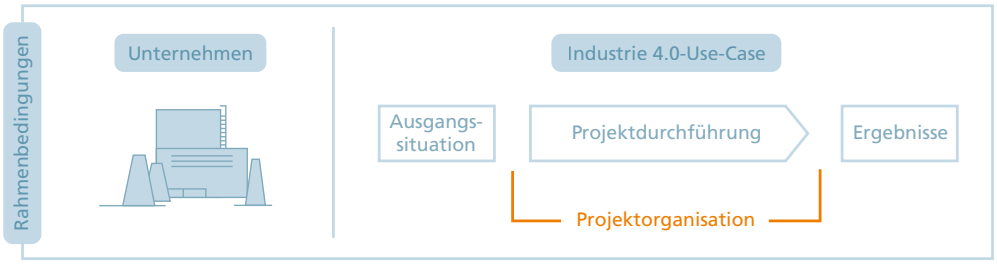


Abbildung 20: Einsatz von agilen Methoden bei der Umsetzung. (n=16)

Projektorganisation



Neben den einzelnen Ergebnissen, den Use Cases, wurde in der Umfrage die vorhandene Projektorganisation erfragt. Die Idee bzw. der Anstoß für Industrie 4.0-Projekte kommt zu drei Vierteln aus dem Management oder aus den Fachabteilungen. Ein schweizer Unternehmen gab an Ideen und Initiativen von den direkten Mitarbeitenden erhalten zu haben.

Überschaubare Teamgröße und Industrie 4.0-Teams im Einsatz
Die Projektteams sind meist zwischen 2 bis 5 Personen groß. Hier spielt es keine Rolle, ob eine Digitalisierungsabteilung besteht oder wie groß das Unternehmen insgesamt ist. Dezidierte Industrie 4.0-Teams gibt es außerhalb des deutschsprachigen Raumes deutlich häufiger. Auffällig ist auch, dass genau dort, wo solche Teams zum Einsatz kommen, auch die späteren Nutzenden, meist in der Planungsphase, eingebunden werden. Ein Grund dafür kann sein, dass die Teammitglieder aus den Industrie 4.0-Teams nicht im späteren Anwendungsbereich arbeiten. Ein anderer Grund, dass diese Teams eigene Standards entwickelt haben und die Vorteile einer Mitarbeitereinbindung und -information erkennen konnten. Weiter ist herauszustellen, dass die Umfrageteilnehmer aus der Schweiz und Deutschland stets ihre Mitarbeitenden einbinden, unabhängig davon, ob es Industrie 4.0-Teams im Unternehmen gibt oder nicht.

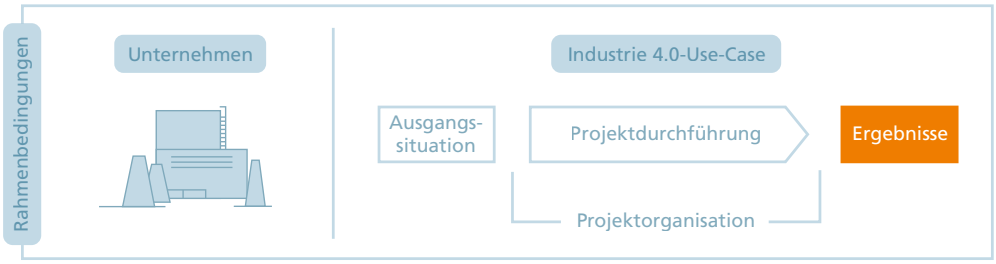
Industrie 4.0-Teams häufiger bei Befragten im Ausland zu finden.

Mehr Mitarbeitereinbindung – längere Laufzeit?
Interessant ist auch zu sehen, dass die Umsetzungsdauer bei einer Mitarbeitereinbindung eher länger als ein Jahr ist. Dies kann neben der intensiven Zusammenarbeit auch an dem Wesen des Use Cases liegen, bzw. an dessen Umfang und Komplexität. Dass die Einbindung einen negativen Einfluss auf die Projektlaufzeit hat, kann auf Basis der vorliegenden Daten nicht direkt geschlossen werden.

Hohe Mitarbeitereinbindung bei befragten deutschen und schweizer Unternehmen.

Keine bei den Teilnehmenden aus Japan und der Türkei.

Ergebnisse



Industrie 4.0 – was bringt es?
Beim Nutzen des Industrie 4.0-Use-Cases steht fest: Durchlaufzeitreduzierung, Kostensenkung und die Steigerung der Prozessqualität sind bei den meisten Unternehmen messbar. Daneben wurden auf die Frage nach weiteren Nutzen Punkte wie bessere Informationsbereitstellung, effizientere Prozesse und höhere Datentransparenz genannt.

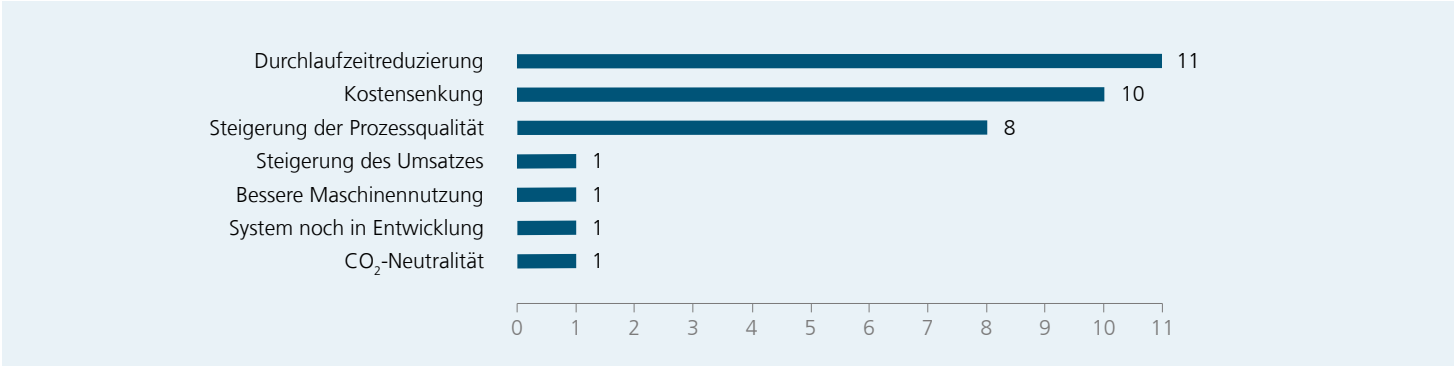


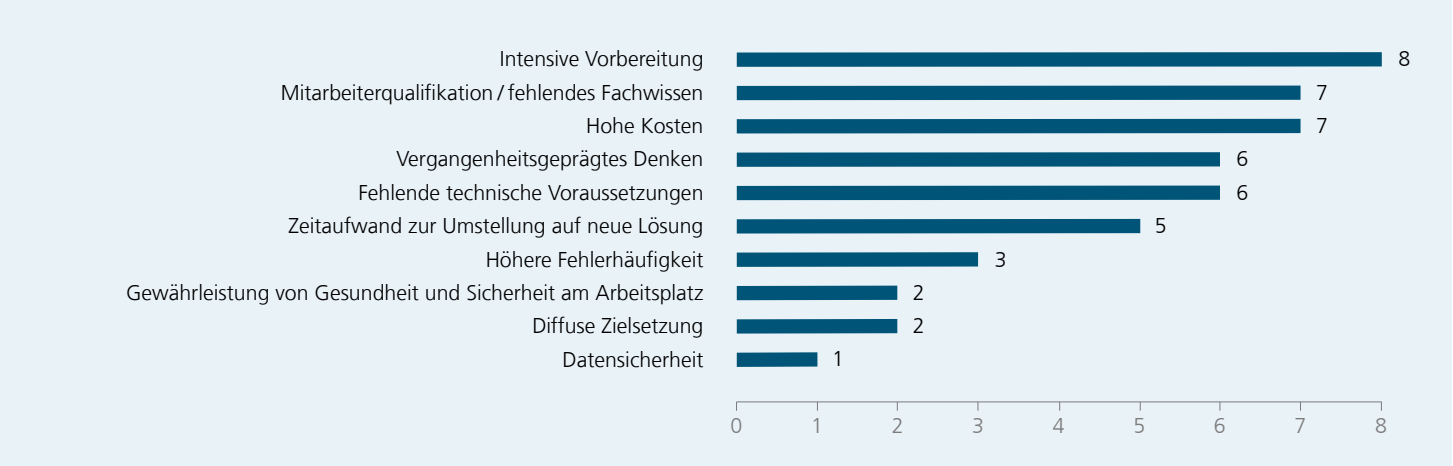
Abbildung 21: Wirtschaftlicher Nutzen durch Einführung des Industrie 4.0-Use-Cases. (n=17, Mehrfachnennung möglich)

Intensive Vorbereitung ist auf Platz eins der meistgenannten Hemmnisse. Sie spielte vor allem eine Rolle, bei Unternehmen mit folgenden sonstigen Parametern:

- einer Teamgröße von 2 bis 5 Personen,
- einer selbsterarbeiteten Lösung, dessen Anstoß aus der Fachabteilung/Management kommt,
- einem geringen Industrie 4.0 Know-how, obwohl bereits zuvor Industrie 4.0-Use-Cases in anderen Bereichen verwirklicht wurden.

Als weiteres Hemmnis ist die Mitarbeiterakzeptanz zu nennen. Hier ist kein Zusammenhang zu erkennen zwischen der fehlenden Mitarbeiterakzeptanz und der Mitarbeitereinbindung oder der Zusammenarbeit mit Gewerkschaften. Auch Unternehmen, die die digitalen Kompetenzen ihrer Mitarbeitenden als gut oder sehr gut eingeschätzt haben, haben hier Überzeugungsarbeit zu leisten.

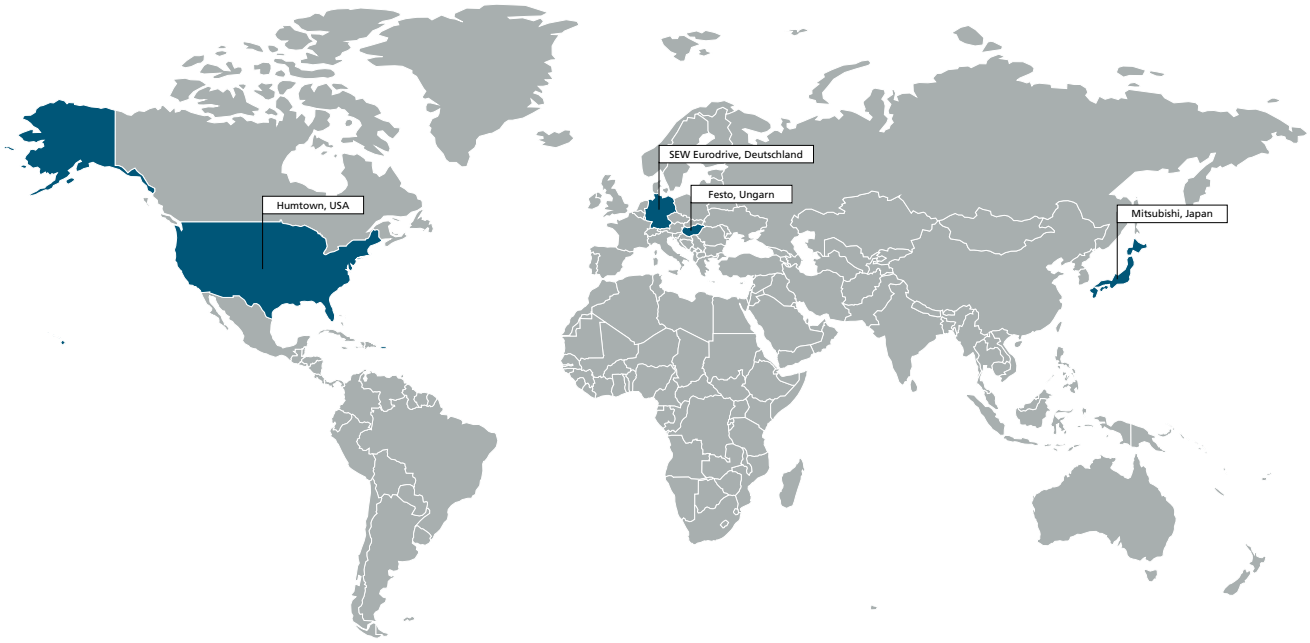
Hohe Kosten waren besonders dort ein Hemmnis, wo auch viel investiert wurde, obwohl die Kosten für die Umsetzung per se nicht als zu hoch eingeschätzt worden sind. *Abbildung 22:*



Hemmnisse bei der Einführung des Industrie 4.0-Use-Cases.
(n=16; Mehrfachnennung möglich)

3.4 Umsetzungsbeispiele

Im internationalen Vergleich zeigen sich deutliche Unterschiede in der Vorgehensweise und Umsetzung von Industrie 4.0-Use-Cases. Erfolgreiche Anwendungen werden teils auf sehr unterschiedliche Art und Weise implementiert. Auch die Rahmenbedingungen der Länder, Regionen und Unternehmen unterscheiden sich deutlich. Zur Veranschaulichung einzelner Erfolgsrezepte werden diese im Folgenden in Form von Umsetzungsbeispielen zusammengefasst und als Beispiele präsentiert. Tabelle 2 zeigt die Übersicht der vorgestellten Umsetzungsbeispiele.



Land	Deutschland	USA	Japan	Ungarn
Unternehmen	SEW-Eurodrive	Humtown Products	Mitsubishi Electric	Festo-AM GmbH
Umsetzungs-beispiel	Intelligente fahrerlose Transportsysteme	Visual Earnings	Datenbasierte Energieeinsparungen und Dekarbonisierung der Supply Chain	Digitaler Montagekonfigurator
Kurzbeschreibung	Intelligente fahrerlose Transportsysteme in der Produktion und Logistik	Intelligentes Anreizsystem für selbstständiges Verbesserungsmanagement durch Mitarbeitende	Erfassung, Analyse und Visualisierung von Daten zur Reduzierung des Energieverbrauchs	Digitale Montageanleitungen und Montagekonfigurator zur Mitarbeiterassistenz
Ergebnisse	■ Verbesserung Ressourceneffizienz ■ Senkung der Durchlaufzeit ■ Erhöhung der Wirtschaftlichkeit ■ Steigerung Mitarbeitendenmotivation	■ Echtzeitnahes Feedback und Gamification ■ Schichtverkürzung von 8 auf 6 Stunden ■ Zwei-/dreifache Produktivität ■ Sehr hohe Mitarbeitendenzufriedenheit	■ Transparenz über Energieverbrauch ■ Reduzierung Energieverbrauch ■ Reduzierung Produktionskosten ■ Ausgangspunkt für weitere Use Cases	■ Mitarbeiterassistenz ■ Erhöhte Flexibilität in der Montage ■ Effizientere Prozessabläufe ■ Schnelles Anlernen neuer Mitarbeiter
Weitere Informationen	www.sew-eurodrive.de	www.humtown.com	www.mitsubishielectric.com/fa/sols/digital-manufacturing/en/smkl/	www.festo.com

Tabelle 2: Übersicht der Umsetzungsbeispiele aus dieser Kurzstudie.

Umsetzungsbeispiel: Intelligente fahrerlose Transportsysteme

SEW-Eurodrive ist ein in Familienbesitz befindliches produzierendes Unternehmen mit Sitz in Bruchsal, Baden-Württemberg und weltweiten Produktionsstandorten. Mit über 19 000 Mitarbeitenden und einem Umsatz von 3,1 Mrd. Euro im Geschäftsjahr 2020/21 ist das Unternehmen ein führender Konzern in der Branche der Antriebstechnik. SEW-Eurodrive produziert Getriebe, Motoren, Getriebemotoren sowie Umrichtertechnik in verschiedenen Baugrößen. SEW-Eurodrive ist ein Pionierunternehmen in den Bereichen Lean Production und Industrie 4.0. Das Unternehmen ist bekannt für mehrere Industrie 4.0-Use-Cases und betreibt in Graben-Neudorf eine eigene Schaufensterfabrik, um Konzepte für Aufgaben in der Logistik, Montage und Fertigung weiterzuentwickeln.

SEW-Eurodrive vernetzt intelligente fahrerlose Transportsysteme miteinander und ermöglicht damit den Einsatz mobiler Assistenzsysteme in der Produktion und Logistik. In der Schaufensterfabrik gelingt die Auflösung vormals starr verketteter Prozesse zugunsten lose verketteter Prozessmodule. Die resultierende Flexibilität und Wandlungsfähigkeit ist ein wichtiger Teil von Industrie 4.0. Die fahrerlosen Transportsysteme werden zu fahrenden Werkbänken mit individueller Anpassung an physische, informatorische und prozessuale Bedürfnisse von Mitarbeitenden. Es entstehen ganz neue Formen der Mensch-Technik-Interaktion. Dabei sind die Auftragsdaten mit dem Fahrzeug und dem Produkt/Werkstück gekoppelt. Mitarbeitende erhalten ihre Auftragsinformationen digital.

Dieser Industrie 4.0-Use Case ist den Bereichen »vernetztes Produktionssystem« und »digitale Assistenzsysteme« der Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret zugeordnet. Durch die mehrfache Einbindung der Anwendenden und die Vereinfachung von Informationsverarbeitung sowie zugehöriger Prozesse ist der Use Case ein Beispiel für menschzentrierte Innovationen unter Einbezug von Industrie 4.0-Technologien.

In diesem umfangreichen Großprojekt wurden von einem entsprechend großen Team aus über zehn Personen in knapp zwei Jahren 7 Montageinseln, ein FTS-System mit 15 Fahrzeugen, eine neue Lackieranlage, ein vollautomatisiertes Ölfüllprozessmodul sowie die finale Funktionsprüfung umgesetzt. Die Investitionskosten für die Umsetzung dieser mehreren Teil-Use Cases betragen insgesamt über 3 Mio. Euro. SEW-Eurodrive weist ausgeprägte Strukturen für Industrie 4.0 auf, z. B. ein dediziertes Industrie 4.0-Team und eine standardisierte Vorgehensweise zur Einführung von Industrie 4.0-Use-Cases. In Planung und Implementierung des Industrie 4.0-Use-Cases wurden auch direkte Mitarbeitende in die Erarbeitung der Lösung eingebunden.

Durch moderne Industrie 4.0-Technologien der Navigations-, Ortungs- und Kommunikationstechnik erzielt dieses Umsetzungsbeispiel diverse Verbesserungen. Durch eine ganz neue, deutlich flexiblere Prozesslandschaft lassen sich Durchlaufzeiten und verbundene Kosten senken. Darüber hinaus erhöht die durchgängige Datenerfassung die Transparenz im System und schafft eine bessere Informationsbereitstellung für Mitarbeitende. Ergonomische Optimierung und Ressourceneffizienz sind weitere Vorteile dieser Industrie 4.0-Umsetzung. Neben Prozess- und Produktivitätsverbesserungen konnte durch den Industrie 4.0-Use Case auch die Motivation der Mitarbeitenden gesteigert werden.

Umsetzungsbeispiel: Visual Earnings

Humtown Products ist ein US-amerikanischer Hersteller von konventionellen und additiv gefertigten Sandgussformen mit ca. 50 Mitarbeitenden im Bundesstaat Ohio. Humtown tritt immer wieder mit technischen und organisatorischen Innovationen in Erscheinung. In den letzten Jahren hat die Firma über 20 interne Industrie 4.0-Use-Cases umgesetzt. Das patentierte und mit Preisen ausgezeichnete Visual Earnings System ist das Vorzeigebeispiel der Firma für die selbstständige Einbindung der gesamten Belegschaft in kontinuierliche Verbesserungsprozesse.

Das Visual Earnings System ist eine interne Maßnahme zur erheblichen Steigerung der Produktivität durch die Befähigung von Mitarbeitenden mit technologischen Innovationen. Den Mitarbeitenden werden mit diesem System echtzeitnah eigene oder das Team betreffende Produktivitätsdaten angezeigt. In Kombination mit einem transparenten Gamification-Ansatz werden die Mitarbeitenden motiviert, die Produktivität durch Eigeninitiative zu steigern.

Inspiriert vom Schweißtechnik-Unternehmen Lincoln Electric, das ebenfalls aus Ohio stammt, war es Humtowns Ansatz, die Einbindung der Arbeitskräfte von einem starren Verdienstmodell auf Grundlage fixer Stundenlöhne hin zu einem fairen, transparenten und mit dem Arbeitsergebnis verbundenen Anreizmodell zu entwickeln. Durch vernetzte Maschinen und entsprechende Algorithmen wird die transparente Darstellung der aktuellen Produktivitätskennzahlen mit Industrie 4.0 möglich. Den Mitarbeitenden werden nicht nur die Kennzahlen, sondern auch immer wieder neu kalkulierte persönliche Lohnniveaus dargestellt. Die direkte Kopplung der Arbeitsqualität mit dem resultierenden Lohn hat deutliche Auswirkungen auf die motivierte Mitarbeit der Belegschaft gezeigt. Bei Humtown werden die Mitarbeitenden zu sogenannten »Industrial Athletes« (deutsch etwa »Industrie-Athleten«) und nehmen an einem weitestgehend positiv empfundenen Wettkampf teil.

Die Entwicklung des Visual Earnings System war ein langfristiger Prozess von deutlich über einem Jahr und wurde in einem Kernteam von 3 Personen entwickelt. Auch die direkten Mitarbeitenden als Nutzende des Systems wurden in mehreren Phasen in die Entwicklung eingebunden. Direkte Einbindung von Gewerkschaften oder Finanzierung durch öffentliche Einrichtungen hat es in diesem Fall nicht gegeben. Allerdings ist Humtown als mittelständisches Unternehmen mit mehreren Branchenverbänden vernetzt, arbeitet mit Universitäten sowie den bundesweiten Leitinitiativen America Makes und Manufacturing USA zusammen.

Mithilfe von Visual Earnings konnten mehrere messbare Nutzen erzielt werden. Durch das System konnte die Schichtdauer von 8 Stunden auf 6 Stunden reduziert werden. Trotz dieser Verkürzung führte die Einführung des Visual Earnings System zu einer Verdoppelung und teils gar Verdreifachung der Ausbringung von ursprünglich 400 bis 500 Teilen in 8 Stunden auf bis zu 1440 Teile in 6 Stunden. Die Stundenlöhne der involvierten Mitarbeitenden konnten im Vergleich zum vorherigen Stundenlohn um bis zu 175 Prozent angehoben werden. Dies war möglich, weil für den Arbeitgeber auch die Lohn- und Krankenversicherungskosten in einem jeweils deutlich zweistelligen Prozentbereich reduziert werden konnten. Die finanziellen Auswirkungen des Visual Earnings System werden von Humtown online detailliert über einen längeren Zeitraum von 2010 bis 2019 aufgeschlüsselt und zeigen die nachhaltige Wirkung der Maßnahme, die durch Industrie 4.0-Technologie ermöglicht wurde. Die Fluktuationsrate von Arbeitskräften konnte im gleichen Zeitraum von 70 Prozent auf 5 Prozent gesenkt werden und unterstreicht die Zufriedenheit der Mitarbeitenden. Humtown hat bereits erste Schritte zur kommerziellen Verwendung des Visual Earnings System bei dritten Firmen unternommen.

Umsetzungsbeispiel: Datenbasierte Energieeinsparungen und Dekarbonisierung der Supply Chain

Mitsubishi Electric ist einer der global führenden Hersteller und Anbieter von elektrischen und elektronischen Produkten und Systemen, die in diversen Anwendungsfeldern zum Einsatz kommen. 1921 gegründet, beschäftigt Mitsubishi heute mehr als 145 000 Mitarbeitende und erwirtschaftete in 2020 einen Gewinn von über 32 Mrd. €. Die Unternehmenszentrale von Mitsubishi befindet sich in Tokyo, Japan. Weitere Niederlassungen finden sich weltweit.

Mit dem Use Case Datenbasierte Energieeinsparungen reduziert Mitsubishi Electric datenbasiert den Energieverbrauch in der Produktion. Bevor der Use Case umgesetzt wurde, sah sich Mitsubishi mit einem hohen Energieverbrauch und resultierend hohen Produktionskosten konfrontiert. Es herrschte zudem Unklarheit darüber, welchen Energieverbrauch die einzelnen Prozessschritte und Produktionslinien verursachen. Die größten Energieverbraucher waren somit unbekannt. Um diese Herausforderungen zu adressieren, wird der Energieverbrauch aller elektrischen Komponenten gemessen, zusammengeführt und ausgewertet. Zur Messung des Energieverbrauchs werden verschiedene Edge-Devices verwendet. Die erfassten Energiedaten werden dann mithilfe eines Energiemanagement-Servers zusammengeführt und ausgewertet. Die Visualisierung der aufbereiteten Daten erfolgt mithilfe von Dashboards. Als Ergebnis dieser Auswertung konnten die größten Energieverbraucher identifiziert werden. Sie werden im Zuge aktueller und geplanter Investitionszyklen sukzessive durch energiesparendere Alternativen ersetzt. Auch für den Produktionsbetrieb ist die Kenntnis des Energieverbrauchs von Wert. So können die Anlagen in einem Gleichgewicht zwischen Energieverbrauch und Produktivität betrieben werden. Ausgehend vom Haupt-Produktionsstandort in Nagoya, Japan hat Mitsubishi den Use Case auch in anderen Produktionsstandorten implementiert und bietet die Lösung heute auch zum Verkauf an. Kunden der Lösung konnten basierend auf der Visualisierung der Energiedaten durch einen angepassten Betrieb des bestehenden Maschinenparks 4 Prozent des jährlichen Energiebedarfs einsparen. Die Personalaufwände zur Analyse des Energiebedarfs reduziert der Use Case teilweise um über 90 Prozent.

Der Use Case Datenbasierte Energieeinsparungen stellt für Mitsubishi den Ausgangspunkt für die Umsetzung weiterer Use Cases dar. Mit dem Use Case Dekarbonisierung der Supply Chain, der sich aktuell in der Umsetzung befindet, rollt Mitsubishi Electric das Funktionsprinzip der beschriebenen Lösung aus, um den CO_2-Fußabdruck der gesamten Lieferkette abbilden und reduzieren zu können. Die CO_2-Emmissionen der eigenen Fabrik sowie die der Wertschöpfungspartner werden erfasst und analysiert. Die Basis für dieses Vorhaben stellt ein unternehmensübergreifender Datenaustausch dar, welcher mithilfe verschiedener Kommunikationstechnologien wie OPC-UA und IDS realisiert wird. Der Use Cases zielt somit eine unternehmensübergreifend CO_2-neutrale Wertschöpfung ab und ist somit ein wesentlicher Schritt zur Verwirklichung der Sustainability Development Goals (SDGs) von Mitsubishi Electric.

Zur Identifikation und Umsetzung von Digitalisierungs-Use Cases verfolgt Mitsubishi Electric einen methodischen Ansatz mit dem Namen Smart Manufacturing Kaizen Level (SMKL). Der SMKL-Ansatz hilft Mitsubishi dabei, den Ist-Zustand seiner Fabriken mit Hilfe einer zweidimensionalen Reifegradbewertung einzuschätzen und geeignete Use Cases zur Steigerung der festgestellten Reife abzuleiten. Dieser Ansatz wurde auch in den beschriebenen Use Cases konsequent verfolgt. Zur Umsetzung beider Use Cases wurde eine agile Form der Projektorganisation genutzt. Im Rahmen des Use Cases Dekarbonisierung der Supply Chain arbeiten 10 Wertschöpfungspartner gemeinsam an seiner Realisierung.

Umsetzungsbeispiel: Digitaler Montagekonfigurator

Die Festo-AM GmbH wurde 1992 in Budapest als Tochtergesellschaft der deutschen Festo gegründet. Das Unternehmen wurde 2017 mit dem Titel »Industrie 4.0-Masterfactory« in Ungarn ausgezeichnet. Das Budapester Werk beschäftigt 1200 Mitarbeitende und ist hauptsächlich mit der Produktion von Wartungsgeräten beschäftigt. Die Produktpalette des Werks wurde in den letzten Jahren mit Ventilen, pneumatischen Antrieben und kundenspezifischen Produkten erweitert.

Das ungarische Werk von Festo nutzt digitale Montageanleitungen und einen Montagekonfigurator, um das hohe individuelle Auftragsvolumen der Kunden zu erfüllen. Das System ermöglicht es den Mitarbeitenden zu Beginn der Produktion eine detaillierte Anleitung für den Montageprozess einzusehen. Das Prozessüberwachungssystem ist bei jedem Montageschritt mit dem digitalen Montageanweisungssystem verbunden und blockiert bei einem Fehler den nächsten Montageschritt automatisch und meldet dem Bediener die Abweichung.

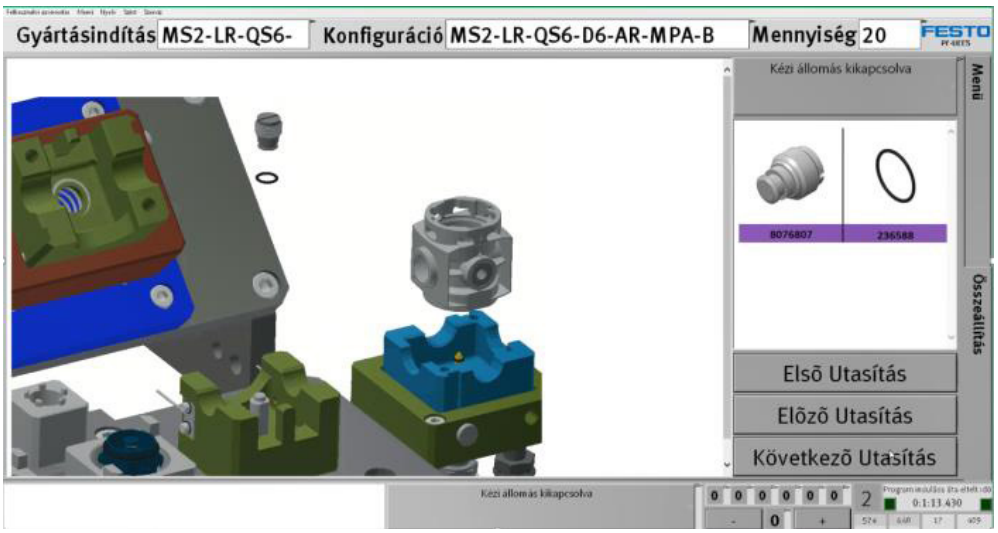


Abbildung 23: Auszug aus der digitalen Montageanleitung.

Die Montagekonfigurator-Funktion visualisiert die Wartungsgerätekombinationen entsprechend der vom Kunden online erstellten individuellen Konfiguration in 2D und 3D und erleichtert so die Verwaltung der sehr großen Anzahl von Varianten.

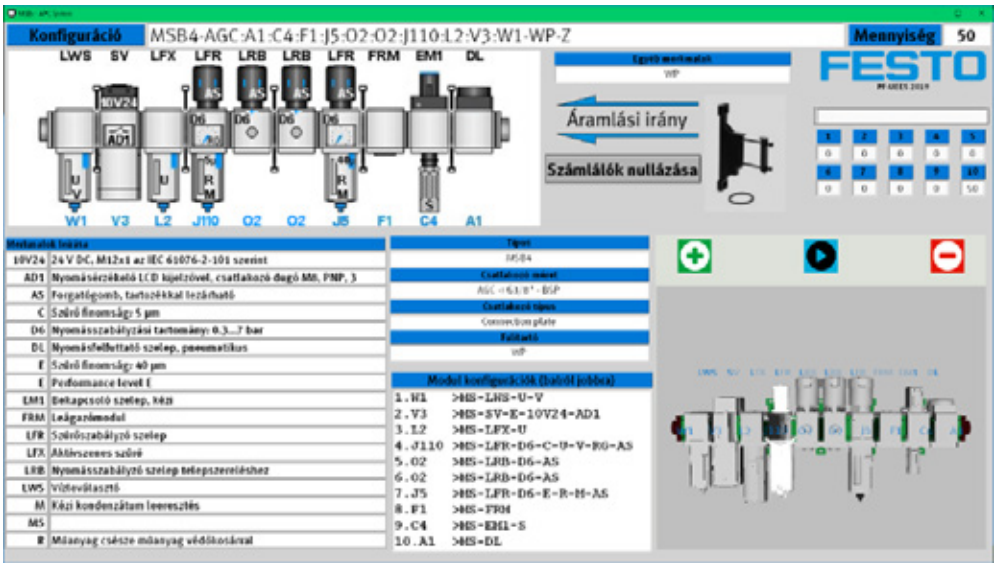


Abbildung 24: Digitaler Montagekonfigurator.

Das System wurde vom Werksengineering-Team in Budapest entwickelt und im Laufe der Zeit kontinuierlich mit neuen Funktionen ergänzt. Während des Umsetzungsprozesses wurden die Erfahrungen der Anwender kontinuierlich ausgewertet und die Vorschläge eingearbeitet. Eines der wichtigsten Resultate der Umsetzung ist, dass neue Mitarbeitende schneller eingearbeitet werden können und die Wahrscheinlichkeit von Fehlern verringert wurde. Bei kundenspezifischen Produkten ist eine Produktion ohne solche Assistenzsysteme nicht mehr vorstellbar.

4. Kurz & Knapp: Empfehlungen für die erfolgreiche Einführung von Industrie 4.0

1. Wie fangen wir an?

Die digitale Transformation ist kein linearer Prozess und somit auch nur bedingt planbar. Iterative, schnelle Umsetzungsschritte sind aufwendigen und langatmigen Planungen vorzuziehen. Nichtsdestotrotz helfen gemeinsame Zielbilder für die Produktion das Große und Ganze zu sehen und in eine Richtung zu schauen. Für eine schnelle Akzeptanz kann zudem die problembasierte Identifikation und Umsetzung von Industrie 4.0-Use-Cases hilfreich sein. Die strategische Sicht sollte nach den ersten Gehversuchen stattfinden und sicherstellen, dass die Use Cases die Unternehmensziele bestmöglich unterstützen und skalierbare Lösungen gefunden werden, die auf gemeinsamer Infrastruktur basieren.

2. Welche Technologien sind besonders relevant für unser Unternehmen?

Im Umfeld von Industrie 4.0 existieren und entstehen eine Vielzahl interessanter Technologien. Jede Technologieeinführung bedeutet aber auch Migrationsaufwände bezüglich Infrastruktur, Prozessanpassungen und Mitarbeitendenqualifizierung. Dabei entwickeln sich Technologien schneller als Unternehmen diese im Unternehmen vollumfänglich einsetzen können. Daher sollten Unternehmen systematisch Technologieentwicklungen beobachten und deren Einsatzpotenziale kontinuierlich bewerten. Neben dem Mehrwert zur Optimierung der internen Prozesse und hinsichtlich der Kundenleistung sollten vor allem die Reifegrade der jeweiligen Technologie (ist die Technologie bereits ready?) und des eigenen Unternehmens (sind wir bereits ready?) bewertet werden. Kleine, experimentelle Umsetzungen helfen dabei, ein besseres Verständnis für die Technologie, deren Mehrwert und die nötigen Voraussetzungen zur Migration zu eruieren.

3. Was wollen wir mit dem Use Case erreichen?

Von Produktivitätssteigerung zu erhöhter Flexibilität – die gemeinsame transparente Definition der Ziele und der Motivation zur Einführung von Industrie 4.0 hilft allen Beteiligten während der Transformation und den konkreten Umsetzungen das Wesentliche im Auge zu behalten. Dies hilft auch bei Priorisierungen und der abschließenden Bewertung des jeweiligen Use Cases. Hierbei sollten Unternehmen berücksichtigen, dass für manche Anwendungen Vorarbeiten und Grundlagen in der Infrastruktur und den Prozessen geleistet werden müssen und damit eine differenzierte Bewertung wichtig ist. Zu frühe ROI-Diskussionen können großartige Innovationen im Keim ersticken.

4. Wie können wir im Unternehmen Digitalisierungskompetenz aufbauen?

Fachkompetenz und Ressourcen sind ausschlaggebend für den Erfolg der digitalen Transformation. Unternehmen werden es schwierig haben, mit den schnellen Entwicklungen Schritt zu halten. Kooperationen mit anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen werden immer wichtiger. In Netzwerken von Fehlern der anderen zu lernen kann die eigene Transformation beschleunigen. Gleichzeitig lohnen sich auch unternehmensinterne Netzwerke und Communities, um sich zu neuen Technologien, aber auch zu den aktuellen Bedarfen in den Prozessen kontinuierlich austauschen. Nicht zuletzt lernen die Unternehmen am meisten durch eigene Gehversuche und Umsetzungen, deren Erfahrungen ebenfalls intern wie extern geteilt werden sollten.

5. Wie können wir Kosten reduzieren?

Die Kosten für Industrie 4.0-Use-Cases können hoch sein und unplanmäßig auftreten. Wenn auf dem Weg der Umsetzung Digitalisierungslücken geschlossen oder grundlegende Infrastrukturen aufgebaut werden müssen umso mehr. Einfache prototypische Umsetzungen helfen dabei, die Komplexität zu reduzieren und damit eine Idee zu validieren, bevor der große Wurf in Angriff genommen wird. So kann genauer eruiert werden, welche zusätzlichen Aufgaben für eine Skalierung später auf das Unternehmen zukommen können. Unternehmen können für schnelle prototypische Umsetzungen studentische Arbeiten, Startup-Kooperationen oder öffentlich geförderte Angebote nutzen.

6. Wie können uns Standardprozesse helfen?

Industrie 4.0-Use-Cases benötigen eine gewisse Freiheit bei der Umsetzung und können wie erwähnt nicht immer bis ins Detail geplant werden. Nichtsdestotrotz hilft es allen Beteiligten aus Umsetzungen zu lernen und Vorgehensweisen zu definieren. Somit werden bei allen weiteren Umsetzungen wertvolle Lerneffekte genutzt und damit Doppelarbeiten vermieden. Einführungsprozesse, die Orientierung bieten und dennoch die Unterschiede zwischen Prototypen und umfängliche Lösung berücksichtigen, sind zu favorisieren.

7. Wie kann die Akzeptanz der Mitarbeitenden gewährleistet werden?

Der Erfolg der Transformation wird maßgeblich durch die Akzeptanz der Mitarbeitenden bzgl. der neuen Technologien bestimmt. Hier sollten Unternehmen frühzeitig überlegen, wie diese informiert oder besser noch eingebunden werden können. Die Nutzung des dezentralen Wissens und der Erfahrungen sind bei der Identifikation und Umsetzung von Ideen wertvoll. Auch ein Zielbild kann dabei helfen zu verstehen, warum sich das Unternehmen mit Industrie 4.0 beschäftigt und welche Themen im Fokus stehen. Zu häufig haben Mitarbeitende nur sehr abstrakte Vorstellungen von Industrie 4.0. Konkrete Beispiele zum Anfassen helfen beim Verständnis. Unternehmen müssen aber auch proaktiv mit skeptischen Perspektiven sowie Ängsten umgehen und gemeinsam Lösungen suchen.

8. Woher kommen die Ideen?

Industrie 4.0-Use-Cases sind vielfältig und können unterschiedlichste Dinge adressieren. Jede Anwendung sollte zu den Unternehmenszielen und den vorherrschenden Herausforderungen passen. Wie bereits erwähnt sind für die Umsetzung somit Ideen gut geeignet, die auf tatsächlichen Problemstellungen im Unternehmen basieren. Der Mehrwert kann direkt spürbar gemacht werden. Dadurch sind Mitarbeitende innerhalb der Prozesse Ideengeber und – für die gesteigerte Akzeptanz – auch sehr gute Mitwirkende bei der Umsetzung. Auf der anderen Seite können Ideen auch vom Management, aus externen Quellen wie Startups oder Forschungseinrichtungen kommen, für welche dann entsprechende Anwendungspotenziale im Unternehmen gesucht werden. Um Enttäuschungen und Umsetzungsstaus zu vermeiden, ist es ratsam zu reflektieren, wie Ideen aufgenommen, bewertet und umgesetzt werden.

9. Wie erzeugen wir Langzeitmotivation?

Industrie 4.0 kommt eher einem Marathon als einem Sprint gleich. Es passieren Fehler und einige Etappen können auch mal langsamer verlaufen als geplant. Daher sind immer wieder sichtbare und spürbare Erfolge wichtig. Industrie 4.0-Use-Cases, die für Management und Mitarbeitende deutlich die Vorteile der Digitalisierung aufzeigen, sorgen für Vertrauen und den richtigen Spirit.

10. Wer ist für Industrie 4.0 zuständig?

Bei der digitalen Transformation handelt es sich um eine komplexe Aufgabenstellung, die im gesamten Unternehmen unterstützt werden muss. Es sind interdisziplinäre Perspektiven gefragt, sodass bei Projekten Produktionsverantwortliche, Prozess-, IT-Verantwortliche und Betriebsräte zusammenarbeiten müssen. Es handelt sich nicht um Abteilungsprojekte, sondern meist um Veränderungen, die Prozesse, Mitarbeitende, Technologien und Organisationsaspekte betreffen. Damit stellt sich die Frage nach der Verankerung des Themas im Unternehmen. So kann Industrie 4.0 dezentral innerhalb der Fachbereiche organisiert oder auch zentral verankert werden. Transparente Rollenverteilungen und Ressourcenübersichten in Verbindung mit standardisierten Vorgehensweisen helfen in jedem Fall dabei, dass keine Perspektive in den jeweiligen Phasen der Industrie 4.0 Umsetzung vergessen werden.

5. Zusammenfassung

In dieser internationalen Kurzstudie wurden 17 Unternehmen aus 9 Ländern und deren erfolgreiche Industrie 4.0-Use-Cases untersucht. Den Rahmen für die Kurzstudie gibt die dafür entwickelte Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret. Diese Themenlandkarte besteht aus acht Themenbereichen, die auf den Vorarbeiten des Innovationslabors Future Work Lab beruhen und in einer eigenen wissenschaftlichen Publikation erarbeitet wurde. Die Themenlandkarte bietet eine Orientierungshilfe für Unternehmen auf der Suche nach möglichen Umsetzungsmöglichkeiten neuer Industrie 4.0-Technologien.

Die in den einzelnen Phasen vorgestellten Ergebnisse der internationalen Studienteilnehmer zeichnen in vielen Fällen ein wohlbekanntes Bild im Kontext der Digitalisierung der Produktion, lassen aber zum Teil deutliche Unterschiede erkennen, die in der vorliegenden Kurzstudie beschrieben wurden. Es wird deutlich, dass sich in den meisten Umsetzungen eine überschaubare Projektgröße von 2 bis 5 Personen bewährt hat. Ähnlich bewährt haben sich vor allem im internationalen Raum dezidierte Industrie 4.0-Teams und Standards, die sich vor allem positiv auf die Laufzeit ausgewirkt haben. Dass ein hoher Erfahrungsgrad, wie in allen Projektkontexten ebenfalls einen positiven Effekt auf die Projekte hat, ist selbstredend. Agile Methoden etablieren sich immer mehr und wurden von der Hälfte der Befragten bereits eingesetzt. Neben den Punkten zum Projektmanagement und der Durchführung ist auch hier hervorzuheben, dass Faktoren wie die Kostenreduzierung und Produktivitätspotenziale häufig die Motivation für eine Industrie 4.0-Umsetzung waren. Eine engagierte Mitarbeitereinbindung beugt in vielen Fällen Hemmnissen wie mangelnder Mitarbeiterakzeptanz vor. Auch vermeintlich hohe Projektkosten können am Ende doch zu einem erfolgreichen Projekt und der Erreichung der Projektziele führen.

Als tieferen Einblick in die Art und Weise der internationalen Industrie 4.0-Umsetzungen wurden vier Umsetzungsbeispiele auf Grundlage vertiefter Interviews mit den internationalen Firmen präsentiert. Dabei wird deutlich, wie unterschiedlich die Vorgehensweisen der Unternehmen aus Baden-Württemberg, den USA, Japan und Ungarn sind. Vorbildliche Vorgehensweisen wie die Befähigung von Mitarbeitenden durch den Einsatz von Industrie 4.0-Technologien oder die Nutzung von Effizienzpotentialen durchgängiger Vernetzung in globalen Wertschöpfungsnetzwerken sind Blaupausen für weitere Unternehmen, die noch vor der Umsetzung eines Industrie 4.0-Use-Cases stehen oder sich gerade in der Umsetzungsphase befinden. Dies gilt nicht zuletzt für produzierende Unternehmen aus Baden-Württemberg, denen neben der Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret diverse weitere Orientierungsangebote zur Verfügung stehen.

6. Ihr Weg zur Industrie 4.0-Reife

Ziel dieser Kurzstudie ist die Orientierungshilfe für vorrangig baden-württembergische Unternehmen hinsichtlich Industrie 4.0-Umsetzungen. Anhand der Beispiele und Einblicke in die Art und Weise der Umsetzung sollen neue Anwendungsfälle für Industrie 4.0 angeregt werden. Für Ihre nächsten Schritte auf dem Weg zu einer eigenen Umsetzung empfehlen wir folgende Orientierungsangebote.

Open Lab Days im Future Work Lab

Das Future Work Lab entwickelt seit seiner Gründung im Jahr 2016 Demonstratoren, die sich mit der Industriearbeit unter dem Einfluss von Industrie 4.0 und Digitalisierung beschäftigen. Es zeigt, wie sich Arbeitsplätze in Zukunft verändern und wie sich die Industriearbeit durch digitale Hilfestellungen verändern kann. Mit seinen drei Welten trägt es zur Sensibilisierung der Industrie hinsichtlich der Digitalisierung bei, qualifiziert Entscheider und Mitarbeitende und befasst sich mit aktuellen Fragen rund um die Arbeitsforschung. Die Umsetzungsbeispiele in der Demonstratorenwelt des Future Work Lab sind in die Kategorien der in dieser Kurzstudie entwickelten Themenlandkarte Industrie 4.0 konkret eingeteilt, Sie finden also zu jeder Kategorie passende Beispiele zur Orientierung. Tauchen Sie in das Future Work Lab ein und nehmen sie am kostenfreien Open Lab Day teil. Während der Corona-Pandemie findet das Format online statt.

https://s.fhg.de/anmeldung-open-lab-day

Online-Landkarten mit Industrie 4.0-Use-Cases

Zur Orientierung für produzierende Unternehmen gibt es frei zugängliche nationale und regionale Landkarten mit beschriebenen Industrie 4.0-Use-Cases. Gehen Sie online und informieren Sie sich zu bereits umgesetzten Anwendungsfällen aus Baden-Württemberg, Deutschland und ausgewählten internationalen Ländern.

- Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg: https://www.i40-bw.de/de/100-orte/
- Plattform Industrie 4.0 Deutschland: https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-anwendungsbeispiele-formular.html
- Internationale Industrie 4.0-Use-Cases aus Frankreich, China, Indien und Japan: https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Angebote-Ergebnisse/Industrie-4-0-Landkarte/industrie-4-0-landkarte.html

Online-Landkarte mit 100 Orten für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg

In einem fortlaufenden Wettbewerb sucht die Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg herausragende Ideen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Bildung, die das Potenzial von Industrie 4.0 voll ausschöpfen. Mit den mittlerweile über 200 durch eine Fachjury für die Auszeichnung bestimmten Industrie 4.0-Use-Cases aus Baden-Württemberg gibt es eine online kostenfrei zugängige Wissensbasis für die Umsetzung von eigenen Industrie 4.0-Use-Cases. Darüber hinaus können die Beispiel-Unternehmen kontaktiert werden oder das vielfältige Unterstützungsangebot der Allianz Industrie 4.0 in Anspruch genommen werden.

https://www.i40-bw.de/de/100-orte/100-orte-wettbewerb/

Anhang

A. Erläuterungen zur Aufnahme weiterer Länder in die Kurzstudie

Erschwert durch die Auswirkungen der Corona-Pandemie, Arbeit im Home Office und die Priorisierung interner Lieferkettenengpässe in Firmen konnten trotz vielfältiger Versuche und hoher Aufwände bei der Ansprache von Firmen leider keine auswertbaren Use Cases aus dem dafür vorgesehenen Land Frankreich zusammentragen werden. Für die Kontaktaufnahme wurden mehrfach Industriecluster (Polymeris), Netzwerke und Multiplikatoren (Industrie- und Handelskammer südlicher Oberrhein, Deutsch-Französische Außenhandelskammer, französischer Unternehmensverband MEDEF, BMBF-Netzwerk Future of Work, Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg, Region Grand Est) bemüht. Dieses Defizit an französischen Firmen wurde kompensiert durch zusätzliche Use Cases aus weiteren Ländern (Ungarn, Türkei, Australien). Die zusätzlichen Use Cases haben zur Vielfalt an interessanten Umsetzen der Kurzstudie beigetragen, insbesondere mit einem geschilderten Umsetzungsbeispiel.

B. Teilnehmende Unternehmen der Kurzstudie

Nr.	Industrie 4.0-Use Case	Branche	Anzahl Mitarbeitende	Land
1	Vernetzte SCADA-Datenanalyse für OEE-Optimierung	Luftfahrtindustrie	251 bis 500	Australien
2	Intelligente FTS in der Produktion und Logistik	Maschinen- und Anlagenbau	> 5000	Deutschland
3	Digitale Assistenzsysteme in der Montage	Sonstige (Produzierendes Gewerbe)	> 5000	Deutschland
4	Unternehmensweite Ressourcennutzung	Sonstige (IT Services)	> 5000	Japan
5	Weltweite Dekarbonisierung durch Energieeinsparungen	Elektro-, Energie-, Medizintechnik, Softwaretechnik	> 5000	Japan
6	Digitale Kundenintegration in Produktionsprozesse	Automobilindustrie, Luftfahrtindustrie	< 50	Niederlande
7	Globaler Remote-Support	Sonstige (Mess-, Prüfgeräte)	50 bis 250	Niederlande
8	–	Elektro-, Energie-, Medizintechnik	< 50	Schweiz
9	Schlanke und digitale Verpackungsanleitung	Pharmaindustrie	> 5000	Schweiz
10	–	Automobilindustrie	< 50	Schweiz
11	Automatisiertes Tracking von Vitaldaten	Elektro-, Energie-, Medizintechnik Maschinen- und Anlagenbau Softwaretechnik	k. A.	Taiwan
12	–	Softwaretechnik	< 50	Taiwan
13	Visualisierung von Performance-Kennzahlen in Echtzeit	Konsumgüter	1001 bis 5000	Türkei
14	Vernetzter digitaler Montage-Guide	Maschinen- und Anlagenbau	1001 bis 5000	Ungarn
15	Visual Earnings	Verfahrenstechnik	50 bis 250	USA
16	Automationssystem as a Service	Sonstige (Prototypenbau)	50 bis 250	USA
17	Produktions-Dashboard in Echtzeit	Elektro-, Energie-, Medizintechnik	< 50	USA

Impressum

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
www.iao.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
www.ipa.fraunhofer.de

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Kontakt

Jessica Mack, Fraunhofer IAO
Tel. +49 711 970-2287
jessica.mack@iao.fraunhofer.de

Simon Schumacher, Fraunhofer IPA
Tel. +49 711 970-1747
simon.schumacher@ipa.fraunhofer.de

Satz und Layout
Hannah Mengelberg, Franz Schneider, Fraunhofer IAO

Titelbild
© iconimage – stock.adobe.com

© Fraunhofer IAO, 2022