

2 Sammlung und Auswertung von Industrie 4.0 Anwendungsfällen

Autoren: Tim Hornung und Sven Schuler (Fraunhofer IAO, Universität Stuttgart IAT)

2.1 Aufbau der Sammlung

Seit der Präsentation des Begriffs „Industrie 4.0“ auf der Hannover Messe im Jahre 2011 wurde eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen veröffentlicht. Besonders Printmedien wie VDI-Nachrichten oder öffentliche Informationsplattformen präsentieren Best-Practice Anwendungen und reichern diese Daten mit nützlichem Wissen zu diesem Thema an [1], [3], [4]. Die Plattformen verfolgen das Ziel, die Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb durch eine vernetzte Industrie zu sichern und auszubauen. Sie tragen dazu bei, ein Grundverständnis für die Thematik "Industrie 4.0" aufzubauen und als Orientierung für den eigenen Weg zur Industrie 4.0 dienen. Darüber hinaus soll ein kontinuierlicher Austausch zwischen Unternehmen, Politik, Wissenschaft, Gewerkschaften und der Gesellschaft stattfinden [2, 3].

Bei der Analyse verschiedener Publikationen und Datenbanken wurden insgesamt 455 Anwendungsbeispiele identifiziert. Ein Großteil der Anwendungsbeispiele stammt von der Plattform Industrie 4.0 [3] sowie von dem laufenden Wettbewerb "100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg" [4]. Während alle Beispiele als Industrie 4.0-Anwendungen gelten, erstreckt sich deren Umfang hinsichtlich ihrer Themen und Inhalte. Zur Klassifizierung der Anwendungsfälle wurde eine Überprüfung und Evaluation unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien durchgeführt, um neue Beispiele schnell einordnen, die Beispiele miteinander vergleichen oder sich einen Überblick über die Anwendungen verschaffen zu können. Durch diese Einteilung können verschiedene Informationen abgerufen werden. Es werden Informationen zum Ausrüster, wie der Name der Firma, die Branche, die Unternehmensgröße, der Ansprechpartner und der Standort aufgelistet. Ebenfalls werden zur Anwendung selbst die Anwendungsbeschreibung, die eingesetzten Technologien, die betreffenden Unternehmensbereiche und die Entwicklungsstadien/-stufen abgebildet. Außerdem werden die Beweggründe, die Umsetzungsprobleme/Erfolgsfaktoren sowie der Nutzen und die Industrie 4.0-Aspekte der Anwendungen erläutert. Sekundäre Interaktionsformen in der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI), betroffene Stakeholder sowie die Chancen und Herausforderungen in Bezug auf den Menschen werden ebenfalls berücksichtigt und reproduziert.

Die Anwendungen sind sehr unterschiedlich, sie reichen von der Unterstützung über die Verlagerung der Tätigkeit bis hin zur Ersetzung des Monteurs durch Maschinen. So gibt es Arbeitsplätze, welche sich auf den Mitarbeiter individuell anpassen. Intelligente Produkte werden durch fahrerlose Transportsysteme zu dem jeweiligen Arbeitsplatz transportiert und melden sich im System an. Der Monteur erhält hierdurch alle relevanten Informationen und eine Schritt-für-Schritt-Anleitung sowie eine „Pick-by-Light“ Anweisung. In anderen Anwendungen werden Sensoren in die Werkzeuge integriert und geben Rückmeldung über die Qualität der Arbeit. Daneben gibt es viele Anwendungen, in denen der Monteur gemeinsam mit einem Roboter an einem Produkt arbeitet oder er erhält durch Augmented Reality Systeme wie z. B. einer Smartwatch oder einer Datenbrille zusätzliche Informationen oder Unterstützung durch einen Experten. Gegenwärtig sind die meisten Anwendungen noch in der Prototypenphase (Stand: 2017) und kommen erst in den nächsten Jahren auf den Markt.

2.2 Auswertung der Anwendungsfalldatenbank

2.2.1 Anwendungsbereich und Stakeholder

Eine der Leitfragen dieser Beitrags beschäftigt sich mit der Frage, welche Schlussfolgerungen sich aus bisher umgesetzten Industrie 4.0-Anwendungsbeispielen in Deutschland erzielen lassen. Hierfür wird die vorgestellte Datenbank nach bestimmten Kriterien ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Auswertung werden im nachfolgenden vorgestellt.

Zunächst wird untersucht, in welchem Bereich eines Unternehmens die Anwendungsfälle angesiedelt sind. Abbildung 2-1 veranschaulicht, welche Anwendungsbereiche betroffen sind. Neben der Produktion, in welcher rund 60% der Anwendungen umgesetzt wurden, sind derzeit auch viele Anwendungen in den produktionsnahen Bereichen wie Instandhaltung/Service, Logistik und Qualität zu finden. Diese Zahlen sind charakteristisch für die Entwicklung von Industrie 4.0, da die Produktion als ein Hauptanwendungsfeld gilt. Weniger Anwendungsfälle sind derzeit in den indirekten Bereichen vorhanden. Gerade in den Anwendungsbereichen Planung & Steuerung, Design & Entwicklung, Administration sowie Vertrieb und IT sind aktuelle insgesamt 38% umgesetzt. Des Weiteren gibt es Anwendungen, welche keinem Bereich direkt zugeordnet werden können, weil sie sich auf das gesamte Unternehmen auswirken. Der Anteil ist hier jedoch relativ gering mit ca. 16%. Abgesehen von den Anwendungsbereichen werden auch die darin betroffenen Stakeholder analysiert.

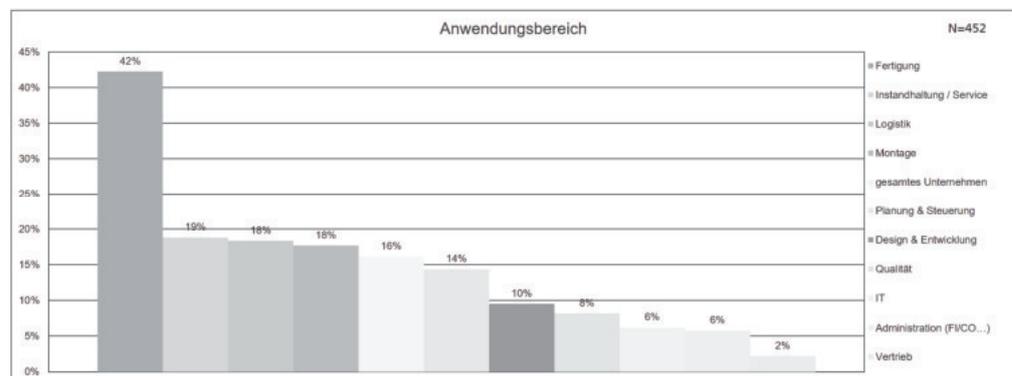


Abbildung 2-1: Anwendungsbereiche von Industrie 4.0 Anwendungen

In Abbildung 2-2 sind die beteiligten Stakeholder aufgelistet. Die Abbildung spiegelt das Bild der zuvor erläuterten Anwendungsbereiche wieder. Der Stakeholder Maschinenbediener aus dem Bereich Produktion ist mit einem Anteil von 43% am häufigsten in Industrie 4.0-Anwendungsfällen eingebunden. Ebenfalls häufig integriert aus diesem Bereich ist der Monteur auf Platz 3 mit einem Anteil von 22%. Auf Platz zwei ist der der Stakeholder Service-Mitarbeiter/ Instandhalter aus dem Bereich Instandhaltung/Service mit einem Anteil von 26% vertreten. Weitere Stakeholder sind Lagerist (18%), Planer (15%), Konstrukteur (12%), Disponent (9%), Qualitäts-Mitarbeiter (9%) und Software-Ingenieur (8%). Die kleinste Gruppe besteht aus Administrations-Mitarbeitern sowie den Geschäftsführern mit einem Anteil von nur 2-5% der Stakeholder. Andere Stakeholder, welche in Industrie 4.0 Anwendungsfälle integriert sind, sind die operative Leitung wie der Meister (15%) sowie der Bereichsleiter (3%) aus dem jeweiligen Anwendungsbereich.

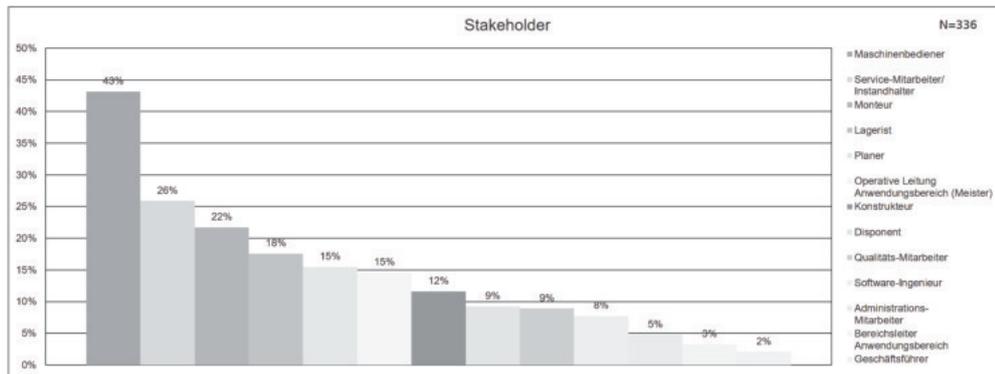


Abbildung 2-2: Stakeholder // Beteiligte Akteure in den Anwendungsfällen Gründe für die Umsetzung und die daraus resultierenden Vorteile

Neben den Anwendungsbereichen und den betroffenen Stakeholdern sind die Beweggründe der Unternehmen eines solchen Industrie 4.0-Projektes sowie der daraus entstehende Nutzen von großer Bedeutung. Für die Umsetzung kommen zwei verschiedene Gründe zur Geltung. Auf der einen Seite nehmen die Unternehmen ein Problem wahr und möchten dies mithilfe der Anwendung lösen. Auf der anderen Seite möchten die Unternehmen sich in Zukunft im Wettbewerb behaupten und sich durch die Anwendungen weiterentwickeln. Sie sehen Industrie 4.0 als Chance für ihr Unternehmen. Diese Gründe bestehender Anwendungen werden in Abbildung 2-3 unter dem Begriff Zielstellung zusammengefasst.

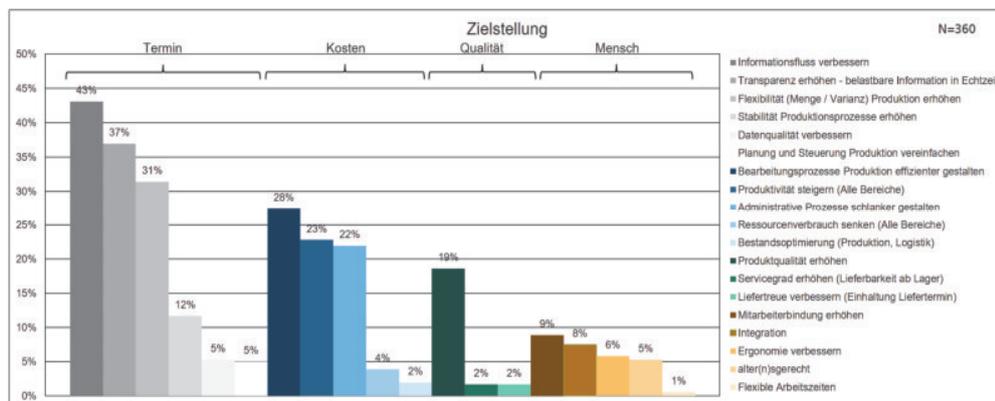


Abbildung 2-3: Zielstellung

Die Zielstellung orientiert sich an den "klassischen" Größen „Kosten“, „Qualität“ und „Termin“ ergänzt um die Sicht „Mensch“. Besonders die Größe „Termin“ ist hier von zentraler Bedeutung. In den gesammelten Anwendungsfällen werden die Verbesserung der Informationsflüsse (43%), die Erhöhung der Transparenz von belastbaren Informationen in Echtzeit (37%) sowie die Erhöhung der Flexibilität (31%) als sehr wichtig angesehen. Die Größe „Kosten“ wird ebenfalls als ein bedeutsamer Beweggrund der Unternehmen angegeben. In diesem Kontext stehen besonders die effiziente Gestaltung von Bearbeitungsprozessen in der Produktion (28%) sowie die Produktivitätssteigerung (23%) im Fokus. Die Erhöhung der Produktqualität von der Größe „Qualität“ liegt auf Rang sechs mit einem Anteil von 19%. Der Mensch spielt bei den bisher umgesetzten Anwendungsfällen eine eher geringere Rolle. So wurde die Erhöhung der Mitarbeiterbindung (9%), Integration (8%) verbesserte Ergonomie (6%) sowie alter(n)sgerechte Arbeit (5%) selten als Beweggrund für Industrie 4.0 Anwendungsfälle angegeben.

Wie Abbildung 2-4 zeigt, ist die Steigerung der Effizienz mit einem Anteil von 58% der bisher häufigste Nutzen von Industrie 4.0. Des Weiteren findet sich die Qualitätssteigerung mit 47% auf Rang zwei wieder. Relativ vergleichbare Ergebnisse erzielen die Mitarbeiterunterstützung, Verbesserung des OEEs, Kostensenkung sowie Aufzeichnung und Minimierung der Durchlaufzeit. Weitere wichtige Vorteile von Industrie 4.0 Anwendungsfällen werden in der Abbildung dargestellt. Die Verteilung der Aussagen aus den analysierten Anwendungsfällen spiegelt ein typisches Beispiel von Optimierungsprojekten im Produktionsbereich wieder. Es ist zu beobachten, dass über die Hälfte der Unternehmen durch den Einsatz von Industrie 4.0 eine Effizienzsteigerung anstreben.

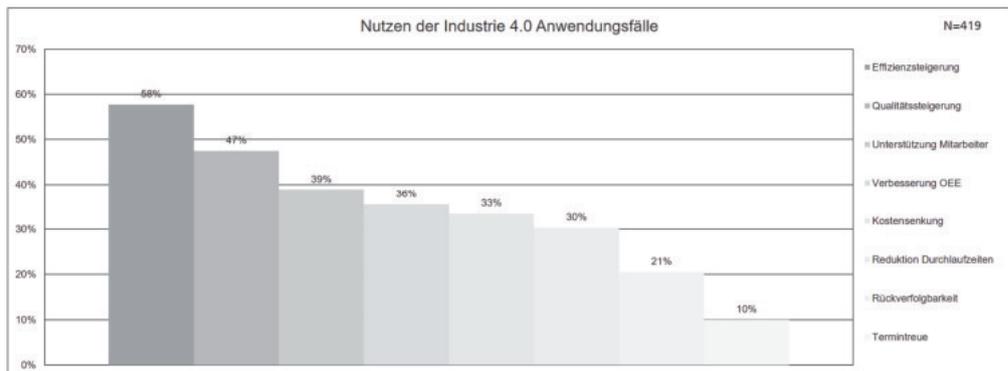


Abbildung 2-4: Nutzen der Industrie 4.0 Anwendungsfälle

2.2.3 Industrie 4.0-Aspekte

Die gesammelten Industrie 4.0-Anwendungsfälle erfüllen gemäß ihrer Bezeichnung bestimmte Kriterien, welche in Abbildung 2-5 aufgeführt und eruiert werden. Es kristallisieren sich 12 Kriterien aus den Industrie 4.0-Anwendungen heraus. Aspekte wie Echtzeitfähigkeit (68%), Vernetzung (65%), Kundenindividualität (26%) sowie vertikale (21%) und horizontale (24%) Integration lassen sich oft in Industrie 4.0 Definitionen wiederfinden.

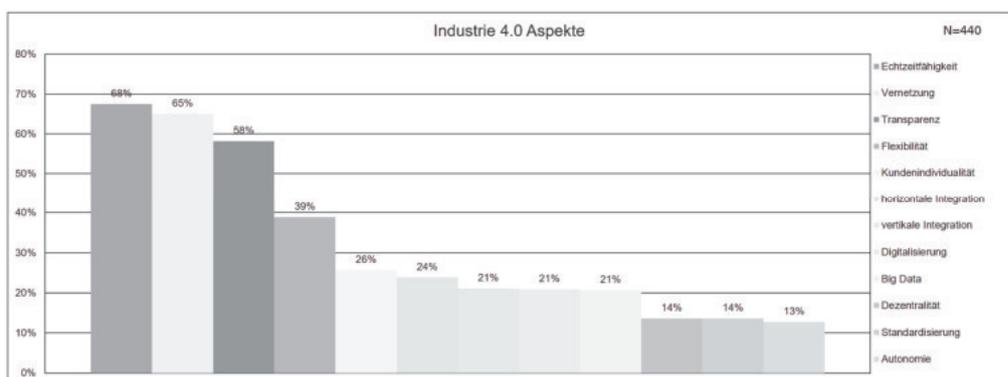


Abbildung 2-5: Industrie 4.0 Aspekte

Weitere Aspekte sind Transparenz (58%) oder Flexibilität (39%), welche den Unternehmen ermöglichen, sich schnell und einfach an neue Situationen anzupassen. In einer geringen Anzahl von Anwendungen werden die Begriffe Dezentralität (14%), Autonomie (13%) oder Standardisierung (14%) oder Big Data (21%) als Industrie 4.0 Aspekte genannt. Dies liegt daran, dass die vierte Revolution noch sehr jung ist. Folglich befinden sich die Anwendungen und darin enthaltenen Technologien ebenfalls noch in ihren Anfängen und müssen erst für die nächsten Entwicklungsstufen

weiterentwickelt werden. Viele der Anwendungen befinden sich infolgedessen in der ersten Entwicklungsstufe „Information“. Mit rund 66% spiegelt sich dies auch die Abbildung 2-6 wieder.

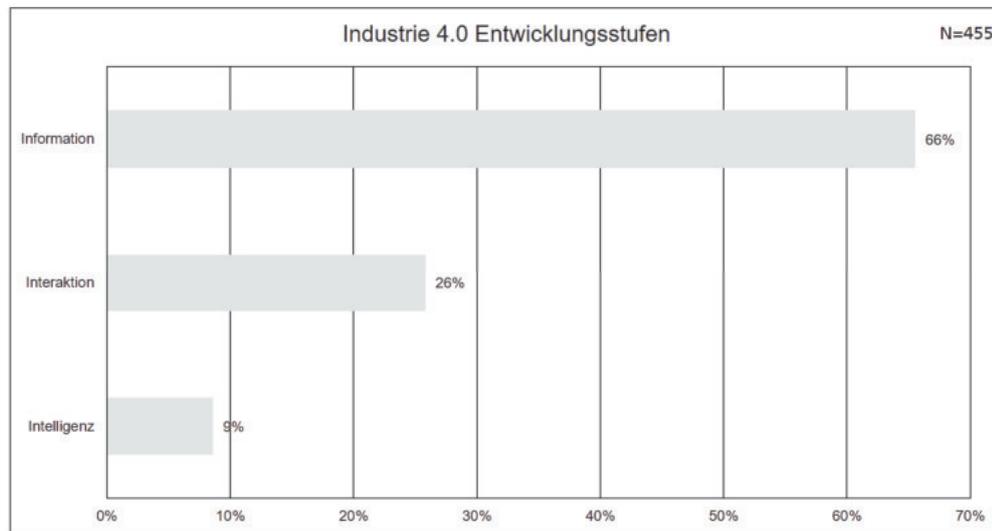


Abbildung 2-6: Industrie 4.0 Entwicklungsstufen

Anwendungen können auf drei Stufen eingeordnet werden: Information, Interaktion und Intelligenz. Diese Differenzierung repräsentiert eine Taxonomie von Entwicklungsstadien in der industriellen digitalen Transformation. In der ersten Stufe werden Daten gesammelt sowie für weitere Anwendungen transparent zur Verfügung gestellt und bildet die Grundlage für die nachfolgenden Stufen. Ein Großteil der analysierten Anwendungen befindet sich in diesem Stadium der Informationsgenerierung. Die vorhandenen Daten werden für eine Vernetzung oder Interaktion zwischen Mensch, Maschine und zu produzierendem Produkt in der Fertigung verwendet. Diese Stufe wird als „Interaktion“ bezeichnet und umfasst 26% der angegebenen Anwendungsfälle. Die dritte und höchste Stufe bildet die „Intelligenz“. In dieser Phase steuern sich die Produktionsanlagen selbst und treffen eigenständig Entscheidungen durch eine Form der künstlichen Intelligenz ohne Einfluss von außen [1, S. 37]. Ca. 9% der Anwendungsfälle haben diese Stufe bisher erreicht.

2.2.4 Menschen in der vernetzten Industrie

Der letzte Abschnitt dieses Kapitels untersucht die Auswirkungen von Industrie 4.0 der Anwendungsbeispiele auf den Menschen. Es wird analysiert, inwiefern der Mensch von den Technologien beeinflusst wird und welche Chancen oder Risiken sich hieraus ableiten lassen. Als erstes Schritt wird die direkte Interaktion zwischen Mensch und Technik am Arbeitsplatz untersucht. Der Grad der Zusammenarbeit zwischen Mensch und Technik gestaltet sich innerhalb der Industrie 4.0-Anwendungen verschieden. Es können vier Interaktionsformen herausgearbeitet werden, welche mithilfe der Begriffe Kollaboration, Kooperation, Koexistenz und Substitution beschrieben werden.

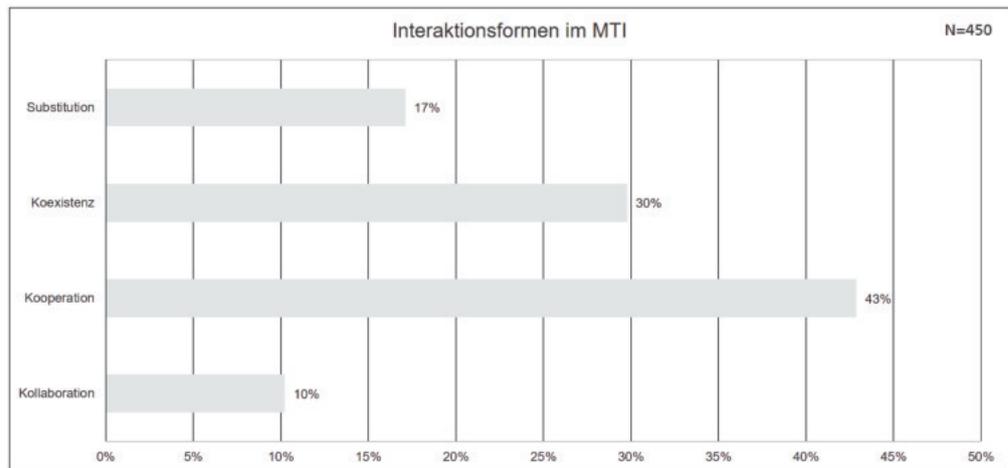


Abbildung 2-7: Formen der Mensch-Technik-Interaktion

Die Interaktionsformen sind von mehreren Kriterien abhängig. Besonders der Ort und die Zeit spielen eine wichtige Rolle. Bei der „Koexistenz“ (30%) ist die Zusammenarbeit zeitlich und räumlich begrenzt. Der Mensch und die Maschine arbeiten in keinen gemeinsamen Arbeitsraum und verfolgen kein gemeinsames Ziel bei der durchgeführten Arbeit. Anders sieht dies bei einer „Kooperation“ oder „Kollaboration“ aus. Mensch und Maschine arbeiten bei einer Kooperation gemeinsam auf ein übergeordnetes Ziel hin. Jedoch arbeiten Mensch und Maschine an unterschiedlichen Teilaufgaben, welche nicht unmittelbar voneinander abhängig sind. Dies trifft in den 43% der Fälle zu. Bei einer Kollaboration (10%) erfolgt eine direkte Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen. So müssen alle Teilaufgaben gemeinsam durchgeführt und die Interaktion fortlaufend an die Situation angepasst werden [5]. Die vierte Art der Mensch-Technik-Interaktion ist die Substitution. Hierbei wird der Mensch vollständig durch Maschinen oder Roboter ersetzt. Dieser Form trifft in 17% der analysierten Anwendungen zu. Die Auswirkungen dieser verschiedenen Mensch-Technik-Interaktion auf den Menschen sowohl positive als auch negative werden in Abbildung 2-8 und Abbildung 2-9 dargestellt.

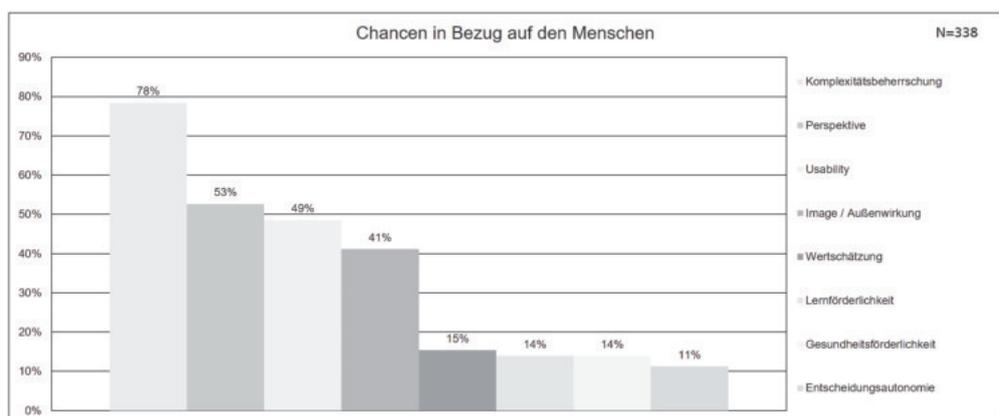


Abbildung 2-8: Chancen in Bezug auf den Menschen

Die Beherrschung der steigenden Komplexität ist mit 78% die größte Chance für den Menschen in Industrie 4.0-Anwendungen, welche von den Unternehmen angegeben wird. Knapp dahinter stehen Perspektive (53%), Benutzerfreundlichkeit (49%) und Image/Außenwirkung (41%). Wertschätzung, Lernförderlichkeit, Gesundheitsförderlich sowie Entscheidungsautonomie wurden ebenfalls als Chance angegeben.

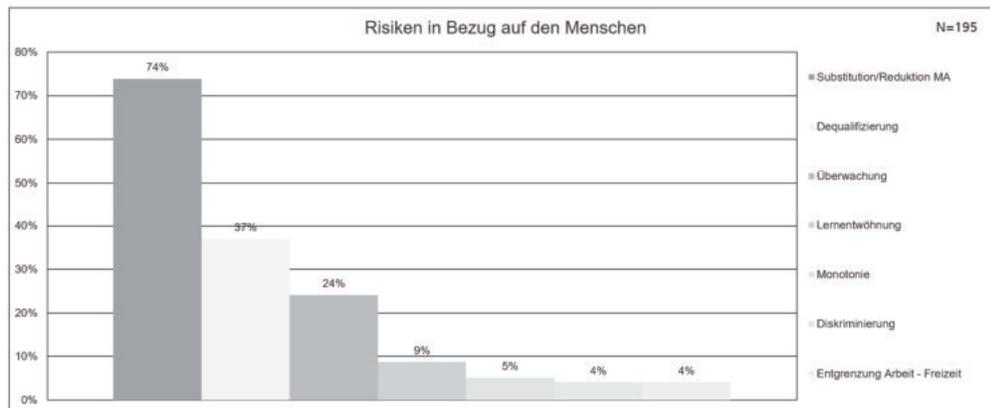


Abbildung 2-9: Herausforderungen in Bezug auf den Menschen

Wie Abbildung 2-9 zeigt, wird vor allem die Reduktion der Anzahl der Mitarbeiter, welche zur Aufgabenerfüllung benötigt werden, als Risiko gesehen. In 74% der Anwendungsfälle wird das Ersetzen oder die Reduktion der Mitarbeiter im Bezug zu Industrie 4.0 angegeben. Aber auch die Dequalifizierung mit 37% und die Überwachung mit 24% der Nennungen sollten nicht außer Acht gelassen werden.

2.3 Fazit

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über 455 Anwendungen aus dem Bereich "Industrie 4.0". Diese Analyse- und Evaluierungskriterien umfassen die Anwendungsbereiche und die betroffenen Stakeholder, Beweggründe für die Anwendungsumsetzung und den draus folgenden Nutzen, Industrie 4.0-Aspekte und Entwicklungsstufe sowie Chancen und Risiken in Bezug auf den Menschen in der integrierten Industrie. Diese Themen sind auch im Forschungs- und Entwicklungsprojekt MyCPS vertreten. Aufgrund der Analyse- und Evaluierungsergebnisse kann die Rolle des Mitarbeiters hervorgehoben werden: Die analysierten Daten zeigen, dass die Mehrheit der Anwendungen die Substitution durch Roboter oder andere technische Elemente nicht nutzt. Es ist eine sehr schnelle Trendentwicklung im Bereich von Industrie 4.0 zu beobachten. Die zukünftige Entwicklung von menschenzentrierten cyber-physischen Systemen sollte im Fokus der Analyse und Diskussion von nachfolgenden Forschungsprojekten sein.

2.4 Literatur

- [1] Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e. V. (ifaa), 2016, Digitalisierung & Industrie 4.0: Grundgedanke der Industrie 4.0, Bergisch Gladbach, 1-23.
- [2] Landesverband Baden-Württemberg, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V., 2016, Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg, retrieved from http://www.i40-bw.de/about_us/_Wir-über-uns.html.
- [3] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Plattform Industrie 4.0, 2016, <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Service/FAQ/faq.html>.
- [4] Landesverband Baden-Württemberg, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V., 2016, Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg - 100 Orte - Der intelligente Behälter, http://www.i40-bw.de/100_places/_100-Orte.html.
- [5] Onnasch L., Maier X., Jürgensohn T., 2016, Mensch-Roboter- Interaktion - Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle, Dortmund, 1-12.