

Fortgeschrittene Robotik, künstliche Intelligenz und Automatisierung von Tätigkeiten: Definitionen, Einsatzgebiete, Maßnahmen und Strategien sowie Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Zusammenfassung

Verfasser: Patricia Helen Rosen, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA); Eva Heindold, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA); Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL; Phoebe Moore, University of Leicester, School of Business; Sascha Wischniewski, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Projektmanagement: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA)

Diese Zusammenfassung wurde von der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA) in Auftrag gegeben. Die Inhalte, einschließlich aller geäußerten Meinungen und/oder Schlussfolgerungen, sind ausschließlich diejenigen der Verfasser und geben nicht zwingend die Auffassung der EU-OSHA wieder.

Weder der Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA) noch Personen, die in EU-OSHA Namen handeln, sind für die Verwendung der nachstehenden Informationen verantwortlich.

© Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 2023

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Für die Benutzung oder den Nachdruck von Fotos, die nicht dem Copyright der Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, unterstellt sind, muss eine Genehmigung direkt bei dem (den) Inhaber(n) des Copyrights eingeholt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Methodik	3
2.1	Schwerpunkt auf der Art der Tätigkeiten	3
2.2	Definitionen von KI-gestützten Systemen	3
2.3	Wichtige KI-gestützte Technologien	4
2.4	Taxonomie für KI-gestützte Systeme und die Automatisierung von Tätigkeiten	4
3	Darstellung der derzeitigen und potenziellen Einsatzgebiete	5
3.1	Automatisierung kognitiver Tätigkeiten	5
3.1.1	Arten von Technologien	5
3.1.2	Sektorale Verteilung	6
3.1.3	Betroffene Tätigkeiten und Arbeitsplätze	6
3.2	Automatisierung von körperlichen Tätigkeiten	7
3.2.1	Arten von Technologien	7
3.2.2	Sektorale Verteilung	7
3.2.3	Betroffene Tätigkeiten und Arbeitsplätze	8
3.3	Auswirkungen der Tätigkeiten – Bewertung und Folgen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit	8
4	Überblick über Maßnahmen und Strategien	9
4.1	Europäische Ebene	9
4.1.1	Regulierung	9
4.1.2	Strategien, Programme, Initiativen und Kampagnen	9
4.1.3	Lücken und Bedarf	10
4.1.4	Nationale Ebene	10
4.1.5	Strategien, Programme, Initiativen und Kampagnen	11
4.1.6	Lücken und Bedarf	11
5	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	11
	Literaturverzeichnis	12

1 Einleitung

In diesem Dokument werden die Arten und Definitionen der auf künstlicher Intelligenz (KI) basierenden Systeme und fortgeschrittenen Robotik für die Automatisierung von Tätigkeiten zusammengefasst. Zu diesem Zweck wurde eine umfassende Taxonomie entwickelt, um einen Rahmen für die Analyse der Auswirkungen auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit im Rahmen weiterer Forschungsarbeiten der EU-OSHA zu schaffen. Darüber hinaus werden in diesem Bericht die derzeitigen und potenziellen Einsatzgebiete KI-gestützter Systeme und fortgeschrittener Robotik für die Automatisierung von Tätigkeiten, ihre sektorale Verteilung sowie eine Beschreibung der in erster Linie betroffenen Tätigkeiten vorgestellt. Schließlich gibt dieser Bericht einen Überblick über die Maßnahmen und Strategien auf nationaler und internationaler Ebene hinsichtlich der Automatisierung von Tätigkeiten durch KI-gestützte Systeme und fortgeschrittene Robotik.

2 Methodik

Für diese Arbeit wurden systematische Auswertungen der wissenschaftlichen Literatur zu drei spezifischen Themen, die für diese Forschungsarbeiten relevant sind und eine Überprüfung der grauen Literatur vorgenommen. Darüber hinaus wurde eine Konsultation der nationalen Focal Points der EU-OSHA durchgeführt sowie ausführliche Interviews mit Sachverständigen geführt. Wichtigstes Ziel der systematischen Auswertung der wissenschaftlichen Literatur war es, Technologien, aktuelle Trends sowie die Einsatzgebiete von Systemen für die Automatisierung von Tätigkeiten zu ermitteln. Die Auswertung beruhte auf einer Unterteilung in **körperliche** und **kognitive Tätigkeiten**. Die wichtigsten bei der Auswertung berücksichtigten Bereiche waren künstliche Intelligenz (KI), Interaktion zwischen Mensch und Roboter (HRI) sowie Automatisierung von Tätigkeiten. Es wurden insgesamt 3 975 Ergebnisse geprüft, von denen 183 für dieses Projekt relevante Informationen enthielten. Zur Ergänzung dieser Ergebnisse wurde eine Reihe ausführlicher Interviews geführt. Es wurde eine Konsultation des Netzwerks der Focal Points der EU-OSHA¹ durchgeführt, die Informationen über Rechtsvorschriften, politische Maßnahmen, Strategien, Initiativen und Programme in Bezug auf KI-gestützte Systeme und fortgeschrittene Robotik für die Automatisierung von Tätigkeiten sowie Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit lieferte. Der Fragebogen wurde an die nationalen Focal Points der 27 Mitgliedstaaten sowie der vier EFTA-Länder verteilt. 13 Länder beantworteten den Fragebogen. Die verbleibenden Lücken wurden, soweit möglich, mit grauer Literatur geschlossen.

2.1 Schwerpunkt auf der Art der Tätigkeiten

Den Schwerpunkt auf Tätigkeiten anstelle von Arbeitsplätzen zu legen, ist ein sinnvoller Ansatz, da (Automatisierungs-)Technologien individuelle Funktionen bei bestimmten Tätigkeiten unterstützen oder ersetzen. Tätigkeitsinhalte können definiert werden als das, was im Arbeitsprozess produziert oder verändert wird (Bisello et al., 2019). Methoden und Instrumente sind definiert als die *Art und Weise*, auf die Tätigkeiten durchgeführt werden. Die Idee der Inhalte und Instrumente wird in unsere Taxonomie aufgenommen. Wir verwenden die Kategorien **objekt-**, **informations-** und **personenbezogen**, wobei diese ausschließlich auf dem Arbeitsgegenstand gemäß dem Schwerpunktprogramm „Sicherheit und Gesundheit in der digitalen Arbeitswelt“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin beruhen (Tegtmeier et al., 2019). Zur Durchführung verschiedener Tätigkeiten sind kognitive Funktionen wie Informationsverarbeitung und physische Maßnahmen wie die Handhabung von Gegenständen (Objekten) erforderlich. Folglich umfasst die Taxonomie die abstraktere Ebene **kognitiver** oder **körperlicher Tätigkeiten**, die in unterschiedlichem Umfang und in unterschiedlichen Kombinationen objekt-, informations- und personenbezogen sein können.

2.2 Definitionen von KI-gestützten Systemen

Die Unterstützung oder Ersetzung von Funktionen zur Ausführung verschiedener Tätigkeiten erfordert KI-gestützte Systeme, die unterschiedliche technologische Merkmale aufweisen. Es gibt keine einheitliche Definition von KI oder KI-gestützten Systemen, die von Wissenschaftler:innen, Praktiker:innen oder politischen Entscheidungsträger:innen allgemein akzeptiert wird. Wir verwenden die Definitionen

¹ <https://osha.europa.eu/de/about-eu-osha/national-focal-points>

von zwei wichtigen Interessenträger:innen, nämlich die der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) und die der Europäischen Kommission. Beide Definitionen sind dem vollständigen Bericht zu entnehmen.

Die Konzepte von KI-gestützten Systemen stimmen darin überein, dass die Systeme ihre Umgebungen in gewisser Weise wahrnehmen, Informationen analysieren und darauf reagieren. Mit Blick auf die Unterstützung und/oder Ersetzung kognitiver und körperlicher Tätigkeiten und ihre unterschiedliche Ausprägung bei objekt-, informations- und personenbezogenen Tätigkeiten besteht ein wichtiger differenzierender Aspekt für KI-gestützte Systemen in ihrer Fähigkeit, physische Handhabungen oder Handlungen in ihrer Umgebung durchzuführen. Darüber hinaus erweitern wir die Taxonomie auf Technologien, die im Zusammenhang mit der Automatisierung von Tätigkeiten, die nicht ausschließlich KI-gestützt erfolgen, relevant sind. Diese Technologien weisen häufig sehr fortgeschrittene Fähigkeiten auf, sind jedoch aus rein technischer Sicht nicht wirklich in die KI integriert. Dies ist z. B. bei kollaborativen Robotersystemen recht häufig der Fall. Daher haben wir die möglichen Kategorien der Backend-Ebene in unserem Rahmen als **KI-gestützt** und **komplex, aber nicht KI-gestützt** bezeichnet.

2.3 Wichtige KI-gestützte Technologien

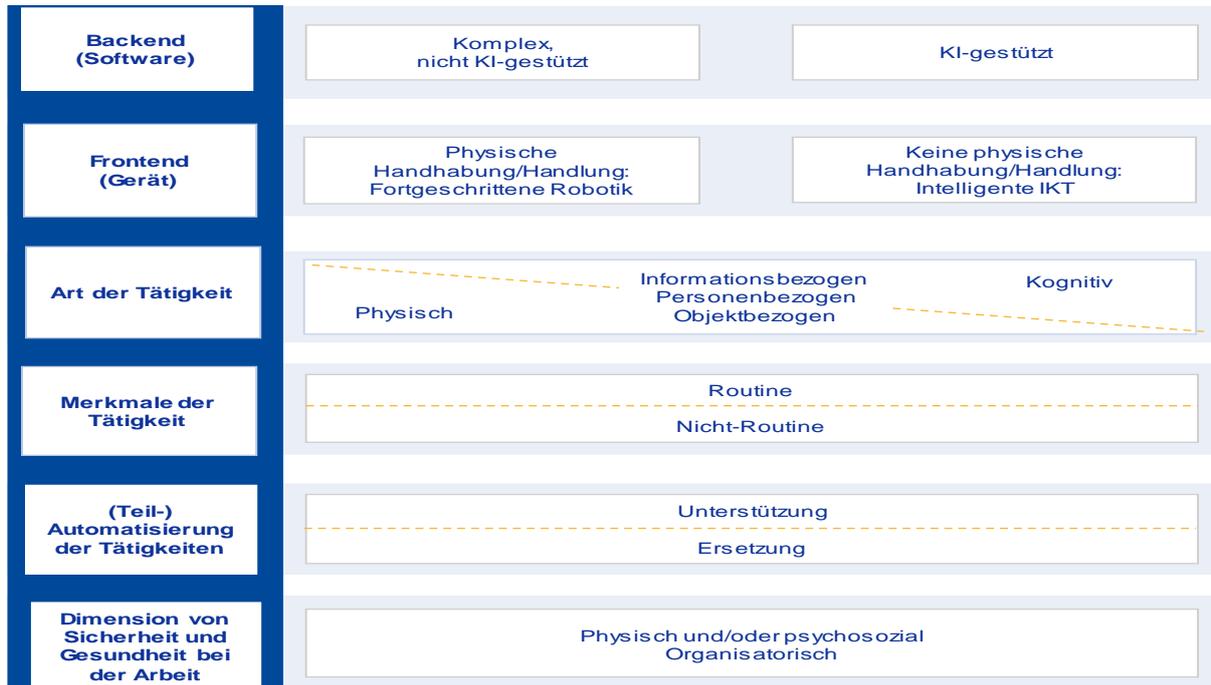
Bei der Untersuchung der Auswirkungen der Automatisierung von Tätigkeiten und der damit zusammenhängenden Auswirkungen auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit ist eine genauere Betrachtung spezifischer technologischer Entwicklungen sinnvoll. Ein Hauptbereich ist die Robotik. Neuere Systeme werden häufig als Cobots (kollaborative Roboter) bezeichnet, sie umfassen jedoch nur die Interaktionsform der Zusammenarbeit und des Zusammenwirkens (Onnasch et al., 2016). In der **Interaktionsform der Koexistenz** sind die Handlungen des Menschen und des Roboters zwar eng miteinander verbunden, aber zeitlich unabhängig. Bei der Interaktionsform der **Zusammenarbeit** arbeiten Menschen und Roboter eng zusammen und ihre Handlungen sind zeitlich voneinander abhängig, erfolgen aber nicht gleichzeitig. Die dritte Form der Interaktion, das **Zusammenwirken**, kann als die engste Form der Interaktion angesehen werden. Da wir alle Formen der Interaktion zwischen Menschen und Robotersystemen berücksichtigen, bezeichnen wir diese Systeme als **intelligente oder fortgeschrittene Robotik**.

Zur Unterstützung oder Ersetzung kognitiver Tätigkeiten, bei denen kein physischer Umgang mit Gegenständen oder Personen erforderlich ist, werden vor allem moderne (oder innovative) Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) eingesetzt. Die Einheiten können von **Desktop-Computern** und **mobilen Geräten (Smartphones, Tablets)** bis zu **tragbaren Geräten** wie **Smartwatches** oder **Smart-Glasses** reichen. Je nach der Komplexität der Algorithmen oder dem Grad der künstlichen Intelligenz sind beide Systeme in der Lage, unterschiedliche Grade und Ebenen von Funktionen sowie Maßnahmen zu unterstützen, die zur Ausführung der betreffenden Tätigkeit erforderlich sind. Es ist die Kombination des spezifischen Backends (Software) mit dem individuellen technologischen Frontend (Gerät), die neue Herausforderungen und Chancen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit schafft.

2.4 Taxonomie für KI-gestützte Systeme und die Automatisierung von Tätigkeiten

Es sind nicht nur Technologien selbst, die sich auf unterschiedlichen Ebenen auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit auswirken können. Es ist der Einsatz KI-gestützter Systeme für die Automatisierung von Tätigkeiten, der zu neuen Arbeitsweisen führt oder Änderungen an bestehenden Arbeitsweisen bewirkt. Um sinnvolle Beratung für Prävention, Politik und Praxis hinsichtlich KI-gestützter IKT-Systeme und intelligenter Roboter am Arbeitsplatz bereitzustellen, werden die drei Dimensionen der **physischen, psychosozialen** und **organisatorischen Sicherheit und Gesundheit** in die Taxonomie aufgenommen. Nicht-KI-gestützte Robotersysteme werden einbezogen, da fortgeschrittene Robotik, die bereits Anwendung findet, häufig ohne KI betrieben wird. Die spezifischen Herausforderungen und Chancen im Zusammenhang mit Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, die mit diesen Systemen verbunden sind, werden im Rahmen der folgenden Projektaktivitäten untersucht.

Abbildung 1: Taxonomie für KI-gestützte Systeme und fortgeschrittene Robotik für die Automatisierung von Tätigkeiten



Quelle: Verfasser

3 Darstellung der derzeitigen und potenziellen Einsatzgebiete

Im Zuge der Untersuchung der Verbreitung von Technologien zeigt sich eine große Vielfalt an verfügbaren Systemen und Anwendungen, die nicht immer für die Ausführung einer bestimmten Tätigkeit bestimmt sind. Daher reicht ein rein technologiebasierter Ansatz hinsichtlich der damit verbundenen Risiken und Vorteile für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit nicht aus.

3.1 Automatisierung kognitiver Tätigkeiten

3.1.1 Arten von Technologien

KI-gestützte Systeme für die Automatisierung kognitiver Tätigkeiten

Hinsichtlich der Automatisierung kognitiver Tätigkeiten mit KI-gestützten Systemen zeigt die systematische Überprüfung hochwertiger wissenschaftlicher Literatur, dass bei den meisten Studien die Untersuchung verschiedener Arten **automatisierter Software** im Mittelpunkt steht. Automatisierte Software-Tools beziehen sich auf verschiedene Anwendungen in unterschiedlichen Bereichen wie Online-Prüfungen (Butler-Henderson & Crawford, 2020) und Lernanwendungen (z. B. Davis, 2018), Feedback-Systeme für Lernende (Deeva et al., 2021), Software-Test-Tools (Garousi & Mantyla, 2016), automatisierte Abfragen und Indexierung wissenschaftlicher Informationen (z. B. Golub et al., 2016), klinische Informationssysteme (Govindan et al., 2010) oder Tools für die Modellierung von Geschäftsprozessen (Zafar et al., 2018). Fast jedes KI-gestützte System zur Automatisierung kognitiver Tätigkeiten kann als eine Form automatisierter Software definiert werden, einige Systeme können aber weiter unterschieden werden.

Insbesondere im Bereich der Medizin gibt es viele hochwertige Forschungsarbeiten zu **automatisierten Medizinprodukten** wie etwa geschlossenen Kreislaufsystemen, die z. B. für die Überwachung von Vitalparametern oder für Systeme im Zusammenhang mit der automatisierten Diagnosestellung eingesetzt werden. **Entscheidungshilfesysteme (DSS)** bilden eine weitere wichtige Gruppe von Technologien, die Gegenstand von Forschungsarbeiten sind. Eine etwas niedrigere, aber immer noch bemerk-

kenswerte Zahl von Studien befasst sich mit einer bestimmten Art von System zur **Verarbeitung natürlicher Sprache** („Natural Language Processing“). Andere Systeme, die beschrieben werden, allerdings in deutlich geringerem Umfang, sind **Dialogsysteme, auch Chatbots genannt** und **Data Mining**.

Robotersysteme für die Automatisierung kognitiver Tätigkeiten

Neben der großen Zahl an Softwareanwendungen sind **Bildungs- und soziale Roboter** eine weitere wichtige Gruppe von Technologien, die für die Automatisierung kognitiver Tätigkeiten eingesetzt werden und auf die sowohl in der wissenschaftlichen Literatur als auch von den Sachverständigen eingegangen wird. **Roboter zur sozialen Unterstützung** werden beispielsweise in der Altenpflege eingesetzt, um positive Emotionen oder das therapeutische Engagement zu erhöhen (Bemelmans et al., 2012). Insbesondere bei sozialen Robotern wird das Problem des **Anthropomorphismus in humanoiden Systemen** berücksichtigt. Einige der genannten Robotersysteme können auch als **Service-Roboter** bezeichnet werden. Humanoide Systeme finden sich häufig in Serviceanwendungen, da sie insbesondere für direkte Interaktionszwecke konzipiert sind.

KI-Verfahren und künftige Einsatzgebiete

In der wissenschaftlichen Literatur zu KI-gestützten Systemen finden sich einige spezifische (statistische) KI-Verfahren, die als bemerkenswerte Cluster identifiziert werden können. Die in hochwertiger wissenschaftlicher Literatur am stärksten berücksichtigten Verfahren betreffen **neuronale Netzwerke**, wobei unter diesen Convolutional Neural Networks („gefaltete“ oder „faltende“ neuronale Netzwerke) am häufigsten erwähnt werden (Dallora et al., 2019; Wäldchen & Mäder, 2018; Xiao et al., 2018). Weitere KI-Verfahren, die im Zusammenhang mit der Automatisierung kognitiver Tätigkeiten erwähnt werden, sind Vektormaschinen, Entscheidungsbäume, genetische Algorithmen oder Clustering-Algorithmen, Deep Learning oder selbstüberwachtes Lernen.

Nach den Ausführungen der befragten Sachverständigen werden derzeit sehr schnell neue Systeme für die Automatisierung kognitiver Tätigkeiten eingeführt, deren Schwerpunkt insbesondere auf der **Datenverarbeitung und -analyse** liegt. Nach Auffassung der Sachverständigen gilt das **Internet der Dinge (IoT)**, die Zusammenschaltung von Geräten und Systemen, als die am stärksten disruptive Technologie. Mit Blick auf künftige **Verwendungszwecke** erwarten die Sachverständigen den nächsten Meilenstein in der **Protokollierung von Informationen/Daten aus dem langfristigen Einsatz** eines Systems zur Generierung umfassenderer Datensätze. Die Extraktion von Mustern aus größeren Datensätzen zur Antizipation sich verändernder Bedingungen wird als praktische Anwendung erwartet.

3.1.2 Sektorale Verteilung

Bei der Analyse der Erscheinungsformen KI-gestützter Systeme für die Automatisierung kognitiver Tätigkeiten im Hinblick auf ihre sektorale Verteilung ist das **Gesundheits- und Sozialwesen** die bedeutendste Kategorie gemäß NACE Rev. 2.0 (Systematik der Wirtschaftszweige). Die meisten analysierten Studien beziehen sich auf Systeme aus dem Gesundheits- und Sozialwesen und insbesondere auf den Bereich der Medizin, der von den Sachverständigen sowie den Focal Points häufig erwähnt wird. Zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten befassen sich mit dem Bereich **Bildung**. Die Sachverständigen weisen auf die Bedeutung dieses Sektors hin, in den Antworten im Rahmen der Konsultation der Focal Points wird dieser Sektor jedoch nicht explizit erwähnt. Nach Auffassung der Sachverständigen und den Ausführungen der Focal Points spielen **Finanz- und Versicherungsdienstleistungen** eine wichtige Rolle. Sie weisen ausdrücklich darauf hin, dass Automatisierungstätigkeiten im Bankwesen zu beobachten sind und diese voraussichtlich zunehmen werden. In der wissenschaftlichen Literatur wird in bemerkenswertem Maße auf den Sektor der **freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen** eingegangen. Dem schließen sich die Sachverständigen bis zu einem gewissen Grad an und die Verbreitung von KI-gestützten Systemen in diesem Sektor steht im Einklang mit den vorstehend beschriebenen Erkenntnissen zur allgemeinen Verbreitung automatisierter Softwaresysteme. Der **Informations- und Kommunikationssektor** ist in geringerem Umfang als die übrigen Sektoren Gegenstand der wissenschaftlichen Literatur. Er wird jedoch in der Konsultation der Focal Points erwähnt.

3.1.3 Betroffene Tätigkeiten und Arbeitsplätze

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich zahlreiche kognitive Tätigkeiten, die von KI-gestützten Systemen ausgeführt werden. Es gibt zwei Arten von Tätigkeiten, die in der wissenschaftlichen Literatur besonders hervorgehoben werden. Zum einen handelt es sich dabei um die **medizinische Diagnosestellung**, die häufig von KI-gestützten Systemen unterstützt wird und in engem Zusammenhang mit Informationen steht. Diese Feststellung spiegelt die vorstehend genannten Ergebnisse bezüglich der hohen Prävalenz von Entscheidungshilfesystemen im Gesundheits- und Sozialwesen wider. Kognitive

Tätigkeiten wie die Diagnosestellung können teilweise von KI-gestützten Systemen wahrgenommen werden; Nach Auffassung der Sachverständigen wird durch sie aber die Arbeit des Arztes ergänzt.

Zum anderen ist eine Form der **Lernunterstützung** bei Lehrtätigkeiten eine häufig angegebene Tätigkeit. Diese personenbezogene Tätigkeit wird häufig durch automatisierte Software oder Systeme zur Verarbeitung natürlicher Sprache („Natural Language Processing“) unterstützt. Eine Reihe einzelner Aufgaben im Zusammenhang mit der **Sprach- und Textverarbeitung** ist Gegenstand der wissenschaftlichen Literatur. In diesem Zusammenhang werden häufig die **Codierung, Indexierung oder Klassifizierung von Informationen** genannt. In letzter Zeit ist die Zahl der KI-gestützten Systeme, die in der Lage sind, Sprachproduktionen zu erstellen, wie die Erstellung von Textinhalten, eine Sprachausgabe wie Lesen oder sogar eine Echtzeit-Sprachproduktion wie bei der Übersetzung, gestiegen.

Die Sachverständigen weisen besonders auf ein Phänomen hin, das auch in der wissenschaftlichen Literatur unter dem Begriff „Polarisierung der Beschäftigungsstruktur“ besonders hervorgehoben wird: In der Arbeitswelt sind Tätigkeiten, für die ein mittleres Qualifikationsprofil erforderlich ist, von der Automatisierung betroffen, die damit verbundene Veränderung der Arbeitsplätze hat zur Folge, dass die Automatisierung zu einer zunehmenden Zahl von Arbeitsplätzen mit hohen und mit niedrigen Qualifikationsanforderungen führt (Goos & Manning, 2007; Goose et al., 2009).

3.2 Automatisierung von körperlichen Tätigkeiten

3.2.1 Arten von Technologien

Bei der Automatisierung körperlicher Aufgaben werden **Industrieroboter** am häufigsten genannt. Nach den auf den Verkaufszahlen von Roboterlieferanten beruhenden Angaben der International Federation of Robotics (IFR) handelte es sich im Jahr 2019 bei 4,8 % der installierten Industrieroboteranlagen um **Cobots**. Eine zweite wichtige Gruppe, mit der sich die wissenschaftliche Literatur befasst, sind medizinische Roboter. Wie im Abschnitt über die Automatisierung kognitiver Tätigkeiten erwähnt, werden Robotersysteme für die medizinische Versorgung eingesetzt, z. B. durch die Unterstützung des therapeutischen Engagements oder der therapeutischen Ausbildung. Unter **medizinischen Robotern** für die Automatisierung körperlicher Tätigkeiten sind Systeme wie Roboterrollatoren (Werner et al., 2016; Werner et al., 2018) in der Altenhilfe oder bei der Betreuung von Pflegebedürftigen sowie roboterassistierte Therapien zur Wiederherstellung der Gleichgewichtsfunktion nach einem Schlaganfall (Zheng et al., 2019) zu verstehen. Noch in einer frühen Entwicklungsphase befinden sich medizinische Roboter für die Beförderung und das Heben von Patienten, manchmal auch als **Pflegeroboter** bezeichnet. Andere, bereits verbreitetere medizinische Roboter navigieren autonom durch Krankenhäuser und führen Beförderungstätigkeiten aus. Chirurgische Roboter unterstützen den Chirurgen bei Operationen mit Licht, der Reduzierung von Taktzittern („jitter“) oder der Vergrößerung von Strukturen. Die Integration **mobiler Roboter** oder **autonomer Fahrzeuge** in eine Umgebung ist mit einer Reihe von Problemen verbunden. Diese Systeme finden üblicherweise für autonome Reinigungsaufgaben in verschiedenen Umgebungen wie Kaufhäusern, Produktionsstätten oder Krankenhäusern Anwendung. Vor allem im **Logistik- und Lagerbereich** sind autonome Roboter immer verbreiteter. Bereits sehr gut entwickelte autonome Roboteranwendungen finden sich in der Landwirtschaft (EU-OSHA, 2020).

Die Sachverständigen gehen davon aus, dass in Bereichen wie dem **autonomen Fahren** in den nächsten zehn Jahren eine Teilautomatisierung stattfinden wird und die Tätigkeiten nicht vollständig automatisiert werden. Unternehmen haben damit begonnen, Zustellroboter zu entwickeln, die sich auf der Straße bewegen, um **Lieferungen auf der letzten Meile** abzudecken. Langfristig sehen die Sachverständigen sogar das Potenzial für Veränderungen im öffentlichen Verkehr. Im verarbeitenden Gewerbe führt die zunehmende Integration von KI-gestützten Software-Tools in Roboter-Hardware nicht nur zu neuen Generationen von Robotersystemen, sondern auch zu **neuen Geschäftsmodellen**. Beim Modell **Robot-as-a-service“ (RaaS)** ist beispielsweise vorgesehen, einen Roboter zu mieten, anstatt ihn zu kaufen. Instandhaltung, Nachrüstungen und Dienstleistungen werden vom Lieferanten aus der Ferne durchgeführt.

3.2.2 Sektorale Verteilung

Bei der Analyse der automatisierten körperlichen Tätigkeiten in den verschiedenen Wirtschaftszweigen zeigt sich eine hohe Zahl automatisierter oder unterstützter Tätigkeiten im **Gesundheits- und Sozialwesen**. Hierbei betreffen die meisten Tätigkeiten die **Krankenhäuser**. An zweiter Stelle ist das **verarbeitende Gewerbe** stark betroffen. Dies findet sich nicht nur in der wissenschaftlichen Literatur, sondern wird auch von den Sachverständigen und in der Konsultation der Focal Points hervorgehoben. Die Sachverständigen waren sich darin einig, dass fortgeschrittene Robotik vor allem im verarbeitenden

Gewerbe genutzt wird und außerhalb dieses Sektors weniger zum Einsatz kommt. Innerhalb des verarbeitenden Gewerbes wird die **Automobilindustrie** als der wichtigste Bereich genannt. Das **Gesundheits- und Sozialwesen** ist in der wissenschaftlichen Literatur jedoch etwas stärker vertreten, was allerdings auf eine Publikationsverzerrung zurückzuführen sein könnte. Der Sektor **Verkehr und Lagerwesen** findet in der wissenschaftlichen Literatur ebenfalls häufig Erwähnung und wird auch von den Sachverständigen genannt. In der wissenschaftlichen Literatur seltener erwähnt, aber von den Sachverständigen hervorgehoben werden die Wirtschaftszweige **Bauwesen** und **Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei**. Insbesondere im Bausektor ist Japan beim Einsatz führend. Den Sachverständigen zufolge ist der Einsatz im Bausektor schwieriger, weil eine Baustelle weniger strukturiert ist. Die **Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei** ist hinsichtlich autonomer Systeme relativ weit entwickelt und die Innovation dieser Technologien in diesem Wirtschaftszweig nimmt rasch zu.

3.2.3 Betroffene Tätigkeiten und Arbeitsplätze

Wie es der Art der körperlichen Tätigkeiten entspricht, sind die meisten körperlichen Tätigkeiten, die von der Automatisierung durch KI-gestützte Systeme betroffen sind, objektbezogen. Im medizinischen Bereich bietet eine Reihe von Systemen neben dem **Heben** auch **Unterstützung für andere Bewegungen**, z. B. für das Gehen. Weitere körperliche Tätigkeiten, die stark von Robotersystemen betroffen sind, finden sich in den Bereichen **Reinigung** oder **Beförderung**. Nach den Ausführungen der meisten Sachverständigen werden **repetitive** und **rutinemäßige Tätigkeiten** voraussichtlich eher automatisiert. Diese Tätigkeiten können programmiert und codiert werden und es kann ein System aufgebaut werden, das mithilfe von KI-Techniken aus diesen Daten lernen kann. Daher ist es wahrscheinlicher, dass einfache körperliche Tätigkeiten ersetzt werden. Die Sachverständigen sehen ein Potenzial für den Verlust von Arbeitsplätzen, insbesondere bei **Arbeitsplätzen mit niedrigen Qualifikationsanforderungen**, die sich durch ihren repetitiven Charakter und Routine auszeichnen.

Nach Ansicht einiger Sachverständiger könnten durch den Einsatz kollaborativer Roboter sogar mehr Arbeitsplätze geschaffen werden. Durch die Zusammenarbeit von Menschen mit Robotern kann die Produktivität gesteigert werden, was zum Nutzen der Organisation ist, die wiederum in der Lage ist, mehr zu investieren und neue Arbeitsplätze zu schaffen. Wahrscheinlich werden wir eine Veränderung dahingehend beobachten, dass ein Mensch mehrere Robotersysteme bedient.

3.3 Auswirkungen der Tätigkeiten – Bewertung und Folgen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Was die Verbreitung von Systemen und ihre Verwendung betrifft, so ist in der wissenschaftlichen Literatur eine leichte Publikationsverzerrung festzustellen. Medizin und Bildungswissenschaft sind Disziplinen, die sich durch einen größeren Publikationsdrang auszeichnen und sie sind daher in der wissenschaftlichen Literatur leicht überrepräsentiert.

Den Sachverständigen zufolge können sich neue Technologien nach Ansicht der meisten Interessenträger:innen positiv auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit auswirken, insbesondere mit Blick auf **schmutzige, langweilige und gefährliche** Arbeitsplätze. Insbesondere im Zusammenhang mit körperlichen (objekt- und personenbezogenen) Tätigkeiten, die durch fortgeschrittene Robotik unterstützt werden, befassen sich die befragten Sachverständigen hauptsächlich mit Fragen bezüglich der physischen Dimension von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. So wird z. B. von den Sachverständigen häufig auf die Verringerung **physischer Risiken** hingewiesen. KI-gestützte Systeme können auch dazu beitragen, **ungünstige und repetitive kognitive Routinetätigkeiten** zu beseitigen, was dazu führen kann, dass die Arbeit für die Arbeitnehmer:innen interessanter wird. In Bezug auf das Management von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sehen die Sachverständigen das Risiko, dass die neu entstehenden Gesundheits- und Sicherheitsrisiken (der veränderten Tätigkeit) möglicherweise nicht angemessen bewertet werden, wenn **sich die Art der Tätigkeiten der Arbeitnehmer:innen durch KI-gestützte Systeme verändert**.

Die Sachverständigeninterviews sowie die Ergebnisse der Konsultation der Focal Points stützen eine allgemein in der wissenschaftlichen Literatur vertretene Auffassung. Tätigkeiten oder Arbeitsplätze mit leichter kodifizierbaren Tätigkeiten werden schneller verdrängt. Darüber hinaus wird von den Sachverständigen ein Prozess der Weiterqualifizierung und Dequalifizierung in der Zukunft beschrieben. Es könnte die Gefahr einer Dequalifizierung bestehen, wenn KI-gestützte Systeme für die Ausführung bestimmter Tätigkeiten eingesetzt werden. Nach Auffassung der Sachverständigen wird eine **Dequalifizierung** auf Ebene der Arbeitskräfte, nicht aber auf persönlicher Ebene stattfinden.

Hinsichtlich der Auswirkungen auf das psychische Wohlbefinden der Arbeitnehmer:innen wiesen die Sachverständigen auf das Risiko hin, dass ein KI-gestütztes System in einem so hohen Maße automatisiert oder sogar autonom sein könnte, dass es den Arbeitnehmer:innen eine bestimmte Vorgehensweise vorschreibt. In diesem Fall besteht die Gefahr, dass die Arbeitnehmer:innen die **Kontrolle** über ihre eigene Arbeit **verlieren**. Dynamisches Lernen und adaptive Systeme bergen zudem das Risiko, dass die Ergebnisse nicht vollständig **vorhersehbar** sind, da die Maschine ihr Verhalten in Abhängigkeit von der Informationsverarbeitung ändert. Durch die Unvorhersehbarkeit der Systeme kann **Vertrauen verloren gehen** und die **Akzeptanz der Nutzer:innen beeinträchtigt werden**.

4 Überblick über Maßnahmen und Strategien

4.1 Europäische Ebene

Die meisten Interessenträger:innen stellen Informationen zu den Anforderungen oder Grundsätzen der Nachfrage für KI-gestützte Systeme bereit. Der Grundsatz, bei dem die größte Übereinstimmung besteht, ist die **Systemtransparenz**, die in fast jeder Initiative behandelt wird. Darüber hinaus wird die Erklärbarkeit hervorgehoben. Die **technische Robustheit** sowie die **Achtung der Menschenrechte, Vielfalt** und **Nichtdiskriminierung** werden mit Blick auf KI-gestützte Systeme häufig genannt. Ferner wird auf den **Datenschutz** und die **Daten-Governance** hingewiesen.

4.1.1 Regulierung

In Europa gibt es derzeit zwei wichtige Richtlinien, die für Technologie und Arbeitsplätze gelten und daher auch die Rechtsgrundlage für KI-gestützte Systeme und fortgeschrittene Robotik für die Automatisierung von Tätigkeiten bilden. Es handelt sich zum einen um die **Maschinenrichtlinie 2006/42/EG**. Sie gilt für Produkte, die erstmals in der EU in Verkehr gebracht werden sollen. Die Bewertung der Richtlinie im Jahr 2018 ergab, dass die Richtlinie generell für eine Überarbeitung im digitalen Bereich geeignet ist.

Als zweite wichtige Richtlinie ist in diesem Zusammenhang die **Richtlinie 89/391/EWG über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (Rahmenrichtlinie)** zu nennen. Darin werden die allgemeinen Grundsätze der Gefahrenverhütung (z. B. Risikovermeidung, Risikobewertung) und die Pflichten von Arbeitgeber:innen und Arbeitnehmer:innen aufgeführt. Obwohl sie nicht speziell für KI-Systeme und fortgeschrittene Robotik verfasst ist, kann sie angesichts ihrer breiten Abdeckung auch auf die Risiken angewandt werden, die von KI-gestützten Systemen ausgehen können.

Da künstliche Intelligenz ein Bereich von strategischer Bedeutung ist, hat die Europäische Kommission 2021 jedoch einen Vorschlag für eine zusätzliche horizontale Verordnung auf den Weg gebracht: Den Vorschlag für ein **Gesetz über künstliche Intelligenz**. Er enthält eine **Einstufung von KI-Systemen als Hochrisikosysteme** und ein Kapitel über die **Anforderungen an Hochrisiko-KI-Systeme**.

4.1.2 Strategien, Programme, Initiativen und Kampagnen

Im Jahr 2020 hat die **Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)** die Plattform „AI Observatory“ gestartet, die eine Datenbank mit KI-Strategien aus der ganzen Welt bereitstellt. Die Plattform bietet Informationen über von der KI betroffenen Politikbereiche, es werden über 600 Initiativen im Bereich der KI-Politik aus über 60 Ländern untersucht und aktuelle Trends und Daten zu Entwicklungen der KI vorgestellt. Darüber hinaus stellt die OECD auf der Plattform fünf ergänzende wertebasierte Grundsätze für eine vertrauenswürdige KI vor (OECD.AI, 2021). Wie in der G20-Ministererklärung zu Handel und Digitaler Wirtschaft dargelegt, wurden die Grundsätze für eine menschenzentrierte KI von der G20 angenommen.

Im Jahr 2020 veröffentlichte der **Europäische Gewerkschaftsbund (EGB)** seine EntschlieÙung zu den europäischen Strategien für künstliche Intelligenz und Daten, ein EntschlieÙungspapier, das auf künstliche Intelligenz auf europäischer Ebene abzielt (EGB, 2020). Nach den in der Veröffentlichung dargelegten Kernbotschaften fordert der EGB, dass europäische Strategien für künstliche Intelligenz und Daten einen rechtlichen und stärkeren europäischen Rahmen auf der Grundlage der Menschenrechte schaffen und daher Arbeitnehmer- und Gewerkschaftsrechte und ethische Regeln einschließen sollten. Des Weiteren wird in der EntschlieÙung vorgeschlagen, dass der Grundsatz, dass der Mensch die Kontrolle behält, für Arbeitnehmer:innen und Führungskräfte gelten sollte.

Das **Europäische Gewerkschaftsinstitut (ETUI)** gab eine Veröffentlichung mit dem Titel „A law on robotics and artificial intelligence in the EU?“ heraus, die auf eine Regulierung von KI und Robotik auf europäischer Ebene abzielt. Darin werden die regulatorischen Aspekte bestehender und künftiger Technologien untersucht, wobei auf mehrere zentrale Fragen wie Sichtbarkeit, Rechenschaftspflicht und Haftung aller Interessenträger:innen abgehoben wird (ETUI, 2017). In einem zweiten Positionspapier mit dem Titel „Labour in the age of AI: Why regulation is needed to protect workers“ legt das ETUI dar, dass die EU einen angemessenen ethischen und rechtlichen Rahmen für die Arbeit mit KI schaffen muss.

Im Jahr 2020 wurde die **Rahmenvereinbarung der europäischen Sozialpartner über die Digitalisierung** von den europäischen branchenübergreifenden Sozialpartnern BusinessEurope, SMEUnited, Europäischer Zentralverband der öffentlichen Wirtschaft (CEEP) und EGB (und dem Verbindungsausschuss Eurocadres/CEC) auf den Weg gebracht. Diese Vereinbarung stellt eine gemeinsame Verpflichtung der beteiligten Partner dar, die Vorteile der Digitalisierung in der Arbeitswelt zu optimieren und die mit ihr verbundenen Herausforderungen zu bewältigen (EGB, 2020).

Während sich der EGB und das ETUI mit spezifischen Anforderungen an mögliche künftige Rechtsvorschriften und Regelungen befassen, steht dieser Standpunkt im Gegensatz zum Strategiepapier von **BusinessEurope** mit dem Titel „Robotics and automation – BusinessEurope Strategy paper“ (BusinessEurope, 2018). Bei diesem steht fortgeschrittene Robotik in Europa im Mittelpunkt und es wird eine kritische Bewertung der bestehenden Rechtsvorschriften gefordert, um festzustellen, ob alle vorhandenen Rahmen geeignet sind, eine verantwortungsvolle Nutzung und Entwicklung der Robotik zu ermöglichen.

Als Wirtschaftsverband hat die **International Federation of Robotics (IFR)** einen Bericht mit dem Titel „World Robotics R&D Programs“ über fortgeschrittene Robotik auf globaler Ebene veröffentlicht (IFR, 2020). Dieser Bericht soll einen Überblick über den Schwerpunkt der Regierungen und Investitionen in die wichtigsten globalen Robotikmärkte geben. In dieser Veröffentlichung wurden weltweite Initiativen und Programme hinsichtlich fortschrittlicher Robotik erhoben und zusammengefasst. Die ausführliche Analyse erstreckt sich auf drei globale Regionen (Asien, Europa und Amerika) und wird nach Ländern dargestellt. In dem Bericht werden die **FuE-Programme der einzelnen Länder und Regionen im Einzelnen** dargestellt, einschließlich Hintergrund, Finanzmittel oder verantwortlicher Behörde.

Auf Regierungsebene hat der **Europäische Rat** – Rat der Europäischen Union einige Inhalte KI-gestützter Systeme in seine neue Strategische Agenda für die EU 2019–2024 aufgenommen (Europäischer Rat, 2019). Dies umfasst die Arbeit zu allen Aspekten der digitalen Revolution und der künstlichen Intelligenz: Infrastruktur, Konnektivität, Dienste, Daten, Regulierung und Investitionen. Zudem veröffentlichte er den „Koordinierten Plan für die Entwicklung und Nutzung künstlicher Intelligenz ‚Made in Europe‘“. 2020 veröffentlichte die **Europäische Kommission** das Weißbuch „Zur Künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen.“

4.1.3 Lücken und Bedarf

Generell werden in den über die Focal Points erhobenen Antworten kein besonderer Bedarf oder Lücken in Bezug auf die Regulierung auf europäischer Ebene mit Blick auf den Arbeitnehmerschutz herausgestellt. Insbesondere wird die Rahmenrichtlinie über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit positiv bewertet. In der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG werden alle neuen Gefahren und Risiken im Hinblick auf die Arbeitsplatzausstattung angemessen berücksichtigt. Als größeres Problem wird angesehen, dass die Maschinenrichtlinie nicht ordnungsgemäß um- und durchgesetzt wird. Rechtsvorschriften können nur wirksam sein, wenn sie ordnungsgemäß angewandt werden.

4.1.4 Nationale Ebene

Im Rahmen der Konsultation der Focal Points berichten nur wenige Länder über spezifische Initiativen zu nationalen verbindlichen Vorschriften in Bezug auf **KI-gestützte Systeme wie fortgeschrittene Robotik oder intelligente IKT** sowie **Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit**.

Österreich informiert über eine spezifische Diskussion über fortgeschrittene Robotik, die zu einem nationalen verbindlichen (internationalen) Standard führen könnte. **Die Niederlande** legen dar, dass es im Bereich der intelligenten Robotik zahlreiche (obligatorische) Diskussionsplattformen für Inspektoren, Industriepartner, Normungsstellen usw. gibt, die aus der Maschinenrichtlinie abgeleitet wurden. **Finnland**

berichtet, dass die Datenverarbeitung im Zusammenhang mit intelligenter IKT in die Vorbereitung zahlreicher Aktualisierungen von Rechtsvorschriften einbezogen wird, allerdings auf einer allgemeineren Ebene.

4.1.5 Strategien, Programme, Initiativen und Kampagnen

In den europäischen Staaten finden sich verschiedene sektorale Programme, Leitlinien der Sozialpartner oder Empfehlungen, die von wichtigen Interessensträger:innen oder dem Staat herausgegeben wurden. Der Bericht enthält einen ausführlichen Überblick über ausgewählte nationale Strategien, Programme und/oder Initiativen der Interessenträger:innen.

4.1.6 Lücken und Bedarf

Was die Lücken und den Bedarf auf nationaler Ebene betrifft, so geht aus den Antworten im Rahmen der Konsultation der Focal Points hervor, dass es in vielen Ländern offenbar keine nationalen Maßnahmen auf verschiedenen Ebenen gibt. Die Lücke zwischen den bestehenden Vorschriften und einer angemessenen Anwendung wird auch durch einige Antworten der Focal Points untermauert, in denen darauf hingewiesen wird, dass es nur in unzureichendem Umfang klare Leitlinien für verschiedene Branchen gibt und die meisten Forschungsarbeiten technologieorientiert sind und Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit unberücksichtigt bleiben.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Mit Blick auf die Automatisierung **kognitiver Tätigkeiten** lässt sich anhand der Analyse der wissenschaftlichen Literatur und der ausführlichen Interviews mit Sachverständigen feststellen, dass die Entwicklung von Softwaresystemen zur Unterstützung der Entscheidungsfindung und der Mustererkennung, insbesondere bei **sprachbasierten Tätigkeiten**, den Bereich dominiert. KI-gestützte Systeme zur Automatisierung kognitiver Tätigkeiten finden sich am häufigsten im **Gesundheits- und Sozialwesen**, insbesondere im Bereich der **Medizin**. Es gibt starke Digitalisierungsbewegungen in diesem Sektor, doch sollte eine leichte Überrepräsentation aufgrund einer Publikationsverzerrung in der medizinischen Fachliteratur nicht vernachlässigt werden. Im Hinblick auf besondere Aufgaben wird deutlich, dass insbesondere **informationsgestützte Tätigkeiten** ein hohes Potenzial für den Einsatz KI-gestützter Systeme aufweisen. Sehr häufig wird die **medizinische Diagnosestellung** unterstützt. Darüber hinaus wird eine Vielzahl von **Kommunikationsaufgaben** durch KI-gestützte Systeme unterstützt oder ersetzt. Häufig werden Sprachdatenverarbeitungs- und Dialogsysteme eingesetzt. Darüber hinaus ist der Einsatz von **Robotersystemen für die Automatisierung kognitiver Tätigkeiten**, sowohl hinsichtlich der informations- als auch der personenbezogenen Nutzung bemerkenswert. Diese Systeme finden Anwendung zur Unterstützung des **Lernens**, von **Dienstleistungen** und **therapeutischen Maßnahmen** wie der Förderung des therapeutischen Engagements. Mit Blick auf die Automatisierung **körperlicher Tätigkeiten** findet sich eine Vielzahl an Roboteranwendungen. Insbesondere im **verarbeitenden Gewerbe** gibt es eine lange Tradition des Einsatzes von Robotersystemen für eine Reihe objektbezogener Aufgaben wie **Hebe-, Montage-, Schweiß- oder Lackierarbeiten**. Aus der wissenschaftlichen Literatur und der Konsultation der Sachverständigen geht jedoch hervor, dass Robotersysteme auch im **Gesundheits- und Sozialwesen** weit verbreitet sind. In diesem Sektor, aber nicht nur in diesem, werden Tätigkeiten des **Hebens** oder allgemeiner im Bereich der **Bewegungsunterstützung**, der **Beförderung** oder **Reinigung** meist durch fortgeschrittene Robotik oder Exoskelette unterstützt oder ersetzt. Unabhängig von spezifischen Sektoren weisen die Ergebnisse darauf hin, dass **Routineaufgaben** am stärksten von KI-gestützten Systemen und fortgeschrittener Robotik betroffen sind.

Auf europäischer Ebene beziehen sich die meisten Strategien, Kampagnen oder Initiativen hauptsächlich auf allgemeine Anforderungen, die die KI im Allgemeinen erfüllen sollte und präsentieren Grundsätze, auf denen potenzielle Rahmenbedingungen oder Regulierungen der KI beruhen sollten. Bei ihren Zielen sind jedoch gewisse Unterschiede festzustellen. **Datenschutz, Fairness, Rechenschaftspflicht** und **Transparenz** sind die herausragendsten Aspekte, die von den verschiedenen Interessenträger:innen berücksichtigt werden. Diese Werte und Grundsätze beziehen sich jedoch in gewissem Maße auch auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, allerdings eher im weiteren Sinn als auf einer bestimmten Ebene.

Auf nationaler Ebene berichtet fast jedes Land über eine Form einer nicht rechtsverbindlichen Tätigkeit im Zusammenhang mit KI-gestützten Systemen und fortgeschrittener Robotik. In den EU-Mitgliedstaaten finden sich zahlreiche sektorale Programme, Leitlinien der Sozialpartner oder Empfehlungen, die

von wichtigen Interessenträger:innen oder dem Staat herausgegeben wurden. Dennoch weisen die meisten Länder auch darauf hin, dass Maßnahmen fehlen. Dies ist ein bemerkenswertes Ergebnis, da es deutlich in Richtung dessen weist, was häufig als „Kluft zwischen Wissen und Handeln“ bezeichnet wird. Auf globaler Ebene gibt es eine große Zahl an Kampagnen, Maßnahmen, Strategien und Visionen.

Die Interviews mit Sachverständigen haben eine Reihe von Chancen und Herausforderungen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit im Zusammenhang mit dem Einsatz KI-gestützter Systeme und fortgeschrittener Robotik für die Automatisierung von Tätigkeiten aufgezeigt. So wird von den Sachverständigen häufig auf die Verringerung **physischer Risiken** hingewiesen. Insbesondere der Einsatz von Robotersystemen für körperlich anstrengende Tätigkeiten kann von Vorteil sein und bietet das Potenzial für langfristige Verbesserungen. Die physische Ergonomie kann verbessert werden, indem **ungünstige und ungesunde Körperhaltungen** in verschiedenen Umgebungen reduziert werden. Durch einen verbesserten Umgang mit hohen Arbeitsbelastungen und eine Steigerung der Effizienz könnte auch der **wahrgenommene Stress verringert werden**. KI-gestützte Systeme können auch dazu beitragen, **ungünstige und repetitive kognitive Routinetätigkeiten** zu beseitigen, was dazu führen kann, dass die Arbeit für die Arbeitnehmer:innen interessanter wird. Intelligente IKT könnte das Potenzial haben, **Stress zu verringern**, indem die Personalplanung innerhalb und zwischen Teams verbessert und Arbeitsabläufe verbessert werden.

Allerdings geht ein hohes Maß an autonomem Systemverhalten auch mit einer Reihe von Risiken einher. Hinsichtlich der Auswirkungen auf das psychische Wohlbefinden der Arbeitnehmer:innen wiesen die Sachverständigen auf das Risiko hin, dass ein KI-gestütztes System so autonom sein könnte, dass es den Arbeitnehmer:innen **eine bestimmte Vorgehensweise vorschreibt**. In diesem Fall besteht das Risiko, dass die Arbeitnehmer die **Kontrolle** über ihre eigene Arbeit **verlieren**. Die **Unvorhersehbarkeit** der Systeme kann zudem zu einem **Vertrauensverlust und einer Beeinträchtigung der Akzeptanz der Nutzer:innen führen**. In Bezug auf das Management von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sehen die Sachverständigen das Risiko, dass die neu entstehenden Gesundheits- und Sicherheitsrisiken (der veränderten Tätigkeit) möglicherweise nicht angemessen bewertet werden, wenn **sich die Art der Tätigkeiten der Arbeitnehmer durch KI-gestützte Systeme verändert**. Die Sachverständigen stimmen darin überein, dass die Sensibilisierung von Arbeitnehmern und Vorgesetzten sowie eine gründliche Schulung der Arbeitnehmer in Bezug auf den Umgang mit KI-gestützten Systemen von entscheidender Bedeutung sind.

Literaturverzeichnis

- Bemelmans, R., Gelderblom, G. J., Jonker, P., & De Witte, L. (2012), „Socially assistive robots in elderly care: A systematic review into effects and effectiveness“, *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(2), 114–120: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2010.10.002>.
- Bisello, M., Peruffo, E., Fernández-Macías, E., & Rinaldi, R. (2019), „How computerisation is transforming jobs: Evidence from the Eurofound's European Working Conditions Survey (Nr. 2019/02)“, JRC Working Papers Series on Labour, *Education and Technology*.
- BusinessEurope (2018), „Robotics and Automation“ [Positionspapier]: https://www.business-europe.eu/sites/buseur/files/media/position_papers/internal_market/2018-04-09_robotics_and_automation.pdf
- Butler-Henderson, K., & Crawford, J. (2020), „A systematic review of online examinations: A pedagogical innovation for scalable authentication and integrity“, *Computers & Education*, 104024: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104024>
- Dallora, A. L., Anderberg, P., Kvist, O., Mendes, E., Diaz Ruiz, S., & Sanmartin Berglund, J. (2019), „Bone age assessment with various machine learning techniques: A systematic literature review and meta-analysis“, *PLoS one*, 14(7): <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220242>
- Davis, R. O. (2018), „The impact of pedagogical agent gesturing in multimedia learning environments: A meta-analysis“, *Educational Research Review*, 24, 193–209: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.05.002>

- Deeva, G., Bogdanova, D., Serral, E., Snoeck, M., & De Weerd, J. (2021), „A review of automated feed-back systems for learners: classification framework, challenges and opportunities“, *Computers & Education*, 162, 104094: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104094>
- Mitarbeiter des ETUI (2020), „A law on robotics and artificial intelligence in the EU?“, in ETUI, Europäisches Gewerkschaftsinstitut: <https://www.etui.org/publications/foresight-briefs/a-law-on-robotics-and-artificial-intelligence-in-the-eu>
- EU-OSHA – Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, „Review of the future of agriculture and occupational safety and health (OSH)“, 2020, S. 35-41, verfügbar unter: https://osha.europa.eu/sites/default/files/Review_%20future_Agriculture_OSH.pdf
- Europäischer Rat – Rat der Europäischen Union (2019), „Eine neue Strategische Agenda für die EU“: <https://www.consilium.europa.eu/media/39914/a-new-strategic-agenda-2019-2024.pdf>
- Europäische Kommission (2018), Bewertung der Maschinenrichtlinie: <https://ec.europa.eu/docs-room/documents/29232>
- Europäische Kommission, unabhängige Hochrangige Expertengruppe für künstliche Intelligenz (2019), „A Definition of AI: Main Capabilities and Disciplines“. Europäische Kommission.
- Europäische Kommission (2019), Exzellenz und Vertrauen in KI – Broschüre: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/excellence-and-trust-ai-brochure>
- Europäische Kommission (2020), „Zur Künstlichen Intelligenz – ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen“. https://commission.europa.eu/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en
- Europäische Kommission (2021), Gesetz über künstliche Intelligenz: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence-artificial-intelligence>
- Europäischer Gewerkschaftsbund (EGB) (2020), „Resolution on the European strategies on artificial intelligence and data“: <https://www.etuc.org/en/document/resolution-european-strategies-artificial-intelligence-and-data>
- Richtlinie 89/391/EWG des Rates – Richtlinie 89/391/EWG des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit, Rat der Europäischen Union: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A31989L0391>
- Garousi, V., & Mäntylä, M. V. (2016), „When and what to automate in software testing? A multi-vocal literature review“, *Information and Software Technology*, 76, 92–117: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.04.015>
- Govindan, M., Van Citters, A. D., Nelson, E. C., Kelly-Cummings, J., & Suresh, G. (2010), „Automated detection of harm in healthcare with information technology: a systematic review“, *BMJ Quality & Safety*, 19(5), 1–11: <https://doi.org/10.1136/qshc.2009.033027>
- Goos, M., & Manning, A. (2007), „Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain“, *The review of economics and statistics*, 89(1), 118-133: <https://doi.org/10.1162/rest.89.1.118>
- Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2009), „Job Polarization in Europe“, *The American Economic Review*, 99(2), 58–63: <http://www.jstor.org/stable/25592375>
- International Federation of Robotics (IFR) (2020). World Robotics R&D Programs: <https://ifr.org/r-and-d>
- OECD (2019), AI Principles overview: <https://www.oecd.ai/wonk/a-first-look-at-the-oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems-for-policymakers>
- OECD.AI (2021), Datenbank STIP Compass: <https://stip.oecd.org/stip/>
- Onnasch, L., Maier, X., & Jürgensohn, T. (2016), Mensch-Roboter-Interaktion – Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle. baua: Fokus: <https://doi.org/10.21934/baua:fokus20160630>

- Tegtmeier, P., Rosen, P. H., Tisch, A., & Wischniewski, S. (2019), Sicherheit und Gesundheit in der digitalen Arbeitswelt. [Tagungsband der Herbstkonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V.], GfA-Press.
- Wäldchen, J., & Mäder, P. (2018), „Machine learning for image based species identification“ *Methods in Ecology and Evolution*, 9(11), 2216–2225, <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13075>.
- Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., & Hauer, K. (2016), „Evaluation studies of robotic rollators by the user perspective: a systematic review“, *Gerontology*, 62(6), 644–653: <https://doi.org/10.1159%2F000444878>
- Werner, C., Ullrich, P., Geravand, M., Peer, A., Bauer, J. M., & Hauer, K. (2018), „A systematic review of study results reported for the evaluation of robotic rollators from the perspective of users“, *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(1), 31–39: <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1278470>
- Xiao, L., Bahri, Y., Sohl-Dickstein, J., Schoenholz, S., & Pennington, J. (2018, Juli), „Dynamical isometry and a mean field theory of cnns: How to train 10,000-layer vanilla convolutional neural networks“, *International Conference on Machine Learning*, 5393-5402, PMLR.
- Zheng, Q. X., Ge, L., Wang, C. C., Ma, Q. S., Liao, Y. T., Huang, P. P., & Rask, M. (2019), „Robot-assisted therapy for balance function rehabilitation after stroke: A systematic review and meta-analysis“, *International Journal of Nursing Studies*, 95, 7–18. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.03.015>

Die Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA) trägt zur Schaffung sichererer, gesünderer und produktiverer Arbeitsplätze in Europa bei. Die Agentur untersucht, entwickelt und verbreitet verlässliche, ausgewogene und unparteiische Informationen über Sicherheit und Gesundheit und organisiert europaweite Sensibilisierungskampagnen. Die 1994 von der Europäischen Union gegründete Agentur mit Sitz in Bilbao (Spanien) bringt Vertreter der Europäischen Kommission, der Regierungen der Mitgliedstaaten, der Arbeitgeber- und Arbeitnehmerverbände sowie führende Sachverständige aus den EU-Mitgliedstaaten und anderen Ländern zusammen.

Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz

Santiago de Compostela 12

48003 Bilbao, Spanien

E-Mail: information@osha.europa.eu

<https://osha.europa.eu>