

Automatisierung kognitiver und physischer Aufgaben im Gesundheits- und Sozialwesen: Folgen für Sicherheit und Gesundheit

Zusammenfassung

Verfasser: Laura López Forés (Open Evidence), Lucie Lechardoy (Open Evidence), Cristiano Codagnone (Open Evidence), Lode Godderis (KU Leuven), Anke Boone (KU Leuven).

Projektmanagement: Kate Palmer, Maurizio Curtarelli – Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA)

Diese Veröffentlichung 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 die Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz noch in ihrem Namen handelnde Personen können für die Verwendung der folgenden Informationen verantwortlich gemacht werden.

© Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 2024

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Für jede Verwendung oder Wiedergabe von Fotos oder anderen Materialien, für die die Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz nicht das Urheberrecht hat, ist die Genehmigung direkt beim Urheberrechtsinhaber einzuholen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Ziele	4
2	Methodischer Ansatz	4
3	Das Gesundheits- und Sozialwesen und die einschlägigen Risiken für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit.....	4
4	Stand der Automatisierung von Aufgaben im Gesundheits- und Sozialwesen.....	5
4.1	Automatisierung physischer Aufgaben	5
4.1.1	Personenbezogene Aufgaben	5
4.1.2	Objektbezogene Aufgaben	5
4.2	Automatisierung kognitiver Aufgaben.....	6
4.2.1	Personenbezogene Aufgaben	6
4.2.2	Informationsbezogene Aufgaben.....	6
5	Folgen der Automatisierung von Aufgaben für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit.....	7
5.1	Physische Folgen	7
5.2	Psychische Folgen.....	8
5.3	Organisatorische Folgen	9
6	Relevante automatisierte und automatisierbare Aufgaben im Gesundheits- und Sozialwesen	10
7	Schlussfolgerungen	11
8	Literaturverzeichnis.....	13

1 Einleitung und Ziele

Diese Studie¹ bietet einen Überblick über den aktuellen Stand in Bezug auf den Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) und Robotik für die Automatisierung physischer und kognitiver Aufgaben im Gesundheits- und Sozialwesen sowie über die Folgen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Bei den Technologien, die Gegenstand der Studie sind, handelt es sich um KI-gestützte Systeme sowie um komplexe nicht-KI-gestützte Robotersysteme gemäß der von der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz entwickelten Taxonomie (EU-OSHA, 2022). In geografischer Hinsicht umfasst die Studie die EU-27 und enthält auch Beispiele von außerhalb der EU (z. B. aus in der Robotik führenden Ländern wie Japan, Südkorea und den Vereinigten Staaten), sofern dies relevant erschien. Die Studie deckt den aktuellen Stand sowie die Forschung der letzten fünf Jahre ab, um sicherzustellen, dass die Informationen den aktuellen technologischen, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklungen entsprechen.

2 Methodischer Ansatz

Es wurde eine systematische Literaturschau durchgeführt, die wissenschaftliche Artikel aus Peer-Review-Zeitschriften sowie ergänzend dazu die „graue“ Sekundärforschung umfasste. Es wurde eine Suchzeichenfolge verwendet, in der Schlüsselwörter im Zusammenhang mit KI und Robotik, den Folgen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit und dem Gesundheits- und Sozialwesen kombiniert wurden. Insgesamt wurden 570 Quellen aus wissenschaftlichen Datenbanken gesichtet, von denen 531 nach einer Überprüfung und umfassenden Bewertung der Texte verworfen wurden. Darüber hinaus wurden 189 Quellen durch Sekundärforschung ermittelt, von denen 50 nach einer umfassenden Bewertung der Texte verworfen wurden. Insgesamt wurden 178 Quellen in die Literaturschau einbezogen. Ausgehend von den Erkenntnissen aus der Literaturschau wurde eine Vorauswahl von 10 Beispielen für automatisierte oder automatisierbare Aufgaben getroffen, von denen dann 5 als Beispiele für bewährte Verfahren ausgewählt wurden. Außerdem wurden mittels Sekundärforschung Informationen über die Folgen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, die Erfahrungen der Beschäftigten sowie über die Hindernisse und Triebkräfte im Hinblick auf die Einführung dieser Technologien erhoben. Insgesamt wurden 54 zusätzliche Quellen ermittelt, um weitere Informationen zu den ausgewählten Beispielen bereitzustellen.

3 Das Gesundheits- und Sozialwesen und die einschlägigen Risiken für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Das Gesundheits- und Sozialwesen in Europa spielt eine Schlüsselrolle bei der Sicherstellung und Förderung der Gesundheit und des Wohlbefindens der Bürger:innen sowie der Gemeinschaften der Europäischen Union, einschließlich der Arbeitskräfte. **Die Bedeutung des Gesundheits- und Sozialwesens dürfte** wegen der steigenden Nachfrage nach Pflege- und Betreuungsdienstleistungen aufgrund einer alternden Bevölkerung in Verbindung mit einer längeren Lebenserwartung **weiter zunehmen**. Parallel dazu wird der Aufwärtstrend bei der Nachfrage nach Arbeitskräften im Gesundheitswesen mit einem **Mangel an Gesundheitspersonal** einhergehen. Es wird erwartet, dass sich der Mangel weiter verschärft, da der Sektor mit einer alternden Belegschaft konfrontiert ist, die sich dem Pensionsalter nähert (Cedefop, 2023). Darüber hinaus ist das Gesundheits- und Sozialwesen in vielen europäischen Ländern durch ein geringes Maß an Mitarbeiterbindung gekennzeichnet, was auf die schwierigen Arbeitsbedingungen, Probleme beim Personalmanagement, eine starke chronische Ermüdung, eine schlechte Pflegequalität oder eine geringere Arbeitszufriedenheit zurückzuführen ist (Europäische Kommission, 2023; Lavoie-Tremblay et al., 2022).

Laut der Europäischen Unternehmenserhebung über neue und aufkommende Risiken (ESENER) (EU-OSHA, 2022a) **sind die wichtigsten Risiken für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, denen die Beschäftigten im Gesundheits- und Sozialwesen ausgesetzt sind, Risiken in Bezug auf Muskel- und Skeletterkrankungen sowie psychosoziale Risiken**. Das regelmäßige Heben von Patienten, das Schieben von schweren medizinischen Geräten, das Arbeiten in ungünstigen Positionen,

¹ Der vollständige Bericht ist abrufbar unter: <https://osha.europa.eu/en/publications/automation-cognitive-and-physical-tasks-health-and-social-care-sector-implications-safety-and-health>

repetitive Bewegungen und langes Stehen und Sitzen können Risiken in Bezug auf Muskel- und Skeletterkrankungen darstellen. Diese aus der körperlich anstrengenden Natur der Pflegearbeit resultierenden Risiken geben aufgrund ihrer weiten Verbreitung und der möglichen Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Arbeitskräfte Anlass zu großer Sorge. Darüber hinaus sind Arbeitskräfte im Gesundheits- und Sozialwesen häufig mehreren **psychosozialen Risiken** ausgesetzt. Dazu zählen etwa Stress und ein damit verbundenes Burnout-Syndrom aufgrund der Arbeitsintensität und der zunehmenden Arbeitsbelastung. Die EU-OSHA bestimmt **biologische, chemische und physikalische Risiken** als drei weitere Arten von Risiken, denen Arbeitskräfte im Gesundheits- und Sozialwesen ausgesetzt sind (EU-OSHA, 2022a).

Die Digitalisierung des Sektors und insbesondere die Automatisierung von Arbeitsaufgaben werden zunehmend als wichtige Faktoren für die Verringerung der Risiken in Bezug auf die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit angesehen, indem damit Lösungen für belastende Tätigkeiten bereitgestellt werden. Der Einsatz von KI-gestützten Systemen kann jedoch auch neue Risiken im Zusammenhang mit der Angst vor Arbeitsplatzverlust, Dequalifizierung und dem Fehlen geeigneter Kompetenzen mit sich bringen (Konle-Seidl & Danesi, 2022).

4 Stand der Automatisierung von Aufgaben im Gesundheits- und Sozialwesen

4.1 Automatisierung physischer Aufgaben

Fortschrittliche Technologien werden hauptsächlich zur Erfüllung personen- oder objektbezogener Aufgaben eingesetzt. Insbesondere kollaborative Roboter arbeiten mit menschlichen Arbeitskräften zusammen, um sie bei der Durchführung bestimmter Aufgaben zu unterstützen oder zu ersetzen. In den meisten Fällen wird die Technologie dafür genutzt, Fachkräfte bei der Ausführung körperlich anspruchsvoller Aufgaben zu unterstützen.

4.1.1 Personenbezogene Aufgaben

Operationsroboter wurden für **minimalinvasive Eingriffe** wie laparoskopische Verfahren entwickelt (Longmore et al., 2020). Operationsroboter bestehen häufig aus Roboterarmen, die von Chirurgen, die in der Nähe des Operationstisches sitzen, über eine Konsole gesteuert werden. Der Roboter wird vom Chirurgen über Bedienelemente gesteuert, die die Bewegungen des Chirurgen direkt auf den Roboter übertragen, der die Instrumente bewegt. Operationsroboter können Chirurgen bei der Durchführung bestimmter chirurgischer Aufgaben unterstützen, z. B. bei der Manipulation von Gewebe, bei der Positionierung von Endoskopen und bei der Tumoresektion.

Mit den jüngsten Entwicklungen in der Robotik wurde auch das **Heben und Bewegen von Patient:innen** erleichtert. Solche Roboterhebevorrichtungen gibt es in der Regel in zwei Ausprägungen: entweder sind es tragbare Vorrichtungen wie Exoskelette, mit denen Fachkräfte im Gesundheitswesen höhere Lasten heben können, oder es handelt sich um Roboterarme, die beim Heben helfen (Wright, 2018). Eine weitere Roboteranwendung sind **mobile autonome Roboter** (autonomous mobile robots, AMRs), die **Patient:innen** innerhalb von Gesundheitseinrichtungen transportieren können (Fragapane et al., 2020). Ferner wurden Roboteranwendungen entwickelt, die Fachkräften im Gesundheitswesen Routineaufgaben wie die **Probenahme** (z. B. Blutproben) abnehmen (Kaiser et al., 2021). Eine weitere Entwicklung bezieht sich **auf die roboterassistierte Therapie**, bei der Roboter eingesetzt werden, um Patient:innen bei ihren körperlichen Rehabilitationsübungen zu helfen (Li et al., 2021).

4.1.2 Objektbezogene Aufgaben

AMRs helfen beim **Transport von Material** wie Arzneimittel, (schwere) medizinische Geräte und sterile Instrumente durch Krankenhauseinrichtungen sowie beim Austeilen von Mahlzeiten an Patient:innen (Fragapane et al., 2023; Holland et al., 2021). Ein weiteres Beispiel für AMRs in Krankenhäusern bezieht sich auf AMRs, die zur **Desinfektion und Sterilisation von Räumen** und Ausrüstungen mittels UV-Strahlung eingesetzt werden (Mehta et al., 2023).

Außerdem wurden KI-Systeme entwickelt, die Gesundheits- und Krankenpfleger:innen **routinemäßige Assistenzaufgaben am Patienten** abnehmen. Hier geht es beispielsweise darum, **Patient:innen, die sich nicht selbst ernähren können, bei der Einnahme von Mahlzeiten zu unterstützen** (Kim et al.,

2022). Außerdem werden Pilotprogramme im Rahmen der Entwicklung mobiler Roboterplattformen durchgeführt, die Patient:innen beim Holen von Objekten oder bei der Temperaturmessung helfen, oder sie bei der Benutzung ihrer Gehhilfen stützen (Lundberg et al., 2022).

4.2 Automatisierung kognitiver Aufgaben

KI-basierte Systeme werden hauptsächlich dafür eingesetzt, um menschliche Arbeitskräfte bei der Ausführung personen- und informationsbezogener Aufgaben zu unterstützen. Die meisten Technologien, die zur Unterstützung bei informationsbezogenen Aufgaben eingesetzt werden, können unter dem Begriff der klinischen Entscheidungshilfesysteme zusammengefasst werden. Im Falle der für personenbezogene Aufgaben eingesetzten Technologie bezieht sich die Automatisierung von Aufgaben auf die Interaktion mit Patient:innen, vor allem durch den Einsatz von Chatbots oder sozialen Robotern.

4.2.1 Personenbezogene Aufgaben

Chatbots und Dialogsysteme können eingesetzt werden, um Fachkräfte im Gesundheitswesen bei der **Kommunikation mit Patienten** zu ersetzen oder zu unterstützen, z. B. indem diese grundlegende Informationen über die Behandlung bereitstellen oder Termine vereinbaren. Chatbots werden auch für Therapiezwecke eingesetzt, z. B. zur Automatisierung der Symptomüberwachung, zur Betreuung von Personen in Zeiten emotionaler Belastung und für therapeutische Gespräche mit den Benutzer:innen (Pham et al., 2022). Weitere assistive Roboteranwendungen bei der Erfüllung personenbezogener Aufgaben sind **soziale Roboter**, die einem Menschen oder einem Haustier ähneln und dafür gedacht sind, **Patient:innen zu begleiten und emotional zu unterstützen**. Soziale Roboter werden zur Behandlung verschiedener psychischer Störungen, zur Aufklärung von Patient:innen über medizinische Angelegenheiten und zur Patientenüberwachung eingesetzt (Ragno et al., 2023).

4.2.2 Informationsbezogene Aufgaben

Ein besonderer Forschungsstrang zur Anwendung von KI-basierten Systemen im Gesundheitswesen bezieht sich darauf, Kliniker:innen mittels KI bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen. Tatsächlich hat die **Verwendung von KI für die Diagnostik** großes Potenzial, da Algorithmen eine große Anzahl medizinischer Bilder (d. h. Röntgen-, MRT- und CT-Aufnahmen) interpretieren können, indem sie Muster und Anomalien ermitteln, die für das menschliche Auge unter Umständen schwer zu erkennen sind (Oren et al., 2020). Da die **KI-gestützten klinischen Entscheidungshilfesysteme** jedoch noch durch Ungenauigkeiten gekennzeichnet sind, dienen sie bei der Diagnose eher der Information und Unterstützung und automatisieren ärztliche Diagnoseaufgaben nicht. In dieser Hinsicht dienen solche KI-basierten Systeme der Erweiterung der Fähigkeiten von Kliniker:innen, indem sie Interpretationshilfe leisten (Yoon et al., 2023). KI-gestützte Systeme unterstützen Kliniker:innen bei der Entscheidungsfindung in verschiedenen Bereichen, z. B. durch die Empfehlung maßgeschneiderter Behandlungspläne (Blanco-Gonzalez et al., 2023) oder durch die Unterstützung bei der Triage von Patient:innen (Jiang et al., 2021). Im Hinblick auf Letzteres können automatisierte Triage-Systeme den Bedarf an Intensivpflege beurteilen und einen abnormalen oder lebensbedrohlichen Gesundheitszustand erkennen (Fernandes et al., 2020).

Darüber hinaus hat KI ausgefeiltere **Patientenfernüberwachungssysteme** ermöglicht. Solche Systeme messen und sammeln automatisch Daten über die physiologischen Parameter der Patient:innen, um Gesundheitsrisiken, denen diese ausgesetzt ist oder in naher Zukunft ausgesetzt sein könnten, zu erkennen und vorherzusagen (Shaik et al., 2023).

Eine weitere Reihe von KI-Anwendungen zur Automatisierung informationsbezogener Aufgaben bezieht sich auf solche, die **den Verwaltungsaufwand für Fachkräfte im Gesundheitswesen verringern** sollen. Ein besonderes Beispiel bezieht sich auf die **Automatisierung des ärztlichen Berichtswesens** mithilfe von Systemen zur maschinellen Sprachverarbeitung. Die ersten Entwicklungen in diesem Bereich betrafen Technologien, die **automatisch klinisch relevante Informationen** aus den von Patient:innen und Ärzt:innen aufgezeichneten Dialogen extrahieren konnten (Rajkomar et al., 2019). Ebenso wurde festgestellt, dass KI-Systeme den **Verwaltungsaufwand** verringern können, indem sie beispielsweise die **Verwaltung elektronischer Patientenakten** automatisieren. Hier könnte KI dazu beitragen, die Organisation von Patientenakten zu optimieren, die Genauigkeit und Zugänglichkeit von Daten zu verbessern und gleichzeitig die Arbeitsbelastung zu verringern (Honavar, 2020).

5 Folgen der Automatisierung von Aufgaben für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

Während die Automatisierung physischer und kognitiver Aufgaben im Gesundheits- und Sozialwesen mehrere Chancen bietet, können sich aus der Einführung dieser Technologien auch erhebliche Bedenken im Hinblick auf die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit ergeben. Laut der Taxonomie der EU-OSHA (EU-OSHA, 2022b) können die Folgen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit physische, psychosoziale oder organisatorische Aspekte betreffen. Diese Technologien können für ein breites Spektrum von Anwendungen eingesetzt werden. Das bedeutet, dass die Grenzen zwischen einigen dieser Aspekte manchmal unscharf sind.

5.1 Physische Folgen

Muskel- und Skeletterkrankungen und physische Risiken

Die Automatisierung physischer Aufgaben hat Berichten zufolge vor allem **zu einer Verringerung der körperlichen Ermüdung sowie des Auftretens von Muskel- und Skeletterkrankungen** unter den Beschäftigten im Gesundheits- und Sozialwesen geführt. So zeigte beispielsweise eine systematische Überprüfung der Auswirkungen der roboterassistierten Chirurgie auf Muskel- und Skeletterkrankungen aus dem Jahr 2020, dass die Robotik im Vergleich zur Laparoskopie sowohl für Chirurg:innen als auch für Ärzt:innen in Fachausbildung außergewöhnlich **vorteilhaft in Bezug auf Muskel- und Skeletterkrankungen** war und zu einer geringeren Arbeitsbelastung führte (Wee et al., 2020). Chirurg:innen **leiden jedoch nach wie vor unter erheblichen körperlichen Schmerzen** und Beschwerden im Nacken, in den Schultern und im Rücken (Patel et al., 2023). Diese Probleme standen im Zusammenhang mit der **ergonomischen Gestaltung** der Bedienelemente der Konsole der Chirurg:innen (Hislop et al., 2023). Obwohl Operationsroboter Verbesserungen in Bezug auf Muskel- und Skeletterkrankungen mit sich gebracht haben, ist eine anthropometrische Gestaltung des Werkzeugs erforderlich, um es an die vielfältigen physischen Besonderheiten und Merkmale der Arbeitskräfte anzupassen und so die Erfahrung der Chirurg:innen zu verbessern.

Der Einsatz von Robotern beim Bewegen von Patienten verringert nachweislich **die körperliche Belastung von Gesundheits- und Krankenpfleger:innen** (Persson et al., 2022). Dies ist von besonderer Bedeutung, da das Heben und Bewegen von Patient:innen als Hauptursache von Schmerzen im unteren Rückenbereich bei Gesundheits- und Krankenpfleger:innen identifiziert wurde, die deren häufigstes berufsbedingtes Gesundheitsproblem darstellen (Brinkmann et al., 2022). In gleicher Weise unterstützt der Einsatz von Roboteranwendungen für den Transport von Instrumenten und Geräten die Beschäftigten im Krankenhaus bei dieser Aufgabe und verringert ihre physische Arbeitsbelastung.

Da es der technologische Fortschritt auf der anderen Seite möglich macht, dass Roboter **an der Seite von Menschen agieren** anstatt in abgegrenzten Räumen, etwa in Käfigen, könnte das **Risiko einer Kollision** mit der menschlichen Arbeitskraft **oder einer Verletzung** derselben letztendlich steigen. Aus diesem Grund sind die Roboter mit mehreren Sensoren ausgestattet, um eine mögliche Verletzung von Menschen zu verhindern.

Exposition gegenüber biologischen und chemischen Risiken

Der technologische Fortschritt hat dazu beigetragen, die allgemeine Sicherheit der Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen zu verbessern. Ganz allgemein trägt der Einsatz von Robotikanwendungen dazu bei, **die Exposition gegenüber Infektionskrankheiten** wie COVID-19, HIV, Hepatitis B und Tuberkulose zu verringern (Shen et al., 2022). Ein besonderes Beispiel für diese reduzierte Exposition ist der ergänzende Einsatz von Robotern bei Desinfektionsaufgaben. Es gibt Belege dafür, dass durch den Einsatz solcher Roboter die Anzahl der in manuell desinfizierten Räumen verbleibenden Bakterien sehr wirksam reduziert wird (Casini et al., 2023). Der Einsatz von Robotern zu Desinfektionszwecken in Gesundheitseinrichtungen **verringert daher die Exposition der Arbeitskräfte gegenüber Bakterien** und den damit verbundenen ansteckenden Krankheiten.

5.2 Psychische Folgen

Arbeitsbelastung

KI-Technologien werden als entscheidend für die Deckung der Nachfrage nach Gesundheits- und Sozialdienstleistungen bei gleichzeitiger Wahrung der Pflegequalität angesehen. In dieser Hinsicht kann aufgrund der allgemeinen Produktivitätssteigerung dank der Einführung fortschrittlicher Technologien **die Arbeitsbelastung erträglicher gemacht** und so der Stress der Arbeitskräfte und das Risiko eines Burnouts verringert werden. Insbesondere können die Arbeitskräfte durch die Automatisierung bestimmter Routineaufgaben von einem strukturierten Arbeitsablauf profitieren, was zur **Verringerung des Stressniveaus** und zur Steigerung der Arbeitsplatzqualität sowie der Arbeitszufriedenheit beitragen kann, wodurch ein **besseres psychisches und emotionales Wohlbefinden** der Beschäftigten **gefördert wird**. Andererseits kann der Einsatz fortschrittlicher Technologien auch neue monotone Aufgaben mit sich bringen, etwa im Zusammenhang mit der Einrichtung und Konfiguration der Technologieparameter. Anders als in anderen Sektoren ist jedoch nicht davon auszugehen, dass sich durch die Einführung fortschrittlicher Technologien die Arbeit intensiviert, sondern dass die hohe Arbeitsbelastung der Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen dadurch erträglicher wird.

KI-Systeme eröffnen außerdem großartige Möglichkeiten, **die Belastung mit Verwaltungsaufgaben** der Fachkräfte im Gesundheitswesen **etwas zu verringern**. Auf diese Weise können Fachkräfte im Gesundheitswesen **mehr Zeit für die klinischen Belange** und die Erfüllung der Bedürfnisse ihrer Patient:innen **verwenden** (Hazarika, 2020, S. 2), was die allgemeine Arbeitszufriedenheit erhöht und das Risiko eines Burnouts verringert. Es ist jedoch unklar, ob Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen diese freie Zeit für lohnendere Aufgaben nutzen werden (Sauerbrei et al., 2023).

Psychische Arbeitsbelastung

Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen sind häufig erheblich psychisch überlastet, da sie eine große Anzahl von Aufgaben gleichzeitig ausführen müssen, oder weil die Arbeit emotional fordernd ist. Dies kann wiederum Auswirkungen auf ihren psychosozialen Zustand haben und die Fehlerhäufigkeit bei der Arbeit erhöhen. Der Einsatz automatisierter Systeme kann dazu beitragen, die psychische Arbeitsbelastung von Fachkräften im Gesundheits- und Sozialwesen zu verringern. Ein besonderes Beispiel bezieht sich auf den Einsatz von KI-Technologien, um Chirurgen bei der Entscheidungsfindung im Zuge von Operationen zu unterstützen, was nachweislich zur Senkung ihres Stressniveaus beiträgt. (Kazemzadeh et al., 2023). Auffallend ist, dass laut verschiedenen Studien die Chirurg:innen selbst von einer geringeren Arbeitsbelastung und einer geringeren geistigen Beanspruchung bei robotergestützten Operationen im Vergleich zu herkömmlichen Eingriffen berichteten (Moore et al., 2015).

Andererseits könnten KI-Systeme die psychische Arbeitsbelastung der Arbeitskräfte auch erhöhen, da sich die Beschäftigten im Gesundheits- und Sozialwesen **mit der Technologie vertraut machen** und lernen müssen, mit dieser zu interagieren. In der Literatur wurde wiederum ein Zusammenhang zwischen der kognitiven Arbeitsbelastung und einem erhöhten **Burnout-Risiko** festgestellt (Ehrmann et al., 2022). Dies gilt insbesondere für Arbeitskräfte, die nicht über die erforderlichen Fähigkeiten verfügen oder nicht entsprechend geschult wurden, um die Technologien optimal zu nutzen. Auch die psychische Arbeitsbelastung könnte zunehmen, da Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen möglicherweise zusätzliche Aufgaben im Zusammenhang mit **der Überwachung der automatisierten Systeme** übernehmen müssen.

Vertrauen

Vertrauen ist ein entscheidendes Element, wenn es um die Akzeptanz automatisierter Systeme sowohl durch die Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen als auch durch die Patienten geht. Diese ist eine wesentliche Voraussetzung für den effizienten Einsatz dieser Systeme. Vertrauen ist auch mit dem **Automatisierungsbias** verknüpft. Dieser wird definiert als die Tendenz, sich zu stark auf die Technologien zu verlassen, da menschliche Arbeitskräfte maschinell bereitgestellte Informationen höher bewerten als manuell gewonnene Informationen (EU-OSHA, 2022c). Eine **übermäßige Abhängigkeit von Technologie** kann **die Exposition gegenüber Sicherheitsrisiken erhöhen**, da Technologie gelegentlich Fehlfunktionen aufweisen (Grissinger, 2019) und zu Unfällen führen kann. Ein Automatisierungsbias kann auch zum **Verlust bestimmter Kompetenzen in der Belegschaft** beitragen. Insbesondere kann aufgrund des Automatisierungsbias die **Fähigkeit von Arbeitskräften, kritische**

Situationen umgehend zu erkennen und darauf zu reagieren, beeinträchtigt werden, was die Patientensicherheit und das allgemeine Wohlbefinden am Arbeitsplatz gefährdet.

Kompetenzen

Die Fortschritte im Bereich der KI im Gesundheits- und Sozialwesen geben Anlass zu Bedenken hinsichtlich **des Risikos der Dequalifizierung** der Belegschaft. Wenn Technologien bestimmte Aufgaben übernehmen, können Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen die Fähigkeit verlieren, diese Aufgaben zu erfüllen. Laut Kuster et al. (2023) kann eine Dequalifizierung im Gesundheitswesen zu einem Abbau klinischer Kompetenzen führen und die **Entscheidungsfindung** in verschiedenen Phasen des klinischen Prozesses **beeinträchtigen**, was sich negativ auf die Patientensicherheit auswirken kann. Allerdings sind KI-gestützte Systeme nach wie vor von Ungenauigkeiten und Beschränkungen gekennzeichnet, sodass erwartet wird, dass sie eher der Unterstützung der Arbeitskräfte dienen und diese nicht vollständig ersetzen werden.

Die Einführung fortschrittlicher Technologien bedeutet auch, dass die Arbeitskräfte **neue Kompetenzen erwerben müssen**, um die Vorteile dieser Technologien voll ausschöpfen zu können. Die anfänglich mangelnde Fähigkeit zur Interaktion mit den automatisierten Systemen kann zu **einem höheren Stressniveau** führen, da die Arbeitskräfte mit deren Nutzung nicht vertraut sind. In dieser Hinsicht sind Schulungsprogramme von entscheidender Bedeutung, um die Akzeptanz der Technologie durch die Arbeitskräfte zu gewährleisten.

Menschliche Interaktionen

Durch den Einsatz von Technologien kann sich das Ausmaß menschlicher Interaktionen und Berührungen, die grundlegende Aspekte der Erbringung von Dienstleistungen im Gesundheits- und Sozialwesen darstellen, verringern. In diesem Zusammenhang haben einige Fachkräfte im Gesundheitswesen ihre Besorgnis über die potenzielle **Entmenslichung der Pflege** geäußert, die mit einem Verlust an menschlicher Beurteilung und Einfühlung bei der Interaktion zwischen Arbeitskräften und Patient:innen einhergeht (Morrow et al., 2023). Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen bestätigen, dass der zwischenmenschliche Kontakt in der Pflege von entscheidender Bedeutung ist, da Patient:innen emotionale Unterstützung und ermutigende Worte brauchen (Klebbe et al., 2022). Die Automatisierung von Pflegetätigkeiten kann dazu führen, dass sich die Aufgaben formeller Pflege- und Betreuungskräfte von der aktiven Beurteilung der Patientenbedürfnisse zur Reaktion auf Warnmeldungen und die Befolgung maschinell generierter Empfehlungen verlagern (EU-OSHA, 2022c).

Gleichzeitig kann durch automatisierte Systeme auch Zeit gewonnen werden, die das Gesundheitspersonal dazu nutzen kann, um sinnstiftendere und einfühlsamere Beziehungen zu ihren Patienten aufzubauen. Es gibt jedoch keine Belege dafür, dass die Fachkräfte im Gesundheitswesen diese gewonnene Zeit auch dazu nutzen, sich mehr mit den Patienten zu beschäftigen (Sauerbrei et al., 2023).

5.3 Organisatorische Folgen

Da sich durch den Einsatz KI-gestützter und komplexer nicht-KI-gestützter Systeme Arbeitspraktiken verändern, erfordert der Übergang zu KI-gestützten Arbeitsabläufen eine sorgfältige Berücksichtigung der potenziellen Auswirkungen auf die beruflichen Aufgaben und Zuständigkeiten. Dabei ist es wichtig, die Bedeutung einer **angemessenen Schulung und Unterstützung der Arbeitskräfte** zu betonen, damit diese sich an ihre sich weiterentwickelnden Aufgaben in einem automatisierten Umfeld anpassen können (Vrontis et al., 2022). In diesem Zusammenhang sollten die Einrichtungen rechtzeitig Schulungsprogramme einführen, um sicherzustellen, dass ihre Belegschaft **mit diesen neuen Technologien umgehen** kann. Fehlen solche Schulungen, können Risiken für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, wie z. B. **ein hohes Stressniveau**, entstehen. Da mit den Technologien neue Rollen und Aufgaben eingeführt werden, z. B. im Zusammenhang mit der Überwachung des KI-gestützten Systems, ist es ebenso wichtig, sicherzustellen, dass dies keine untragbare zusätzliche Arbeitsbelastung für die Arbeitskräfte im Gesundheits- und Sozialwesen darstellt.

6 Relevante automatisierte und automatisierbare Aufgaben im Gesundheits- und Sozialwesen

Im Rahmen der Literaturlauswertung wurde eine Liste von 10 relevanten Beispielen für automatisierte Aufgaben bzw. Aufgaben mit Automatisierungspotenzial im Gesundheits- und Sozialwesen ermittelt. Unter den ausgewählten Beispielen für automatisierte und automatisierbare Aufgaben wurden fünf Beispiele für bewährte Verfahren ermittelt: drei für die Automatisierung physischer Aufgaben und zwei für die Automatisierung kognitiver Aufgaben. Es wurden Belege dafür gefunden, dass durch die berichteten Beispiele für bewährte Verfahren die Arbeitsbedingungen im Allgemeinen verbessert wurden und diese wirksam zur Förderung von Gesundheit, Sicherheit und Effizienz am Arbeitsplatz beigetragen haben. Darüber hinaus verringerten sich für Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen die Risiken in Bezug auf die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. Bei den ausgewählten Beispielen für bewährte Verfahren geht es auch um einige der wesentlichsten Herausforderungen im Bereich Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit im Gesundheits- und Sozialwesen, nämlich um die hohe Arbeitsbelastung, den erheblichen Verwaltungsaufwand und die Arbeitsbedingungen im Zusammenhang mit Muskel- und Skeletterkrankungen.

Tabelle 1: Liste der relevanten Beispiele für automatisierte Aufgaben oder Aufgaben mit Automatisierungspotenzial

Aufgabe	Beschreibung	Folgen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit	Merkmale der Aufgabe			Bewährte Verfahren
Gewebemanipulationen bei chirurgischen Eingriffen	Verfahren wie das Verschließen von Inzisionen, das Anbringen einer Naht oder die Geweberetraktion werden von Operationsrobotern automatisiert.	Verringerung des Ansteckungsrisikos und der physischen Belastung	personenbezogen	nicht routinemäßig	Unterstützung	✓
Heben und Bewegen von Patienten	assistive Roboter, die entweder aus Roboterarmen oder aus Exoskeletten bestehen und beim Bewegen von Patienten helfen	Verringerung der körperlichen Belastung und der damit verbundenen Muskel- und Skeletterkrankungen	personenbezogen	routinemäßig	Unterstützung	✓
Transport von sterilen Instrumenten	AMRs können ihren Weg zum Transport von Instrumenten anpassen	Verringerung des Ansteckungsrisikos und der physischen Belastung	objektbezogen	routinemäßig	Ersatz	✓
Entnahme von Blutproben	automatisierte Entnahme von Blutproben zur Diagnoseunterstützung	Verringerung des Ansteckungsrisikos, Verringerung der Arbeitsbelastung	personenbezogen	routinemäßig	Unterstützung	
Rehabilitation nach einem Schlaganfall	automatisierte Wiederholung mehrerer Rehabilitationsübungen	geringere körperliche Belastung, geringeres Stressniveau	personenbezogen	nicht routinemäßig	Ersatz	
Triage von Patient:innen	KI-basierte Software kann Patient:innen in der Notaufnahme nach der Schwere ihrer Erkrankung klassifizieren.	effizientere Bewältigung des Patientenzustroms, wodurch die Arbeitsbelastung erträglicher wird und das Stressniveau sinkt	informationsbezogen	routinemäßig	Unterstützung	✓

Aufgabe	Beschreibung	Folgen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit	Merkmale der Aufgabe			Be- währte Verfah- ren
ärztliches Be- richtswesen (digi- tale Schreibkraft)	Verwendung von Sys- temen zur maschineli- ten Sprachverarbei- tung zur Erstellung von Patientenakten und Arztberichten	Verringerung des Ver- waltungsaufwands, wodurch sich das psy- chische Wohlbefinden verbessert	informati- onsbezogen	routine- mäßig	Unterstüt- zung	✓
Erstellung von Di- agnosen	KI-Tools unterstützen die Diagnose, indem sie Anomalien im Bild mit hoher Genauigkeit erkennen.	Arbeitsbelastung er- träglicher machen, wodurch sich das Wohlbefinden am Ar- beitsplatz verbessert	informati- onsbezogen	nicht routine- mäßig	Unterstüt- zung	
Fernüberwa- chung von Pati- enten	automatisierte Erfas- sung und Analyse von Vital- und anderen physiologischen Para- metern	Verringerung des An- steckungsrisikos, Ver- ringerung der Arbeits- belastung	informati- onsbezogen	routine- mäßig	Ersatz	
Erkennung von präkanzerösen Läsionen	KI-basiertes Tool zur Bewertung von Bildern zwecks Erkennung kanzeröser Läsionen	Verbesserung der Di- agnosefähigkeit trägt zur Verringerung der Arbeitsbelastung bei	informati- onsbezogen	nicht routine- mäßig	Unterstüt- zung	

7 Schlussfolgerungen

Ausgehend von der Auswertung der Literatur zum aktuellen Stand der Automatisierung von Aufgaben im Gesundheits- und Sozialwesen und der Analyse von Beispielen für automatisierte Aufgaben oder Aufgaben mit Automatisierungspotenzial lässt sich die vergleichende Analyse der wichtigsten Erkenntnisse wie folgt zusammenfassen:

- **Erträglichere Arbeitsbelastung für Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen:** Es wurde festgestellt, dass fortschrittliche Technologien dazu beitragen, dass Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen produktiver werden, indem sie mehr Patienten in kürzerer Zeit behandeln. Dadurch konnten sie die zunehmende Arbeitsbelastung, die mit einer wachsenden Zahl von Burnout-Fällen in Verbindung gebracht wurde, besser bewältigen.
- **Erhebliche Verringerung der Risiken in Bezug auf Muskel- und Skeletterkrankungen und der Exposition gegenüber biologischen und chemischen Risiken:** Da fortschrittliche Technologien körperlich anstrengende Aufgaben übernehmen, die mit repetitiven und unbequemen Positionen und Bewegungen einhergehen, konnte festgestellt werden, dass Muskel- und Skeletterkrankungen wesentlich seltener auftreten. Ebenso verringerte sich durch die Automatisierung von Aufgaben die Exposition der Fachkräfte gegenüber kontaminierten Bereichen und Infektionskrankheiten.
- **Unterstützung der Arbeit von Fachkräften im Gesundheits- und Sozialwesen statt Ersatz der Fachkräfte:** Automatisierungssysteme sind nach wie vor durch einige Einschränkungen gekennzeichnet, die die Beteiligung von Fachkräften erfordern. Daher werden die von den Technologien gelieferten Ergebnisse nach wie vor von den Fachkräften überwacht und geprüft. Dies bedeutet, dass von den Fachkräften im Gesundheits- und Sozialwesen andere Aufgaben im Zusammenhang mit der Technologieüberwachung übernommen werden müssen, die als eintönig und belastend empfunden werden könnten. Gleichzeitig bedeuten diese Einschränkungen, dass für die Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen nicht die Gefahr

eines Automationsbias besteht, d. h., dass sie sich zu sehr auf die von der Technologie gelieferten Ergebnisse und nicht auf ihr menschliches Urteilsvermögen verlassen.

- **Bedenken hinsichtlich des potenziellen Verlusts an menschlicher Interaktion:** Da fortschrittliche Technologien die Ausführung bestimmter Aufgaben übernehmen, ist zu erwarten, dass sich der Kontakt mit Patient:innen, der im Gesundheits- und Sozialwesen von größter Bedeutung ist, verringert. Zwar wird erwartet, dass sich durch die Technologien die Arbeitsbelastung der Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen verringert, sodass diese mehr Zeit für unmittelbare Pflegetätigkeiten an Patient:innen aufwenden können, doch gibt es keine Belege dafür, dass die Arbeitskräfte diese Zeit auch für diese Art von Aufgaben nutzen.
- **Bedeutung angemessener Schulungen für die Fachkräfte:** Schulungen sind ausschlaggebend dafür, dass die Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen die Technologie in vollem Umfang nutzen und den anfänglichen Anstieg der psychischen Arbeitsbelastung im Zuge der Einübung der Interaktion mit der Technologie leicht bewältigen. Für einige bereits weit verbreitete Technologien, wie z. B. Operationsroboter, haben mehrere europäische Verbände strukturierte Schulungsprogramme entwickelt, um eine sichere, gesundheitlich vorteilhafte und effiziente Einführung in Krankenhäusern an verschiedenen europäischen Standorten zu fördern.
- **Bedeutung der Einbeziehung von Fachleuten aus dem Gesundheits- und Sozialwesen bei der Gestaltung und Einführung der Technologien:** Unter den von uns vorgelegten Beispielen gab es Fälle, in denen das Design der Technologie nicht optimal auf alle möglichen physischen Merkmale (z. B. Körpergröße, Handschuhgröße usw.) abgestimmt worden war, was zu mehr Beschwerden über körperliche Schmerzen führte. In anderen Fällen war die Erfahrung der Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen mit der Technologie direkt davon abhängig, ob sie an der Festlegung der optimalen Konfiguration des Werkzeugs beteiligt waren und somit die Vorteile des Tools voll ausschöpfen konnten.
- **Der Aufbau von Vertrauen ist für die umfassende Einführung von Automatisierungssystemen von zentraler Bedeutung:** Das Vertrauen kann gestärkt werden, wenn automatisierte Systeme ein hohes Maß an Genauigkeit aufweisen oder wenn sie mit angemessenen Erklärungen und Überwachungssystemen zur Erkennung etwaiger Ungenauigkeiten einhergehen. In dieser Hinsicht spielt die algorithmische Transparenz eine entscheidende Rolle, damit Fachleute die Ergebnisse der KI-gestützten Systeme verstehen können. Darüber hinaus ist die Durchsetzung des Datenschutzrechts (d. h. der DSGVO) von größter Bedeutung, um den Schutz der Daten von Patient:innen und Arbeitskräften und damit Vertrauen und Akzeptanz zu gewährleisten.

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse wurden einige Empfehlungen zur Gewährleistung einer angemessenen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit im Falle der Einführung KI-gestützter Systeme und fortschrittlicher Robotik im Gesundheits- und Sozialwesen formuliert:

- **Festlegung von Design-Standards:** Zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Nutzung der automatisierten Systeme ist es – abgesehen von den erforderlichen Sicherheitsmerkmalen – hilfreich, gesundheitsbezogene Faktoren im Hinblick auf Muskel- und Skeletterkrankungen zu berücksichtigen. Dabei geht es z. B. um die Gestaltung der Benutzeroberfläche und die Ergonomie der Geräte, um das Auftreten körperlicher Belastungen zu minimieren und eine breitere Akzeptanz und Nutzung der Technologie durch die Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen sicherzustellen. Um dafür zu sorgen, dass die Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen die Technologie nutzen, ist es darüber hinaus wichtig, die Merkmale der Technologie anzupassen, um das medizinische Personal entsprechend ihren Bedürfnissen zu unterstützen. Dies ist insbesondere deshalb nötig, da automatisierte Systeme nach wie vor Einschränkungen aufweisen, weshalb eine Überwachung durch Fachkräfte erforderlich ist.
- **Einrichtung von Schulungsprogrammen:** Diese sollte mit dem Ziel erfolgen, die ordnungsgemäße Verwendung und Wartung des automatisierten Systems zu gewährleisten

und gleichzeitig die Akzeptanz der Technologie durch die Fachleute zu fördern. Die Schulungen sollten unter Einbeziehung aller einschlägigen Interessenträger und insbesondere der Fachkräfte im Gesundheits- und Sozialwesen entwickelt werden. Die Schulungen sollten den Arbeitskräften auch die Grenzen und den potenziellen systemimmanenten Bias der Systeme vermitteln. Ebenso könnten die Schulungsprogramme von einer Reihe von Leitlinien begleitet werden, vergleichbar mit denjenigen, die für den Transport von Patienten entwickelt wurden, um das Risiko von Muskel- und Skeletterkrankungen unter Fachkräften im Gesundheits- und Sozialwesen zu vermeiden.

- **Einrichtung von Mechanismen für die kontinuierliche Überwachung KI-basierter Systeme:** Vertrauen und Akzeptanz in Bezug auf die Technologie sowohl unter den Fachleuten im Gesundheits- und Sozialwesen als auch unter den Patient:innen sind wichtig, um eine umfassende Nutzung dieser Systeme sicherzustellen. In dieser Hinsicht bezieht sich eine optimale Strategie auf die Einrichtung eines Überwachungssystems, das Folgendes ermöglicht: I) die Überwachung des Algorithmus und II) die Beibehaltung der menschliche Aufsicht über die Ergebnisse, um einen Bias und Fehler zu vermeiden. Um die Einführung solcher Überwachungssysteme optimal zu gestalten, sollten angemessene Ressourcen bereitgestellt werden.

8 Literaturverzeichnis

- Blanco-Gonzalez, A., Cabezon, A., Seco-Gonzalez, A., Conde-Torres, D., Antelo-Riveiro, P., Pineiro, A., Garcia-Fandino, R. (2023). The role of AI in drug discovery: Challenges, opportunities, and strategies. *Pharmaceuticals*, 16(6), 891.
- Brinkmann, A., Fifelski-von Böhlen, C., Kowalski, C., Laura, S., Meyer, O., Diekmann, R., Hein, A. (2022). Providing physical relief for nurses by collaborative robots. *Scientific Reports*, 12, 8644.
- Casini, B., Tuvo, B., Scarpaci, M., Totaro, M., Badalucco, F., Briani, S. L. et al. (2023). Implementation of an environmental cleaning protocol in hospital critical areas using a UV-C disinfection robot. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 20(5), 4284.
- Cedefop, 2023. *Health & social care*. Cedefop – Europäisches Zentrum für die Förderung der Berufsbildung. <https://www.cedefop.europa.eu/en/tools/skills-intelligence/sectors?sector=06.16#6> (abgerufen am 11. Dezember 2023).
- EU-OSHA – Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz), *Europäische Unternehmenserhebung über neue und aufkommende Risiken (ESENER)*, 2019. Verfügbar unter: <https://osha.europa.eu/en/facts-and-figures/esener>
- EU-OSHA – Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, *Gesundheits- und Sozialwesen – Erkenntnisse aus der Europäischen Unternehmenserhebung über neue und aufkommende Risiken (ESENER)*, (2022)a. Verfügbar unter: <https://osha.europa.eu/en/publications/human-health-and-social-work-activities-evidence-european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener>
- EU-OSHA – Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, *Fortgeschrittene Robotik, künstliche Intelligenz und Automatisierung von Tätigkeiten: Definitionen, Einsatzgebiete, Maßnahmen und Strategien und Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit*, 2022b. Verfügbar unter: <https://osha.europa.eu/en/publications/advanced-robotics-artificial-intelligence-and-automation-tasks-definitions-uses-policies-and-strategies-and-occupational-safety-and-health>
- EU-OSHA – Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, *Kognitive Automatisierung: Folgen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit*, 2022c. Verfügbar unter: <https://osha.europa.eu/en/publications/summary-cognitive-automation-implications-occupational-safety-and-health-0>
- Europäische Kommission. (2023). *Employment and social developments in Europe 2023: Addressing labour shortages and skills gaps in the EU*. Europäische Kommission.

- Fernandes, M., Vieira, S. M., Leite, F., Palos, C., Finkelstein, S., Sousa, J. M. C. (2020). Clinical decision support systems for triage in the emergency department using intelligent systems: A review. *Artificial Intelligence in Medicine*, 102, 101762. Fernandes, M., Vieira, S. M., Leite, F., Palos, C., Finkelstein, S., Sousa, J. M. C. (2020). Clinical decision support systems for triage in the emergency department using intelligent systems: A review. *Artificial Intelligence in Medicine*, 102, 101762.
- Fragapane, G., Hvolby, H.-H., Sgarbossa, F., Strandhagen, J. O. (2020). Autonomous mobile robots in hospital logistics. In: B. Lalic, V. Majstorovic, U. Marjanovic, G. von Cieminski, D. Romero (Hg.), *Advances in production management systems* (S. 672–679). Springer.
- Fragapane, G., Hvolby, H.-H., Sgarbossa, F., Strandhagen, J. O. (2023). Autonomous mobile robots in sterile instrument logistics: An evaluation of the material handling system for a strategic fit framework. *Production Planning & Control*, 34(1), 53–67.
- Hazarika, I. (2020). Artificial intelligence: Opportunities and implications for the health workforce. *International Health*, 12(4), 241–245.
- Hislop, J., Orth, D., Tirosh, O., Isaksson, M., Hensman, C., McCormick, J. (2023). Does surgeon sex and anthropometry matter for tool usability in traditional laparoscopic surgery? A systematic review and meta-analysis, *Surgical Endoscopy*, 37(9), 6640–6659.
- Holland, J., Kingston, L., McCarthy, C., Armstrong, E., O'Dwyer, P., Merz, F., McConnell, M. (2021). Service robots in the healthcare sector. *Robotics*, 10(1), 47.
- Honavar, S. G. (2020). Electronic medical records – The good, the bad and the ugly. *Indian Journal of Ophthalmology*, 68(3), 417.
- Jiang, H., Mao, H., Lu, H., Lin, P., Garry, W., Lu, H. et al. (2021). Machine learning-based models to support decision-making in emergency department triage for patients with suspected cardiovascular disease. *International Journal of Medical Informatics*, 145, 104326.
- Kaiser, M. S., Al Mamun, S., Mahmud, M., Hoque Tania, M. (2021). Healthcare robots to combat COVID-19. In K. Santosh, A. Joshi (Hg.), *COVID-19: Prediction, decision-making, and its impacts. Lecture notes on data engineering and communications technologies* (S. 83–97). Springer.
- Kim, H. K., Jeong, H., Park, J., Park, J., Kim, W.-S., Kim, N. (2022). Development of a comprehensive design guideline to evaluate the user experiences of meal-assistance robots considering human-machine social interactions. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 38(17), 1687–1700.
- Konle-Seidl, R., Danesi, S. (2022). *Digitalisation and the changes in the world of work*. Europäisches Parlament – vom EMPL-Ausschuss in Auftrag gegebene Studie.
- Lavoie-Tremblay, M., Gélinas, C., Aubé, T., Tchouaket, E., Tremblay, D., Gagnon, M.-P., Côté, J. (2022). Influence of caring for COVID-19 patients on nurses's turnover, work satisfaction and quality of care. *Journal of Nursing Management*, 30(1), 33–43.
- Leipheimer, J. M., Balter, M. L., Chen, A. I., Pantin, E. J., Davidovich, A. E., Labazzo, K. S., Yarmush, M. L. (2019). First-in-human evaluation of a hand-held automated venipuncture device for rapid venous blood draws. *Technology*, 7(3), 98–107.
- Li, L., Tyson, S., Weightman, A. (2021). Professionals' views and experiences of using rehabilitation robotics with stroke survivors: A mixed methods survey. *Frontiers in Medical Technology*, 3, 780090.
- Longmore, S. K., Naik, G., Gargiulo, G. D. (2020). Laparoscopic robotic surgery: Current perspective and future directions. *Robotics*, 9(2), 42.
- Lundberg, C. L., Sevil, H. E., Behan, D., Popa, D. O. (2022). Robotic nursing assistant applications and human subject tests through patient sitter and patient walker tasks. *Robotics*, 11(3), 63.
- Mehta, I., Hsueh, H.-Y., Taghipour, S., Li, W., Saeedi, S. (2023). UV disinfection robots: A review. *Robotics and Autonomous Systems*, 161, 104332.
- Oren, O., Gersh, B. J., Bhatt, D. L. (2020). Artificial intelligence in medical imaging: switching from radiographic pathological data to clinically meaningful endpoints. *The Lancet Digital Health*, 2(9), e486–e488.

- Patel, E., Saikali, S., Mascarenhas, A., Moschovas, M. C., Patel, V. (2023). Muscle fatigue and physical discomfort reported by surgeons performing robotic-assisted surgery: A multinational survey. *Journal of Robotic Surgery*, 17, 2009–2018.
- Persson, M., Redmalm, D., Iversen, C. (2022). Caregivers' use of robots and their effect on work environment – A scoping review. *Journal of Technology in Human Services*, 40(3), 251–277.
- Pham, K. T., Nabizadeh, A., Selek, S. (2022). Artificial intelligence and chatbots in psychiatry. *Psychiatric Quarterly*, 93, 249–253.
- Ragno, L., Borboni, A., Vannetti, F., Amici, C., Cusano, N. (2023). Application of social robots in healthcare: Review on characteristics, requirements, technical solutions. *Sensors*, 23(15), 6820.
- Rajkomar, A., Kannan, A., Chen, K., Vardoulakis, L., Chou, K., Cui, C., Dean, J. (2019). Automatically charting symptoms from patient-physician conversations using machine learning. *JAMA Internal Medicine*, 179(6), 836–838.
- Sauerbrei, A., Kerasidou, A., Lucivero, F., Hallowell, N. (2023). The impact of artificial intelligence on the person-centred, doctor-patient relationship: Some problems and solutions. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 23.
- Shaik, T., Tao, X., Higgins, N., Li, L., Gururajan, R., Zhou, X., Acharya, U. R. (2023). Remote patient monitoring using artificial intelligence: Current state, applications, and challenges. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 13(2), e1485.
- Shen, Y., Ge, R., Qian, X. (2022). Robotic “Zero Contact” surgery for occupational protection against infectious disease. *Frontiers in Public Health*, 10.
- Wee, I. J., Kuo, L.-J., & Ngu, C.-Y. J. (2020). A systematic review of the true benefit of robotic surgery: Ergonomics. *The International Journal of Medical Robotics and Compared Assisted Surgery*, 16(4), e2113.
- Wright, J. (2018). Tactile care, mechanical hugs: Japanese caregivers and robotic lifting devices. *Asian Anthropology*, 17(1), 24–39.
- Yoon, H. J., Han, K., Suh, H. J., Youk, J. H., Lee, S. E., Kim, E.-K. (2023). Artificial intelligence-based computer-assisted detection/diagnosis (AI-CAD) for screening mammography: Outcomes of AI-CAD in the mammographic interpretation workflow. *European Journal of Radiology*, 11, 100509.

Die Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA) trägt zur Schaffung sichererer, gesünder und produktiver 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**

12 Santiago de Compostela
48003 Bilbao, Spanien

E-Mail: information@osha.europa.eu

<https://osha.europa.eu>