

DI Dr. Martin Kampel

Privatdozent am Computer Vision Lab, TU Wien

DI Jennifer Lumetzberger

Projektassistentin am Computer Vision Lab, TU Wien

KI und Ethik in Pflege und Medizin

1. Einzug der KI in Pflege und Medizin	100
2. Sturzerkennung	103
3. KI zur Unterstützung von Menschen mit Demenz	105
4. Pflegeroboter	107
5. KI in der Medizin: Erkennung von Tumorzellen	110
6. Ethische Herausforderungen von KI in Gesundheitstechnologien	112
7. Abschluss-Statement	115
Literaturverzeichnis	116

Diese Arbeit wurde teilweise vom Wiener Wissenschafts- und Technologie Fonds (WWTF) unter der Förderungsvereinbarung Nr. ICT20-055 unterstützt.

Der Einzug der Künstlichen Intelligenz (KI) in die Bereiche Pflege und Medizin hat einen revolutionären Einfluss auf die Gesundheitsbranche. In der Medizin ermöglicht KI schnellere und präzisere Analysen von Gesundheitsdaten, wodurch sie Diagnosen und individuelle Therapien unterstützt. Im Pflegesystem spielt KI eine entscheidende Rolle angesichts des demografischen Wandels. Der vorliegende Artikel stellt Forschungsbeispiele vor, darunter den Einsatz von KI in der Sturzerkennung als auch zur Erkennung von Tumorzellen, die Unterstützung von Menschen mit Demenz sowie die Entwicklung von Pflegerobotern. Zudem werden ethische Herausforderungen im Zusammenhang mit KI beleuchtet. Hierbei wird das Forschungsprojekt „Algocare“ vorgestellt, das Pflegetechnologien nicht nur technologisch, sondern auch soziologisch und ethisch untersucht.

1. Einzug der KI in Pflege und Medizin

In den letzten Jahren hat die Künstliche Intelligenz Einzug in verschiedene Bereiche erhalten. Von der Spracherkennung über Textgenerierung bis hin zu selbstfahrenden Autos gewinnt diese Technologie nicht nur für Technikexpert:innen an Bedeutung, sondern beeinflusst auch maßgeblich unseren alltäglichen Lebensstil. Die Faszination und der Nutzen der künstlichen Intelligenz erstrecken sich dabei über eine Vielzahl von Anwendungen, die weit über die Vorstellungskraft vergangener Generationen hinausgehen.

Die fortschreitende Miniaturisierung von Prozessoren und der exponentielle Anstieg an Rechenleistung haben es ermöglicht, dass Künstliche Intelligenz nicht mehr nur in abstrakten Forschungslaboren existiert, sondern vielmehr in unseren Smartphones, Haushaltsgeräten und sogar in den Verkehrsmitteln, die wir täglich nutzen.

Einer KI-Lösung liegen üblicherweise drei wesentliche Schritte zugrunde. Zunächst erfolgt die Datenaufnahme, bei der eine umfassende Menge an Daten erfasst wird. Diese Daten dienen als Grundlage für den zweiten Schritt, dem Training eines Modells. Hier lernt das System aus den aufgenommenen Daten und entwickelt Fähigkeiten zur Mustererkennung.

Im Anschluss erfolgt der dritte Schritt, in dem das Modell verfeinert und einer umfassenden Bewertung unterzogen wird. Dieser Prozess ist entscheidend, um die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der KI-Lösung zu überprüfen und sicherzustellen. In der medizinischen Anwendung eröffnen sich durch KI Möglichkeiten zur Entwicklung unterstützender Systeme, insbesondere im Bereich der Diagnostik oder Bildgebung. So können beispielsweise Gesundheitsdaten schneller und präziser analysiert werden. Dies trägt dazu bei, Diagnosen zu verbessern und personalisierte Behandlungsansätze zu entwickeln. Beispielsweise können KI-Algorithmen in der Radiologie dazu beitragen, pathologische Veränderungen auf Bildern schneller und genauer zu identifizieren.

Gerade in Bezug auf die Herausforderungen im Gesundheitssystem, wie Ressourcenknappheit und steigende Anforderungen an die medizinische Versorgung, könnten KI-Systeme unterstützend wirken.¹ Neben der Bildgebung kann KI auch dazu beitragen, personalisierte Behandlungsansätze zu entwickeln. Durch die

1 Bohr and Memarzadeh 2020

Analyse großer Datensätze kann die Technologie individuelle genetische Profile, Lebensstilfaktoren und Krankengeschichten berücksichtigen, um Ärzt:innen Unterstützung für maßgeschneiderte Therapien anzubieten. Hier ist wichtig zu betonen, dass die Implementierung von KI im Gesundheitswesen auch ethische und rechtliche Herausforderungen mit sich bringt. Datenschutz, Sicherheit und die Gewährleistung von Transparenz und Vertrauen in KI-Algorithmen sind entscheidende Aspekte, die bei der Integration dieser Technologien berücksichtigt werden müssen.

Auch im Pflegesystem wird die Rolle von KI durch den unaufhaltsamen demografischen Wandel in allen europäischen Ländern zunehmend bedeutsamer. Prognosen bis zum Jahr 2080 verdeutlichen, dass der Anteil der Menschen im Alter von 80 Jahren und älter an der Gesamtbevölkerung der Europäischen Union von derzeit etwa 5 % auf 12 % ansteigen wird. Parallel dazu wird die Zahl pflegebedürftiger Personen von derzeit etwa 27 Millionen auf über 60 Millionen anwachsen. Angesichts dieser drastischen Entwicklung rückt die Digitalisierung verstärkt in den Fokus und wird als vielversprechender Weg betrachtet, um nachhaltige Strategien für die Langzeitpflege zu gestalten.²

Die Digitalisierung wurde mit großen Erwartungen als ein möglicher Weg gesehen, um nachhaltige Strategien für die Langzeitpflege zu entwickeln. Ein breites Spektrum von Anwendungen hat sich in der Langzeitpflege etabliert, darunter die Telemedizin, Robotik für die Medikamentenausgabe und die Nutzung von Wearables und Sensoren. Künstliche-Intelligenz-Technologien, wie Warnsysteme für Stürze, Smart-Home-Tools und Wearables, spielen eine zunehmend wichtige Rolle bei der Sicherheit in der Langzeitpflege. Sie ermöglichen es dem Pflegepersonal, auf Ereignisse aufmerksam zu werden, die ein sofortiges Eingreifen erfordern. Über die letzten zehn Jahre hinweg haben die Entwicklung und Implementierung von KI-Technologien in Pflegesystemen, von Active Assisted Living (AAL) bis hin zu Sensoren und Robotik, erheblich zugenommen.³ Das Ziel dieser Technologien ist es, die tägliche Arbeit der professionellen Pflegekräfte zu erleichtern, die Sicherheit der Pflegebedürftigen zu erhöhen, die Produktivität zu steigern und zum Wohlbefinden der Nutzer:innen beizutragen. Neben den menschenzentrierten Zielen von KI-Technologie in der Pflege besteht auch die Hoffnung, die Kosten der Langzeitpflege angesichts des rasanten demografischen Wandels zu senken.⁴

In diesem Artikel werden wir das Thema „Künstliche Intelligenz in Pflege und Medizin“ anhand von Beispielen aus der Forschung erklären. Als Erstes werden ein Sensor zur Sturzerkennung sowie ein Assistenzsystem zur Nutzung der Toilette

2 Schulmann et al. 2019

3 Queirós et al. 2017

4 Sapci & Sapci 2019

bei Menschen mit Demenz vorgestellt. Anschließend wird ein Überblick über Pflegeroboter gegeben. Als medizinische Applikation wird die Erkennung von Tumorzellen in der Leukämieforschung präsentiert. Abschließend werden ethische Herausforderungen diverser KI-Systeme sowohl in der Pflege als auch in der Medizin anhand eines Forschungsprojektes aufgezeigt.

2. Sturzerkennung

Technologien zur Sturzerkennung werden zunehmend durch KI unterstützt. Wir – das Computer Vision Lab der Technischen Universität Wien – forschen in mehreren Projekten an dieser Thematik. Anstelle von häufig eingesetzten Armbändern oder Kameras verwenden wir überwiegend sog. 3D-Sensoren. Das sind Sensoren, die den Abstand zwischen dem Gerät und allen Objekten sowie Personen im Raum messen und basierend auf dieser Information ein Bild generieren (siehe Abb. 1). Diese Sensoren müssen nicht getragen werden, sondern werden fix im Raum installiert. Das hat den Vorteil, dass sie nicht vergessen werden können und den Alltag der Nutzer:innen nicht verändern. Im Vergleich zu gewöhnlichen Kameras wird durch die Verwendung von Tiefensensoren der Schutz der Privatsphäre verbessert, da nur Umrisse einer Person erkennbar sind und nicht deren Gesichtszüge. Die in der Technologie integrierte KI analysiert die generierten Tiefendaten und erkennt, wenn eine Person gestürzt ist. Diese Information kann dann weitergeleitet werden, beispielsweise an ein Notrufsystem, um schnelle Hilfe zu gewährleisten. Frühzeitige Hilfe kann bei Stürzen die Sterblichkeitsrate deutlich reduzieren und ist daher von immenser Bedeutung. Konkret ist mit KI hier gemeint, dass ein Modell durch ein umfangreiches Training mit einer Vielzahl von Daten trainiert wurde. Diese Daten umfassen unterschiedliche Arten von Stürzen, seien es seitliche Stürze, Situationen, in denen die Person teilweise durch Objekte verdeckt ist, Stürze in unmittelbarer Nähe des Sensors sowie solche weiter entfernt. Die Vielfalt der Trainingsdaten ermöglicht es der KI, eine breite Palette von Sturzscenarien zu erkennen. Somit kann die KI bei neuen Daten eine zuverlässige Klassifizierung vornehmen und entscheiden, ob es sich um einen Sturz handelt oder nicht.⁵

Um die Forschungsergebnisse direkt nutzbar zu machen, arbeiten wir mit einem Spin-off der TU zusammen, der *cogvis consulting* und *software gmbh*, die genau für den Anwendungsbereich der Sturzerkennung gegründet wurde und diese Produkte seit Jahren erfolgreich im Pflegesektor als auch in Krankenhäusern vermarktet. Neben der Sturzerkennung ist auch die Sturzprävention ein essentielles Forschungsthema. Abgesehen von einer frühzeitigen Hilfe bei einem Sturz ist das Vermeiden eines Sturzes noch erstrebenswerter. Häufig stürzen Nutzer:innen beim Aufstehen aus dem Bett – speziell, wenn Beeinträchtigungen in der Mobilität vorliegen. Auch der nächtliche Gang zur Toilette in der Dunkelheit stellt oftmals ein Sturzrisiko dar. Hier gibt es zwei Lösungsansätze. Das System kann erkennen, wenn eine Person sich von einer liegenden Position im Bett aufrichtet bzw. aufsetzt. Wird diese Bewegung mithilfe einer KI, die Bewegungsmuster analy-

5 Pramerdorfer et al. 2016

siert, erkannt, kann einerseits ein automatisches Anschalten einer Lampe aktiviert werden, um eine bessere Orientierung im Raum zu ermöglichen. Eine alternative Lösung – beispielsweise im Pflegeheim oder Krankenhaus – ist die Alarmierung des Pflegepersonals, welches dann beim Aufstehen helfen kann.⁶

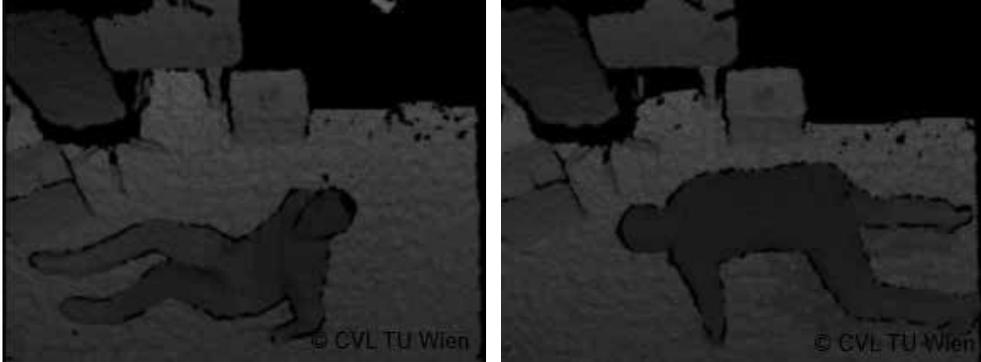


Abb. 1 Tiefenbilder einer gestürzten Person a) Sturz nach hinten, b) Sturz nach vorne

Mithilfe von Tiefensensoren können im Allgemeinen bestimmte Körperpositionen gut identifiziert werden, wie beispielsweise eine Person im Sitzen, im Liegen oder im Stehen. Können zusätzlich zur Körperposition noch Objekte rund um die Person erkannt werden, können Rückschlüsse auf die Umgebung und den Kontext erleichtert werden. Werden Tiefendaten kontinuierlich aufgezeichnet, so kann auch die Bewegung einer Person, also deren Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit, erfasst werden. Diese Daten können beispielsweise dabei helfen, Veränderungen in der Mobilität einer Person zu erfassen. Somit stellen Sturzerkennung und -prävention nur einen kleinen, doch entscheidenden Teil eines breiten Anwendungsfelds von Künstlicher Intelligenz in der Pflege dar, das zukunftsweisend das Wohlbefinden und die Sicherheit von Pflegebedürftigen nachhaltig verbessern kann.

6 Lumetzberger et al. 2021

3. KI zur Unterstützung von Menschen mit Demenz

Informationen dazu, wann sich eine Person in welcher Position (sitzend oder stehend) relativ zu Objekten im Raum befindet, nutzen wir auch für die Frage, wie eine „Anleitung“ zur Benutzung der Toilette für Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen gestaltet werden kann.⁷ Personen, die aufgrund einer kognitiven Herausforderung, z.B. bei beginnender Demenz, Schwierigkeiten haben, selbstständig die notwendige Abfolge von Handlungen zur Nutzung einer Toilette zuverlässig zu setzen, werden üblicherweise auf die Toilette begleitet. Die Betreuungsperson wartet dann in oder vor der Toilette, um bei Bedarf einschreiten zu können. Dieses Vorgehen ist für beide Seiten unangenehm und belastend und kann mehrmals täglich notwendig sein.

Im Bereich der Toilette gibt es erstaunlicherweise nur wenige technische Lösungen und wenige Forschungsprojekte, die sich mit diesem Thema beschäftigen. Dies ist überraschend, da es einen erheblichen Bedarf gibt und der Toilettengang ein täglicher und notwendiger Teil des Lebens ist. Es ist möglich, dass das Tabu um das Thema Toilette dazu beiträgt, dass es an Unterstützung und Technologien mangelt. Der Einsatz von Technologie zielt darauf ab, die Selbstständigkeit und Würde der Nutzer:innen zu fördern und gleichzeitig das Pflegepersonal zu entlasten. Wir haben verschiedene Ansätze zur „Anleitung“ – basierend auf der Position einer Person im Raum in Bezug auf relevante Punkte im Badezimmer (wie Toilette und Waschbecken) – untersucht. Dabei soll automatisch mittels einer Künstlichen Intelligenz erkannt werden, falls einzelne Aktivitäten (z.B. zur Toilette gehen, sich auskleiden, sich auf die Toilette setzen) nicht ausgeführt werden, um so entsprechende Anleitungen zur Unterstützung bereitstellen zu können. Anleitungen können beispielsweise auditiv über einen Lautsprecher erfolgen oder visuell mit einem montierten Tablet an der Wand. Dabei sind wiederum Videos von Bildern zu unterscheiden, und sowohl animierte Bilder als auch realistische Bilder von vertrauten Personen können zum Einsatz kommen. Eine weitere untersuchte Möglichkeit ist die Installation von Leuchten, um bestimmte Bereiche im Raum hervorzuheben (z.B. Wegweiser am Boden oder Lichter direkt an der WC-Schüssel).

Zur Analyse der verschiedenen Möglichkeiten zur Unterstützung verfolgten wir einen menschenzentrierten Ansatz. Wir haben mit einem Demenz-Tageszentrum zusammengearbeitet und Experten für Demenz befragt. Zusätzlich haben wir

⁷ Forschungsprojekt DIANA: <http://www.diana-project.eu/>, Ballester and Kampel 2022

Workshops mit Pflegekräften und betroffenen Personen durchgeführt, um Feedback zu den verschiedenen Optionen einzuholen. Aus den Befragungen und Workshops ging hervor, dass Text auf einem Bildschirm Patient:innen mit Demenz oder einer Sehschwäche überfordern könnte. In Bezug auf Bilder wurde eine Tendenz zu realen Personen anstelle von Zeichnungen oder Animationen festgestellt.

In Abbildung 2 wird die Darstellung von Tiefenbildern auf der Toilette veranschaulicht. Es ist zu beachten, dass der Tiefensensor die Möglichkeit bietet, die Bilder lokal im Sensor zu verarbeiten und dann zu löschen, wobei nur die Information weitergeleitet wird, ob ein bestimmtes Ereignis (zum Beispiel das Hinsetzen) stattgefunden hat. In einigen Fällen haben wir Rückmeldungen aus Pflegeheimen und Krankenhäusern erhalten, dass es für das Pflegepersonal hilfreich ist, neben dem Erkennen eines Ereignisses auch ein Tiefenbild zu erhalten, um unmittelbar die aktuelle Situation beurteilen und die Berechtigung der Benachrichtigung überprüfen zu können. Diese Funktion kann jedoch problemlos deaktiviert werden, so dass das Pflegepersonal keine Tiefenbilder von Patient:innen einsehen kann.



Abb. 2: Tiefenbilder im Badezimmer: Person beim Eintreten (links), Person am WC (mitte), Person beim Verlassen des Raums (rechts)

4. Pflegeroboter

Eine weitere Sparte in der KI-Pflege-technologie stellen Pflegeroboter dar. Diese sind darauf ausgerichtet, Aufgaben in der Langzeitpflege und der Gesundheitsversorgung zu übernehmen, um die Arbeitsbelastung des Pflegepersonals zu reduzieren und die Lebensqualität der Pflegebedürftigen zu verbessern. Anwendungsgebiete für Pflegeroboter sind beispielsweise die Überwachung von Vitalparametern, die Medikamentenausgabe oder die Unterstützung beim Umlagern und Tragen von Patient:innen. Aktuell gibt es noch relativ wenige Firmen am Markt, die Pflegerobotik mit KI anbieten, die Forschung auf diesem Gebiet wächst allerdings stark.

Viele Pflegeroboter haben eine humanoide oder tierähnliche Form. Ein verbindendes Merkmal der sozialen Roboter, zu welchen die Pflegeroboter zählen, ist, dass sie einen physischen „Körper“ haben, über eine gewisse Autonomie verfügen und mit Menschen kommunizieren. Mit Autonomie ist gemeint, dass keine Fernbedienung durch den Menschen notwendig ist. Zusätzlich treffen manche dieser Pflegeroboter Entscheidungen (auf Basis menschlicher Programmierung), wie beispielsweise eine aufmunternde Geschichte zu erzählen, wenn ein Mensch in trauriger Stimmung vorgefunden wird.

Während Sprachassistenten wie Alexa auch mit Nutzer:innen kommunizieren, werden sie nicht zu den sozialen Robotern gezählt, da aus der optischen Erscheinung nicht hervorgeht, dass das Gerät mit den Nutzer:innen kommuniziert. Klare Signale zur Kommunikationsbereitschaft wären beispielsweise der Besitz eines Körpers, Gesichts und Augen. Ein Standard-Design gibt es jedoch nicht, die Roboter kommen in verschiedensten Formen und Größen vor. Der bekannte Roboter „Pepper“ beispielsweise hat einer Körpergröße von 120 cm und ein Gewicht von 28 kg. Mit seiner kindlichen Optik setzt er einen Kontrast zu stofftierähnlichen Robotern wie die Robbe „Paro“ (siehe Abb. 3).

Um menschen- oder tierähnliches Verhalten im Hinblick auf motorische Fähigkeiten und Gesten zu imitieren, erfolgt die Integration von Gliedmaßen, Gelenken, Motoren und Rädern. Dabei werden verschiedene Aspekte der menschlichen Sinneswahrnehmung simuliert. Insbesondere spielen Sehfähigkeiten eine entscheidende Rolle für Pflegeroboter, da sie die Fähigkeit benötigen, ihre Umgebung zu erfassen, Benutzer:innen zu erkennen und entsprechend zu reagieren. Die Realisierung dieser Sinne erfordert den Einbau von Hardware-Komponenten wie Kameras, 3D-Sensoren, Batterien und Monitoren. Unter Verwendung dieser Komponenten lässt sich beispielsweise eine Gesichtsanalyse inklusive Emoti-

onserkennung realisieren. Hierbei werden verschiedene Merkmale im Gesicht, darunter Augen oder Mund, genutzt, um eine präzise Klassifizierung verschiedener Emotionen vorzunehmen. Zusätzlich zur Erkennung von Emotionen können weitere Software-Funktionen eingebunden werden, beispielsweise solche, die die Erkennung von gesprochener Sprache oder die Umwandlung von Text in gesprochene Sprache ermöglichen.

Soziale Roboter erfüllen in diversen Anwendungsgebieten unterschiedliche Funktionen. Im Bereich Bildung dienen sie als interaktive Lernspiele für Kinder oder als spezielle Lerntools, insbesondere für Kinder mit Autismus. Darüber hinaus finden sie Einsatz im Bereich Gesellschaft und Wohlbefinden, beispielsweise als Roboter mit Haustier-Charakter, um chronische Depressionen und Einsamkeit zu bekämpfen. Im Gesundheitssektor unterstützen sie durch Aufgaben wie das Tragen und Verteilen von Getränken oder die Durchführung von UV-C-Desinfektion. Ein weiterer Anwendungsbereich ist die Unterhaltung, wobei Roboter Musik abspielen oder Gespräche führen können.

Im Gesundheitssektor sind soziale Roboter vielseitig einsetzbar, unter anderem für die Navigation, Bereitstellung von Patienteninformationen für das Pflegepersonal, das Heben von Personen, Rezeptionsaufgaben, die Erinnerung an die Medikamenteneinnahme, die Unterstützung bei der täglichen Routine von Menschen mit Demenz (einschließlich Erinnerung zur Medikamenteneinnahme, für Termine, und Temperaturmessung), das Tragen und Verteilen von Gegenständen wie Getränken, UV-C-Desinfektion sowie die Erkennung gefährlicher Situationen, wie beispielsweise Stürze.

Am Markt befindliche Pflegeroboter nehmen verschiedene Formen an. Manche Roboter, wie zum Beispiel LIO von F&P Robotics, inkludieren einen mobilen Arm zum Tragen und Halten von Gegenständen. Der Roboter Robear von RIKEN kann sogar eine Person tragen. Neuere Varianten von Pflegerobotern beinhalten zunehmend Features wie Gesichts- und Objekterkennung, Gestenerkennung, sowie Interaktion über Touch und Sprache. Diese Funktionen ermöglichen die Erkennung von Personen und dadurch die persönliche Begrüßung oder das Wiederaufnehmen von vergangenen Gesprächen. Die Robbe Paro (siehe Abbildung 3) scheint ähnlich wie ein Stofftier und wird zu therapeutischen Zwecken eingesetzt. Sie soll einen beruhigenden Einfluss auf Patient:innen haben. Der Roboter kann über taktile Sensoren Streicheleinheiten wahrnehmen und reagiert durch Bewegungen des Schwanzes sowie des Kopfes und der Augen.



Abbildung 3: Therapeutischer Roboter Paro von PARO Robots

5. KI in der Medizin: Erkennung von Tumorzellen

Abgesehen vom Einsatz in der Pflege gewinnt KI auch in der Medizin immer mehr an Bedeutung. So ermöglicht der Einsatz von Künstlicher Intelligenz beispielsweise die Erkennung von Tumorzellen bei Leukämie in Kindern. Ein zentraler Fokus liegt hier auf der automatisierten Bestimmung des MRD-Werts (Minimal Residual Disease), einem leistungsfähigen Prädiktor für das Ansprechen auf die Behandlung. Dieser Wert wird daher als diagnostisches Instrument für die Planung der individuellen Therapie eines Patienten verwendet.

Klinische Forscher, die in der Durchflusszytometrie arbeiten, müssen heutzutage zunehmend Experimente durchführen, die einen hohen Durchsatz, die Analyse seltener Ereignisse und eine detaillierte Immunphänotypisierung erfordern. Es gibt Mehrzweck-Durchflusszytometrie-Sorter, die bis zu 70.000 Ereignisse pro Sekunde mit mehr als neun aktivierten Parametern analysieren können. Während diese multiparametrische Funktion eine große Leistung für Hypothesentests bietet, erzeugt sie auch eine riesige Menge an Daten, die manuell durch einen Prozess namens Gating analysiert werden. Bei großen Experimenten erweist sich dieses manuelle Gating als zeitaufwendig und erfordert eine intensive Schulung und Erfahrung des Bedieners. Das Fehlen des erforderlichen Fachwissens führt zu einer falschen Interpretation der Daten und damit zu einem falschen Therapieverlauf bei Patienten mit akuter lymphatischer Leukämie.

Der Schwerpunkt der Krebsforschungsprojekte an unserem Institut liegt auf der automatischen Bestimmung der MRD bei akuter lymphatischer Leukämie (Projekt AutoFLOW⁸) und akuter myeloischer Leukämie (Projekt MyeFLOW⁹) bei Kindern, um die Subjektivität und die Variabilität zwischen den Operatoren zu reduzieren und die Reproduzierbarkeit in der täglichen Routine zu erhöhen. Das Ziel des KI-Modells ist es, die Datensätze aus der Durchflusszytometrie zu verarbeiten und in den Daten Muster wie Häufungen von Zellen mit ähnlichen Merkmalsausprägungen wiederzuerkennen und zur Bestimmung von Krebszellen zu nutzen.¹⁰

Die Datenerfassung erfolgt mittels laserbasierter Flow-CytoMetry-Technik (FCM-Technik) zu verschiedenen Behandlungszeitpunkten. Sie erfordert gefärbte Blut- oder Knochenmarkzellen eines Patienten, deren Antigene mit einer Kombina-

8 <https://cvi.tuwien.ac.at/project/autoflow/>

9 <https://cvi.tuwien.ac.at/project/myeflow/>

10 Weijler et al. 2022

tion spezifischer fluoreszenzmarkierter Antikörper markiert werden. Abhängig von der Antigenexpression einer einzelnen Zelle sind unterschiedliche Fluoreszenzsignalmuster nachweisbar. Herausforderungen liegen in der automatischen Erkennung von kleinen Zellpopulationen, der begrenzten Zellanzahl im Reagenzglas und den Einflussfaktoren für die MRD-Bestimmung, die sich aus behandlungs- oder altersbedingten Schwankungen des Regenerationsstatus von Knochenmarkvorläufern ergeben.

Die Zielsetzung ist eine präzise, automatisierte Einschätzung des Therapieansprechens. In Zusammenarbeit mit dem St. Anna Kinderspital wird an der Entwicklung einer KI-gestützten Software gearbeitet, die sich als In-vitro-Diagnostikum (IVD) zur vollautomatischen, qualitätsgesicherten Bewertung des Therapieansprechens bei einzelnen Patient:innen qualifizieren soll. Die Integration von KI-Technologien ermöglicht nicht nur eine präzise MRD-Bestimmung, sondern trägt auch dazu bei, hochtoxische Therapien, insbesondere bei Kindern mit aggressiver Leukämie, zu optimieren. Automatisierte Prozesse, unterstützt durch KI, könnten somit einen bedeutenden Beitrag zur Verbesserung der Follow-up-Diagnostik und der individuellen Therapieplanung leisten.

Die Anwendung von KI in der Medizin geht jedoch über die Leukämieerkennung hinaus. Fortschritte in der Bildgebung, wie die multiparametrische MRT und die Nuklearmedizin, eröffnen Möglichkeiten für die In-vivo-Charakterisierung von Krankheiten. Hierbei spielen maschinelles Lernen und Datenanalysen eine entscheidende Rolle, um Beziehungen zwischen Variablen und Patientenparametern zu verstehen. Diese Entwicklungen stellen nicht nur eine Herausforderung für die Forschung dar, sondern erfordern auch die Anpassung von Algorithmen an die Anforderungen der klinischen Routine und die vorhandene Hardware-Infrastruktur.

6. Ethische Herausforderungen von KI in Gesundheitstechnologien

Die Forschung zeigt, dass die alleinige Einführung von Technologie in der Medizin oder in sensiblen Pflegebereichen wie der Langzeitpflege nicht zwangsläufig den gewünschten Erfolg bringt. Aktuelle Ansätze zur Einführung von technologischen Lösungen in der Pflege sind problematisch, da sie dazu neigen, sich auf technologiezentrierte und schnelle Lösungen zu konzentrieren, anstatt einen ganzheitlichen, menschenzentrierten Ansatz zu verfolgen, der langfristige soziotechnische Veränderungen fördert.¹¹

Algorithmen koordinieren Datenströme aus verschiedenen Datenquellen wie Sensoren, Wearables, intelligenten Wohnungen und Telemedizin-Tools. Beispielsweise könnten KI-Systeme verarbeitete Daten zur Bewertung der Leistung von Pflegekräften, zur Identifizierung von Kund:innen für risikobasierte Klassifizierungen oder zur Erstellung von Modellen für normales Verhalten genutzt werden.

In den Anfangsphasen der Entwicklung solcher Technologien lag der Fokus hauptsächlich auf der Verbesserung ihrer Funktionen, Genauigkeit und Anwendbarkeit, während Fragen bezüglich möglicher Verzerrungen, Fairness und Erklärbarkeit nur selten angesprochen wurden. Obwohl bekannt ist, dass diese Technologien und die darunterliegenden Datenbanken Diskriminierungsfaktoren enthalten können, wurden Schritte zur Verringerung, Prävention und Beseitigung dieser Verzerrungen erst kürzlich verstärkt unternommen.

Verzerrungen in Modellen, auch als Bias bekannt, entstehen durch eine unzureichende Repräsentation der Anwendergruppe eines Systems. Zum Beispiel könnten bei der Anwendung eines medizinischen KI-Systems zur Bewertung bestimmter Körperparameter, das ausschließlich mit Daten von Männern trainiert wurde, fehlerhafte Ergebnisse bei Frauen auftreten („Gender-Bias“). Der Begriff „Fairness“ bezieht sich darauf, diese Verzerrungen zu verringern oder zu beseitigen, um Benachteiligungen von Individuen oder bestimmten Gruppen zu verhindern. Historisch gesehen wurden viele medizinische Studien und Datensätze überwiegend mit männlichen Teilnehmern durchgeführt. Wenn ein KI-Modell ausschließlich auf solchen Daten trainiert wird, kann es Schwierigkeiten haben, die spezifischen Faktoren und Muster bei Frauen zu erkennen.

11 Neven & Peine 2017

Im vom Wiener Wissenschafts-, Forschungs- und Technologiefonds (WWTF) geförderten Forschungsprojekt „Algocare“ untersuchen wir diverse Pflegetechnologien nicht nur aus technologischer Sicht, sondern auch aus soziologischer und ethischer Perspektive. Mit dem Projekt verfolgen wir das Ziel, die Quellen, Arten und Auswirkungen möglicher Verzerrungen in algorithmengesteuerten Pflegesystemen zu verstehen und Lösungen zur Erkennung und Beseitigung möglicher Verzerrungen in KI-Systemen in der Langzeitpflege zu entwickeln. Das Projekt untersucht, erkennt und erläutert, wie verschiedene Formen von Verzerrungen entstehen und die Praktiken in der Langzeitpflege beeinflussen.

Die Anwendung von KI-Technologien in der Pflege birgt die Gefahr, dass Vorurteile und Normen in Bezug auf das Konzept des Alters und der Pflege weiter verstärkt werden und in die Praktiken und Technologien der Pflege integriert werden. Beispielsweise könnte eine Technologie zur Erkennung von Stürzen für ältere Menschen schlechter funktionieren, wenn das System nur mit Daten von jungen, fitten Menschen trainiert wurde. Dieses Beispiel spiegelt die sogenannte „Datenverzerrung“ bzw. „Daten-Bias“ wider, die entsteht, wenn die KI nicht mit Daten der Zielgruppe trainiert wurde oder gewisse Personengruppen bzw. Minderheiten nicht im Datensatz repräsentiert sind. Die zweite Form von Bias ist der algorithmenbasierte Bias. Dieser entsteht, wenn Entwickler:innen – bewusst oder unbewusst – eigene Verzerrungen in den Algorithmus mit einbringen. So könnten Programmierer:innen beispielsweise nicht die gesamte Vielfalt an kognitiven und physischen Beeinträchtigungen berücksichtigen. Wenn sich die Entwickler beispielsweise in erster Linie auf häufige Beeinträchtigungen konzentrieren, kann es sein, dass die Tools die Bedürfnisse von Menschen mit weniger häufigen oder übersehenen Beeinträchtigungen nicht angemessen berücksichtigen. In medizinischen Anwendungen können verfälschte Daten schwerwiegende Folgen wie fehlerhafte Diagnosen haben.

In der medizinischen Bildgebung, insbesondere in der Radiologie, können verfälschte oder manipulierte Bilder zu falschen Interpretationen führen. Dies könnte zu fehlerhaften Diagnosen von Tumoren oder anderen pathologischen Zuständen führen und möglicherweise zu unangemessenen medizinischen Interventionen. Auch in der Telemedizin und Fernüberwachung werden zunehmend Daten aus Wearables und medizinischen Geräten verwendet. Verfälschte Daten aus diesen Quellen könnten zu falschen Einschätzungen des Gesundheitszustands eines Patienten führen, was zu fehlerhaften Diagnosen und Behandlungsentscheidungen führen könnte.

Abgesehen von den technischen Aspekten beeinflussen Vorurteile in Technologien für die Pflege die täglichen Abläufe zwischen Pflegekräften und Pflegebedürftigen. Pflegekräfte nutzen bestimmte Systeme, um Entscheidungen zu treffen, basie-

rend auf verschiedenen Arten von Wissen, wie Erfahrung, Normen oder unbewusstem Wissen. Künstlich erzeugtes Wissen durch KI wird selten hinterfragt und oft als objektive Tatsache betrachtet, unabhängig von seiner tatsächlichen Genauigkeit. Die Algorithmen, die diesen Systemen zugrunde liegen, versprechen Neutralität und Objektivität, was die Sache kompliziert macht. Es ist schwierig zu verstehen, wie dieses Wissen produziert wird – es ist wie eine „schwarze Box“. Das bedeutet, dass selbst Entwickler:innen nicht immer alle Prozesse der KI-Systeme verstehen können, geschweige denn Pflegekräfte oder Pflegebedürftige. Das ist besonders problematisch, wenn man bedenkt, dass künstlich erzeugtes Wissen möglicherweise Vorurteile enthält.

7. Abschluss-Statement

Die Integration von KI in die Pflege und Medizin markiert einen entscheidenden Fortschritt in der Optimierung von Gesundheitsdienstleistungen. Technologische Entwicklungen wie die Sturzerkennung, Assistenzsysteme für Menschen mit Demenz, Pflegeroboter und die Anwendung von KI in der Medizin, insbesondere bei der Erkennung von Tumorzellen, zeigen das immense Potenzial dieser Innovationen. Während KI dazu beitragen kann, die Effizienz zu steigern, stellt sich jedoch zunehmend die Notwendigkeit heraus, einen menschenzentrierten Ansatz zu betonen. Insbesondere ethische Aspekte wie Fairness und Bias müssen im Entwicklungsprozess von KI-Systemen berücksichtigt werden. Das Forschungsprojekt „Algocare“ hebt die Bedeutung der kritischen Auseinandersetzung mit möglichen Verzerrungen in algorithmengesteuerten Pflegesystemen hervor. Eine sorgfältige Reflexion über den Einsatz von KI in der Pflege sowie Medizin ist unabdingbar, um sicherzustellen, dass diese Technologien nicht nur effektiv, sondern auch ethisch verantwortungsbewusst eingesetzt werden. Eine transparente Gestaltung von KI-Systemen, die sich auf menschenzentrierte Werte stützt, ist entscheidend, um den Anforderungen einer gerechten und nachhaltigen Gesundheitsversorgung gerecht zu werden.

Literaturverzeichnis

- Ballester, I., & Kampel, M. (2022). Automated vision-based toilet assistance for people with dementia. *Human Factors in Accessibility and Assistive Technology*, 37, 21.
- Bohr, A., & Memarzadeh, K. (2020). The rise of artificial intelligence in healthcare applications. In *Artificial Intelligence in healthcare* (pp. 25-60). Academic Press.
- Lumetzberger J., Raofpour A., Kampel M. "Privacy preserving getup detection": PETRA 2021: The 14th PErvasive Technologies Related to Assistive Environments Conference (ACM).
- Neven, L., Peine, A. (2017): From triple win to triple sin: How a problematic future discourse is shaping the way people age with technology. *Societies*, 7(3), pp. 26–42.
- Pramerdorfer, C., Planinc, R., Van Loock, M., Fankhauser, D., Kampel, M., & Brandstötter, M. (2016). Fall detection based on depth-data in practice. In *Computer Vision–ECCV 2016 Workshops: Amsterdam, The Netherlands, October 8-10 and 15-16, 2016, Proceedings, Part II 14* (pp. 195-208). Springer International Publishing.
- Queiros, A. et al. (2017): Ambient assisted living and health-related outcomes – a systematic literature review. *Informatics*, 4, pp. 19–32.
- Sapci, A. H.; Sapci, H. A. (2019): Innovative Assisted Living Tools, Remote Monitoring Technologies, Artificial Intelligence-Driven Solutions, and Robotic Systems for Aging Societies: Systematic Review. *JMIR aging*, 2(2), pp. E15429.
- Schulmann, K. et al. (2019): Social Support and Long-Term Care for Older People: The Potential for Social Innovation and Active Ageing. In Walker, A. (Ed.) *The Future of Ageing in Europe: Making an Asset of Longevity*, pp. 255–286. Singapore: Springer.
- Weijler, L., Kowarsch, F., Wödlinger, M., Reiter, M., Maurer-Granofszky, M., Schumich, A., Dworzak, M. N. (2022). UMAP Based Anomaly Detection for Minimal Residual Disease Quantification within Acute Myeloid Leukemia. *Cancers*, 14(4), 898.