



KI trifft Gesundheit: Digitale Innovationen in der Versorgung verwirklichen



Bundesministerium
für Gesundheit

Inhalt

Vorwort	4
1. „KI Made in Germany“ – Für eine bessere Gesundheitsversorgung	5
2. Erfolgsbeispiele aus der Forschung – gefördert durch das Bundesministerium für Gesundheit	6
Mobiles und smartes Neurosensorysystem für die Erkennung und Dokumentation epileptischer Anfälle im Alltag (MOND)	7
Sensorgestützte Schwangerschaftsvorsorge im häuslichen Umfeld (SMART Start)	8
Automatisierte, leitlinienkonforme, patientenindividuelle Blutproduktezuordnung und smartes Logistikmanagement in der Transfusionsmedizin (AutoPiLoT)	9
KI-basierte Diagnoseunterstützung bei Seltenen Erkrankungen am Beispiel der Seltenen Erkrankung Leukodystrophie (Leuko-Expert)	10
Skin Classification Project: Smarte Algorithmen zur Unterstützung in der Melanomdiagnostik (SCP2)	11
Smarte Kommunikation: Einsatz hybrider KI-Sprachtechnologien zur Qualitätssicherung in der medizinischen Versorgung (HYKIST)	12
Smartes Arztportal für Patienten mit unklarer Erkrankung (SATURN)	13
Entwicklung und Erprobung eines KI-basierten Spracherkennungssystems für die verbale Kommunikation in der Polytraumaversorgung (TraumaInterfaces)	14
3. Regulatorische Rahmenbedingungen und ihre Weiterentwicklung durch die KI-Forschung des BMG	15
4. Vernetzung und Wissensvermittlung – das A und O in der Forschung	16
5. Ausblick – in eine digitale Zukunft	18
6. Nachsatz	18
Impressum	19



Liebe Leserin, lieber Leser,

Künstliche Intelligenz (KI) begegnet uns zunehmend im Alltag und nimmt in immer mehr Lebensbereichen Gestalt an. Insbesondere im Gesundheitswesen kann KI einen erheblichen Mehrwert erbringen. So kann sie helfen, Krankheiten früher und genauer zu diagnostizieren, personalisierte Behandlungspläne zu erstellen und durch virtuelle Assistenten rund um die Uhr Unterstützung zu bieten. Darüber hinaus wird KI die Effizienz im Gesundheitswesen weiter steigern und zum Beispiel die Entwicklung neuer Arzneimittel und Medizinprodukte beschleunigen. Gleichzeitig fragen sich viele Bürgerinnen und Bürger, wie KI ihre persönliche Behandlung verändern und wie das Gesundheitswesen der Zukunft aussehen wird.

Im Rahmen der Nationalen Strategie für KI der Bundesregierung hat das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) zahlreiche Projekte gefördert. Die Projekte decken dabei ein breites Spektrum klinischer Anwendungsfelder ab: von der Hautkrebserkennung über die Vorhersage von Schwangerschaftskomplikationen bis hin zu Anwendungen zur Verbesserung von Arbeitsprozessen. Durch die BMG-Projektförderung wird sichergestellt, dass KI-Anwendungen einen konkreten Nutzen für die Versorgung von Patientinnen und Patienten haben werden. Insgesamt wurde deutlich, dass KI die Lebensqualität durch eine bessere Gesundheitsversorgung und Prävention maßgeblich verbessern kann.

Die entsprechenden regulatorischen Rahmenbedingungen für die sichere Nutzung und Verknüpfung von Gesundheitsdaten hat das BMG angestoßen. Mit dem Digital-Gesetz und dem Gesundheitsdatennutzungsgesetz wurden die Grundlagen für die „KI-Readiness“ des deutschen Gesundheitswesens gelegt.

Auf den folgenden Seiten werden verschiedene Projekte vorgestellt, die die besonderen Chancen von KI für die Gesundheitsversorgung und die vielfältige Projektförderung des BMG verdeutlichen. Viel Spaß bei der Lektüre!

Ihr

Prof. Dr. Karl Lauterbach
Bundesminister für Gesundheit

1. „KI Made in Germany“ – Für eine bessere Gesundheitsversorgung

Die Digitalisierung beeinflusst unser Leben in nahezu allen Bereichen. KI gilt als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts und spielt auch in unserem Alltag eine immer wichtigere Rolle. Die Bundesregierung adressiert diese Thematik mit ihrer 2018 beschlossenen und 2020 fortgeschriebenen KI-Strategie. Ziel der Strategie ist es, die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in der Erforschung, Entwicklung und Anwendung von KI zu stärken. Im Fokus steht der Auf- und Ausbau von KI-Ökosystemen, um die Anwendung von KI in der Breite zu fördern, Forschung und Innovation voranzutreiben, Daten für Forschung und Entwicklung besser nutzbar zu machen und deren Anwendung in einem ethisch korrekten und sicheren Rahmen zu verantworten. Grundvoraussetzung dabei ist eine Vernetzung auf europäischer und internationaler Ebene.

180 Mio. €
Förderung durch das
Bundesministerium
für Gesundheit

In zwölf Handlungsfeldern skizziert die Strategie, wie „KI Made in Germany“ – gestützt auf Förderprogramme, Kooperationen und weitere Maßnahmen – aussehen kann. Das BMG beteiligt sich an der Umsetzung dieser Strategie mit 38 Forschungsprojekten mit gesundheitspolitischem Bezug

in einer Gesamthöhe von über 180 Millionen Euro. Diese Forschungsprojekte liefern wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse für den künftigen Einsatz von KI in der Gesundheitsversorgung. Sie zeigen unter anderem auf, welche Chancen und mögliche Risiken damit einhergehen, welche Akteurinnen und Akteure eingebunden und welche

regulatorischen Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen, um ein zukunftsfestes lernendes Gesundheitswesen zu gestalten. Schwerpunkte liegen dabei auf dem Einsatz digitaler Innovationen und Technologien in Gesundheit und Pflege, der Stärkung von Information und Prävention durch digitale Maßnahmen, der Vernetzung und Nutzung von Gesundheitsdaten und dem Aufbau entsprechender Infrastruktur. IT-Sicherheit und der Schutz sensibler, persönlicher Gesundheitsdaten sind dabei wichtige Rahmenbedingungen für eine vertrauenswürdige Anwendung neuer Technologien im Gesundheitssektor.

Auch im aktuellen Rahmenplan Ressortforschung des BMG für die Jahre 2024 bis 2027 werden die Digitalisierung im Gesundheitswesen und die Nutzung von KI als ein Handlungsfeld mit besonderer Bedeutung für das Gesundheitssystem hervorgehoben. Vielfältige Forschungsvorhaben sollen KI-Anwendungen in der Praxis weiter erproben, um das regulatorische Handeln zu optimieren. Gleichzeitig sind die übergeordneten medizinischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Effekte der KI-Nutzung zu berücksichtigen. Dazu gehört die Nutzung der Daten in unterschiedlichen Settings und Sektoren und an den Übergängen dazwischen, die sogenannte Interoperabilität. Im besten Fall könnten KI-Anwendungen in der Praxis das Pflegepersonal wie die Ärzteschaft entlasten, Patientinnen und Patienten beim alltäglichen Umgang mit der eigenen Erkrankung unterstützen und die Therapie verbessern. Darüber hinaus haben digitale Lösungsansätze und KI ein enormes Potenzial, um epidemiologische Untersuchungen, die Analyse von Wirkungen und unerwarteten Nebenwirkungen sowie die wissenschaftlich-regulatorischen Entscheidungen sicherer zu machen und zu beschleunigen.

2. Erfolgsbeispiele aus der Forschung – gefördert durch das Bundesministerium für Gesundheit



Mobiles und smartes Neurosensorysystem für die Erkennung und Dokumentation epileptischer Anfälle im Alltag (MOND)

Motivation

Epilepsie ist eine Erkrankung, bei der das Gehirn oder einzelne Hirnbereiche übermäßig aktiv sind und zu viele Signale abgeben. Dies löst sogenannte epileptische Anfälle aus. In Deutschland ist rund ein Prozent der Bevölkerung von Epilepsie betroffen. Epileptische Anfälle präzise messen und im besten Fall sogar voraussagen zu können, würde die Lebensqualität Betroffener deutlich verbessern. Mithilfe von KI wäre dies in Teilen möglich.

Ziele und Vorgehen

Das Hauptziel des Verbundvorhabens MOND mit Kooperationspartnern aus Industrie, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Universitäten und Kliniken war die konzeptionelle Entwicklung eines innovativen, tragbaren Systems zur Erkennung und Aufzeichnung von epileptischen Anfällen. Hierzu wurde ein Sensorsystem getestet, das ständig ohne größere Einschränkungen getragen werden kann und in der Nähe eines Ohrs platziert wird. Es misst gleichzeitig Herzfrequenz, Körpertemperatur, Beschleunigung, Herzratenvariabilität, Sauerstoffsättigung sowie elektrische Effekte, die durch Hirnströme verursacht werden („EEG-Signale“).

„Die Miniaturisierung der Sensorik bietet die Chance, bislang nicht verfügbare Langzeitaufnahmen der Hirnaktivität zu erstellen. Dadurch werden hochrelevante Daten für KI-Verfahren verfügbar, um Anfallsgeschehen sicher identifizieren und so Diagnose und Therapie verbessern zu können. Die Zusammenarbeit von Betroffenen, Akteuren aus der Klinik und der Entwicklung von Sensoren sowie Erkennernmodellen ist dabei von höchster Relevanz und der Grund, weshalb derartige Verbundprojekte so wertvoll in der Forschung und Entwicklung sind“, erklärt Dr. Insa Wolf, Leiterin der Gruppe Mobile Neurotechnologien am Fraunhofer IDMT in Oldenburg und Koordinatorin des MOND-Projekts.

Ergebnisse

Durch die Einbindung von Betroffenen wurde das System so entwickelt, dass es im Alltag praktisch und einfach handhabbar ist. Im Rahmen des Vorhabens wurden mehrere klinische Studien durchgeführt. Die dabei gewonnenen Daten wurden mit unterschiedlichen Methoden des

maschinellen Lernens ausgewertet, damit das System Anfallsphasen erkennen kann. Die Modellentwicklung steht hierbei vor der großen Herausforderung, dass die Zeiträume ohne Anfälle sehr viel länger als die Zeiträume während epileptischer Anfälle sind. Dadurch gibt es viel mehr Daten aus anfallsfreien Zeiten als solche von Messungen während epileptischer Anfälle.

Perspektiven für die Praxis

Der im Vorhaben MOND genutzte Prototyp soll weiterentwickelt werden, um ein entsprechendes Medizinprodukt auf den Markt zu bringen und damit allgemein verfügbar zu machen. Wie ein solcher Versorgungsprozess bei Patientinnen und Patienten aussehen könnte, wurde ebenfalls analysiert; zudem wurden potenzielle Kosten durch eine gesundheitsökonomische Evaluation ermittelt. Die entwickelten Methoden zur automatisierten Auswertung von Daten, die mit kleinen Sensoren erfasst wurden, sollen ebenfalls weiterentwickelt und im Klinikalltag erprobt werden.

**800.000
Personen
in Deutschland
sind von Epilepsie
betroffen**



→ Die Sensoren des Vorhabens MOND sind im Alltag praktisch und einfach handhabbar.

Sensorgestützte Schwangerschaftsvorsorge im häuslichen Umfeld (SMART Start)

Motivation

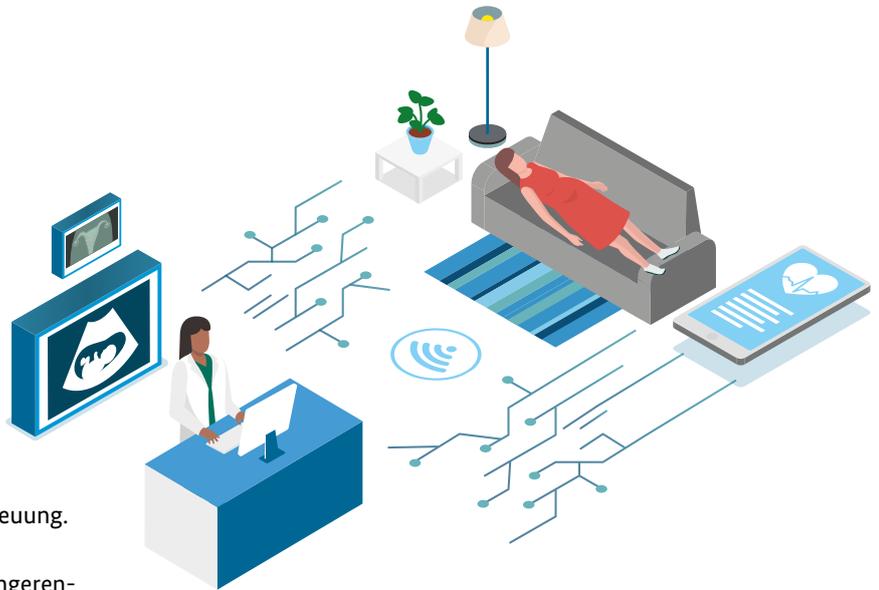
Werdende Mütter und ihre ungeborenen Kinder brauchen eine möglichst optimale medizinische Betreuung. In einzelnen Regionen Deutschlands besteht jedoch die Gefahr, dass eine möglichst wohnortnahe Schwangerschaftsbetreuung und Geburtshilfe nicht optimal gewährleistet werden kann. Innovative sensorische Anwendungen im häuslichen Umfeld, die Nutzung von KI und maschinellem Lernen können hier – ergänzend zu den gynäkologischen Untersuchungen – Abhilfe schaffen.

Ziele und Vorgehen

Dies greift das Projekt SMART Start der Universität Erlangen-Nürnberg und des Universitätsklinikums Erlangen auf. Ziel des Projekts war es, die Vorsorge für Schwangere zu verbessern. Dazu wurde eine Health-App entwickelt, die Sensorik- und Gesundheitsdaten erfasst, speichert und verarbeitet. Bestimmt wurden etwa die Werte zur Herzfrequenz von Mutter und Kind oder Urinuntersuchungen und mit Messungen zur Schlafqualität und dem Bewegungsverhalten durch die Nutzung von Wearables ergänzt. Mithilfe von KI und Methoden des maschinellen Lernens wurden die aus den Sensoren gewonnenen Daten analysiert und daraus konkrete individuelle Handlungsempfehlungen für die Schwangere und ihre Partnerin oder ihren Partner abgeleitet.

Ergebnisse

Die im Projekt entwickelte Mutterpass-App, die Integration von Wearables, aber auch die Einbindung von komplexeren Selbstmessungen, z. B. selbst durchgeführte Ultraschalluntersuchungen durch die Schwangere nach Anleitung durch medizinisches Fachpersonal, bieten erweiterte Monitoring-



Möglichkeiten und könnten die Versorgung von Mutter und Kind langfristig verbessern sowie das Gesundheitssystem entlasten. Die ökonomische Analyse der Studie zeigte, dass Kosteneinsparungen generell möglich sind. Im Rahmen eines ethischen Teilprojekts wurde auch analysiert, inwiefern Selbstuntersuchung und KI-Anwendungen zur Betreuung der Schwangeren ethisch vertretbar sind.

„Unser Ziel ist es, KI im Gesundheitswesen so einzusetzen, dass das System nachhaltig entlastet wird und gleichzeitig mehr Raum für die individuelle Eins-zu-eins-Betreuung zwischen medizinischem Personal und Patientinnen und Patienten entsteht – für eine persönlichere und effizientere Versorgung. Hierbei hat sich gezeigt, dass große, gut strukturierte Datensätze unerlässlich sind, um KI effektiv zu trainieren. Eine aktive Beteiligung von Patientinnen und Patienten sowie auch gesunden Individuen an wissenschaftlichen Studien und die damit verbundene Bereitstellung von Gesundheitsdaten spielen dabei eine zentrale Rolle, um die Technologien so zu entwickeln, dass sie langfristig die Versorgungsqualität erheblich verbessern“, sagt die Leiterin der Arbeitsgruppe für Digitale und Personalisierte Medizin, Privatdozentin Dr. Hanna Hübner vom Universitätsklinikum Erlangen.

Perspektiven für die Praxis

Die Projektergebnisse zeigen, dass Schwangere die entwickelte digitale Mutterpass-App und die smarten Sensoren als nützliche Ergänzungen zur herkömmlichen Vorsorge betrachteten. Das zeigt: Digitale Technologien und smarte Sensorik können eine wertvolle Ergänzung zur Schwangerschaftsvorsorge darstellen. Notwendige Arzt- und Krankenhausbesuche könnten so reduziert werden, was zugleich eine geringere Belastung für die Schwangeren bedeutet.

→ Eine Patientin testet ein mobiles Ultraschallgerät



Automatisierte, leitlinienkonforme, patientenindividuelle Blutproduktezuordnung und smartes Logistikmanagement in der Transfusionsmedizin (AutoPiLoT)

Motivation

Durch Blutverlust, unter anderem bei Operationen oder zur Versorgung von Patientinnen und Patienten nach Unfällen, werden Blutprodukte benötigt. Immer häufiger kommt es jedoch zu teils dramatischen Engpässen in der Verfügbarkeit solcher Blutprodukte, weil sowohl der Bedarf steigt als auch immer weniger Spenderinnen und Spender zur Verfügung stehen. Die behandelnden Ärztinnen und Ärzte müssen bei der Entscheidung für die Notwendigkeit eines Blutproduktes zahlreiche Parameter berücksichtigen, etwa den Gerinnungsstatus oder geplante Eingriffe im Klinikum. Das Zuordnen von Blutprodukten zu den entsprechenden Patientinnen und Patienten basiert oft auf individuellen persönlichen Erfahrungen der Ärztinnen und Ärzte; eine Abschätzung für zu reservierende Blutprodukte ist damit schwierig. Das Projekt AutoPiLoT nutzte den Einsatz von Methoden des maschinellen Lernens, um eine Vorhersage zum klinikweiten Verbrauch von Blutprodukten treffen zu können, den Entscheidungsprozess der Ärzteschaft zu optimieren und nachvollziehbarer zu gestalten.

Ziele und Vorgehen

Hierzu wurden entsprechende KI-Modelle entwickelt, die den klinikweiten Bedarf von Blutprodukten am Beispiel der Thrombozytenkonzentrate am Universitätsklinikum Essen und den patientenindividuellen Transfusionsbedarf vorherhersagen können. Zur patientenindividuellen Vorhersage wurden die Modelle mit Daten zum Blutbild von Patientinnen und Patienten trainiert, die über eine Woche erhoben



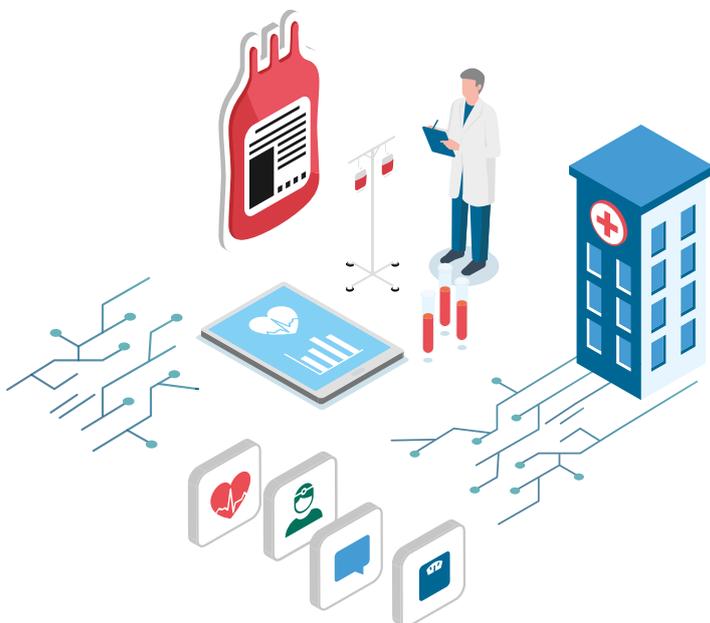
→ Übergabe einer Blutkonserve

wurden. Ein anhand der medizinischen Leitlinien entwickeltes KI-basiertes System unterstützt die Ärzteschaft bei der Entscheidung für ein Blutprodukt. Um zusätzliche Blutspenderinnen und Blutspender zu erreichen, wurde darüber hinaus eine Spender-App entwickelt, die eine direkte und dynamische Kommunikation mit Spendewilligen ermöglicht. Ein Teil der entwickelten technischen Aspekte wurden im Rahmen der „Smart Hospital Information Platform (SHIP)“-Umgebung in die IT-Infrastruktur des Essener Universitätsklinikums eingebunden.

„AutoPiLoT nutzt modernste Technologien, um die Zuteilung von Blutprodukten nicht nur effizienter, sondern auch sicherer zu gestalten. In Zeiten des demografischen Wandels und mit einem hohen Bedarf an Blutprodukten bietet AutoPiLoT einen innovativen Lösungsansatz und kann als Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis dienen“, sagt Projektleiter Prof. Dr. Peter Horn, Direktor des Instituts für Transfusionsmedizin des Universitätsklinikums Essen.

Ergebnisse

Die Projektergebnisse zeigen, dass mittels KI und maschinellen Lernens die Verfügbarkeit von Blutprodukten durch optimierte Lagerhaltung und Akquise von Blutspenderinnen und Blutspendern erhöht und damit die Patientensicherheit verbessert werden kann. Hierfür wurde das Projekt auf dem 9. Essener Gesundheitsforum im September 2024 ausgezeichnet.



KI-basierte Diagnoseunterstützung bei Seltenen Erkrankungen am Beispiel der Seltenen Erkrankung Leukodystrophie (Leuko-Expert)

Motivation

An einer Seltenen Erkrankung (SE) leiden oft nur wenige Menschen, doch sind mehr als 6.000 unterschiedliche Arten von Seltenen Erkrankungen in der Wissenschaft bekannt. Deshalb ist die Gesamtzahl der Betroffenen vergleichsweise hoch: Allein in Deutschland leben Schätzungen zufolge etwa vier Millionen Menschen mit einer SE, in der gesamten EU geht man von 30 Millionen Menschen aus. Die „Seltenen“ sind eine sehr heterogene Gruppe von zumeist komplexen Krankheitsbildern, die häufig chronisch verlaufen. Häufig werden SE nicht, falsch oder erst mit langer Verzögerung diagnostiziert – für viele Betroffene bedeutet das eine oft jahrelange Odyssee von Praxis zu Praxis. Ein Beispiel für eine solche Erkrankung ist die sogenannte Leukodystrophie, eine Gruppe genetisch bedingter Stoffwechselerkrankungen, die bei den Betroffenen zu neurologischen Beeinträchtigungen führen.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Projekts Leuko-Expert war es, in einem deutschlandweiten Verbund eine Diagnoseunterstützung für Ärztinnen und Ärzte mithilfe von KI zu entwickeln, um SE schneller und besser erkennen zu können. Dabei wurden Methoden des maschinellen Lernens auf Basis von Daten wie beispielsweise Bildern, klinischen oder genetischen Daten genutzt, um Hinweise auf eine SE geben zu können. Im Rahmen des Projekts wurde ein Register an drei klinischen Standorten in Aachen, Leipzig und Tübingen etabliert, das Daten von 900 Patientinnen und Patienten mit Leukodystrophien sammelte. Das Register vereint persönliche Daten sowie Angaben zum medizinischen Hintergrund und zu den Symptomen zu verschiedenen Zeitpunkten, in

Abhängigkeit von den Terminen der ärztlichen Untersuchungen. Zusätzlich wurden MRT-Daten des Kopfes sowie genetische Befunde aufgenommen. Diese multimodalen Daten wurden am klinischen Standort mit eigens programmierten Verfahren analysiert.

Perspektiven für die Praxis

Mit den technologischen Neuerungen im Bereich der medizinischen Bildgebung und den Entwicklungen im Bereich des maschinellen Lernens wird es möglich, behandelnde Ärztinnen und Ärzte bei der Diagnostik zu unterstützen und Expertinnen und Experten im nationalen und internationalen Kontext in die Behandlung einzubeziehen. Betroffene erhalten so schneller Gewissheit über ihre Erkrankung und können für eine geeignete Behandlung an spezialisierte Fachleute in entsprechende Zentren vermittelt werden. Außerdem besteht das Potenzial, die im Projekt genutzten Verfahren auf weitere Erkrankungen zu übertragen. Das entwickelte integrative Modell, das als Basis für die Diagnoseunterstützung dient, kann für weitere Patientinnen und Patienten herangezogen und klinikübergreifend angewandt werden. Projektleiter Prof. Dr. Toralf Kirsten ergänzt:

„KI wird in den nächsten Jahren massiv in allen Bereichen der medizinischen Versorgung Einzug halten. Es geht nicht darum, den Menschen abzulösen, seien es die Ärztin oder der Arzt, die Pflegerin oder der Pfleger oder andere in der Versorgung meist nicht direkt in Augenschein tretende Personen, sondern darum, diese Menschen zu unterstützen und dadurch die Versorgung der Patientinnen und Patienten qualitativ noch besser zu machen. Dies muss sektorenübergreifend gedacht, gefördert und eingesetzt werden, um die sich bietenden Potenziale vollends abrufen zu können. Das Projekt LeukoExpert ist hierfür ein gutes Beispiel, das allerdings auch aktuelle Hürden aufzeigt.“

Häufig werden Seltene Erkrankungen nicht, falsch oder erst mit langer Verzögerung diagnostiziert



→ Zwei Klinikerinnen werten zusammen eine MRT Aufnahme aus und dokumentieren die Ergebnisse in der App LeukoExpertAdviser

Skin Classification Project: Smarte Algorithmen zur Unterstützung in der Melanomdiagnostik (SCP2)



Motivation

Die Häufigkeit von schwarzem Hautkrebs (malignes Melanom) ist in den vergangenen Jahrzehnten in Deutschland stark angestiegen. Eine frühzeitige Melanom-Erkennung – möglichst noch vor der Bildung von Metastasen – erhöht die Heilungschancen erheblich und ermöglicht in vielen Fällen eine deutlich weniger belastende und weniger kostenintensive Therapie. Trotz einer verbesserten Erkennung werden von gutartigen Schädigungen der Haut oft irrtümlicherweise Gewebeprobe für eine weiterführende Diagnostik entnommen, was sowohl psychische als auch physische Belastungen für die Betroffenen zur Folge hat. Im Forschungsprojekt SCP2 wurde daher die Verbesserung der Diagnose von Melanomen mit Methoden der KI umgesetzt.

Ziele und Vorgehen

Dabei wurde ein sogenanntes Dermatoskop entwickelt, das mithilfe von KI im klinischen Alltag bei der Diagnosestellung unterstützt. In der Vergangenheit zeigte sich beim Transfer solcher Unterstützungssysteme von der Forschung in die klinische Praxis oftmals eine abweichende diagnostische Genauigkeit. Eine Ursache hierfür liegt in veränderten Parametern der Einsatzumgebungen von Forschungs- und Praxiskontext, wie z. B. der Bildaufnahmesysteme. Um diesem Problem zu begegnen, wurden im Projekt SCP2 unter anderem Strategien erarbeitet, die die Übertragung der vielversprechenden Ergebnisse des Algorithmus auch unter realen klinischen Bedingungen, d. h. dem Einsatz von verschiedenen Bildaufnahmesystemen in unterschiedlichen Kliniken, verbesserten. Der diagnostische Algorithmus wurde mit Daten von acht Universitätskliniken in Deutschland trainiert. Um ihn weiter zu optimieren, wurden die Diagnosen der Trainingsdaten im Projekt SCP2 zusätzlich abgesichert. Dies geschieht einerseits durch einen Expertenkreis aus Ärztinnen und Ärzten, die sich auf die Diagnostik von Hauterkrankungen spezialisiert haben, und andererseits durch den Einbezug von molekularen Analysen des Tumorgewebes.

→ Anwendung des intelligenten Dermatroskopes auf einer Veranstaltung

Ergebnisse

In einer Studie konnte die Genauigkeit des entwickelten Instruments im Vergleich zur alleinigen Einschätzung durch Dermatologinnen und Dermatologen nachgewiesen werden. Gleichzeitig wurde aufgezeigt, wie das Dermatoskop zur Einschätzung kommt, ob es sich um ein malignes Melanom handelt. Dies bestärkt die Ärztinnen und Ärzte in ihrer Entscheidung und führt zu mehr Akzeptanz und Vertrauen bei der Ärzteschaft und den Patientinnen und Patienten. Derzeit befindet sich das Dermatoskop in der europäischen Marktzulassung. Dazu sagt der Projektleiter, Privatdozent Dr. Titus Brinker: **„Eine wichtige Erkenntnis war, dass wir die anfänglich wirklich unlösbar wirkenden technischen Limitationen mit interdisziplinärem Durchhaltevermögen am Ende gemeistert haben. Es fühlt sich unglaublich gut an, die eigene Forschung nach viel teils auch nervenaufreibender Arbeit gemeinsam mit dem Dermatoskopie-Marktführer in die Versorgung überführen zu können, damit sie wirklich hilft, Hautkrebscreenings genauer und verfügbarer zu machen.“**

Perspektiven für die Praxis

Bei erfolgreicher Testung könnte eine breite Anwendung des Algorithmus sowohl die Anzahl der irrtümlich als schwarzer Hautkrebs erkannten gutartigen Schädigungen der Haut als auch die Anzahl der übersehenen Melanome deutlich verringern. Zugleich hätte dies deutlich gezieltere, schonendere und weniger kostenintensive Behandlungen zur Folge.



Smarte Kommunikation: Einsatz hybrider KI-Sprachtechnologien zur Qualitätssicherung in der medizinischen Versorgung (HYKIST)

Motivation

In Deutschland leben ca. 25 Mio. Menschen mit Migrationshintergrund. Verständnissprobleme bei der medizinischen Versorgung aufgrund von Sprachbarrieren stellen für alle Beteiligten eine besondere Herausforderung dar und erhöhen das Risiko für Behandlungsfehler und ineffektive Präventionsmaßnahmen. Nach aktuellem Stand sind die Ärztinnen und Ärzte in der Interaktion mit den Patientinnen und Patienten ohne gemeinsame Sprache auf eine Übersetzung angewiesen. Übersetzungsdienste auf Basis von KI liefern heute in diversen Anwendungsbereichen, wie beispielsweise der Alltagssprache, bereits eine gute Qualität und werden daher schon akzeptiert. Die Anwendung von KI zur Übersetzung im medizinischen Kontext kann daher zu einer schnelleren und verbesserten Behandlung beitragen.

Sprachbarrieren erhöhen das Risiko für Behandlungsfehler

Ziele und Vorgehen

Ziel des HYKIST-Projekts war die Entwicklung eines hybriden Gesamtsystems, das die menschliche Übersetzungsleistung mit einer KI-basierten Übersetzungslösung für die Sprachen Arabisch, Deutsch, Ukrainisch und Vietnamesisch kombiniert, um die medizinische Versorgung von nichtdeutschsprachigen Patientinnen und Patienten durch verbesserte Kommunikation zu erhöhen. Das System unterstützt Übersetzerinnen und Übersetzer bei der Informationsweitergabe von komplexen medizinischen Sachverhalten und Fachtermini während des Arzt-Patienten-Gesprächs. Technologien aus der automatischen

Spracherkennung und maschinellen Übersetzung wurden hierzu angewandt. Nahezu in Echtzeit wurde dann ein Übersetzungsvorschlag präsentiert. Im Rahmen einer klinischen Studie wurde das System im Klinikalltag getestet, um die Chancen und Herausforderungen einer Mensch-Maschine-Interaktion zu identifizieren und mögliche Fehlerquellen im Praxiseinsatz zu beheben.

Ergebnisse

„Vom Forschungsprojekt direkt in die Notaufnahme“ sagt der Projektleiter Dr. Michael John: „Zum Ende der Entwicklungsphase konnten wir trotz des begrenzt verfügbaren Trainingsmaterials für die Spracherkennung und automatische Übersetzung eine Erkennungsrate von ca. 75 % erzielen. Für eine höhere Akzeptanz des Systems muss diese Erkennungsquote in zukünftigen Projekten aber auf deutlich über 90 % gesteigert werden.“

Die KI-basierte Übersetzungslösung wurde kurzfristig nach Ausbruch des Krieges in der Ukraine um die Sprache Ukrainisch erweitert. So konnte schnell reagiert und das Projekt entsprechend angepasst werden, um die medizinische Versorgung der nicht-deutschsprachigen ukrainischen Patientinnen und Patienten, die aufgrund des Krieges nach Deutschland geflohen sind, zu verbessern.

Perspektiven für die Praxis

Die im HYKIST-Projekt entwickelten Komponenten können für eine Vielfalt weiterer Anwendungsfälle nutzbar gemacht werden, z. B. in der Katastrophenmedizin oder für multilinguale Erste-Hilfe-Informationen im Alltag. Hier können bedarfsgerechte, jederzeit verfügbare und hochwertige Übersetzungsleistungen von zentraler Bedeutung sein und zu einer Verbesserung der Versorgungssituation beitragen.



→ Das HYKIST-Terminal wurde in der Projektlaufzeit in zwei Kliniken erprobt

Smartes Arztportal für Patienten mit unklarer Erkrankung (SATURN)

Motivation

Patientinnen und Patienten kommen häufig mit unspezifischen und nicht-charakteristischen Symptomen in die hausärztliche Praxis. Das Fehlen einer genauen Diagnose für ihr Befinden, insbesondere über einen längeren Zeitraum hinweg, kann jedoch dazu führen, dass eine Erkrankung mit gefährlichem oder chronischem Verlauf übersehen wird. Zudem bleibt für Hausärztinnen und Hausärzte häufig offen, welches ärztliche Fachpersonal der beste nachfolgende Ansprechpartner ist. Bei Vorliegen einer Verdachtsdiagnose ist es dabei schwierig, einen zeitnahen Termin bei geeigneten Spezialistinnen und Spezialisten zu bekommen, insbesondere im ländlichen Raum.

Laut Projektleiter Dr. Michael von Wagner kann KI in diesem Zusammenhang unterstützen:

„Ein immer umfangreicheres Fachwissen erfordert eine zunehmende Spezialisierung in der Diagnose und Therapie komplexer chronischer oder seltener Erkrankungen. KI-Lösungen erlauben es, aktuelles detailreiches Fachwissen Ärztinnen und Ärzten zur Verfügung zu stellen und darüber hinaus in den Behandlungskontext einzubringen, um z. B. auf besondere Zusammenhänge hinzuweisen und dadurch die Versorgung nachhaltig zu verbessern. Im Projekt SATURN konnten neben Erkenntnissen zum Training auf Versorgungsdaten unterschiedlicher Ressourcen auch neue Erkenntnisse über die Anforderungen niedergelassener Ärztinnen und Ärzte an KI-Lösungen erhoben werden.“

Vorgehen

Im Vorhaben SATURN wurde erforscht, wie Hausärztinnen und Hausärzte beim Umgang mit solchen Situationen durch KI unterstützt werden können. In dem entwickelten System können die Symptome und Befunde von Patientinnen und Patienten in ein digitales Portal eingegeben werden. Das System liefert Vorschläge für mögliche Diagnosen. Dabei wird die Diagnosefindung durch maschinelles Lernen, regelbasierte Systeme, auf vergleichbare Fälle gestützte Einschätzung, einschlägige medizinische Leitlinien sowie Expertenvorschläge unterstützt. Das System ist so ausgelegt, dass es aus erfolgreich bestätigten Diagnosen stetig dazulernt. Auf die transparente und nachvollziehbare Darbietung der Vorschläge wird besonderer Wert gelegt.

Perspektiven für die Praxis

Der entwickelte Prototyp des SATURN-Portals, der derzeit in der Anwendung getestet wird, soll eine direkte Weiterleitung an ärztliche Spezialistinnen und Spezialisten inklusive Terminangeboten ermöglichen. Dies kann die Versorgung von Patientinnen und Patienten nachhaltig verbessern. Die Veröffentlichung der Algorithmen und Programme ermöglicht es auch anderen Forschenden mit ähnlichen medizinischen Fragestellungen, die Projektergebnisse und Erkenntnisse für zukünftige Forschungsprojekte zu nutzen.

Die Diagnosefindung wird u. a. durch maschinelles Lernen und regelbasierte Systeme unterstützt



→ Projektleiter Dr. med. Michael von Wagner, Geschäftsführender Direktor des University Center for Digital Healthcare am Universitätsklinikum Frankfurt am Main

Entwicklung und Erprobung eines KI-basierten Spracherkennungssystems für die verbale Kommunikation in der Polytraumaversorgung (TraumaInterfaces)

Motivation

Erleiden Menschen eine Kombination von lebensbedrohlichen Verletzungen, spricht man von einem Polytrauma. Jährlich gibt es bundesweit 20.000 bis 35.000 Patientinnen und Patienten mit Polytraumata, die in speziellen Traumazentren versorgt werden müssen. Die Polytraumaversorgung erfordert einen erheblichen Einsatz von humanen, technischen und logistischen Ressourcen. In dieser sehr relevanten und klinisch kritischen Umgebung müssen zur Rettung von Menschenleben in kürzester Zeit alle relevanten Informationen identifiziert, zusammengetragen und entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden. Die erfolgreiche Behandlung von Patientinnen und Patienten mit Polytrauma erfordert eine komplexe Versorgungskette, bei der viele Disziplinen zusammenarbeiten und die unter großem Zeit- und Entscheidungsdruck steht. Die verbale Kommunikation spielt dabei sowohl bei der Verständigung als auch der Informationsübertragung eine entscheidende Rolle.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Projekts TraumaInterfaces war die Entwicklung und Erprobung eines Spracherkennungssystems zur Kommunikationsunterstützung in der Extremsituation. Es basiert auf KI und erfasst, verschriftlicht und strukturiert die gesprochene Kommunikation der beteiligten Ärztinnen und Ärzte. Diese Informationen werden mittels intelligenter Systeme unter Nutzung von KI analysiert und ausgewertet.

Ergebnisse

Die Projektergebnisse zeigen, dass insbesondere technologische Entwicklungen und Neuerungen für große Sprachmodelle (z. B. GPT-3, GPT-4, Llama 3) vielversprechende Möglichkeiten bieten, um die Anwendungspotenziale und die Unterstützungsqualität zu erhöhen. Für den klinischen Kontext sind dabei der datenschutzkonforme Umgang und eine sichere IT-Umgebung essenziell. Das Projekt leistet einen wichtigen Beitrag zur anwendungsnahen Erforschung und Quantifizierung des Potenzials intelligenter Kommunikations- und Entscheidungsunterstützungssysteme im klinischen Setting. Erkenntnisse des Vorhabens beim Einsatz von Spracherkennungssystemen können zukünftig Kommunikations- und Dokumentationsaktivitäten in der klinischen Versorgung vereinfachen und verbessern: Die Informationsweitergabe über Schnittstellen hinweg wird optimiert, die Behandlungsqualität erhöht, das klinische Personal entlastet und somit eine gezieltere, personalisierte Behandlung aller Patientinnen und Patienten ermöglicht.

Perspektiven für die Praxis

Projektkoordinatorin Dr. Susan Stead erklärt: **„KI in ihren unterschiedlichen Facetten hat das Potenzial, die Gesundheitsversorgung auf vielen Ebenen grundlegend zu verändern. Eine erfolgreiche Integration von KI erfordert jedoch eine enge Verzahnung von interdisziplinärer Forschung und klinischer Praxis. So können in Entwicklung und Einführung passgenauer KI-Lösungen neben technischen und ökonomischen Aspekten auch die vielfältigen Bedürfnisse der klinischen Anwenderinnen und Anwender sowie der Patientinnen und Patienten im Kontext des jeweiligen Anwendungsfalls einfließen.“**



→ Projektkoordinatorin Dr.-Ing. Susan Stead, Leiterin des Healthcare Innovation Lab am Institut für Technologie- und Innovationsmanagement der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen

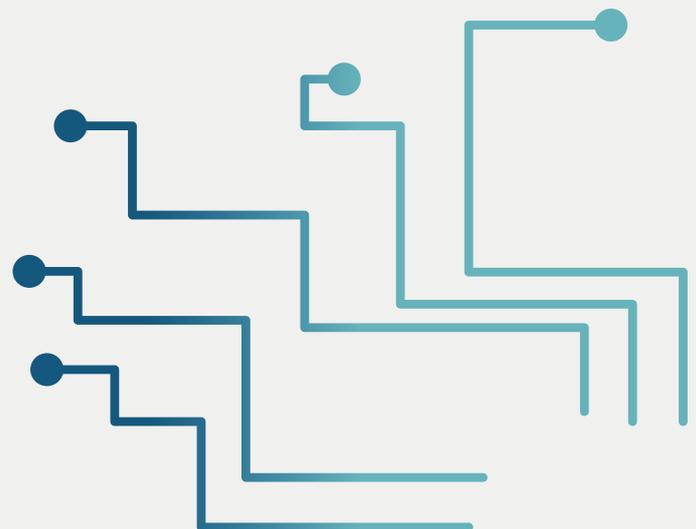
3. Regulatorische Rahmenbedingungen und ihre Weiterentwicklung durch die KI-Forschung des BMG

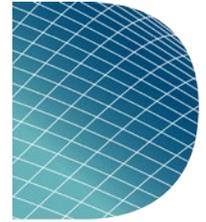
Die durch das BMG geförderten KI-Projekte leisten einen bedeutenden Beitrag für das Gesundheitssystem und geben wichtige Impulse zur Weiterentwicklung der regulatorischen Rahmenbedingungen. Die aus der Forschung kommenden Handlungsempfehlungen nutzte das BMG für die Weiterentwicklung des gesetzlichen Rahmens für den Einsatz von KI im Gesundheitswesen. So wurden diese Empfehlungen bei der Ausarbeitung des Gesundheitsdatennutzungsgesetzes (GDNG) sowie bei den Verhandlungen zu dem im Frühjahr 2024 vereinbarten Europäischen Raum für Gesundheitsdaten (European Health Data Space – EHDS) und der KI-Verordnung der Europäischen Union (KI-VO, AI Act) berücksichtigt.

In der Europäischen Union (EU) soll ein gemeinsamer Rechtsraum für Gesundheitsdaten entstehen, kurz EHDS. Dieser umfasst sowohl die (primäre) Datennutzung in der Gesundheitsversorgung selbst als auch ihre datenschutzkonforme sekundäre Nutzung, beispielsweise in der Forschung oder der Innovationsentwicklung mit und

durch Unternehmen. Um die Anschlussfähigkeit Deutschlands in Sachen EHDS vorzubereiten, wurden mit Inkrafttreten des GDNG im März 2024 die Rahmenbedingungen für die Gesundheitsdatennutzung in Deutschland weiterentwickelt. Mit dem GDNG sollen Gesundheitsdaten z. B. für die Forschung erschlossen werden. Kern des Gesetzes ist die erleichterte, sichere Nutzbarkeit von Gesundheitsdaten für gemeinwohlorientierte Zwecke. Dazu wird unter anderem eine dezentrale Gesundheitsdateninfrastruktur mit einer zentralen Datenzugangs- und Koordinierungsstelle für die Nutzung von Gesundheitsdaten über sichere Verarbeitungsumgebungen aufgebaut.

Dabei ist es essenziell, die Nutzbarkeit von Daten und deren Schutz in Einklang zu bringen. Gleichzeitig muss die Verfügbarkeit von Daten für die Forschung vorangetrieben werden. Diese Bedarfe aus den Projekten wird das BMG in der weiteren Arbeit adressieren und Regelungen schaffen, damit die Ergebnisse der KI-Forschung zügig in die Patientenversorgung integriert werden.



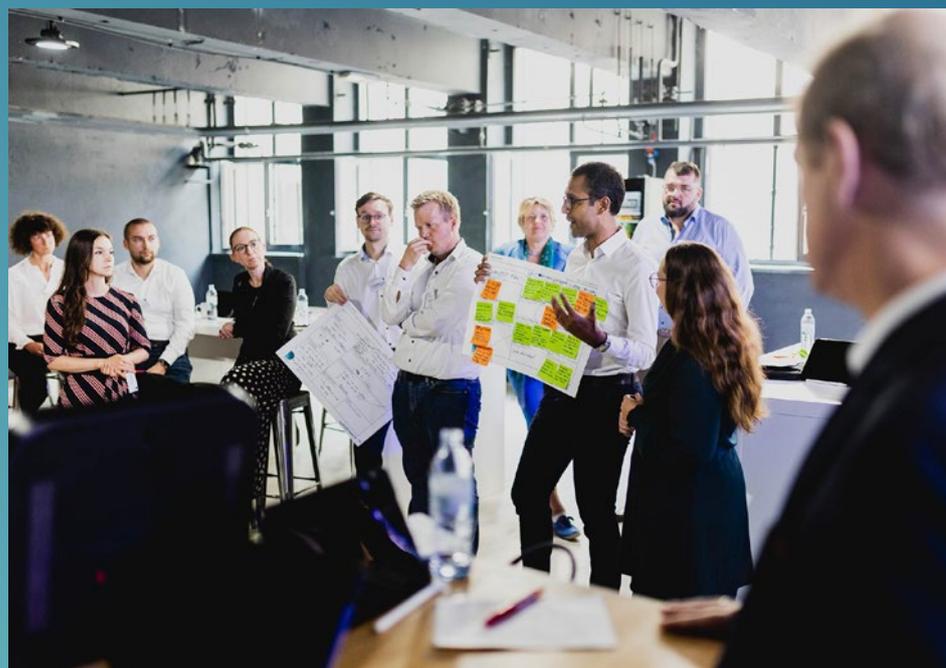


4. Vernetzung und Wissensvermittlung – das A und O in der Forschung

Im Zusammenhang mit der Projektförderung wurden durch das BMG mehrere Vernetzungsveranstaltungen organisiert. Dabei konnten sich Projektbeteiligte untereinander zu Ergebnissen, Herausforderungen, neuen Ideen und zukünftigen Projekten austauschen und mit Stakeholdern aus Versorgung, Forschung, Politik und Gesellschaft diskutieren. Bei den Treffen thematisierten die Teilnehmenden unter anderem organisatorische und regulatorische Rahmenbedingungen und Herausforderungen in der Projektumsetzung sowie bei der Übertragung und Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in die medizinische Versorgung (Translation). Auch die durch das BMG organisierte „Data for Health“-Konferenz im Juni 2023 in Berlin sowie ein Workshop in Boston im September 2023 zum transatlantischen Zugang zu Gesundheitsdaten und deren Nutzung für die Forschung machten die Notwendigkeit und den Nutzen von internationalen Austauschtreffen deutlich und legten den Grundstein für weitere transatlantische

Kooperationen. Die Ergebnisse der vom BMG geförderten Projekte wurden in zahlreichen Publikationen, in renommierten nationalen und internationalen Fachzeitschriften und Magazinen veröffentlicht. Teilnehmerinnen und Teilnehmer der ersten Vernetzungsveranstaltung informierten beispielsweise im Deutschen Ärzteblatt über die bestmögliche Nutzbarmachung von KI im Gesundheitswesen.¹ Dabei wurden sowohl Hürden angesprochen, unter anderem die umfänglichen Ethikverfahren zur Erprobung, aber auch zukünftige Forschungsbedarfe formuliert. Wichtig erschienen dabei die Verbesserung der vorhandenen Datenqualität, um bereits vorhandene Daten noch besser nutzen zu können, sowie die Akzeptanz von KI-Anwendungen bei medizinischem Personal und Patientinnen und Patienten durch eine bessere Wissensvermittlung zu steigern.

¹ Künstliche Intelligenz: Chancen optimal nutzen. André Haserück; Patrick Meybohm et al., Dtsch Arztebl 2022; 119(25): A-1130 / B-948



→ Workshop im Rahmen der „Data for Health“-Konferenz im Juni 2023 in Berlin



→ Das Graphic Recording fasst die „Data for Health“-Konferenz zusammen und beschreibt, beispielsweise, die Chancen des transatlantischen Datenaustausch und die notwendigen nächste Schritte



→ Eindrücke der „Data for Health“-Konferenz im Juni 2023 in Berlin

5. Ausblick – in eine digitale Zukunft

Die vorgestellten Projekte und Maßnahmen entsprechen ganz dem Ansatz der Nationalen KI-Strategie der Bundesregierung zu „KI Made in Germany“. Der Forschungsstandort Deutschland wird zukünftig weiter ausgebaut, um das Potenzial von KI für Bürgerinnen und Bürger in allen Lebens- und Arbeitsbereichen voranzutreiben. Die gewonnene Expertise bei den Forschenden ist die Basis für zukünftige, innovative Forschungsprojekte. Die Projektergebnisse können in den nächsten Jahren in zugelassene Medizinprodukte und die Gesundheitsversorgung transferiert werden.

Ziel für die Zukunft muss es sein, die Nutzung sicherer KI-Anwendungen im Gesundheitswesen weiter auszubauen. Die innovativen Technologien können in sämtlichen Bereichen der Gesundheitsversorgung eingesetzt werden, etwa in der Prävention, Pflege oder Rehabilitation. Bereits geförderte Projekte und Veranstaltungen haben erste Impulse zur Weiterentwicklung gegeben und verdeutlichen das enorme Potenzial von KI.

Entscheidend ist es, die regulatorischen Rahmenbedingungen so anzupassen, dass Ergebnisse zügiger und unkomplizierter den Patientinnen und Patienten zugutekommen. Universitätskliniken und andere maximalversorgende Einrichtungen könnten dabei dienen, die Nutzung von KI in der realen Versorgung zu erproben und weiterzuentwickeln.

Gleichzeitig bietet eine verstärkte Nutzung von KI-Anwendungen dringend benötigte Lösungsstrategien für kommende Herausforderungen, wie den Fachkräftemangel oder den demografischen Wandel. Innovative Systeme und Anwendungen können medizinische Fachkräfte und Pflegepersonal in ihrem Arbeitsalltag unterstützen und beispielsweise von Routineaufgaben entlasten. So kann nicht nur die Versorgung von Patientinnen und Patienten in unterschiedlichen Bereichen des Gesundheitssektors wesentlich verbessert werden, sondern lassen sich auch die Arbeitsbedingungen für Fachkräfte attraktiver und effizienter gestalten. Dies kommt allen Akteurinnen und Akteuren im Gesundheitswesen zugute.

6. Nachsatz

Das BMG hat im Rahmen seiner Projektförderung bedeutende Impulse gesetzt, Chancen der Digitalisierung erkannt und bestehende Herausforderungen identifiziert. Um ein zukunftsfestes, digitales und leistungsstarkes lernendes Gesundheitssystem zu schaffen, ist es entscheidend, diese Entwicklungen weiter voranzutreiben. Dabei müssen innovative Technologien noch stärker in den Versorgungsalltag integriert werden. Nur so kann das Gesundheitswesen den Bedürfnissen der Patientinnen und Patienten trotz der anstehenden demografischen Herausforderungen noch stärker gerecht werden und gleichzeitig effizient, sicher und nachhaltig sein.

**Innovative
Technologien müs-
sen noch stärker
in den Versorgungs-
alltag integriert
werden**



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Gesundheit
Abteilung 5 – Digitalisierung und Innovation
11055 Berlin
www.bundesgesundheitsministerium.de

Redaktion

Bundesministerium für Gesundheit
Referat Grundsatzfragen neue Technologien und Datennutzung
DLR Projektträger

Layout und Satz

die wegmeister gmbh, 70376 Stuttgart

Download

www.bundesgesundheitsministerium.de/Broschuere-KI-Forschung.pdf

Stand

Dezember 2024, 1. Auflage

Bildnachweise

S. 4: BMG / Jan Pauls
S. 7: Fraunhofer IDMT / Hannes Kalter
S. 8: Uni-Klinikum Erlangen / Luise Laufer
S. 9: Institut für Transfusionsmedizin, UME Essen
S. 10: Uni Leipzig, MDS / Sadeghi
S. 11: Titus Brinker
S. 12: Fraunhofer FOKUS
S. 13: Universitätsmedizin Frankfurt
S. 14: Susan Stead
S. 16: photothek.de / Florian Gaertner
S. 17: Graphic Recording: Manuel Recker, photothek.de / Florian Gaertner

URL-Verweise

Das Bundesministerium für Gesundheit verweist in seinen Publikationen über Links auf Webadressen mit Inhalten, die von Dritten angeboten werden. Solche per Querverweis erreichbaren fremden Inhalte wurden bei der Erarbeitung der Erstauflage dieser Publikation überprüft. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die Inhalte im Nachhinein von den jeweiligen Anbietern verändert werden. Das Bundesministerium für Gesundheit überprüft die Inhalte, auf die in seinen Publikationen verwiesen wird, nicht ständig auf Veränderungen oder Aktualität. Sollten Sie der Ansicht sein, dass die verlinkten externen Seiten gegen geltendes Recht verstoßen oder sonst unangemessene Inhalte aufweisen, so teilen Sie uns dies bitte mit.

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Gesundheit kostenlos herausgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.



-  bmg.bund
-  bmg_bund
-  BMGesundheit
-  bundesgesundheitsministerium

www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/ressortforschung/handlungsfelder/forschungsschwerpunkte.html