

Kurzfassung des Schlussberichts

Zuwendungsempfänger: Prof. Dr. Uli Fischer, LMU Klinikum München, Stabsstelle Klinische Pflegeforschung und Qualitätsmanagement

Förderkennzeichen: 16SV8814

Aufgabenstellung

Ziel des Projekts war die erstmalige Entwicklung eines KI-gestützten Systems zur digitalen Bildanalyse von Dekubitus und IAD. Damit sollten Pflegefachpersonen in der Beurteilung und Dokumentation der Wunden unterstützt und personalisierte, evidenzbasierte Pflegeinterventionen ermöglicht werden.

Voraussetzungen und Zusammenarbeit

Das Projekt wurde unter realen klinischen Bedingungen am LMU Klinikum durchgeführt. Die Integration des Demonstrators sowie die begleitende Evaluation fanden im regulären Versorgungsbetrieb statt, was eine intensive Abstimmung mit Pflegefachpersonen, IT-Abteilungen und weiteren Stakeholdern erforderte. Durch verschiedene gezielte Anpassungen konnte das Projekt erfolgreich umgesetzt werden, trotz des Auftretens verschiedener Herausforderungen im Projektverlauf sowie begrenzter Ressourcen.

Wissenschaftlicher und technischer Hintergrund

Das Vorhaben baute auf bestehenden pflegerischen und medizinischen Wundklassifikationssystemen (u. a. EPUAP, GLOBIAD) und anerkannten Versorgungsstandards (DNQP Expertenstandards, EPUAP Guideline) auf. Ethische und berufspolitische Aspekte des KI-Einsatzes in der Pflege wurden berücksichtigt. Bei den technischen Hintergründen wird auf die Berichte der Technikpartner IKIM am UK Essen und der Sciendis GmbH verwiesen.

Planung und Ablauf des Vorhabens

Arbeitspaket 1 (IST-Analysen): Die Versorgungsstrukturen von Dekubitus und IAD und die IT-Infrastruktur am LMU Klinikum wurden analysiert und literaturbasiert ein Minimal-Data-Set für die Wunddokumentation (Majjouti et al. 2025) und ein Versorgungsstandard entwickelt.

Arbeitspaket 2 (Datenmanagement und Annotation): Eine Annotationsumgebung wurde aufgesetzt und retrospektive Wundbilder von Dekubitus und IAD aus den KIS Systemen des Universitätsklinikums Essen sowie des LMU Klinikums ausgeleitete, validiert und annotiert. Final konnten 1102 aufbereitete Wundbilder (69% Dekubitus, 31% IAD) für das maschinelle Lernen verwendet werden und damit eine gute Performance des KI-Modells auf einem Testdatensatz erzielt werden. (Brehmer et al. 2025)

Arbeitspaket 4 (Pilotierung): Der Demonstrator wurde bei 46 Wundversorgungen in der pflegerischen Versorgung am LMU Klinikum pilotiert (Studienprotokoll: (Pinnekamp et al. 2025b)). Die Nutzung führte zu einer signifikant längeren Versorgungs- und Dokumentationszeit, jedoch auch zu einer höheren Leitlinienadhärenz. Die Arbeitsbelastung der Pflegefachpersonen wurde nicht signifikant beeinflusst. Das entwickelte KI-Modell erreichte in der Versorgungspraxis eine hohe Genauigkeit bei der Unterscheidung der Wundarten, jedoch nur eine eingeschränkte Performance bei der Wundklassifikation.

Arbeitspaket 5 (Evaluation): Im Rahmen von Delphi-Verfahren und Workshops mit Pflegefachpersonen und weiteren Stakeholdern wurden Herausforderungen und Potenziale bei der Wundversorgung und Demonstrator-Nutzung identifiziert und diese kontinuierlich in die Demonstratorentwicklung und –evaluation einbezogen.

Arbeitspaket 6 (Übertragung und Verbreitung): Die Evaluationsergebnisse wurden systematisch evaluiert, eine Lehrplattform konzipiert und Strategien zur Übertragung auf weitere Settings und zur breiten Implementierung entwickelt.

Wesentliche Erkenntnisse und Empfehlungen

Die Evaluation zeigte, dass der Demonstrator trotz eines begrenzten unmittelbaren Nutzens insbesondere bei spezifischen Dokumentations- und Bewertungsaufgaben wie der korrekten Durchführung des Fingerdrucktests und der Wundklassifikation einen Mehrwert bietet. Wesentlich ist die Anpassung der App an unterschiedliche klinische Kontexte (z. B. Stationsart), um Akzeptanz und Effektivität zu steigern.

Für eine nachhaltige Implementierung sind ein routinemäßiger Einsatz, begleitende Schulungen, kontinuierliche Optimierungen der Funktionen sowie eine Zertifizierung notwendig, um einen konsistenten klinischen Nutzen sicherzustellen.

Ausblick

Zur Generalisierung und breiteren Anwendung des Systems sind weitere multizentrische Studien und die Einbeziehung verschiedener Versorgungskontexte (ambulant, häuslich) erforderlich. Forschung zu patientenorientierten Outcomes, Akzeptanz sowie Auswirkungen auf Pflegepraxis und klinische Entscheidungsprozesse wird als essentiell erachtet.

Langfristig sollen technische Erweiterungen, z. B. prädiktive Modellierungen und differenzierte Wundphasenklassifikation, die klinische Nutzbarkeit erhöhen. Die Sicherstellung nachhaltiger Finanzierung und Kooperationen zwischen Forschung, Industrie und Gesundheitswesen ist für den erfolgreichen Transfer unabdingbar.

Dissemination

Die Ergebnisse wurden national und international publiziert und auf Fachkongressen präsentiert (u.a. GDMS 2023, EWMA 2024, DGP 2025 und MIE 2025). Das Studienprotokoll wurde veröffentlicht (Pinnekamp et al. 2025b) und das Ergebnispaper zur Klinischen Interventionsstudie zur Publikation eingereicht. Ein Fernsehbeitrag des Bayerischen Rundfunks berichtete über das Projekt. Die Lehrplattform wurde online veröffentlicht und an beteiligte Stationen kommuniziert.

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger: LMU Klinikum, Stabsstelle Klinische Pflegeforschung und Qualitätsmanagement

Förderkennzeichen: 16SV8814

Kurzdarstellung

- **Aufgabenstellung:**

Ziel des Projektvorhabens war es erstmalig, basierend auf pflegerelevanten Fragestellungen, einen Demonstrator eines KI-Systems zur digitalen Bildanalyse von Dekubitus und IADs zu entwickeln, um Pflegefachpersonen in der Beurteilung und Dokumentation der Wundarten zu unterstützen und personalisierte, evidenzbasierte Pflegeinterventionen zu ermöglichen. Klinisches Gesamtziel für den Projektpartner LMU war es eine Datenbank mit validierten Dekubitus und IAD Wundfotografien zu erstellen, denen spezifischen Wunddaten (z. B. Entzündungszeichen, Wundumgebung, Rötungen) zugeordnet sind, so dass eine Datenbasis zum Training einer KI geschaffen wurde. Zudem sollten die Herausforderungen der derzeitigen Dekubitus- und IAD-Befundung, -Versorgung und -Dokumentation identifiziert werden und geprüft werden, ob Pflegefachpersonen durch einen KI-gestützten Demonstrator bei der Wundbeurteilung, -versorgung und -dokumentation unterstützt werden können.
- **Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde:**

Das Vorhaben wurde unter realen klinischen Bedingungen am LMU Klinikum durchgeführt. Die Integration des Demonstrators sowie die begleitende Evaluation fanden im laufenden Versorgungsbetrieb statt, was eine enge Abstimmung mit den beteiligten Pflegefachpersonen, IT-Abteilungen und weiteren relevanten Stakeholdern erforderte. Der Projektantrag wurde gegen Ende der COVID-19-Pandemie gestellt, weshalb von vornherein pandemiebedingte Rahmenbedingungen berücksichtigt wurden. So wurden beispielsweise virtuelle Projekttreffen und flexible Kommunikationswege von Anfang an eingeplant, was sich im weiteren Verlauf nicht nur als förderlich für die Zusammenarbeit, sondern auch für eine effiziente Nutzung personeller und finanzieller Ressourcen erwiesen hat. Trotz begrenzter personeller und zeitlicher Ressourcen in der klinischen Praxis war eine erfolgreiche Umsetzung möglich, insbesondere durch frühzeitige Absprachen und die engagierte Mitwirkung des Pflegepersonals sowie die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Projektpartnern, Datenschutz, Ethikkommission und weiteren Stellen.
- **Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde:**

Das Projekt baut auf einer umfassenden bestehenden Evidenz zu den Herausforderungen in der pflegerischen Wundversorgung und der Wunddokumentation von Dekubitus und IAD auf. Darüber hinaus orientierte sich das Vorhaben an pflegerischen und medizinischen Wundklassifikationssystemen (EPUAP (European Pressure Ulcer Advisory Panel et al. 2019), GLOBIAD (Beeckman et al. 2018)) sowie Versorgungsstandards (EPUAP Guideline, DNQP Expertenstandard Dekubitusprophylaxe in der Pflege, DNQP Expertenstandard Pflege von Menschen mit chronischen Wunden) und berücksichtigte zudem ethische und berufspolitische Forderungen an den Einsatz von KI in der Pflege (Ronquillo et al. 2021).
- **Zusammenarbeit mit anderen Stellen:**

Im Rahmen des Projekts fand eine enge Zusammenarbeit mit verschiedenen internen und externen Partnern statt. Die Abstimmung mit den Projektpartnern erfolgte sowohl in routinemäßigen zweiwöchigen virtuellen Projekttreffen, vier Präsenztreffen an den Standorten der Projektpartner und weiteren bedarfsorientierten Meetings, um spezifische Fragestellungen zeitnah und effizient zu klären.

LMU intern wurde eng mit der Abteilung für Medizintechnik und Informationstechnologie (MIT), der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin und dem Datenintegrationszentrum (DIZ) im Bereich der Datenidentifizierung und -ausleitung, technische Integrationsmöglichkeiten und Betrieb des Demonstrators zusammengearbeitet. Zudem fanden enge Abstimmungen mit den Wundexperten der Chirurgischen Poliklinik A sowie den teilnehmenden Pilotstationen am LMU Klinikum zu wundpflegerischen Fragestellungen und Prozessen, Strukturen und Herausforderungen der Wundversorgung statt. Darüber hinaus wurden zu spezifischen Fragestellungen die Ethikkommission, der Personalrat sowie der Datenschutzbeauftragte des LMU Klinikums konsultiert.

Eingehende Darstellung

Die Planung und der Ablauf des Vorhabens, die erzielten Ergebnisse, die verwendete Fachliteratur, Informations- und Dokumentationsdienste, die während der Durchführung des Vorhabens dem Anwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritte auf diesem Gebiet bei anderen Stellen, der voraussichtliche Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses und der Erfahrungen, die erfolgten und geplanten Veröffentlichungen der Ergebnisse sind nachfolgend anhand der Arbeitspakete dargestellt. Diese sind jeweils der Teilvorhaben/Arbeitspaketanteile des Projektpartners LMU Klinikum entsprechend und in Kombination mit den Schlussberichten der beiden anderen Projektpartnern zu betrachten.

Arbeitspaket (AP) 1.1: IST-Analyse der bestehenden Versorgungsstrukturen

Ergebnis des AP:

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurde eine umfassende IST-Analyse der bestehenden Versorgungsstrukturen zu Dekubitus und IAD am LMU Klinikum durchgeführt. Hierzu zählten Hospitationen bei Wundexpertinnen und Wundexperten des LMU Klinikums, um praxisnahe Einblicke in die Wundversorgung zu gewinnen. Zudem wurde eine Übersicht der am LMU Klinikum angewandten Standards der Wundversorgung und -dokumentation erstellt.

Arbeitspaket (AP) 1.2: IST-Analyse der vorhandenen IT-Infrastrukturen sowie Integrationsmöglichkeiten

Ergebnis des AP:

Im Rahmen dieses Arbeitspakts wurden die relevanten IT-Systeme sowie vorhandene Dokumente und Formulare am LMU Klinikum systematisch identifiziert. Eine strukturierte Übersicht dieser Systeme und Unterlagen wurde erstellt und liegt als Grundlage für weitere Arbeiten vor. Zudem wurde der Kontakt zu den zuständigen EDV-Beauftragten der beteiligten Bereiche aufgenommen und zentrale Herausforderungen und Chancen hinsichtlich der Integration der IT-Systeme identifiziert. Diese Erkenntnisse fließen kontinuierlich in die Planung und Umsetzung der nachfolgenden Arbeitspakete ein, um eine bestmögliche technische Einbindung zu gewährleisten.

Arbeitspaket (AP) 1.3

Literaturanalyse zu Dekubitus, IAD und evidenzbasierten Workflows / Pflegeinterventionen

Ergebnis des AP:

Das UK Essen wurde bei der systematischen Literaturrecherche zu Dokumentationskriterien bei Dekubitus und IAD und evidenzbasierten Pflegeinterventionen unterstützt. Die Recherche wurde entsprechend des Projektplans abgeschlossen. Von einer Publikation wurde aufgrund des Vorliegens aktueller Reviews ohne nachfolgende substantielle neue wissenschaftliche Erkenntnisse abgesehen.

Arbeitspaket (AP) 1.4

Definition Standard Wunddokumentation/-befundung und Workflows

Ergebnis des AP:

In Zusammenarbeit mit dem UK Essen EFP wurde basierend auf AP 1.4 ein Minimal Data Set zur Wunddokumentation von Dekubitus und IAD erarbeitet und dieses publiziert (Majjouti et al. 2025). Zudem wurde basierend auf AP 1.1-1.3 ein Standard of Care für die Dekubitus- und IAD-Versorgung am LMU Klinikum erstellt und als Prozess visualisiert.

Arbeitspaket (AP) 1.5

Einholung von ethischen und personalrechtlichen Einwilligungen

Ergebnis des AP:

Ein Ethikvotum für die Entwicklung und den Einsatz des Demonstrators in der direkten klinischen Versorgung am LMU Klinikum sowie datenschutzrechtliche und personalrechtliche Unbedenklichkeitsbescheinigungen des Vorhabens für den Standort LMU Klinikum wurden eingeholt.

Arbeitspaket (AP) 1.6

Abschließung von Kooperationsverträgen, Versicherungen und Publikationsvereinbarungen

Ergebnis des AP:

Der Kooperationsvertrag wurden durch das LMU Klinikum freigegeben. Eine Publikationsvereinbarung, ein AV-Vertrag zwischen dem LMU Klinikum und der Firma Sciendis GmbH sowie eine Vereinbarung über gemeinsame Verantwortlichkeiten zwischen LMU Klinikum und Universitätsklinikum Essen liegen vor und wurden durch das LMU Klinikum freigegeben. Die Klinische Teilstudie am LMU Klinikum wurde beim Deutschen Register für Klinische Studien (DRKS 00031355) registriert und der Eintrag regelmäßig aktualisiert bzw. nach Projektende abgeschlossen.

Arbeitspaket (AP) 2.1

Konzeption Datenbank & Datenmanagement

Ergebnis des AP:

Relevante Wundbilder sowie Wunddokumentationsdaten wurden systematisch identifiziert, extrahiert und gematcht. Eine stichprobenartige Plausibilitätsprüfung wurde erfolgreich durchgeführt, um die Datenqualität sicherzustellen. Anschließend erfolgte die Anonymisierung der Daten sowie eine vorsortierende Bewertung anhand definierter Ein- und Ausschlusskriterien. Der Projektpartner IKIM wurde bei der Erstellung einer Annotationsdatenbank in Label Studio unterstützt. Mittels Databox-Verfahren wurden die ausgeleiteten und anonymisierten Wundbilder und Wunddaten in mehreren Batches an das IKIM übermittelt und für AP 2.2 und 2.3 in der Annotationsumgebung Label Studio bereitgestellt.

Arbeitspaket (AP) 2.2-2.3

Retrospektive Analyse der Fotodokumentation von Dekubitus/IAD

Ergebnis des AP:

In der Annotationsumgebung Label Studio wurden 1514 Bilder durch drei unabhängige Annotator*innen für das ML-Training retrospektiv neu gelabelt und annotiert. Von diesen Bildern wurden 269 aufgrund

von Doppelungen, Bildqualität oder dem Vorliegen anderen Wundarten ausgeschlossen. Weitere 143 Bilder mit sowohl Dekubitus als auch IAD wurden als Grenzfälle ausgeschlossen. Die verbliebenen 1102 Bilder beinhalteten 763 Bilder von Dekubitus (69%) und 339 Bilder von IAD (31%). Entgegen der ursprünglichen Annahme von 8000 erforderlichen Wundbilder und trotz der ungleichen Verteilung der Wundart, konnte mit dieser Anzahl aufbereiteter Wundbilder und -beschreibungen eine gute Performance des KI-Modells auf einem Testdatensatz erreicht werden. (Brehmer et al. 2025)

Arbeitspaket (AP) 2.4

Retrospektive Analyse der Fotodokumentation Grenzfälle Dekubitus/IAD

Ergebnis des AP:

Wundbilder mit heterogenen Einschätzungen der Wundart oder Wundklassifikation der drei Annotator*innen wurden in retrospektiven erneut analysiert, diskutiert und ein Konsens angestrebt. In 33 Fällen (21 Dekubitus und 12 IAD) konnte kein Konsens erzielt werden, weshalb die Bilder aus dem ML-Training ausgeschlossen und zur weiteren Analyse und Diskussion mit Expert*innen gesammelt wurden.

Arbeitspaket (AP) 2.5-26

Pflegerische Dekubitus- und IAD-Versorgung am „Point of Care“

Ergebnis des AP:

Für die IST-Analyse der bestehenden Dekubitus- und IAD-Versorgung wurden 47 Wundversorgungen von Dekubitus-/IAD am LMU Klinikum mittels standardisierten Beobachtungsprotokoll erfasst und die Pflegefachperson mittels Fragebogen befragt. Anschließend wurden 45 vollständige Datensätze quantitative hinsichtlich der Dauer der Versorgung und Dokumentation, des Task Loads der Pflegefachperson und der Guidelineadhärenz der pflegerischen Versorgung analysiert. Zudem wurden am Point of Care weitere Dekubitus-/IAD-Fotos aufgenommen, bewertet und für das ML-Training in der Annotationsumgebung dokumentiert.

Arbeitspaket (AP) 4.5

Rekrutierung von Patient*innen & Pflegefachpersonen zur Pilotierung

Ergebnis des AP:

Im Interventionszeitraum konnten durch Nachfragen bei den Stationen und Überprüfungen der KIS Systeme 123 Patient*innen mit möglichem Dekubitus oder IAD auf den eingeschlossenen Stationen identifiziert werden. In 46 Fällen erfüllten Patient*in und Pflegefachperson die Ein- und Ausschlusskriterien und konnten in die Pilotierung eingeschlossen werden konnten.

Arbeitspaket (AP) 4.6

Pilotierung des Demonstrators

Ergebnis des AP:

Der entwickelte Demonstrator wurde am LMU Klinikum bei 46 Wundversorgungen pilotiert und anschließend 43 vollständige Datensätze in die Analyse einbezogen. Hierbei wurden Effekte des Demonstratoreinsatzes auf die Dauer der Versorgung und Dokumentation, den Task Load der Pflegefachperson sowie die Leitlinienadhärenz evaluiert. (Pinnekamp et al. 2025b)

In der Interventionsgruppe (Pilotierung des Demonstrators) zeigte sich eine statistisch signifikant längere durchschnittliche Dauer für Versorgung und Dokumentation im Vergleich zur Kontrollgruppe (Konventionelle pflegerische Versorgung am Point of Care). Zudem war die Leitlinienadhärenz in der Interventionsgruppe signifikant höher.

Hinsichtlich der empfundenen Arbeitsbelastung (Task Load) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Regressionsanalyse identifizierte die Nutzung der KI-Anwendung, die Qualifikation der Pflegefachperson sowie die Schwere der Wunde als signifikante Prädiktoren für die Versorgungsdauer. Die Nutzung der KI-Anwendung hatte hingegen keinen signifikanten Einfluss auf die Arbeitsbelastung oder die Leitlinienadhärenz.

Die Benutzerfreundlichkeit der KI-Anwendung wurde vergleichbar mit bestehenden Standardsystemen bewertet. Das KI-Modell zeigte eine hohe Genauigkeit bei der Erkennung von Wundtypen, jedoch eine geringere Genauigkeit bei der Klassifizierung von Wundkategorien am Point of Care.

Die finalen Ergebnisse der Interventionsstudie am LMU Klinikum wurden ausgewertet, zur wissenschaftlichen Publikation eingereicht und befinden sich derzeit im Peer-Review-Prozess.

Arbeitspaket (AP) 5.1

Etablierung eines Delphi-Verfahrens zur Begleitevaluation des Projektes

Ergebnis des AP:

Das UK Essen EFP wurde bei der Etablierung und Terminierung des Delphi-Verfahrens unterstützt und Wundexperten des LMU Klinikums für die Teilnahme rekrutiert. Zudem wurden relevante Fragestellungen für die und aus der klinische Interventionsstudie am LMU Klinikum in das Verfahren eingebracht.

Arbeitspaket (AP) 5.2

Workshop mit Pflegefachpersonen, Patient*innen & anvisierten Partner (DGfW, IPE) zur Bewertung der Ergebnisse der IST-Analysen aus AP1

Ergebnis des AP:

Das UK Essen EFP wurde bei der Durchführung des Workshops und Aufbereitung der Ergebnisse unterstützt.

Arbeitspaket (AP) 5.3-5.6

Evaluation der retrospektiven Wundversorgungen sowie den vorab festgelegten evidenzbasierten Kriterien zur Fotodokumentation, der bestehenden Wundversorgung sowie den vorab festgelegten evidenzbasierten Kriterien zur Wunddokumentation, des „Point of Cares“ und der Pilotierung des Demonstrators.

Ergebnis des AP:

Das UK Essen EFP wurde bei der Durchführung der Gruppen-Delphi-Verfahren unterstützt und Wundexperten des LMU Klinikums für die Teilnahme rekrutiert.

Differenzen zwischen der bestehenden Foto-/Wunddokumentation, der IST-Versorgung, Patient*innenbedürfnissen und evidenzbasierten Erkenntnissen und häufige Schwierigkeiten wurden für den Standort München identifiziert und bestmöglich eliminiert.

Die Ergebnisse der Evaluation der Pilotierung des Demonstrators am Standort München liegen vor und werden aktuell publiziert (siehe auch AP 4.6).

Arbeitspaket (AP) 6.1

Konzeption zum Übertrag der Lehrplattform

Ergebnis des AP:

Das LMU Klinikum unterstützte das IKIM bei der Konzeption der Lehrplattform und erstellte fachliche Inhalte für den Lernbereich, die anschließend in die Lehrplattform integriert wurden. Nach Fertigstellung wurde die Lehrplattform auf der Projektwebsite veröffentlicht (<https://kiadeku.ikim.nrw/>) und an die Pilotstationen kommuniziert.

Arbeitspaket (AP) 6.2

Aufbereitung der Ergebnisse aus AP5 für den Übertrag

Ergebnis des AP:

Die Evaluationsergebnisse aus den Arbeitspaketen 4.6 und 5 wurden für den Standort München systematisch aufbereitet und umfassend dokumentiert. Dabei lag der Fokus auf den identifizierten Herausforderungen in der pflegerischen Versorgung von Dekubitus sowie Inkontinenz-assoziiierter Dermatitis (IAD) und den Potenzialen sowie möglichen Barrieren bei der Integration des Demonstrators direkt am Point of Care.

Die Ergebnisse zeigten zwar einen begrenzten unmittelbaren Nutzen auf, hoben jedoch das Potenzial der App zur Unterstützung spezifischer Dokumentations- und Bewertungsaufgaben hervor, etwa die korrekte Durchführung eines Fingerdrucktests bei Rötungen sowie die Wundklassifikation. Darüber hinaus wurde deutlich, dass weitere Kontextfaktoren, wie die Stationsart, einen wichtigen Einfluss haben. Dabei wurde der Bedarf der Anpassung der App-Funktionalitäten und Arbeitsprozesse an diese unterschiedlichen Rahmenbedingungen deutlich, um Akzeptanz und Effektivität zu steigern.

Für eine erfolgreiche und nachhaltige Integration in die Praxis sind der routinemäßige Einsatz der App, begleitende Schulungen sowie die fortlaufende Optimierung der Funktionen erforderlich. Zudem ist eine Zertifizierung notwendig, um einen konsistenten klinischen Nutzen sicherzustellen.

Arbeitspaket (AP) 6.3

Generalisierung für den Übertrag auf andere Settings und Anwendungsfälle

Ergebnis des AP:

Die Ergebnisse aus Arbeitspaket 6.3 wurden im Hinblick auf die Übertragbarkeit auf andere klinische Settings, zusätzliche Anwendungsfälle sowie weiterführende technische Funktionalitäten des Demonstrators systematisch generalisiert. Zudem wurden daraus entstehende wissenschaftliche Fragestellungen identifiziert, die eine gezielte Weiterentwicklung und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit ermöglichen.

Dabei wurde insbesondere der Bedarf weiterer multizentrischer Studien zur Validierung und Generalisierung der Ergebnisse deutlich. Zukünftige Forschung sollte zudem verstärkt patientenorientierte Outcomes in den Fokus nehmen, darunter den Verlauf der Wundheilung, die gesundheitsbezogene Lebensqualität sowie die Perspektiven und Akzeptanz der Patientinnen gegenüber KI-gestütztem Wundmanagement. Das Verständnis, wie diese Tools die Patientenerfahrung beeinflussen, ist entscheidend für eine erfolgreiche Integration in die klinische Praxis.

Darüber hinaus bedarf es einer umfassenden Untersuchung der Auswirkungen KI-basierter Entscheidungsunterstützung auf die Pflegepraxis, insbesondere auf klinische Entscheidungsprozesse, berufliche Identität, Wissensaneignung sowie die Beziehung zwischen Pflegefachperson und Patient*in. Die Erforschung dieser Aspekte liefert wertvolle Erkenntnisse zu Akzeptanz und praktischen Herausforderungen bei der Integration von KI in die Routinen der Pflege.

Die Forschung sollte zudem über stationäre Settings hinausgehen und weitere relevante Versorgungs-umgebungen wie ambulante Kliniken, häusliche Pflege sowie informelle Betreuungskontexte einbeziehen. Diese Umgebungen stellen besondere Anforderungen und Chancen für den Einsatz von KI-Tools dar und könnten von speziell angepassten Funktionalitäten profitieren. Auch die Einbindung KI-basierter Anwendungen in digitale Wundversorgungspfade, beispielsweise Telenursing, sollte weiter untersucht werden.

Eine Erweiterung des Anwendungsbereichs auf eine größere Bandbreite an Daten und Wundtypen sowie die Integration fortgeschrittener Funktionen, wie prädiktive Modellierung und detaillierte Klassifikation von Wundphasen, könnte die klinische Nutzbarkeit verbessern und eine individualisierte Versorgung unterstützen. Robuste Wirksamkeitsanalysen, einschließlich randomisierter kontrollierter Studien und Real-World-Evidenz, sind unerlässlich, um klinische Vorteile zu belegen. Solche Evidenz ist entscheidend für regulatorische Zulassungen, Erstattungen und eine breite Implementierung.

Die Sicherstellung der Finanzierung für groß angelegte und langfristige Studien bleibt eine zentrale Herausforderung. Angesichts des potenziellen Interesses von Kostenträgern an kosteneffektiven und qualitativ hochwertigen Wundversorgungslösungen sind kooperative Ansätze zwischen akademischen Einrichtungen, Industriepartnern und Gesundheitsversorgern notwendig, um die Forschung voranzutreiben und eine nachhaltige Integration von KI in die Pflegepraxis zu unterstützen.

Arbeitspaket (AP) 6.4

Entwicklung einer Verbreitungsstrategie

Ergebnis des AP:

Das LMU Klinikum lieferte die dargestellten wissenschaftliche Erkenntnisse zur wirtschaftlichen Vermarktung und Skalierung des Demonstrators, insbesondere zur Einschätzung der Usability des Demonstrators durch Pflegefachpersonen am Point of Care sowie zu Potenzialen und Herausforderungen der Integration des Demonstrators in der klinischen pflegerischen Versorgung.

Arbeitspaket (AP) 6.5

Publikationen, Kongresse und Messen

Ergebnis des AP:

Die Projektergebnisse und ggf. Zwischenergebnisse wurden unter Beteiligung des LMU Klinikums in der nationalen und internationalen Fachliteratur publiziert. Darüber hinaus erfolgte eine gezielte Verbreitung der Resultate durch Beiträge auf nationalen und internationalen Fachkongressen, durch projektinterne und -externe Veranstaltungen sowie über öffentlichkeitswirksame Medienbeiträge.

- Präsentation der Zwischen- und Endergebnisse auf relevanten Fachkongressen (u. a. GDMS 2023, EWMA 2024, DGP 2025, MIE 2025, DKVF 2025)
- Publikation des Studienprotokolls (Pinnekamp et al. 2025b) und Zwischenergebnisse (Pinnekamp et al. 2025a)
- Einreichung des Ergebnispapers zur klinischen Interventionsstudie zur Publikation
- Präsentation der Endergebnisse für teilnehmende Pflegefachpersonen sowie interessierte Personen aus den beteiligten Kliniken im Rahmen des Abschluss Symposiums
- Berichterstattung in einem Fernsehbeitrag des Bayerischen Rundfunks (BR)

Literaturverzeichnis

Beeckman, Dimitri; van den Bussche, K.; Alves, P.; Arnold Long, M. C.; Beele, H.; Ciprandi, G. et al. (2018): Towards an international language for incontinence-associated dermatitis (IAD): design and evaluation of psychometric properties of the Ghent Global IAD Categorization Tool (GLOBIAD) in 30 countries. In: *The British journal of dermatology* 178 (6), S. 1331–1340. DOI: 10.1111/bjd.16327.

Brehmer, Alexander; Seibold, Constantin; Egger, Jan; Majjouti, Khalid; Tapp-Herrenbrück, Michaela; Pinnekamp, Hannah et al. (2025): Fine-Grained Classification of Pressure Ulcers and Incontinence-Associated Dermatitis Using Multimodal Deep Learning: Algorithm Development and Validation Study. In: *JMIR AI* 4, e67356. DOI: 10.2196/67356.

European Pressure Ulcer Advisory Panel; National Pressure Injury Advisory Panel; Pan Pacific Pressure Injury Alliance (2019): Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: Clinical Practice Guideline. The International Guideline: EPUAP/NPIAP/PPPIA.

Majjouti, Khalid; Priester, Vanessa; Tapp-Herrenbrueck, Michaela; Brehmer, Alexander; Pinnekamp, Hannah; Aleithe, Michael et al. (2025): Nursing-centered development of an AI-based decision support system in pressure ulcer and incontinence-associated dermatitis management - a mixed methods study. In: *BMC nursing* 24 (1), S. 808. DOI: 10.1186/s12912-025-03448-4.

Pinnekamp, Hannah; Priester, Vanessa; Brehmer, Alexander; Fischer, Uli (2025a): Controlled Intervention Study on Effects of an AI-Based App to Support Wound Care: First Results. In: *Studies in health technology and informatics* 327, S. 1295–1296. DOI: 10.3233/shti250607.

Pinnekamp, Hannah; Rentschler, Vanessa; Majjouti, Khalid; Brehmer, Alexander; Tapp-Herrenbrück, Michaela; Aleithe, Michael et al. (2025b): Controlled Pilot Intervention Study on the Effects of an AI-Based Application to Support Incontinence-Associated Dermatitis and Pressure Injury Assessment, Nursing Care and Documentation: Study Protocol. In: *Research in nursing & health* 48 (4), S. 419–428. DOI: 10.1002/nur.22469.

Ronquillo, Charlene Esteban; Peltonen, Laura-Maria; Pruinelli, Lisiane; Chu, Charlene H.; Bakken, Suzanne; Beduschi, Ana et al. (2021): Artificial intelligence in nursing: Priorities and opportunities from an international invitational think-tank of the Nursing and Artificial Intelligence Leadership Collaborative. In: *Journal of advanced nursing* 77 (9), S. 3707–3717. DOI: 10.1111/jan.14855.