SmartHospital.NRW

Die Roadmap zum Smart Hospital

Ein Vorgehensmodell zur digitalen Transformation von Krankenhäusern

KINRW | Universitätsmedizin Essen | Fraunhofer IAIS | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Gefördert durch:
Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Grußwort Ministerin Mona Neubaur

Liebe Leserinnen und Leser,

täglich erleben wir, wie Technologien unsere Leben verbessern und neue Möglichkeiten für die Versorgung von Patientinnen und Patienten schaffen. Die digitale Transformation ist längst nicht mehr aus dem Gesundheitswesen wegzudenken. Künstliche Intelligenz (KI) kann dabei eine Schlüsselrolle spielen. Sie ermöglicht uns, aus einer Vielzahl von Gesundheitsdaten wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen, die nicht nur Prozesse optimieren, sondern vor allem die individuelle Versorgung von Patientinnen und Patienten verbessern können.

In Nordrhein-Westfalen setzen wir uns proaktiv dafür ein, diese Potenziale zu erschließen. Um unsere Gesundheitsversorgung zukunftssicher zu gestalten, fördern wir mit zahlreichen KI-Projekten Innovationen an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Die Vision eines modernen und effizienten Gesundheitssystems ist richtungsweisend für die Zukunft der Gesundheitswirtschaft in unserem Land.

SmartHospital.NRW ist ein gutes Beispiel für diese Vision. Das im Jahr 2021 gestartete Projekt wird vom Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie gefördert. Unter der Konsortialführung der Universitätsmedizin Essen, in Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten IAIS und MEVIS, der RWTH Aachen, der TU Dortmund, Dedalus und m.doc, verfolgt das Projekt das Ziel, Krankenhäuser durch den Einsatz intelligenter Tools zukunftsfähig zu gestalten und den Transformationsprozess aktiv und auf die jeweiligen Bedarfe ausgerichtet zu unterstützen. Dazu gehören auch KI-Prototypen, die vom Konsortium für verschiedene medizinische Anwendungsbereiche entwickelt und in einem eigenen Showroom in Essen ausgestellt und erlebbar gemacht werden. Es war mir eine Freude, diesen Showroom im April 2023 eröffnen zu dürfen.

Dieses Whitepaper baut auf dem 2022er Whitepaper »Bereit für das Smart Hospital? Werkzeuge zur Unterstützung der digitalen Transformation für Krankenhäuser« und dem dazugehörigen Readiness-Check auf. Es stellt das im Rahmen des Projekts entwickelte Vorgehensmodell zur Transformation von Krankenhäusern zu Smart Hospitals vor und erläutert es.

Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre und viel Erfolg bei der Umsetzung weiterer innovativer Projekte, die die Gesundheit und Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger nachhaltig verbessern. Wir sind überzeugt, dass Projekte wie SmartHospital.NRW eine wertvolle Bereicherung darstellen, um das Gesundheitswesen sowohl technologisch als auch menschlich weiterzuentwickeln. Solche Initiativen sind entscheidend für die Zukunft unserer Krankenhäuser und werden von uns mit voller Überzeugung gefördert.

© Land NRW/R. Sondermann

Mona Neubaur
Ministerin für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Was Sie in diesem Whitepaper erwartet

Mit dem Flagship-Projekt SmartHospital.NRW der Kompetenzplattform KI.NRW ist es unser Ziel als Konsortium, die Potenziale von KI in der Medizin zu heben und Krankenhäuser dabei zu unterstützen, sich zu einem zukunftsfähigen smarten Krankenhaus weiterzuentwickeln. Unter einem Smart Hospital verstehen wir ein Krankenhaus-Äquivalent, das digitalisiert und prozessoptimiert agiert und dabei den Menschen in den Mittelpunkt stellt. (Werner et al., 2020). In unserem 2022 erschienenen Whitepaper »Bereit für das Smart Hospital? Werkzeuge zur Unterstützung der digitalen Transformation für Krankenhäuser« haben wir den KI-Readiness-Check als unser erstes und grundlegendes Werkzeug vorgestellt. Er erlaubt Krankenhäusern vor der eigentlichen Transformation ihren KI-Reifegrad zu ermitteln.

Das vorliegende Whitepaper stellt nun das Vorgehensmodell vor. Es verknüpft den Readiness-Check mit einem neuen Check für die Transformation zum Smart Hospital (»Smart Hospital-Check«) und Informationen zu notwendigen Qualifizierungsbedarfen für das Personal des Smart Hospitals der Zukunft sowie einem Katalog von Use Cases zu konkreten Anwendungen von KI im Krankenhauskontext. Das Vorgehensmodell baut so einen Rahmen für die Evaluation der KI-getriebenen Transformation zum Smart Hospital und liefert das Fundament zur Entwicklung einer Roadmap für diese Transformation.

Im Weiteren erläutern wir zunächst das grundlegende Konzept eines Smart Hospitals und stellen die Verbindung zur digitalen Transformation als notwendige Voraussetzung her. Hierbei geht es nicht nur um den Einsatz neuer Technologien, sondern auch um die notwendige Neuausrichtung hin zu einer stärkeren Patient*innenzentrierung und der effektiven Integration von KI in den Klinikalltag; besonderen Fokus legen wir dabei auf die Rolle von KI im Krankenhaus, illustriert durch Use Cases aus dem Projekt SmartHospital.NRW.

Darauf aufbauend, diskutieren wir, warum es unerlässlich ist, strategische und organisatorische Anpassungen vorzunehmen, um die Vorteile der Digitalisierung und KI optimal nutzen zu können. Wir legen auch dar, warum dazu eine klare Strategie und Roadmap für die Transformation notwendig ist. Eine erfolgreiche Transformation zum Smart Hospital erfordert zudem neue Qualifikationen und Rollen innerhalb des Krankenhauses.

Abschließend präsentieren wir das SmartHospital.NRW Vorgehensmodell und seine Bestandteile im Detail: Der KI-Readiness-Check zur Evaluation des KI-Reifegrades, der Smart Hospital-Check zur Evaluation der Ausrichtung an den Prinzipien eines Smart Hospitals, die Empfehlungen für Qualifizierungsbedarfe, sowie beispielhafte Maßnahmen für die Transformation zum Smart Hospital. Wir skizzieren auch, wie diese Bestandteile in Kombination verwendet werden können, um eine Roadmap zu erzeugen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen dieses Whitepapers und freuen uns auf eine lebhafte Diskussion der vorgestellten Inhalte.

© O. Hartmann

Dr. med. Anke Diehl, M. A.
Konsortialführerin SmartHospital.NRW
stellvertretend für das Konsortium

Über Die Kompetenzplattform KI.NRW

Die Kompetenzplattform KI.NRW ist die zentrale Landesdachorganisation für Künstliche Intelligenz in Nordrhein-Westfalen. Ziel der Plattform ist es, NRW zu einem bundesweit führenden Standort für angewandte KI auszubauen und in internationalen Netzwerken zu etablieren. Dazu arbeiten wir daran, Wirtschaftsakteure bei der Einführung von KI-Technologien zu unterstützen, den Know-how-Transfer von der Forschung in die Anwendung voranzutreiben sowie die berufliche Qualifizierung und den gesellschaftlichen Dialog im Bereich KI zu fördern. KI.NRW wurde initiiert von den Landesministerien MWIKE und MKW und wird geleitet von einem der europaweit führenden Forschungsinstitute auf den Gebieten der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens, dem Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS in Sankt Augustin.

Kontakt

Kompetenzplattform Künstliche Intelligenz Nordrhein-Westfalen KI.NRW
c/o Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS
Schloss Birlinghoven 1
53757 Sankt Augustin

info-kinrw@iais.fraunhofer.de

Die Autorinnen und Autoren

Dr. Daniel Lückerath

Dominik Bures

Daniela Albiez

Dario Antweiler

Thomas Reibel

Dr. med. Anke Diehl

Florian Jovy-Klein

Dr. Susan Stead

Dr. Jil Sander

Prof. Dr. David Antons

Prof. Torsten-Oliver Salge, PhD

Christine Malich

KINRW

Inhalt

Selbstevaluation als Motor für den digitalen Wandel im Krankenhaus 8

Die Use Cases von SmartHospital.NRW 11

Die Transformation zum Smart Hospital 12
Was ist ein Smart Hospital? 12
KI im Krankenhaus: Chancen, Herausforderungen und Strategien zur digitalen Transformation 13
Motivation & Entstehung des Vorgehensmodells 14

Der SmartHospital.NRW Werkzeugkasten für die Transformation zum Smart Hospital 15
Das Vorgehensmodell 15
Der KI-Readiness-Check 18
Der Smart Hospital-Check 18
Maßnahmen-Beispiele: 20
Die Qualifizierungsbedarfe für Krankenhausbeschäftigte 21
Der Use Case Katalog 23
Wie das Vorgehensmodell verwendet wird 24
Validierung der Werkzeuge 26
Ausblick: Change Management für den nachhaltigen Erfolg 26
Fazit: Nutzen erkennen und Wertschöpfung aktiv gestalten 27

Referenzen 28

Selbstevaluation als Motor für den digitalen Wandel im Krankenhaus

Die Digitalisierung und der Einsatz von KI verändern die Gesundheitsbranche grundlegend. Krankenhäuser stehen vor der Herausforderung, ihre Strukturen, Prozesse und Strategien so weiterzuentwickeln, dass diese neuen Technologien ihr volles Potenzial entfalten können und das Ziel hochwertiger medizinischer Versorgung in Zeiten von Fachkräftemangel und demographischem Wandel erreichbar machen. Der Übergang zum Smart Hospital, in dem Patient*innen- und Mitarbeiter*innenzentrierte Ansätze sowie der strategische Einsatz von KI im Mittelpunkt stehen, ist dabei von zentraler Bedeutung.

In unserem 2022 erschienenen Whitepaper »Bereit für das Smart Hospital? Werkzeuge zur Unterstützung der digitalen Transformation für Krankenhäuser« haben wir die Herausforderungen von Krankenhäusern im deutschen Gesundheitswesen ausführlich erläutert, worauf wir an dieser Stelle gerne verweisen möchten (Nickel et al., 2022). Seitdem ist noch deutlicher geworden, dass KI eine zentrale Rolle im Gesundheitswesen spielt. Gerade im Bereich der generativen KI, etwa bei den sogenannten Large Language Models (LLMs), wurden in den letzten Jahren große, kaum zu erwartende Fortschritte erzielt. Die daraus entstehenden Potentiale in verschiedenen Bereichen des Gesundheitswesens sind enorm. Insbesondere in der Patient*innenversorgung ermöglicht die generative KI eine verbesserte, personalisierte Medizin und präzise Diagnoseunterstützung, die es erlaubt, schneller auf individuelle Bedürfnisse einzugehen und klinische Entscheidungen zu optimieren (Bures et al., 2023). Gleichzeitig profitieren nicht nur die medizinischen Abläufe, sondern auch die administrativen und verwaltungstechnischen Prozesse erheblich von KI-Technologien. Automatisierungen in der Dokumentation, Terminplanung und Ressourcenverwaltung ermöglichen eine effizientere Arbeitsweise, was die Verwaltung von Krankenhäusern erheblich entlastet (Antweiler et al., 2024). So können Verwaltungsmitarbeiter*innen administrative Aufgaben schneller und präziser erledigen und sich auf strategische Tätigkeiten konzentrieren, während insgesamt die Effizienz des gesamten Krankenhausbetriebs gesteigert wird.

Darüber hinaus eröffnet die Integration und Analyse großer Datenmengen neue Möglichkeiten in der klinischen Forschung, wodurch innovative Therapieansätze schneller entwickelt werden können. Die Mustererkennung durch KI-gestützte Systeme beschleunigt die medizinische Forschung erheblich. Ein weiteres zentrales Potenzial liegt in der nachhaltigen und intelligenten Gestaltung von Krankenhausprozessen; hier werden Digitalisierung und Nachhaltigkeit miteinander verknüpft. Smart Hospitals könnten durch den gezielten Einsatz von KI Ressourcen einsparen, Abfälle minimieren und die Energieeffizienz steigern, wobei ein wichtiger Beitrag zu einem zukunftsfähigen, umweltfreundlichen Gesundheitswesen geleistet werden kann (Werner et al., 2022).

Zusätzlich zu den technologischen Fortschritten kommt dem gesetzlichen Rahmen eine entscheidende Bedeutung für die zukünftige Entwicklung zu. Mit dem Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG) wurde ein bedeutender Impuls für die Digitalisierung gesetzt. Viele Krankenhäuser haben bereits Fördermittel beantragt und damit begonnen, Projekte umzusetzen, um ihre digitale Infrastruktur zu optimieren. Ein zentrales Ziel des KHZG besteht darin, eine nachhaltige digitale Transformation voranzutreiben.

Darüber hinaus bringt der EU AI Act neue Regulierungen auf den Weg, die für Krankenhäuser von großer Bedeutung sein werden. Insbesondere die in Artikel 6 des EU AI Acts festgelegten Klassifizierungsregeln legen nahe, dass KI-Anwendungen mit direktem medizinischem Bezug oder mit Zugriff

auf Gesundheitsdaten als Hochrisiko-KI eingestuft werden. Dies bedeutet, dass strenge Standards bei der Verwendung eingehalten werden müssen. Die Anforderungen an Hochrisiko-KI sind umfangreich und beinhalten:

- Ein Risikomanagement-System, das kontinuierlich überprüft und aktualisiert wird (Artikel 9, EU AI Act).
- Die Verwendung hochwertiger Daten, die relevant, repräsentativ und fehlerfrei sind (Artikel 10, EU AI Act).
- Eine technische Dokumentation, die die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben verdeutlicht (Artikel 11, EU AI Act).
- Die permanente Aufzeichnung von Eventdaten (Logs) über die gesamte Laufzeit des KI-Systems (Artikel 12, EU AI Act).
- Die transparente Gestaltung von KI-Systemen sowie die Bereitstellung von Informationen für deren Nutzer*innen (Artikel 13, EU AI Act).
- Eine menschliche Überwachung des KI-Systems (Artikel 14, EU AI Act).
- Die Gewährleistung, dass das KI-System akkurat, robust und sicher gestaltet ist (Artikel 15, EU AI Act).

Obwohl die genauen Vorgaben und Auswirkungen für Krankenhäuser, die KI nutzen möchten, noch nicht ganz abzusehen sind, wird deutlich, dass vor allem kleinere Krankenhäuser vor großen Herausforderungen stehen könnten. Diese Einrichtungen verfügen häufig nur über begrenzte Ressourcen, insbesondere bei der Implementierung neuer Technologien, und haben Schwierigkeiten, entsprechend qualifiziertes IT-Personal zu rekrutieren. Dennoch ist es entscheidend, dass auch kleinere Krankenhäuser nicht den Anschluss verlieren. Sie müssen Wege aufgezeigt bekommen, wie neue Standards erfolgreich zu integrieren sind.

Unser im späteren vorgestelltes Vorgehensmodell zur Selbstevaluation unterstützt Krankenhäuser dabei, diese Entwicklungen frühzeitig zu erkennen, gezielt strategische Maßnahmen zu identifizieren und sich somit für die Herausforderungen der Zukunft zu wappnen. Dabei berücksichtigen unsere Werkzeuge zur Selbstevaluation auch die Anforderungen des EU AI Acts und bieten erste Einblicke in entsprechende Handlungsansätze. Tabelle 1 stellt als Überblick dar, in welchem Self-Assessment-Tool welche Anforderungen berücksichtigt werden.[1]

[1] Es handelt sich nicht um eine rechtliche Beratung zur Erfüllung der Normen.

Anforderung des EU AI Acts	Self-Assessment-Tool	Umfang der Inkludierung
Risikomanagement-System Artikel 9, EU AI Act	KI-Readiness-Check	Detaillierte Sicherheitsdimension mit Thesen zur Bewertung der KI-Governance und Cybersicherheit, einschließlich Handlungsempfehlungen.
Datenqualität und -verwaltung Artikel 10, EU AI Act	KI-Readiness-Check	Behandelt durch Thesen zur KI-Governance und Thesen mit dem Schwerpunkt auf der Sensibilisierung der Mitarbeiter*innen, insbesondere zu ethischen Aspekten bei der KI-Nutzung.
Technische Dokumentation Artikel 11, EU AI Act	KI-Readiness-Check	Hervorhebung der Bedeutung einer vollständigen und standardisierten Dokumentation unter Berücksichtigung branchenspezifischer Sicherheitsstandards und Normen.
Kontinuierliche Aufzeichnung von Eventdaten Artikel 12, EU AI Act	KI-Readiness-Check	Abgedeckt durch die Thesen und Informationen zu dem digitalen Sicherheitskonzept.
Transparenz für Nutzer*innen Artikel 13, EU AI Act	Smart Hospital-Check	Besonderer Fokus auf die Inklusion der Mitarbeiter*innen bei der Implementierung und fortlaufender Nutzung von KI-Anwendungen (inkl. Transparenz über die Auswirkung auf den Arbeitsalltag).
Menschliche Überwachung Artikel 14, EU AI Act	KI-Readiness-Check & Smart Hospital-Check & Qualifizierungsbedarfe	Betonung der Relevanz des Wissens und der Erfahrung der Nutzer*innen bei der Anwendung von KI sowie die explizite Schaffung neuer Organisationsrollen.
Genauigkeit, Robustheit und Sicherheit Artikel 15, EU AI Act	KI-Readiness-Check	Bewertung der allgemeinen IT-Infrastruktur sowie der spezifischen Voraussetzungen für den stabilen Einsatz der dedizierten KI-Anwendungen.

Tabelle 1: Überblick welche Self-Assessment-Tools welche Anforderungen berücksichtigen.

Die Use Cases von SmartHospital.NRW

Semi-automatische Extraktion von Informationen aus Arztbriefen zur Überführung in strukturierte Form

Informationen über Patient*innen liegen häufig als papierbasierte Dokumente vor. Dokumenten-Scans sind nicht durchsuchbar oder maschinenlesbar.

Ein Lösungsansatz ist die Digitalisierung der Dokumente und anschließende automatische Extraktion der enthaltenen Informationen durch KI-Algorithmen. Dies ermöglicht die Ablage strukturierter Informationen in der elektronischen Patientenakte.

Zum Einsatz kommen Methoden des »Natural Language Processing« für die Identifikation und Extraktion von Entitäten und Relationen aus Volltexten.

Semi-automatisierte Erstellung von Entlassbriefen

Der Arztbrief stellt einer der wichtigsten Kommunikationsmittel zwischen behandelnden Ärzt*innen, Hausärzt*innen und Patient*innen dar. Die Erstellung von Arztbriefen ist zeitaufwändig und ressourcenintensiv. Wichtige Informationen über den Behandlungsverlauf müssen unbedingt enthalten sein.

KI-Systeme können dabei helfen automatische Text-Vorschläge zu erstellen. Dabei werden strukturierte Informationen aus der Patientenakte in den Text integriert.

Ein intuitiver Editor ermöglicht dem ärztlichen Personal Anpassungen vorzunehmen und den Arztbrief zu finalisieren. Dabei kommen sogenannte »Generative Modelle« aus dem KI-Sprachverarbeitung zum Einsatz.

Sprach- und Dialogsystem im Patient*innenzimmer

Patient*innen können per Sprachbefehl und Texteingabe verschiedene Funktionen bedienen. Diese können das Einsehen von Terminen, das Anzeigen des Kantinenmenüs, das Einsehen der Patient*innendaten oder die Durchführung des Patienten*innen-Selbstassessments zum Wohlbefinden sein.

Dies passiert über Sprach- und visuelle Ausgabe. Auch mobile Einsatzmöglichkeiten (außerhalb des Bettes) sind möglich.

Multimodale Steuerung Angiographie

Die/Der Ärztin/Arzt kann während einer Katheter-Verlegung verschiedene Sprachkommandos erteilen.

Dadurch wird Folgendes automatisiert:

- Anpassung der Kontrastmitteldosis,
- Zugriff auf vorige Bilder des Patient*innenen,
- direkte Steuerung der Bildgebung.

Untersuchung von seltenen Lungenerkrankungen sowie von neuromuskulären Erkrankungen

Patient*innen liegen auf einem Bett, das mit einer Sensormatte ausgestattet ist. Aus den Daten der Matte kann mit Hilfe der KI eine Veränderung von Atemfrequenz und -profil (z. B. Verlängerung der Ausatemphase gegenüber der Einatemphase) sowie eine Veränderung der Vitalparameter- und Bewegungsprofile (z. B Verlängerung der Bewegungintensität und Herzfrequenz) der Patient*innen abgeleitet werden.

Dies kann dazu genutzt werden, den Beginn einer benötigten Therapie zu erkennen oder den Verlauf einer bereits begonnen Therapie zu bewerten.

Durch Selbsterfassung können Patient*innen auch eigenen Werte in die Therapie einbringen (z. B Atemzugvolumen) und Therapieverläufe einsehen.

Dekubitus- und Sturz-Prophylaxe

Daten aus der elektronischen Pflegeprozessdokumentation werden um zusätzliche Datenquellen wie radiologische Bilder, Laborwerte usw. erweitert, um ein frühzeitiges Screening für die Risikofaktoren Dekubitus und Stürze mit multimodalen Features zu ermöglichen.

Dazu werden KI-basierte Algorithmen entwickelt, die innerhalb der multimodalen Daten spezifische Muster und Merkmale identifizieren sollen, die mit einem erhöhten Risiko für Stürze und Dekubitus in Verbindung stehen.

Die daraus entstehenden prädiktiven Modelle sollen dabei helfen, potenzielle Risikopatient*innen frühzeitig zu identifizieren und dementsprechend prophylaktische Interventionen einleiten zu können.

Die Transformation zum Smart Hospital

Was ist ein Smart Hospital?

Das Konzept Smart Hospital beschreibt eine zukunftsweisende Vision eines Krankenhauses, das Digitalisierung und moderne Technologien rund um Big Data und KI nutzt, um die Gesundheitsversorgung maßgeblich zu verändern und zu verbessern (Werner et al., 2020).

Im Zentrum der Vision steht das Krankenhaus als Organisation, die über den physischen Ort hinaus die Behandlung der Patient*innen in den Mittelpunkt stellt und digitale Technologien und KI auf allen Ebenen des Betriebs einsetzt, um Patient*innen besser zu behandeln, das Klinikpersonal zu entlasten und medizinische Prozesse effizienter zu gestalten (Werner et al., 2020).

Die Transformation zum Smart Hospital erfordert nicht nur eine Vision, sondern auch eine strategische Ausrichtung, die eine langfristige Planung und Zielsetzung der digitalen Transformationsmaßnahmen hin zum Smart Hospital beinhaltet.
Neben den technischen Entwicklungen und Umsetzungsprojekten bedarf die Transformation zum Smart Hospital grundsätzlich begleitender Change Management Maßnahmen. Dabei umfasst Change Management die kontinuierliche Planung, Umsetzung und Überwachung von Veränderungen innerhalb einer Organisation, um sicherzustellen, dass diese effektiv und nachhaltig sind. Insbesondere bei Digitalisierungsvorhaben – also auch bei der Einführung von KI – ist es dabei essenziell diesen Veränderungsprozess strategisch auszurichten und mit zielgerichteten organisatorischen und personellen Maßnahmen zu unterstützen.

SmartHospital.NRW

Das Projekt **SmartHospital.NRW** widmet sich der Entwicklung von neuen KI-basierten Use Cases für Krankenhäuser an der Spitze der Forschung. Es entwickelt außerdem Hilfsmittel für Krankenhäuser mit unterschiedlichen Digitalisierungsgraden, um den eigenen Transformationspfad in Richtung Smart Hospital planen und umsetzen zu können.

Die Universitätsmedizin Essen agiert als Konsortialführerin und klinische Partnerin in Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten IAIS und MEVIS, dem Institut für Technologie- und Innovationsmanagement der RWTH Aachen, der TU Dortmund, der Dedalus HealthCare GmbH sowie der m.Doc GmbH.

Das Projekt wird vom Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen über eine Laufzeit von März 2021 bis Februar 2026 gefördert.

Powered by KI.NRW: SmartHospital.NRW ist ein Flagship-Projekt, unterstützt durch die Kompetenzplattform KI.NRW.

Weitere Informationen: https://smarthospital.nrw | https://ki.nrw

KI im Krankenhaus: Chancen, Herausforderungen und Strategien zur digitalen Transformation

KI besitzt das Potenzial, das Krankenhauswesen grundlegend zu transformieren, indem sie eine personalisierte, präzise und prädiktive Versorgung in Krankenhäusern ermöglicht. Wir stehen an einem Wendepunkt, an dem Medizin und Technologie zunehmend verschmelzen. Dies eröffnet zahlreiche Chancen, stellt jedoch auch große Herausforderungen für die praktische Umsetzung dar (Bajwa et al., 2021; Mayer et al., 2024).

KI zeichnet sich besonders durch ihre Fähigkeit aus, große Datensätze zu verarbeiten, um Zusammenhänge zu erkennen und Vorhersagen abzuleiten. Dabei ist es wichtig, zwischen verschiedenen Ansätzen der KI-Modelle zu unterscheiden. Klassisches maschinelles Lernen (Machine Learning) verwendet Algorithmen, um aus annotierten Daten Muster zu erkennen. Wenn KI-Anwendungen mit großen Datenmengen aus einer oder mehreren Quellen trainiert werden, spricht man in der Regel vom sogenannten tiefen Lernen (Deep Learning). Hierbei kommen künstliche neuronale Netze zum Einsatz (Bajwa et al., 2021). Hierbei handelt es sich um Ansätze der KI, die ähnlich wie das menschliche Gehirn aufgebaut sind, d. h. aus vielen verbundenen Knotenpunkten bestehen und die durch das Lernen aus Daten Muster und Zusammenhänge erkennen können.

KI unterstützt bereits heute Ärzt*innen bei der Bildinterpretation und optimiert Arbeitsabläufe (Topol, 2019). Zahlreiche praktische Anwendungen sind ebenfalls auf ihrem Weg in Krankenhäuser, beispielsweise in Form von medizinischen Sprachassistenten, Werkzeuge zur Generierung klinischer Dokumentationstexte oder Entlassbriefen, Systemen zur Überwachung von Gesundheitsdaten sowie Interpretations- und Empfehlungssystemen (siehe auch »die SmartHospital.NRW Use Cases«). Darüber hinaus kann KI Prognosemodelle entwickeln, um kritische Erkrankungen sowie die Verschlechterung des Gesundheitszustands von Patient*innen vorherzusagen (Veldhuis et al., 2022). Ein zentrales Anwendungsfeld von KI im Krankenhaus ist die Diagnostik, insbesondere durch die Verbesserung von Entscheidungsunterstützungssystemen. Weitere wichtige Einsatzbereiche umfassen die Pflege, etwa durch Prozessmodellierung und -simulation, sowie die Robotik (Klumpp, 2021).

Generative KI, ein aktueller Trend und Zukunftsthema, gehört ebenfalls zu den Deep Learning-Verfahren. Ihre Anwendungsfelder sind vielfältig und betreffen medizinisches Fachpersonal, Pflegekräfte, Patient*innen sowie deren Angehörige. Generative KI kann medizinischem Fachpersonal helfen, personalisierte Behandlungspläne zu entwickeln, indem sie große Datenmengen analysiert und spezifische Therapieempfehlungen gibt. Pflegekräfte profitieren von der Automatisierung administrativer Aufgaben wie Pflegedokumentation und Berichten, was Zeit für direkte Patient*innenbetreuung schafft. Patient*innen erhalten durch digitale Assistenten Unterstützung, die medizinische Fragen beantworten, an Medikamente erinnern und Gesundheitsratschläge bieten. Angehörige können über smarte Systeme regelmäßig Updates und Pflegeinformationen erhalten, was die Kommunikation zwischen Krankenhaus und Familie verbessert. Durch die vielfältigen Interfacemöglichkeiten generativer KI-Systeme schreitet die Entwicklung neuer Lösungen kontinuierlich voran (Temath et al., 2021).

Die Anwendungsfälle von KI im Krankenhaus sind demnach vielfältig und bergen ein hohes Innovationspotenzial, das bei weitem noch nicht ausgeschöpft ist.

Um KI-basierte Anwendungen im Krankenhaus erfolgreich integrieren zu können, ist eine detaillierte Roadmap zur Umsetzung der digitalen Transformation essenziell. Diese Roadmap dient als strategischer Leitfaden, der kritische Schritte sowie Meilensteine festhält. Des Weiteren sollte es die Roadmap ermöglichen, klare Prioritäten zu setzen, Ressourcen effizient zu verteilen und mögliche Risiken frühzeitig zu identifizieren und zu adressieren. Eine gut durchdachte Roadmap stellt sicher, dass die Implementierung von KI-Anwendungen nicht nur isolierte Technologieprojekte bleiben, sondern in ein ganzheitliches

Konzept eingebettet sind, das alle relevanten Abteilungen und Prozesse im Krankenhaus miteinbezieht.

Eine solche Roadmap sollte sich auf KI-spezifische Use Cases stützen (siehe Kapitel »Die SmartHospital.NRW Use Cases« und »Der Use Case Katalog«) und auch die Verknüpfungen zu notwendigen (neuen) Qualifizierungsbedarfen für Krankenhauspersonal ziehen (siehe Kapitel »Die Qualifizierungsbedarfe für Krankenhausbeschäftigte«).

Motivation & Entstehung des Vorgehensmodells

Viele Krankenhäuser investieren erst bei bestehenden Herausforderungen oder steigendem gesellschaftlichen Druck vermehrt in IT und digitale Lösungen (Salge et al., 2015). Dies führt oft dazu, dass nach der Einführung digitaler Technologien deren Potenzial nicht vollständig ausgeschöpft wird, da keine kontinuierliche Begleitung und Optimierung erfolgt (Scarbrough & Kyratsis, 2022). Self-Assessment Tools können hier Abhilfe schaffen, indem sie Krankenhäusern ermöglichen, ihre digitalen Transformationsprozesse systematisch zu bewerten und kontinuierlich zu verbessern.

Krankenhäuser, die sich aktiv für die digitale Transformation entscheiden, können wertvolle Vorteile realisieren. Eine höhere Attraktivität für Bewerber*innen (Antons et al., 2024) und eine Verbesserung des öffentlichen Rufs (Salge et al., 2022) sind nur zwei Beispiele für den positiven Einfluss einer gut durchdachten Digitalisierung. Darüber hinaus ist es unerlässlich, mit der rasanten Entwicklung digitaler Technologien Schritt zu halten, um nicht den Anschluss zu verlieren.

Hier setzt das Vorgehensmodell an. Es kombiniert Werkzeuge, die Krankenhäuser dabei unterstützen, wichtige Handlungsfelder für die Transformation zum Smart Hospital zu identifizieren und unterstützt mit Empfehlungen für Maßnahmen und Qualifizierungsbedarfen sowie einer Übersicht von Use Cases dabei, Roadmaps zu entwickeln, die von Krankenhäusern zur Strategieentwicklung verwendet werden können. Der Fokus liegt dabei auf der Priorisierung von Maßnahmen, die sowohl eine Grundlage für die weitere Transformation schaffen als auch schnell umsetzbar sind und eine hohe Wirkung versprechen (Grundlagen & Quick Wins). So werden Krankenhäuser befähigt, die Transformation schrittweise und kontinuierlich voranzutreiben.

Durch die wiederholte Anwendung des Vorgehensmodells und seiner Self-Assessment-Werkzeuge kann zudem der Fortschritt direkt gemessen werden. Dieses Vorgehen gewährleistet, dass insbesondere Krankenhäuser, die am Anfang ihrer Entwicklung zum Smart Hospital stehen, nicht im Überangebot von Maßnahmen den Überblick verlieren, sondern ihre Entwicklung gezielt und effektiv voranbringen.

Die Elemente des Vorgehensmodell wurden zweistufig entwickelt, um sicherzustellen, dass die Inhalte aktuelle Entwicklungstrends berücksichtigen und eine hohe Praxisrelevanz aufweisen. Zuerst wurden anhand eines *Top-Down-Prinzips* die Dimensionen der beiden Self-Assessment-Werkzeuge identifiziert und erste Maßnahmen aufgestellt. In diesem Schritt wurde der aktuelle wissenschaftliche Diskurs in den verschiedenen Themenbereichen – Digitale Transformation im Gesundheitswesen und KI im Krankenhauskontext – betrachtet und zusammengefasst. Zudem wurden bestehende Self-Assessment-Tools kritisch evaluiert. Durch den engen Austausch mit Expert*innen der Universitätsmedizin Essen wurde dabei stets die Nähe zum praktischen Alltag gewahrt. Im zweiten Schritt wurden anhand des *Bottom-Up-Prinzips* die bestehenden Maßnahmen kritisch evaluiert und überarbeitet. Durch Testläufe in verschiedenen Krankenhäusern konnten Herausforderungen identifiziert und der Nutzen der Self-Assessment-Werkzeuge validiert werden. Darüber hinaus flossen die praktischen Erfahrungen unterschiedlichster Einrichtungen hinsichtlich Transformationsbarrieren und -treibern in den Prozess ein.

Insgesamt stellt das zweistufige Verfahren sicher, dass unsere Werkzeuge sowohl theoretisch fundiert als auch praktisch anwendbar und relevant sind.

Der SmartHospital.NRW Werkzeugkasten für die Transformation zum Smart Hospital

Das Vorgehensmodell

Das Vorgehensmodell hat es sich zum Ziel gesetzt, Krankenhäuser bei der Schaffung eines Fundaments für die Entwicklung strategischer Roadmaps für die Transformation hin zu Smart Hospitals zu unterstützen. Mit ihm sollen Maßnahmen identifiziert und priorisiert werden, um diese in eine handhabbare Reihenfolge für die strategische Umsetzung zu bringen. Darüber hinaus sollen die notwendigen neuen oder erweiterten Rollen im Smart Hospital sowie interessante Use Cases identifiziert werden.

Das Konzept des Vorgehensmodells besteht darin, zwei spezifische Self-Assessment-Werkzeuge – den KI-Readiness-Check und den Smart Hospital-Check – zu kombinieren und mit zusätzlichen Informationen anzureichern. Die Ergebnisse der Self-Assessment-Werkzeuge werden im Vorgehensmodell mit Filterfunktionen versehen, die es erlauben, konkrete Maßnahmenbündel und zugehörige Qualifizierungsbedarfe zu (neuen) Kompetenzen für das Krankenhauspersonal zu identifizieren. Außerdem unterstützt ein Katalog von KI-Use Cases bei der Identifikation konkreter Umsetzungsbeispiele.

Vorgehensmodell

Ziel: Filterung und Priorisierung von Maßnahmen, Verknüpfung mit Qualifizierungsbedarfen und weiterführenden Informationen

	KI-Readiness-Check **Ziel:** Bewertung des IST-Zustandes der IT-Infrastruktur und der Voraussetzung zur KI-Nutzung	Smart Hospital-Check **Ziel:** Bewertung der Krankenhausleitprinzipen vor dem Hintergrund des Smart Hospital Wertekompass
Leitfragen	Sind die Bedingungen für die Implementierung und Nutzung von KI gegeben?	Werden die strategischen Werte und Prinzipien des Smart Hospital-Konzepts verfolgt?
Relevanz	Planungsphase – Kann ich KI verwenden? Was brauche ich, um KI zu verwenden?	Planung- & Betriebsphase – Auf welche Faktoren sollte ich bei der Nutzung von KI achten? Wie nehme ich alle Stakeholder mit?
Inhalt	Selbstevaluation des IST-Zustand in den Bereichen: • IT-Leitung • IT-Infrastruktur • (Digital-)Strategie • Innovationsmanagement • Datenmanagement • Personalentwicklung • Informationssicherheit	Selbstevaluation der eigenen Werteausrichtung anhand der Bereiche: • Geschäftsmodell • KI-Durchdringungsgrad • Patient*innenzentrierung • Mitarbeiter*innenzentrierung • Ökosystem

Tabelle 2: Übersicht über den Zusammenhang zwischen Vorgehensmodell, Readiness-Check und Smart-Hospital-Check

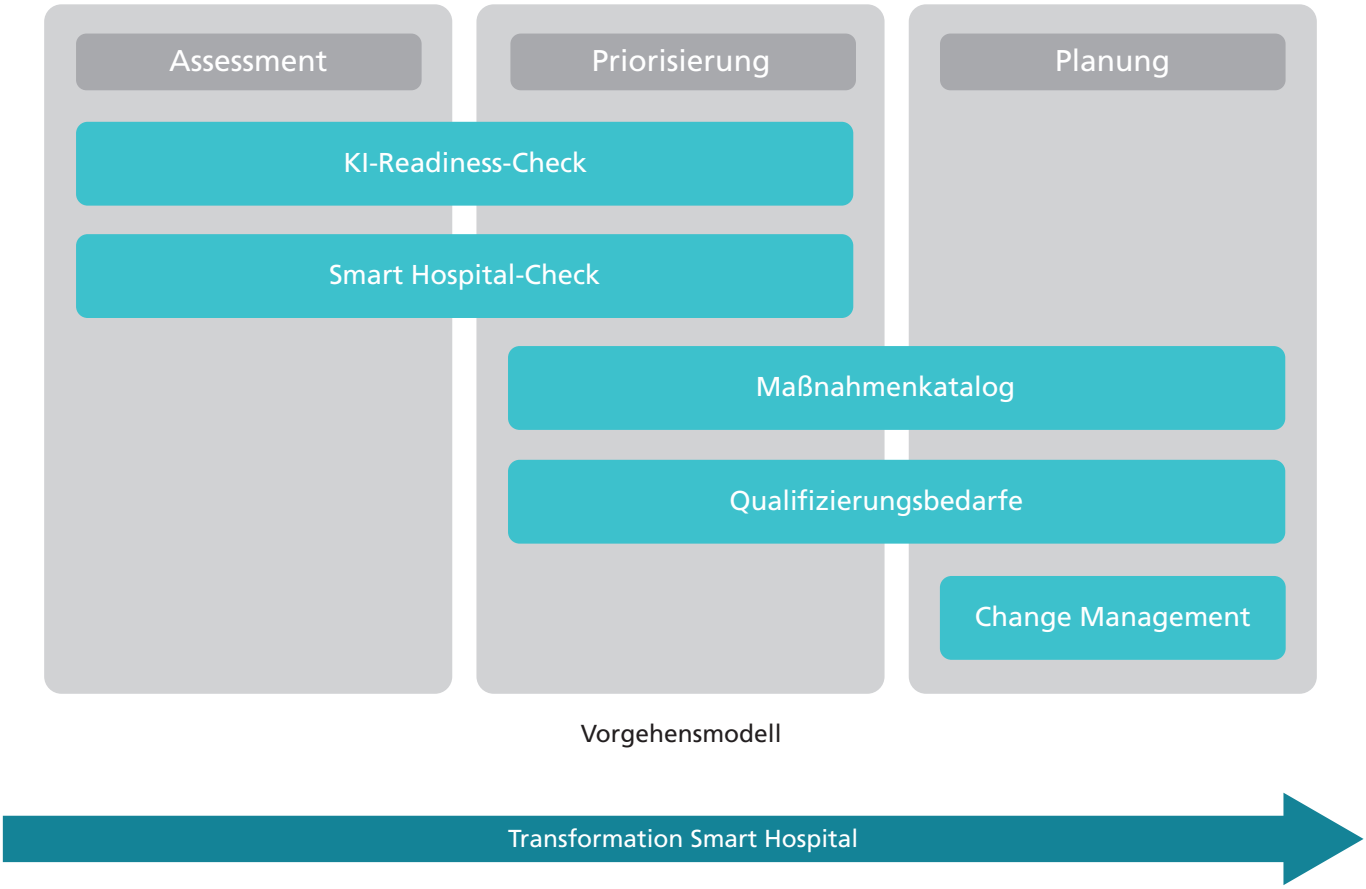

Abbildung 1: Werkzeuge zur Transformation zu einem Smart Hospital. Erarbeitet im SmartHospital.NRW Projekt

Um die zielgerichtete strategische Planung zu unterstützen, werden Maßnahmen im Vorgehensmodell nach ihrer Dringlichkeit in drei Stufen eingeteilt. Die erste Stufe umfasst grundlegende Maßnahmen, die sofort umgesetzt werden können, um ein stabiles Fundament für die Transformation zu schaffen. Fortgeschrittene Maßnahmen der zweiten Stufe kommen zum Einsatz, sobald die Basis etabliert ist, und Expert*innen-Level-Maßnahmen der letzten Stufe schließen die Transformation ab.

Zur weiteren Unterstützung der strategischen Planung ermöglicht das Vorgehensmodell Krankenhäusern eine Fokussierung auf Maßnahmen und Qualifizierungsbedarfe in unterschiedlichen Dimensionen, wie sie im KI-Readiness-Check und Smart Hospital-Check beschrieben sind.

Da bei der Entwicklung von Strategien auch der langfristige Transformationsprozess nicht aus den Augen verloren werden darf, bietet das Vorgehensmodell eine erweiterte Ansicht, in der nicht nur die dringlichsten, sondern alle potenziellen Maßnahmen ohne Filterung aufgezeigt werden.

Zur Verwendung des Vorgehensmodells müssen sowohl der KI-Readiness-Check als auch der Smart Hospital-Check durchgeführt werden. Im Vorgehensmodell sind diese beiden Self-Assessment-Werkzeuge, die auch einzeln verwendet werden können, deswegen fest integriert. Die Ergebnisse des Vorgehensmodells werden entsprechend auch in die unterschiedlichen Dimensionen der beiden Checks untergliedert.

Das Ergebnis des Vorgehensmodells ist eine Matrix mit Maßnahmen aus dem Readiness-Check und dem Smart Hospital-Check, sowie Qualifizierungsbedarfen, die mit weiteren Detailinformationen verlinkt sind (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3). Diese Matrix untergliedert sich dabei in die Dringlichkeits-Stufen

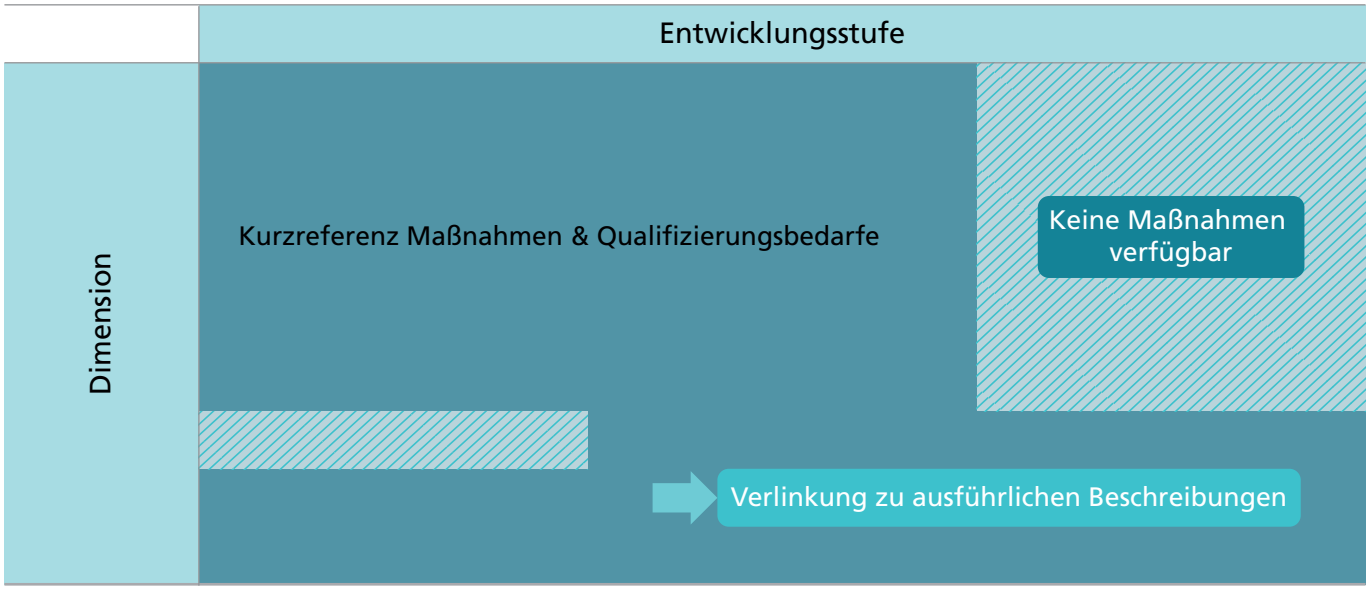

Abbildung 2: Schematische Darstellung der Ergebnis-Matrix des Vorgehensmodells

Readiness-Check						
	Grundlage		Fortgeschritten		Experten	
Technik	M1.1 M1.4	QB1.1 QB2.4 QB5.14	M1.21	QB1.1 QB5.4	Keine Maßnahmen verfügbar	
Organisation	M2.2	QB1.1	M2.5	QB5.8		
Daten	M3.3	QB2.6 QB4.1	M3.13	QB1.2		
Personal			...	...	...	...
Strategie	...	...	...	Verlinkung zu ausführlichen Beschreibungen		
Sicherheit	...	...	...	...	...	...

Abbildung 3: Schematische Darstellung der Ergebnis-Matrix des Vorgehensmodells mit detaillierteren Informationen zum Aufbau für den Readiness-Check. MX.X = Maßnahme; QBX.X = Qualifizierungsbedarf

»Grundlagen«, »Fortgeschritten«, »Experte« sowie die 11 Dimensionen aus dem Readiness- bzw. Smart Hospital-Check.

Zur Interpretation der Ergebnisse des Vorgehens. modells müssen sich Krankenhäuser vorab Gedanken darüber machen, welche Ziele sie mit ihrer Roadmap verfolgen. Leitfragen, die hierbei unterstützen können sind zum Beispiel: Sollen nur die dringlichsten Maßnahmen umgesetzt werden? Soll eine langfristige Strategie entwickelt werden? Soll sich nur auf bestimmte Dimensionen der Checks konzentriert werden, um erste Umsetzungsbereiche zu identifizieren? Nachdem diese Entscheidungen

getroffen wurden, können die Ergebnisse des Vorgehensmodells, in Zusammenhang mit notwendigen Qualifizierungsbedarfen für das Krankenhauspersonal und interessanten Use Cases, dazu verwendet werden, um eine spezifische Roadmap zur Transformation hin zu einem Smart Hospital zu erzeugen.

Die Zielgruppe des Vorgehensmodells sind Führungskräfte mit einem guten Überblick über die Organisation oder diejenigen, die für die strategische Ausrichtung des Krankenhauses zuständig sind. Das kann typischerweise eine Mischung aus Geschäftsführung, IT-Leitung, Leitung der strategischen Entwicklung, die Stabsstelle für Digitale Transformation, der*die Informationssicherheitsbeauftragte und der Personal- bzw. Betriebsrat sein..

Die einzelnen Bestandteile des Vorgehensmodells werden im Folgenden näher vorgestellt.

Zugriff auf alle Werkzeuge haben Sie über die SmartHospital.NRW-Webseite:
www.smarthospital.nrw/self-assessment-tools/

Der KI-Readiness-Check

Der KI-Readiness-Check ist ein Assessment-Tool, das Krankenhäuser dabei unterstützt, ihre Bereitschaft für den Einsatz von KI-Technologien zu beurteilen. Er umfasst 85 Thesen, die verschiedene Erfolgsfaktoren und gute Praktiken im Krankenhausumfeld beschreiben. Diese Thesen sind in sechs thematische Dimensionen unterteilt:

(1) **Personal** bewertet das Vorhandensein spezifischer Aufgabenprofile und Rollen im Krankenhaus sowie den Zugang zu Schulungen und Fortbildungen.

(2) **Organisation** bezieht sich auf die Aufbau- und Ablaufstrukturen innerhalb des Krankenhauses, insbesondere im Zusammenhang mit IT, digitalen Services und dem Innovationsmanagement.

(3) **Strategie** umfasst Anforderungen an Strategieinhalte sowie die Planung und das Management von Innovationsprojekten.

(4) **Sicherheit** befasst sich sowohl mit der allgemeinen IT-Sicherheit als auch mit spezifischen Sicherheitsaspekten, die bei der Beschaffung, Entwicklung und dem Betrieb von KI-Tools relevant sind.

(5) **Technik** betrachtet die Anforderungen an die Infrastruktur, die Systemlandschaft und den Digitalisierungsstand ausgewählter klinischer Prozesse.

(6) **Daten** untersucht die Anforderungen an die Datenintegration, die Nutzung von Standards, den Zugriff auf und die Strukturierung von Daten.

Die Bewertung des KI-Readiness-Checks erfolgt auf einer 5-Punkte-Likert-Skala von »Trifft überhaupt nicht zu« bis »Trifft komplett zu«. Die Krankenhäuser werden entlang von vier Stufen bewertet: Stufe 0 (»beginnend KI-Ready«), Stufe 1 (»teilweise KI-Ready«), Stufe 2 (»fortgeschritten KI-Ready«) und Stufe 3 (»vollumfänglich KI-Ready«). Diese Stufen werden für jede der sechs Dimensionen einzeln vergeben, um ein differenziertes Gesamtbild zu ermöglichen und Bereiche mit Fortschritten oder Defiziten zu identifizieren. Die Einstufungen sollen praktische Anregungen zur Verbesserung bieten.

Weitere Details zum KI-Readiness-Check sind im zugehörigen Whitepaper zu finden (Nickel et al. 2022).

Der Smart Hospital-Check

Der Smart Hospital-Check hilft Krankenhäusern, ihren Fortschritt bei der Umsetzung der Werte und Leitprinzipien eines Smart Hospitals zu bewerten. Er unterstützt die Krankenhäuser dabei, ihre Ausrichtung hinsichtlich zentraler Dimensionen eines Smart Hospitals zu analysieren. Die fünf Dimensionen umfassen die strategische Ausrichtung,

die Patient*innen- und Mitarbeiter*innenzentrierung, sowie den Grad der KI-Durchdringung und die Integration in ein erweitertes Ökosystem. Der Smart Hospital-Check ist für Krankenhäuser jeder Größe und Struktur als Instrument zur Selbstevaluation konzipiert. Durch die Beteiligung von Expert*innen aus den Bereichen Krankenhausleitung, strategische und organisatorische Entwicklung, digitale Transformation sowie Mitarbeiter*innen- und Patient*innenvertretungen wird sichergestellt, dass der Check praxisnahe und wirksame Implikationen bereitstellt. Die Ergebnisse bieten nicht nur einen Überblick über aktuelle Stärken und Schwächen, sondern liefern ebenfalls konkrete Handlungsempfehlungen, um das eigene Potenzial zur Transformation hin zum Smart Hospital zu nutzen.

Im Fokus stehen folgende Leitfragen:

- Wie können digitale Technologien so implementiert werden, dass sie spürbar verbesserte oder gänzlich neue Prozesse, Strategien und Geschäftsmodelle ermöglichen?
- Wie können Patient*innen und Mitarbeiter*innen aktiv in den Transformationsprozess eingebunden werden?
- Wie können die Beziehungen zu weiteren Akteuren im größeren Ökosystem so gestaltet werden, dass gemeinsam ambitionierte digitale Initiativen realisiert werden können?

Der Smart Hospital-Check unterstützt nicht nur Krankenhäuser, die bereits konkrete KI-Anwendungsfälle umsetzen möchten, sondern bietet auch wertvolle Impulse für Krankenhäuser, die bislang wenig Berührungspunkte mit der digitalen Transformation oder der Nutzung von KI hatten. Der Smart Hospital-Check kann, wie auch der Readiness-Check, unabhängig vom Vorgehensmodell durchgeführt werden und bedingt nicht das vorherige Ausfüllen des Readiness-Checks.

Die fünf Dimensionen des Smart Hospital-Checks umfassen insgesamt 27 Thesen, die sowohl aus dem aktuellen wissenschaftlichen Diskurs (vgl. Kraus et al., 2021) als auch aus den Wertevorstellungen des Smart Hospital-Konzepts abgeleitet wurden. Im Folgenden werden die Dimensionen im Detail vorgestellt:

(1) Strategische Ausrichtung prüft, inwiefern die eigene Organisation die Werte eines Smart Hospitals bereits als strategische Ziele verankert hat und das Wertschöpfungspotenzial (z. B durch die Erschließung neuer Geschäftsmodelle) erkannt wurde.

(2) KI-Durchdringungsgrad bewertet, in welchem Umfang KI-Anwendungen im Krankenhaus bereits geplant oder implementiert sind und ob Prozesse zur Identifizierung neuer Anwendungsfelder etabliert wurden.

(3) Patient*innenzentrierung bewertet die aktive Einbindung und Stärkung der Patient*innen im Behandlungsprozess. Besonders betont wird die Rolle der Patient*innen bei der Entwicklung und Umsetzung von KI-Anwendungsfällen.

(4) Mitarbeiter*innenzentrierung bewertet die Einbindung der Belegschaft in den Transformationsprozess und die Auswirkungen auf ihren Arbeitsalltag aufzuzeigen.

(5) Vernetzung im Ökosystem bewertet den Austausch mit Partnerorganisationen, um durch gemeinsame digitale Initiativen das volle Potenzial der Smart Hospital-Transformation zu realisieren.

Die Beantwortung der Thesen erfolgt, wie bereits im KI-Readiness-Check, anhand einer 5-Punkte-Likert-Skala von »trifft überhaupt nicht zu« bis »trifft komplett zu«. Der Smart Hospital-Check bewertet das Krankenhaus anschließend anhand von drei Entwicklungsstufen:

Stufe 1: Das Krankenhaus hat erste Schritte unternommen, um sich an den Leitlinien eines Smart Hospitals zu orientieren. Es gibt in einigen Bereichen innovative Ansätze, wie die Nutzung digitaler Werkzeuge zur Optimierung administrativer Prozesse oder die Einführung KI-Anwendungen. Diese Initiativen sind jedoch noch nicht systematisch in die organisatorischen

Maßnahmen-Beispiele:

Dimensionen	Maßnahme & Beschreibung
Dimension **Strategische Ausrichtung**	**Maßnahme:** Strategie für zielgerichtete KI-Anwendungen **Beschreibung:** Eine gut ausgearbeitete Strategie bildet das Fundament für die zielgerichtete Entwicklung der Organisation. Diese Strategie sollte klare Ziele und Handlungsstränge enthalten, die den spezifischen Einsatz von KI-Anwendungen bestimmen. Die Festlegung eines Zeithorizonts hilft dabei klare und erreichbare Ziele zu setzen sowie die Fortschritte der Strategie zu überwachen. Mit einem Zeithorizont wird klar, wer für die Umsetzung der Strategie verantwortlich ist und bis wann bestimmte Ziele erreicht werden müssen. Jedoch sollten langfristige Ziele regelmäßig auf ihre Umsetzung geprüft werden, da durch die Entwicklung von KI mögliche Anpassungen notwendig sind. Insgesamt trägt die klare Umsetzung von Zielen in einem festgelegten Zeithorizont dazu bei, die Effektivität und Umsetzbarkeit einer Strategie zu verbessern und sicherzustellen, dass sie den gewünschten langfristigen Zielen entspricht.
Dimension **KI-Durchdringungsgrad**	**Maßnahme:** Vorbereitung und Prüfung auf KI-Integration **Beschreibung:** Bedarfs- und Machbarkeitsanalyse, Vorbereitung der technologischen Infrastruktur, Kommunikation und Transparenz der Pläne sowie das Anbieten von Schulungen für das Personal. Erste Ansatzpunkte dafür können zukünftig aus einer Use Case Liste entnommen werden. Ebenso kann die Einführung von KI-Use Cases im Rahmen des Change Managements erfolgen, um den Innovationsprozess zu unterstützen, hierzu sind ebenfalls Dokumente in Arbeit.
Dimension **Patient*innenzentrierung**	**Maßnahme:** Patient*innenfeedback für KI-Verbesserungen **Beschreibung:** Feedback zum Einsatz von KI im Zusammenhang mit der Patient*innenversorgung ist besonders wertvoll, da es Informationen über die Akzeptanz von KI bei den Nutzer*innen liefert. Das Feedback von Patient*innen ermöglicht es dem Krankenhaus, die Qualität der KI-Anwendung zu verbessern, indem Schwachstellen identifiziert und Maßnahmen zur Verbesserung der Patient*innenerfahrung ergriffen werden können. Wenn das Feedback ernst genommen wird, kann es das Vertrauen der Patient*innen in das Krankenhaus stärken. Darüber hinaus kann das Feedback aufzeigen, ob KI-Anwendungen zuverlässig funktionieren und wie sie die Interaktion mit Ärzt*innen und Pflegekräften beeinflussen. Es ermöglicht Krankenhäusern und Entwickler*innen die KI-Systeme kontinuierlich zu verbessern, um bessere Ergebnisse für die Patient*innen zu erzielen und die Sicherheit, den Nutzen und die Akzeptanz der Technologie zu fördern.
Dimension **Mitarbeiter*innenzentrierung**	**Maßnahme:** Mitarbeiter*innenintegration in KI-Entwicklung **Beschreibung:** Eine frühzeitige Einbindung der Mitarbeiter*innen in neue Technologien verbessert diese nicht nur nachhaltig, sondern schafft auch Vertrauen und führt zu mehr Selbstbestimmung bei der Nutzung von Technologien am Arbeitsplatz. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die entsprechenden Mitarbeiter*innen explizite Zeitkontingente für Test- oder Pilotprogramme zur Technologieerprobung erhalten. Dies kann dazu beitragen, Bedenken und Probleme frühzeitig zu identifizieren und zu lösen. Darüber hinaus ist eine offene Kommunikation wichtig, so dass von Anfang an klar ist, welchen Beitrag zur Arbeitserleichterung die Technologie im Arbeitsalltag beitragen kann. Ein begleitendes Change Management Programm kann den Innovationsprozess effektiv unterstützen und ermöglichen, zukünfitig wird es hierzu Dokumente geben.
Dimension **Krankenhausökosystem**	**Maßnahme:** Vernetzung und Zusammenarbeit von Partner*innen im Gesundheitswesen **Beschreibung:** Eine ganzheitliche Patient*innenversorgung trägt dazu bei, die Qualität der Versorgung zu verbessern, die Patient*innenzufriedenheit zu steigern, Ressourcen effizienter zu nutzen und die Gesundheitseinrichtung besser auf die Bedürfnisse der Patient*innen abzustimmen. Der Aufbau eines zuverlässigen Netzwerks kann dabei auf verschiedene Weisen erfolgen. Die konkrete Umsetzung hängt von den Bedürfnissen und Ressourcen des Krankenhauses und seines Netzwerks ab. Es ist wichtig, einen kooperativen Ansatz zu verfolgen und sicherzustellen, dass die Bedürfnisse der Patient*innen dabei im Mittelpunkt stehen. Es kann hilfreich sein zuerst geeignete Partner zu identifizieren, die zur Verbesserung der Patient*innenversorgung beitragen können. Zur Sicherstellung eines effektiven Informationsaustauschs im Netzwerk bieten sich standardisierte Kommunikationswege oder gemeinsame IT-Systeme an.

Strukturen integriert. Die Digitalisierung und der Einsatz neuer Technologien beschränken sich oft auf Pilotprojekte und es fehlen strategische Ansätze zur ganzheitlichen Transformation.

Stufe 2: Das Krankenhaus verfolgt in vielen Bereichen bereits die Prinzipien eines Smart Hospitals. Es hat digitale Technologien und erste KI-Anwendungen weitgehend implementiert. Gleichzeitig besteht jedoch noch Optimierungsbedarf in der Interoperabilität der Systeme und der Gestaltung von externen Ökosystemen z. B. zum Datenaustausch. Mitarbeiter*innen und Patient*innen werden zunehmend in die digitale Transformation eingebunden, es fehlt jedoch eine umfassende Strategie zur gezielten Kompetenzentwicklung und zur Anpassung an technologische Innovationen.

Stufe 3: Das Krankenhaus ist vollständig nach den Leitlinien des Smart Hospitals ausgerichtet. Digitale Technologien sind in sämtlichen Bereichen fest integriert und verbessern nicht nur die medizinische Versorgung, sondern auch die Effizienz und Transparenz interner Prozesse. Es wird aktiv auf das Potenzial von KI gesetzt, um Versorgung und betriebliche Abläufe zu optimieren. Dabei wird großer Wert auf die Schulung und Einbindung der Belegschaft gelegt, um die Akzeptanz und effektive Nutzung dieser Technologien sicherzustellen. Das Krankenhaus fördert eine Kultur des kontinuierlichen Lernens und der Innovation, die nicht nur auf technologische Neuerungen, sondern auch auf ethische und soziale Aspekte der Digitalisierung eingeht.

Die Qualifizierungsbedarfe für Krankenhausbeschäftigte

Um das volle Potenzial von KI ausschöpfen zu können, sind sowohl heute als auch in Zukunft Anpassungen in den Aufgabenbereichen und gezielte Qualifizierungsmaßnahmen für das Krankenhauspersonal unerlässlich. Dies betrifft sowohl medizinische als auch nicht-medizinische Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Krankenhaus. Im Projekt haben wir einen Überblick über die erforderlichen Kompetenzen im Umgang mit intelligenten Technologien im klinischen Umfeld und entsprechende Qualifizierungsmaßnahmen für Mitarbeiter*innen erarbeitet (Antweiler et al. 2024).

Dafür wurde sowohl eine Literaturrecherche sowie Interviews und Workshops mit Expert*innen durchgeführt. So konnten relevante KI-Technologien und Anwendungsfelder identifiziert werden. Insgesamt wurden 80 Kern-Publikationen im Schnittgebiet der Themen »Krankenhaus«, »Digitalisierung« und »Qualifikation« ausgewertet, sowie 25 Expert*innen durch Interviews und Workshop involviert.

Übergreifend identifizierte notwendige Fähigkeiten für Krankenhauspersonal umfassen

- Datenkompetenz,
- Digitale Gesundheitskompetenz,
- Präsenz in digitalen Räumen,
- Interdisziplinarität & -professionalität,
- Qualifizierungen und
- Meta-Skills.

Im Detail beinhalten die Ergebnisse neue und veränderte Aufgabenprofile, identifizierte Synergien und Abhängigkeiten zwischen diesen Profilen sowie die Bedeutung eines umfassenden interdisziplinären und interprofessionellen Austauschs beim Einsatz von KI-basierten Anwendungen im Krankenhaus.

Die identifizierten Aufgabenprofile verteilen sich über die fünf Bereiche

- Data Science,
- Verwaltung & Controlling,
- Strategie,
- Klinisches Personal sowie
- Ethik & Regulatorik.

Alle Profile sind intensiv durch gemeinsame Themen oder Abhängigkeiten miteinander verknüpft (Abbildung 4). Für das Vorgehensmodell hat das Projektteam die Aufgabenprofile auf die Thesen des KI-Readiness-Checks sowie des Smart Hospital-Check abgebildet. Hierzu wurde analysiert, welche (neuen) Rollen die notwendigen Qualifikationen zur Umsetzung einzelner Thesen der Checks abdecken. Dabei kann eine Rolle die Qualifikationsbedarfe mehrerer Thesen abdecken

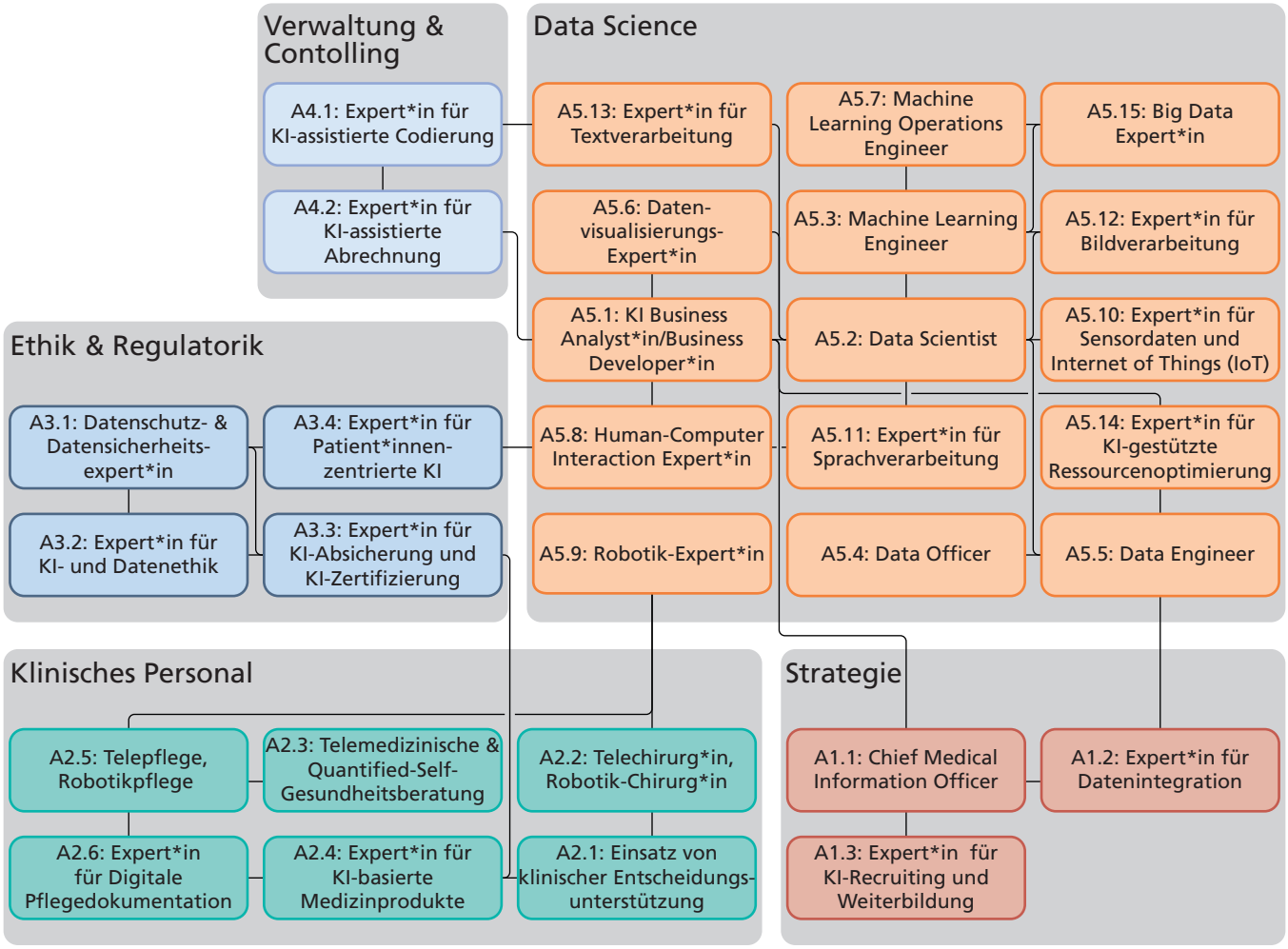

Abbildung 4: Rollenprofile für das Smart Hospital, gegliedert nach unterschiedlichen Bereichen. Quelle: Antweiler et al. 2024

und eine These auch von mehreren Rollen abgedeckt werden. Durch diese Verknüpfung zwischen Thesen und Qualifizierungsbedarfen, kann das Vorgehensmodell automatisiert Vorschläge machen, welche Maßnahmen welche (neuen) Rollen benötigen. Bei dieser Auswertung durch das Vorgehensmodell werden prioritär solche Qualifizierungsbedarfe vorgeschlagen, die es erlauben, eine möglichst große Menge vorgeschlagener Maßnahmen abzudecken. In einer ersten Übersicht werden im Vorgehensmodell hierzu nur die Top 5 Bedarfe je Dimension und Dringlichkeitsstufe dargestellt.

Die ausgegebenen Qualifizierungsbedarfe müssen dann im Rahmen der Roadmapentwicklung in Anforderungen an neue oder angepasste Rollen bzw. Zuständigkeiten überführt werden.

Ein im Projekt entwickeltes Schulungskonzept (Abbildung 5) kann dabei als Grundlage für eine ergänzende Qualifizierungsstrategie dienen. Dabei sollten grundlegende mit spezialisierten Modulen kombiniert werden und gleichzeitig praxisnah und interdisziplinär gestaltet werden.

Der verstärkte Einsatz von KI-Technologien führt zu einer wachsenden Aufgabenkomplexität in vielen Berufen und Fachbereichen. Gleichzeitig entstehen durch KI neue Teamstrukturen, Hierarchien und Arbeitsabläufe. Weiterhin sind Risiken von KI-Systemen zu bedenken und zu kommunizieren, darunter systematische Verzerrungen in Daten, Halluzinationen sowie Automation Bias. Die strategischen Konsequenzen sollten mit relevanten Use Cases abgeglichen werden und im Rahmen eines Change Managements adressiert werden.

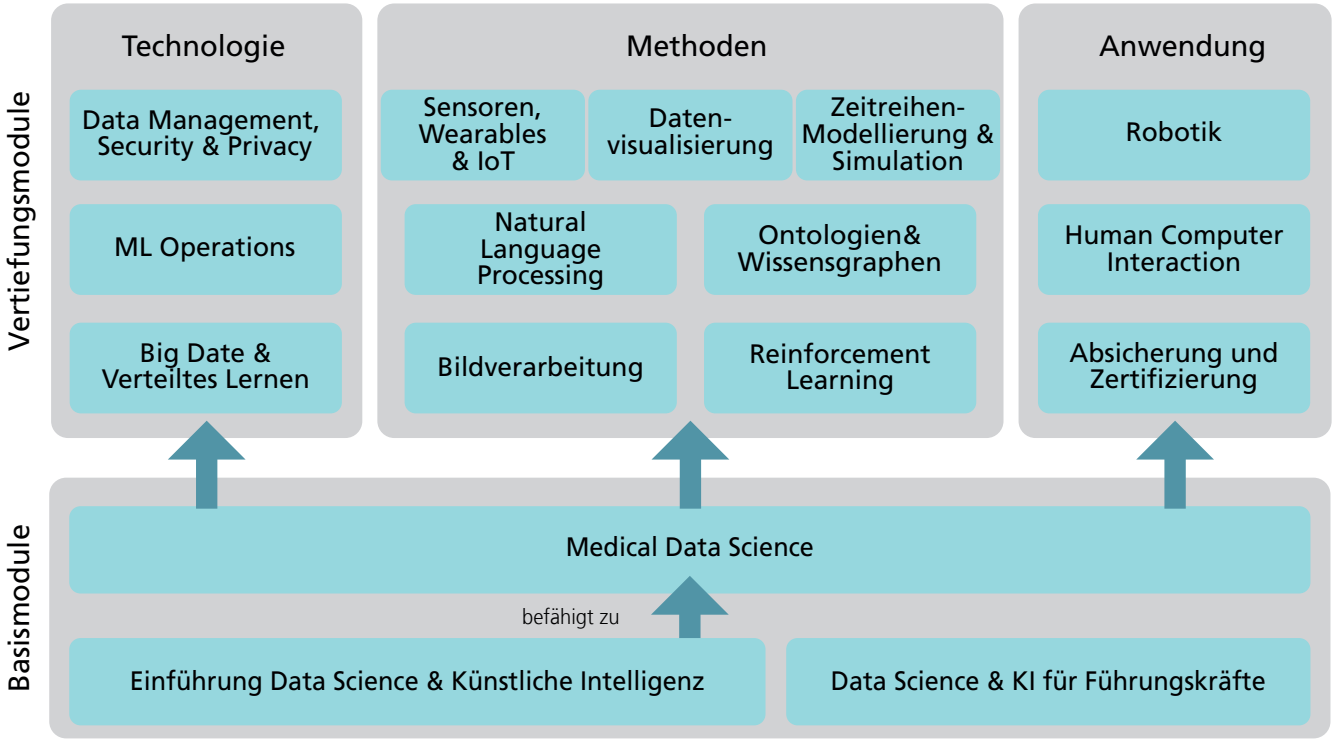

Abbildung 5: Übersicht über ein potenzielles Schulungskonzept für neue Kompetenzen im Smart Hospital. Quelle: Antweiler et al. 2024

Krankenhäuser sollten frühzeitig die digitale Gesundheitskompetenz ihrer Mitarbeitenden stärken – etwa durch Workshops oder Trainingssimulationen. Interprofessionelle Austauschformate und ein unterstützendes Change Management sind entscheidend für den erfolgreichen Einsatz von KI im Krankenhaus.

Der Use Case Katalog

Um zu bestimmen, in welchen Bereichen KI eine messbare Unterstützung bieten kann, wurden für das Vorgehensmodell spezifische Use Cases – über die in SmartHospital.NRW umgesetzten hinaus – für den Einsatz von KI-Technologien identifiziert.

Zu Beginn wurden die projektinternen Use Cases als Ausgangspunkt verwendet. Durch umfangreiche Recherchen wurden weitere Szenarien identifiziert, bis keine neuen mehr hinzugefügt werden konnten. Anschließend wurden diese Szenarien von projektinternen Expert*innen analysiert und zusammengefasst.

Jeder Use Case beinhaltet einen beschreibenden Text, die beteiligten Personengruppen, Voraussetzungen, Ziele und erwartete Effekte. Die Voraussetzungen erläutern, welche Faktoren und Daten für die reale Umsetzung eines Use Cases notwendig sind. In den Zielen und Effekten wird beschrieben, welche Unterstützung der Use Case leistet und welche Auswirkungen zu erwarten sind.

Die identifizierten Use Cases können entlang der gesamten Wertschöpfungskette eines Krankenhauses verortet werden. Die möglichen Anwendungen umfassen verschiedene Datentypen (Bilder, Sprache, Text), betreffen alle Beschäftigungsgruppen (Pflege, Ärzteschaft, Verwaltung) und sind Teil der gesamten Prozesslandschaft. Eine Übersicht der Use Cases, dargestellt in Rechtecken, kann Abbildung 6 entnommen werden.

Die identifizierten Use Cases wurden in ein übersichtliches Steckbriefformat überführt. Der gesamte Use Case Katalog kann auf der SmartHospital.NRW Homepage heruntergeladen werden: https://smarthospital.nrw/self-assessment-tools/

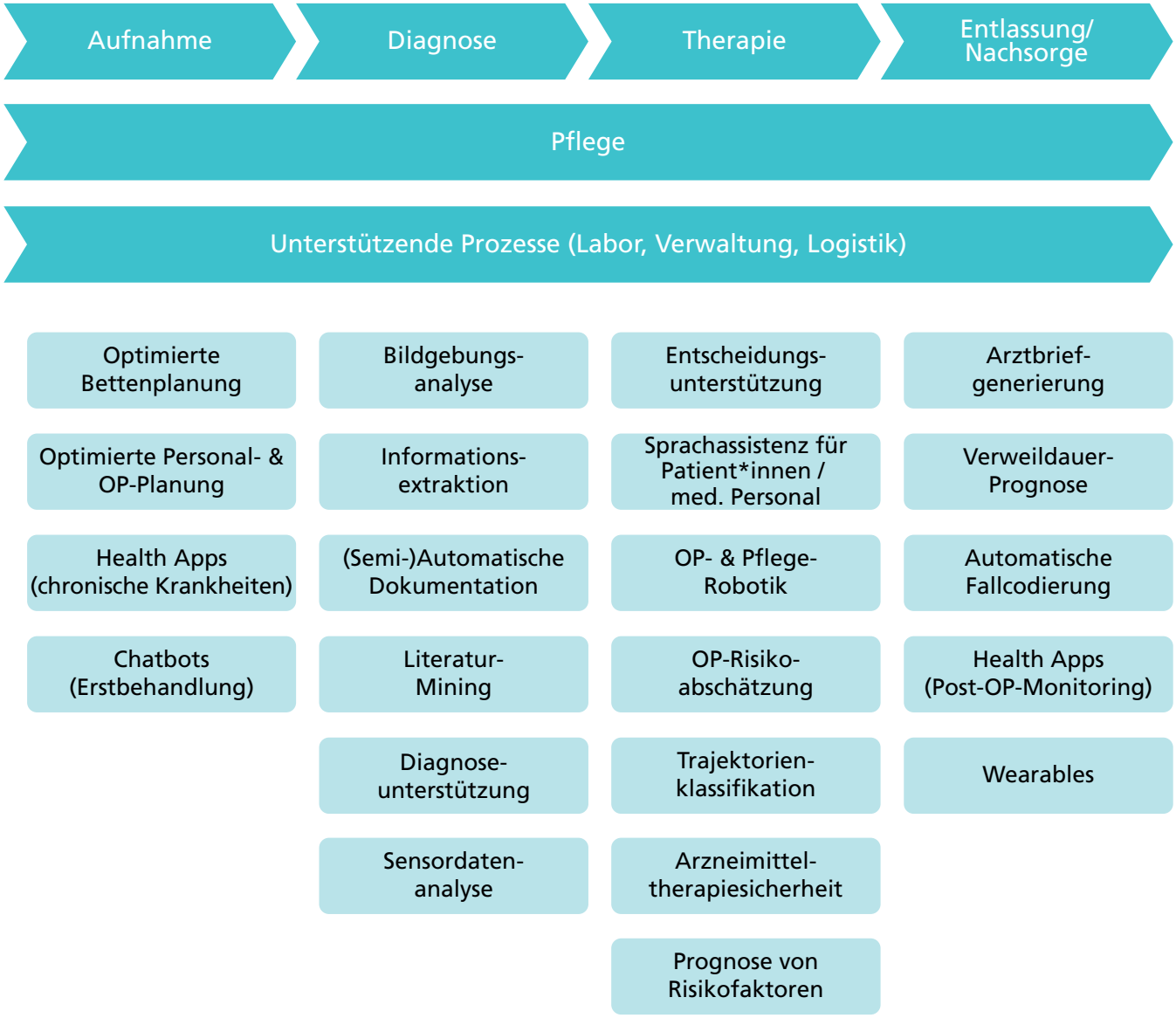

Abbildung 6: Use Case Übersicht entlang der Prozesskette eines Krankenhauses. Quelle: Antweiler et al. 2024

Wie das Vorgehensmodell verwendet wird

Die Anwendung des Vorgehensmodells beginnt mit dem **Ausfüllen des Readiness-Checks und des Smart Hospital-Checks**. Diese beiden Schritte dienen als Grundlage für eine Analyse der Stärken und Schwächen des Krankenhauses im Hinblick auf den Einsatz von KI und die Umsetzung der Smart Hospital Leitprinzipien.

Nachdem die Checks ausgefüllt sind, muss eine **tiefere Analyse der Ergebnisse** erfolgen (siehe Abbildung 7 für eine beispielhafte Darstellung der Scores aus den Checks). Dazu muss zunächst festgelegt werden, ob eine umfangreiche, langfristige Strategie erzeugt werden soll oder ob sich das Krankenhaus aufgrund der vorhandenen Ressourcen auf einen spezifischen Teilbereich konzentrieren möchte – etwa nur eine begrenzte Menge an Dimensionen oder Maßnahmen nur einer Dringlichkeitsstufe. Diese Entscheidung ist entscheidend, um die vorgeschlagenen Maßnahmen des Vorgehensmodells effizient und zielgerichtet umzusetzen. Soll eine umfangreiche, langfristige Strategie erzeugt werden, sollte der Expertenmodus des Vorgehensmodells verwendet

KI-Readiness-Check	
Technik	2
	2
Daten	1
Strategie	1
Sicherheit	2
Smart Hospital-Check	
KI-Durchdringungsgrad	3
Ökosystem	2

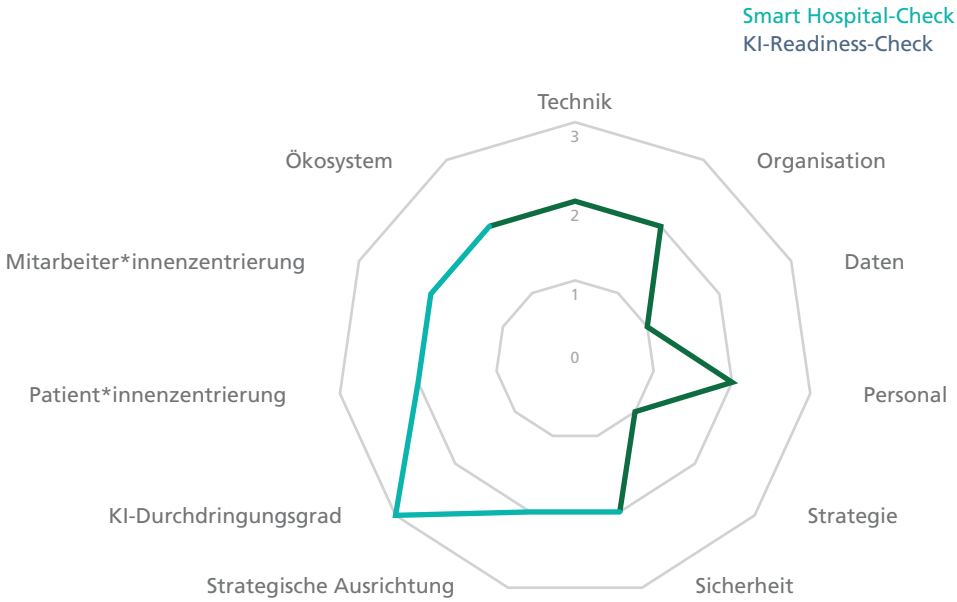

Abbildung 7: Beispiel Scoring der Checks aus dem Vorgehensmodell in den unterschiedlichen Dimensionen. Es wird ersichtlich, dass die Dimensionen »Daten« und »Strategie« aus dem Readiness-Check, Schwachstellen darstellen, während die Dimension »KI-Durchdringungsgrad« des Smart Hospital-Checks eine Stärke darstellt

werden, der alle möglichen Maßnahmen zur Adressierung der Thesen aus den beiden Checks darstellt. Für eine fokussiertere Planung, sollte der Expertenmodus ausgestellt werden, sodass nur Maßnahmen für solche Thesen angezeigt werden, in denen eine vergleichsweise geringe Punktzahl erreicht worden ist.

Im nächsten Schritt muss eine **systematische Durchsicht der vorgeschlagenen Maßnahmen** erfolgen. Dabei müssen die Maßnahmen mit den strategischen Zielen des Krankenhauses und seinen operativen Möglichkeiten abgeglichen werden (verfügbarer Zeitrahmen, Personal, Budget). Hier sollten Maßnahmen auch anhand ihrer Dringlichkeit priorisiert werden, wobei zunächst grundlegende, dann fortgeschrittene und schließlich Expertenmaßnahmen in Betracht gezogen werden sollten. Entscheider*innen des Krankenhauses müssen bei Bedarf weiter priorisieren, indem sie notwendige Ressourcen und existierende Rollen berücksichtigen. Diese Priorisierung und wie sie durchgeführt wird, ist dabei spezifisch für jedes Krankenhaus und die dort existierenden Entscheidungsprozesse und -organe.

Zeitgleich zur Maßnahmenplanung muss der **Qualifizierungsbedarf analysiert** werden. Dies umfasst die Bewertung vorhandener Rollen und die Planung, welche Rollen erweitert oder neu geschaffen werden müssen. Ein begleitender Qualifizierungsplan sollte aufgesetzt werden, um sicherzustellen, dass das Krankenhauspersonal über die notwendigen Fähigkeiten verfügt, um die neuen Technologien effektiv zu nutzen.

Zur Unterstützung dieser Prozesse sollten die bereitgestellten **KI Use Cases durchgesehen** werden. Sie können als Orientierungshilfe und Inspirationsquelle für die Implementierung von KI-Lösungen dienen.

Aus diesen Schritten entsteht eine strategische Roadmap mit klaren Zielen, priorisierten Maßnahmen, einem detaillierten Plan zur Qualifizierung des Personals, und einer Selektion von Use Cases für KI-Anwendungen. Die Umsetzung dieser Roadmap muss durch ein umfassendes und gut durchdachtes Change Management begleitet werden, damit sichergestellt ist, dass sowohl die technischen als auch die organisatorischen und kulturellen Veränderungen erfolgreich adressiert werden und das Krankenhaus zukunftsfähig bleibt.

Validierung der Werkzeuge

Das Vorgehensmodell und alle in ihm vereinten Werkzeuge wurden zunächst gemeinsam mit der Universitätsmedizin Essen und weiteren Projektpartnern entwickelt. Dabei wurde besonders darauf geachtet, dass die Werkzeuge nicht nur theoretisch fundiert, sondern auch praktisch anwendbar sind.

Nachdem diese initiale Entwicklung abgeschlossen war, erfolgte die Validierung der Werkzeuge in drei weiteren Kliniken zusätzlich zur Universitätsmedizin Essen. Ziel dieser Validierung war es, sicherzustellen, dass die Werkzeuge zielgruppengerecht und in der Praxis gut anwendbar sind. Aus diesem Grund wurde Feedback zur Anwendung dazu genutzt, neue Iterationen der Werkzeuge zu erzeugen, bevor sie der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt wurden.

Sowohl Readiness-Check als auch Smart Hospital-Check, wurden inzwischen in weiteren Krankenhäusern verprobt und stießen auf positive Resonanz.

Mit der Veröffentlichung des Vorgehensmodells, hoffen wir nun nicht nur einen vollumfänglichen Werkzeugkasten für die Smart Hospital Transformation zu liefern, sondern auch weiteres Feedback interessierter Krankenhäuser zu erhalten.

Ausblick: Change Management für den nachhaltigen Erfolg

Das Vorgehensmodell wird im Laufe des Projekts um Empfehlungen für ein umfassendes Change Management erweitert, um Krankenhäuser bei ihrer Transformation zum Smart Hospital zu unterstützen.

SmartHospital.NRW führt für eine Vielzahl der adressierten KI-Use Cases begleitende Workshops durch, in denen Entwickler*innen, Krankenhauspersonal, Patient*innen und andere relevante Stakeholder zusammenkommen. In diesen Workshops werden Hindernisse für die Einführung der Use Cases identifiziert und mögliche Lösungsansätze zur Überwindung dieser Hindernisse erarbeitet. Zusätzlich werden diese Workshops mit weiteren Aktivitäten kombiniert, wie der Identifizierung von Geschäftsmodellen, die die nachhaltige Umsetzung der Smart Hospital Strategie unterstützen.

Die gewonnenen Erkenntnisse fließen schließlich in einen Transformationsleitfaden ein, der allgemeine Empfehlungen für die Smart Hospital Transformation enthält und durch konkrete Beispiele aus der Praxis von SmartHospital.NRW ergänzt wird. Der Transformationsleitfaden soll dazu beitragen, dass Krankenhäuser nicht nur die technischen Aspekte der Digitalisierung meistern, sondern auch die organisatorischen und kulturellen Veränderungen erfolgreich bewältigen. Dies umfasst die Förderung eines interdisziplinären Austauschs sowie die Stärkung der digitalen Gesundheitskompetenz der Mitarbeitenden.

Nur durch ein umfassendes und gut durchdachtes Change Management können Krankenhäuser die Potenziale der Digitalisierung voll ausschöpfen und nachhaltig davon profitieren.

Fazit: Nutzen erkennen und Wertschöpfung aktiv gestalten

Die digitale Transformation bietet Krankenhäusern die Chance, ihre Abläufe zu optimieren, die Attraktivität für Fachkräfte zu steigern und den öffentlichen Ruf zu verbessern. Viele reagieren jedoch zu spät und erst auf äußeren Druck, wodurch das volle Potenzial des Wandels oft ungenutzt bleibt. Um dieses Potenzial auszuschöpfen, bedarf es eines systematischen und kontinuierlichen Ansatzes.

Das Vorgehensmodell und seine Werkzeuge unterstützt Sie dabei, Ihre digitale Entwicklung gezielt zu steuern. Es hilft, klare Strategien und Maßnahmen zu identifizieren, die sowohl kurzfristige Erfolge ermöglichen als auch langfristige Transformationen vorantreiben. So können Sie sicherstellen, dass Ihr Krankenhaus Schritt für Schritt die Herausforderungen und Chancen der Digitalisierung meistert.

Unser Vorgehensmodell bietet praktische und validierte Ansätze, die gezielt auf den Krankenhausalltag abgestimmt sind. Es ermöglicht Ihnen, Ihre Fortschritte zu messen und kontinuierlich zu verbessern, ohne dabei den Überblick über Prioritäten zu verlieren.

Nutzen Sie die Möglichkeit, Ihre digitale Transformation strukturiert und vorausschauend anzugehen. So stellen Sie sicher, dass Sie die technologische Entwicklung im Gesundheitswesen nicht nur begleiten, sondern aktiv gestalten.

Referenzen

- Antons, D., Piening, E. P., & Salge, T. O. (2024). The Elites-Mutual-Attraction Effect: How Relative Reputation Influences Employee Flows between Organizations. *Journal of Management Studies*, *61*(4), 1498-1535.

- Antweiler, D., Albiez, D., Bures, D., Hosters, B., Jovy-Klein, F., Nickel, K., ... & Diehl, A. (2024). Einsatz von KI-basierten Anwendungen durch Krankenhauspersonal: Aufgabenprofile und Qualifizierungsbedarfe. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz, 67(1), 66-75.

- Bajwa J, Munir U, Nori A, Williams B. Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. *Future Healthc J*. 2021 Jul;8(2):e188-e194.

- Bures, D., Hosters, B., Reibel, T., Jovy-Klein, F., Schramm, J., Brendt-Müller, J., ... & Diehl, A. (2023). Die transformative Wirkung von künstlicher Intelligenz im Krankenhaus. Die Innere Medizin, 64(11), 1025-1032.

- Kraus, S., Schiavone, F., Pluzhnikova, A., & Invernizzi, A. C. (2021). Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-of-research. *Journal of Business Research*, 123, 557-567.

- Meyer, L. M., Stead, S., Salge, T. O., & Antons, D. (2024). Artificial intelligence in acute care: A systematic review, conceptual synthesis, and research agenda. Technological Forecasting and Social Change, 206, 123568.

- Nickel, K., Milde, K., Kremer, D., Malich, C., Antweiler, D., Reibel, T., ... & Diehl, A. (2022). Bereit für das Smart Hospital?.

- Salge, T. O., Antons, D., Barrett, M., Kohli, R., Oborn, E., & Polykarpou, S. (2022). How IT investments help hospitals gain and sustain reputation in the media: the role of signaling and framing. *Information Systems Research*, *33*(1), 110-130. Salge, T. O., Kohli, R., & Barrett, M. (2015). Investing in Information Systems. *Mis Quarterly*, *39*(1), 61-90.

- Scarbrough, H., & Kyratsis, Y. (2022). From spreading to embedding innovation in health care: Implications for theory and practice. *Health Care Management Review*, *47*(3), 236-244.

- Temath C, Hecker D, Jovy-Klein F, Lange M, Paass G, Voß A, et al. Moderne Sprachtechnologien. *Fraunhofer IAIS*. 2021.

- Topol EJ. (2019) High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25:44–56.

- Veldhuis LI, Woittiez NJC, Nanayakkara PWB, Ludikhuize J. Artificial Intelligence for the Prediction of In-Hospital Clinical Deterioration: A Systematic Review. *Critical Care Explorations*. 2022;4:e0744.

- Werner JA, Forsting M, Kaatze T, Schmidt-Rumposch A. Smart Hospital: digitale und empathische Zukunftsmedizin. MWV *Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG*; 2020.

- Werner, J. A., Kaatze, T., & Schmidt-Rumposch, A. (Eds.). (2022). Green Hospital: Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung im Krankenhaus. MWV.

Impressum

Herausgeber
Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS
Schloss Birlinghoven 1
53757 Sankt Augustin

www.iais.fraunhofer.de

Layout und Satz
Asra-Soraya Neumeister und Achim Kapusta, Fraunhofer IAIS

Coverbild
© ZeNDaY - stock.adobe.com

November 2024

www.ki.nrw