



# Bereit für das Smart Hospital?

Werkzeuge zur Unterstützung  
der digitalen Transformation  
für Krankenhäuser



# Grußwort Ministerin Mona Neubaur

Liebe Leserinnen und Leser,

digitale Technologie prägt weite Teile unseres Alltags. Wir wissen und erfahren, dass sie unser Leben erleichtern kann. Das Potenzial für weitere Anwendungen zum Wohle der Menschen ist groß. Der nächste Entwicklungsschritt besteht darin, Daten, die bei digitalen Prozessen produziert und erfasst werden, nicht nur isoliert zu betrachten, sondern aus ihnen zu lernen und Muster zu erkennen. Das ist die Aufgabe von Künstlicher Intelligenz (KI).

Viele Bereiche in Wirtschaft und Gesellschaft haben das Potenzial der Querschnittstechnologie KI bereits erkannt. Auch das Land Nordrhein-Westfalen engagiert sich für zahlreiche KI-Projekte an der Schnittstelle zwischen Forschung und Wirtschaft. Diese Leuchtturmprojekte »made in NRW«, für die KI.NRW die Schirmherrschaft übernimmt, sollen nicht nur den Technologietransfer fördern, sondern auch breitflächig Kompetenzen aufbauen, die anschließend am Standort gehalten werden, um Arbeitsplätze zu schaffen und die Wertschöpfung nachhaltig in der Region zu verankern.

Es gibt kaum einen Bereich, in dem Datenerfassung und -verarbeitung so direkt und individuell auf den Menschen zielen wie im Gesundheitswesen. Unsere Krankenhäuser sind der zentrale Ort, an dem gesundheitsrelevante Daten zusammenkommen und unmittelbarer Nutzen für die Patientinnen und

Patienten geschaffen werden kann. Der Begriff »Smart Hospital« steht für die Vision eines zukunftsfähigen Krankenhauses, das moderne digitale Technologien zum Zwecke einer hochwertigen individuellen Versorgung einsetzt.

Wir sind von dieser Vision überzeugt und fördern als Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie das im Jahr 2021 gestartete Projekt *SmartHospital.NRW*. Die Universitätsmedizin Essen agiert dabei als Konsortialführerin und klinische Partnerin. Ein Schwerpunkt des Projekts, das zusammen mit den Fraunhofer-Instituten IAIS und MEVIS, der RWTH Aachen, der TU Dortmund, der GSG Consulting GmbH sowie der m.Doc GmbH durchgeführt wird, ist die Entwicklung von Tools, mit denen Krankenhäuser ihren Status quo sowie passgenaue Maßnahmen für die Transformation zu einem Smart Hospital ermitteln können. Das vorliegende Whitepaper stellt die bisher entwickelten Tools kompakt vor.

Bei der Lektüre und bei der Umsetzung von KI-Projekten, die Leben und Gesundheit unserer Bürgerinnen und Bürger verbessern helfen, wünsche ich viel Freude und Erfolg.



© Land NRW. 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 möchten wir als Konsortium die Potenziale von KI in der Medizin weiterentwickeln und diese für Krankenhäuser greifbarer machen. Dazu werden zum einen konkrete KI-Anwendungen aus den Technologiefeldern Textverarbeitung, Spracherkennung und Sensordatenanalyse exemplarisch für unterschiedliche Einsatzbereiche entwickelt, darunter vor allem Pflege und Diagnostik. Zum anderen beschäftigen wir uns mit KI-Reife sowie mit Kriterien der Zukunftsfähigkeit von Krankenhäusern: Welche Wege könnte bzw. müsste man hierzu beschreiten? Welche Voraussetzungen der technischen Infrastruktur müssen vorliegen? Welche Qualifizierungsmaßnahmen benötigt das Personal zur Anwendung von KI-basierten Systemen? Welche Innovationen sind nachhaltig integrierbar auf dem Weg zum Smart Hospital?

Dazu haben wir als ersten Schritt einen »KI-Readiness-Check« als Selbsttest für Krankenhäuser entwickelt. Mit dem hier vorliegenden Whitepaper präsentieren wir den KI-Readiness-Check und stellen auf kompakte und leicht verständliche Weise dessen Inhalte und Anwendungspotenziale vor.

Im ersten Abschnitt wird zunächst der aktuelle Stand der Digitalisierung im Gesundheitswesen

erläutert und unsere Arbeiten werden in diesen spezifischen Kontext eingebettet. Denn obwohl die Pandemie bisher als eine Art Katalysator für die Digitalisierung in der Medizin wirkte, zeigt die Praxis, dass hier noch viel Verbesserungspotenzial besteht. Anschließend werden die Begrifflichkeit und unser Verständnis eines Smart Hospitals als Modell eines zukunftsfähigen Krankenhauses aufgezeigt. Im Hauptteil des Whitepapers folgen die Beschreibungen der Methodik sowie die Inhalte des KI-Readiness-Checks. Zusätzlich sind Ergebnisse erster Realerprobungen integriert, um die Anwendbarkeit und die erzielten Benefits zu unterstreichen. Abschließend erfolgt ein Ausblick auf das gesamte Vorgehensmodell, das im Rahmen des Projekts basierend auf dem KI-Readiness-Check entwickelt wird. Dies soll vor allem passgenaue und notwendige Schritte und Maßnahmen beinhalten, die ein Krankenhaus zur Entwicklung in Richtung eines Smart Hospitals konkret benötigt.

Wir Autorinnen und Autoren wünschen Ihnen zunächst viel Spaß bei der Lektüre und freuen uns auf eine rege Diskussion der vorgestellten Inhalte.



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 Künstliche Intelligenz (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 MWIDE 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](mailto:info-kinrw@iais.fraunhofer.de)

# Die Autorinnen und Autoren



Dr. Kilian Nickel  
Fraunhofer IAIS



Thomas Reibel  
RWTH Aachen



Katharina Milde  
Fraunhofer IAIS



Florian Jovy-Klein  
RWTH Aachen



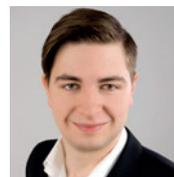
Dr. Dustin Kremer  
Fraunhofer IAIS



Dr. Jil Sander  
Universitätsmedizin Essen



Christine Malich  
Fraunhofer IAIS



Dominik Bures  
Universitätsmedizin Essen



Dario Antweiler  
Fraunhofer IAIS



Dr. med. Anke Diehl  
Universitätsmedizin Essen



# 1 Inhalt

<b>1</b>	<b>Herausforderungen von Krankenhäusern im deutschen Gesundheitswesen.....</b>	<b>8</b>
1.1	Das Krankenhaus als Akteur im deutschen Gesundheitswesen .....	8
1.2	Digitalisierung im Gesundheitswesen .....	10
1.3	Die Bedeutung von KI im Krankenhaus der Zukunft .....	11
<b>2</b>	<b>Das Smart Hospital .....</b>	<b>13</b>
2.1	Was ist ein Smart Hospital? .....	13
2.2	Das Projekt »SmartHospital.NRW« .....	14
2.3	KI-Anwendungen in der Medizin.....	15
<b>3</b>	<b>Der KI-Readiness-Check .....</b>	<b>16</b>
3.1	Motivation .....	16
3.2	Phasen der KI-Entwicklung.....	17
3.3	Entstehung .....	18
3.4	Aufbau und Ablauf .....	19
3.5	Auswertung .....	21
3.6	Realerprobung .....	22
<b>4</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>25</b>

# 1 Herausforderungen von Krankenhäusern im deutschen Gesundheitswesen

Gerade einmal zehn Prozent der Krankenhäuser in Deutschland beurteilen, basierend auf den Umfrageergebnissen des Krankenhausbarometers 2021 (DKI 2021), ihre wirtschaftliche Lage positiv. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich die Einschätzung somit weiter verschlechtert (DKI 2020). Auch für 2022 ist eine Verbesserung der Situation nicht zu erwarten. Eine Herausforderung besteht demzufolge darin, Lösungen für eine größere Wirtschaftlichkeit zu finden. Einsparungen sind insbesondere im Gesundheitswesen in der Regel negativ konnotiert und u. a. mit Stellenstreichungen sowie der Schließung oder Zusammenlegung von ganzen Krankenhäusern verbunden. Optimierungen finanzieller Art müssen aber nicht zwangsläufig zulasten des Krankenhauspersonals, des Patient\*innenkomforts oder des Behandlungsergebnisses gehen.

Die Digitalisierung kann in diesem Zusammenhang einen entscheidenden Einflussfaktor darstellen. Durch nachhaltige Digitalisierungsstrategien können die Effizienz gesteigert, die Kosten gesenkt und die Patient\*innenversorgung verbessert werden. Fortschrittliche Technologien können hier als Ansatz dienen und neue Impulse setzen. So werden schon heute Operationen sowie Diagnosen anhand von Bildern durch Anwendungen mit Künstlicher Intelligenz (KI) unterstützt. Neben einer Arbeitsentlastung kann auf diese Weise zusätzlich die Qualität der Behandlung erhöht und Fehleinschätzungen verringert werden. Der Einsatz von KI-Anwendungen basierend auf Krankenhaus-Daten setzt die Verfügbarkeit und Integration dieser voraus. Dies ist ein wichtiger Teilaspekt des Digitalisierungsgrades

eines Krankenhauses. Der Digitalisierungsgrad in den deutschen Krankenhäusern ist allerdings sehr heterogen und aktuell einem starken Wandel unterzogen.

## 1.1 Das Krankenhaus als Akteur im deutschen Gesundheitswesen

Die Ursachen für den heterogenen Digitalisierungsgrad in Krankenhäusern sind u. a. strukturell bedingt. So organisieren sich die Akteure im deutschen Gesundheitswesen nach dem sogenannten Selbstverwaltungsprinzip: Der Bund gibt zwar die gesetzlichen Rahmenbedingungen vor (SGB-V 2022), die konkrete Gesundheitsversorgung wird aber an die verschiedenen Träger des Gesundheitswesens delegiert. Die Akteure aufseiten der Kostenträger sind, bezogen auf die laufenden Kosten, die Verbände der Krankenkassen und der GKV-Spitzenverband. Die Investitionsfinanzierung der Krankenhäuser erfolgt durch das jeweilige Bundesland. Auf der Seite der Leistungserbringer befinden sich die Kassen(zahn-)ärztlichen Vereinigungen sowie die Krankenhausgesellschaften. Letztere fungieren als Stimme der Krankenhäuser in Form eines Interessenverbandes. Die Krankenhausplanung wird, neben der Sicherstellung der Versorgung, durch die Landesgesetze geregelt. Die Ausgestaltung der Krankenhauslandschaft eines Bundeslandes wird dementsprechend durch diverse Akteure geprägt (BMG 2022, Ambos 2022).

## Zahlen und Fakten zu Krankenhäusern in NRW:

- 337 Krankenhäuser in Betrieb
- Ca. 115.000 Betten
- 6,4 Betten je 1.000 Einwohner (Bundesdurchschnitt: 5,9; Platz 6 von 16)

## Trägerschaft:

- 22,9 % öffentlich
- 62,6 % freigemeinnützig
- 14,5 % privatwirtschaftlich

Bezogen auf das Jahr 2020 (Destatis 2022).

## Entwicklungen in der Krankenhauslandschaft in Deutschland

Zwischen 1991 und 2020 wurde jedes fünfte Krankenhaus in Deutschland geschlossen. Im gleichen Zeitraum hat sich die Zahl der verfügbaren Betten um ca. ein Viertel verringert.

Waren in der Bundesrepublik im Jahr 1991 noch 46 % aller Krankenhäuser in **öffentlicher Hand**, waren es 2020 nur noch 28,9 %. Im gleichen Zeitraum ist die Zahl der **privatwirtschaftlichen Krankenhäuser** von 14,8 % auf 38,5 % angestiegen. **Freigemeinnützige Krankenhäuser** hatten 1991 einen Anteil von 39,1 %. Dieser Anteil ist bis 2020 auf 32,6 % gesunken und ist damit im Vergleich relativ stabil (Destatis 2022).

Hinzu kommt eine stetig steigende Fallzahl, deren Ursache wohl eine Mischung aus gesteigener Nachfrage, gestiegenem Angebot und demographischem Wandel ist (Klauber et al. 2020).

## 1.2 Digitalisierung im Gesundheitswesen

Die Zukunftsvision smarter Krankenhäuser wird bereits heute von vielen Seiten vorangetrieben. Die Heterogenität der Akteure im gesamten Gesundheitswesen zeigt sich allerdings auch in den stark schwankenden Reifegraden der jeweiligen Akteure und den damit verbundenen Einsatzmöglichkeiten von digitalen Technologien. Während Maximalversorger bereits den Produktiveinsatz von Spitzentechnologien wie Künstlicher Intelligenz und Telehealth sogar in OP-Situationen mittels 5G erproben, nähern sich Patient\*innen, Versicherer und Fachärzt\*innen gleichermaßen einer nun erst beginnenden Vernetzung und Digitalisierung an. Letztere besteht beispielsweise in der Etablierung der elektronischen Patientenakte, der Telematikinfrastruktur, Telekonsilen und anderen digitalen Gesundheitsanwendungen, die in die Versorgungslandschaft nur sukzessiv eingebettet werden können (McKinsey 2021).

Eine 2020 erhobene Studie der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Deloitte mit 1.800 teilnehmenden Mediziner\*innen und medizinischen Fachkräften fand heraus, dass lediglich die Krankenakte und der Dienstplan als digitale Lösungen in Kliniken und Praxen verbreitet im Einsatz sind. Der Bereich Telemedizin wird von nicht einmal einem Drittel der befragten Personen genutzt. Bei elektronischen Rezepten, KI, Robotik oder Virtual Reality (VR) sind es teilweise weniger als 13 Prozent (Deloitte 2020).

Um den Fortschritt der Digitalisierung in Krankenhäusern zu messen, legte der Gesetzgeber im Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG) fest, dass dies über ein Reifegradmodell geschehen soll.

Dieses Vorgehen ist bereits in anderen Ländern üblich (Klauber et al. 2020). In Folge wurde das Konsortium »DigitalRadar« damit beauftragt, ein entsprechendes Modell in Deutschland zu entwickeln. Dieses Modell basiert im Wesentlichen auf dem Electronic Medical Records Adoption Model (EMRAM) und berücksichtigt darüber hinausgehende Gesetzesvorgaben. An der ersten Reifegradmessung haben 1.624 Krankenhäuser teilgenommen (DigitalRadar 2022). Dies entspricht ca. 85 % der insgesamt 1.903 Krankenhäuser, die vom statistischen Bundesamt erfasst werden (Destatis 2022). Die Ergebnisse der ersten Erhebung zeigten auf, dass die Krankenhäuser im Durchschnitt 33,3 von maximal 100 erreichbaren Punkten erzielen (bei einer Standardabweichung von 10,2) (DigitalRadar 2022). Diese Erhebung ist die erste systematische und repräsentative Reifegradmessung in Deutschland.

Demnach ist die Digitalisierung der deutschen Krankenhäuser nicht nur deutlich ausbaufähig, sondern muss bedarfs- und kapazitätsgerecht homogenisiert werden. Neben unzureichenden Investitions- und Fördermaßnahmen (DKG 2021) sowie dem Fehlen einer bundesweiten Digitalisierungsstrategie erschweren auch strukturelle Herausforderungen durch die große Anzahl an Akteuren mit jeweiligen Aufgabenfeldern (Ärzteblatt 2022) und gestiegene Sicherheitsanforderungen die Digitalisierung von Krankenhäusern.

Warum beschäftigen sich dann Kliniken überhaupt mit Spitzenforschung wie Künstlicher Intelligenz, wenn der eigene Reifegrad der Digitalisierung noch ausbaufähig ist? Im folgenden Abschnitt finden Sie einen Überblick über die Bedeutung von KI für die künftige Krankenhauslandschaft.

## 1.3 Die Bedeutung von KI im Krankenhaus der Zukunft

Künstliche Intelligenz ist im medizinischen Kontext weit mehr als nur ein zusätzliches Werkzeug für die Behandlung von Patient\*innen. Es ist nach unserem Verständnis eine Technologie mit dem Potenzial, die Krankenhauslandschaft in Deutschland nachhaltig zu prägen. Durch sie können große Mengen an Daten in Wert gesetzt werden, um schlussendlich besser behandeln zu können, aber auch um neue Verfahren zu entwickeln und unbekannte Zusammenhänge zu erschließen.

Die Einsatzmöglichkeiten sind äußerst vielseitig: Ein zentrales Anwendungsgebiet ist die KI-gestützte Bilderkennung (Computer-Aided Detection) in der Röntgendiagnostik. Hierbei können KI-Modelle beispielsweise gutartige und bösartige Läsionen in Mammografie-Aufnahmen erkennen und klassifizieren (Ribli et al. 2018).

Eine weitere zentrale Fähigkeit von KI ist es, menschliche Sprache – gesprochen oder geschrieben – zu verstehen und zu interpretieren. Dies kann auf verschiedenste Weise in Anwendungen integriert werden, vom einfachen Sprachdiktat über Chatbots bis zum sprachgesteuerten Assistenzsystem. Ein semantisches Textverständnis ermöglicht es auch, große Mengen an Befunden oder Fachliteratur nach relevanten Informationen zu durchsuchen.

Bestimmte KI-Modelle wie rekurrente Neuronale Netzwerke eignen sich für die Verarbeitung von zeitlichen Datenströmen, wie sie z. B. in der Intensivmedizin in großem Stil entstehen. Hiermit können beispielsweise Aufenthaltsdauer, Mortalität und Risikofaktoren vorhergesagt werden (Gutierrez 2020).

Die Fähigkeiten von KI-Anwendungen erstrecken sich über ein Spektrum, das sich grob in die Aspekte Wahrnehmen, Verstehen, Handeln und Lernen aufteilen lässt. Je nach Anwendungsfall sind die Fähigkeiten unterschiedlich ausgeprägt oder in Kombination im Einsatz. Systeme, die primär

Handlungsempfehlungen aussprechen, werden als »Entscheidungsunterstützungssysteme« bezeichnet (Clinical Decision Support Systems).

Nicht nur im medizinischen und pflegerischen Umfeld gibt es Potenziale für KI, sondern auch in der Verwaltung, dem Controlling sowie in der logistischen Steuerung von Ressourcen. Hier kann KI beispielsweise helfen, optimale Allokationen zu berechnen, Abrechnungen zusammenzustellen sowie Lieferketten zu analysieren.

Der Einsatz einer KI-Anwendung ist an andere Entwicklungen im Krankenhaus gekoppelt. So können sie weitreichende Digitalisierungsmaßnahmen notwendig machen bzw. initiieren. Auch die Verfügbarkeit und Integration von Daten sind zentrale Voraussetzungen, die eigener Maßnahmen bedürfen.

Das alles geschieht unter den oftmals konkurrierenden Zielen der langfristigen Kostensenkung, Qualitätssteigerung und besseren Zeitnutzung. Die Chancen, welche mit der Nutzung von KI im Gesundheitswesen verbunden sind, werden von einer Mehrheit in der deutschen Gesellschaft bereits als solche wahrgenommen. In einer repräsentativen Befragung des Digitalverbands Bitkom aus dem Jahre 2020 gaben 75 Prozent der befragten Bürger\*innen an, dass sie sich den Einsatz von KI in der Pflege wünschen. Auch in der Medizin hält eine Mehrheit von 67 Prozent die Nutzung von KI für wünschenswert (Bitkom 2020).

Trotz der großen gesellschaftlichen Befürwortung für den Einsatz von KI ist ihre tatsächliche Nutzung in deutschen Krankenhäusern noch nicht sehr verbreitet. Wie bereits in der Studie von Deloitte angesprochen, gaben dort lediglich 7 Prozent der befragten Ärzt\*innen und Pfleger\*innen in Deutschland an, in ihrer Organisation mit KI zu arbeiten. Damit wäre KI weit weniger verbreitet als fast alle anderen digitalen Technologien, die in der Studie unterschieden werden (Deloitte 2020, S. 20). Die Spracherkennung, die in der Studie als eigene Technologie neben KI aufgeführt wird, wird immerhin von 26 Prozent der Befragten genutzt.

Gemäß unserer Definition zählt die Spracherkennung als KI-Anwendungsfall, also können wir daraus schließen, dass zumindest gut ein Viertel der Befragten KI nutzt. Dies zeigt allerdings auf, dass der Begriff »KI« als Technologiebezeichnung schwierig zu greifen ist. Es ist hilfreicher, von konkreten Anwendungsfällen bzw. von entsprechenden Gruppen dieser zu sprechen, wie z. B. der klinischen Entscheidungsunterstützung.

Vor allem im Kontext des Krankenhauses, in dem beispielsweise mit sensiblen Patient\*innendaten gearbeitet wird und Behandlungsprozesse Einfluss auf das Wohlergehen der Patient\*innen haben, werden entsprechend hohe Sicherheitsanforderungen an die Systeme zur technischen Unterstützung gestellt. Mögliche Risiken der Anwendung von KI in diesem Kontext müssen daher so gering wie möglich gehalten werden. Entsprechende allgemeingültige Standards und Richtlinien sind jedoch bisher noch nicht etabliert. Im Bezug zu KI sollten sowohl bei Entwicklung, Einführung als auch Nutzung Anforderungen zur Vertrauenswürdigkeit erfüllt werden (Cremers et al. 2019). Im KI-Prüfkatalog (Poretschkin et al. 2021) wurden beispielsweise Kriterien zur Vertrauenswürdigkeit von KI zusammengestellt. Dabei wird aufgezeigt, dass Anforderungen an die Vertrauenswürdigkeit der KI in den Dimensionen Fairness, Autonomie und Kontrolle, Transparenz, Verlässlichkeit, Sicherheit und Datenschutz beachtet werden sollen.

Mit dem 2020 in Kraft getretenen Krankenhaus-zukunftsgesetz (KHZG) hat die damalige Bundesregierung ein Investitionsprogramm für die digitale Modernisierung der Krankenhäuser in Deutschland geschaffen. Dazu gehören auch KI-gestützte Anwendungen wie sprachbasierte Dokumentationssysteme und die teilautomatisierte klinische Entscheidungsunterstützung (KHZG, § 19 Abs. 1 Nr. 2-4). KI bietet in diesen Bereichen besondere Chancen, weshalb das KHZG als Treiber für die Nutzung von KI in deutschen Krankenhäusern fungieren kann.

Auch die Gründung wissenschaftlicher Institute, in denen KI mit medizinischen Disziplinen verbunden wird, treibt die Entwicklung der KI im Krankenhaussektor an. Beispielhaft für diese Entwicklung ist das 2019 gegründete Institut für Künstliche Intelligenz in der Medizin (IKIM) an der Universitätsmedizin Essen (UME). Das Institut gilt als eines der ersten seiner Art in Deutschland und ist als Teil der Medizinischen Fakultät der Universität Duisburg-Essen in ein exzellentes wissenschaftliches Umfeld eingebettet. Das IKIM hat sich zum Ziel gesetzt, die Potenziale, die im Zusammenspiel zwischen Künstlicher Intelligenz und Medizin bestehen, wissenschaftlich zu analysieren und weiterzuentwickeln. Neben einer modernen medizinischen Ausbildung soll auch die Patient\*innenversorgung von den Innovationen profitieren. So können neue Therapieformen zum Wohl der Menschen eingesetzt werden (IKIM 2022).

# 2 Das Smart Hospital

## 2.1 Was ist ein Smart Hospital?

Das Konzept »Smart Hospital« steht für ein zukunftsfähiges Krankenhaus, das moderne digitale Technologien zum Zwecke einer hochwertigen individuellen Versorgung einsetzt. Im Mittelpunkt stehen dabei die Patient\*innen, die eine partizipative Rolle im Behandlungsprozess einnehmen. Diese drückt sich beispielsweise durch eine umfassende Aufklärung durch die behandelnden Ärzt\*innen aus, aber auch durch die Hoheit über die eigenen Daten und den stärkeren Einsatz von therapiebegleitender Dokumentation durch die Patient\*innen selbst (Patient-Reported Outcomes).

Im Rahmen der Behandlung wird die individuelle Gesundheits- und Krankengeschichte der Patient\*innen ausführlich erfasst. Hierzu gehören insbesondere auch Daten, die außerhalb des Krankenhauses erhoben wurden, wie z. B. von niedergelassenen Fachärzt\*innen und anderen Leistungserbringern, aber auch solche Daten, die über Sensoren oder Apps unmittelbar von den Patient\*innen kommen. Die Verknüpfung und Analyse von Gesundheitsdaten aus dem ambulanten, stationären und poststationären Bereich ermöglichen eine präventive, präzise und personalisierte Medizin. Durch die Zusammenführung von Befunden, (Pflege-) Maßnahmen und Gerätedaten in einer elektronischen Patientenakte können z. B. Tools für eine verbesserte Diagnose- und Therapie-Entscheidungsunterstützung geschaffen sowie Dokumentationsarbeiten verringert werden. Dieses Vorgehen kann das Fachpersonal zusätzlich von vor allem fachfremden oder sekundären Tätigkeiten entlasten, so dass es sich verstärkt seinem hauptsächlichen Aufgabenfeld widmen kann (Werner et al. 2020).

Die Menschenzentriertheit des Smart Hospitals schließt neben Patient\*innen und dem Krankenhauspersonal auch die Angehörigen mit ein, für die ebenfalls über neue und bessere Prozesse nachgedacht wird.

Auch auf der zeitlichen Ebene endet der Horizont des Smart Hospitals nicht mit der Entlassung, sondern er berücksichtigt die vor- und nachgelagerten Versorgungsstufen. Dieser Aspekt drückt sich in erster Linie durch ein sektorübergreifendes Datenmanagement aus, welches niedergelassene Fachärzt\*innen und andere Akteure des (ambulanten) Gesundheitswesens einbezieht.

Dazu müssen allerdings geeignete Standards mit dazugehörigen technischen Lösungen und IT-Infrastrukturen zur Verfügung stehen. Hierbei sind die Verwendung internationaler Standards und Nomenklaturen von großer Bedeutung sowie Initiativen auf nationaler Ebene, wie beispielsweise die Medizininformatik-Initiative. Ziel ist die stärkere Vernetzung zwischen Krankenhäusern und anderen Sektoren des Gesundheitswesens, um die Qualität der Patient\*innenversorgung zu verbessern und um Mehrfachuntersuchungen zu vermeiden. Hier ist es sogar möglich, dass unter Hinzunahme von telemedizinischen Lösungen, Apps, digitalen Gesundheits- bzw. Pflegeanwendungen (DiGAs bzw. DiPAs) einzelne Behandlungsprozesse und Rehabilitationsschritte in den ambulanten Sektor verlegt werden. Das kann dazu beitragen, dass Liegezeiten verkürzt, Kosten gesenkt und medizinisches Fachpersonal weiter entlastet würde (Werner et al. 2020).

Insgesamt ist das Smart Hospital gekennzeichnet durch einen hohen Digitalisierungsgrad und den konsequenten Einsatz von innovativen und modernen Technologien. Hierzu zählen neben der Schlüsseltechnologie KI, auch Robotik, 3D-Druck, virtuelle und erweiterte Realität (Augmented Reality), Wearables sowie vernetzte medizinische Geräte.

Im Fokus stehen der Mensch und die Ermöglichung einer sich stetig weiterentwickelnden empathischen Zukunftsmedizin (Werner et al. 2020).

## 2.2 Das Projekt »SmartHospital.NRW«

### 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, der RWTH Aachen, der TU Dortmund, der GSG Consulting 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>



## 2.3 KI-Anwendungen in der Medizin

### Was sind KI-Anwendungen?

Unter KI-Anwendungen fassen wir hier digitale Anwendungen zusammen, die mindestens eine der folgenden Eigenschaften besitzen:

- Sie extrahieren Informationen aus großen Datenmengen (Vorhersagen, Muster, Clustering, ...).
- Sie simulieren kognitive Fähigkeiten des Menschen (Texte und Sprache verstehen, Dialoge führen, Bilder erkennen, logisches Schlussfolgern, ...).
- Sie können Handlungsempfehlungen aussprechen.
- Sie können komplexe Daten generieren (Texte, Bilder, Sprache, Video, ...).
- Sie können mit neuen, unbekanntenen Daten arbeiten und aus diesen lernen.

### Semantische Dokumentenerkennung

Informationen aus unstrukturierten Arztbriefen können durch eine KI-Anwendung semantisch korrekt erfasst und zukünftig strukturiert z. B. in einer elektronischen Akte abgelegt werden. Von dort aus können sie für die semi-automatisierte Erstellung von Arztbriefen genutzt werden.



© pch.vector/freepik.com & KI.NRW

### Sprachassistent im Krankenhaus

Stationär aufgenommene Patient\*innen können sich per sprachgesteuertem KI-Assistenten über bevorstehende Untersuchungen oder Kantinenpläne im Krankenhaus informieren und mit dem Personal in Kontakt treten. Ärzt\*innen können beispielsweise in der Angiographie mittels Sprachkommandos Objekte steril steuern.



© pch.vector/freepik.com & KI.NRW

### Sensorbasierte Risikofaktorbestimmung in der Pflege

Eine KI-Anwendung bestimmt anhand der Daten von u. a. auf Matratzen aufliegenden Drucksensoren bestimmte Risikofaktoren für Patient\*innen wie Sturzgefahr, Dekubitus (Wundliegen) oder Delirium und unterstützt somit das Pflegepersonal. Bei Lungenerkrankungen können Sensordaten wie Atemzugvolumen und Atemfrequenz zur Risikobestimmung von Pneumonien und zur Beobachtung des Behandlungsverlaufs benutzt werden.



© pch.vector/freepik.com & KI.NRW

# 3 Der KI-Readiness-Check

## 3.1 Motivation

Eines der Hauptanliegen im Projekt SmartHospital.NRW ist es, Krankenhäuser bei dem Einsatz von KI-Anwendungen und bei der langfristigen Transformation zu einem Smart Hospital zu unterstützen. Für diesen Zweck entwickeln wir eine Reihe von Werkzeugen, die zusammen als Vorgehensmodell bezeichnet werden (siehe Abbildung 1).

Der Transformationsprozess einer Organisation ist die Summe von kleineren (und größeren) Projekten mit jeweils eigener Zielsetzung, Planung und Priorität. Das Vorgehensmodell soll dabei unterstützen, neue Projekte auszuwählen und auszugestalten.

Hier unterscheiden wir grundsätzlich drei Schritte:

1. Assessment
2. Priorisierung
3. Planung

Mit Assessment sind die Erfassung und Bewertung des eigenen Status quo gemeint. Es bietet die Grundlage, um zu entscheiden, an welchen Stellen Verbesserungsbedarf besteht. Bei der Priorisierung werden die verschiedenen Stoßrichtungen miteinander verglichen und nach ihrer Wichtigkeit für den Gesamtbetrieb bewertet. Als nächster Schritt folgt die Planung der Maßnahmen in Form von Roadmaps, Projektplänen etc. Alle diese Schritte werden durch die Hilfsmittel des Vorgehensmodells unterstützt. Die erste Komponente hierbei ist der KI-Readiness-Check.

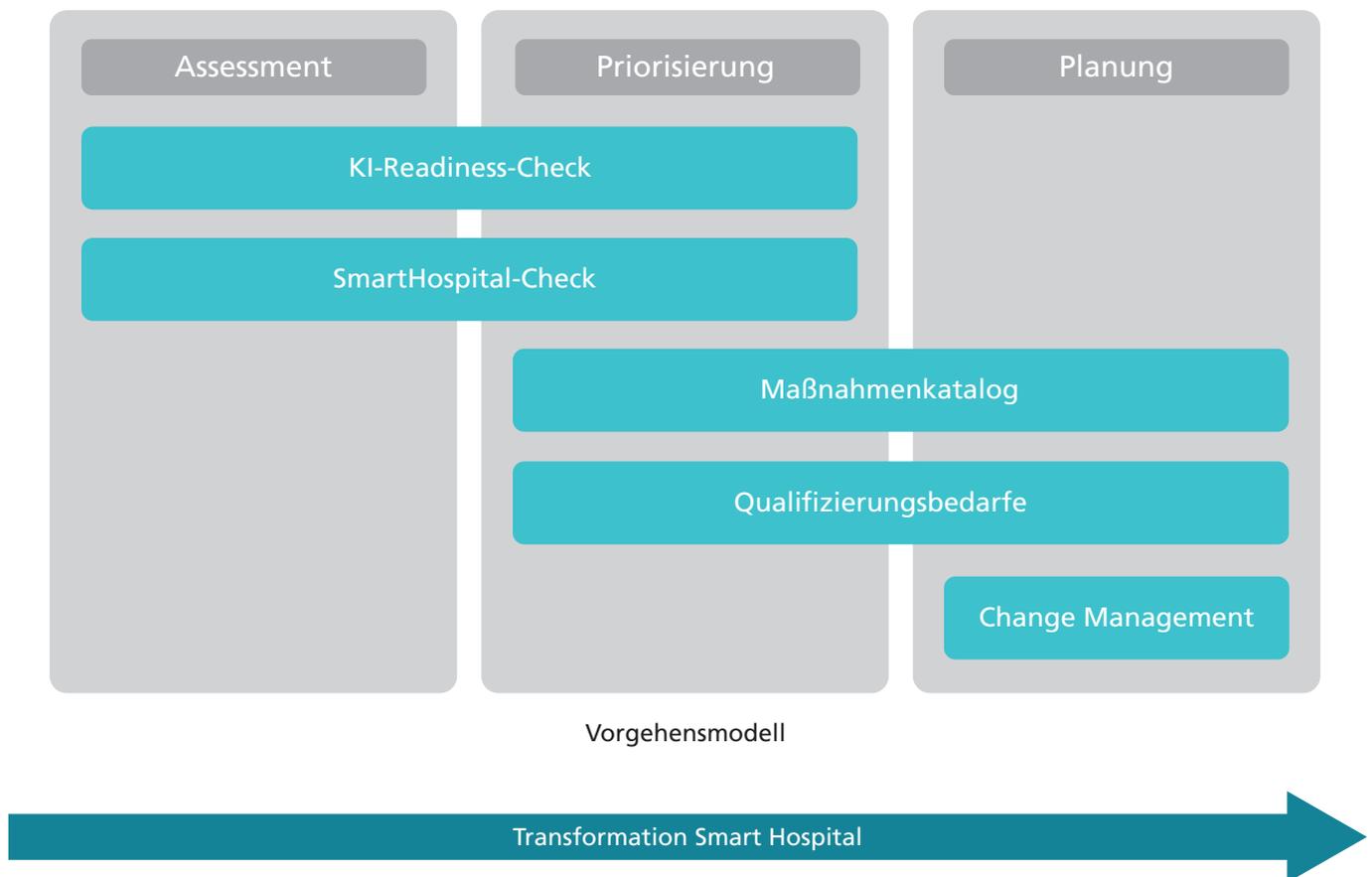


Abbildung 1: Werkzeuge zur Transformation zu einem Smart Hospital. Erarbeitet im SmartHospital.NRW Projekt.

Auf die anderen Komponenten gehen wir im Abschnitt 4 (Ausblick) des Whitepapers genauer ein.

Der KI-Readiness-Check ist ein Assessment-Tool, welches Krankenhäusern dabei hilft, die eigene KI-Readiness einzuschätzen.

Unter KI-Readiness verstehen wir die Voraussetzungen und Fähigkeiten, die erfüllt sein müssen, um KI-Anwendungen erfolgreich und wertschöpfend im Unternehmen einsetzen zu können.

Da es sich bei KI-Einführungen um einen Spezialfall von digitalen Innovationsprojekten handelt, decken sich einige Voraussetzungen mit denen, die allgemein für Innovationsprojekte im Krankenhaus benötigt werden. In diesem Sinne korrespondiert die KI-Readiness mit einem wandlungsfähigen und Change-affinen Krankenhaus.

## 3.2 Phasen der KI-Entwicklung

Bevor eine bestimmte KI-basierte Anwendung ihren Nutzen im Krankenhaus entfalten kann, durchläuft sie im Allgemeinen einen Lebenszyklus, der mit einer Phase der Planung und Informationsbeschaffung beginnt. In dieser Phase wird geprüft, welche Use Cases relevant sind, welcher konkrete Nutzen sich ergibt und welche Anforderungen diese mit sich bringen. Dabei sollte ein Assessment der eigenen Fähigkeiten und Strukturen stattfinden, gegebenenfalls unter Einholung externer Beratung. Ist die Entscheidung für die Umsetzung bzw. Einführung getroffen, so folgt entweder die Entwicklungsphase, an deren Ende ein funktionsfähiger Prototyp steht, oder im Falle eines bereits auf dem Markt existierenden KI-Produktes, die Pilotierung dieses. Falls Entwicklungsarbeit geleistet werden muss, kann dies anhand von Best-Practices erfolgen, wie beispielsweise dem Industriestandard für Data-Science-Projekte »CRISP-DM« (Shearer 2000). Besitzt ein Krankenhaus keine

eigenen Entwicklungskapazitäten, so ist es stärker auf externe Entwickler\*innen bzw. den Kauf von fertigen Produkten angewiesen. Ein gewisser Anteil an Eigenentwicklung ist zumindest dann vonnöten, wenn neue Anwendungen an die bestehenden Produktivsysteme angebunden werden müssen.

Bei der hier beschriebenen anwendungsfallzentrierten KI-Entwicklung kann die Zusammenarbeit mit externen Partnern sehr vielseitig sein: Entwicklungspartner können Start-ups, Softwarefirmen oder auch etablierte Anbieter mit umfangreichen Krankenhausinformationssystemen sein. Andererseits rangiert die Form der Zusammenarbeit zwischen individueller Auftragsarbeit, kollaborativer Entwicklung bis hin zum Kauf eines Produkts »von der Stange«.

An die Entwicklungsphase bzw. an die Auswahl eines bereits auf dem Markt vorhandenen Produktes schließt sich die Erprobungsphase (Pilotierung) an. Diese sollte in einem begrenzten Umfeld stattfinden und die Möglichkeit einräumen, auftretende Fehler zu beseitigen. Wenn sich die Anwendung bewährt, kann die Skalierung und Verstetigung erfolgen, so dass sich der Nutzen auf möglichst viele Arbeitsbereiche entfaltet und zunehmend messbar wird. Je größer die Skalierung, desto mehr organisatorische Strukturen werden benötigt. Dazu gehören Verantwortlichkeiten, Prozessänderungen und Regeln. Hierbei sollte zwischen verbindlichen Regeln bzw. Gesetzen (Governance) und selbstaufgelegten Richtlinien (Compliance) unterschieden werden.

Am Ende des Lebenszyklus einer KI-Anwendung steht entweder ihre Abschaltung – z. B. wenn diese obsolet geworden ist – oder aber die Ablösung durch eine neue Technologie.

Ein KI-bereites Krankenhaus zeichnet sich dadurch aus, dass es mit einem solchen Lebenszyklus vertraut und in der Lage ist, die einzelnen Phasen erfolgreich zu durchlaufen.

## 3.3 Entstehung

Für den KI-Readiness-Check wurden folgende Prinzipien aufgestellt:

- Er soll für möglichst alle deutschen Krankenhäuser und Kliniken – unabhängig von Größe und Versorgungsstufe – anwendbar sein;
- Er soll niedrigschwellig und mit überschaubarem Aufwand durchführbar sein;
- Er soll sich möglichst auf überprüfbare Strukturen im Krankenhaus beziehen;
- Er soll eine möglichst ehrliche Selbsteinschätzung erlauben;
- Er soll zum Handeln anregen.

Die Erstellung des KI-Readiness-Checks erfolgte sowohl nach einem Top-Down- als auch einem Bottom-Up-Ansatz. Im Top-Down-Ansatz wurde zunächst der Informationsraum, der für die KI-Readiness als relevant angesehen wird, in sechs thematische Dimensionen unterteilt (s. unten).

Im Bottom-Up-Ansatz wurden einzelne Erwartungen bzw. Anforderungen an ein KI-bereites Krankenhaus aufgestellt. Als Referenz diente an erster Stelle die Universitätsmedizin Essen, deren IT- und Organisationsstrukturen hierzu als Leitbild

analysiert wurden. Bestimmte Merkmale, die man als gute Praxis oder Erfolgsfaktor bezeichnen konnte, wurden anhand von Thesen formuliert und mit verschiedenen Expert\*innen diskutiert.

Weitere Thesen wurden aus den Erfahrungen der Projektpartner\*innen aus Beratungs- und Forschungsprojekten abgeleitet. Außerdem wurde auf Literatur wie Studien und Umfragen sowie auf einschlägige Reifegradmodelle zurückgegriffen. Hier sei insbesondere das »Digital Maturity Data Model« des britischen National Health Service genannt (NHS 2017), der KI-Readiness-Check des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI 2018), das Online-Tool »Check-IT« der Kooperation bvitg/Marburger Bund (MB 2019), die Umfrage »Most Wired« des College of Healthcare Information Management Executives (CHIME 2022), das Reifegradmodell EMRAM bzw. der DigitalRadar der HIMSS (DigitalRadar 2022) sowie das Modell KIT-CON (Abkürzung für Krankenhaus-IT-Controlling) der gleichnamigen Arbeitsgruppe (Dickmann et al., 2020).

Die Inhalte des KI-Readiness-Checks wurden mit verschiedenen Praxispartner\*innen aus dem Klinikbereich diskutiert und in mehreren Iterationsrunden angepasst.

### Technik

Dies beinhaltet Anforderungen an die Infrastruktur, die Systemlandschaft und den Digitalisierungsstand ausgewählter klinischer Prozesse.

### Personal

Diese Dimension umfasst das Vorhandensein bestimmter Aufgabenprofile und Rollen im Krankenhaus, sowie den Zugang zu Schulungen und Fortbildungen.

### Organisation

Dies umfasst die Aufbau- und Ablaufstrukturen innerhalb des Krankenhauses, die in Zusammenhang mit IT, digitalen Services und Innovationsmanagement stehen.

### Strategie

Ohne eine strategische Verankerung und die Unterstützung der Führungsebene können große Veränderungen in Unternehmen nicht durchgesetzt werden. Diese Dimension umfasst Anforderungen zu Strategieinhalten sowie zu Planung und Management von Innovationsprojekten.

### Daten

Die Verfügbarkeit von Daten ist eine zentrale Voraussetzung für das Smart Hospital. Diese Dimension umfasst Anforderungen an Datenintegration, Nutzung von Standards, Zugriff auf und Strukturierung von Daten.

### Sicherheit

Hier wird sowohl die allgemeine Sicherheit der IT-Landschaft betrachtet als auch KI-spezifische Sicherheitsaspekte, die mit der Beschaffung, Entwicklung und dem Betrieb von KI-Tools in Verbindung stehen.

## 3.4 Aufbau und Ablauf

Der aufgestellte Katalog besteht zum großen Teil aus Thesen, die einen wünschenswerten Zustand ausdrücken. Zur Beantwortung muss bewertet werden, zu welchem Grad dieser Zustand auf die Einrichtung zutrifft. Die Einstufung erfolgt anhand einer Likert-Skala mit fünf Abstufungen:

1. Trifft zu
2. Trifft eher zu
3. Trifft teilweise zu
4. Trifft kaum zu
5. Trifft überhaupt nicht zu

Einige Thesen besitzen eine von diesem Schema abweichende Form, z. B. Multiple-Choice-Antworten oder numerische Eingaben.

Im Folgenden sind Beispielthesen aus allen sechs Dimensionen gegeben:

### Technik

- Die IT-Infrastruktur sowie medizinische Systeme werden automatisch hinsichtlich ihrer technischen Performanz überwacht (Speicherverbrauch, Latenzzeiten, Verfügbarkeit, Traffic, etc).

### Organisation

- Es gibt Prozesse im Krankenhaus, die darauf ausgelegt sind, Ideen aus der Belegschaft zum Thema Innovationen und verbesserte (digitale) Prozesse einzuholen.

### Daten

- Für Datenübertragungen zwischen den internen Krankenhaus-Systemen werden flächendeckend Standards genutzt, wie z. B. Health Level 7 (HL7) oder Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR).

### Personal

- Es gibt eine Person mit Verantwortung für die Datenintegration im Krankenhaus, die diese aktiv vorantreibt.

### Strategie

- Die Organisation hat eine klar definierte IT-Strategie, die auf klinische und unternehmerische Ziele ausgerichtet ist.

### Sicherheit

- Die Organisation lässt sich die Sicherheit von Softwareprodukten anhand von Zertifikaten oder Testergebnissen der Lieferanten zusichern.

Die Durchführung des KI-Readiness-Checks sieht vor, dass eine Person mit Führungsverantwortung und einem ausreichenden Überblick über die Organisation den Prozess initiiert. Sie wird im Folgenden als Koordinator\*in bezeichnet. Dies kann typischerweise die IT-Leitung sein oder auch die Geschäftsführung. Diese Person übernimmt die Verantwortung für den Ausfüllprozess und ist idealerweise bereits in der Lage, einen Großteil der Thesen mit geringem Aufwand selbstständig zu bewerten.

Für die verbleibenden Aussagen müssen weitere Personen als Auskunftgeber hinzugezogen werden. Insgesamt sollte der Personenkreis nicht größer als sieben sein, damit der Aufwand moderat bleibt.

Die Gruppe sollte die folgenden Themengebiete abdecken:

- Systemlandschaft und Infrastruktur
- Datenintegration und Schnittstellen
- KI-Anwendungen (Betrieb, Entwicklung/Einkauf)
- Personal und Schulungen
- IT-Strategie und Finanzierung
- Informationssicherheit
- Innovationsmanagement

Die folgenden Positionen können sich dafür anbieten, wobei dies je nach Krankenhaus auch anders ausfallen kann (z. B. falls diese Positionen so nicht besetzt sind):

- Leitungsposition für digitale Transformation (z. B. Chief Information Officer (CIO), Chief Transformation / Technology Officer (CTO), Innovationsmanager\*in / Digital Change Manager\*in o. ä.)
- Geschäftsführung
- IT-Leitung
- Chief Data Officer
- Personal- / Organisations- / Unternehmensentwicklung
- Programm-Manager\*in
- Informationssicherheitsbeauftragte\*r

Für die Koordinator\*in bieten sich zwei grundsätzliche Vorgehen an, um die Informationen einzuholen:

**Divide-and-Conquer:** Der KI-Readiness-Check wird nacheinander von verschiedenen Personen bearbeitet, die jeweils nur die Thesen des eigenen Kompetenzbereichs beantworten. Der Vorteil ist, dass dies asynchron erfolgen kann und sich so leichter in volle Zeitpläne integrieren lässt. Der Nachteil ist, dass kein Austausch zwischen den Ausfüllenden stattfindet, sodass mögliche gegensätzliche Perspektiven nicht konsolidiert werden. Es liegt in diesem Fall bei dem/der Koordinator\*in, die ausgefüllten Checks weiterzureichen und einzuholen.

**Gruppensitzung:** Der erforderliche Personenkreis wird zu Beginn identifiziert und zu einem Meeting eingeladen, in dem alle Antworten gemeinsam formuliert werden. Dies hat den Vorteil, dass zwischen den Teilnehmenden ein Austausch stattfindet und dass unterschiedliche Perspektiven wahrgenommen und konsolidiert werden können. Der Mehrwert für die Beteiligten sowie die Qualität der erhobenen Informationen ist durch diesen Ansatz höher. Nachteilig hingegen sind der höhere Zeitaufwand und die Schwierigkeit der Terminfindung.

Der Ausfüllprozess kann auch durch einen externen Dienstleister angeleitet werden. Dies trifft für beide Vorgehen zu.

Zu Beginn des KI-Readiness-Checks muss außerdem geklärt werden, welcher Teil der Gesamtorganisation im Rahmen des Assessments betrachtet wird. Dies ist insbesondere dann schwieriger zu definieren, wenn Krankenhäuser Teil eines regionalen oder überregionalen Verbunds sind oder wenn ein einzelnes Krankenhaus auf mehrere Standorte verteilt ist.

Diese Frage kann nicht allgemeingültig beantwortet werden, sondern ist von den Rahmenbedingungen und Organisationsstrukturen der jeweiligen Häuser abhängig. Grundsätzlich sollte eine »natürliche Einheit« gesucht werden, die möglichst unabhängig gesteuert wird bzw. nur lose mit anderen Organisationseinheiten gekoppelt ist. Dies soll anhand von zwei Fallbeispielen erläutert werden.

**Beispiel 1:** Ein Krankenhaus bildet zusammen mit zwei anderen Häusern eine juristische Einheit, die wiederum einem überregionalen Klinikkonzern gehört. Der Konzern macht strategische Vorgaben, die auch die IT betreffen. Die einzelnen Häuser sind jedoch weitgehend unabhängig voneinander, besitzen ihre eigene IT und eigene Unternehmensführung. In diesem Fall sollten sie einzeln betrachtet werden.

**Beispiel 2:** Ein Krankenhaus ist eigenständig, aber auf zwei Standorte aufgeteilt. Bis auf wenige Ausnahmen benutzen sie dieselbe IT-Infrastruktur und greifen auf dasselbe IT-Personal zu. Die Standorte weisen eine hohe Kopplung untereinander auf (gemeinsamer Einkauf sowie gemeinsame Buchhaltung und Personalverwaltung). In diesem Fall sollten die beiden Standorte als eine Einheit betrachtet werden.

Krankenhäuser im Verbund/Konzern: Krankenhäuser, die einem Konzern oder einem Verbund angehören, sind in der Situation, dass bestimmte Unternehmensfunktionen im Mutterkonzern angesiedelt sein können (wie beispielsweise eine zentrale KI-Abteilung oder die Strategieentwicklung) und nicht direkt dem eigenen Haus unterstehen. Für die Bewertung im KI-Readiness-Check müssen diese Einheiten grundsätzlich mitberücksichtigt werden. Die Frage ist dann, wie gut die wechselseitige Kopplung zwischen dem Krankenhaus und den anderen Abteilungen des Konzerns/Verbunds ausgeprägt ist. Kann das Krankenhaus selbst auf die

Unternehmensstrategie einwirken, oder ist sie nur Empfänger von Entscheidungen auf höherer Ebene? Kann das Krankenhaus eigene Anforderungen an die KI-Abteilung stellen und entsprechende Leistungen erhalten, oder nutzt sie nur passiv die vorhandenen Lösungen?

Bei einer gut ausgeprägten wechselseitigen Kopplung können entsprechende Fragen positiv bewertet werden (»trifft zu«), bei einer schlechten oder sehr einseitigen Kopplung hingegen negativ (»trifft nicht zu«). Für Zwischenwerte steht die fünfstufige Abstufung zur Verfügung.

### 3.5 Auswertung

Die Bewertung durch den KI-Readiness-Check erfolgt entlang von vier Stufen:

- Stufe 0 (»beginnend KI-Ready«)
- Stufe 1 (»teilweise KI-Ready«)
- Stufe 2 (»fortgeschritten KI-Ready«)
- Stufe 3 (»vollumfänglich KI-Ready«)

Die Stufen werden nicht für das Krankenhaus als Ganzes vergeben, sondern jeweils einzeln für die sechs Dimensionen. Damit soll ein differenzierteres Gesamtbild ermöglicht werden. Außerdem soll erkennbar werden, in welchen Bereichen Fortschritte bzw. Defizite vorliegen. Die Stufen sind nicht zur Außenwirkung vorgesehen, sondern als praktische Anregung zur Verbesserung.

Die höchste Stufe (»vollumfänglich KI-Ready«) bringt zum Ausdruck, dass das Krankenhaus sämtliche Aspekte für einen erfolgreichen Einsatz von KI-Anwendungen erfüllt und diese womöglich bereits produktiv einsetzt. Es besitzt geeignete Strukturen, um digitale Transformationen umzusetzen.

Ein mögliches Ergebnis des KI-Readiness-Checks könnte wie in Abbildung 2 aussehen.

Die Darstellung impliziert, dass in der Dimension »Daten«, die als einzige mit Stufe 1 bewertet wurde, am meisten Handlungsbedarf besteht. Um den Handlungsbedarf genauer zu identifizieren, kann

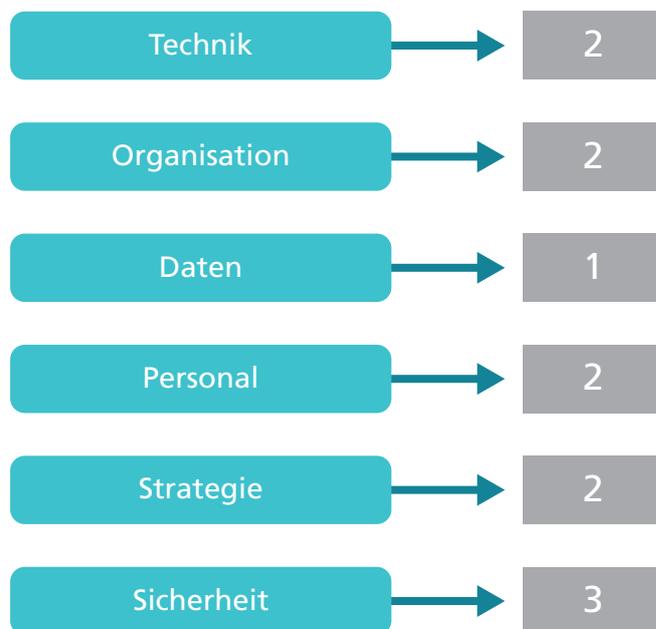


Abbildung 2: Beispielergebnis des KI-Readiness-Checks

weiter auf die Ebene der einzelnen Thesen hinabgestiegen werden. An dieser Stelle greift das Auswertungsschema des KI-Readiness-Checks: für jede These ist eine Formel hinterlegt, welche die Antwortoptionen auf eine der Stufen abbildet. Diese bilden die sogenannten Vorstufen und sind ein internes Zwischenergebnis. Für die Dimension »Daten« mit ihren 13 Thesen könnten die Vorstufen wie folgt ausfallen:

- 1x These auf Vorstufe 0
- 7x Thesen auf Vorstufe 1
- 4x Thesen auf Vorstufe 2
- 1x These auf Vorstufe 3

Prinzipiell gilt, dass die niedrigste Vorstufe die Gesamtstufe der Dimension bestimmt. In diesem Fall wäre das die Stufe 0. Da dies eine sehr harte Bewertung darstellen würde, haben wir eine weitere Regel eingeführt, die dafür sorgt, dass bestimmte Thesen mit niedrigster Bewertung nicht mitgezählt werden. Dadurch wird vermieden, dass einzelne Ausreißer-Thesen die Bewertung dominieren.

Diese sogenannte »Freischussregel« funktioniert so, dass die *N* Thesen mit der niedrigsten Stufe nicht berücksichtigt werden. Für jede fünf Thesen pro Dimension wird ein Freischuss gewährt. Für

13 Thesen in der Dimension Daten ergibt dies  $N=2$ . Im oben genannten Beispiel würde damit die These mit Vorstufe 0 nicht berücksichtigt, wodurch die Gesamtstufe 1 für »Daten« entsteht. Der zweite Freischuss hat hingegen keinen Effekt.

Die Formeln, die für jede These hinterlegt sind, drücken eine bestimmte Gewichtung aus. Wenn die Antwortoptionen auf der fünfstufigen Likert-Skala liegen, was für die meisten Thesen zutrifft, so drückt sich die höchste Gewichtung in folgender Abbildung aus:

- »trifft zu« → Vorstufe 3
- »trifft eher zu« → Vorstufe 2
- »trifft teilweise zu« → Vorstufe 1

Dies bedeutet, dass die Anforderung als so wichtig erachtet wird, dass nur deren vollständige Erfüllung die höchste Stufe ermöglicht. Die niedrigste Gewichtung hingegen hat die folgende Gestalt:

- »trifft teilweise zu« → Vorstufe 3
- »trifft kaum zu« → Vorstufe 2
- »trifft überhaupt nicht zu« → Vorstufe 1

Wird diese Gewichtung vergeben, bedeutet dies, dass bereits eine teilweise Erfüllung der entsprechenden Anforderung die Stufe 3 ermöglicht.

Alle weiteren Abstufungen zwischen diesen beiden Extremen finden im KI-Readiness-Check ebenfalls Anwendung. Die Gewichtungen wurden in der Ursprungsversion des KI-Readiness-Checks anhand der Einschätzung der Autor\*innen vergeben. Daraufhin wurden sie im Rahmen eines Testlaufs mit vier Krankenhäusern iterativ angepasst.

Die hier vorgestellte Auswertungsmechanik ermöglicht es, für das ausfüllende Krankenhaus jene Thesen zu ermitteln, die am ehesten Handlungsbedarf mit sich bringen. Dies sind diejenigen mit den niedrigsten Vorstufen, die gleichzeitig der Dimension mit der niedrigsten Stufe entstammen. Hierbei werden maximal zwei solcher Thesen pro Dimension ausgegeben, um den Menschen nicht mit Informationen zu überfrachten.

Zusätzlich sind zu jeder These kurze Handlungsempfehlungen hinterlegt. Diese beinhalten sowohl zusätzliche Erläuterungen als auch Vorschläge für weitere Aktionen seitens des Krankenhauses.

## 3.6 Realerprobung

Innerhalb der Realerprobung wurde der KI-Readiness-Check von vier Krankenhäusern durchgeführt. Darunter waren Häuser sowohl unter öffentlicher als auch privater Trägerschaft vertreten. Drei dieser Häuser haben über 800 Betten und eines unter 300 Betten.

Neben der Durchführung und Bestimmung der Ergebnis-Stufe des KI-Readiness-Checks wurde u. a. Feedback zu verschiedenen Aspekten eingeholt:

- Formulierung und Verständlichkeit der Thesen
- Auswahl und Gewichtung der Thesen
- Ausfüllprozess (Durchführbarkeit, Zeitaufwand etc.)

Bei der Durchführung wurde nach dem Divide-and-Conquer-Ansatz vorgegangen, welcher durch Mitglieder des Projektteams koordiniert wurde. Dabei zeigte sich, dass IT-Leitungen oder Geschäftsführungen sich dem Großteil der Fragen angenommen und diese beantwortet hatten. Durch das Hinzuziehen von bis zu drei weiteren Personen konnten alle Thesen bewertet werden. Dabei zeigte die Realerprobung, dass die Beantwortung einiger Thesen von der subjektiven Wahrnehmung der ausfüllenden Person abhängt. Deshalb empfiehlt es sich, jede These zumindest von zwei Personen bewerten zu lassen, um mögliche Fehleinschätzungen zu vermeiden. Alternativ kann auch die erwähnte Gruppensitzung durchgeführt werden, um genauere Ergebnisse zu erzielen.

Das Projektteam hat aufgrund des Feedbacks der Krankenhäuser die Formulierungen der Thesen angepasst und mit entsprechenden Tooltips ergänzt. Diese Tooltips enthalten Erläuterungen zu den Thesen und Hinweise zur Ausfüllung und sollen den ausfüllenden Krankenhäusern somit die Beantwortung erleichtern.

Ein zentrales Feedback aus der Realerprobung war es, die Perspektive eines Krankenhauses als Teil eines Verbunds oder Konzerns besser abzubilden und die Bewertungsvorgaben daran anzupassen. Dieser Fall wurde in diesem Kapitel und zusätzlich im KI-Readiness-Check durch entsprechende Tool-tips erläutert.

Die erzielten Ergebnisse der teilnehmenden Krankenhäuser werden im Folgenden betrachtet. Die vier teilnehmenden Krankenhäuser erreichten in den meisten Dimensionen die Stufen 1 oder 2. Die Stufen 0 und 3 wurden in jeweils einem Fall ausgegeben. Eine niedrige Stufe bedeutet dabei nicht zwangsweise, dass in diesem Bereich große Defizite vorliegen, sondern dass bestimmte Mindestanforderungen nicht hinreichend erfüllt sind, um die nächste Stufe in Richtung KI-Readiness zu erreichen.

Die Auswertungslogik des KI-Readiness-Checks priorisiert die Dimensionen mit der niedrigsten Stufe. Deren Anzahl war in den betrachteten Fällen entweder eins oder zwei, und zwar aus der Teilmenge Organisation, Daten, Personal und Strategie. Die beiden anderen Dimensionen (Technik und Sicherheit) ergaben sich hingegen in keinem der betrachteten Fälle als Handlungsfelder mit höchster Priorität.

Beispielsweise hatte auch die Universitätsklinik Essen, die das Smart-Hospital-Konzept bereits seit 2015 maßgeblich vorantreibt und eines der teilnehmenden Häuser war, innerhalb der verschiedenen Dimensionen ebenfalls noch offene Entwicklungspotenziale. Verwunderlich ist dies nicht, da die Klinik immer wieder betont, sich weiterhin auf dem Weg zum Smart Hospital zu befinden und selbst noch nicht am Ziel zu sein. Der gesamte Transformationsprozess muss schrittweise über zum Teil längere Zeiträume angegangen werden, wobei der KI-Readiness-Check unterstützen soll.

Würde man für jede These die jeweils beste Antwort aus den von den vier Krankenhäusern gegebenen Antworten auswählen, so würde zusammengekommen tatsächlich für fast alle Dimensionen die höchste Stufe 3 erreicht werden. Nur die Dimension Technik läge auf Stufe 2, wobei die

Stufe 3 nur knapp verfehlt würde. Dies zeigt, dass die Erfüllung aller Anforderungen realistisch ist, bei den betrachteten Krankenhäusern aber noch sehr heterogene Voraussetzungen über die verschiedenen Dimensionen hinweg vorliegen. Speziell bei der Dimension »Strategie« ergaben sich zum einen deutliche Unterschiede, zum anderen zeigte sich aber auch die Herausforderung, gängige Empfehlungen aus der Unternehmenswelt auf die realen Voraussetzungen im Krankenhaus zu übertragen und Handlungsempfehlungen zu formulieren. So zeigte sich in einem Beispiel, dass die strategischen Werte hinsichtlich der digitalen Transformationen und der Nutzung von KI gelebt und gezielte strategische Maßnahmen ergriffen werden, allerdings ein explizites Strategiedokument im engen Sinne nicht vorhanden ist. Generell würde man die Erstellung eines solchen schriftlichen Dokuments empfehlen, welches in der Organisation als IT- und KI-Strategie wahrgenommen und regelmäßig aktualisiert wird. Allerdings benötigt diese Empfehlung in der Umsetzung entsprechendes Personal und eine Finanzierung, die für die allermeisten Krankenhäuser im Alltag so nicht abbildbar sind. Trotzdem möchten wir dies als generelle Empfehlung aussprechen.

In einer späteren Ausbaustufe des KI-Readiness-Checks ist geplant, die aktuell hinterlegten Handlungsempfehlungen zu erweitern. Es sollen weitere Fallunterscheidungen eingeführt werden, sodass die Aussagen individueller auf die Situation der teilnehmenden Häuser angepasst werden können. Des Weiteren behalten sich die Autor\*innen vor, den KI-Readiness-Check in Bezug auf Gewichtungen und Inhalt im Laufe des Projektes SmartHospital.NRW weiter zu verbessern. Dies wird insbesondere dann ermöglicht, wenn weitere Krankenhäuser den KI-Readiness-Check durchlaufen und ihre Ergebnisse und ihr Feedback an das Projektteam zurückgeben.

### **Sie möchten beginnen?**

Starten Sie den KI-Readiness-Check hier:

<https://smarthospital.nrw/check>

## 4 Ausblick

Der in diesem Whitepaper vorgestellte KI-Readiness-Check ist der erste Baustein eines Vorgehensmodells, das im Projekt SmartHospital.NRW entwickelt wird. Im Rahmen dieses Vorgehensmodells sollen die Krankenhäuser zusätzlich zu der Darstellung des Status quo gezielte Handlungsempfehlungen erhalten, die sie bei ihrer Transformation zu einem Smart Hospital und bei der Integration von KI-Anwendungen unterstützen.

Es ist geplant, ein weiteres Assessment-Werkzeug unter dem Namen SmartHospital-Check zu veröffentlichen. Dieses wird den KI-Readiness-Check um weitere Kernelemente ergänzen, die für das Smart-Hospital-Konzept charakteristisch sind. Damit können Krankenhäuser sicherstellen, dass sie in ihrem Transformationsprozess die Ziele und Werte eines Smart Hospitals verfolgen. Zu diesen Kernelementen gehört die Fokussierung auf den Menschen. Dies umfasst sowohl die Verbesserung der Behandlungsbedingungen für Patient\*innen als auch die Entlastung des Personals von sekundären und fachfremden Aufgaben. Außerdem werden die Bemühungen des Krankenhauses zur Vernetzung mit anderen Partnern aus dem Gesundheitssystem und ein sektorübergreifendes Datenmanagement berücksichtigt. Die Ergebnisse liefern den Krankenhäusern eine Übersicht über Stärken und Schwächen in Bezug auf diese Kernelemente. Zur Erleichterung der Durchführung wird ebenfalls auf einen kompakten Fragenkatalog gesetzt, der von den Krankenhäusern eigenständig durchführbar ist.

Zur Unterstützung bei der Frage »Wie kann ich mich weiterentwickeln?« soll ein Maßnahmenkatalog zum Einsatz kommen, der mit beiden Checks verknüpft ist. Er soll Vorschläge beinhalten, die für Krankenhäuser verschiedener Größenordnungen geeignet sind. Dabei spielt das Thema Qualifizierungen und Aufgabenprofile eine besondere Rolle. Durch den stärkeren Einsatz von KI und anderen Technologien verändern sich die Rollen und Qualifikationsbedarfe

der Mitarbeiter\*innen. So rücken beispielsweise Kenntnisse zu Data Science, Datenmanagement und Datenintegration immer stärker in den Vordergrund. Es wird einen Leitfaden zu neuen Rollen und deren Kompetenzen für das Smart Hospital geben, sowie Ansätze für die schrittweise Einführung dieser Personalstrukturen. Dazu werden auch Empfehlungen für Qualifizierungsbedarfe erarbeitet, die im Nachgang zur Entwicklung von Schulungen und Weiterbildungen verwendet werden können.

Eine entscheidende Komponente für das Gelingen von Transformationsprojekten ist das Change Management. Damit ist die Fähigkeit gemeint, größere Veränderungen in Unternehmen erfolgreich umzusetzen und zu verstetigen. Von diesen Änderungen sind in der Regel Prozesse, Zuständigkeiten, Rollen und technische Systeme betroffen, was zu Widerständen in der Belegschaft führen kann. Diesen Widerständen kann durch geeignetes Change Management entgegengewirkt werden. Ein großer Teil davon entfällt auf die Kommunikation: die richtigen Botschaften zum richtigen Zeitpunkt an die richtige Zielgruppe senden. In SmartHospital.NRW werden die neu entwickelten Use Cases an der Universitätsmedizin Essen mit Change-Management-Methoden begleitet. Es entsteht dabei eine Sammlung von Praktiken und Handlungsempfehlungen, die von den Krankenhäusern entsprechend adaptiert werden können. Die Empfehlungen zum Change Management werden letztlich ebenfalls mit dem Vorgehensmodell verknüpft.

### Sie möchten KI-Potenziale für Ihr Klinikum identifizieren?

Nehmen Sie gerne Kontakt mit uns auf – wir freuen uns auf den Austausch mit Ihnen.

<https://smarthospital.nrw>

# 5 Literaturverzeichnis

- Amboss (2022): »Das Grundprinzip der Selbstverwaltung: Wie greifen die Rädchen ineinander?«, online verfügbar unter <https://www.amboss.com/stb/steigbuegel-ratgeber/das-gesundheitssystem>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Ärzteblatt (2022): »Digitalisierungsexperten: Große Potenziale für bessere Versorgung werden verschenkt«, online verfügbar unter <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/132400/Digitalisierungsexperten-Grosse-Potenziale-fuer-bessere-Versorgung-werden-verschenkt>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Bitkom (2020): »Die Menschen wollen KI – und haben auch Angst vor ihr«, online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Die-Menschen-wollen-KI-und-haben-auch-Angst-vor-ihir>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- BMG (Bundesministerium für Gesundheit) (2022): »Das Prinzip der Selbstverwaltung«, online verfügbar unter <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/gesundheitswesen-selbstverwaltung.html>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- CHIME (College of Healthcare Information Management Executives) (2022): »Digital Health Most Wired«, online verfügbar unter <https://chimecentral.org/chime-most-wired-2/>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Cremers, A. B., Englander, A., Gabriel, M., Hecker, D., Mock, M., Poretschkin, M., Rosenzweig, J., Rostalski, F., Sicking, J., Volmer, J., Voosholz, J., Voß, A., Wrobel, S. (2019): »Vertrauenswürdiger Einsatz von Künstlicher Intelligenz: Handlungsfelder aus philosophischer, ethischer, rechtlicher und technologischer Sicht als Grundlage für eine Zertifizierung von künstlicher Intelligenz«, 2019, online verfügbar unter [https://www.ki.nrw/wp-content/uploads/2020/03/Whitepaper\\_KI-Zertifizierung.pdf](https://www.ki.nrw/wp-content/uploads/2020/03/Whitepaper_KI-Zertifizierung.pdf), zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Deloitte (2020): »Digital Transformation. Shaping the future of European healthcare.«, online verfügbar unter: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/life-sciences-health-care/deloitte-uk-shaping-the-future-of-european-healthcare.pdf>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Destatis (Statistisches Bundesamt) (2022): »Gesundheit - Grunddaten der Krankenhäuser 2020«, Fachserie 12, Gesundheit Reihe 6.1.1.
- DKG Deutsche Krankenhausgesellschaft (2021): »Bestandsaufnahme zur Krankenhausplanung und Investitionsfinanzierung in den Bundesländern 2021«, [https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/1\\_DKG/1.7\\_Presse/1.7.1\\_Pressemitteilungen/2022/2022-01-17\\_Anlage\\_Bestandsaufnahme\\_2021.pdf](https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/1_DKG/1.7_Presse/1.7.1_Pressemitteilungen/2022/2022-01-17_Anlage_Bestandsaufnahme_2021.pdf), zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, DFKI (2018): »KI-Readiness-Check«, Webseite, online verfügbar unter <https://werner.dfki.de/readinesscheck>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Dickmann, F., Kümmel, K., Oroszi, F., Schneider, M., Rienhoff, O. (Hrsg.) (2020): »Der IT-Reifegrad von Krankenhäusern – Edition 2020«, Verlag Werner Hülsbusch, Glückstadt, 2020.
- DigitalRadar (2022): »Zwischenbericht. Ergebnisse der ersten nationalen Reifegradmessung deutscher Krankenhäuser«, online verfügbar unter <https://www.digitalradar-krankenhaus.de/ergebnisse/>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- DKI (Deutsches Krankenhausinstitut) (2020): »Krankenhaus Barometer Umfrage 2020«, online verfügbar unter <https://www.dki.de/barometer/krankenhaus-barometer>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- DKI (Deutsches Krankenhausinstitut) (2021): »Krankenhaus Barometer Umfrage 2021«, online verfügbar unter <https://www.dki.de/barometer/krankenhaus-barometer>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Gutierrez G. (2020): »Artificial Intelligence in the Intensive Care Unit«, Critical care (London, England), 24(1), 101, <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2785-y>.

- IKIM (Institut für Künstliche Intelligenz in der Medizin) (2022): »IKIM – the Institute for Artificial Intelligence in Medicine«, online verfügbar unter <https://www.ikim.uk-essen.de/institute>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- KHZG Krankenhauszukunftsgesetz (2020): § 19 Abs. 1 Nr. 2-4, veröffentlicht in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2020 Teil I Nr. 48.
- Klauber, J., Geraedts, M., Friedrich, J., Wasem, J., Beivers, A. (2020): »Krankenhaus-Report 2020 Finanzierung und Vergütung am Scheideweg«, Springer Berlin, Heidelberg, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-60487-8>.
- Marburger Bund (2019): »Check-IT«, Webseite, online verfügbar unter <https://mb-checkit.de/>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- McKinsey & Company, Inc., Richter, L., Silberzahn, T. (Hrsg.) (2021): »eHealth Monitor 2021«, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, ISSN 2749-7577.
- NHS (2017): »Digital Maturity Assessment«, Datensatz, online verfügbar unter <https://data.england.nhs.uk/dataset/digital-maturity-2017>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Poretschkin, M., Schmitz, A., Akila, M., Adilova, L., Becker, D., Cremers, A. B., Hecker, D., Houben, S., Mock, M., Rosenzweig, J. (2021): »Leitfaden zur Gestaltung vertrauenswürdiger Künstlicher Intelligenz (KI-Prüfkatalog)«, 2021, Fraunhofer IAIS (Hrsg.), online verfügbar unter <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/db24f6ef-c73e-4353-89d5-2b37b3cd82dc/content>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Ribli, D., Horváth, A., Unger, Z., et al. (2018): »Detecting and classifying lesions in mammograms with Deep Learning«. Sci Rep 8, 4165 (2018), <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22437-z>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Shearer, C. (2000): »The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining.«, Journal of Data Warehousing, 5, 13-22.
- SGB V (2022): Sozialgesetzbuch (SGB V) Fünftes Buch Gesetzliche Krankenversicherung, online verfügbar unter <https://www.sozialgesetzbuch-sgb.de/sgbv/1.html>, zuletzt aufgerufen am 20.10.2022.
- Werner, J. A., Forsting, M., Kaatze, T., Schmidt-Rumpoosch, A., (Hrsg.) (2020): »Smart Hospital: Digitale und empathische Zukunftsmedizin«, Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, <https://doi.org/10.32745/9783954665341>.



# Impressum

## Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse-  
und Informationssysteme IAIS

Schloss Birlinghoven 1

53757 Sankt Augustin

[www.iais.fraunhofer.de](http://www.iais.fraunhofer.de)

## Layout und Satz

Angelina Lindenbeck und Achim Kapusta,

Fraunhofer IAIS

## Redaktion

Evelyn Stolberg und Inga Daase,

Fraunhofer IAIS

## Coverbild

© elenabsl - stock.adobe.com

Oktober 2022



