

Welchen Einfluss hat künstliche Intelligenz auf die Prozesse einer radiologischen Praxis in der Schweiz?

School of Management and Law | Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

STUDIENGANG

Master of Science (MSc) in Business Administration – Major in Health Economics and Healthcare Management

AUTORIN

Simone Widmer
Matrikelnummer 20-641-908

HAUPTBETREUUNG

Prof. Dr. Alfred Angerer

CO-BETREUUNG

Achim Escher
Kaufmännischer Geschäftsführer | Zentrum für Bilddiagnostik AG

Winterthur, 14.06.2022

Schriftliche Arbeit verfasst an der School of Management and Law, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

Management Summary

Der Fokus der Forschung zu künstlicher Intelligenz (KI) liegt in der Radiologie auf der Bildinterpretation sowie Befunderstellung. Die Betrachtung von vor- oder nachgelagerten Schritten im Prozess der Leistungserbringung erfolgt nur bedingt. Der Einsatz von KI im nicht klinischen Bereich ist derzeit nur schwer abschätzbar. Auf Grund der fehlenden wissenschaftlichen Basis verfolgt diese Arbeit das Ziel eine Abschätzung des Einflusses von KI auf die der Bildinterpretation und Befunderstellung vor- und nachgelagerten Prozesse der Leistungserbringung zu ermöglichen. Nach Erarbeitung eines Modells unter Einbezug der betriebswirtschaftlichen wie auch technischen Perspektive erfolgt eine Erhebung anhand einer Fallstudie.

Das erarbeitete Modell basiert auf den Erkenntnissen des theoretischen Hintergrunds zu KI und Ablauforganisationen sowie verschiedenen Interviews. Zunächst identifiziert das erarbeitete Modell definierter Kriterien mögliche Prozessschritte für einen Einsatz von KI und prüft diese vorab auf einen Ausschluss aufgrund gesetzlicher Vorgaben oder einer fehlenden Datengrundlage. Dies resultiert in der Erarbeitung von Use-Cases für die inkludierten Prozessschritte. Die Bestimmung des Einflusses der Use-Cases auf die Leistungserbringung erfolgt anhand der Themengebiete KI-Faktoren, Rahmenbedingungen und prozessuale Aspekte sowie der Einordnung des jeweiligen Use-Cases in das Hype Cycle Modell zur Definition des technischen Entwicklungsstands der KI. Abschliessend stellt das Modell das Einsatzpotential und den technischen Entwicklungsstand zur Erhebung des Einflusses gegenüber.

Zusammenfassend zeigt sich, dass KI im Bereich der Bildakquisition bereits etabliert wurde. Als weiteren Bereich mit hohem Einsatzpotential konnte die Leistungsabrechnung ausgemacht werden. Bei der Leistungsabrechnung im ambulanten Bereich bleibt die Notwendigkeit einer KI jedoch fraglich und muss weitergehende evaluiert werden. Für die Use-Cases zeigt sich, dass mehrheitlich eine Kombination verschiedener KI-Technologien als zielführend angesehen wird. Die Terminierung zeigt in den drei Varianten eines möglichen Einsatzes von KI unterschiedliche Ausprägungen von Einsatzpotential und technischem Entwicklungsstand. Dennoch hebt sich dieser Bereich durch mehrere mögliche Use-Cases ab. Als zentrale Faktoren für die Etablierung von KI im ambulanten Bereich sind die Medizintechnik-Hersteller sowie die Datenqualität zu sehen.

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	II
Abkürzungsverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
Formelverzeichnis.....	IX
Sprachliche Gleichstellung.....	X
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Aufbau und Themenabgrenzung	2
2 Theoretischer Hintergrund.....	4
2.1 Künstliche Intelligenz	4
2.1.1 Definition des Begriffs künstliche Intelligenz	4
2.1.2 Einsatz von künstlicher Intelligenz	8
2.1.3 Rechtliche Aspekte für einen Einsatz im Gesundheitswesen.....	13
2.1.4 Studienlage zu künstlicher Intelligenz im Gesundheitswesen	15
2.2 Ablauforganisation.....	18
2.2.1 Definition des Begriffs Prozess	19
2.2.2 Prozessmanagement und Einflussgrößen eines Prozesses	21
2.3 Fazit und Forschungsfragen	23
2.3.1 Fazit zum theoretischen Hintergrund.....	23
2.3.2 Ableitung Forschungslücke und -fragen.....	24
3 Methodik.....	26
3.1 Beobachtungen	26
3.2 Leitfadeninterview	27
3.3 Multikriterielle Entscheidungsanalyse.....	29
4 Modellerarbeitung zur Bestimmung des Einflusses.....	31

4.1	Kriterien zur Identifikation relevanter Prozessschritte	31
4.2	Definition der Dimensionen zur Einsatzpotentialbestimmung	33
4.3	Gesamtmodell zur Bewertung des Einflusses.....	44
5	Anwendung des Modells im Rahmen der Fallstudie	46
5.1	Identifizierte Prozessschritte und Use-Cases.....	46
5.1.1	Terminplanung	49
5.1.2	Patientenaufnahme	50
5.1.3	Bildakquisition	50
5.1.4	Leistungserfassung und Rechnungsbearbeitung.....	51
5.2	Bestimmung des Einsatzpotentials	52
5.2.1	Faktoren der künstlichen Intelligenz	53
5.2.2	Rahmenbedingungen	55
5.2.3	Prozessbezogene Aspekte	57
5.3	Bestimmung des technischen Stands	61
5.4	Bestimmung des Einflusses.....	64
5.5	Diskussion der Ergebnisse.....	66
6	Fazit	68
6.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	68
6.2	Kritische Würdigung und Limitationen	68
6.3	Implikationen für Forschung und Praxis	71
6.4	Ausblick	71
	Literaturverzeichnis	XI
	Anhang.....	XIX
	Anlage 1 - Protokoll der qualitativen Beobachtung	XX
	Anlage 2 - Leitfaden für Interviews mit den Mitarbeitenden	XXI
	Anlage 3 - Leitfaden für Interviews mit den Experten	XXII
	Anlage 4 - Ergebnisse Interviews mit den Mitarbeitenden.....	IX

Anlage 5 - Ergebnisse Interviews mit den Experten.....	XVI
Anlage 6 - Ein- und Ausschluss der Faktoren zur Potentialbestimmung	XXX
Anlage 7 - Ausführungen zur Gewichtung.....	IX
Anlage 8 - Herleitung Lohngefüge	XI
Anlage 9 - Datenfluss im Zentrum für Bilddiagnostik.....	XII
Anlage 10 - Berechnung des Verhältnisses von Rückmeldungen zu Rechnungen....	XIII
Anlage 11 - Darstellung der Prozesse der Leistungserbringung.....	XIV

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ALPHA	Automatisierte Markierung und Analyse der menschlichen Anatomie <i>engl.: automatic landmarking and parsing of human anatomy</i>
BO	Backoffice mit Administration und Technik
composite AI	Kombinierte künstliche Intelligenz <i>engl.: composite artificial intelligence</i>
DICOM	digital imaging and communication in Medicine
FD	Frontdesk mit Patientenempfang
HL7	Health Level 7
KI	Künstliche Intelligenz <i>engl.: artificial intelligence</i>
KP	Kernprozess(e)
MCDA	Multikriterielle Entscheidungsanalyse <i>engl.: multi criteria decision analysis</i>
ML	maschinelles Lernen <i>engl.: machine learning</i>
ModelOps	Modell-Operationalisierung <i>engl.: model operationalization</i>
MP	Managementprozess(e)
MTRA	Medizinisch-technische Radiologieassistenz
PM	Prozessmanagement
Rad	Radiologen
SP	Supportprozess(e)
ZfB	Zentrum für Bilddiagnostik

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Einteilung KI anhand Lernfähigkeit	7
Abbildung 2 - Ausprägung der KI-Technologien	9
Abbildung 3 - Gartner Hype Cycle Modell	12
Abbildung 4 - systematische Literaturrecherche	16
Abbildung 5 - Visualisierung Forschungsaufbau	25
Abbildung 6 - Methodisches Vorgehen	30
Abbildung 7 - Beispiel Resultat Gesamtmodell	45
Abbildung 8 - Gesamtmodell zur Bewertung des Einflusses	45
Abbildung 9 - Einfluss einzelner Use-Cases auf die Leistungserbringung	64
Abbildung 10 - Datenfluss	XII

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Identifikation relevanter Prozessschritte	33
Tabelle 2 - Definition Dimensionen Nutzenbestimmung	36
Tabelle 3 - Gewichtung Dimensionen Nutzenbestimmung.....	38
Tabelle 4 - Bestimmung des betriebswirtschaftlichen Nutzens.....	43
Tabelle 5 - Identifizierte Prozessschritte der Fallstudie	48
Tabelle 6 - Einsatzpotential der Use-Cases der Fallstudie.....	53
Tabelle 7 - Bewertung KI-Faktoren	55
Tabelle 8 - Bewertung Rahmenbedingungen	56
Tabelle 9 - Bewertung prozessbezogene Aspekte.....	60
Tabelle 10 - Bewertung technischer Stand.....	63
Tabelle 11 - Leitfaden Interviews Mitarbeitende.....	XXI
Tabelle 12 - Leitfaden Interviews Experten.....	XXIII
Tabelle 13 - Ergebnisse Mitarbeitendeninterviews	XV
Tabelle 14 - Ergebnisse Experteninterviews.....	XXIX
Tabelle 15 - Ein- und Ausschluss der Faktoren des Einsatzpotentials.....	XXXII
Tabelle 16 - Paarvergleich der Dimensionen.....	IX
Tabelle 17 - Berechnung Verhältnis Rückmeldungen zu Rechnungen.....	XIII

Formelverzeichnis

Formel 1 - Berechnung bei gleichmässiger Splittung des Gewichts.....	X
Formel 2 - Berechnung mittels Durchschnittes.....	X
Formel 3 - Berechnung Durchschnittslohn.....	XI

Sprachliche Gleichstellung

Aus Gründen der Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten für beide Geschlechter.

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Im Gesundheitswesen stehen durch die Digitalisierung immer grössere Datenmengen zur Verfügung, weswegen KI künftig an Bedeutung gewinnen wird. Das Fachgebiet der Radiologie stellt einen sehr technisch geprägten medizinischen Bereich dar, in welchem seit 1970 die Diagnostik im Fokus von KI-Entwicklungen steht (Davenport & Kalakota, 2019, S. 95). Teilweise wird in der Radiologie bereits KI im klinischen Alltag zur Bildinterpretation und Befunderstellung eingesetzt. Die in der Forschung untersuchten Einsatzmöglichkeiten von KI beziehen sich besonders auf die Interpretation radiologischer Bildgebung. Vor- oder nachgelagerte Prozessschritte werden bis dato nur wenig berücksichtigt, wobei KI entlang des gesamten radiologischen Workflows eingesetzt werden könnte (Deutsche Röntgengesellschaft, o. J.; Gampala et al., 2020).

Die Fallstudie für die vorliegende Arbeit findet im Zentrum für Bilddiagnostik (ZfB) statt. Es handelt sich hierbei um eine eigenständige Praxis im Fachbereich der Radiologie. Sie besitzt zwei Standorte in Basel und Muttenz. Reibungslose Abläufe, die Bereitstellung höchster medizinischer Qualität sowie eine moderne Infrastruktur zählen zu den unternehmenseigenen Ansprüchen. Durch die Verbindung zum Universitätsspital Basel soll zudem universitäre Expertise mit der Flexibilität einer Praxis verbunden werden (Zentrum für Bilddiagnostik AG, 2022a, 2022b).

Im Jahr 2021 konnte im Rahmen einer Systemumstellung eine nahezu vollständige Digitalisierung der Leistungserbringungsprozesse im ZfB erzielt werden. Hierbei wurden die zentralen Komponenten zur Terminierung und Abrechnung durch eine Eigenentwicklung sowie ein standardisiertes Klinikinformationssystem ersetzt und durch Module für ein digitales Dokumentenmanagement ergänzt. Um weiterhin mit modernster Technologie den eigenen und bereits bei Zuweisern etablierten Ansprüchen gerecht zu werden sowie mögliche Effizienzpotentiale auszuschöpfen, sollen die Entwicklungen im Bereich der KI auf einen Einsatz im ZfB geprüft werden. Insbesondere die Betrachtung von vor- oder nachgelagerten Schritten im Prozess der Leistungserbringung wie der Terminierung oder Visierung werden als vielversprechend angesehen. Die Eignung von KI für einen

Einsatz im ZfB sowie der technische Stand der jeweiligen KI-Technologien im nicht-klinischen Bereich sind derzeit schwer abschätzbar. Durch den Fokus der Forschung auf die Bildinterpretation und Befunderstellung ist eine ausreichende Basis für die beschriebene Evaluation nicht vorhanden.

1.2 Zielsetzung

Mit dieser Masterarbeit wird auf Grund der fehlenden wissenschaftlichen Basis das Ziel verfolgt, eine praxisnahe Einschätzung des Einflusses von KI auf den Leistungserbringungsprozess aus betriebswirtschaftlicher und technischer Sicht zu erarbeiten. Der Fokus liegt hierbei auf den der Bildinterpretation und Befunderstellung vor- und nachgelagerten Prozessen. Dies erfolgt anhand einer Fallstudie im ZfB.

Die Betrachtung der betriebswirtschaftlichen Perspektive soll hierbei die Bestimmung des Einsatzpotentials von KI im entsprechenden Prozessschritt thematisieren. Hingegen setzt die technische Sicht das Einsatzpotential ins Verhältnis zum zeitlichen Entwicklungsstand der KI-Technologien. Auf diese Weise soll eine Einschätzung entstehen, in welchen Prozessschritten ein Einsatz von KI in welchem Zeithorizont möglich und sinnvoll ist. Zudem bietet dies die Möglichkeit, anhand der zu erarbeitenden Use-Cases eine Implementierung einer KI-Lösung entsprechend des bestimmten Einflusses anzustossen oder anhand der Problemdefinition eine passende Lösung entwickeln zu lassen.

Obwohl diese Arbeit als Fallstudie konzipiert ist, soll das zu erarbeitende Modell möglichst allgemein und auf Basis von theoretischen Erkenntnissen sowie Expertenwissen ausgestaltet werden. Eine Übertragung des Modells auf andere Einrichtungen soll grundsätzlich möglich sein.

1.3 Aufbau und Themenabgrenzung

Die Arbeit gibt zunächst einen Überblick auf die relevante Literatur und schafft auf diese Weise ein gemeinsames Verständnis der theoretischen Grundlagen. Das Kapitel zu KI formuliert eine für die Arbeit gültige Definition ohne tiefergehende Betrachtung der Theorien zu Logik und Rationalität oder dem Begriff der Intelligenz. Weiter werden die relevanten Einsatzmöglichkeiten, insbesondere in Form von maschinellem Lernen (ML, engl. machine learning), die rechtlichen Aspekte sowie die aktuelle Studienlage beleuchtet. Die rechtlichen Aspekte beziehen ethische mit ein, dennoch ist eine grundlegende

Diskussion kein Bestandteil dieser Arbeit. Hierfür bedarf es separaten Betrachtungen. Die theoretischen Grundlagen werden durch eine Betrachtung der Ablauforganisation mit Definition des Prozessbegriffs, des Prozessmanagement und dessen Einflussfaktoren abgerundet. Die gewonnen Erkenntnisse werden in einem Fazit zusammengefasst und hieraus die Forschungslücke sowie -fragen abgeleitet.

Nach den theoretischen Grundlagen wird das methodische Vorgehen erläutert. Diese beinhaltet das Vorgehen der Datenerhebung sowie -analyse. Die Erhebung bezieht sich insbesondere auf die verwendeten Methoden der Beobachtung und des Leitfadeninterviews mit verschiedenen Personengruppen.

Im Kapitel der Modellearbeitung kommt es nach der Analyse der Daten zur Aufstellung des angestrebten Modells. Dies erfolgt anhand der Erkenntnisse aus Theorie, Beobachtung und Leitfadeninterviews. Zunächst erfolgt die Definition der Kriterien zur Identifikation der verschiedenen Prozessschritte, anschliessend die Definition der Dimensionen zur Nutzenbestimmung. Im letzten Schritt werden die definierten Kriterien und Dimensionen dem Hype Cycle Modell gegenübergestellt, um der zeitlichen Komponente der Zieldefinition gerecht zu werden. Das Modell soll eine Bewertung anhand der Ist-Situation und ohne tiefere technische Kenntnisse von der zu implementierenden KI ermöglichen.

Im Kapitel der Resultate kommt es zur Anwendung des erarbeiteten Modells am Fallbeispiel des ZfB. Auf diese Weise kann das Modell in einer Praxisanwendung umgesetzt werden. Hierbei werden zunächst die identifizierten Prozesse und deren Use-Cases beleuchtet. Diese sind mittels des aufgestellten Modells zu evaluieren und der Einfluss von KI im Rahmen der Fallstudie zu bestimmen.

Die gewonnen Erkenntnisse werden abschliessend zusammengefasst und kritisch diskutiert, um Limitationen und Empfehlungen für Praxis und Theorie ableiten zu können.

Generell ist zu betonen, dass die vorliegende Arbeit nicht dazu dienen soll, zu evaluieren, in welchen Prozessen Mitarbeitende ersetzt werden können. Vielmehr soll die KI eingesetzt werden, um eine Entlastung der Ressource Mensch zu erreichen und Prozesse effizienter zu gestalten.

2 Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel werden die für die Arbeit relevanten theoretischen Grundlagen anhand vorhandener Literatur erarbeitet. Zudem werden aktuelle rechtliche und forschungsrelevante Inhalte thematisiert. Die erarbeiteten Grundlagen werden im Fazit zusammengefasst und die für diese Arbeit gültigen Definitionen formuliert. Damit soll zu einem einheitlichen Verständnisses beigetragen werden.

2.1 Künstliche Intelligenz

KI wird insbesondere im Bereich Gesundheit als Schlüsseltechnologie der Zukunft angesehen (PricewaterhouseCoopers, o.J.). Die nachfolgenden Kapitel diskutieren verschiedene Definitionen und Kategorisierungsmodelle von KI, Voraussetzungen für einen Einsatz sowie unterschiedliche Technologien der KI. Ergänzend werden die rechtlichen Aspekte für einen Einsatz im Gesundheitswesen sowie der aktuelle Forschungsstand beleuchtet.

2.1.1 Definition des Begriffs künstliche Intelligenz

Der Begriff der «artificial intelligence» oder zu Deutsch KI findet seinen Ursprung 1956 in einem Sommerprojekt des Dartmouth College. Trotz der Stagnation des Projekts entstand hierdurch das Forschungsgebiet der KI (Thelen & Schorn, 2020, S. 65).

Allgemeine Definitionen

Kaplan und Haenlein (2019) definieren KI als die Fähigkeit eines Systems, externe Daten korrekt zu interpretieren, aus diesen Daten zu lernen sowie die daraus gewonnen Erkenntnisse zu nutzen. Die Nutzung der Erkenntnisse dient der Erreichung definierter Ziele und Aufgaben mittels flexibler Adaption.

Das Schweizer Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (2019, S. 7) setzt statt auf eine Definition auf vier zentrale Strukturelemente von KI: «Demnach sind KI-Systeme in der Lage,

- (1) Daten in Komplexität und Menge in einer Form auszuwerten, die mit anderen Technologien nach heutigem Stand nicht möglich wäre, (...);
- (2) Vorhersagen als wesentliche Grundlage für (automatisierte) Entscheidungen zu erstellen;

- (3) dadurch Fähigkeiten nachzubilden, die mit menschlicher Kognition und Intelligenz in Verbindung gebracht werden;
- (4) auf dieser Basis weitgehend autonom zu agieren.»

Im allgemeinen Verständnis werden KI-Anwendungen als computerbasierte Systeme verstanden, welche sich vergleichbar zum Menschen verhalten und ähnliche Intelligenzleistungen erbringen. Systeme dieser Art sind beispielsweise fähig, Sprachen zu lernen, Aufgaben durchzuführen oder menschliche Erfahrungen und Entscheidungsprozesse nachzuahmen (Laudon et al., 2015, S. 662; Schick, 2018). Weiter ist die durch menschliche Intelligenz erzeugte KI fähig, Aufgaben zu übernehmen, für welche das menschliche Gehirn nicht geeignet ist. Dies kann beispielsweise das Durchsuchen von grossen Datenmengen sein (Sendler, 2020, S. 13 f.).

Spezifische Möglichkeiten zur Kategorisierung von KI

Russel und Norvig (2012, S. 22 f.) unterscheiden in ihrer Definition die Fähigkeiten von KI explizit nach den Kombinationen Denkprozesse und Verhalten sowie Imitation des Menschen und Rationalität. Es ergeben sich hieraus vier spezifischere Gruppen der KI: menschliches Denken und Handeln sowie rationales Denken und Handeln.

Der Bereich des menschlichen Denkens oder Handelns konzentriert sich auf die Imitation der Funktionsweise des menschlichen Gehirns durch Computer (Russel & Norvig, 2012, S. 23 f.). Dieser Ansatz erhielt insbesondere in den Anfängen der KI-Forschung besondere Aufmerksamkeit. Als Beispiele für solche Technologien sind die Verarbeitung natürlicher Sprache sowie humanoide Roboter anzuführen (Matzka, 2021, S. 3). Der Ansatz des rationalen Denkens orientiert sich an der Befolgung von «Denkregeln» und somit am Gebiet der Logik. Logische Programme dienen dazu, intelligente Systeme zu erzeugen. Das rationale Handeln bezieht sich auf sogenannte Computeragenten, welche autonom operieren, ihre Umgebung wahrnehmen, über längere Zeit bestehen, anpassungsfähig sind und Ziele erzeugen sowie verfolgen. Das Verhalten des Computers zielt darauf ab, unter Unsicherheiten das bestmöglich zu erwartende Ergebnis zu erreichen (Russel & Norvig, 2012, S. 25 f.).

Neuere Definitionen differenzieren hingegen zwischen schwacher und starker KI. Die schwache KI wurde lange Zeit als Expertensystem bezeichnet und beinhaltet komplexe Algorithmen zur Problemlösung (Sendler, 2020, S. 19 ff.). Die Fähigkeiten dieser Art von

KI bestehen aus dem Trainieren von Erkennungsmustern oder dem Abgleichen und Durchsuchen von grossen Datenmengen. Der schwachen KI können die Attribute Kreativität und selbstständiges Lernen nicht zugesprochen werden. Einsatzmöglichkeiten begrenzen sich auf klar definierte Aufgaben mit festgelegter Methodik zur Lösung komplexer, wiederkehrender und genau spezifizierter Probleme (Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, o.J.; Sendler, 2020, S. 16 ff.). Es handelt sich um eine Imitation menschlicher Entscheidungen und Schlussfolgerungen. Die Definition der schwachen KI steht daher in Verbindung zur Definition von Russel und Norvig und dem Bereich des menschlichen Denkens und Handelns (Bruhn, 2021, S. 8 f.; Russel & Norvig, 2012, S. 23 f.). In der Praxis findet die schwache KI insbesondere im Bereich der Automatisierung, des Prozesscontrollings sowie der Spracherkennung und -verarbeitung (z.B. Siri oder Alexa) Anwendung (Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, o.J.).

Die starke KI hat den Aufbau eines gemeinsamen Verständnisses und Vertrauens von natürlichen und künstlichen Intelligenzträger bei Arbeiten im selben Handlungsfeld zum Ziel (Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, o.J.). Die menschliche Intelligenz soll in nahezu vollem Umfang durch Computer abgebildet werden. Die starke KI findet sich somit in der Definition des rationalen Handelns von Russel und Norvig wieder (Russel & Norvig, 2012, S. 25 f.; Sendler, 2020, S. 16 f.). Die starke KI wird befähigt, ähnlich dem Menschen zu denken, zu handeln und zu sprechen sowie Lösungen zu finden und sich notwendiges Wissen entsprechend des Anwendungsgebiets zu erschliessen. Die Wahrnehmung der Umgebung ist ein weiteres Kennzeichen starker KI. Eine Realisierung dieses Konzeptes ist derzeit nicht erreicht (Sendler, 2020, S. 16 f.).

Kaplan und Haenlein erweitern die Unterscheidung in schwache und starke KI um die Super-KI oder auch KI mit Bewusstsein. Diese wird als dritte Generation der KI angesehen. Es handelt sich um eine KI, welche ein eigenes Bewusstsein innehält und von Problemen eines Bereichs selbstständig auf Anwendungsmöglichkeiten in anderen schliesst. Dies wird dazu führen, dass die Fähigkeiten der KI die Kompetenzen des Menschen übersteigen (Bruhn, 2021, S. 8 f.; Kaplan & Haenlein, 2019).

Huang und Rust (2018) orientieren sich bei der Definition der Lernfähigkeit von KI an den theoretischen Konzepten der menschlichen Intelligenz und setzen den Fokus auf einen Einsatz im Dienstleistungssektor. Ihre Definition bezieht sich auf den Entwicklungsstand des maschinellen Lernens. Es wird zwischen mechanischer, analytischer, intuitiver sowie empathischer Intelligenz unterschieden. Die mechanische weist eine geringe Lernfähigkeit auf und führt primär repetitive Aufgaben aus. Mit der analytischen Intelligenz erfolgt ein erstes rationales Entscheiden durch regelbasiertes Lernen. KI mit intuitiver Intelligenz greift auf das intuitive Verstehen zurück und übernimmt erste Aufgaben, welche kreativer Lösungsansätze bedürfen. Die empathische Intelligenz besitzt die Fähigkeit, aus vorangegangenen Erfahrungen zu lernen und so einen empathischen und sozialen Umgang zu erzeugen. (Bruhn, 2021, S. 8 f.; Huang & Rust, 2018). Unter Einbezug der vorhergehenden Definition schwacher und starker KI sind die mechanische und analytische Intelligenz schwacher KI zuzuordnen, die intuitive und empathische Intelligenz hingegen der starken KI. Dies wird in Abbildung eins dargestellt.

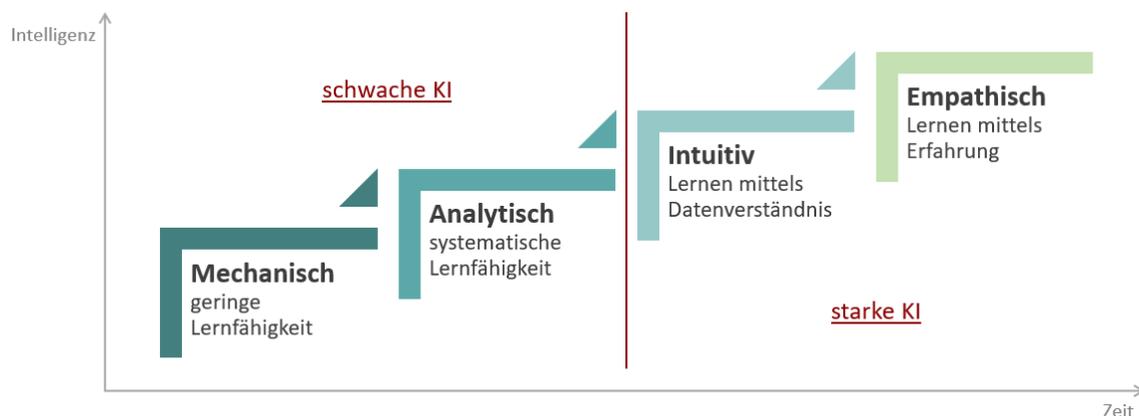


Abbildung 1 - Einteilung KI anhand Lernfähigkeit
(Eigene Darstellung an Huang & Rust, 2018)

Weitere Unterteilung von KI erfolgen anhand der geplanten Zielerreichung oder der Leistungsfähigkeit bzw. Kompetenz des Systems. Für die Unterscheidung anhand der Zielerreichung wird der Konkretisierungsgrad der Aufgabe herangezogen und in «narrow», «general» sowie «superintelligent» unterschieden (Bruhn, 2021, S. 8 f.). Die Unterscheidung anhand der Leistungsfähigkeit bzw. Kompetenzen bezieht sich auf kognitive, emotionale, soziale oder künstlerische Kompetenzen (Kaplan & Haenlein, 2019).

2.1.2 Einsatz von künstlicher Intelligenz

Voraussetzungen für einen Einsatz von KI

Für einen Einsatz von KI werden Daten benötigt. Diese dienen als Input (Kaplan & Haenlein, 2019). Das Sammeln der Inputdaten erfolgt auf unterschiedliche Arten. So können beispielsweise das Internet of Things, smarte Endgeräte mit Sensoren sowie Social Media als Datenquellen dienen (Bruhn, 2021, S. 10 f.). In diesem Kontext ist das Big Data-Konzept kurz zu beleuchten. Ihm liegen die technischen Eigenschaften der 3V «volume», «velocity» sowie «variety» zu Grunde. «Volume» bezieht sich auf die Menge der Daten ab, welche einem Datensatz als Basis dienen. Mit herkömmlichen Methoden kann die Menge der Daten im Rahmen von Big Data nicht mehr sinnvoll analysiert werden (Bruhn, 2021, S. 10 f.; Matzka, 2021, S. 7 ff.). Eine allgemeingültige Definition, ab wann von einer ausreichenden Datenmenge gesprochen werden kann, existiert nicht. Typischerweise beginnt diese jedoch im Terabytebereich (Grönke & Kirchmann, o.J.). «Velocity» bezieht sich auf die Geschwindigkeit, in der die Daten aktualisiert, übertragen und analysiert werden. Die Dimension «variety» betrachtet die Form der Daten (numerisch, text- oder bildbasiert) (Bruhn, 2021, S. 10 f.; Matzka, 2021, S. 7 ff.). Genauer werden die gesammelten Daten in die Datenkategorien strukturierte und unstrukturierte Daten eingeordnet. Strukturierte Daten unterliegen einer vorgegebenen Form und stellen einen einheitlichen Input für eine KI dar. Die Verarbeitung dieser Art von Daten kann wesentlich leichter verarbeitet werden als unstrukturierte Daten. Diese können in verschiedenster Form wie wie Text-, Bild-, Audio- und Videodateien vorliegen. Die Gewinnung von Erkenntnissen aus dieser Art der Daten ist mit erheblichen Anstrengungen, Kosten und Herausforderungen verbunden. Für Unternehmen gewinnen daher die strukturierten Daten an Bedeutung (Bruhn, 2021, S. 10 f.). Die technischen Eigenschaften der 3V können um die Attribute «validity», «veracity» und «value» ergänzt werden. «Validity» steht für die Eignung der Daten für qualitative Analysen. «Veracity» bezieht sich auf die Vertrauenswürdigkeit der Daten und den Schutz vor Manipulation. Mit «value» wird Bezug auf die Erzeugung eines unternehmerischen Mehrwerts durch eine Analyse der Daten genommen (Matzka, 2021, S. 7 ff.).

Weitere Voraussetzung für den Einsatz von KI stellen die Rechenleistung von Computern sowie deren technische Weiterentwicklung hinsichtlich Geschwindigkeit, Verarbeitungsprozessen und Verfügbarkeit von Speicherplatz dar (Bruhn, 2021, S. 10 f.; Buxmann & Schmidt, 2021, S. 8 f.).

Technologische Ausprägung von KI

Mit Erfüllung der entsprechenden Voraussetzungen kann der Einsatz von KI mittels unterschiedlichster Technologien erfolgen. Diese können in die Kategorien automatisierte Schlussfolgerung, Wissensrepräsentation, ML, natürliche Sprachverarbeitung (eng. Natural Language Processing), Bildverarbeitung (engl. Computer Vision) sowie Robotik unterteilt werden (Russel & Norvig, 2012, S. 811 ff.). Hierbei zählen das automatisierte Schlussfolgern und die Wissensrepräsentation zu den wissensbasierten KI-Technologien. Sie treffen Entscheidungen auf Basis definierter Bedingungen, wodurch sie für den Menschen nachvollziehbar agieren. Es handelt sich um eine frühe Form der KI. Diese ist weit verbreitet, gilt jedoch als überholt, da die zugehörigen Regeln festgeschrieben sind und erst durch den Einsatz von ML dynamisch angepasst werden. Das ML, die natürliche Sprachverarbeitung, die Bildverarbeitung und die Robotik sind hingegen datenbasierte Systeme. Es gibt keine vorgegebenen Bedingungen, Entscheidungen werden rein auf Datenbasis getroffen (Bruhn, 2021, S. 12). Die Ausprägungen mit kurzer Definition und Beispielen werden in Abbildung zwei zusammengefasst.



Abbildung 2 - Ausprägung der KI-Technologien
(Eigene Darstellung in Anlehnung an (Bruhn, 2021, S. 10)

Im Rahmen des Berichts über die Herausforderungen der künstlichen Intelligenz definiert das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation Algorithmen des ML als zentrale und universelle Technologie hinter gegenwärtig erfolgreichen KI-Systemen. Aus diesem Grund wird diese Technologieausprägung für eine detailliertere Betrachtung herangezogen (Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation, 2019, S. 7).

ML umfasst das Trainieren einer Maschine mittels erfasster Daten. Ein Algorithmus oder ein komplexes Programm wird befähigt, Parameter zur Erreichung eines konkreten Ziels selbst einzustellen und somit autonom Wissen zu generieren (Sendler, 2020, S. 56; Thelen & Schorn, 2020, S. 68 f.). ML beinhaltet die automatisierte Ableitung von möglichst allgemeingültigen Regeln aus einem Datensatz. Das Ableiten von Mustern durch ML eignet sich für hochdimensionale Problemstellungen, welche für den Menschen zu komplex werden (Matzka, 2021, S. 4 f.). Das ML ist in überwachtes (supervised), nicht überwachtes (unsupervised) und bestärkendes (reinforcement) Lernen zu unterscheiden (Bruhn, 2021, S. 13 f.).

Das überwachte Lernen versucht anhand von Trainingsdaten mit Eingabedaten und zugeordneten Ausgabedaten eine Näherungsfunktion zu generieren. Die Trainingsdaten müssen nicht numerisch sein (Russel & Norvig, 2012, S. 811 ff.). Der Algorithmus des überwachten Lernens konzentriert sich nach erfolgtem Training auf die reine Zuordnung der Eingangsdaten (Thelen & Schorn, 2020, S. 68 f.). Für diese Zuordnung kommen statistische Methoden wie die lineare Regression oder Entscheidungsbäume zum Einsatz (Kaplan & Haenlein, 2019). Als Unterstützung des überwachten Lernens sind Neuronale Netze und Deep Learning Methoden zu sehen (Bruhn, 2021, S. 14). Neuronale Netze bestehen aus künstlichen Neuronen. Diese sind über Schichten miteinander verbunden. Es findet eine Weitergabe, Analyse und Gewichtung von Informationen durch die verschiedenen Schichten von Neuronen statt, um komplexere Muster abbilden zu können (Sendler, 2020, S. 21 ff.). Bei Verbindung sehr vieler Schichten wird von tiefen künstlichen neuronalen Netzen oder Deep Learning gesprochen. Das Deep Learning stellt eine Sonderform der neuronalen Netze dar (Matzka, 2021, S. 5 f.).

Das unüberwachte Lernen verwendet keine Ausgabedaten. Es basiert rein auf den Eingabedaten und erhält keine weiteren Informationen aus der Umwelt (Bruhn, 2021, S. 14). Das Ziel des unüberwachten Lernens ist das Zusammenfassen ähnlicher Daten in

einer Gruppe, auch Clustering genannt. Durch eine grössere Menge von Daten und Stichproben kann einer falschen Zuordnung vorgebeugt werden (Matzka, 2021, S. 13 f.). Die Zuordnung und Strukturierung der Daten erfolgt anhand der Daten selbst (Kaplan & Haenlein, 2019).

Das bestärkende Lernen dient dazu, für ein gegebenes Problem eine optimale Strategie zu erlernen. Als Grundlage wird eine zu maximierende Anreiz- oder Belohnungsfunktion genutzt (Buxmann & Schmidt, 2021, S. 11 f.). Von aussen findet eine Zielsetzung und Bewertung der getätigten Handlungen statt. Das System justiert selbstständig den Lösungsansatz und die Verarbeitung der Vorgaben. Diese Methode kommt zum Einsatz, wenn kein klarer Lösungsweg vorhanden ist, jedoch ein klares Ziel (Bruhn, 2021, S. 14).

Entwicklungsstand verschiedener KI-Technologien

Wichtig für einen Einsatz der verschiedenen KI-Technologien ist zudem deren Entwicklungsstand. So ist das überwachte Lernen der am häufigsten in der Praxis verwendete ML-Ansatz (Buxmann & Schmidt, 2021, S. 13). KI-Technologien werden regelmässig im Gartner Hype Cycle Modell anhand ihrer Reife und Akzeptanz eingeordnet. Auf diese Weise entsteht ein Gesamtbild zur aktuellen Entwicklung der jeweiligen KI-Technologien. Mit Hilfe des Modells kann das Potential einer Technologie abgeschätzt, das Risiko eines Investments verringert und der vermutete Wert der Technologie für das Unternehmen validiert werden. Das Modell unterscheidet die folgenden Phasen:

- I. Technologischer Auslöser,
- II. Gipfel der überzogenen Erwartungen,
- III. Tal der Enttäuschungen,
- IV. Pfad der Erleuchtung und
- V. Plateau der Produktivität (Gartner, o.J.).

Das aktuelle Hype Cycle Modell zu KI ist in Abbildung drei zu finden.

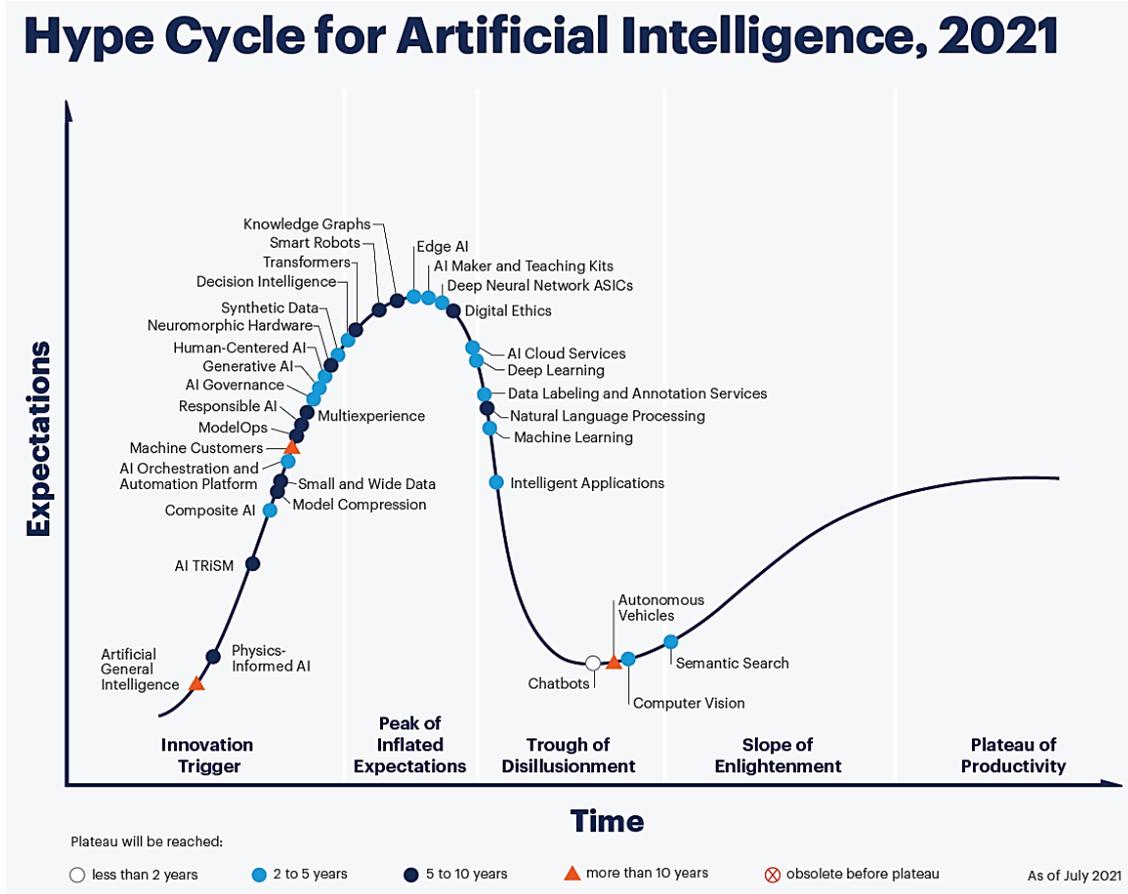


Abbildung 3 - Gartner Hype Cycle Modell (Goasduff, 2021)

Die Fortschritte im Bereich der Technologien ML, Computer Vision, Chatbots und Edge Artificial Intelligence (Teilbereich des ML) stärken deren Akzeptanz. Somit sind insbesondere die Technologiebereiche ML, natürliche Sprachverarbeitung und Bildverarbeitung als bereits etabliert anzusehen (Bruhn, 2021, S. 12 ff.; Goasduff, 2021; Jänisch, 2019; SAS Institute, o.J.). Dennoch bestimmen andere Trends die Landkarte der KI. Als erstes ist die Operationalisierung von KI-Initiativen mittels «model operationalization» (ModelOps, deutsch. Modell-Operationalisierung) zu nennen. ModelOps dienen als System zur Regulierung und Verwaltung des Lebenszyklus von KI. Sie helfen dabei, die Zeit von Pilotierung einer KI bis zum produktiven Einsatz zu reduzieren. Der zweite Trend bezieht sich auf die effiziente Nutzung von Daten, Modellen und Datenverarbeitung. Hierzu ist die Technologie der «kombinierten KI» (eng. composite AI) zu nennen (Goasduff, 2021). Diese kombiniert verschiedene Technologien und bildet Schnittmengen zwischen den verschiedenen Technologiebereichen, um ein breiteres Spektrum an Problemstellungen auf effizientere Weise zu lösen (Bruhn, 2021, S. 12 ff.; Goasduff, 2021).

Mit Trend Nummer drei, der «responsible AI», wird versucht, möglichen Verzerrungen aufgrund von beispielsweise Stereotypen vorzubeugen. Diese können Fehler, Produktivitäts- und Gewinnverluste nach sich ziehen. Je mehr Entscheidungen KI dem Menschen abnimmt, desto eher besteht jedoch die Gefahr von impliziten Verzerrungen. In Zukunft müssen operative KI-Systeme daher über die Attribute Fairness und Transparenz verfügen. Zuletzt wird der Wechsel von Big Data zu «Small und Wide Data» als Trend genannt. Durch Situationen wie die Covid-Pandemie können KI-Systeme auf Basis von historischen Daten keine korrekten Aussagen treffen. Durch die kombinierte Verwendung von «Small und Wide Data»-Technologien kommen geringere Daten aus vielfältigen Quellen zum Einsatz, um den richtigen Kontext zu schaffen (Goasduff, 2021).

2.1.3 Rechtliche Aspekte für einen Einsatz im Gesundheitswesen

KI kommt vermehrt an Stellen zum Einsatz, an denen sie Entscheidungen mit mittelbarer oder unmittelbarer Auswirkung für den Menschen trifft. Aus diesem Grund bilden ethische Überlegungen die Grundlage für Regulierungen zu KI. Der Mensch darf durch KI nicht zum Objekt gemacht werden. Die Beachtung von Grund- und Freiheitsrechten muss der KI zu Grunde gelegt werden. Relevant wird dies beispielsweise bei selbstfahrenden Fahrzeugen sowie Entscheidungen über Kreditwürdigkeit und Strafbarkeit einer Person (Selz, 2021). Seitens schweizerischen Bundesrats wird KI im Rahmen der digitalen Transformation eine grosse Bedeutung zugemessen. Der Einsatz von KI führt zu spezifischen Herausforderungen wie datenbasierter Diskriminierung, fehlender Nachvollziehbarkeit von Ergebnissen oder der Gewährleistung des Schutzes der Privatsphäre. Aus diesem Grund bilden die vom Schweizer Bundesrat herausgegebenen Leitlinien zu KI einen allgemeinen Orientierungsrahmen und sollen eine kohärente Politik gewährleisten. Im Anwendungskontext sind die folgenden Leitlinien zu beachten:

- Den Menschen, seine Würde und das Wohl des einzelnen sowie der Gemeinschaft in den Mittelpunkt stellen
- Rahmenbedingungen für Entwicklung und Anwendung von KI gewährleisten
- Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Erklärbarkeit als Voraussetzungen für eine vertrauenswürdige KI
- Verantwortlichkeit klären und feststellen
- Sicherheit durch eine sichere, robuste und resiliente Konzipierung

- Aktive Mitgestaltung der Governance von KI
- Einbezug aller relevanten nationalen und internationalen Akteure

Als gesetzliche Grundlagen für einen Einsatz von KI dienen in der Schweiz insbesondere die Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft und die Normen der europäischen Konvention zum Schutze der Menschenrechte und Grundfreiheiten. KI entwickelt sich in der Schweiz in einer bestehenden Rechtsordnung. Dennoch ist der Dialog aufgrund der globalen Dimension auf nationaler wie auch internationaler Ebene zu führen (Schweizer Bundesrat, 2020).

Die EU-Kommission macht mit dem Entwurf einer Verordnung zu KI erste Schritte zu einer europaweiten gesetzlichen Grundlage. Diese soll einheitliche und verbindliche Regulierungen gewährleisten (Selz, 2021). Im Rahmen der EU-Verordnung werden folgende Ziele formuliert:

- Gewährleistung der Sicherheit und Wahrung der Grundrechte durch KI-Systeme
- Rechtssicherheit für eine Förderung von KI
- Stärkung der Governance und Durchsetzung geltenden Rechts zur Wahrung der Grundrechte sowie Sicherheitsanforderungen an KI-Systeme
- Erleichterung der Entwicklung eines Binnenmarkts für rechtskonforme, sichere und vertrauenswürdige KI

(Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Gesetz über künstliche Intelligenz) und zur Änderung bestimmter Rechtsakte der Union, 2021).

Nach dem Verordnungsvorschlag der EU-Kommission fällt der Einsatz von KI im Gesundheitswesen unter den Bereich des hohen Risikos. Hierbei spielen die Transparenz über den Umgang mit KI sowie den zugrunde liegenden Trainingsdaten eine wichtige Rolle. Die Transparenz im Umgang mit KI ist jedoch nach entsprechender Personengruppe zu unterscheiden. Für Medizinerinnen und Mediziner ist beispielsweise die Einschätzung der Zuverlässigkeit der KI relevant, für die Patienten hingegen die Information, dass eine Diagnose mittels KI gestellt wurde (Braun Binder et al., 2021). Insbesondere bei KI-Technologien wie ML mittels unüberwachten Lernens ist die Transparenz des Systems als kritisch zu betrachten. Es stellt sich in diesem Kontext zusätzlich die Frage nach der Haftungsverantwortlichkeit (Müller-Quade et al., 2020).

Für die Schweiz empfiehlt Braun Bieder (2021) hingegen statt eines Gesetzes nur punktuelle Anpassungen in den entsprechenden Rechtsgebieten wie dem Datenschutz oder Medizinproduktezulassung punktuelle Anpassungen vorzunehmen.

In der Betrachtung der rechtlichen Aspekte ist nicht zu vernachlässigen, dass der Einsatz von Software wie KI nach Art. 3 Absatz 1 lit. c MedPV als Medizinprodukt definiert werden kann. Hierbei ist relevant, ob die Software einen spezifischen medizinischen Zweck erfüllt. Dies sind beispielsweise die Diagnose, Verhütung, Überwachung, Prognose, Behandlung oder Linderung von Krankheiten oder Verletzungen und Behinderungen (Medizinprodukteverordnung (MepV), 2021). Die medizinische Zweckbestimmung ist für die Definition als Medizinprodukt relevant. Ein reines Speichern, Archivieren, Kommunizieren, Suchen oder Komprimieren von Gesundheitsdaten bildet noch keine Grundlage für eine Klassifizierung als Medizinprodukt. Demnach fallen elektronische Patientenregister, Software zur Ressourcenplanung oder Abrechnung sowie Apps zur Auswertung klinischer oder epidemiologischer Daten nicht unter die Medizinprodukteverordnung. Es gilt abzuwägen, welche Zweckbestimmung einer Software zu Grunde liegt (Spectra / Bundesamt für Gesundheit, 2018; Swissmedic, 2021). Weiter unterteilen sich Medizinprodukte in verschiedene Klassen. Diese bestimmen sich anhand des potentiellen Risikos in Zusammenhang mit der Anwendung am Menschen. Die Klassifizierung bestimmt wiederum das Konformitätsbewertungsverfahren. Insofern eine Software bzw. KI Bestandteil eines Geräts ist und die Anwendung dessen steuert oder beeinflusst, wird es derselben Klasse zugerechnet wie das Gerät (Medical Device Coordination Group, 2019; Swissmedic, 2021).

2.1.4 Studienlage zu künstlicher Intelligenz im Gesundheitswesen

Um die aktuelle Datenlage ermitteln zu können, wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Ziel hiervon ist es, aktuelle Studien und Fachartikel zur Verwendung von KI ausserhalb der Diagnostik und Behandlung von Patienten im Gesundheitswesen zu identifizieren. Bei der Suche nach Studien und Fachartikeln wurden die Datenbanken PubMed, Cochrane, AbiInform, Medline, OECD sowie EBSCO durchsucht. Die Suche mittels EBSCO beinhaltet die Datenbanken Business Source Premier, CINAHL Complete, Health Source: Nursing/Academic Edition und Library, Information Science &

Technology Abstracts. Als Suchbegriffe wurden «artificial intelligence» «healthcare industry» und «impact» verwendet. Für die Handsuche der grauen Literatur wurde mittels Google Scholar und den bereits genannten Suchbegriffen gearbeitet. Verschiedene Suchen vorab zeigten, dass die Verwendung von Begriffen wie «radiology» oder «medical imaging» überwiegend Ergebnisse zum Einsatz von KI in der Bildverarbeitung und Diagnostik lieferte. Des Weiteren wurde deutlich, dass die Mehrheit an Publikationen in den letzten fünf Jahren entstanden ist. Aus diesem Grund und um die Aktualität der Erkenntnisse zu gewährleisten, kam es ergänzend zu einer Einschränkung auf den Zeitraum 2017 bis 2022. Auf Grund der vorliegenden Sprachkenntnisse kam es zur Berücksichtigung von Publikationen in deutscher und englischer Sprache. Insgesamt konnten sieben relevante Studien selektiert werden. Der Ausschlussprozess wird in Abbildung vier dargestellt. Die Anzahl der jeweils ein- respektive ausgeschlossenen Studien wird mit «n» bezeichnet.

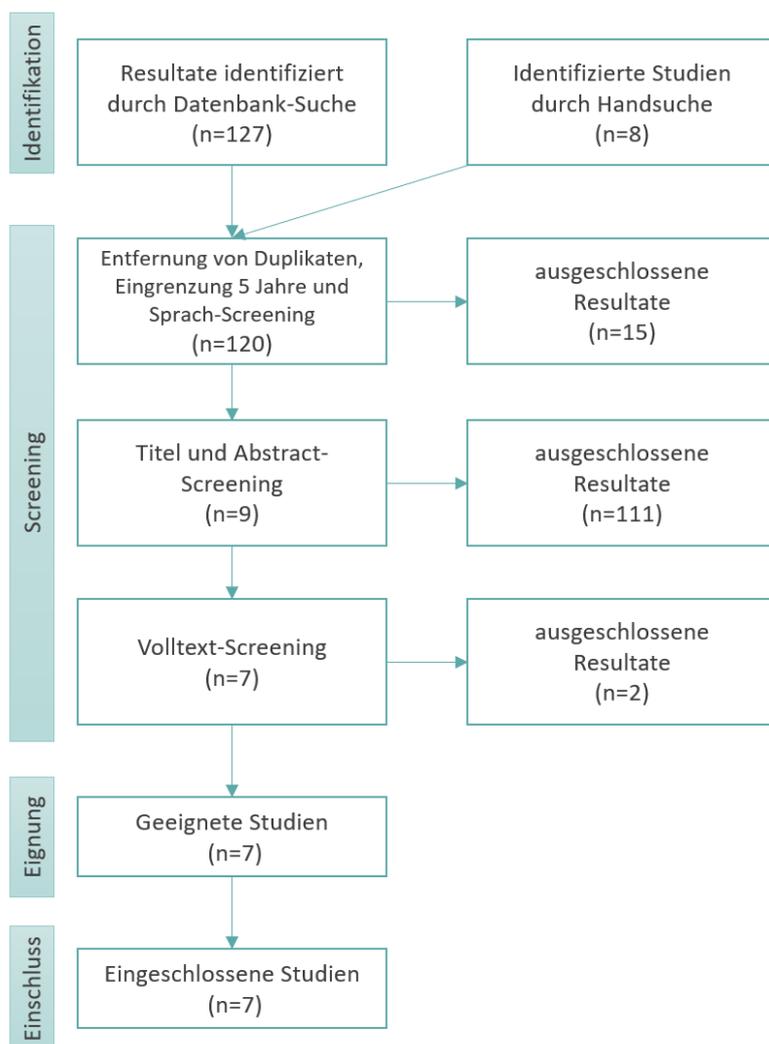


Abbildung 4 - systematische Literaturrecherche
(Eigene Darstellung, 2022)

Die sieben selektierten Studien thematisieren den Einsatz von KI für administrative oder unterstützende Prozesse entlang der Leistungserbringung. Es handelt sich bei fünf Arbeiten um literaturbasierte und qualitative Studien; zusätzlich enthalten sind ein Review sowie eine retrospektive Datenstudie. Die Fokussierung der einzelnen Arbeiten unterscheidet sich stark. Das Ziel der Suche ist jeweils nur Teilaspekt der selektierten Studien. Der Einsatz von KI erfolgt im klinischen Alltag bereits. Hier liegt der Fokus auf der Bildinterpretation und Befunderstellung. Die Integration von KI findet hierbei im Bildarchivierungssystem (PACS) statt, was die Fokussierung auf den genannten Bereich und die Verbesserung der Diagnostik erklärt (Gampala et al., 2020; Horgan et al., 2019). Der klinische Einsatz von KI erfolgt derzeit als Ergänzung zur Personalie des Radiologen. Dennoch ist die Radiologie zukünftig einer der medizinischen Bereiche mit der höchsten Wahrscheinlichkeit durch KI ersetzt zu werden (Lee & Yoon, 2021).

Der Einsatz im administrativen Bereich wird nicht als revolutionär gesehen, bringt jedoch substantielle Effekte mit sich. Als im Fokus stehende Technologien werden das ML, die natürliche Sprachverarbeitung, Roboter sowie die robotergesteuerte Prozessautomatisierung genannt (Davenport & Kalakota, 2019). Als Use-Cases sind insbesondere die Entscheidungsunterstützung sowie die Automation relevant (Shaw et al., 2019).

Als mögliche Einsatzgebiete für KI im Rahmen von administrativen oder unterstützenden Prozessen entlang der Leistungserbringung werden der Decision-Support in Zusammenhang mit personeller Dienstplanung, die Verbesserung der Bildqualität, die Wartezeitvorhersage, die (klinische) Dokumentation sowie die Dokumentenverwaltung, die Patientenkommunikation zu Terminen oder erneuten Verschreibungen von Medikamenten und Heilmitteln mittels Chatbots, das Kapazitätsmanagement, die Informationsabfrage und die Rechnungsstellung sowie -kontrolle genannt (Curtis et al., 2018; Davenport & Kalakota, 2019; Gampala et al., 2020; Kivi, 2019; Lee & Yoon, 2021; Shaw et al., 2019). Somit kann KI entlang des gesamten radiologischen Workflows eingesetzt werden und bietet das Potential, die Effizienz und Genauigkeit zu verbessern (Gampala et al., 2020). Eine möglichst genaue Vorhersage von Wartezeiten fördert beispielsweise nicht nur die Patientenzufriedenheit, sondern liefert dem Management Anhaltspunkte zur Entwicklung von Strategien zur Verbesserungen entlang des Patientenpfads sowie der Geräteauslastung und trägt somit zur Effizienz bei (Curtis et al., 2018). Auch eine verbesserte

Auslastung von Ressourcen kann durch Prädiktion erreicht werden. Dies zeigt ein Beispiel des John Hopkins Hospitals. Dort kam es zu merklichen Verbesserungen des operativen Workflows, wodurch Kapazitäten besser ausgelastet werden können (Lee & Yoon, 2021). Eine erhöhte Genauigkeit bzw. Qualität kann durch den Einsatz von KI im Rahmen der Dokumentation und Auswertung von relevanten Daten zum Patienten sowie der Behandlung erfolgen. Der Einsatz von KI in diesen Prozessen kann zu geringeren Dokumentationszeiten für das Personal sowie einer verbesserten Abrechnung beitragen (Kivi, 2019).

Horgan et al. (2019) schätzen für das amerikanische Gesundheitssystem eine Kosteneinsparung von \$150 Milliarden, durch den Einsatz von KI zur administrativen Workflow-Unterstützung. Zudem betonen sie, dass KI dazu beitragen kann die Durchlaufzeiten einer Organisation zu verringern, da Informationen durch den Einsatz von KI einfach und schnell zur Verfügung gestellt werden können. Inwiefern dies jedoch auf ambulante Praxen und das schweizerische Gesundheitswesen übertragbar ist, bleibt fraglich.

Trotz aller positiven Effekte werden für den Einsatz von KI grosse Datenmengen benötigt. Die Bereitstellung und Aufbereitung dieser Datenmengen für das Training von Algorithmen sind als zeitintensiv und teuer zu bewerten. Zudem können die der KI zugrunde gelegten Daten vorhandene ethische und sozio-ökonomische Verzerrungen verstärken (Gampala et al., 2020). Daher sind ethische Aspekte und Themen wie Haftung, Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patienten, Job-Replacement, Datensicherheit und Privatsphäre bei einem Einsatz von KI nicht zu vernachlässigen. Die entstehenden Risiken müssen dem Nutzen kritisch gegenübergestellt werden (Gampala et al., 2020; Horgan et al., 2019). Die technische Integration in bestehende Prozesse wird zudem zur Herausforderung für einen Einsatz von KI, welche gelöst werden muss (Davenport & Kalakota, 2019). Auch eine technische Aktualität der Systeme ist zu gewährleisten. Die KI muss Schritt halten mit den Fortschritten der Medizin. Hier kann kleinen und finanziell schlechter gestellten Institutionen ein Nachteil entstehen, welcher sich negativ auf die Patientenversorgung auswirken kann (Gampala et al., 2020).

2.2 Ablauforganisation

Eine Organisation ist durch eine Dualität von Aufbau- und Ablauforganisation geprägt (Gaitanides, 2012, S. 11). Die Aufbauorganisation beschäftigt sich mit der Konfiguration

einer Organisation, die Ablauforganisation hingegen mit den Abläufen bzw. Prozessen innerhalb der Organisation. Der Fokus der Ablauforganisation liegt auf dem Prozessmanagement (PM) (Bergmann & Garrecht, 2021, S. 113). Nachfolgend werden hierzu der Begriff des Prozesses und PM definiert und die Einflussgrößen eines Prozesses benannt.

2.2.1 Definition des Begriffs Prozess

«Ein Prozess bezeichnet die zielgerichtete Erstellung einer Leistung als Abfolge von Aktivitäten aufgrund logischer Zusammenhänge innerhalb einer Zeitspanne. Als Output entstehen Produkte, Dienstleistungen oder Informationen» (Elbe & Peters, 2016, S. 72).

Als zentrale Merkmale eines Prozesses sind die nachfolgenden Aspekte zu verstehen:

- Transformation von Input zu Output,
- Zielausrichtung auf intern oder extern,
- Verkettung von Aktivitäten sowie
- Organisation der Verkettung (Bergmann & Garrecht, 2021, S. 115 f.).

Geschäftsprozesse beziehen sich auf die betriebswirtschaftlichen Aspekte von Prozessen. Sie können definiert werden als zielgerichtete, zeitlich-logische Abfolge von Aufgaben, die arbeitsteilig u.a. unter Nutzung von Informationstechnologien vollzogen werden. Weiter dienen diese der Erstellung von Leistungen, entsprechend hergeleitet aus der vorgegebenen Unternehmensstrategie (Gadatsch, 2015, S. 4). Die Identifikation von Prozessen stellt die Grundlage einer Optimierung von Prozessen dar. Je nach Ausgangspunkt kann die Identifikation in unterschiedlichem Detaillierungsgrad durchgeführt werden, woraus sich zahlreiche Teilprozesse ergeben können. Deswegen wird im Rahmen der Prozessidentifikation auf Abstrahierungen zurückgegriffen. Es gilt zu beachten, dass die für den Unternehmenserfolg kritischen Tätigkeitsfolgen identifiziert werden. Kritisch sind insbesondere Prozesse mit Bedeutung für die Zufriedenheit der Kundschaft, einem hohen Einfluss auf den Erfolg des Unternehmens oder einem hohen Ressourceneinsatz (Bergmann & Garrecht, 2021, S. 115 ff.).

Prozesse werden häufig durch die Nähe zum Kerngeschäft einer Organisation kategorisiert, hierfür bieten sich Prozesslandkarten an. Nach diesen wird wie folgt unterteilt:

- Kernprozesse (KP),
- Supportprozesse (SP) und
- Managementprozesse (MP).

Die Unterteilung dient der Bereitstellung von «groben» Informationen über die wichtigsten Prozesse (Gadatsch, 2013, S. 38 ff.). Nach Porters Wertkettenmodell zählen die KP zu den primären und die SP zu den sekundären Aktivitäten eines Unternehmens. Die KP und SP stellen je nach Organisation und dessen spezifischer Bedeutung den entscheidenden Wettbewerbsvorteil dar (Bergmann & Garrecht, 2021, S. 115 ff.).

Kernprozesse

KP besitzen einen hohen Wertschöpfungsanteil, sie sind in der Regel wettbewerbskritisch und bilden den Leistungserstellungsprozess. Dies kann beispielsweise die Behandlung oder auch die Anmeldung zu behandelnder Personen sein (Gadatsch, 2013, S. 39 ff.). Bei der Erstellung der Leistung findet eine Orientierung an der Erfüllung der Bedürfnisse der Kundschaft statt. Diese stiften einen wahrnehmbaren Nutzen (Elbe & Peters, 2016, S. 72). Derartige Prozesse liefern einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg der Organisation, haben eine starke Aussenwirkung und bieten oft das grösste Potential zur Prozessoptimierung. Mittels einer Reihe von selbstständigen, teils miteinander vernetzten KP wird das gesamte Leistungsspektrum der Organisation abgedeckt (Frodl, 2017, S. 137).

Supportprozesse

SP besitzen keinen oder nur einen geringen wertschöpfenden Anteil. Sie sind nicht wettbewerbskritisch. Dies können beispielsweise die Finanzbuchhaltung oder das Personalwesen sein (Gadatsch, 2013, S. 40 f.). Die SP erbringen Leistungen für den KP und haben keine direkte Schnittstelle zur Kundschaft. Dennoch sind sie für den Gesamtprozess unabdingbar (Elbe & Peters, 2016, S. 72). Die Abgrenzung zwischen KP und SP ist nicht generalisierbar. SP sind geeignet für ein Outsourcing und reduzieren durch Ausgliederung die Komplexität der Wertschöpfungskette. Es gilt darauf zu achten, dass es sich nicht um wettbewerbskritische Prozesse handelt (Gaitanides, 2012, S. 261).

Managementprozesse

Sie verantworten das integrative Zusammenspiel der Geschäftsprozesse wie die Strategieentwicklung, die Unternehmensplanung oder das operative Führen (Gadatsch, 2013, S. 38). Innerhalb dieser Prozesse erfolgt somit die Planung, Kontrolle und Koordination der KP und SP (Elbe & Peters, 2016, S. 72).

2.2.2 Prozessmanagement und Einflussgrößen eines Prozesses

Das PM ist als Gestaltung und Lenkung von Prozessen innerhalb einer Organisation bzw. eines Unternehmens zu verstehen. Hierbei werden personelle, zeitliche und räumliche Aspekte zur Koordination einzelner Prozessschritte im Gesamtkontext betrachtet (Bergmann & Garrecht, 2021, S. 123). Die Gestaltung von Prozessen bedarf der Feststellung, der einzelnen Aktivitäten, deren Reihenfolge, den zugehörigen Arbeitsplätzen, dem notwendigen Input, den Verarbeitungsregeln sowie dem Output (Frodl, 2017, S. 135). Grundlegend kann das PM in Geschäftsprozessoptimierung, Reengineering sowie Prozessorganisation unterschieden werden. Die Prozessoptimierung verbessert Prozesse durch Identifizieren, Analysieren und Modellieren von Prozessen unter Beachtung der Ziele der Organisation. Oftmals sind informationstechnische Komponenten Auslöser der Prozessoptimierung, da sie bestimmte Prozesse effizienter gestalten (Bergmann & Garrecht, 2021, S. 123 ff.). Es handelt sich um eine kontinuierliche Verbesserung der bestehenden Abläufe ohne grosse Veränderungen der funktionalen Strukturen (Elbe & Peters, 2016, S. 80). Das Reengineering strukturiert Prozesse auf radikale Weise um. Verbesserungen sollen möglichst schnell zu Verbesserungen führen (Gadatsch, 2015, S. 27). Im Rahmen der Prozessorganisation wird die Aufbauorganisation an die Prozesse angepasst (Bergmann & Garrecht, 2021, S. 104 f.).

Dem PM kann das Konzept des Lean Managements zur Optimierung von Prozessen dienen. Dieses beschäftigt sich im Wesentlichen damit, Probleme im Ablauf zu erkennen, Optimierungspotenziale umzusetzen und Verschwendung zu vermeiden, um einen optimierten Prozessfluss zu erreichen (Angerer & Liberatore, 2018, S. 45 f.).

Als allgemeine Orientierungspunkte des PM sind die Resultatorientierung, die Kundenorientierung, das Gesamtergebnis, die Umsatzstärke, die Standardisierbarkeit sowie die Verantwortlichkeit für einen Prozess zu nennen. Die *Resultatorientierung* setzt das Vorhandensein eines Ziels zur Steuerung der Prozesse voraus. Die Aktivitäten eines Prozesses werden durch die Resultatorientierung in exakten Zielen und quantitativen Größen wiedergegeben. Mit der *Kundenorientierung* sind sowohl interne wie auch externe Kundschaft angesprochen. Der Begriff der Kundschaft ist somit breitgefächert. Ein Prozess existiert nie aus Selbstzweck, sondern hat die Kundschaft im Fokus (Stöger, 2018, S. 3 ff.). Das erste Prinzip des Lean Konzeptes betont die Orientierung an der Kundschaft,

an deren Bedürfnissen und dem für diese zu schaffenden Wert. Das Ziel der Leistungserbringung ist ein optimaler Prozess für die Kundschaft (Angerer & Liberatore, 2018, S. 61 f.). Das *Gesamtergebnis* fasst einzelne Prozessschritte in einen gesamthaften Kontext. Es ist zu vermeiden, dass durch die Optimierung eines einzelnen Prozesses negative Auswirkungen in einer Schnittstelle zu einem anderen Prozessschritt entstehen (Stöger, 2018, S. 3 ff.). Nach der Orientierung an der Kundschaft thematisiert das Lean Konzept die Optimierung von Schnittstellen zwischen einzelnen Prozessschritten und greift somit den Orientierungspunkt des Gesamtergebnisses auf. Das Prinzip der Systemleistung definiert die Betrachtungsebene zudem als die gesamthaftige Organisation (Angerer & Liberatore, 2018, S. 61 f.). Die *Umsetzungstärke* beschäftigt sich mit der Frage nach der Wirksamkeit und dem Optimierungspotential eines Prozesses. Die Wirkung eines Prozesses ergibt sich aus dessen Umsetzung, welche wiederum zu einem Resultat und zu zufriedener Kundschaft führt (Stöger, 2018, S. 3 ff.). Die Lean Philosophie definiert für die Optimierung von Prozessen verschiedene Verschwendungsarten, welche zu vermeiden sind. Diese sind Überproduktion, Fehler und Korrekturen, Lagerbestände, Wartezeiten, Laufwege, Transport, Überbearbeitung mit unnötigen oder falschen Prozessschritten sowie nicht genutztes Potential der Mitarbeitenden. Die Verschwendungsarten beziehen sich auf die Lean Prinzipien des Flussprinzip und der kontinuierlichen Weiterentwicklung (Angerer & Liberatore, 2018, S. 61 f.). Obwohl sich das Umfeld verändert und neue Herausforderung entstehen, ist die *Standardisierbarkeit* eine Einflussgrösse für Prozesse. Prozesse stellen keine Einzel- oder Ausnahmefälle dar, da sie durch System, Struktur, Wiederholbarkeit und Routine gekennzeichnet sind (Stöger, 2018, S. 3 ff.). Das Lean Management sieht Standardisierung von Prozessen als Voraussetzung für eine Zusammenarbeit einzelner Schnittstellen, um eine Systemleistung orientiert an der Kundschaft erbringen zu können (Angerer & Liberatore, 2018, S. 61 f.). Der *Verantwortlichkeit* bedarf es im Rahmen des PMs, da Aktivitäten unabhängig von konkreten Personen und Situationen zu strukturieren sind. Hierbei ist zu definieren, wo die Verantwortung für das Resultat des Prozesses liegt (Stöger, 2018, S. 3 ff.).

Die Orientierungspunkte des PM bieten eine Grundlage zur Definition von Einflussgrößen eines Prozesses. Für die Gestaltung eines Prozesses, insbesondere in Gesundheitsbetrieben, sind zudem folgende Faktoren relevant: aktuelle und zukünftige Menge,

Kennzahlen einzelner Prozesse, die Arbeits- und Durchlaufzeit, Zeitpunkt der Arbeitsdurchführung (kontinuierlich oder diskontinuierlich), Frequenz (regelmässig oder unregelmässig) sowie Personal- und Gerätekapazitäten (Frodl, 2017, S. 136 f.).

2.3 Fazit und Forschungsfragen

2.3.1 Fazit zum theoretischen Hintergrund

Die einzelnen Definitionen von KI setzen ihren Schwerpunkt auf unterschiedliche Aspekte und verwenden dieselben Begrifflichkeiten teils in unterschiedlicher Bedeutung. Es zeigt sich dennoch eine gewisse Schnittmenge, welche als Definition im Rahmen dieser Arbeit genutzt wird. KI ist als Fähigkeit eines Systems zu sehen, Daten zu interpretieren, aus diesen zu lernen sowie die gewonnen Erkenntnisse zu nutzen, um bestimmte Ziele und Aufgaben zu erreichen. Die KI orientiert sich hierbei am menschlichen Denken und Handeln. Tiefergehende Definitionen wie nach Russel und Norvig werden in diesem Kontext nicht als sinnvoll erachtet, da zwar technische Aspekte einbezogen, jedoch nicht im Fokus stehen.

Als zwingende Voraussetzungen für den Einsatz von KI sind die Datengrundlage und die vorhandene Rechenleistung mit Geschwindigkeit und Verarbeitungsprozessen zu sehen (Bruhn, 2021, S. 11). Weiter zeigen sich im Rahmen der Betrachtung der rechtlichen Aspekte sowie der aktuellen Studienlage zum Einsatz von KI im Gesundheitswesen einige mögliche Einflussfaktoren für die Bestimmung des Nutzens eines Einsatzes von KI. In Kombination mit den Grundlagen zur Ablauforganisation zeigen sich folgende Einflussfaktoren: Datenqualität, ethische und rechtliche Auswirkungen, Möglichkeiten zur technischen Integration in bestehende Systeme, Gewährleistung der technischen Aktualität, Nähe des Prozesses zur Leistungserstellung sowie zu Patienten, Unterstützung der Kundenorientierung, betroffener Ressourceneinsatz, Art der Prozessveränderung, Resultatorientierung am definierten Ziel, Gesamtergebnis mit Auswirkungen auf vorhandene Schnittstellen, Umsetzungsstärke des Prozesses mit Betrachtung möglicher Optimierungen, Standardisierbarkeit, Verantwortlichkeit und Abhängigkeit von Einzelpersonen, aktuelle und zukünftige Mengen, Arbeits- und Durchlaufzeiten, Zeitpunkt der Arbeitsdurchführung sowie die Frequenz des Prozessschritts (Angerer & Liberatore, 2018, S. 61 f.; Bergmann & Garrecht, 2021, S. 115 ff.; Braun Binder et al., 2021; Bruhn, 2021, S. 10

f.; Buxmann & Schmidt, 2021, S. 8 f.; Davenport & Kalakota, 2019; Elbe & Peters, 2016, S. 72; Frodl, 2017, S. 136 f.; Gadatsch, 2013, S. 38 ff.; Kaplan & Haenlein, 2019; Matzka, 2021, S. 7 ff.; Müller-Quade et al., 2020; Medizinprodukteverordnung (MepV), 2021; Selz, 2021; Stöger, 2018, S. 3 ff.).

Zur Einordnung im Hype Cycle Modell zur Bestimmung des technischen Entwicklungsstands eignet sich die Unterscheidungen in schwache und starke sowie wissensbasierte und datenbasierte KI als Orientierungspunkte. Auf dieser Basis kann die für den erarbeiteten Use-Case notwendige KI identifiziert werden.

2.3.2 Ableitung Forschungslücke und -fragen

Die Definitionen von KI zeigen, dass kein einheitliches Verständnis vorliegt. Das Thema KI zeigt sich zudem in den Bereichen der Ethik, technischen Umsetzung wie auch den Auswirkungen auf die Gesellschaft und das Berufsleben als kontrovers diskutiert. Dennoch zeichnet sich insbesondere im Rahmen der aktuellen Studienlage ab, dass eine Betrachtung des Einflusses von KI auf die Prozesse der Leistungserbringung im Gesundheitswesen keine nennenswerte Beachtung findet. Der Fokus liegt derzeit auf der Diagnostik und Behandlung von Patienten, womit allerdings nur einzelne Bereiche einer Leistungserbringung erfasst sind. Ebenso konnte kein bereits evaluiertes Modell mit definierten Dimensionen zur Bestimmung des Einflusses ausfindig gemacht werden.

Aus diesem Grund bietet die Erarbeitung der Forschungsfrage «Welchen Einfluss hat KI auf die Prozesse der Leistungserbringung in einer ambulanten radiologischen Praxis in der Schweiz?» die Chance, konkrete Einsatzmöglichkeiten für KI zu identifizieren und den Einfluss für das ausgewählte Fallbeispiel abzuschätzen. Die Einschätzung erfolgt unter Betrachtung des betriebswirtschaftlichen Nutzens sowie des technischen Stands der notwendigen KI. Die zuvor definierte Forschungsfrage wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit in zwei Forschungsfragen mit Unterfragen unterteilt:

1. Wie lassen sich für einen Einsatz von KI geeignete Prozessschritte der Leistungserbringung identifizieren und bewerten?
 - a. Welche Kriterien bestimmen die technische Eignung von Prozessschritten für einen Einsatz von KI?
 - b. Welche Dimensionen bestimmen das Potential eines Einsatzes von KI in einzelnen Prozessschritten?

2. Wie beeinflusst KI zukünftig die Prozesse entlang der Leistungserbringung einer ambulanten radiologischen Praxis in der Schweiz?
 - a. Welcher Use-Case von KI lässt sich für den identifizierten Prozessschritt definieren und wie ist der technische Entwicklungsstand der notwendigen KI?
 - b. Welches Potential weist der Einsatz von KI in den identifizierten Prozessschritten aus betriebswirtschaftlicher Perspektive auf?
 - c. Welcher Einfluss lässt sich aus Einsatzpotential und technischem Entwicklungsstand für die jeweiligen Prozessschritte ableiten?

Die Grundlagen zur Beantwortung der Forschungsfrage eins sowie der zugehörigen Teilfragen wurden im Rahmen des theoretischen Hintergrunds erarbeitet und zusammenfassend in Kapitel 2.3.1 dargestellt. Die erarbeiteten Inhalte sind die Basis zur Entwicklung eines Modells zur Bestimmung des Einflusses von KI auf die Prozesse der Leistungserbringung, welches die Forschungsfrage eins mit zugehörigen Teilfragen abschliessend im Rahmen der Methodik beantwortet. Die Resultate beziehen sich auf die Anwendung des Modells am Fallbeispiel des ZfB und beantworten Forschungsfrage zwei und deren Teilfragen. Abbildung fünf verdeutlicht den Forschungsaufbau nochmals.

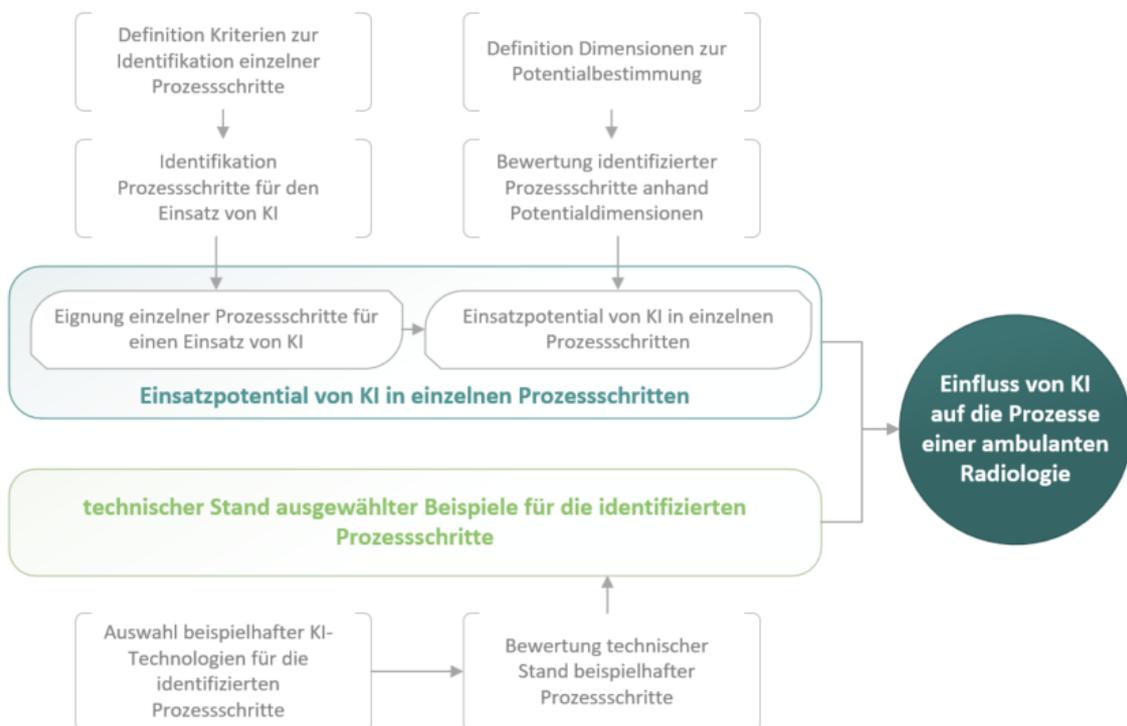


Abbildung 5 - Visualisierung Forschungsaufbau
(Eigene Darstellung, 2022)

3 Methodik

Die nachfolgenden Unterkapitel zu Beobachtungen, Leitfadeninterviews und multikriterieller Entscheidungsanalyse beleuchten die angewendeten Methoden und spezifizieren deren Einsatz im Rahmen der vorliegenden Arbeit.

3.1 Beobachtungen

Der Erhebungsmethode der Beobachtung obliegt das Systematisieren von alltäglichem Vorgehen. Sie erfasst wahrnehmbare Verhaltensweisen, Handlungen oder Interaktionen einer Person oder Personengruppe zum Zeitpunkt des Auftretens planvoll, systematisch und reflektiert (Berger-Grabner, 2016, S. 151; Ebster & Stalzer, 2017, S. 213). Die wissenschaftliche Beobachtung unterscheidet sich von der alltäglichen durch den Zweck und Fokus, die möglichst unvoreingenommene Erfassung, die Anwesenheit der forschenden Person als Störfaktor und die systematische Erfassung in Form von Beobachtungsprotokollen oder Feldnotizen. Als Gegenstand von Beobachtungen können Personen, Interaktionen, Alltagsroutinen, Formen nonverbaler Kommunikation, Kulturen oder ausgewählte Schauplätze dienen (Hussy et al., 2013, S. 238 f.). Besonders bei nicht verbal kommunizierbaren Verhaltensmustern bietet sich diese Erhebungsmethode an. Dies sind insbesondere Tätigkeiten, die implizites Wissen voraussetzen (Goldenstein et al., 2018, S. 95). Die Abläufe und Besonderheiten eines Prozesses zeigen sich oftmals erst durch die Beobachtung derselben (Balzert & Bendisch, 2008, S. 65).

Beobachtungen lassen sich anhand der Kriterien Standardisierung, Beobachtungsrolle und Authentizität unterscheiden. Idealerweise sind Beobachtungen von qualitativer Natur unstrukturiert, offen, aktiv teilnehmend und nicht intervenierend. Sie finden oftmals direkt im Feld statt. Je weniger die Beobachtung diese Attribute erfüllt, umso mehr quantitative Züge weist sie auf (Berger-Grabner, 2016, S. 151; Ebster & Stalzer, 2017, S. 213). Bei einer kontrollierten Beobachtung quantifizieren die Bestandteile der Beobachtung den Prozess. Beispielsweise kann dies die Messung der Zeit einzelner Schritte oder die Bestimmung der Anzahl Beteiligter bzw. Schnittstellen sein (Balzert & Bendisch, 2008, S. 65).

Für die Datenerhebung der Prozesse der Leistungserbringung im ZfB wird eine qualitative Beobachtung herangezogen. Sie ist als unstrukturierte, offene, nicht teilnehmende

und nicht intervenierende Beobachtung zu klassifizieren. Die Resultate der Beobachtung münden in einer abstrahierten Prozessdarstellung, welche der Identifikation relevanter Prozessschritte als Grundlage dient. Eine Unterscheidung nach Untersuchungs- und Geräteart wird nicht angestrebt, da die Messung des Einflusses anhand eines möglichst allgemein formulierten Prozesses stattfinden soll, um Ansätze für eine fallunabhängige Betrachtung bieten zu können. Quantitative Aspekte sind nicht Teil der Beobachtungen im ZfB.¹

3.2 Leitfadeninterview

Befragungen lassen sich anhand von drei Merkmalen systematisieren. Dies sind die Befragungssituation, der Grad der Standardisierung und die Häufigkeit der Befragung (Ebster & Stalzer, 2017, S. 201).

Qualitative Interviews stellen eine mündliche und persönliche Form der Befragung dar. Der qualitative Aspekt des Interviews ermöglicht eine offene und vertraute Gesprächsatmosphäre. Dies erlaubt es, bei Befragungen von kleinen Stichproben in die Tiefe zu gehen (Berger-Grabner, 2016, S. 132 f.). Das qualitative, leitfadengestützte Interview zeichnet sich durch einen grob strukturierten Gesprächsleitfaden aus und ermöglicht es, auf die befragten Personen einzugehen, um möglichst vertiefte Informationen zu erhalten (Ebster & Stalzer, 2017, S. 211). Der Leitfaden wird anhand einer vorhergehenden Analyse des Forschungsgegenstandes erarbeitet und stellt sicher, dass alle relevanten Aspekte im Laufe des Interviews angesprochen werden. Es ist hierbei nicht zwingend notwendig, die Reihenfolge des Leitfadens einzuhalten (Hussy et al., 2013, S. 225).

Die leitfadengestützten Interviews finden zur Datenerhebung auf zwei Ebenen statt. Einerseits werden ergänzend zur Beobachtung Interviews mit Mitarbeitenden durchgeführt. Andererseits kommt es zur Befragung von Experten zur Identifikation von möglichen Einsatzgebieten von KI und zur Bestimmung der notwendigen Technologien sowie der Evaluation der Dimensionen des Modells zur Bestimmung des Einflusses. Die verschiedenen Leitfäden werden auf Basis der erarbeiteten theoretischen Hintergründe sowie den Erkenntnissen der Beobachtung erstellt.

¹ Das Protokoll zur Beobachtung ist in Anlage eins zu finden. Die grafische Aufbereitung befindet sich in der externen Anlage elf.

Die Auswahl der entsprechenden Mitarbeitenden erfolgt anhand der unterschiedlichen Teams und der Dauer der Zugehörigkeit zum jeweiligen Team. Das ZfB lässt sich in vier Teams unterteilen: Radiologen (Rad), medizinisch-technische Radiologieassistenten (MTRA), Frontdesk mit Patientenempfang (FD) sowie Backoffice mit Administration und Technik (BO). Die Berücksichtigung der Dauer der Zugehörigkeit zum jeweiligen Team zielt darauf ab, möglichst unterschiedliche Sichtweisen zu erhalten. Die Befragung findet anhand der Teams statt und beinhaltet je einen langjährigen Mitarbeitenden mit hohem internen Wissenstand und einen neuen Mitarbeitenden mit noch präsenten alternativen Prozessen. Es ergibt sich somit für die Befragung der Mitarbeitenden eine Stichprobe von acht Personen in vier Befragungsrunden.

Für die Befragung der Experten werden Unternehmen und Institutionen mit Kenntnissen im Bereich KI sowie - wenn möglich - mit Bezug zum Gesundheitswesen angefragt. Es wurden hierfür insgesamt zwölf Anfragen verschickt. Die Stichprobe umfasst sechs Experten. Diese kommen betrieblich aus dem klinischen, industriellen sowie wissenschaftlichen Bereich. Die persönlichen Hintergründe in Form der Ausbildung sind ebenfalls in unterschiedlichen Kontexten wie der Medizin, Mathematik und Physik mit Datenanalyse sowie der Betriebswirtschaftslehre angesiedelt. Die Befragungen finden jeweils einzeln statt.

Für die Auswertung der Leitfadeninterviews eignet sich die Inhaltsanalyse insbesondere in zusammenfassender Form. Hierbei wird das zu untersuchende Material so verdichtet, dass die wesentlichen Inhalte erhalten bleiben (Berger-Grabner, 2016, S. 146). Die Inhaltsanalyse stellt ein systematisches, datenreduzierendes Verfahren dar. Anhand definierter Kategorien werden die Inhalte von beispielsweise Leitfadeninterviews eingeordnet, um so zu einem Erkenntnisgewinn zu gelangen (Hussy et al., 2013, S. 256 f.). Für die Auswertung der Interviews wird pro Inhaltsebene eine Kategorisierung anhand des zugehörigen Leitfadens entwickelt.² Auf Basis dieser sind die Aussagen der interviewten Personen zusammenzufassen und den Kategorien sowie Unterkategorien zuzuordnen. So wird eine paraphrasierte und vergleichende Darstellung über alle Kernaussagen der

² In den Anlagen zwei und drei sind die verwendeten Leitfäden aufgeführt.

Interviews erreicht. Die jeweiligen Kernaussagen werden ergänzend in einer Zusammenfassung verdichtet. Auf die Erstellung eines Transkripts wird verzichtet, da der Fokus auf der verdichteten Gegenüberstellung der wesentlichen Inhalte liegt.

3.3 Multikriterielle Entscheidungsanalyse

Eine Organisation wird in der Entscheidungstheorie als Ansammlung von zu treffenden Entscheidungen gesehen. Der präskriptive Ansatz versucht anhand von Modellen und Instrumenten, Möglichkeiten zur möglichst rationalen Entscheidungsfindung zur Verfügung zu stellen. Die deskriptive Richtung untersucht hingegen, wie Entscheidungen getroffen werden (Bergmann & Garrecht, 2021, S. 167). Insbesondere im Gesundheitswesen ist die Entscheidungsfindung ein komplexer Vorgang, da nicht nur technische oder ökonomische Aspekte, sondern der Mensch in Form von Patienten in eine Entscheidung involviert sind (Frazão et al., 2018).

Für die Analyse der erhobenen Daten wird der präskriptive Ansatz in Form einer multikriteriellen Entscheidungsanalyse bzw. multi criteria decision analysis (MCDA) genutzt. Mittels MCDA können verschiedene Zielkriterien strukturiert und transparent berücksichtigt werden. Ein Anwendungsbeispiel der MCDA ist die Nutzwertanalyse. Hier werden verschiedene Alternativen anhand festgelegter Zielkriterien bewertet (Gansen, 2019, S. 5). Zunächst erfolgt eine Problemdefinition mit Bestimmung der Art des Problems. Die Art des Problems wird auf Basis der Problemdefinition bestimmt. Es ist festzulegen, ob die Lösung des Problems ein Ranking, eine Auswahl oder eine Sortierung darstellt (Frazão et al., 2018). Nachfolgend werden verschiedene Alternativen anhand von Ausschlusskriterien auf deren Relevanz geprüft und durch unterschiedliche Bewertungskriterien gegenübergestellt. Die Kriterien unterliegen den Anforderungen der Vollständigkeit, Bewertbarkeit, Relevanz und Reproduzierbarkeit und können unterschiedlich gewichtet sein (Kühnapfel, 2014, S. 7 ff.).

Anhand des Vorgehens einer MCDA lässt sich für das nachfolgend aufzustellende Modell zur Bestimmung des Einflusses von KI auf die Leistungserstellungsprozesse einer ambulanten Radiologie das in Abbildung sechs dargestellte Vorgehen ableiten. Die einzelnen Schritte des methodischen Vorgehens bauen jeweils aufeinander auf. In grau sind ergänzend die Bezugsrahmen für den jeweiligen Schritt dargestellt.

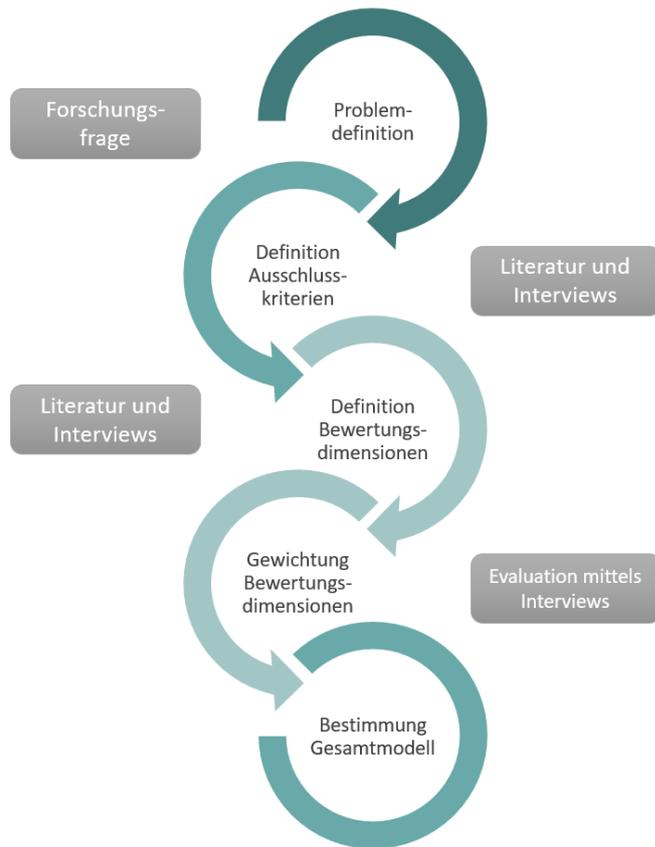


Abbildung 6 - Methodisches Vorgehen
(Eigene Darstellung in Anlehnung an (Kühnapfel, 2014))

Als Problemstellung der Analyse ist die Bereitstellung einer Bewertungsmethode zur Bestimmung des Einflusses von KI unter Berücksichtigung des betriebswirtschaftlichen Nutzens sowie des technischen Entwicklungsstands entlang des Leistungserbringungsprozesses zu sehen. Diese soll möglichst durch das Management einer Einrichtung erfolgen. Anhand der Ist-Situation soll eine Einschätzung erfolgen können, ob der Einsatz von KI für einen Prozessschritt relevant ist und welches Einsatzpotential dieser bietet. Die Bestimmung der relevanten Prozessschritte sowie des Nutzens gilt es ohne vertiefte Kenntnisse von KI auf eine möglichst einfache Weise zu ermöglichen. Hieraus resultiert als Problemart der MDCA die Sortierung, da die Problemdefinition als Einordnung verschiedener Prozessschritte anhand ihres Nutzens zu verstehen ist. Das zugrundeliegende Modell stellt die zuvor beschriebene Nutzwertanalyse dar, da diese im Rahmen von betriebswirtschaftlichen Entscheidungen einen hohen Bekanntheitsgrad besitzt. Jedoch wird nach erfolgter Berechnung des Nutzwerts nicht die Gegenüberstellung mit dem finanziellen Aufwand verwendet. Statt des Aufwands kommt es zur Betrachtung des technischen Entwicklungsstandes der für den definierten Use-Case notwendigen KI anhand der Einordnung im Hype Cycle Modell.

4 Modellerarbeitung zur Bestimmung des Einflusses

Die Kapitel 4.1 und 4.2 legen die Selektion der relevanten Prozessschritte, die Definition der Dimensionen zur betriebswirtschaftlichen Potentialbestimmung mit den jeweiligen Kriterien sowie deren Gewichtung dar. Als Basis für die Definition der Bewertungsdimensionen und Ausschlusskriterien dienen die in Kapitel 2.3.1 zusammengefassten Einflussfaktoren sowie die Mitarbeitenden- und Experteninterviews. Mit Kapitel 4.3 werden die zuvor definierten Ausschlusskriterien und Dimensionen zur Potentialbestimmung im Gesamtmodell zusammengefasst. Dieses bildet die Grundlage für die Evaluation am Fallbeispiel des ZfB in Kapitel fünf.

4.1 Kriterien zur Identifikation relevanter Prozessschritte

Die nachfolgend definierten Kriterien dienen der Identifikation einzelner Prozessschritte in einem Gesamtprozess, welche sich für einen Einsatz von KI grundlegend eignen. Sie sind in der Nutzwertanalyse als Ausschlusskriterien definiert. Ohne deren Erfüllung ist ein Einsatz von KI nicht realisierbar (Kühnapfel, 2014, S. 7). Die Identifikation ist der Potentialbestimmung vorangestellt und resultiert in der Erarbeitung von Use-Cases für einen möglichen Einsatz von KI. Die Use-Cases definieren das mittels KI zu erfüllende Ziel, welches später zur Evaluation der notwendigen KI und deren Entwicklungsstand herangezogen wird. Bei thematischer Nähe und einem aufbauenden Erkenntnisgewinn können mehrere Prozessschritte in einem Use-Case zusammengefasst oder als alternative Ausprägungen dargestellt werden.

Die in Kapitel 2.3.1 aufgestellte Definition von KI beinhaltet die Dateninterpretation, den Erkenntnisgewinn daraus sowie die Anwendung dieser auf ein bestimmtes Ziel oder eine Aufgabe. Weiter ergibt sich aus drei der sechs Experteninterviews die Notwendigkeit einer repetitiven Systematik und Komplexität des Prozessschritts kombiniert mit einer gewissen Zufälligkeit als Orientierungspunkt für einen sinnvollen Einsatz von KI. Die Systematik ist als grundlegendes Regelwerk der KI zu betrachten; bei vollständiger Zufälligkeit hat eine KI keinen Ansatzpunkt. Die Zufälligkeit zielt zudem auf die notwendige Erfahrung von Mitarbeitenden für die korrekte Ausführung eines Prozessschritts ab, welche durch die KI anhand objektiver Daten erlernt wird. Dies stellt die Trainierbarkeit einer KI dar. Ohne eine vorliegende Komplexität kann der Prozessschritt durch einfache

mathematische Formeln ausgedrückt werden, was keiner KI bedarf. Insbesondere in den Interviews mit den Experten vier und sechs wird die tatsächliche Relevanz einer KI statt eines einfachen Algorithmus betont.

Alle befragten Experten thematisieren zudem den «problem-solution-fit». Der Prozessschritt muss für eine sinnvolle Anwendung von KI ein Problem beinhalten, welches mittels KI gelöst werden kann. Nur so erzeugt eine KI ein Potential für die Institution.

Als Orientierungspunkte zur Identifikation der Prozessschritte können somit die Aspekte der Dateninterpretation zur Erfüllung einer bestimmten Aufgabe, eine notwendige Systematik und Komplexität gepaart mit einer gewissen Zufälligkeit sowie ein zu lösendes Problem gesehen werden. Bei Zutreffen dieser Aspekte erfolgt eine Überprüfung auf einen Ausschluss. Ob der Prozessschritt bereits in einer Softwareumgebung erfüllt oder durch einen Menschen vollzogen wird, ist zunächst nicht relevant.

Im Rahmen des dritten Experteninterviews wird der gesetzliche Ausschluss des Einsatzes einer KI in bestimmten Bereichen als «Show-Stopper» benannt. Aus diesem Grund ist die gesetzliche Konformität vor Betrachtung des betriebswirtschaftlichen Nutzens zu beachten. Ein Beispiel hierfür kann die Patientenaufklärung darstellen. Die Aufklärung der Patienten ist Bedingung für die Erfüllung des Behandlungsverhältnisses und Grundlage für das Vertrauen zwischen Arzt und Patient. Eine Delegation an fachkundige Personen ist grundsätzlich möglich (*Rechtliche Grundlage im medizinischen Alltag - Ein Leitfaden für die Praxis*, 2013). Eine Delegation an Software, welche menschliches Verhalten imitieren kann, ist derzeit als unklar zu bewerten. Dennoch kann eine KI anhand des Fachwissens und des Patienteninputs in Form von Fragen Anwendung finden.

Als technisches Ausschlusskriterium ist insbesondere die Datengrundlage von Relevanz (Kaplan & Haenlein, 2019). Es kommt zur Betrachtung des Vorhandenseins und der Form der vorliegenden Daten. Dieses Ausschlusskriterium erhält als Attribute «digitale Daten» und «vorhandene Datenbasis». Es gilt, beide Attribute zu erfüllen, damit es nicht zu einem Ausschluss des Prozessschrittes kommt. Die Datengrundlage als Ausschlusskriterium kann im Rahmen von fünf der sechs Experteninterviews bestätigt werden. Es wird zudem hervorgehoben, dass Prozesse zur Standardisierung sowie zur Datenstrukturierung einen grossen Einfluss auf die künftigen Anwendungen haben werden. Diese ermöglichen das Zusammenführen von Informationen aus unterschiedlichen Datenquellen und erweitern somit das KI-Anwendungsspektrum.

Hingegen wird die Qualität der Daten insbesondere in Form der Datenmenge nicht als Ausschlusskriterium benannt, da die Ergänzung mit externen Daten durch etablierte Standards im Gesundheitswesen möglich ist und der Trend der «Small and Wide»-Data neue Möglichkeiten in diesem Bereich eröffnet (Goasduff, 2021; Health Level 7 Deutschland e.V., o.J.; Landeszahnärztekammer Baden-Württemberg, 2019).

Die vorhandene Rechenleistung mit Geschwindigkeit und Verarbeitungsprozessen stellt zwar eine technische Voraussetzung dar, ist jedoch im Rahmen der heutigen technischen Entwicklungen nicht als problematisch zu sehen (Bruhn, 2021). Aus diesem Grund wird die Rechenleistung nicht als Ausschlusskriterium betrachtet. Zudem ist eine Bewertung der Rechenleistung anhand der Ist-Situation und ohne tiefergehende technische Kenntnisse der zu implementierenden KI nicht möglich.

Als Vorgehen zur Identifikation von relevanten Prozessschritten für einen Einsatz von KI resultieren die Aspekte wie in Tabelle eins aufgeführt. Diese beantworten zudem Teilfrage a von Forschungsfrage eins abschliessend, da sie die theoretischen technischen Inhalte mit den Erkenntnissen der Interviews kombinieren.

Nr.	Schritt	Kriterien
1	Identifikation von möglichen Prozessschritten	Dateninterpretation zur Erfüllung einer Aufgabe
		Systematik und Komplexität gepaart mit einer gewissen Zufälligkeit
		Vorliegen eines zu lösenden Problems
2	Ausschluss nicht relevanter Prozessschritte	gesetzlicher Ausschluss eines Einsatzes von KI
		Keine Datengrundlage vorhanden
		Keine digitalen Daten vorhanden

Tabelle 1 - Identifikation relevanter Prozessschritte
(Eigene Darstellung, 2022)

4.2 Definition der Dimensionen zur Einsatzpotentialbestimmung

Mit den aufzustellenden Dimensionen wird das Ziel verfolgt, anhand der Ist-Situation und für Personen ohne tiefergehende Kenntnisse im Bereich KI, eine Aussage über das Einsatzpotential eines Einsatzes von KI in bestimmten Prozessschritten treffen zu können.

Dimensionen

Für die Definition der Dimensionen können aus den theoretischen Grundlagen sowie der aktuellen Studienlage insgesamt 20 Einflussfaktoren identifiziert werden.

Im Rahmen der Mitarbeitenden- und Experteninterviews konnten keine zusätzlichen Faktoren identifiziert werden. Die genannten Argumente für und gegen einen Einsatz von KI finden sich in den Einflussfaktoren der Theorie wieder.³ So wird explizit die Verbesserung der Auslastung der Gerätekapazitäten genannt. Weiter thematisieren die Interviews die Steigerung der Effizienz und hierdurch die Entlastung der personellen Ressourcen, das Abheben von der Konkurrenz und das Vermeiden von Fehlern. Diese Faktoren werden mit den prozessbezogenen Aspekten bereits abgedeckt. Zudem betonen Mitarbeitende der Gruppe MTRA und BO, dass eine gute Integration in die bestehende Systemlandschaft von hoher Bedeutung für einen Einsatz und die damit verbundene Akzeptanz von KI ist. Als Grund hierfür sind Erfahrungen mit einer bereits Etablierten KI-Software des Medizinprodukteherstellers anzuführen.

In drei der sechs Experteninterviews wird das Einsatzpotential der KI in Faktoren wie der Fehlervermeidung, Qualitätsverbesserung sowie den finanziellen Aspekten gesehen. Diese werden durch die Einflussfaktoren und deren jeweilige Ausprägung bereits berücksichtigt. Dennoch ist zu thematisieren, dass eine ex-post Betrachtung gesichertere Aussagen über das Potential eines Einsatzes von KI treffen kann als die angestrebte ex-ante Analyse, da die Implementierung bereits erfolgt ist und die Auswirkungen sichtbar sind. Dies wird insbesondere in Experteninterview eins betont.⁴

Als Kriterien des Ein- oder Ausschlusses der Einflussfaktoren sind die Bewertbarkeit anhand der Ist-Situation, die ausreichende Berücksichtigung im Modell sowie die Relation des Faktors zu sehen. Mit der *Bewertbarkeit anhand der Ist-Situation* wird die Problemstellung des Modells erneut aufgegriffen. Einflussfaktoren, die auf eine Messung einer Veränderung abzielen, sind auszuschliessen. Die *ausreichende Berücksichtigung im Modell* als Ein- bzw. Ausschlusskriterium bezieht sich auf die Bedeutung der Dimension im Gesamtkontext der KI. Es findet ein Ausschluss statt, insofern diesem Einflussfaktor im Modell nicht ausreichend Bedeutung zugesprochen werden kann und es aufgrund der weitergehenden Relevanz des Faktors einer eigenständigen Evaluation bedarf. Zuletzt wird mit der *Relation eines Faktors* berücksichtigt, ob ein Faktor in einer der möglichen Ausprägungen als besser oder schlechter zu bewerten ist als in einer alternativen. Dies sind so genannte qualitative Variablen, welche in ihrer Ausprägung keine metrischen

³ Die Ergebnisse der Interviews mit den Mitarbeitenden sind in Anlage vier zu finden.

⁴ Die Ergebnisse der Interviews mit den Experten sind in Anlage fünf zu finden.

Eigenschaften besitzen (Hussy et al., 2013, S. 38). Diese Eigenschaft führt daher zu einem Ausschluss des Einflussfaktors.

Eine Aussage anhand der Ist-Situation ist für die Einflussfaktoren finanzielle Ressourcen, Gerätekapazitäten, zeitliche Ressourcen, Resultatorientierung, Gesamtergebnis und Kundenorientierung nicht möglich. Die Faktoren Datenqualität (Velocity) und ethische Aspekte werden auf Grund einer nicht ausreichenden Berücksichtigung im Rahmen der Nutzenbestimmung ausgeschlossen. Beide Einflussfaktoren bedürfen einer losgelösten Betrachtung mit tiefergehenden Kenntnissen, als in der Problemstellung der MCDA-Analyse zu Grunde gelegt wurde. Die Art der Prozessveränderung wird ausgeschlossen, da die Relation der Ausprägungen als gleichwertig zu sehen ist. Im Rahmen der Resultate wird hierauf jedoch nochmals Bezug genommen ohne wertende Aussage. Der Faktor der Verantwortlichkeit wird ausgeschlossen, da die Grundlagen hierfür im Rahmen der Aufbauorganisation gebildet werden (Bergmann & Garrecht, 2021, S. 113). Zuletzt werden die Faktoren der Standardisierung nicht in die Bewertung einbezogen. Es zeigt sich im Rahmen der Mitarbeitendeninterviews eine sehr differenzierte Wahrnehmung möglicher Faktoren. Zudem beinhaltet die Identifikation der Prozessschritte durch das Vorhandensein einer gewissen Systematik und Komplexität die Standardisierung bereits. Diese vorangestellte Notwendigkeit wird im Rahmen des Experteninterviews drei betont.⁵

Die Potentialbestimmung bezieht sich somit auf neun Einflussfaktoren. Diese können wiederum in die drei Themengebiete KI-Faktoren, Rahmenbedingungen und prozessbezogene Aspekte eingeordnet werden. In Tabelle zwei sind die Einflussfaktoren sowie deren Dimension mit einer Erläuterung aufgeführt.

⁵ Eine Begründung des Ein- oder Ausschlusses der Faktoren zur Nutzenbestimmung ist in Anlage sechs zu finden.

Themen- gebiet	Dimension	Einflussfaktor	Problemstellung
KI-Faktoren	Datenqualität	Datenmenge	Welche Menge an Daten ist vorhanden?
		Datenstruktur	Welche Arten von Daten liegen vor?
	Technische Integration	Abhängigkeit in Systemlandschaft	Wie kann die KI in die technische Systemlandschaft integriert werden?
Rahmenbedingungen	gesetzliche Aspekte	Relevanz der Medizinprodukteverordnung	Wird durch den Einsatz von KI in diesem Prozessschritt die Medizinprodukteverordnung relevant?
Prozessbezogene Aspekte	Art des Prozesses	Nähe zur Leistungserbringung	Betrifft der Einsatz der KI direkt oder indirekt die Leistungserbringung?
		Patientenschnittstelle zu KI	Wird durch den Einsatz von KI das Vertrauensverhältnis zwischen medizinischer Fachperson und Patient beeinflusst?
	betroffene Ressource	personelle Ressourcen	Welches Team wird durch den Einsatz entlastet?
		Frequenz und Kontinuität des Prozessschritts	Wie oft wird der Prozessschritt ausgeführt, welcher durch eine KI ersetzt wird?
	Prozessoptimierung	Optimierungsansätze	Welches Optimierungspotential besitzt der Prozessschritt durch den Einsatz von KI? Welche Verschwendungsarten können vermieden werden?

Tabelle 2 - Definition Dimensionen Nutzenbestimmung
(Eigene Darstellung, 2022)

Gewichtung

Zur Gewichtung findet die Paarvergleichsmethode auf Ebene der Dimensionen Anwendung. Hierbei werden die Dimensionen in einer Kreuztabelle gegenübergestellt. Es wird entschieden, ob ein Faktor wichtiger, gleich wichtig oder weniger wichtiger ist als ein anderer (Kühnapfel, 2014, S. 14 f.). Bei Einschluss mehrerer Einflussfaktoren in eine Dimension erfolgt eine gleichmässige Aufteilung der Gewichtung des gesamten Themengebiets auf die jeweiligen Einflussfaktoren. Das Ergebnis der Bewertung verändert sich durch die Splittung des Gesamtgewichts auf die Einflussfaktoren nicht im Vergleich zur Bewertung des durchschnittlich erreichten Ergebnisses unter Berücksichtigung der Gewichtung.⁶ Insbesondere die Datenqualität sowie die technische Integration in die Systemlandschaft werden als wichtig erachtet. Das Themengebiet der KI-Faktoren erhält

⁶ Der Paarvergleich, die abgeleiteten Gewichtungen pro Dimension, das Themengebiet und der Einflussfaktor sowie die Anwendung der Gewichtung kann in Anlage sieben verglichen werden.

insgesamt eine Gewichtung von 60%. Diese teilt sich gleichmässig auf die drei Einflussfaktoren Datenmenge, Datenstruktur und technische Integration auf. Eine qualitativ gute Datenbasis sowie die technische Integration in die Systemlandschaft legen den Grundstein für einen Einsatz von KI. Sie stellen die Rahmenbedingungen dar, welche in einer geringen Ausprägung zu einem stark verminderten Einsatzpotential der KI führen (Russel & Norvig, 2012, S. 811 ff.). Dies wird bereits durch die Festlegung der vorhandenen Datenbasis als Ausschlusskriterium ersichtlich.

Bei Gegenüberstellung der Dimensionen der gesetzlichen Aspekte, der Art des Prozesses, den betroffenen Ressourcen und der Prozessoptimierung stellt sich eine Unterscheidung in der Relevanz der Dimensionen als nicht notwendig heraus. Im Paarvergleich werden sie als «gleich wichtig» mit jeweils 1.5 Punkten bewertet. Zwar können insbesondere rechtliche Aspekte eine Hürde für eine Integration darstellen, da mit Auflagen zu rechnen ist. Jedoch sind diese laut Experte eins mehrheitlich von den KI-Anbietern zu erfüllen und für die leistungserbringende Institution von ähnlicher Relevanz wie die prozessbezogenen Aspekte der Potentialbestimmung. Da das Themengebiet der Rahmenbedingungen lediglich die Dimension der gesetzlichen Aspekte mit einem Einflussfaktor beinhaltet ergibt sich eine Gewichtung von 10% analog zum prozentualen Anteil der vergebenen Punkte des Paarvergleichs.

Die Dimensionen des Themengebiets der prozessbezogenen Aspekte enthalten eine unterschiedliche Anzahl an Einflussfaktoren. Damit keine Verzerrung innerhalb des Themengebiets auftritt, wird die kumulierte Gewichtung desselben gleichmässig auf die Einflussfaktoren aufgeteilt. Hierdurch erhalten die Prozessdimensionen der Art des Prozesses und der betroffenen Ressourcen jeweils ein Gewicht von 12% und die Prozessoptimierung ein Gewicht von 6%. In Tabelle drei sind die Gewichtungen der Dimensionen detailliert aufgeführt.

Themengebiet (1)	Dimension (2)	Einflussfaktor (3)	Gewichtung		
			(3)	(2)	(1)
KI-Faktoren	Datenqualität	Datenmenge	20%	40%	60%
		Datenstruktur	20%		
	Technische Integration	Abhängigkeit in Systemlandschaft	20%	20%	
Rahmenbedingungen	gesetzliche Aspekte	Relevanz der Medizinprodukteverordnung	10%	10%	10%
Prozessbezogene Aspekte	Art des Prozesses	Nähe zur Leistungserbringung	6%	12%	30%
		Patientenschnittstelle zur KI	6%		
	betroffene Ressource	personelle Ressourcen	6%	12%	
		Frequenz und Kontinuität des Prozessschritts	6%		
	Prozessoptimierung	Optimierungsansätze	6%	6%	

Tabelle 3 - Gewichtung Dimensionen Nutzenbestimmung

(Eigene Darstellung, 2022)

Die Experteninterviews weichen in ihrer Einschätzung der Gewichtung der Themengebiete ab. Lediglich Interview sechs zeigt dieselbe Abstufung der Dimensionen. Im Kontext der angestrebten Analyse sind einige Aussagen jedoch differenziert zu betrachten. Die Hervorhebung der rechtlichen Rahmenbedingungen in zwei der sechs Interviews besitzt zwar seine Berechtigung, durch den Einbezug in den Ausschlusskriterien wird dies jedoch bereits berücksichtigt. Die rechtliche Nutzendimension fokussiert die Medizinprodukteverordnung und deren Relevanz. Aus diesem Grund sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen im Einsatzpotential nicht als wichtiger als andere Dimensionen zu betrachten. Zudem zeigt sich, dass die Definition von prozessualen Aspekten teils unterschiedlich verstanden und mit technischen Aspekten wie der Integration in die Systemlandschaft vermischt wird. Dies ist für die Interviews eins und vier zu beachten. Die Kernaussagen der Experten decken sich nach differenzierter Betrachtung mit den vorgenommenen Gewichtungen.

Bewertung Dimensionen

Zur Bewertung der einzelnen Dimensionen respektive der Einflussfaktoren wird auf eine qualitative Skala mit den Ausprägungen «niedrig», «mittel» und «hoch» zurückgegriffen. Zur Ermittlung des Gesamtwerts wird die qualitative Skala durch die Werte eins bis drei ersetzt. Je höher der erreichte Wert, desto grösser ist das Einsatzpotential einzu-

schätzen. Insgesamt kann nach erfolgter Gewichtung ein Potential von drei Punkten respektive ein hohes Potential erreicht werden. Zur Berechnung des Endergebnisses sind die vergebenen Bewertungen respektive Punkte entsprechend der definierten Gewichtung zu summieren. Dies kann zu nicht geradzahligen Ergebnissen führen. Zur erneuten Übersetzung des berechneten Punkt-Ergebnisses in die qualitative Skala werden auf Basis der allgemein gültigen Rundungsregeln die folgenden Intervalle definiert:

- Endergebnis < 1.5 Punkte: «niedrig»
- Endergebnis \geq 1.5 Punkte und Endergebnis < 2.5 Punkte: «mittel»
- Endergebnis \geq 2.5 Punkte: «hoch»

Es werden ausschliesslich Bewertungen vorgenommen, welche durch die qualitative Beobachtung erfolgen können und keiner quantitativen Beobachtung bedürfen.

Die Dimension der Datenqualität beinhaltet die Datenmenge sowie die Datenstruktur. Die Datenmenge betrachtet stellvertretend den Datentypen, da keine einheitliche Definition für grosse Datenmengen vorliegt (Grönke & Kirchmann, o.J.). Im radiologischen Kontext sind insbesondere Daten der Klasse «digital imaging and communication in Medicine» (DICOM) von Relevanz. DICOM-Daten finden in der Bilddatenverarbeitung Anwendung und sind dort als Standard etabliert. Im klinischen Umfeld nimmt die Speicherkapazität dieser Art von Daten die Grössenordnung Petabytes ein, weswegen sich diese Art der Daten zur Verarbeitung durch eine KI eignet (Landeszahnärztekammer Baden-Württemberg, 2019). Als zweiter Standard mit einer geringeren Datenmenge ist Health Level 7 (HL7) zu sehen. Jedoch bietet dieser Standard die Möglichkeit einer Ergänzung mit externen Daten (Health Level 7 Deutschland e.V., o.J.). Die Datentypen DICOM, HL7 oder alternative Datenformate sind daher absteigend zu bewerten.

Die Datenstruktur wird anhand der Ausprägungen strukturierte und unstrukturierte Daten beurteilt. Strukturierte Daten sind für eine KI einfacher zu verarbeiten, weswegen sie den höchsten Wert erhalten (Bruhn, 2021, S. 10 f.).

Zur Evaluation der technischen Integration in die Systemlandschaft ist zu prüfen, ob eine Integration in die bestehenden Systeme als unklar, teilweise oder vollständig vollzogen eingeordnet werden kann (Davenport & Kalakota, 2019). Eine unklare Situation ist niedriger zu bewerten als eine vollständige Integration. Als unklar stellt sich die Situation insbesondere heraus, wenn eine Abhängigkeit von externen Softwareanbietern besteht und die Bereitstellung von Schnittstellen in Standardformaten wie HL7 nicht klar ist. Eine

vollständige Integration ist möglich, wenn seitens externem Softwareanbieter bereits KI-Anwendungen im bestehenden System implementiert wurden. Ebenfalls ist eine KI-Integration in eine Software-Eigenentwicklung als vollständig möglich zu bewerten, da hier die Gestaltungshoheit bei der leistungserbringenden Institution selbst liegt.

Die Dimension der gesetzlichen Aspekte nimmt eine Einschätzung der Relevanz der Medizinprodukteverordnung für den ausgewählten Prozessschritt anhand der Erfüllung eines medizinischen Zwecks vor (Spectra / Bundesamt für Gesundheit, 2018; Swissmedic, 2021). Eine definitive Relevanz der Verordnung führt zu einer niedrigen Bewertung; kann die Relevanz klar verneint werden wird eine hohe Bewertung vergeben.

Mittels der Art des Prozesses kommt es zur Beurteilung der Nähe zur Leistungserbringung sowie der Patientenschnittstelle zur KI. Die Nähe des identifizierten Prozessschritts zur Leistungserbringung erfolgt über die Einteilung in MP, SP oder KP. Aus der Definition von Prozessen ergibt sich, dass KP den höchsten, SP einen mittleren und MP den niedrigsten Einfluss auf die Leistungserbringung haben. Die Bewertung ist analog gestaltet (Gadatsch, 2013, S. 38 ff.).

Mit der Patientenschnittstelle zur KI wird beleuchtet, inwiefern Patienten direkt mit einer KI konfrontiert werden und das Vertrauensverhältnis zwischen medizinischen Fachpersonen und Patienten durch die KI beeinflusst werden kann (Gampala et al., 2020; Horgan et al., 2019). Unter einem direkten Patientenkontakt ist im Rahmen der Bewertung die Interaktion zwischen KI und Patienten zu verstehen. Hingegen bezieht sich ein indirekter Kontakt primär auf Patientendaten, welche das Risiko einer ethischen oder sozio-ökonomischen Verzerrung bergen. Bei Nichtzutreffen dieser Definition besteht in diesem Modell kein Patientenkontakt (Gampala et al., 2020). Im Rahmen der Mitarbeitendeninterviews zeigt sich zudem, dass ein direkter Kontakt zwischen Patienten und KI als kritisch erachtet wird. Aus diesem Grund ist ein direkter Patientenkontakt als «niedrig» bewertet, ein indirekter als «mittel» und ein ausbleibender Kontakt zwischen KI und Patienten als «hoch».

Die Bewertung der betroffenen Ressourcen konzentriert sich auf die involvierten personellen Ressourcen sowie auf die Frequenz und Kontinuität, in welcher der Prozessschritt ausgeführt wird. Anhand dieser Dimension wird das, in den Experteninterviews betonte, finanzielle Potential indirekt in die Bewertung einbezogen. Für die Bewertung der be-

troffenen Ressourcen dient die Abstufung nach Rängen des Durchschnittslohn der jeweiligen Mitarbeitengruppe als Grundlage.⁷ Daher sind die Gruppen MTRA und FD trotz hoher Mitarbeitendenanzahl auf der Skala als am niedrigsten einzustufen. Die Mitte bildet das BO und die höchste Bewertung ist an das Team Rad als betroffene Resource zu vergeben. Die Skala bedingt die Vergabe einer Bewertung für zwei Teams, da der Unterschied von FD zu MTRA geringer ausfällt als MTRA zu BO. Deshalb werden FD und MTRA in einer Ausprägung zusammengefasst.

Der Faktor der Frequenz und Kontinuität schätzt die Häufigkeit der Ausführung des Prozessschritts und daraus resultierend das Potential der erzielbaren Entlastung durch die KI. Bei einer gelegentlichen Ausführung ist die Bewertung «niedrig» zu vergeben. Sie bezieht sich auf wenige Patienten oder Untersuchungen. Betrifft die Ausführung jeden Patienten oder jede Untersuchung, ist damit zu rechnen, dass eine hohe Entlastung zu erzielen ist. Hieraus resultiert die Bewertung «hoch». Eine mittlere Bewertung betrifft sämtliche Möglichkeiten zwischen diesen Ausprägungen.

Zuletzt ist die Dimension der Prozessoptimierung mit den Optimierungsansätzen aufzuführen. Mit den Optimierungsansätzen wird auf das Leankonzept zur Prozessoptimierung zurückgegriffen (Angerer & Liberatore, 2018, S. 61 f.). Zur Bewertung wird der Prozessschritt auf vorliegende Verschwendungen untersucht. Anhand der identifizierten Verschwendungen kommt es zur Betrachtung, ob eine KI die Verringerung oder Vermeidung dieser begünstigen kann und somit zur Optimierung beiträgt. Eine Begünstigung ist dann anzunehmen, wenn die vorliegende Verschwendung direkt durch den Einsatz der KI beeinflusst wird. Bei keiner vorhandenen Verschwendung oder einer nicht vorhandenen Begünstigung durch die KI, kommt es zur Bewertung «niedrig». Auf diese folgen die Verringerung mit «mittel» und die nahezu vollständige Vermeidung mit «hoch». Diese Betrachtung deckt sich mit der Aussage der Experten, dass das Potential einer KI unter anderem in der Fehlervermeidung liegt.

Mittels dieser Definitionen werden die bereits theoretisch erarbeiteten Inhalte zu Teilfrage b von Forschungsfrage eins nochmals abgerundet. Tabelle vier fasst die definierten Dimensionen, die Gewichtung sowie die Bewertung zusammen.

⁷ Die Herleitung wird in Anlage acht erläutert.

Themen- gebiet	Dimen- sion	Einflussfak- tor	Problemstellung	Skala			Gewich- tung
				niedrig (1)	mittel (2)	hoch (3)	
KI-Fakto- ren	Daten- qualität	Daten- menge	Welche Menge an Daten ist vorhan- den?	wenige Datens- ätze weder in HL7 noch in DICOM	HL7 Datensätze durch externe er- gänzbar	grosse Daten- menge mit DI- COM-Daten	20%
		Datenstruk- tur	Welche Arten von Daten liegen vor?	rein unstrukturierte Daten	strukturierte und unstrukturierte Daten	rein strukturierte Daten	20%
	techni- sche In- tegra- tion	Abhängig- keit von Sys- temland- schaft	Wie kann die KI in die technische Sys- temlandschaft integriert werden?	Integration unklar	teilweise Integra- tion	vollständige In- tegration	20%
Rahmen- bedin- gungen	gesetz- liche Aspekte	Relevanz der Medi- zinpro- duktever- ordnung	Wird durch den Einsatz von KI in die- sem Prozessschritt die Medizinpro- dukteverordnung relevant?	relevant	eventuell relevant	nicht relevant	10%

(Fortsetzung nächste Seite)

Themen- gebiet	Dimen- sion	Einflussfak- tor	Problemstellung	Skala			Gewich- tung
				niedrig	mittel	hoch	
Prozess- bezo- gene As- pekte	Art des Prozes- ses	Nähe zur Leistungser- bringung	Betrifft der Einsatz der KI direkt oder indirekt die Leistungserbringung?	MP	SP	KP	6%
		Patienten- schnittstelle zur KI	Wird durch den Einsatz von KI das Vertrauensverhältnis zwischen medizinischer Fachperson und Patient beeinflusst?	direkter Patientenkontakt	indirekter Patientenkontakt	kein direkter Patientenkontakt	6%
	be- troffene Res- source	personelle Ressourcen	Welches Team wird durch den Einsatz entlastet und wie ressourcenintensiv ist dieses?	FD, MTRA	BO	Rad	6%
		Frequenz und Kontinuität des Prozessschritts	Wie oft wird der Prozessschritt ausgeführt, welcher durch eine KI ersetzt wird?	gelegentliche Ausführung, wenige Patienten oder Untersuchungen betroffen	mehrfache Ausführung, aber nicht bei jedem Patienten oder jeder Untersuchung	bei jeder Untersuchung oder jedem Patienten	6%
	Prozessop- timie- rung	Optimierungsansätze	Welches Optimierungspotential besitzt der Prozessschritt durch den Einsatz von KI? Welche Verschwendungsarten können vermieden werden?	keine Verschwendung vorhanden, verringert oder beseitigt	Verschwendung verringert	Verschwendung nahezu vollständig beseitigt	6%

Tabelle 4 - Bestimmung des betriebswirtschaftlichen Nutzens

(Eigene Darstellung, 2022)

4.3 Gesamtmodell zur Bewertung des Einflusses

Mit dem nachfolgend dargelegten Modell kommt es zur finalen Beantwortung der Forschungsfrage eins. Anhand der erarbeiteten Kriterien zur Identifikation der relevanten Prozessschritte sowie der Definition der Dimensionen des Einsatzpotentials entsteht ein Modell zur Evaluation in der Praxis. Dies dient als Grundlage für die Beantwortung von Forschungsfrage zwei und somit der Kernfrage dieser Arbeit.

Das Gesamtmodell bezieht sich auf den aus Beobachtungen resultierenden und grafisch aufbereiteten Prozess der Leistungserbringung. Dieser wird unter Berücksichtigung der definierten Kriterien zur Identifikation betrachtet und relevante Prozessschritte identifiziert. Für die jeweils identifizierten Prozessschritte sind Use-Cases zu erarbeiten, welche das Ziel des Einsatzes der KI beinhalten. Diese können sich sowohl auf einen als auch auf mehrere Prozessschritte beziehen. Lediglich Prozessschritte, welche sowohl die Kriterien zur Identifizierung erfüllen als auch einen klaren Use-Case für die zu evaluierende Institution aufweisen, sind in die nachfolgenden Betrachtungen zu involvieren.

Die im Use-Case beinhalteten Prozessschritte werden zunächst anhand der Einflussfaktoren der Themengebiete KI-Faktoren, Rahmenbedingungen sowie prozessbezogene Aspekte auf ihr Potential eines Einsatzes von KI bewertet und so die Ist-Situation des Prozesses betrachtet. Anschliessend erfolgt anhand der definierten Use-Cases die Einordnung in das Hype Cycle Modell. Zur Bestimmung der notwendigen KI-Technologie findet eine Orientierung an den erarbeiteten Definitionen, den Ausprägungen der KI-Technologien⁸ sowie den im Rahmen der aktuellen Studienlage benannten Beispielen statt. Dies zeigt den technologischen Stand der notwendigen KI. Aus dem Hype Cycle Modell ergibt sich die Zeitspanne, in welcher eine KI-Technologie das Plateau ihrer Produktivität erreicht und somit den Erwartungen gerecht wird (Gartner, o.J.). Hierdurch werden die zu erwartenden technologischen Entwicklungen in das Modell einbezogen. Das Modell trifft die Annahme, dass eine Early-Adopter-Strategie im Bereich der KI für ambulante Institute von geringer Relevanz ist, da Ressourcen und Know-How nur begrenzt vorhanden sind. Ein Use-Case kann sich auf mehrere KI-Technologien beziehen. Aus diesem Grund können unterschiedliche Zeitspannen für einen Use-Case aus dem

⁸ Vergleiche hierzu Abbildung zwei auf Seite neun.

Hype Cycle Modell resultieren. Für die nachfolgende Bewertung des Einflusses ist die jeweils längere Dauer heranzuziehen, da der Use-Case zuvor nur bedingt erfüllt werden kann.

Die Ergebnisse aus der Bewertung des betriebswirtschaftlichen Nutzens sowie des technischen Stands fließen in eine Gegenüberstellung ein, welche den Einfluss auf die einzelnen Prozessschritte der Leistungserbringung beschreibt. Als Resultat der erfolgten Bewertungen entsteht der in Abbildung sieben dargestellte Graph.

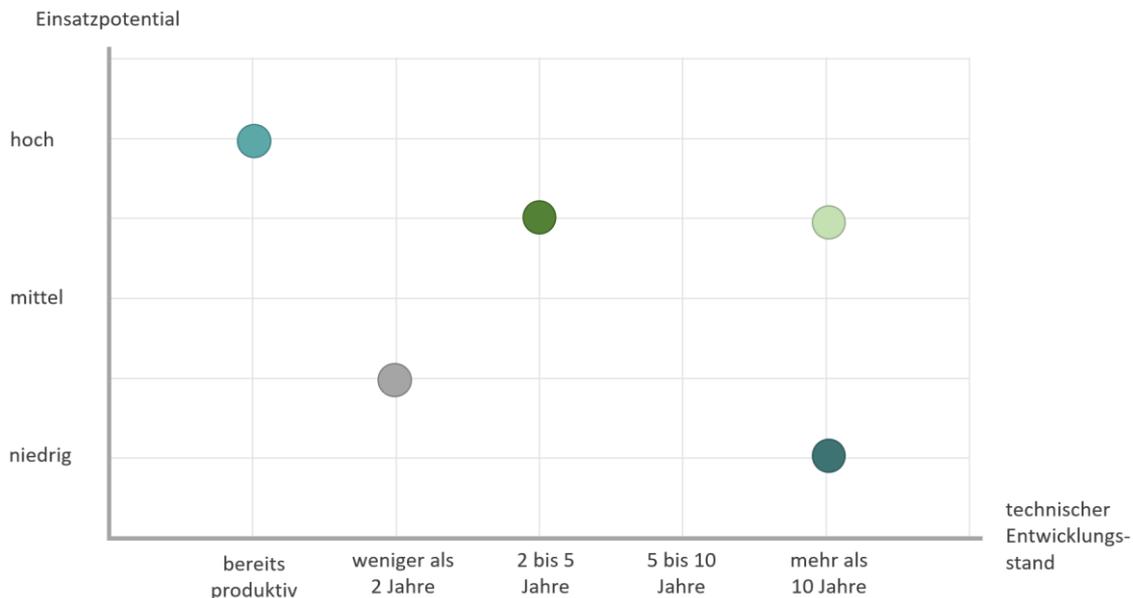


Abbildung 7 - Beispiel Resultat Gesamtmodell
(Eigene Darstellung, 2022)

Anhand der Ergebnisse der einzelnen Prozessschritte kann ein ganzheitlicher Eindruck gewonnen und somit eine Aussage zum Einfluss auf den Prozess der Leistungserbringung in einer ambulanten radiologischen Praxis getroffen werden. Das beschriebene Vorgehen des Gesamtmodells ist zusammenfassend in Abbildung acht dargestellt.

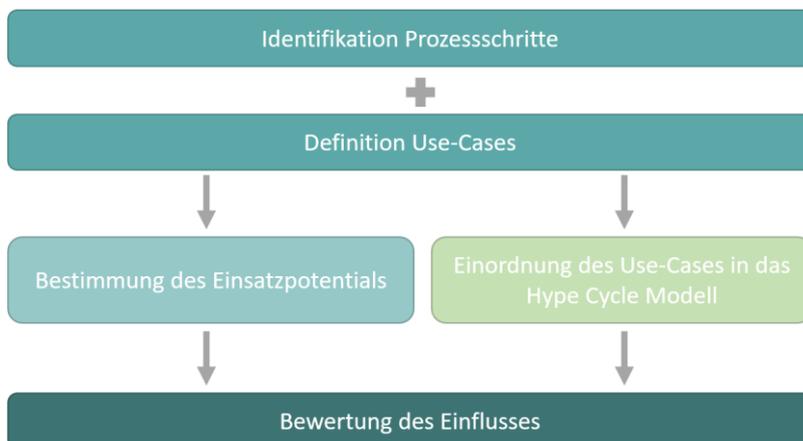


Abbildung 8 - Gesamtmodell zur Bewertung des Einflusses
(Eigene Darstellung, 2022)

5 Anwendung des Modells im Rahmen der Fallstudie

Die nachfolgenden Unterkapitel evaluieren anhand des in Kapitel drei aufgestellten Modells den aktuellen Prozess der Leistungserbringung im ZfB auf den Einfluss von KI. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Beobachtung und den Interviews⁹ sind einzelne Prozessschritte zu identifizieren, für diese Use-Cases zu erarbeiten und auf das Einsatzpotential wie auch die notwendigen KI und deren technischen Stand zu untersuchen. Im Rahmen dieses Kapitels kommt es zur konkreten Beantwortung der Forschungsfrage zwei sowie deren Teilfragen.

5.1 Identifizierte Prozessschritte und Use-Cases

Die Definition der Use-Cases dient als Grundlage zur Beantwortung der Teilfrage a der Forschungsfrage zwei. Unter Anwendung der in Kapitel 3.2.1 definierten Kriterien zur Identifikation sowie Beachtung des gesetzten Fokus der Arbeit konnten elf Prozessschritte für den ambulanten Sektor identifiziert werden. Diese elf werden auf einen Ausschluss geprüft.

Der Prozessschritt «Auskunft zu Terminen erteilen» ist auf Grund fehlender Datengrundlage und nicht vorhandener digitaler Daten auszuschliessen. Der Prozessschritt der «Patientenaufklärung» kann auf Grund von gesetzlichen Vorgaben nicht durch eine KI erfolgen. Die Aufklärung der Patienten ist Bedingung für die Erfüllung des Behandlungsverhältnisses. Eine Delegation an fachkundige Personen ist grundsätzlich möglich. Die Aufklärung mittels KI wird jedoch nicht als Delegationsmöglichkeit aufgeführt (*Rechtliche Grundlage im medizinischen Alltag - Ein Leitfaden für die Praxis*, 2013). Aus diesem Grund kommt es zu einem Ausschluss. Somit umfasst die Erarbeitung der Use-Cases und die anschliessende Evaluation neun Prozessschritte.

Von den neun eingeschlossenen Prozessschritten erfüllen zwei die erste Bedingung der Datengrundlage, weisen jedoch Einschränkungen beim Kriterium der digitalen Daten auf. Dies sind die beiden Prozessschritte der Rechnungsbearbeitung auf Rückmeldung durch die Versicherung oder die Patienten. Die Einschränkungen begründen sich in den unterschiedlichen Empfangskanälen wie E-Mail, Telefon, Post oder Nachricht über den

⁹ Die grafische Darstellung der Beobachtung und die Ergebnisse der Interviews sind in den Anlagen vier, fünf und XX zu finden.

gesicherten Versandkanal. Im weiteren Verlauf werden für diese Prozessschritte nur die Optionen mit digitaler Datengrundlage betrachtet. Des Weiteren ist anzumerken, dass im Rahmen der Terminplanung mit optimierter Geräteauslastung bereits ein Algorithmus zur Anwendung kommt (Ranz & Eckert, 2019). Dieser erfüllt die Eigenschaften einer KI nicht, weswegen sowohl das Einsatzpotential als auch der technische Stand zu evaluieren sind.

Zudem werden die Mitarbeitenden des ZfB im Prozessschritt der Bildakquisition bereits mittels KI unterstützt. Nachfolgend ist der technische Stand somit als bereits etabliert anzusehen. Eine Bewertung des betriebswirtschaftlichen Nutzens wird dennoch durchgeführt.

Die Erarbeitung respektive Beschreibung der Use-Cases erfolgt trotz der erwähnten Besonderheiten für alle Prozessschritte. Die nachfolgende Tabelle fünf fasst die identifizierten Prozessschritte sowie deren Besonderheiten zusammen.

Be- reich	Prozessschritt	Ausschluss			Bemerkung	Use- Case
		gesetzl. Ausschluss	Daten- grundlage	digitale Daten		
Ter- min- pla- nung	Terminierung mit optimaler Geräteauslastung	nein	✓	✓	derzeit mittels statischem Algorithmus	1a
	Visierung von Untersuchungen	nein	✓	✓		1b
	Patientenprofilierung mit No-Show Prädiktion	nein	✓	✓	bis dato nicht ausgeführt	1c
	Auskunft zu Terminen erteilen	nein	x	x	primär telefonisch, keine Datenspeicherung	-
Pati- enten- auf- nahme	Wartezeitenmonitoring	nein	✓	✓		2
	Patientenaufklärung	ja	✓ (extern)	✓ (extern)	gesetzlich Aufklärung nur an Fachpersonen delegieren	-
Bildak- quisi- tion	Rekonstruktionen	nein	✓	✓	bereits auf CT in Verwendung	3
Leis- tungs- erfas- sung	Leistungsabrechnung anhand Untersuchung	nein	✓	✓	mit externem Tarifregelwerk ergänzen	4
Rech- nungs- bear- beitung	Abrechnungsvalidierung mit Nachbearbeitung	nein	✓	✓	Nachbearbeitung manuell	4
	Rechnungsbearbeitung Versicherung	nein	✓	(✓)	Rückmeldung per digitaler Datei, Mail, Telefon oder Post	5
	Rechnungsbearbeitung Patienten	nein	✓	(✓)	Rückmeldungen per Telefon, Mail oder Post	6

Tabelle 5 - Identifizierte Prozessschritte der Fallstudie
(Eigene Darstellung, 2022)

Die Mehrheit der Experten führt zu den genannten Einsatzmöglichkeiten ähnliche sowie darüberhinausgehende an. Insbesondere die Kapazitätsauslastung und Leistungsabrechnung finden sich in der Fallstudie wieder. Diese werden in vier der sechs Interviews genannt. Auch die Bildakquisition wird in Experteninterview eins thematisiert. Weitere Use-Cases aus den Experteninterviews sind die Optimierung der Materialwirtschaft, des Einkaufs oder der Personalplanung, die automatisierte Bildweitergabe mittels Cloud, die

Datendokumentation und -aufbereitung für Zertifizierungen, die Codierung, die medizinische Entscheidungsunterstützung, das Process-Mining und das «digital twinning». Diese liegen ausserhalb des gesetzten Fokus der Arbeit oder beziehen sich vornehmlich auf den stationären Sektor. Die Bildweitergabe im Rahmen der Fallstudie ist bereits ohne Einsatz von KI digital mittels H-Net möglich (Swisscom, o.J.). Eine Automatisierung ist nicht möglich, da die Datengrundlage für das Training einer KI nicht vorhanden ist. Somit sind diese Cases nicht zu berücksichtigen und für die Bewertung irrelevant.

5.1.1 Terminplanung

Für den Themenbereich der Terminplanung konnten drei Prozessschritte identifiziert werden. Dies sind die Terminierung mit optimaler Geräteauslastung, das Patientenprofiling mit No-Show Prädiktion sowie die Visierung von Untersuchungen.

Der statische Algorithmus der Terminierung mit optimaler Geräteauslastung berechnet anhand der Gegebenheiten wie Dauer, Abhängigkeit des Geräts und Wahrscheinlichkeit der Anforderung der jeweiligen Untersuchungen Terminvorschläge, welche zu einer optimalen Auslastung führen sollen (Ranz & Eckert, 2019).¹⁰ Durch Vorhersagen von saisonalen Schwankungen und Auslastungsspitzen durch beispielsweise das gehäufte Auftreten von Unfällen zu einer bestimmten Zeit könnte der statische Algorithmus durch KI weiterentwickelt werden.

Ein weiterer Faktor kann hier die Visierung von Untersuchungen sein. Diese basiert auf den internen Protokollen des ZfB sowie der zu beantwortenden Fragestellung. Im Prozess des ZfB findet diese derzeit nach erfolgter Terminvereinbarung mit dem Patienten statt. Je nach Visierung verlängert oder verkürzt sich die Untersuchungsdauer, was zu einer Beeinflussung der Geräteauslastung führt. Eine KI kann eingesetzt werden, um das Protokoll vorherzusagen und somit die Untersuchungsdauer vorab zu spezifizieren. Dies kann auf Basis der Wahrscheinlichkeit der Auswahl eines Protokolls sowie der Fragestellung erfolgen.

Die Untersuchungsdauer kann ebenso durch Patientencharakteristika beeinflusst werden. Patienten mit Platzangst benötigen eine zeitintensivere Betreuung als andere. Eine Bestimmung der No-Show-Wahrscheinlichkeit anhand eines Patientenprofiling und das

¹⁰ Es handelt sich um ein unternehmensinternes Dokument, welches auf Anfrage herausgegeben werden kann.

Ergreifen hierauf basierender Massnahmen kann zu einer Reduktion von Ausfällen und somit zu einer optimierten Geräteauslastung beitragen.

Da sowohl die Vorhersage der Visierung von Untersuchungen wie auch das Patientenprofiling mit No-Show-Prädiktion das Problem der optimalen Geräteauslastung lösen und als Grundlage für eine möglichst optimale Terminplanung dienen sollen, sind diese Aspekte als ergänzende Varianten zum Use-Case eins der Terminierung mit optimaler Geräteauslastung zu sehen. Die reine Weiterentwicklung des statischen Algorithmus durch eine KI ist als Variante a des Use-Cases eins definiert. Die optimierte Terminplanung mit Vorhersage der Visierung wird als Alternative b des Use-Cases eins und die optimierte Terminplanung mit Patientenprofiling und No-Show Prädiktion als Option c des Use-Cases eins benannt. Dennoch schliesst die getrennte Definition der Use-Cases eine gemeinsame Anwendung nicht aus.

5.1.2 Patientenaufnahme

Das Wartezeitenmonitoring soll sich weg von einer reinen retrospektiven Analyse der Wartezeiten anhand der Zeitstempel verschiedener Systeme zu einer Prädiktion der Wartezeit pro Patienten entwickeln. In die prädiktive Analyse können beispielsweise die aktuelle Untersuchung und deren Dauer, Patientencharakteristika sowie externe Faktoren wie Stau und Verspätungen der öffentlichen Verkehrsmittel einbezogen werden. Als Problemstellung dieses Use-Cases ist die fehlende Kommunikation und Transparenz über aktuelle Wartezeiten bei Patienten sowie Mitarbeitenden zu sehen. Mit einer solchen Vorhersage können gezielt Massnahmen zur Vermeidung der durch die KI identifizierten Einflussfaktoren sowie zur Vorbeugung von unzufriedenen Patienten ergriffen werden. Das Wartezeitenmonitoring ist als Use-Case zwei definiert.

5.1.3 Bildakquisition

Zur Bildakquisition zählt der Use-Case der Rekonstruktion von Bildern. Bei der Bildakquisition kommt es zur Nachbearbeitung der erstellten Bilder in der Software des Geräteherstellers. Rekonstruktionen werden anhand der anatomischen Strukturen sowie dem zu untersuchenden Bereich festgelegt. Am Computertomografen bestimmen die Mitarbeitenden lediglich, welche Rekonstruktion errechnet werden soll. Die KI nimmt die not-

wendigen Definitionen selbst vor und identifiziert beispielsweise einzelne Gefäßstrukturen, welche rekonstruiert werden. Damit wird das Problem der Ressourcenbindung an unterstützende Tätigkeiten gelöst und der Fokus des Personals kann sich mehr zum Patienten verschieben. Die Rekonstruktionen werden unter Use-Case drei geführt.

5.1.4 Leistungserfassung und Rechnungsbearbeitung

Zum Themenbereich Leistungserfassung und Rechnungsbearbeitung gehören die Leistungserfassung mit Abrechnungsvalidierung sowie die Rückmeldungsbearbeitung nach erhaltener Information durch die Versicherung oder den Patienten an.

Die Leistungserfassung findet im ZfB auf manueller Basis in einem Klinikinformationssystem statt. Dieses unterstützt die User insofern, dass es bereits bei der Erfassung eine Überprüfung auf die maximal erfassbare Menge einer Leistung durchführt. Nachfolgend kommt es beim Rechnungsdruck zu einer Validierung der geltenden Tarifregeln sowie einem Korrekturvorschlag. Die ursprüngliche Erfassung sowie die nachfolgende Korrektur vor der Rechnungsstellung finden manuell statt. Die Validierung prüft auf Verstöße und maximal erlaubte Mengen, eine Kontrolle auf eine ertragsoptimale Kombination der Leistungen wird nur bedingt durch händische Kontrollen durchgeführt. Aus einer Kombination von vorhandenen Untersuchungsdaten sowie externen Tarifregelwerken könnte mit einer KI eine optimale Leistungserfassung automatisiert erfolgen. Die Untersuchungsdaten beziehen sich sowohl auf Patientencharakteristika wie auch Untersuchungsmerkmale. Die manuelle Nachbearbeitung im Rahmen der Abrechnungsvalidierung wird hierdurch redundant. Aus diesem Grund sind die Prozessschritte Leistungserfassung und Abrechnungsvalidierung im Use-Case vier zusammengefasst.

Trotz einer möglichen Leistungserfassung mittels KI ist davon auszugehen, dass weiterhin Rückmeldungen seitens Versicherungen und Patienten eingehen. Die meisten Rückmeldungen sind zu bearbeiten, indem eine Validierung der Angaben erfolgt und anschliessend eine Rechnung storniert und neu gestellt wird. Die Validierung umfasst hierbei strukturiert erfasste Daten zum jeweiligen Patienten sowie unstrukturiert erfasste Daten aus der Aufnahme, Anamnese und Befunderstellung. Alle liegen im Klinikinformationssystem vor. Den nachfolgend geschilderten Use-Cases fünf und sechs liegen jeweils die Problemstellung der fehlenden Effizienz und Genauigkeit der Bearbeitung der Rückmeldungen zu Grunde. Die Bearbeitung erfolgt aktuell mittels händischer Überprüfung,

was eine gewisse Fehleranfälligkeit und Abhängigkeit vom Individuum unvermeidbar macht.

Die Rückmeldungen der Versicherungen werden als Use-Case fünf aufgeführt. Sie thematisieren unter anderem die Deklaration des Behandlungsgrunds, aber auch die Anforderungen von erstellten Befunden. Ein Einsatz von KI zielt hierbei auf die teilweise bis vollständig automatisierte Bearbeitung der per gesicherter Schnittstelle eingehenden Rückmeldungen ab.

Die Rückmeldungen der Patienten beziehen sich primär auf die Deklaration des Behandlungsgrunds. Eine Bereitstellung eines Chatbots und damit verbunden eine systematische Aufnahme der Rückmeldungen würde eine teilweise bis vollständig automatisierte Bearbeitung ermöglichen. Der Use-Case des Chatbots zur automatisierten Bearbeitung von Rückmeldungen wird mit der Nummer sechs bezeichnet.

5.2 Bestimmung des Einsatzpotentials

Das Einsatzpotential der Use-Cases wird anhand der definierten Themengebiete mit Dimensionen bewertet. Hierbei dient die Beobachtung als primäre Grundlage. Ergänzend werden die theoretisch erarbeiteten Inhalte in Hinblick auf die gesetzliche Relevanz der Medizinprodukteverordnung sowie interne Dokumentationen zur Bestimmung der Datenqualität oder Frequenz und Kontinuität herangezogen. Mit der Bestimmung des Einsatzpotentials für die jeweiligen Use-Cases lässt sich Teilfrage b der Forschungsfrage zwei beantworten.¹¹

Ein hohes betriebswirtschaftliches Einsatzpotential weisen die Use-Cases drei und vier auf. Die übrigen Cases zeigen ein mittleres Einsatzpotential, keiner ist mit einem niedrigen Potential zu bewerten. Die Übersicht ist in Tabelle sechs zu finden.

¹¹ In Anlage neun ist der Datenfluss mit den jeweiligen Dateiformaten zwischen den Systemen des ZfB dargestellt.

Use-Case		Einsatzpotential	
Nr.	Bezeichnung	Punkte	Qualitativ
1a	Terminierung mit optimaler Geräteauslastung	2.3	mittel
1b	prädiktive Visierung von Untersuchungen	2.2	mittel
1c	Patientenprofiling mit No-Show Prädiktion	2.3	mittel
2	Wartezeitenmonitoring	2.2	mittel
3	Rekonstruktionen	2.6	hoch
4	Leistungsabrechnung anhand Untersuchung	2.5	hoch
5	Rechnungsbearbeitung Versicherungen	1.9	mittel
6	Rechnungsbearbeitung Patienten	1.8	mittel

*Tabelle 6 - Einsatzpotential der Use-Cases der Fallstudie
(Eigene Darstellung, 2022)*

Das Potential ist entlang des gesamten Leistungserbringungsprozesses als gegeben anzusehen. Insbesondere die Datenstruktur und die technische Integration sowie die Nähe zur Leistungserbringung und die Frequenz und Kontinuität des Prozesses sind dafür verantwortlich, dass die mit einem hohen Einsatzpotential bewerteten Use-Cases von den übrigen abheben.

Die berechneten Punktwerte sind lediglich bedingt zur Interpretation heranzuziehen. Weiter bleibt es fraglich, ob eine erweiterte Betrachtung mit Inkludierung von Prozessen ausserhalb der Leistungserbringung ähnliche Ergebnisse erzielen würden.

Die nachfolgenden Kapitel beleuchten die verschiedenen Dimensionen der Potentialbewertung detailliert.

5.2.1 Faktoren der künstlichen Intelligenz

Die Faktoren der KI beziehen sich auf die Datenqualität mit Menge und Struktur sowie die technische Integration.

Die Datenmenge kann nur für den Use-Case drei der Bildakquisition als «hoch» bewertet werden. Hier liegen durch die Anwendung auf dem Gerät selbst bereits Daten in DICOM-Format vor. Im Use-Case vier der Leistungserfassung liegt die zweithöchste Bewertung mit «mittel» vor, da HL7-Datensätze vorliegen, welche mit externen Daten ergänzt werden können, um einen KI-Algorithmus zu trainieren. Die restlichen Use-Cases sind mit «niedrig» zu bewerten, da nur wenige Daten oder keine HL7- und DICOM-Datensätze vorliegen (Marqua, 2022). Die Use-Cases mit einer niedrigen Bewertung beziehen sich mehrheitlich auf eine Anwendung im Rahmen der Terminplanung. Eine Ausnahme stel-

len die Use-Cases fünf und sechs der Rechnungsbearbeitung im Auftrag von Versicherungen und Patienten dar. Sie erhalten ebenfalls eine niedrige Bewertung, obwohl sie HL7-Datensätze des Abrechnungssystems beinhalten. Die Inputdaten stammen hier jedoch primär aus Rückmeldungen aus der gesicherten Schnittstelle oder E-Mails, weswegen nur eine niedrige Bewertung vergeben werden kann.

Die Struktur der Daten zeigt, dass kein Use-Case rein unstrukturierte Daten beinhaltet. Fünf der acht Use-Cases arbeiten rein mit strukturierten Daten und sind daher mit einem hohen Potential zu bewerten. Die Use-Cases eins mit Variante b, fünf und sechs beziehen sowohl strukturierte als auch unstrukturierte Daten ein. Es zeigt sich, dass sowohl bei der Terminplanung mit prädiktiver Visierung als auch bei beiden Varianten der Rechnungsbearbeitung ein externer Input für die Anwendung der KI in Form von schriftlichen Anmeldungen oder Rückmeldungen notwendig ist. Aus diesem Grund kommt es zu einer Mischform der Datenstruktur. Der unstrukturierte Input der Terminplanung mit prädiktiver Visierung nimmt einen grossen Anteil der notwendigen Daten ein, kann jedoch durch eine vermehrte Anbindung der Zuweisenden über die Online-Terminplanung des ZfB reduziert werden. Aus diesem Grund behält dieser Use-Case die mittlere Bewertung. Mit der Bewertung der technischen Integration zeigt sich, dass nur bei den Use-Cases vier der Leistungsabrechnung sowie fünf und sechs der Rechnungsbearbeitung eine Integration als teilweise möglich zu bewerten ist. Es besteht eine Abhängigkeit vom Abrechnungssystem. Dennoch stellt dieses eine Standardschnittstellen bereit und lässt Datenänderung über diese zu. Die Integration der KI erfolgt in diesen Use-Cases nicht direkt im eigentlichen System, sondern im Hintergrund der Anwendung und führt zu einer Änderung der Daten. Seitens Hersteller gibt es derzeit keine Bestrebungen, KI im System zu etablieren. Die übrigen fünf Use-Cases wurden mit einer vollständig möglichen Integration bewertet. Dies ist einerseits darauf zurückzuführen, dass die Use-Cases der Terminplanung und Patientenaufnahme sich auf eine Integration in der Eigenentwicklung des ZfB beziehen. Andererseits ist die Integration einer KI zur Bildakquisition durch den Hersteller bereits erfolgt. Ohne diese hätte Use-Case vier als unklar bewertet werden müssen, da davon auszugehen ist, dass eine eigenständige Integration von KI in der Gerätesoftware nicht möglich ist. Datenänderungen könnten vermutlich nicht angestossen werden, da es sich um ein Medizinprodukt mit zu erfüllenden gesetzlichen Vorgaben handelt. Tabelle sieben fasst die vorgenommenen Bewertungen nochmals zusammen.

Potential		Skala			Bewertung							
Dimension	Einflussfaktor	niedrig (1)	mittel (2)	hoch (3)	1a	1b	1c	2	3	4	5	6
Datenqualität	Datenmenge	wenige Datensätze weder in HL7 noch in DICOM	HL7 Datensätze durch externe ergänzbar	grosse Datenmenge mit DICOM-Daten	1	1	1	1	3	2	1	1
	Datenstruktur	rein unstrukturierte Daten	strukturierte und unstrukturierte	rein strukturierte Daten	3	2	3	3	3	3	2	2
technische Integration	Abhängigkeit von Systemlandschaft	Integration unklar	teilweise Integration	vollständige Integration	3	3	3	3	3	2	2	2

Tabelle 7 - Bewertung KI-Faktoren

(Eigene Darstellung, 2022)

Insgesamt stellt sich die Dimension der Datenqualität uneinheitlich dar. In Bezug auf die Menge ist diese mehrheitlich niedrig ausgeprägt, was auf die nicht stringent verwendeten Standards zurückgeführt werden kann. Die Datenstruktur zeigt sich mehrheitlich als «hoch» bewertet. Das Potential in der Dimension technische Integration ist stark abhängig von der etablierten Softwarelandschaft. Die Eigenentwicklung des ZfB bietet den Use-Cases zwar eine optimale Möglichkeit zur Integration sowie gut strukturierte Daten, jedoch ist die Datenmenge in diesen Fällen als kritisch zu betrachten. Die Datenstruktur der externen Systeme bietet hingegen eine gute Grundlage. Dennoch besteht in diesen Use-Cases eine starke Abhängigkeit vom Hersteller und dessen Schnittstellen. Dies führt jeweils zu einer gewissen Unsicherheit bei der Integration der KI in den Gesamtprozess. Die Bereitschaft bzw. das Interesse des Herstellers KI-Anwendungen in die eigene Software zu integrieren, kann somit ausschlaggebend sein. Insbesondere im Bereich der Medizintechnik ist die Bereitschaft des Herstellers entscheidend. Im Fall des ZfB zeigt sich hier eine hohe Bereitschaft und bereits vollzogene KI-Anwendungen.

5.2.2 Rahmenbedingungen

Die Rahmenbedingungen beziehen sich durch die Ausschlussprüfung auf gesetzliche Verbote lediglich auf die Relevanz der Medizinprodukteverordnung. Elektronische Patientenregister, Ressourcenplanungs- und Abrechnungssoftware werden laut Definition

der medizinischen Zweckbestimmung nicht zu Medizinprodukten gezählt (Spectra / Bundesamt für Gesundheit, 2018; Swissmedic, 2021).

Einer medizinischen Zweckbestimmung obliegt klar der Use-Case vier der Bildakquisition. Aus diesem Grund ist eine niedrige Bewertung zu vergeben. Als nicht klar abgegrenzt zeigt sich der Use-Case der Terminplanung mit prädiktiver Visierung der Untersuchung. Grundsätzlich fokussiert dieser Use-Case die Terminplanung und die Medizinprodukteverordnung wäre somit nicht relevant. Jedoch bildet die Visierung die Grundlage für die Untersuchung der Patienten und beinhaltet somit eine medizinische Zweckbestimmung. Der Use-Case lässt sich somit im Hinblick auf die Relevanz der Verordnung nicht klar einordnen und wird mit mittel bewertet.

Die übrigen Use-Cases entsprechen den genannten Beispielen der nicht verordnungsrelevanten Anwendungen. Sie beziehen sich auf die Terminplanung, Ressourcenplanung sowie Abrechnung. Tabelle acht fasst die Ergebnisse dieser Dimension zusammen.

Potential		Skala			Bewertung							
Dimension	Einflussfaktor	niedrig (1)	mittel (2)	hoch (3)	1a	1b	1c	2	3	4	5	6
Gesetzliche Aspekte	Relevanz Medizinprodukteverordnung	relevant	eventuell relevant	nicht relevant	3	2	3	3	1	3	3	3

Tabelle 8 - Bewertung Rahmenbedingungen
(Eigene Darstellung, 2022)

Sofern die Anwendung des Use-Cases der Terminplanung mit prädiktiver Visierung realisiert werden soll, muss zunächst die Relevanz der Medizinprodukteverordnung geklärt sein. Eine Relevanz dieser Verordnung beinhaltet die Einhaltung verschiedener Vorgaben und verringert somit das Einsatzpotential, da diese zusätzlich erfüllt sein müssen. Im Fall der Bildakquisition wird dies durch den Hersteller gewährleistet.

Der gesetzte Fokus dieser Arbeit auf die radiologische Leistungserbringung exklusive der Befundung bedingt die mehrheitlich nicht vorhandene Relevanz der Medizinprodukteverordnung. Prozessuale Anwendungen der Leistungserbringung sind hiervon weniger betroffen als die diagnostischen Anwendungen der Befundung. KI kann daher im prozessualen Bereich der Leistungserbringung ohne grössere gesetzliche Auflagen Anwendung finden und sein Potential ohne gesetzliche Einschränkungen entfalten.

Bei einer uneingeschränkten Betrachtung der Prozesse einer Radiologie zeigt sich die Bewertung in dieser Dimension des Einsatzpotentials differenzierter.

5.2.3 Prozessbezogene Aspekte

Die prozessbezogenen Aspekte beziehen sich auf die Art des Prozesses, die betroffenen Ressourcen sowie die Prozessoptimierung.

Die Art des Prozesses bezieht die Nähe zur Leistungserbringung durch die Definition als KP, SP oder MP sowie die Schnittstellen des Prozessschritts zum Patienten ein. Durch die Fokussierung des Leistungserbringungsprozesses in der Fallstudie liegt mehrheitlich eine hohe Nähe vor. Die Use-Cases der Terminierung mit Variationen sowie der Bildakquisition und Leistungserfassung sind als KP zu definieren und erhalten daher eine hohe Bewertung. Sie stiften im Prozess der Leistungserbringung einen wahrnehmbaren Nutzen und haben einen hohen wertschöpfenden Anteil. Die Use-Cases fünf und sechs der Rechnungsbearbeitung, angestossen von Versicherungen oder Patienten, sind als SP zu sehen, da der wertschöpfende Anteil sehr gering ist, die Prozesse als solche aber unabdingbar sind. Sie werden mit «mittel» bewertet. Use-Case zwei der Patientenaufnahmen bzw. des Wartezeitenmonitorings ist als MP zu sehen, da in der retrospektiven Betrachtung eine Kontrolle der SP und KP hierüber stattfindet. Der Use-Case mit prädiktiver Vorhersage kann das integrative Zusammenspiel der SP und KP verbessern und die operative Führung der Mitarbeitenden in Echtzeit unterstützen. Dies führt zu einer niedrigen Bewertung.

Die Use-Cases vier und fünf weisen keinen direkten oder indirekten Patientenkontakt mit der Gefahr einer ethischen oder sozio-ökonomischen Verzerrung auf. Für Use-Case vier werden zwar vereinzelt Patientendaten berücksichtigt. Jedoch erfolgt die Erfassung anhand der gefahrenen Untersuchung und eines strikt vorgegebenen externen Regelwerks, welches sozio-ökonomische Verzerrungen durch etablierte Standards und Regelwerke verhindert. Der Use-Case fünf der Rechnungsbearbeitung auf Anstoss der Versicherung bezieht sich rein auf die Übermittlung oder Korrektur vorhandener Daten. Die häufigsten Anfragen erfordern eine neue Deklaration des Behandlungsgrunds sowie die Übermittlung von erstellten Befunden. Die Verarbeitung dieser Anfragen bezieht sich somit nicht primär auf sozio-ökonomische Daten der Patienten. Die Use-Cases erhalten eine hohe Bewertung, da kein direkter Patientenkontakt besteht. Hingegen beinhaltet die Rechnungsbearbeitung, angestossen durch den Patienten, einen direkten Kontakt über verschiedene Kommunikationswege. Der zugehörige Use-Case sechs beinhaltet ei-

nen Chatbot, welcher zu einem direkten Kontakt von KI und Patient führt. Es ist die Bewertung «niedrig» zu vergeben. Die übrigen fünf Use-Cases stellen eine indirekte Patientenschnittstelle dar, da diese Patientendaten als Grundlage nutzen, welche das Risiko einer sozio-ökonomischen Verzerrung beinhalten. So könnten Patienten beispielsweise bei der Vergabe von Terminen durch entsprechende Korrelationen benachteiligt oder Wartezeiten und daraus resultierende Handlungen falsch prädiziert werden. Sie werden mit «mittel» bewertet.

Die betroffenen Ressourcen beziehen sich auf die personellen Ressourcen wie auch die Frequenz und Kontinuität eines Prozessschritts. Die personellen Ressourcen setzen in der Bewertung das Lohngefüge mit dem primär betroffenen Team in Verbindung. Der Use-Case der Terminplanung mit prädiktiver Visierung (1b) betrifft primär das Team Rad und erhält daher die höchste Bewertung. Die Visierung erfolgt auf ärztlicher Seite, eine KI kann einen Vorschlag hierfür machen und diesen bei der Planung berücksichtigen. Auf ärztlicher Seite würde der Vorschlag lediglich geprüft und freigegeben. Kein weiterer Use-Case bezieht sich auf dieses Team. Das Team BO ist insbesondere in die Use-Cases fünf und sechs der Rechnungsbearbeitung involviert. Daher erhalten diese die mittlere Bewertung. Die übrigen fünf Use-Cases beziehen sich auf das Team FD oder MTRA und sind auf Basis des vorliegenden Lohngefüges mit «niedrig» zu beurteilen. Die Anzahl der als «niedrig» aufgeführten Use-Cases zeigt, dass das Endprodukt der Leistungserbringung zwar durch das Team Rad erfolgt, diesen jedoch überwiegend von den Teams FD und MTRA zugearbeitet wird. Viele der als KP definierten Use-Cases werden somit von den Teams FD oder MTRA ausgeführt.

Die Frequenz und Kontinuität zeigen sich insbesondere in den KP als hoch ausgeprägt, da sie den Kern der Leistungserbringung bilden. Die Use-Cases eins mit allen drei Varianten sowie drei und vier sind als KP definiert und werden in einer hohen Frequenz ausgeführt. Sie betreffen jede Untersuchung oder wenigsten jeden Patienten. Use-Case zwei wird aktuell nur sporadisch ausgeführt. Im Rahmen des definierten Use-Cases ist ein kontinuierlicher Einsatz angestrebt. Die Berechnungen erfolgen zu jedem Patienten und zu jeder Untersuchung und dienen als Basis für Handlungen wie die Kommunikation über mögliche Wartezeiten, das Kürzen einer Untersuchung oder das Verschieben von Patienten. Hiervon sind Untersuchungen unregelmässig betroffen. Daher ist die mittlere Bewertung zu vergeben. Ebenso sind von der nachträglichen Rechnungsbearbeitung nur

wenige Untersuchungen oder Patienten im Verhältnis zum gesamten Untersuchungsvolumen betroffen. Der Anteil der elektronischen Rückmeldungen der Versicherung zu Rechnung beträgt ca. 14%. Es wird davon ausgegangen, dass ein ähnliches bis niedrigeres Verhältnis bei Rückmeldungen von Patienten vorliegt.¹² Daher sind die Use-Cases fünf und sechs als niedrig zu beurteilen.

Die Dimension der Prozessoptimierung bezieht sich auf die vorliegenden Verschwendungsarten des jeweiligen Prozessschrittes. Die Use-Cases drei und vier erreichen eine nahezu vollständige Vermeidung der Verschwendung durch Fehler und Korrekturen. Bei der Bildakquisition erfasst die KI die gewünschten Strukturen, wodurch Fehler aufgrund von mangelndem Fachwissen oder mangelnder Konzentration vermieden werden. Im Mitarbeitendeninterview wird jedoch ein Fall benannt, in dem die KI nicht die gewünschten Ergebnisse erzielt. Daher erreicht sie hier nur eine nahezu vollständige Vermeidung. Der Use-Case vier entlastet das Team MTRA bei der Leistungserfassung. Zudem verhindert er mögliche Fehler bei der Erfassung durch die Auswertung von Untersuchungsdaten wie erstellten Befunden und Bildern sowie dem externen Regelwerk. Die Use-Cases der Terminierung mit optimaler Geräteauslastung (1a) sowie des Patientenprofilings mit No-Show Prädiktion (1c) sind mit «niedrig» zu beurteilen, da durch den Einsatz keine Verschwendung verringert oder beseitigt wird. Es kommt jeweils zu einer Optimierung der Auslastung, jedoch nicht zur direkten Vermeidung einer Verschwendungsart nach Lean im Vergleich zur Ist-Situation mit statischem Algorithmus. Die übrigen vier Use-Cases werden mit «mittel» bewertet. Die Terminierung mit prädiktiver Visierung von Untersuchungen trägt zur Vermeidung von falsch geplanten Untersuchungen in Hinblick auf Modalität respektive Gerät und Dauer bei. Zudem werden unnötige Kontrollschritte nach erfolgter Visierung durch die Prädiktion des Protokolls erreicht. Ein vor der Terminvereinbarung bekanntes Protokoll lässt eine präzisere Planung zu. Der Use-Case zwei des Wartezeitenmonitorings und der daraus resultierenden Handlungsempfehlung verringert lange Wartezeiten der Patienten, da bereits frühzeitig Massnahmen empfohlen und ergriffen werden können. Aus den Use-Cases fünf und sechs der Rechnungsbearbeitung resultieren je nach Rückmeldung Korrekturen bestehender Abrechnungen. Durch den Einsatz einer KI an dieser Stelle werden den Mitarbeitenden des Teams BO

¹² Die Herleitung des Verhältnisses ist in Anlage zehn zu finden.

eindeutige Fälle abgenommen und die notwendigen händischen Korrekturen hierdurch verringert. Langfristig ist eine gänzliche Vermeidung ebenfalls denkbar. Mit Tabelle neun werden die beschriebenen Ergebnisse nochmals zusammengefasst.

Potential		Skala			Bewertung							
Dimension	Einflussfaktor	niedrig (1)	mittel (2)	hoch (3)	1a	1b	1c	2	3	4	5	6
Art des Prozesses	Nahe zur Leistungserbringung	MP	SP	KP	3	3	3	1	3	3	2	2
	Patientenschnittstelle	direkter Patientenkontakt	indirekter Patientenkontakt	kein direkter Patientenkontakt	2	2	2	2	3	3	3	1
betroffene Ressourcen	personelle Ressourcen	FD, MTRA	BO	Rad	1	3	1	1	1	1	2	2
	Frequenz und Kontinuität	gelegentliche Ausführung, wenige Patienten oder Untersuchungen betroffen	mehrfache Ausführung, aber nicht bei jedem Patienten oder jeder Untersuchung	bei jeder Untersuchung bzw. jedem Patienten	3	3	3	2	3	3	1	1
Prozessfluss	Optimierungsansätze	keine Verschwendung verringert oder beseitigt	Verschwendung verringert	Verschwendung nahezu vollständig beseitigt	1	2	1	2	3	3	2	2

Tabelle 9 - Bewertung prozessbezogene Aspekte
(Eigene Darstellung, 2022)

Auf Grund des Fokus der vorliegenden Arbeit werden im Rahmen der prozessbezogenen Aspekte keine MP bewertet. Mit der Leistungserbringung werden primär SP und KP zur Bewertung herangezogen. Das Modell soll trotz Durchführung als Fallstudie allgemein ausgerichtet sein und auf andere Fallbeispiele anwendbar sein. Durch die Inklusion der MP in die Bewertungsskala wird dies gewährleistet. Für die Fallstudie sind diese jedoch nicht relevant.

Weiter bezieht die Leistungserbringung in gewisser Weise in jedem der definierten Use-Cases Patientendaten ein. Wichtig bei der Betrachtung des indirekten Patientenkontakts ist daher die Abwägung, ob es hierdurch zu einer Benachteiligung in der Behandlung des Patienten aufgrund der verwendeten Daten kommen kann.

Insgesamt zeigt sich, dass die Prozesse der Leistungserbringung in der Fallstudie bereits stark darauf ausgerichtet sind, dem Team Rad einen Fokus auf die Befundung und Patientenbetreuung zu ermöglichen. Vor- und nachgelagerte Prozessschritte liegen bei den Teams FD, MTRA und BO, was für ein vorhandenes Task Shifting spricht. Zudem betreffen diese Prozessschritte oftmals jede einzelne Untersuchung oder zumindest jeden Patienten.

5.3 Bestimmung des technischen Stands

Der technische Stand wird auf Basis der definierten Use-Cases und anhand der erarbeiteten theoretischen Grundlagen sowie dem Hype Cycle Modell erarbeitet. Diese Bestimmung dient der abschliessenden Beantwortung der Teilfrage a der Forschungsfrage zwei.

Als Leitsatz lässt sich aus Experteninterview drei ableiten, dass der Themenbereich der Diagnostik auf tiefe Neuronale Netze, Deep Learning sowie Bildverarbeitung (Computer Vision) und der Bereich der Prozesse sowie Vorhersagen auf ML als Grundlagentechnologie zurückgreifen. Die Use-Cases beziehen sich sowohl auf Prozesse wie auch Vorhersagen. Daher liegt allen Use-Cases das ML in Kombination mit anderen Techniken zugrunde.¹³

Die Variante a des Use-Cases eins und der Use-Case vier sowie fünf beziehen sich rein auf ML. Im Hype Cycle wird dem ML eine Dauer von zwei bis fünf Jahre zur Erreichung des Produktivitätsplateaus zugrunde gelegt. Trotz der Spezifizierung des Use-Cases vier auf ein bestärkendes ML wird hier die Dauer von zwei bis fünf Jahren als Bewertung herangezogen.

Der Use-Case vier des Wartezeitenmonitorings nutzt neben ML die Technologie der Decision Intelligence, da anhand der Prädiktion eine Entscheidung über die möglichen vorzunehmenden Massnahmen getroffen wird. Die Decision Intelligence übernimmt hierbei die Entscheidungsfindung anhand der vorliegenden Daten und der Vorhersage. Sowohl ML wie auch Decision Intelligence werden im Hype Cycle mit einem Zeitraum von

¹³ Zum besseren Verständnis der Einordnung in das Hype Cycle Modell werden nachfolgend die englischen Begriffe des Modells verwendet. Dies betrifft insbesondere die Bildverarbeitung mit Computer Vision und die natürliche Sprachverarbeitung mit Natural Language Processing.

zwei bis fünf Jahren bis zum Erreichen des Plateaus definiert. Die Bewertung beläuft sich somit trotz Kombination mehrere Technologien auf die genannte Dauer.

Für Variante b des ersten Use-Cases sind neben dem ML die Technologien der Computer Vision, des Natural Language Processing und der Neuronalen Netze relevant. Computer Vision und Neuronale Netze werden wie ML mit zwei bis fünf Jahren bewertet. Das Natural Language Processing beläuft sich auf fünf bis zehn Jahre. Die Kombination aus Computer Vision, Neuronalen Netzen und Natural Language Processing ermöglicht die Auswertung der Fragestellung der Untersuchung anhand unstrukturierter Bilddateien. Die Fragestellung ist als Bestandteil der Inputdaten für die Prädiktion der Visierung der Untersuchung zu sehen. In dieser Variante des Use-Cases stellt die Verarbeitung der unstrukturierten Bilddateien die mehrheitliche Anwendungsform dar. Ergänzt werden diese Technologien auf Grund der kleinen Datenbasis des Use-Cases vom Ansatz des Small and Wide Data. Dieser ist ebenfalls mit fünf bis zehn Jahren bewertet.

Variante c des ersten Use-Cases bezieht sich neben ML auf den Ansatz des Small and Wide Data. Der Ansatz ist insofern relevant, als dass die Datengrundlage nicht auf einer grossen oder ergänzbaren Basis fusst. Small and Wider Data wird im Hype Cycles in einem Bereich von fünf bis zehn Jahren bis zur Erreichung des Plateaus angesiedelt.

Für Use-Case sechs ist für die Aufnahme und Verarbeitung der Patientenrückmeldungen eine Kombination aus Chatbot, ML, Natural Language Processing sowie dem Ansatz des Small and Wide Data vorgesehen. Chatbots werden im Hype Cycle zeitlich mit weniger als zwei Jahren bis zur Erreichung des Plateaus eingeordnet. Das ML ist bei zwei bis fünf Jahren verortet. Das Natural Language Processing und der Ansatz des Small and Wide Data jedoch mit fünf bis zehn Jahren bewertet. Das Natural Language Processing wird relevant zur Verarbeitung der durch den Chatbot aufgenommenen Inputdaten. Aus den aufgeführten Gegebenheiten resultiert für die Varianten b und c des Use-Cases eins sowie Use-Case sechs eine Bewertung des technischen Stands von fünf bis zehn Jahren.

Lediglich Use-Case drei kann als bereits implementiert angesehen werden. Hier werden mehrschichtige und überwachte ML-Algorithmen und Deep Learning verwendet. Die ML-Algorithmen beinhalten automatisierte Markierungen und Analysen der menschlichen Anatomie (engl. automatic landmarking and parsing of human anatomy, kurz: ALPHA) (Shah, 2021, S. 6). Die Anwendung basiert auf einer grossen und standardisierten Datengrundlage von DICOM-Daten. Dieser Use-Case ist als bereits produktiv zu sehen.

Die Hälfte der Use-Cases weist eine technische Bewertung von zwei bis fünf Jahren auf. Drei der acht Cases bedürfen eines längeren Zeitraums von fünf bis zehn Jahren bis zur Erreichung des Plateaus der Produktivität und nur ein Case ist bereits produktiv. Somit ist aus technischer Sicht der produktive Einsatz von KI in den beschriebenen Cases in naher Zukunft mehrheitlich möglich und relevant.

Insgesamt zeigt sich, dass als technische Grundlage der KI nur selten eine einzige Technologie zur Anwendung kommt. Die Verbindung mehrerer Arten bringt jedoch unterschiedliche technische Entwicklungsstände mit sich. Auch müssen die unterschiedlichen Technologien in eine gemeinsame Anwendung eingebracht und trainiert werden.

In Tabelle zehn sind die einzelnen Technologien, die jeweiligen Bewertungen des Hype Cycle Modells wie auch das Gesamtergebnis des Use-Cases für die Fallstudie aufgeführt.

Nr.	Use-Case	Technologien	Bewertung	
			Einzel	Gesamt
1a	Terminierung mit optimaler Geräteauslastung	<ul style="list-style-type: none"> • ML 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 bis 5 Jahre 	2 bis 5 Jahre
1b	Prädiktive Visierung von Untersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> • ML • Small and Wide Data • Computer Vision • Natural Language Processing • Ggf. Neuronale Netz 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 bis 5 Jahre • 5 bis 10 Jahre • 2 bis 5 Jahre • 5 bis 10 Jahre • 2 bis 5 Jahre 	5 bis 10 Jahre
1c	Patientenprofiling mit No-Show Prädiktion	<ul style="list-style-type: none"> • ML • Small and Wide Data 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 bis 5 Jahre • 5 bis 10 Jahre 	5 bis 10 Jahre
2	Wartezeitenmonitoring	<ul style="list-style-type: none"> • überwachtes ML • Decision Intelligence 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 bis 5 Jahre • 2 bis 5 Jahre 	2 bis 5 Jahre
3	Rekonstruktionen	<ul style="list-style-type: none"> • ML • Deep Learning 	<ul style="list-style-type: none"> • bereits produktiv • bereits produktiv 	bereits produktiv
4	Leistungsabrechnung anhand Untersuchung	<ul style="list-style-type: none"> • bestärkendes ML 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 bis 5 Jahre 	2 bis 5 Jahre
5	Rechnungsbearbeitung Versicherung	<ul style="list-style-type: none"> • ML 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 bis 5 Jahre 	2 bis 5 Jahre
6	Rechnungsbearbeitung Patienten	<ul style="list-style-type: none"> • Chatbot • ML • Natural Language Processing • Small and Wide Data 	<ul style="list-style-type: none"> • weniger als 2 Jahre • 2 bis 5 Jahre • 5 bis 10 Jahre • 2 bis 5 Jahre 	5 bis 10 Jahre

Tabelle 10 - Bewertung technischer Stand
(Eigene Darstellung, 2022)

5.4 Bestimmung des Einflusses

Der Einfluss der einzelnen Use-Cases ergibt sich aus der Zusammenschau des Potentials und des technischen Stands, da die Entfaltung des gesamten Potentials erst mit der technischen Reife erreicht werden kann. Die in Kapitel 4.1, 4.2 und 4.3 dargelegten Inhalte ergeben für die Fallstudie die in Abbildung neun dargestellte Bewertung der einzelnen Use-Cases und dienen der Beantwortung der Teilfrage c der Forschungsfrage zwei.

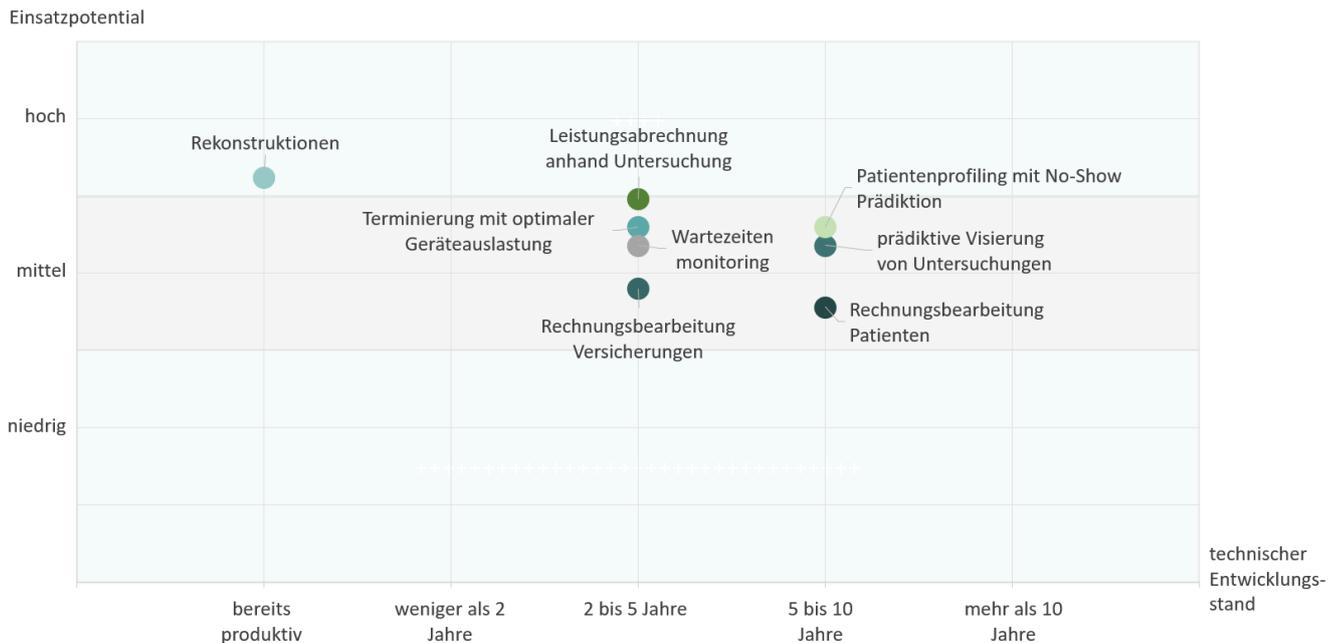


Abbildung 9 - Einfluss einzelner Use-Cases auf die Leistungserbringung (Eigene Darstellung, 2022)

Die mit hohem Potential bewerteten Use-Cases drei der Rekonstruktion und vier der Leistungsabrechnung zeigen ebenfalls eine kurze Zeitspanne bis zum produktiven Einsatz oder sind bereits produktiv. Die Potentialbewertung des Use-Cases drei bestätigt die Sinnhaftigkeit des aktuellen Einsatzes der KI. Die Anwendung von KI auf medizintechnischen Geräten wie auch bei der Leistungsabrechnung haben somit einen hohen Einfluss auf die Prozesse der Leistungserbringung in der Radiologie. Im ambulanten Bereich bleibt bei der Leistungserfassung jedoch abzuwägen, ob ein Einsatz einer KI notwendig und zielführend ist oder ob bereits die Verwendung eines einfachen Algorithmus mit zusätzlichen Inputdaten von den medizinischen Geräten zur Ausschöpfung des Potentials beiträgt.

In den Bereichen der Terminierung und Rechnungsbearbeitung zeigt sich zwar durchweg ein mittleres Potential, der technische Stand der notwendigen KI-Technologien divergiert jedoch. Der Einfluss auf die Leistungserbringung ist somit nicht generalisierbar und muss im Einzelfall betrachtet werden. In diesen Bereichen kommt ein möglicher Einfluss von KI auf den Prozess der Leistungserbringung erst in naher Zukunft in Frage.

Insbesondere die Kombination vieler KI-Technologien wie bei den Use-Cases der prädiktiven Visierung, des Patientenprofilings und der Rechnungsbearbeitung angestossen durch die Patienten schwächt den Einfluss auf die Prozesse.

Generell ist ML als Treiber des Einflusses von KI zu sehen. Die Verbreitung dieser Technologie nimmt stetig zu und der Entwicklungsstand ist bereits fortgeschritten. Anhand des Use-Cases der Rechnungsbearbeitung angestossen durch die Patienten zeigt sich die Unterschiedlichkeit des Entwicklungsstands der KI-Technologien prägnant. Die Technologie des Chatbots wird im Hype Cycle Model näher am Plateau der Produktivität eingestuft als das ML. Eine reine Implementierung des Chatbots kann zudem zur strukturierter Datengewinnung für das ML beitragen. Hier kann ein schrittweises Vorgehen bei der Implementierung von KI den Einfluss auf die Leistungserbringung positiv bestärken.

Die insgesamt acht Use-Cases beziehen sich dreimal auf die Terminierung. Dies betrifft die optimale Geräteauslastung, die prädiktive Visierung sowie das Patientenprofilung. Trotz des mittleren Potentials aller drei Cases kann dieser Bereich als weiterer Fokus eines KI-Einsatzes gesehen werden. Eine aufeinander aufbauende Herangehensweise der drei Varianten des Use-Cases zur Terminierung wird als sinnvoll erachtet. Die jeweils vorangehende Variante kann die Datengrundlage für die nachfolgende darstellen oder ergänzen.

Bei Betrachtung der Use-Cases zeigt sich, dass die KI in den Use-Cases oftmals eine assistierende Rolle einnimmt. Nur in wenigen Fällen wie den beiden Cases der Rechnungsbearbeitung ist ein teilweises bis vollständiges autonomes Handeln ohne Bestätigung des Menschen für die KI vorgesehen. Dies deckt sich mit den Aussagen der Experten zwei, fünf und sechs. Beide Use-Cases sind zeitlich zudem im längsten Zeitraum bis zur Erreichung des Plateaus eingeordnet.

5.5 Diskussion der Ergebnisse

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Evaluation der Forschungsfrage «Welchen Einfluss hat KI auf die Prozesse der Leistungserbringung in einer ambulanten radiologischen Praxis in der Schweiz?». Der Beantwortung dieser Frage vorangestellt wurden die wissenschaftlichen Grundlagen zu KI und Ablauforganisationen. Hier zeigt sich im Feld der KI kein einheitliches Verständnis der Begrifflichkeiten. Die Forschung weist zudem grosse Lücken im Bereich der der Bildinterpretation und Befunderstellung vor- und nachgelagerten Prozesse auf. Durch die Erarbeitung des MCDA-Modells mit den Schritten der Identifizierung, Bestimmung des Einsatzpotentials, Betrachtung des technischen Entwicklungsstands sowie der Gegenüberstellung von Potential und technischem Stand kann ein Tool zur qualitativen Beantwortung dieser Fragestellung präsentiert werden. Die Anwendung des Modells im Rahmen der Fallstudie im ZfB dient zur exemplarischen Beantwortung der Forschungsfrage und verdeutlicht die praxisnahe Entwicklung des Modells auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse und mittels Input durch Experten aus dem Bereich der KI. Zudem berücksichtigt das Modell sowohl prozessbezogene, technische als auch rechtliche Aspekte.

Der Einfluss von KI auf die Leistungserbringung zeigt sich in der Radiologie nicht nur in der Bildinterpretation und Befunderstellung. Vor- und nachgelagerte Prozesse sind bereits durch einen Einsatz von KI beeinflusst oder werden zeitnah durch diese beeinflusst werden. Im ambulanten Bereich der Radiologie fliesst KI aktuell insbesondere in der Bildakquisition durch Medizintechnik-Hersteller in die Prozesse ein. Für kleine Institutionen bietet dies die Chance, bereits vollständig entwickelte KI zu implementieren und zu nutzen, ohne die Notwendigkeit der Lancierung eines eigenen Entwicklungsprojekts.

Abgesehen von der Bildakquisition sind die Themenbereiche der Leistungsabrechnung und Terminplanung mit Optimierung der Geräteauslastung in Hinblick auf einen Einsatz von KI zu berücksichtigen. Dennoch besteht entlang des gesamten Leistungserbringungsprozess Einsatzpotential für eine KI. Die Entwicklung und der Einfluss von KI ist zukünftig somit in allen Prozessschritten gegeben. Dennoch ist ein schrittweises Vorgehen bei Etablierung in der Praxis zu bevorzugen. Die Verwendung von KI, wie in den Use-Cases beschrieben, bezieht sich auf eine Prozessoptimierung und nicht auf eine radikale Prozessveränderung.

Die der Bildinterpretation und Befunderstellung vor- und nachgelagerten Prozesse beziehen sich ausser in der Bildakquisition nicht auf allgemein gültige Gegebenheiten. In der Medizin ist eine Erkrankung klar definiert und es existiert ein weltweit einheitliches Verständnis über diese. Prozesse variieren zwischen und teilweise innerhalb der Institutionen und sind individuell ausgeprägt. Dies kann als Grund gesehen werden, weshalb die Forschung bis dato nur bedingt in diese Richtung erfolgt ist und die Bildakquisition den primären Einfluss von KI in der ambulanten Leistungserbringung in der Radiologie darstellt.

Als grösster Problempunkt für einen Einsatz von KI ist die Datengrundlage zu sehen. Das Trainieren der KI erfolgt idealerweise anhand realer Daten. Die Strukturierung und Zusammenführung dieser stellt oftmals die grösste Herausforderung bei einer Implementierung dar. Der Einbezug in das aufgestellte Modell und somit in erste Überlegungen zu einem Einsatz von KI sind somit grundlegend. Bei Lancierung eines KI-Projektes muss diese Betrachtung jedoch nochmals intensiver erfolgen.

Auch gilt es zu hinterfragen, ob für den angedachten Use-Case tatsächlich eine KI notwendig ist oder bereits ein einfacher Algorithmus oder eine Prozessumstellung zur Lösung des Problems respektive zur Optimierung des Prozesses beitragen kann. In der Fallstudie sind die Prozesse bereits vollständig digitalisiert und bieten aus diesem Grund gute Ansatzpunkte für weitere Optimierung mittels KI.

Dennoch zeigt sich, dass ein Einsatz aktuell immer in assistierender Natur angedacht ist und ein vollständig autonomes Handeln der KI noch nicht angestrebt wird. Insbesondere im medizinischen Bereich bedarf es weiterhin des Menschen und der Möglichkeit zum Eingriff. Es gilt zudem, eine ausführliche ethische Betrachtung des geplanten Einsatzes von KI durchzuführen. Die Fragen nach den Auswirkungen für Patienten, Mitarbeitende und Zuweisende sind hierbei zentral und sollten in Hinblick auf die Vertrauenswürdigkeit und Erklärbarkeit der KI thematisiert werden.

6 Fazit

Im Rahmen dieses Kapitels wird eine Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse zur abschliessenden Beantwortung der Forschungsfrage erstellt. Diese werden diskutiert und kritisch gewürdigt. Abschliessend werden die Implikationen der Ergebnisse genannt und ein Ausblick auf die weitere Entwicklung in Praxis und Forschung gegeben.

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der Einfluss von KI in der radiologischen Leistungserbringung zeigt sich nicht nur in der Bildinterpretation und Befunderstellung wie in der aktuellen Forschung suggeriert. Die Bildakquisition steht bereits unter dem Einfluss von KI. Hier spielen die Medizinproduktehersteller eine entscheidende Rolle. Dennoch zeigen sich entlang der gesamten Leistungserbringung Einsatzmöglichkeiten für KI, hervorzuheben sind die Bereiche der Terminierung mit optimierter Geräteauslastung sowie die Leistungsabrechnung. Die der Bildinterpretation und Befunderstellung vor- und nachgelagerten Prozesse sind in einem Unternehmen teils sehr unterschiedlich ausgeprägt und von der bestehenden Infra- und Datenstruktur abhängig.

Die Frage nach der Notwendigkeit einer KI in einem bestimmten Prozessschritt ist als zentral zu erachten. Eine Optimierung eines Prozesses kann bereits mit Implementierung eines einfachen Algorithmus erfolgen. Die Fallstudie zeigt auf Grund bereits vollständig digitalisierter Prozesse jedoch Ansatzpunkte für den tatsächlichen Einsatz von KI. Dieser erfolgt in den beschriebenen Use-Cases meist in assistierender Natur. Der Grund hierfür liegt sowohl in ungeklärten ethischen wie auch sozioökonomischen Fragestellungen, als auch in den nicht klar abschätzbaren Auswirkungen auf Patienten, Mitarbeitende und Zuweisende.

6.2 Kritische Würdigung und Limitationen

Die zuvor beschriebenen Ergebnisse gilt es, im Rahmen dieses Kapitels anhand wissenschaftlicher Gütekriterien zu diskutieren. Generell gelten die Objektivität, Reliabilität und Validität als Kern der wissenschaftlichen Gütekriterien. Die Objektivität und Reliabilität finden in der qualitativen Forschung in abgewandelter Form Anwendung. Zur Betrachtung der Validität wird in interne und externe Validität unterschieden. Die interne

Validität bezieht sich auf die Forschungsmethode. Sie muss im Rahmen der qualitativen Forschung abgelehnt werden, da sich diese auf die Vermeidung von Störvariablen bezieht. Die externe Validität mit Betrachtung der Möglichkeit zur Verallgemeinerung der Ergebnisse auf andere Situationen wird in der qualitativen Forschung hingegen realisiert (Hussy et al., 2013, S. 277 ff.).

Durch die fortlaufende Darstellung des Vorgehens, der Ziele einzelner Kapitel und der Begründung vergebener Bewertungen schafft die Arbeit Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Hierzu trägt ebenso die transparente Darstellung der Ergebnisse von Beobachtung und Leitfadeninterviews im Anhang bei. Dies nimmt im Rahmen der qualitativen Forschung Bezug zum Gütekriterium der Objektivität.

Im Rahmen der Interviews zeigen sich diverse Übereinstimmungen. Mitarbeitende wie auch Experten beziehen gleiche aber auch sehr unterschiedliche Aspekte in die Beantwortung der gestellten Fragen mit ein. Die übereinstimmenden Aussagen verdeutlichen die Unabhängigkeit der Ergebnisse vom Individuum und stellen somit eine entlehnte Reliabilität dar.

Die externe Validität ist auf Grund des Bezugs des Modells auf eine Fallstudie detailliert zu betrachten. Im Rahmen der Erarbeitung des Modells wurde der Fokus auf eine allgemeine Definition gelegt, welche eine Übertragbarkeit ermöglichen soll. Die Ergebnisse der Fallstudie sind nur bedingt verallgemeinerbar, da das ZfB bereits vollständig digitalisierte Prozesse aufweist. Diese Gegebenheit kann nicht als allgemeingültig betrachtet werden, obwohl die Radiologie ein technisch geprägtes Feld darstellt. Die Ergebnisse bieten nichtsdestotrotz einen ersten Anhaltspunkt für den Einfluss von KI auf die Prozesse der Leistungserbringung in der ambulanten Radiologie.

In Hinblick auf die Methodik ist zu erwähnen, dass lediglich eine einzelne Evaluation des erarbeiteten Modells im Rahmen der Fallstudie vorgenommen wurde. Die Anwendbarkeit und Extrapolation auf andere Institutionen und Situationen wurde nicht getestet. Die Ergebnisse der Fallstudie zeigen jedoch, dass die Bewertungsdimensionen nicht explizit auf das ZfB zugeschnitten, sondern allgemein formuliert wurden. Bei den Skalenergebnissen der Potentialbestimmung wurden beispielsweise MP mit einbezogen, obwohl der Fokus der Arbeit auf der Leistungserbringung und somit auf SP und KP liegt. Das Lohngefüge für die Bestimmung der Skala der personellen Ressourcen in der Potential-

bestimmung wurde auf Basis der Daten des ZfB berechnet und muss vor einer Extrapolation geprüft werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich das Lohngefügt ähnlich gestaltet.

Durch die Zielsetzung einer einfachen ersten Erhebung des Einflusses von KI mit Betrachtung des Einsatzpotentials und technischen Stands der einzelnen Use-Cases wurde für die Bewertung lediglich eine Dreier-Skala herangezogen. Diese bietet nur bedingt Möglichkeit zur Differenzierung, erleichtert jedoch die Einordnung des jeweiligen Use-Cases in die Skala. Weiter beinhaltet das Modell nicht alle theoretisch hergeleiteten Einflussfaktoren auf Grund des Fokus auf die Analyse anhand der Ist-Situation eines Use-Cases. Wie in den Experteninterviews mehrfach erwähnt, ist für viele Faktoren eine ex-post Betrachtung notwendig. Diese ist zudem erforderlich, um das geschätzte Einsatzpotential abschliessend zu evaluieren. Der Zielsetzung dieser Arbeit trägt die ex-post Betrachtung jedoch nicht Rechnung, daher muss die eingeschränkte Vollständigkeit der MCDA-Analyse relativiert werden. Weiter beinhaltet die Methodik das Hype Cycle Modell zur Einordnung des technischen Entwicklungsstand einer KI. Dies wird jährlich aktualisiert und gilt als verbreitet. Die dort verwendeten Kriterien wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht spezifisch beleuchtet und hinterfragt. Für das erarbeitete Modell empfiehlt sich ergänzend eine tiefergehende Betrachtung der dort angeführten Kriterien zur Aufnahme und Einstufung der Technologien in das Hype Cycle Modell. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass die Aktualität gewährleistet ist und das Modell im technischen Kontext Anerkennung erhält.

Zur Evaluation der Literatur hergeleiteten Aspekte und Dimensionen des MCDA-Modells wurden Leitfadeninterviews geführt. Die persönlichen und beruflichen Hintergründe insbesondere der Experten sind teils sehr unterschiedlich. Dies ermöglicht eine breite Perspektive, bedingt jedoch teils stark voneinander abweichende Sichtweisen und Antworten. Je nach Fokus der Experten liegt deren Fokus mehr auf der individuellen Entwicklung, Anwendung, Integration oder Forschung.

Bei Betrachtung der Ergebnisse fällt auf, dass durch den Fokus auf die Leistungserbringung Use-Cases ausserhalb dieser nicht thematisiert wurden. Der Einkauf, die Materialwirtschaft sowie die Personalplanung wurden daher nicht evaluiert, in den Interviews jedoch genannt. Diese Prozesse können ebenfalls zu einem Einfluss auf die Leistungserbringung in der Radiologie führen und ein Einsatzpotential für eine KI aufweisen.

6.3 Implikationen für Forschung und Praxis

Grundsätzlich wurde die Beantwortung der der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegten Fragestellung anhand wissenschaftlicher Erkenntnisse erarbeitet. Das beinhaltete Modell bedarf dennoch einer gewissen Praxisnähe und guter Anwendbarkeit. Es soll in der Praxis ermöglichen, einen ersten Eindruck für Ansatzpunkte einer KI und der Relation zwischen diesen zu erhalten. Das erarbeitete Modell stellt keine abschliessende und allumfassende Betrachtung des Themas KI in der Praxis dar. Weiter gestaltete sich der Einfluss der einzelnen Cases teils sehr spezifisch wie im Fall der Bildakquisition und wirkt sich nicht zwingend generell auf den Prozess aus. Das erarbeitete Modell bietet in der Praxis die Möglichkeit, eine Orientierung über mögliche Ansätze zu erhalten und kann als Grundlage für spezifische Betrachtungen vor einer Lancierung eines KI-Projektes dienen.

Im Bereich der Forschung zeigt sich, dass zu den vor- und nachgelagerten Prozessen kaum Forschung betrieben wird. Diese Bereiche nehmen jedoch stark Einfluss auf die gesamte medizinische Leistungserbringung und dürfen nicht vernachlässigt werden. Ein Baustein hiervon kann das erarbeitete Modell sein. Dies sollte im Rahmen der Forschung weiter evaluiert und verbessert werden, um die Übertragbarkeit auf andere Institutionen, auch ausserhalb der Radiologie, zu ermöglichen und so eine ausreichende Datenbasis zu schaffen.

Aus technischer Sicht ist zudem die Datenbasis für eine KI forschungsrelevant. Es bedarf hier neuer Möglichkeiten wie Small and Wide Data, um mit wenigen Daten eine KI zu trainieren. Als alternatives Forschungsfeld vor demselben Hintergrund sind praxisnahe Ansätze zur Verbesserung der Datenbasis für das Training einer KI zu sehen.

6.4 Ausblick

Aus der Praxis wird ersichtlich, dass die Datenbasis und -verknüpfung das grösste Hindernis für KI darstellen. Der Entwicklungsstand von KI ist in der Wissenschaft bereits sehr weit, der operative Einsatz gestaltet sich jedoch oftmals schwierig. Durch die Etablierung gemeinsamer Standards könnte dies zukünftig verbessert werden.

Durch neue Vergütungsmodelle und steigenden Untersuchungsbedarf entstehen im Bereich der Auslastung Problemfelder für medizinische Institutionen. An diesen kann KI

Fazit

ansetzen und Möglichkeiten zur Optimierung schaffen. KI wird zukünftig vermehrt Einzug in die Prozesse der Leistungserbringung halten. Die Use-Cases werden hierbei jedoch eher assistierend als autonom gestaltet sein.

Trotz der primär assistierenden Rolle der KI in naher Zukunft muss die Frage nach den Auswirkungen für Patienten, Mitarbeitenden und Zuweisende gestellt werden. Die ethischen Fragen müssen im Hinblick auf Vertrauenswürdigkeit und Erklärbarkeit einer KI auch auf politischer Ebene thematisiert und definiert werden.

Literaturverzeichnis

- Angerer, A., & Liberatore, F. (2018). *Management im Gesundheitswesen: Die Schweiz*. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/zhaw/detail.action?docID=5598155>
- Balzert, H., & Bendisch, R. (2008). *Wissenschaftliches Arbeiten: Wissenschaft, Quellen, Artefakte, Organisation, Präsentation* (2., korr. Nachdruck). W3L.
- Berger-Grabner, D. (2016). *Wissenschaftliches Arbeiten in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften: Hilfreiche Tipps und praktische Beispiele* (3rd ed. 2016.). Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-13078-7>
- Bergmann, R., & Garrecht, M. (2021). *Organisation und Projektmanagement*. Springer Berlin Heidelberg.
- Braun Binder, N., Thomas Burri, Lohmann, M. F., Simmler, M., Thouvenin, F., & Vokinger, K. N. (2021). Künstliche Intelligenz: Handlungsbedarf im Schweizer Recht. *Jusletter*, 1072. <https://doi.org/10.38023/804420df-f61f-441b-bbad-d14e5db1e210>
- Bruhn, M. (2021). *Künstliche Intelligenz Im Dienstleistungsmanagement: Band 1: Geschäftsmodelle - Serviceinnovationen - Implementierung*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Buxmann, P., & Schmidt, H. (2021). *Künstliche Intelligenz: Mit Algorithmen Zum Wirtschaftlichen Erfolg* (2. Aufl. 2021). Springer Berlin / Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61794-6>
- Curtis, C., Liu, C., Bollerman, T. J., & Pianykh, O. S. (2018). Machine Learning for Predicting Patient Wait Times and Appointment Delays. *Journal of the American College of Radiology*, 15(9), 1310–1316. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.08.021>

Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare.

Future Healthcare Journal, 6(2), 94–98. [https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-](https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94)

94

Deutsche Röntgengesellschaft, e. V. (o. J.). *Die Daten sind das Programm*. Abgerufen 3.

November 2021, von <https://www.drg.de>

Ebster, C., & Stalzer, L. (2017). *Wissenschaftliches Arbeiten für Wirtschafts- und Sozial-*

wissenschaftler (5. überarb. Aufl.). [https://eli-](https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838546841)

[brary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838546841](https://elibrary.utb.de/doi/book/10.36198/9783838546841)

Elbe, M., & Peters, S. (2016). *Die temporäre Organisation: Grundlagen der Kooperation,*

Gestaltung und Beratung. Springer Berlin Heidelberg.

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-49401-1>

Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festle-

gung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz (Gesetz über künstli-

che Intelligenz) und zur Änderung bestimmter Rechtsakte der Union, (2021) (tes-

timony of Europäische Kommission). [https://eur-lex.europa.eu/legal-con-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0206)

[tent/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0206](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52021PC0206)

Frazão, T. D. C., Camilo, D. G. G., Cabral, E. L. S., & Souza, R. P. (2018). Multicriteria deci-

sion analysis (MCDA) in health care: A systematic review of the main character-

istics and methodological steps. *BMC Medical Informatics and Decision Making*,

18(1), 90. <https://doi.org/10.1186/s12911-018-0663-1>

Frodl, A. (2017). *Gesundheitsbetriebslehre: Betriebswirtschaftslehre des Gesundheitswe-*

sens (2nd ed. 2017.). Springer Fachmedien Wiesbaden.

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-16564-2>

- Gadatsch, A. (2013). *IT-gestütztes Prozessmanagement im Gesundheitswesen: Methoden und Werkzeuge für Studierende und Praktiker*. Springer.
- Gadatsch, A. (2015). *Geschäftsprozesse analysieren und optimieren: Praxistools zur Analyse, Optimierung und Controlling von Arbeitsabläufen*. Springer.
- Gaitanides, M. (2012). *Prozessorganisation: Entwicklung, Ansätze und Programme des Managements von Geschäftsprozessen* (3., vollst. überarb. Aufl). Vahlen.
- Gampala, S., Vankeshwaram, V., & Gadula, S. S. P. (2020). Is Artificial Intelligence the New Friend for Radiologists? A Review Article. *Cureus*, 12(10), e11137. <https://doi.org/10.7759/cureus.11137>
- Gansen, F. (2019). Nutzwertanalyse. In *Management im Gesundheitswesen* (S. 5–17). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26982-1_2
- Gartner, I. (o.J.). *Gartner Hype Cycle Research Methodology*. Gartner. <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>
- Goasduff, L. (2021, September 22). *The 4 Trends That Prevail on the Gartner Hype Cycle for AI, 2021*. Gartner. <https://www.gartner.com/en/articles/the-4-trends-that-prevail-on-the-gartner-hype-cycle-for-ai-2021>
- Goldenstein, J., Hunoldt, M., & Walgenbach, P. (2018). *Wissenschaftliche(s) Arbeiten in den Wirtschaftswissenschaften: Themenfindung - Recherche - Konzeption - Methodik - Argumentation*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20345-0>

- Grönke, K., & Kirchmann, M. (o.J.). *Big Data / 2.1 Volume, Velocity und Variety*. Haufe.de News und Fachwissen. https://www.haufe.de/finance/haufe-finance-office-premium/big-data-21-volume-velocity-und-variety_i-desk_PI20354_HI7365597.html
- Health Level 7 Deutschland e.V. (o.J.). *HL7 für integrierte Versorgung und Forschung*. <https://hl7.de/themen/hl7-fuer-integrierte-versorgung-und-forschung/>
- Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt. (o.J.). *Schwache vs. Starke KI*. Hochschule Würzburg-Schweinfurt - Zur Startseite mit Accesskey 0. <https://ki.fhws.de/thematik/starke-vs-schwache-ki-eine-definition/>
- Horgan, D., Romao, M., Morré, S. A., & Kalra, D. (2019). Artificial Intelligence: Power for Civilisation - and for Better Healthcare. *Public Health Genomics*, 22(5–6), 145–161. <https://doi.org/10.1159/000504785>
- Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2018). Artificial Intelligence in Service. *Journal of Service Research*, 21(2), 155–172. <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>
- Hussy, W., Schreier, M., & Echterhoff, G. (2013). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34362-9>
- Jänisch, R. (2019, September 18). *Edge AI: Der nächste Evolutionsschritt für das Internet der Dinge?* t3n Magazin. <https://t3n.de/news/edge-ai-naechste-fuer-internet-1194969/>
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>

- Kivi, D. (2019). Industry Perspectives. Strategies to Survive the Ai Revolution. *For the Record (Great Valley Publishing Company, Inc.)*, 31(5), 28–30.
- Kühnapfel, J. B. (2014). *Nutzwertanalysen in Marketing und Vertrieb* (1st ed. 2014.). Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-05509-7>
- Landeszahnärztekammer Baden-Württemberg, L. (2019). *Bildgebende Verfahren—DICOM in der Zahnarztpraxis* (S. 9). https://lzk-bw.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Rund_um_die_Praxisf%C3%BChrung/Bildgebende_Verfahren_DICOM_Zahnarztpraxis.pdf
- Laudon, K. C., Laudon, J. P., & Schoder, D. (2015). *Wirtschaftsinformatik: Eine Einführung* (3. Auflage). Pearson Education Deutschland GmbH. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/zhaw/detail.action?docID=5583801>
- Lee, D., & Yoon, S. N. (2021). Application of Artificial Intelligence-Based Technologies in the Healthcare Industry: Opportunities and Challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), E271. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010271>
- Marqua, M. (2022). *Datenfluss mit Datenformaten*.
- Matzka, S. (2021). *Künstliche Intelligenz in den Ingenieurwissenschaften: Maschinelles Lernen verstehen und bewerten*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-34641-6>
- Medical Device Coordination Group. (2019). *MDCG 2019-11—Guidance on Qualification and Classification of Software in Regulation (EU) 2017/745—MDR and Regulation (EU) 2017/746—IVDR*.

Müller-Quade, J., Damm, W., Holz, T., Houdeau, D., Scahauf, T., Schindler, W., Neumuth, T., & Schpranoow, M. (2020). *Sichere KI-Systeme für die Medizin—Datenmanagement und IT-Sicherheit in der Krebsbehandlung der Zukunft*.

PricewaterhouseCoopers. (o.J.). *Künstliche Intelligenz in der Gesundheitswirtschaft*. PwC. <https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-pharma/wie-kuenstliche-intelligenz-das-gesundheitssystem-revolutioniert.html>

Ranz, D., & Eckert, J. (2019). *OTP Terminoptimierung*.

Rechtliche Grundlage im medizinischen Alltag—Ein Leitfaden für die Praxis (Leitfaden 2. Auflage). (2013). Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften und Verbindung der Schweizer Ärztinnen und Ärzte FMH.

Russel, S., & Norvig, P. (2012). *Künstliche Intelligenz—Ein moderner Ansatz* (3. aktualisierte Auflage).

SAS Institute, I. (o.J.). *Computer Vision—Was Sie darüber wissen sollten*. https://www.sas.com/de_de/insights/analytics/computer-vision.html

Schick, U. (2018, März 20). *Was ist künstliche Intelligenz? | KI Definition*. SAP News Center. <https://news.sap.com/germany/2018/03/was-ist-kuenstliche-intelligenz/>

Schweizer Bundesrat. (2020). *Leitlinien «Künstliche Intelligenz» für den Bund*. https://www.sbfi.admin.ch/dam/sbfi/de/dokumente/2020/11/leitlinie_ki.pdf.download.pdf/Leitlinien%20K%C3%BCnstliche%20Intelligenz%20-%20DE.pdf

Medizinprodukteverordnung (MepV), (2021). <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/552/de>

Selz, I. L. (2021, Juli 3). *Braucht künstliche Intelligenz ein eigenes Gesetz?* t3n Magazin. <https://t3n.de/news/vorschlag-eu-kommission-gesetz-ki-1388105/>

Sendler, U. (2020). *KI-Kompass für Entscheider: Künstliche Intelligenz in der Industrie: Strategien - Potenziale - Use Cases*. Hanser.

Shah, V. (2021). *Automatic landmarking and parsing of human anatomy (ALPHA) for innovative and smart MI applications*. 34.

Shaw, J., Rudzicz, F., Jamieson, T., & Goldfarb, A. (2019). Artificial Intelligence and the Implementation Challenge. *Journal of Medical Internet Research*, 21(7), e13659.
<https://doi.org/10.2196/13659>

Spectra / Bundesamt für Gesundheit. (2018). Wann ist eine App ein Medizinprodukt? *Spectra – Gesundheitsförderung und Prävention*, 121. <https://www.spectra-online.ch/de/spectra/dossiers/wann-ist-eine-app-ein-medizinprodukt-719-10.html>

Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation. (2019). *Herausforderungen der künstlichen Intelligenz—Bericht der interdepartementalen Arbeitsgruppe «Künstliche Intelligenz» an den Bundesrat*.

Stöger, R. (2018). *Prozessmanagement: Kundennutzen, Produktivität, Agilität*. Schäffer-Poeschel. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/zhaw/detail.action?docID=5218525>

Swisscom. (o.J.). *Medical Connector Suite* | Swisscom.
<https://www.swisscom.ch/de/business/enterprise/angebot/health/medical-connector-suite.html>

Swissmedic. (2021). *Merkblatt Medizinprodukte-Software*. https://www.swissmedic.ch/dam/swissmedic/de/dokumente/medizinprodukte/mep_urr/bw630_30_007d_mbmedizinprodukte-software.pdf.download.pdf/BW630_30_007d_MB%20Medizinprodukte-Software.pdf

Literaturverzeichnis

Thelen, F., & Schorn, M. (2020). *10xDNA: Das Mindset der Zukunft*. Frank Thelen Media GmbH.

Zentrum für Bilddiagnostik AG. (2022a). *Zentrum für Bilddiagnostik: Arbeiten bei uns*.
<https://www.bilddiagnostik.ch/de/ueber-uns/arbeiten-bei-uns/>

Zentrum für Bilddiagnostik AG. (2022b). *Zentrum für Bilddiagnostik: Service*.
<https://www.bilddiagnostik.ch/de/ueber-uns/service/>

Anhang

Anhang

Anlage 1 - Protokoll der qualitativen Beobachtung

Die Beobachtung im ZfB ist als unstrukturiert, offen, nicht teilnehmende und nicht intervenierende zu sehen.

Datum und Dauer:	18.03.2022, 10.00 bis 10.45 Uhr (BO) 18.03.2022, 14.30 bis 16.00 Uhr (FD, MTRA, Rad)
Beobachtende Person:	Simone Widmer
Abteilungen/Personen:	Biljana Nikic und Romina Dongiovanni (FD), Nick Eichner (MTRA), Martin Kretzschmar (Rad), Marvin Marqua (BO)
grafische Resultate:	siehe Datei «Anlage 11 – Prozess der Leistungserstellung»

Anlage 2 - Leitfaden für Interviews mit den Mitarbeitenden

Für die Interviews mit den Mitarbeitenden wurde der in Tabelle elf folgende Interviewleitfaden erstellt.

Nr.	Kategorie	Frage
1	Persönlicher Hintergrund	Welche Funktion üben Sie im ZfB aus? Und welche Tätigkeiten sind damit verbunden?
2	Persönlicher Hintergrund	Wie lang sind Sie bereits im ZfB angestellt?
3	Persönlicher Hintergrund	Wie technikaffin würden Sie sich einschätzen?
4	Einsatzmöglichkeiten	Wurden Sie in Ihrem beruflichen Alltag bereits mit KI konfrontiert? Oder haben Sie sich im Rahmen von Weiterbildungen bereits beschäftigt?
5	Einsatzmöglichkeiten	Die aktuelle Forschung zu KI konzentriert sich stark auf die Befunderstellung und Bildauswertung und somit auf den Radiologen selbst. Wo sehen Sie allgemein oder speziell im ZfB Ansätze für einen Einsatz in der radiologischen Leistungserbringung von KI abgesehen von diesen Bereichen?
6	Dimensionen	Was würde für Sie für einen Einsatz von KI sprechen?
7	Dimensionen	Was würde für Sie gegen einen Einsatz von KI sprechen?
9	Dimensionen	Welche Schritte im Prozess der Leistungserstellung sind insbesondere in Ihrem Arbeitsbereich einfach zu standardisieren? (z.B. lässt sich gut in Regeln ausdrücken oder es gibt wenige Ausnahmefälle und Individualitäten)
10	Dimensionen	Welche Faktoren beeinflussen die Möglichkeit zur Standardisierung aus Ihrer Sicht besonders stark?
11	Dimensionen	Schätzen Sie diese Faktoren jeweils als leicht zu handhaben oder schwer zu handhaben ein? Wie ist die Komplexität des Faktors ausgeprägt?

Tabelle 11 - Leitfaden Interviews Mitarbeitende

(Eigene Darstellung, 2022)

Anlage 3 - Leitfaden für Interviews mit den Experten

Für die Interviews mit den Experten wurde der in Tabelle zwölf folgende Interviewleitfaden erstellt.

Nr.	Kategorie	Frage
1	Pers. Hintergrund	Welche Funktion halten Sie in Ihrem Unternehmen inne?
2	Pers. Hintergrund	In welcher Form oder in welchem Kontext beschäftigen sich in Ihrem beruflichen Alltag mit KI?
3	Technologien	Welche KI-Technologien sind aus Ihrer Sicht die derzeit am vielversprechendsten?
4	Technologie	Welche KI-Technologien sind aus Ihrer Sicht derzeit am weitesten entwickelt?
5	Technologien	Welche Trends gibt es derzeit im Bereich der KI aus Ihrer Sicht?
6	Einsatzmöglichkeiten	Wird in Ihrem Unternehmen bereits KI eingesetzt? Wenn ja, für welche Tätigkeit und welche Technologie dieser KI zu Grunde? <ul style="list-style-type: none"> • überwacht, unüberwacht, bestärkendes ML (z.B. Datenanalysen, Decision Support), • natürliche Sprachverarbeitung (z.B. Chatbots), • Bildverarbeitung (z.B. Gesichtserkennung, Abweichungsanalysen in der Produktion), • Robotik (z.B. autonome Fahrzeuge in der Logistik)
7	Einsatzmöglichkeiten	Welche Branchen sind aus Ihrer Sicht Vorreiter im Thema KI? Wie schätzen Sie das Gesundheitswesen hier ein?
8	Einsatzmöglichkeiten	Die aktuelle Forschung zu KI konzentriert sich stark auf die Befunderstellung und Bildauswertung und somit auf den Radiologen selbst. Wo sehen Sie Ansätze für einen Einsatz in der radiologischen Leistungserbringung von KI abgesehen von diesen Bereichen?
9	K.O.-Kriterium	Welche Bedingungen muss eine Aufgabe, ein Task oder ein Prozessschritt zwingend erfüllen, damit ein KI-Einsatz aus Ihrer Sicht sinnvoll ist?
10a	Dimensionen <i>Identifikation</i>	Welche Aspekte gilt es aus Ihrer Sicht für eine erste Evaluation zu berücksichtigen, wenn über einen Einsatz von KI nachgedacht wird? (z.B. Regelbasierte Prozessschritte)

(Fortsetzung nächste Seite)

10b	Dimensionen <i>Einsatzpotential</i>	<p>Welche Aspekte bestimmen für Sie das Potential respektive den Nutzen, welches ein Einsatz von KI in einem konkreten Beispiel mit sich bringt?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datenqualität (Menge und Art der vorliegenden Daten) • Techn. Integration in Systemlandschaft (Abhängigkeit Softwareanbieter) • Gesetzliche Aspekte (Medizinprodukteverordnung) • Art des Prozesses (KP, SP, MP und Berührungspunkte Patienten) • Betroffene Ressourcen (MTRA, FD uvm. Und Häufigkeit des Prozessschritts) • Prozessoptimierung (Vermeidung Verschwendungen nach Lean, Standardisierbarkeit Prozess)
11	Dimensionen Gewichtung	<p>Was ist aus Ihrer Sicht wichtiger bei Überlegungen zu einem Einsatz von KI, die technischen Aspekte, externe Faktoren (z.B. Gesetzgebung oder Ethik) oder prozessuale Aspekte (z.B. betroffene Personalressourcen oder Involvierung von Patienten bei Nutzung der KI)?</p>

*Tabelle 12 - Leitfaden Interviews Experten
(Eigene Darstellung, 2022)*

Anlage 4 - Ergebnisse Interviews mit den Mitarbeitenden

Die nachfolgende Tabelle 13 verteilt sich über mehrere Seiten und stellt die zusammenfassende Inhaltsanalyse dar.

	Name	Marvin Marqua	Marina Steiner	Daniela Leonhardt	Anastassia Korolenko	Sevgi Donat	Romina Dongiovanni	Martin Kretzschmar
	Team und Funktion	BO, Projektmanager IT	BO, Assistenz der Geschäftsleitung	MTRA, Leitende MTRA	MTRA, Radiologiefachfrau HF	FD, Leitung FD	FD, Mitarbeitende FD	Rad, Radiologe und ärztliche Leitung
Kategorie	Unterkategorie							
Persönlicher Hintergrund	Tätigkeiten im ZfB	Betreuung Digitalisierungsprojekte und Softwareentwicklung	Korrespondenzen und Koordination für die Geschäftsleitung sowie in Teilen die Betreuung des Rechnungswesens	Durchführung der Anamnese, Vorbereitung der Patienten für die Untersuchung, Durchführung der Untersuchung, Leistungsabrechnung, Bilderstellung und -bearbeitung zusätzlich Leitung des Teams der MTRA	Durchführung der Anamnese, Vorbereitung der Patienten für die Untersuchung, Durchführung der Untersuchung, Leistungsabrechnung, Bilderstellung und -bearbeitung	Patientenempfang, Terminvereinbarung, telefonische Korrespondenz, Qualitätssicherung der erfassten Patientendaten zusätzlich Leitung des Teams der Patientenadministration sowie Sachbearbeitung im Bereich Personal	Patientenempfang, Terminvereinbarung, telefonische Korrespondenz, Qualitätssicherung der erfassten Patientendaten	Erstellung radiologischer Befunde, Indikationsprüfung, Patientenbetreuung und -aufklärung zusätzlich medizinische Leitung des Unternehmens
	Dauer Anstellung	ca. 4 Jahre (seit 2018)	ca. 11 Jahre	seit ca. 16 Jahren	ca. 4 Monate	ca. 5.5 Jahre	ca. 1 Jahr	ca. 5 Jahre (seit 2017)
	Technikaffinität	sehr technikaffin	wenig bis gar nicht	sehr technikaffin	mittel bis sehr	durchschnittlich, aber sinkend	durchschnittlich	durchschnittlich

Zusammenfassung		Es wurde mehrheitlich Personal mit Patientenkontakt befragt. Das Berufsbild, die Dauer der Anstellung sowie die Technikaffinität zeigen ein heterogenes Bild.						
Einsatzmöglichkeiten	Berührungspunkte KI im Beruf oder in der Ausbildung	- beruflich bisher keine - im Rahmen des Studiums wurde Thematik behandelt	- keine - über die Agenda erste Berührungspunkte mit einem Algorithmus (keine KI)	- auf den Geräten findet KI immer mehr Anwendung - zu dem wird das Thema KI auf vielen Kongressen thematisiert - Beginn des Thema KI auf Kongressen war 2018	- primär bei Befundung - automatische Detektion von Blutungen im CT und anschließende Kontaktaufnahme mit Radiologie - automatische Strukturerkennung	- Sprachassistenten - Übersetzungstools wie DeepL	- keine bewusste Nutzung - vermutlich über Sprachassistenten	vermutlich bereits einige Berührungspunkte, aber keine bewusste Wahrnehmung: - Spracherkennung und -verarbeitung bei der Befunderstellung - Einsatz von Deep Resolve auf den Siemensgeräten zur Bildgenerierung und -rekonstruktion - Agenda (einfache Algorithmen)
	Ansätze Einsatz KI im Leistungserstellungsprozess (allgemein und speziell im ZfB)	- Klassifizierung Leistungspakete zu Untersuchungen (Ermittlung Abrechnungspositionen zu Untersuchung)	- Leistungserfassung - Bearbeitung von Reklamationen der Versicherungen bei	- auf den Geräten wird KI bereits angewendet, KI ist hier im Alltag angekommen	- Wartezeitenmonitoring und Verspätungsdektion - primär für Anmeldung	- automatisierte Formatierung und Übernahme von nützlichen Hinweisen - Visierungen automatisch an-	- Visierungen automatisch anhand verschiedener Schlagworte, Kennzeichnung mit Kontrastmittel	- Terminierung von Patienten weiter automatisieren mit Prognose der Untersuchungsdauer

		<ul style="list-style-type: none"> - Berechnung aktueller Wartezeit - Befundung durch hohe Datenmengen - Terminplanung mit Berechnung benötigter Leistungspakete (viele verschiedene Datenquellen, einfache Muster) - Patientenaufnahme für Auswertung Zeitstempel (verschiedene Datenquellen vorhanden) - Visierung von Untersuchungen 	<p>elektronisch versendeten Rechnungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leistungserfassung anhand Untersuchung und Befund - Rechnungsdruck und Beseitigung dort entstehender Fehler <p>-> "einfache", sich wiederholende Tätigkeiten mit gewissem Regelwerk</p>	<ul style="list-style-type: none"> - CT plant und führt selbstständig Rekonstruktionen anhand anatomischer Strukturen durch - Identifizierung einzelner Gefäßstrukturen und Festlegung der Region of Interest - Patientenprofiling mit No-Show Prädiktion wäre ebenfalls spannend - Vorhersage der Auslastung 		hand verschiedener Schlagworte	oder ohne bereits im Vorhinein	<p>oder Visierungszuordnung vorab</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profiling von Patienten zur Vorhersage von No-Shows und deren Minimierung bzw. bessere Verteilung bei der Terminierung, auch für Zahlungsausfälle - Profiling von Zuweisenden - Abrechnung (Eins-zu-Eins-Zuordnungen) - Anordnung von Bildern im PACS (Auto-Pilot der Arbeitsflow für Radiologen ermöglicht -> analog "autonomen Autofahrens")
	Zusammenfassung	<p>Eine bewusste Nutzung insbesondere im beruflichen Alltag findet aktuelle nicht statt. KI wird bei verschiedenen Tools wie Übersetzungsdiensten vermutet, aber nicht wahrgenommen. Als Thema kommt KI primär im Rahmen von Fort- und Weiterbildungen auf. Alle Schritte der Leistungserbringung werden in Bezug auf mögliche Einsatzgebiete von KI genannt. Es stellt sich heraus, dass das CT bereits KI zur Bildakquisition nutzt.</p>						

Dimensio- nen	Argumente für Einsatz KI	<ul style="list-style-type: none"> - datengetriebene Vorhersagen, welche ohne KI nur ungenau sind - Verbesserung Untersuchungsqualität 	<ul style="list-style-type: none"> - weniger Routinetätigkeiten - Steigerung Effizienz - niedrigere Fehlerquote (Faktor Mensch) 	<ul style="list-style-type: none"> - KI muss Erleichterung darstellen und im Hintergrund ablaufen - keine zusätzlichen Schnittstellen erzeugen - vollständige Integration in bestehende Systemlandschaft - Unterstützung Mitarbeitende 	<ul style="list-style-type: none"> - Zeitersparnis bei Befundung und Planung - Hilfestellung und Unterstützung für Mitarbeitende 	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung des Service - Abheben von Konkurrenz - mehr Zeit für den Menschen selbst, da KI-Aspekte ausserhalb des Patientenkontakts übernimmt 		<ul style="list-style-type: none"> - Effizienzsteigerung -> personelle Ressourcen insbesondere auf ärztlicher Seite entlasten - möglichst optimale Auslastung der Ressourcen
	Argumente gegen Einsatz KI	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher Wartungsaufwand - Anonymisierung vieler Daten als Bremse -> aber als unterstützendes System keine Argumente gegen KI 	<ul style="list-style-type: none"> - zu wenig menschliches "Mitdenken" führt zu Unterforderung der Mitarbeitenden 	<ul style="list-style-type: none"> - Beispiel CT: bei bestimmter Untersuchung funktioniert aufgespielte KI nicht korrekt (senkt Akzeptanz) - Problemanfälligkeit und hoher Einarbeitungsaufwand - keine fließende Integration in bestehende Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> - Probleme bei Anwendung - Faktor Mensch wird immer mehr ersetzt - zu sehr auf KI verlassen, Aufmerksamkeit und Achtsamkeit rückt bei der Arbeit in Hintergrund 	<ul style="list-style-type: none"> - Ersatz des menschlichen Kontakts nicht möglich - direkter Einbezug des Patienten 	<ul style="list-style-type: none"> - Ersatz des Menschen durch KI 	<ul style="list-style-type: none"> - statische oder wahrscheinkeits- basierte Vorurteile und damit verbundene Patientencharakterisierungen -> kann zu falschen Entscheidungen führen

	Zusammenfassung	Die Verbesserung der Qualität mit Verringerung von Fehlern und die Effizienz werden als Hauptargument für einen Einsatz von KI angeführt. Aus der bestehenden Erfahrung mit der bereits eingesetzten KI wird zudem die Integration der KI in bestehende Systemlandschaft als wichtig erachtet. Der Ersatz des Menschen sowie eine mögliche Unterforderung der Mitarbeitenden werden als Argumente gegen eine KI genannt. Auch die Fehleranfälligkeit der KI in Bezug auf sozio-ökonomische Faktoren von Patienten oder technische Probleme und hohe Wartungsaufwände sind kritisch gesehen.						
	Standardisierung Prozessschritte	<ul style="list-style-type: none"> - Supportanfragen - Annahme Patienten - Rechnungsdruck - Erstellung von Terminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Bearbeitung von Reklamationen der Rechnungen - Leistungserfassung - Rechnungsdruck 	<ul style="list-style-type: none"> - relativ viele - Faktor Mensch - Gesamtablauf bei "Standard"-Patient (ohne hohe Fragebedürftigkeit und Platzangst) - Untersuchung selbst mit standardisierten Protokollen 	<ul style="list-style-type: none"> - Prozess der Bildakquisition ist insgesamt sehr standardisiert in Abläufen - je nach Vor- und Fachwissen variieren Prozesse und Protokollplanung 	<ul style="list-style-type: none"> - Patientenanname - Untersuchungen sind eher nicht gut zu standardisieren - USB/RIS Schnittstelle und Terminierung 	<ul style="list-style-type: none"> - Abläufe bei Terminierung eigentlich immer gleich - nachträgliche Visierung macht Standardisierung schwierig 	<ul style="list-style-type: none"> - Anordnung der Bilder - Strukturierung der Befunde und standardisierte Formatierung
	Einflussfaktoren der Standardisierung	<ul style="list-style-type: none"> - übergeordnete Standards (z.B. Zertifizierung oder Daten) - unterschiedliche Patienten - Ausformulierung des Prozessschritts - Mitarbeitende mit eigenen Vorgehensweisen 	<ul style="list-style-type: none"> - die Menge abweichende Fälle (Ausnahmen von der Regel) 	<ul style="list-style-type: none"> - Patient - Radiologe - Faktor Mensch - Stabilität der technischen Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> - Patient - Vorwissen Mitarbeitende - Motivation Mitarbeitende - Einarbeitung Mitarbeitende 	<ul style="list-style-type: none"> - Wiederholung - Patienten (nicht alle Wünsche erfüllen) - Ansprüche der Zuweiser - interne Ansprüche 		<ul style="list-style-type: none"> - bei Befunden: Präferenzen und Verständnis der Zuweisenden

	<p>Einschätzung genannter Faktor der Standardisierung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vorhandene Standards = einfach - Patienten = komplex - Mitarbeitende = komplex 	<ul style="list-style-type: none"> - abweichende Fälle -> nicht klar beantwortet 	<ul style="list-style-type: none"> - Patient = komplex - Radiologe = komplex - Stabilität der technischen Systeme = einfach 	<ul style="list-style-type: none"> - alle eigentlich moderat - Patient zu gewissen Graden steuerbar, aber eher komplex - Vorwissen höchsten über Auswahl steuerbar, aber bei aktueller Gesamtpersonalsituation schwierig 	<ul style="list-style-type: none"> - Wiederholung = einfach - Patienten = einfacher als Zuweiser - Zuweiser = komplex (viele unterschiedliche Abmachung und Ansprüche) 	<ul style="list-style-type: none"> - Zuweiser = komplex 	<ul style="list-style-type: none"> - Zuweiser und individuelle Präferenzen = in Gruppen einfach
	<p>Zusammenfassung</p>	<p>Sowohl im Rahmen der Terminierung als auch bei der Bildakquisition werden die Prozesse als standardisiert und wenig abweichend gesehen. SP wie die Bearbeitung von Rechnungen oder der IT-Support zeigen dennoch ein Potential zur Standardisierung. Als Einflussfaktoren für die Standardisierung wird jeweils der Mensch als Patient, Zuweiser oder Mitarbeitender in den Fokus gerückt. Dennoch werden auch andere Faktoren wie Wiederholung, Prozessdefinitionen oder übergeordnete Standards als Einflussfaktoren einer Standardisierung angeführt. Die Wahrnehmung der Faktoren zeigt ein sehr heterogenes Bild. Gleiche Faktoren werden teils sehr unterschiedliche bewertet. Dennoch zeigt sich eine Tendenz den Faktor Mensch als komplex zu bewerten.</p>						

(Fortsetzung nächste Seite)

Sonstiges	sonstiger Input				<ul style="list-style-type: none"> - KI könnte Fachwissen ersetzen - Mensch muss Möglichkeit haben gegensteuern zu können 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatismen, bei denen das System mehr mitdenkt - Anhäufung von Wissen, das aber teils selektiv ist durch KI vermeiden (z.B. Regel, welches Protokoll an welchem Gerät gefahren wird) - langfristig wird es eher zu Job-Wandel als zu Ersatz kommen 	<ul style="list-style-type: none"> - eher kritisch gegenüber KI, da in Ausbildung (Kauffrau) thematisiert wurde, dass KI gesamten Job zukünftig übernimmt - Empfang und HR als erste Fachbereiche, die ersetzt werden laut Schule 	<ul style="list-style-type: none"> -> Zuweiser betreffen eher weiche Faktoren aus der Psychologie (Gefühl nicht ausreichend menschlicher Betrachtung des Patienten und dessen Bilder)
-----------	-----------------	--	--	--	---	--	---	---

*Tabelle 13 - Ergebnisse Mitarbeitendeninterviews
(Eigene Darstellung, 2022)*

Anlage 5 - Ergebnisse Interviews mit den Experten

Die nachfolgende Tabelle 14 verteilt sich über mehrere Seiten und stellt die zusammenfassende Inhaltsanalyse dar.

		Experte 1	Experte 2	Experte 3	Experte 4	Experte 5	Experte 6
	Name	Franz Pfister	Silvia Arroyo Camejo	Peter Kauf	Bram Stieltjes	Maximilian Grimm	Franz-Peter Schilling
	Unternehmen	DeepC	Siemens Healthineers	Prognosix	Universitätsspital Basel	Innovation Hub Kantonsspital Baden	ZHAW Winterthur
Kategorie	Detailkategorie	Humanmedizin und Data Sciences	Physik	Angewandte Mathematik	Humanmedizin (Radiologie)	Business Administration und Public Policy	Physik
Persönlicher Hintergrund	Funktion	CEO und Co-Founder	Technische Leitung Smarte Workflows	CEO	Abteilungsleiter Forschung und Analyse	Health Innovation Hub Manager	Senior Scientist im Zentrum für KI
	Berührungspunkte mit KI im beruflichen Alltag	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmen bietet KI-Plattform an, die Leistungserbringern ermöglicht Vielzahl an KI-Algorithmen in Systemumgebung zu integrieren - Partnerschaften mit vielen global führenden KI-Unternehmen - durch Kombination verschiedener Algorithmen auf einer Plattform entstehen neue Möglichkeiten und ein Win-Win für 	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung von smarten Workflows für die Geräte von Siemens - Diagnostik wie auch Workflowgestaltung als Themen, die mit KI bearbeitet werden 	<ul style="list-style-type: none"> - KI-Lösungen durch Unternehmen angeboten - in Berufsalltag mit grossen, mittleren und kleinen Unternehmen zu tun, welche ihre Prozesse digitalisieren und eine Art Intelligenz mitbringen - teils auch direkt in technischer Umsetzung involviert (nicht zwingend in Programmierung) 	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung von Algorithmenik - Frontend Implementation von KI - Operational und Clinical Decision Support -> Prozesse über Abteilungen hinaus etablieren - Prozess von Entwicklung bis Einbettung in klinischen Workflow (inkl. Abrechnung) 	<ul style="list-style-type: none"> - Anfragen von Startups mit KI-Basis im Rahmen des Innovation Hub - Kooperation mit der ETH Zürich, welche eine Datengrundlage für die Forschung mit KI ermöglicht 	<ul style="list-style-type: none"> - wissenschaftlicher Kontext - Betrachtung von KI in Lehre und Forschung - Projektarbeit in angewandter Forschung mit Unternehmen aus der Industrie - Unterstützung von Firmen bei Problemlösung durch den Einsatz von KI

		KI-Anbieter und DeepC					
	Zusammenfassung	Die Berührungspunkte der Experten finden im beruflichen Alltag bei der Entwicklung, der Anwendung, im wissenschaftlichen Kontext sowie durch Partnerschaften mit KI-Unternehmen. Sowohl in der beruflichen Funktion wie auch der Qualifikation (akademischer Hintergrund) unterscheiden sich die befragten Experten. Der nachfolgende Input bezieht somit medizinische, technische aber auch wirtschaftliche Aspekte mit ein.					
Technologie	vielversprechendste KI-Technologien	<p><u>Radiologie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bildgebung und -interpretation als vielversprechendster Bereich - digitale Datenbasis im radiologischen Kontext gross und bereits gelabelt (kategorisiert) - viele KI-Anwendungen des Gesundheitswesens in der Radiologie angesiedelt - Diagnoseunterstützung (decision support) und quantitative Auswertungen als zweiter Bereich - Bildakquisition (Erstellung der radiologischen Bilder) als dritter Bereich 	- Diagnostik- und Reportingbereich ist gut besiedelt	<p>Aussage in Abhängigkeit von Anwendungsfall:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diagnostik: tiefe Neuronale Netze, Deep Learning, Computer Vision sind hier extrem wichtig - Prozessoptimierung und Vorhersage von Zeitreihen und Auslastungen: ML hier am vielversprechendsten (z.B. Random Forest, Decision Tri-Algorithmen) -> Potential für Prozessunterstützung am grössten 	<ul style="list-style-type: none"> - Daten und klinisches Problem geben vor, welche Technologie am besten funktioniert und somit am vielversprechendsten für diese Datengrundlage ist - einige Probleme aktuell auch mit einfachen Algorithmen gelöst -> KI nicht immer zwingend notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> - zu wenig technischer Hintergrund, kein Einblick in Lösungen zugrunde gelegten Technologien - allgemein: wie vielversprechend eine Technologie ist, liegt Kombination von verschiedenen Sachen wie dem Training anhand von Daten oder der ergänzenden Human Intelligence - insgesamt bildet diese Kombination verschiedener Aspekte das Konzept der Collective Intelligence ab 	<ul style="list-style-type: none"> - KI ist in Nischen bereits sehr gut; keine generelle KI analog zu menschlicher Intelligenz -> Inselbegabung der KI - Bild- und Objekterkennung in letzten Jahren grosse Fortschritte -> z.B. Diagnostik, selbstfahrende Autos) - Natural Language Processing (Sprach- und Texterkennung sowie Generierung) in letzten Jahren sehr gut geworden -> z.B. Chatbots

	<ul style="list-style-type: none"> - Übertragbarkeit auf andere Bereiche wie Pathologie <p><u>Allgemein im Gesundheitswesen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Analysen von chronischen Erkrankungen und digitalen Biomarker anhand von Daten von Wearables zur Vorhersage von Outcomes und Krankheitsverläufen 					
am weitesten entwickelte KI-Technologien	<ul style="list-style-type: none"> - alle Anwendungen, die bereits produktiv verwendet werden, sind weit entwickelt <p><u>Beispiel Deep Learning:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - vor ca. 10 Jahren aufgekommen, hier konnte aber noch nicht von Produkten gesprochen werden - vor ca. 5 Jahren Bestätigung des Use-Cases im Rahmen von Bildgebung und -interpretation 	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnostik und Erkennung von Pathologien - Decision Support (z.B. Einfügen weiterer Kontraste bei Detektion bestimmter Pathologien) 	<p><u>Grundsätzlich:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - ML Algorithmen sehr weit <p><u>Algorithmen-Entwicklung als Konzept für die Wissenschaft:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - in allen Themen sehr weit - Grundimplementierung in Bibliotheken wie Python oder R, die von Algorithmen her "Plug&Play genutzt werden können" 	<ul style="list-style-type: none"> - ML -> oftmals auch in Bildverarbeitung genutzt, dies ist häufiger Use-Case 	<p><i>-> Frage nicht gestellt, da kein technischer Hintergrund nur bedingt vorhanden ist und vorangestellte Frage nur teilweise beantwortet wurde</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Bilderkennung und NLP am weitesten entwickelt - meiste Forschung in diesen Bereichen

		<p>-> Performance jedoch noch problematisch durch falsch positive Meldungen</p> <p>-> Angebot sehr gering</p> <p>- heute klinische Evidenz durch Firmen bewiesen, was sich als Faktor für die Adoption etabliert hat</p>		<p>- mit Programmierfähigkeit kann mit wenigen Zeilen Code ein Algorithmus eingesetzt werden</p> <p><u>Operativer Einsatz:</u></p> <p>- oft ganz andere Sicht</p> <p>- Datapipline und somit Datengrundlage muss zunächst für Algorithmus zugänglich gemacht werden</p> <p>- Datapipline besteht aus verschiedensten Quellen und kann sowohl strukturierte wie auch halb- und unstrukturierte Daten enthalten</p> <p>- weniger Frage der KI-Technologie, wichtiger ist Datenaufbereitung und -prozessierung in diesem Prozess</p> <p>- Aufholbedarf bei Technologien, die dies durch weniger</p>			
--	--	--	--	--	--	--	--

				<p>Spezifikation ermöglichen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Standards für Daten und Schnittstellen bauen - Abschätzung Entwicklungsstand KI-Technologie in operativem Einsatz schwierig 			
	Trends im Bereich KI	<p>- Bildakquisition hauptsächlich bei MRI- und PET/CT-Untersuchungen (Nische)</p> <p><u>MRI:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verkürzung der Scanzeiten durch niedrige Auflösung mit mehr Rauschen auf Bilder - Algorithmus mit Neuronalen Netzen rechnet Rauschen der Bilder weg, um dennoch qualitativ hochwertige Bilder zu erzeugen 	<ul style="list-style-type: none"> - Deep Learning Rekonstruktion als Trend (betrifft sowohl ganze Rekonstruktion wie auch das Herausrechnen von Artefakten) - Integration von KI von Drittanbietern auf Medizingeräten und Herstellersoftware, z.B.: -> Bildqualitätskontrolle -> Decision Support Modul 	<ul style="list-style-type: none"> - Prozesse zur Standardisierung der Daten (z.B. FIHR = Standard zu Umgang mit Daten und Datenspeicherung im Gesundheitswesen) - grosse Trends bei Google Cloud, Amazon, Microsoft Azure: Plattformen, die Basistechnologien anbieten -> aber Basisintegration mit Dataplanning sehr wichtig hierbei - konstanter Trend: Commitment im Gesundheitswesen mit 	<ul style="list-style-type: none"> - elegante Datenstrukturierung - meiste Impact in Anwendung, die primäre Datenqualität verbessern 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung von medizinischen Entscheidungsprozessen - Automatisierung von Verwaltungsakten wie medizinische Dokumentation - medizinische Support-Lösungen für komplexere Eingriffe nutzen - Steuern von Patientenströmen, um den Patientenpfad zu vereinfachen und anhand von Daten eine konstante Überwachung bereitstellen 	<ul style="list-style-type: none"> - autonomes agieren noch weit weg, ohne Human in the Loop derzeit noch problematisch (Trustworthiness) - Zusammenfügen von Informationen aus Patientenakte und laufender Diagnostik -> multi-model KI

		<ul style="list-style-type: none"> - stellt Signaltransformation dar, wie bereits durch Geräte vollzogen <p><u>PET/CT:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Verringerung der Kontrastmitteldosis und damit der Strahlungsdosis 	<ul style="list-style-type: none"> -> Drittfirmen bereits frühzeitig auf entstehende Bilder schalten - noch lang kein autonomes agieren der KI in der Bildakquisition 	grösseren ERP-Systemen- und Klinikinformationssystemen-Anbietern zu Datenzugänglichkeit zu gewährleisten		<ul style="list-style-type: none"> - Verknüpfung von Lösungen als Herausforderung - grundsätzlich ist der Einsatz der KI für die Erstellung eines Vorschlags anzuwenden, es muss eine Bestätigung durch eine befähigte Person wie einen Arzt erfolgen 	
	Zusammenfassung	<p>Auf Grund der breiten Datenbasis wird die Bildakquisition und -beurteilung als vielversprechendster Bereich der KI gesehen. Hierbei handelt es sich um Inselbegabungen wie Bild- und Objekterkennung oder Natural Language Processing. Ebenfalls als vielversprechend wird die Anwendung mehrerer Technologien gesehen. Als am weitesten entwickelt werden ML, Deep Learning, Decision Support Intelligence, Natural Language Processing und Computer Vision angesehen. In wie fern eine KI vielversprechend oder weitentwickelt ist, hängt auch mit den vorliegenden Daten und deren Qualität zusammen. Als Trend werden verschiedene Bereiche ausgemacht. Sowohl die Integration von KI auf den Untersuchungsgeräte, als auch die Entscheidungsunterstützung und grundlegende Datenstrukturierung werden hierbei genannt.</p>					
Ein-satz-mög-lich-keiten	Einsatz KI in eigenem Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> - interne Qualitätssicherung in Form von Studienmatching und Compliance-Einhaltung - primär ML und statische Algorithmen - testen der Algorithmen, welche auf der Plattform angeboten werden 	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendungen auf den hergestellten Medizinprodukten 	<ul style="list-style-type: none"> - eigentlich alle Unternehmen, die Microsoft-Lösung einsetzen, muss diese Frage mit "Ja" beantworten (jede Menge KI dahinter) - andere Prozesse sind derzeit nicht über KI gelöst, aber verschiedene Ma- 	<ul style="list-style-type: none"> - Radiologie in der Befundung (aber noch sehr wenig) - Abrechnung und Codierung 	<ul style="list-style-type: none"> - KI-basiertes Process-Mining - Ansätze für Einkauf Optimierung mittels KI zu ermöglichen - Codierung ist in Pilotphase 	<ul style="list-style-type: none"> - keine

				nagement-Challenges bestehen, in denen Einsatz bereits diskutiert wurde			
	Ansätze für Einsatz von KI entlang Leistungserstellungsprozess	<ul style="list-style-type: none"> - im holistischen Ansatz sind alle Prozessschritte zu betrachten - insbesondere Analyse-Algorithmen sorgen für eine Effizienzsteigerung und Qualitätsverbesserung <p><i>Bereiche:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Terminfindung zur Auslastungssteigerung insbesondere im ambulanten Sektor (z.B. Doctolib) -> nicht zwingend KI, aber statischer Algorithmus - Abrechnung zwar spannend aber nicht weit verbreitet (z.B. Tiplu) -> nicht spezifisch Radiologie 	<ul style="list-style-type: none"> - Bildqualitätssicherung - Lokalisation der Region von Interesse - Standardisierung der Bildakquisition mittels Checks und Warnungen, aber mit Personalisierung der Standards (Vorschläge für Standardisierung von KI als "erfahrenerer Kollegin") -> assistierender und informierender Einsatz 	<p><u>Radiologie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Auslastung der Geräte bei unterschiedlicher Terminvergabe (frühzeitig terminierte und Notfälle) -> predictive analytics nutzen, um Patientenaufkommen vorherzusagen -> Scheduling optimieren durch Abwägung, wann können mehr Personen fix geplant werden und besteht die Möglichkeit zum Überbuchen (Airline-Prinzip) - ungefähre Zeiten der Untersuchung anhand Verletzungsmuster vorhersagen - nachfolgende Prozesse: Personalplanung 	<ul style="list-style-type: none"> - radiologische Befundtextanalyse zur Identifikation verschiedener Verweise (Häufigkeiten der auf die radiologische Untersuchung folgenden Untersuchung) -> in stationärem Bereich zur Auslastungsplanung verschiedener Ressourcen genutzt - Abrechnung aller tatsächlich erbrachten Leistungen (vermutlich derzeit nicht alles erfasst) - Datendokumentation und -aufbereitung für Register und Zertifizierungen (Erfassung soll immer strukturierter werden; auf Basis 	<ul style="list-style-type: none"> - Optimierung Leistungsabrechnung; Analysen zu Optimierungspotential müsste Grundlage sein - Diagnostik - Terminfindung und -buchung; aber ob in diesem Ansatz tatsächlich ein Einsatz von KI notwendig wäre, ist fraglich - umgekehrter Ansatz: Einsatz nicht denkbar, in Schritten in denen es physischer Interaktion bedarf 	<ul style="list-style-type: none"> - Abrechnung: kein allzu grosses Potential durch klare Regelungen; höchsten für Analysen von bereits gestellten Rechnungen - Diagnostik: Mustererkennung auf Bildern in unterstützender Form -> assistierende Technologien

		<ul style="list-style-type: none"> - Befunderstellung im Rahmen der abschliessenden Kurzbewertung, auch Impression genannt (z.B. Rad AI), auf Basis des Natural Language Processing - Bildübermittlung mittels automatisierter Weitergabe an Cloud -> Brennen auf CD ablösen und so Kosten wie auch personelle Ressourcen einsparen 		<ul style="list-style-type: none"> - Abrechnung: diverse Themen bereits ohne KI, aber mit sauberem Datenmodell denkbar <u>Spital:</u> - Klinikinformationssysteme (z.B. Epic) bedienen klinische Aspekte und Systemhäuser (z.B. SAP) die Prozessseite -> beide kommunizieren derzeit noch nicht miteinander -> im Spital Prognosen der Auslastung der Operationssäle und der gesamten Belegung im Spital -> dient der besseren Planung der Ressourcen wie Personals (z.B. Operationsdienst, aber auch Reinigung, Bettenaufbereitung) -> Materialbedarf, Budgetplanung bis hin zu Abrechnung 	<ul style="list-style-type: none"> Spracherkennung und -verarbeitung) -> Beziehung Krankenhaus und Versicherer geht ebenfalls in diese Richtung - anhand hochstrukturierter Befunddaten medizinische Resultate möglichst verständlich für den Patienten wiedergeben - Digital Twinning mit Avatar verdeutlichen, was Entscheidung für Patient bedeutet, um Compliance zu erhöhen 		
--	--	---	--	--	---	--	--

	Zusammenfassung	<p>Im Spitalbereich wird KI in der Befundung, Abrechnung und Codierung sowie dem Einkauf und dem Prozess-Mining eingesetzt. In Unternehmen ausserhalb des Gesundheitswesens werden auch diverse Support- und Managementaufgaben wie die interne Qualitätssicherung durch KI unterstützt. Grundsätzlich sollten Prozesse holistisch auf einen Einsatz von KI untersucht werden. Für die Leistungserbringung in einer ambulanten Radiologie werden die Einsätze in der Terminfindung verbunden mit der Geräteauslastung, der Abrechnung, der Befunderstellung, der Bildübermittlung, der Personalplanung und der Diagnostik gesehen.</p>					
Identifikation	<p>zwingend zu erfüllende Bedingung Einsatz von KI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - primäre technische Hürden und Datenschutz sind für bestehende Entwicklungen durch Hersteller gelöst <u>für Institution:</u> - Bewusstsein des Investments - interne Ressourcen der IT notwendig für erste Tests 	<ul style="list-style-type: none"> - Einhaltung und Erfüllung gesetzlicher Vorgaben - Verfügbarkeit von Daten bedingt die Entwicklung von KI, ohne Daten kann ein Algorithmus sein Ziel nicht erfüllen, trotz noch so guter Programmierung -> ausreichende und repräsentative Daten notwendig -> Entwicklung der Technologie nicht als grösste Herausforderung -> synthetisierte Daten bringen nicht selben Wert wie echte 	<ul style="list-style-type: none"> - Prozess muss mit Daten unterfüttert sein, sowohl aus der Vergangenheit als auch weiterhin entstehen (techn. Aspekt) - Prozess muss eine gewisse Systematik und Zufälligkeit aufweisen -> komplett systematischer Prozess in den kein Zufall hereinspielt und der durch einfache Rechenregel abbildbar ist, benötigt keine KI -> Prozess der sehr stark variiert (z.B. Lotto) ebenfalls kein sinnvoller Einsatz KI -> Mischung dazwischen ist spannend 	<ul style="list-style-type: none"> - ausreichend Expertise für Prozessverständnis (sowohl medizinische wie datentechnische Expertise) - Input von verschiedensten Fachrichtungen, um tatsächlich Problem zu lösen - Problem muss trainierbar sein und Daten müssen beide Klassen (Input und Output) aufweisen; bei Differentialdiagnosen nicht möglich, da Output nicht eine Klasse, sondern viele kleine - Datenqualität: Verfügbarkeit umso schwieriger, desto spezifischer die Klasse 	<ul style="list-style-type: none"> - repetitive Aufgaben mit einem gewissen Muster - hoher Durchlauf im Rahmen des Prozessschritts - für den Anfang: geringes Risiko bzw. geringe Abhängigkeit von finaler Entscheidung, was bedeutet, dass die Möglichkeit eines menschlichen Eingriffs bestehen muss (human interaction) und die finale Entscheidung beim Menschen liegt 	<ul style="list-style-type: none"> - Vertrauenswürdigkeit (trustworthiness) - Verbesserung von Qualität oder Prozessabläufen -> Nachvollziehbarkeit der KI-Entscheidung (explainability) anhand Begründung; weniger relevant bei nicht medizinischen Prozessen

				<p>und bietet Ansatz, dass KI helfen kann</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mensch sollte Prozess nicht komplett sauber überblicken können, Prozess sollte hohe Komplexität aufweisen -> oftmals die Aussage der Mitarbeitenden, dass für diesen Prozess viel Erfahrung notwendig ist - alle drei Aspekte zusammen bilden perfekte Ausgangslage für einen Einsatz von KI, da KI das menschliche Bauchgefühl auf objektiver Basis entwickelt 	<p>- Datenqualität: Datenlabels meist nicht vorhanden</p>		
--	--	--	--	--	---	--	--

(Fortsetzung nächste Seite)

	<p>Identifikation von Prozessschritten</p>	<p><u>problem-solution-fit:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - KI muss ein Problem lösen und darf keine Entwicklung ohne validierten Nutzen sein - Unterschiedliche Nutzen pro Stakeholdergruppe beachten (z.B. auch zuweisende Ärzte beachten) - Beispiel: Frakturerkennung Blutungserkennung -> Spital erhöhte Rate an erkannten Frakturen, wodurch mehr Prozeduren durchgeführt werden -> Patient spart sich ggf. Ärzte-Hopping, bis Fraktur tatsächlich erkannt wird - Beispiel: Volumenbestimmung und Quantifizierungstools (z.B. Hirnvolumen, Arthrose-Messung) 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifikation von Problemen und Bedürfnisse, die in breite gestreut sind - Algorithmus soll ein Anwenderproblem lösen - Bedenken auch beachtet, da KI durchaus noch Skepsis auslöst - Häufigkeit und Relevanz des Einsatzes der KI - passender Partner für Entwicklung der KI 	<ul style="list-style-type: none"> - Business-Case: es muss sich lohnen und ein klarer Need muss vorhanden sein -> nicht nur finanzielle Kosten, sondern auch Kosten eines Menschenlebens - Willen der involvierten muss vorhanden sein - sinnvolles Change-management ist wichtig, damit Bereitschaft erzeugt wird, mit einem neuen Kollegen (der KI) zusammen zu arbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> - Lösung eines tatsächlichen Problems -> <i>Kombination mit Frage zu K.O.-Kriterien</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - repetitive Aufgaben mit einem gewissen Muster - hoher Durchlauf im Rahmen des Prozessschritts 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation tatsächlich eine KI notwendig?
--	--	---	--	--	---	--	---

		-> klassisches Setting: Visierung mit Vermessung, welche sehr zeitintensiv für Radiologen in Auswertung sind, somit Zeiteinsparung durch KI möglich und Effizienzgewinn					
	Zusammenfassung	Als zwingend zu erfüllende Bedingungen für einen Einsatz von KI wird die belastbare Datengrundlage, der Datenschutz, die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben, das Vorhandensein einer gewissen Systematik und Zufälligkeit im Prozess, die Trainierbarkeit des Prozesses sowie ethische Aspekte wie Vertrauenswürdigkeit, Nachvollziehbarkeit und Risikoabwägungen gesehen. Zur Identifikation von Prozessschritten, welches sich für den Einsatz einer KI eignen, führt die Mehrheit der Experten die Lösung eines tatsächlichen Problems an. Hierbei sind ebenfalls die betroffene Nutzergruppe wie auch die Relevanz und Häufigkeit des auftretenden Problems zu beachten. Weiter ist die Evaluation wichtig, ob es zur Lösung des Problems tatsächlich einer KI bedarf oder ob ein einfacher Algorithmus, eine Prozessveränderung oder ein Tasksharing bereits das Problem lösen können.					
Di-mensio-nen	potential-bestimmende Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> - Abhängigkeit von zu lösendem Problem - ex-post besser zu quantifizieren und für KI-Hersteller relevant - vorhinein schwierig 	<ul style="list-style-type: none"> - Entlastung und Unterstützung von Mitarbeitenden - Frequenz in welcher das zu lösende Problem auftritt und Umfang der betroffenen Personen - technische Integration in Systemlandschaft und Workflow, ansonsten ist KI sperriges Anhängsel in Prozess 	<ul style="list-style-type: none"> - zentrale Frage kann nicht allgemein beantwortet werden - Business-Case und finanzielles Potential muss gross sein - finanzielles Potential meist am grössten, wenn viele Menschen "eingespart" werden können - sparen definiert als Arbeit einsparen, nicht speziell Stellen, 	- Datenqualität	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung der Qualität: In der Radiologie liegen hierzu bereits Studien vor, die zeigen, dass collectiv intelligence die artificial intelligence schlägt - Effizienzsteigerung: schneller oder günstiger werden - repetitive Aufgaben, die nicht zwingend von Menschen 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostenoptimierung - Einsparung Personal - Diagnostik: wie hilfreich ist KI tatsächlich? - Verbesserung Qualität und Prozessabläufe (zeitlich) - Verbesserung für Patienten - Effizienzsteigerung

			<ul style="list-style-type: none"> - Standardisierung der Workflows - Verbesserung der Qualität 	<p>Menschen können sich mit ihrer Expertise auf andere Aspekte konzentrieren</p> <ul style="list-style-type: none"> - weitere Aspekte ist der Nutzen: der Mensch neigt zu Fehlern (z.B. Verknüpfung der Medikamentengabe mit der Patientenakte zur Verhinderung von Fehlmedikationen) <p>-> Verbesserung der Patientensicherheit</p>		<p>gemacht werden müssen und bei diesen nicht beliebt sind</p> <p>-> Arbeitsbild aufwerten und Fokus auf Patienten richten</p>	
	Gewichtung Dimensionen	<p>1. prozessuale Aspekte, aber in Form der Integration der KI</p> <p>2. Rahmenbedingungen und technische Aspekte gleichwertig</p> <p>-> <i>im Rahmen der Arbeit ist die Integration der KI in die Systemlandschaft in den technischen Aspekten angesiedelt und das Verständnis der prozessualen Aspekte ist</i></p>	<p>1. gesetzliche Aspekte</p> <p>2. technische Aspekte</p> <p>3. prozessuale Aspekte</p> <p>-> <i>die gesetzlichen Aspekte beziehen sich primär auf die Zulassung als Medizinprodukt, Siemens als Hersteller von Medizinprodukten legt hier Fokus, gilt für anderweitige</i></p>	<p>1. Gesetzgebung und Ethik kann Nutzung gänzlich verhindern und Show-Stopper sein</p> <p>- Prozessbereich: Ethik kaum Thema, eher positiv konnotiert (z.B. Vermeidung von Food-Waste durch Vorhersage Bedarf)</p> <p>2. Datenverfügbarkeit kann zweiter Show-Stopper sein</p>	<p>1. Prozessverständnis (prozessuale Aspekte)</p> <p>2. technische Erarbeitung und Integration nicht mehr als Bottle-Neck zu sehen</p>	<p><u>Anwendersicht:</u></p> <p>1. gesetzliche und ethische Vorgaben definieren, was erlaubt ist und umgesetzt werden kann</p> <p>2. technische Aspekte definieren, was grundsätzlich möglich ist</p> <p>3. erst dann kann überlegt werden, wo der Einsatz stattfinden soll</p>	<p>- alle Aspekte wichtig</p> <p>- 80% aller KI-Projekte scheitern an Umsetzung in Betrieb</p> <p>1. technische Aspekte (Integration und Datenschutz, Soft- und Hardwarekomponenten sowie Training in laufendem Betrieb)</p> <p>2. prozessuale Aspekte</p>

		nicht übereinstimmen. Daher wird das Ranking wie folgt angepasst: 1. technische Aspekte insbesondere die Integration 2. Rahmenbedingungen und prozessuale Aspekte	Einsätze von KI nur bedingt	3. spezifischere Themen wie Zeit- und Aufwandsinvestitionen in Abholen der Mitarbeitenden oder Schnittstellenaufbau		Entwicklersicht: - gesetzliche Rahmenbedingung erstmal in Hintergrund, da Thema im Nachhinein angegangen werden kann	
	Zusammenfassung	Die Bestimmung des Potentials bezieht sich auf das zu lösende Problem. Als Attribute für die Bestimmung wird die Entlastung der Mitarbeitenden, die Frequenz des Problems, die Standardisierung, die Verbesserung des Prozesses und der Qualität, der finanzielle Impact, die Effizienzsteigerung und die Aufwertung des Berufsbilds angeführt. Die Gewichtung der Dimension Rahmenbedingungen, technische Aspekte und prozessuale Aspekte fällt stark differenziert aus. Die Interpretation der einzelnen Dimension durch die Verwendung von Beispielen zeigt, dass die Begriffe unterschiedliche verstanden werden.					

Tabelle 14 - Ergebnisse Experteninterviews

(Eigene Darstellung, 2022)

Anlage 6 - Ein- und Ausschluss der Faktoren zur Potentialbestimmung

Die nachfolgende Tabelle 15 stellt die ein- und ausgeschlossenen Faktoren sowie die zugehörige Begründung detailliert dar.

Kategorie	Einflussfaktor	Definition	Berücksichtigung	Grund	Quelle	Nennung in Interviews
Abhängigkeiten KI	Datenqualität - volume	<ul style="list-style-type: none"> Datenmenge 	✓		Bruhn, 2021; Matzka, 2021	Experteninterview
	Datenqualität - velocity	<ul style="list-style-type: none"> Geschwindigkeit der Aktualisierung 	×	ausführlichere Betrachtung notwendig	Bruhn, 2021; Matzka, 2021	
	Datenqualität - variety	<ul style="list-style-type: none"> Art der Daten 	✓		Bruhn, 2021; Matzka, 2021	Experteninterview
	technische Integration in Systemlandschaft	<ul style="list-style-type: none"> eigenständige KI-Lösung Flexibilität des betroffenen Systems (z.B. durch Eigenentwicklung) Abhängigkeit von externem Softwareanbieter 	✓		Davenport & Kalakota, 2019	Experteninterview
Rahmenbedingungen	ethische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> Transparenz Haftung Verantwortlichkeit Sicherheit und Privatsphäre ethische und sozio-ökonomische Verzerrungen Aktualität (medizinisch und technisch gewährleisten) 	×	ausführlichere Betrachtung notwendig	Selz, 2021; Müller-Quade et al., 2020; Braun Binder et al., 2021	Mitarbeitendeninterview

Anhang

	gesetzliche Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> Medizinprodukteverordnung relevant 	✓		Schweizer Bundesrat, Medizinprodukteverordnung (MepV), 2021	Experteninterview
Kategorisierung Prozess	Art des Prozesses	<ul style="list-style-type: none"> Nähe zu Leistungsebringung 	✓		Gadatsch, 2013	
	Art des Prozesses	<ul style="list-style-type: none"> Patientenschnittstelle zu KI 	✓		Bergmann & Garrecht, 2021; Elbe & Peters, 2016; Gampala et al., 2020; Horgan et al., 2019	Mitarbeitendeninterview
	Art der Prozessveränderung	<ul style="list-style-type: none"> Arten des PM 	×	Keine direkte Bewertung, was besser oder schlechter	Bergmann & Garrecht, 2021	
betroffene Ressourcen	finanzielle Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> notwendige finanzielle Ressourcen für Einsatz von KI 	×	nicht anhand IST-Situation	Bergmann & Garrecht, 2021	
	personelle Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> Entlastung der verschiedenen Teams 	✓		Bergmann & Garrecht, 2021; Frodl, 2017	Mitarbeitendeninterview, Experteninterview
	Gerätekapazitäten	<ul style="list-style-type: none"> Gerätekapazitäten Verbesserung der Auslastung 	×	nicht anhand IST-Situation	Bergmann & Garrecht, 2021; Frodl, 2017	Mitarbeitendeninterview
	Häufigkeit Ressourcenbezug	<ul style="list-style-type: none"> Frequenz und Kontinuität Prozessschritt 	✓		Bergmann & Garrecht, 2021	Mitarbeitendeninterview
	zeitliche Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> Verringerung der Arbeits- und Durchlaufzeiten 	×	nicht anhand IST-Situation	Bergmann & Garrecht, 2021	Mitarbeitendeninterview

(Fortsetzung nächste Seite)

Prozessoptimierung	Resultatorientierung	<ul style="list-style-type: none"> Betrachtung Auswirkungen auf exakte Ziele und quantitativer Grössen 	×	nicht anhand IST-Situation	Stöger, 2018	
	Gesamtergebnis	<ul style="list-style-type: none"> Betrachtung der Bedeutung für vor- und nachgelagerter Schnittstellen Auswirkungen für Schnittstellen beurteilen 	×	nicht anhand IST-Situation	Stöger, 2018; Angerer & Liberator, 2018	
	Umsetzungsstärke	<ul style="list-style-type: none"> Verschwendungsarten nach Lean 	✓		Stöger, 2018; Angerer & Liberator, 2018	Mitarbeitendeninterview, Experteninterview
	Standardisierbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> Anzahl Ausnahmefälle zu beachtende Faktoren und Komplexität der Faktoren 	×	bereits in der Identifikation der Prozessschritte abgedeckt	Stöger, 2018	Mitarbeitendeninterview, Experteninterview
	Verantwortlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> Aktivitäten unabhängig von einzelnen Personen strukturieren Verantwortung für Resultat des Prozesses klar definiert 	×	Strukturelles Thema der Aufbauorganisation	Stöger, 2018	Experteninterview
	Kundenorientierung	<ul style="list-style-type: none"> interne Perspektive (Mitarbeiterzufriedenheit) externe Perspektive (Patientenzufriedenheit) 	×	nicht anhand IST-Situation	Stöger, 2018; Angerer & Liberator, 2018	Mitarbeitendeninterview

Tabelle 15 - Ein- und Ausschluss der Faktoren des Einsatzpotentials

(Eigene Darstellung, 2022)

Anlage 7 - Ausführungen zur Gewichtung

Die Gewichtung der einzelnen Einflussfaktoren leitet sich aus dem Paarvergleich der Dimensionen ab. Die hier erzielten Werten werden pro Themengebiet summiert und gleichmässig auf die Einflussfaktoren des Themengebiets verteilt. Die Summe der Gewichte der Einflussfaktoren ergibt die finale Gewichtung der Dimension. Dies wird in Tabelle 16 dargestellt.

Dimension	Datenqualität	technische Integration	gesetzliche Aspekte	Art des Prozesses	betroffene Ressourcen	Prozessoptimierung
Datenqualität		0.5	0	0	0	0
technische Integration	0.5		0	0	0	0
gesetzliche Aspekte	1	1		0.5	0.5	0.5
Art des Prozesses	1	1	0.5		0.5	0.5
betroffene Ressourcen	1	1	0.5	0.5		0.5
Prozessoptimierung	1	1	0.5	0.5	0.5	
Summe	4.5	4.5	1.5	1.5	1.5	1.5
%-Anteil Punkte	30%	30%	10%	10%	10%	10%
%-Anteil Punkte kumuliert	30%	60%	70%	80%	90%	100%
Gewichtung je Themengebiet	60%		10%	30%		
Einflussfaktoren	2	1	1	2	2	1
Gewichtung je Einflussfaktor	20%	20%	10%	6%	6%	6%
Gewichtung je Dimension	40%	20%	10%	12%	12%	6%

Tabelle 16 - Paarvergleich der Dimensionen

(Eigene Darstellung, 2022)

Vergleich Anwendung der Gewichtung

Nachfolgend wird eine Beispielberechnung des erzielten Ergebnisses anhand der Dimension Datenqualität und den Formeln eins und zwei dargestellt.

Ausgangssituation des exemplarischen Use-Cases:

- Gewichtung Datenqualität = 40%
- Bewertung Datenmenge = 1
- Bewertung Datenstruktur = 3

Berechnung mittels gleichmässig gesplitteter Gewichtung:

$$1 * 0.2 + 3 * 0.2 = 0.8$$

*Formel 1 - Berechnung bei gleichmässiger Splittung des Gewichts
(Eigene Darstellung, 2022)*

Berechnung mittels Durchschnittes:

$$\frac{1 + 3}{2} * 0.4 = 0.8$$

*Formel 2 - Berechnung mittels Durchschnittes
(Eigene Darstellung, 2022)*

Anlage 8 - Herleitung Lohngefüge

Die Berechnung des Lohngefüges fusst auf den Lohnsummen der jeweiligen Mitarbeitendengruppe pro Monat. Anhand dieser sind anhand der Anzahl der Vollzeitstellen die Durchschnittslöhne der Mitarbeitendengruppen zu berechnen.

$$\text{durchschnittliche Lohnsumme}_t = \frac{\text{Lohnsumme pro Monat}_t}{\text{Anzahl Vollzeitstellen}_t}$$

t = Mitarbeitendengruppe

*Formel 3 - Berechnung Durchschnittslohn
(Eigene Darstellung, 2022)*

Die Durchschnittslöhne sind vom grössten Wert zum kleinsten Wert mit aufsteigenden Rängen zu versehen. Die Ränge werden dann in die Bewertung des Einflussfaktors personelle Ressourcen übertragen. Der niedrigste Rang erhält hierbei die höchste Punktzahl und umgekehrt.

Die exakten Daten der Berechnung können auf Anfrage und Bestätigung der Geheimhaltung beim Autor eingesehen werden.

Anlage 9 - Datenfluss im Zentrum für Bilddiagnostik

Aus der internen Dokumentation kann Abbildung zehn als Grundlage für die Bestimmung der Datenmenge im Rahmen der Bewertung des Einsatzpotentials herangezogen werden.

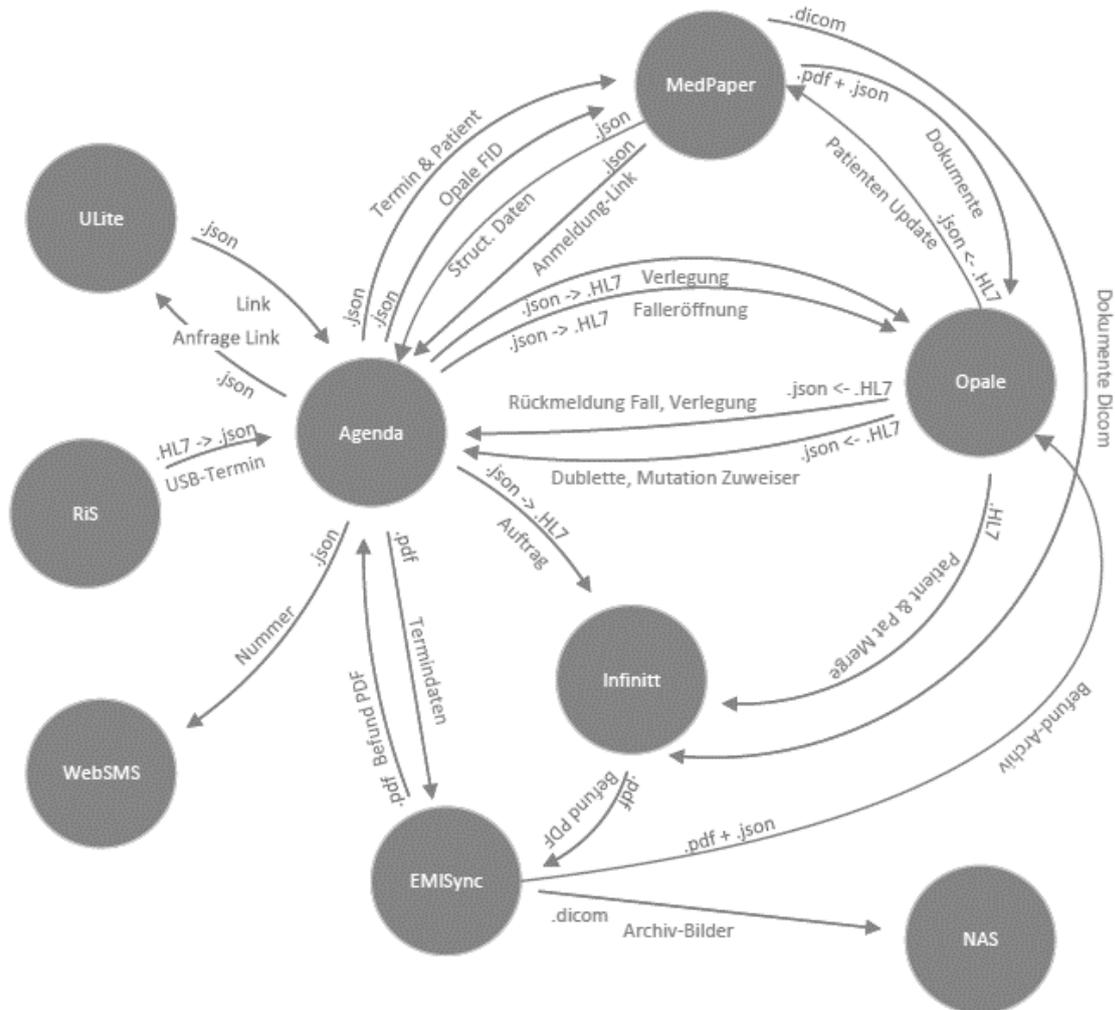


Abbildung 10 - Datenfluss
(Marqua, 2022)

Anlage 10 - Berechnung des Verhältnisses von Rückmeldungen zu Rechnungen

Zur Berechnung des Verhältnisses von Rückmeldungen zu gestellten Rechnungen wurden exemplarisch die Werte des Monats April herangezogen. Die Feiertage Karfreitag und Ostermontag verringern zwar das Volumen an Rechnungen, jedoch auch gleichzeitig das Aufkommen an Rückmeldungen, wodurch das Verhältnis nicht beeinflusst wird. Die Werte wurden der Abrechnungssoftware am 03.05.2022 entnommen und in Tabelle 18 dargestellt.

Tag	Anzahl Rückmeldungen	Anzahl Rechnungen	Verhältnis von Rückmeldungen zu insgesamt gestellten Rechnungen:
04.04.2022	45	0	
05.04.2022	12	0	
06.04.2022	4	0	
07.04.2022	9	574	
08.04.2022	1	0	
11.04.2022	36	0	
12.04.2022	12	0	
13.04.2022	8	0	
14.04.2022	14	655	
15.04.2022	0	0	
18.04.2022	0	0	
19.04.2022	21	0	
20.04.2022	23	2	
21.04.2022	5	0	
22.04.2022	0	0	
25.04.2022	13	1	
26.04.2022	0	416	
27.04.2022	17	0	
28.04.2022	0	416	
29.04.2022	58	0	
Gesamt	278	2064	13.5%

Tabelle 17 - Berechnung Verhältnis Rückmeldungen zu Rechnungen
(Eigene Darstellung, 2022)

Anhang

Anlage 11 - Darstellung der Prozesse der Leistungserbringung

Diese Anlage liegt der Arbeit extern bei.