

**DIGITALISIERUNGSSTRATEGIEN IN DER
NOTFALLMEDIZIN: CHANCEN UND
HERAUSFORDERUNGEN**

Eine Bachelorarbeit von

CHRISTOPH HAFNER

betreut von

Dr. Baptiste Alcalde, MSc.

und eingereicht am

Studiengang eHealth

der

FH JOANNEUM Graz

zur teilweisen Erfüllung der Anforderungen

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science (BSc)

Mai 2025

Abstract

Emergency medicine is a highly dynamic field characterized by time-critical and life-threatening situations. Rapid, structured, and interdisciplinary care is essential for successful treatment, both in preclinical and clinical settings. Against this backdrop, digital solutions and automation are increasingly coming into focus to optimize processes, minimize sources of error, and improve treatment quality.

This thesis examines projects from the DACH region (Germany, Austria, and Switzerland) that focus on the digitalization and automation of emergency care. Using a detailed case study, it analyzes the transformation of an analog central emergency department into a fully digitized one, highlighting key challenges, technical obstacles, and practical implementation steps. In addition, it outlines common difficulties encountered in implementing digitalization strategies, particularly with regard to interoperability, standardized documentation, and organizational changes.

A special focus is placed on the use of artificial intelligence (AI), especially machine learning, deep learning, and natural language processing models. These technologies have the potential to reduce communication errors in high-stress situations, for example through automatic processing and preparation of information. Generative language models are expected to learn from past diagnoses and assist in diagnostic decision-making. Automatic transmission of location data — such as during video calls — can also lead to faster emergency responses by eliminating time-consuming clarifications.

Initial studies show that models like OpenAI's GPT-4 can achieve diagnostic performance comparable to that of junior medical professionals. Nevertheless, safe and effective use in the medical context requires a significantly larger, high-quality, and structured data base. Data protection and standardization also present major challenges, as the sharing of medical information is subject to strict legal regulations. A lack of uniform data structures hinders generalizability and interoperability. Moreover, the limited explainability of AI models remains a key point of criticism in clinical practice.

The analysis reveals that projects in Germany, Austria, and Switzerland often show similarities — such as the integration of tele-emergency physicians, video assistance, or automated documentation — but differ in their country-specific implementation approaches. Finally, the findings are critically reflected upon. The study highlights that digitalization in emergency medicine is not only technically demanding, but also organizationally and ethically complex. Nevertheless, it holds significant potential for more efficient and safer patient care.

Kurzfassung

Die Notfallmedizin ist ein hochdynamisches Fachgebiet, das durch zeitkritische und lebensbedrohliche Situationen geprägt ist. Eine schnelle, strukturierte und interdisziplinäre Versorgung ist dabei sowohl im präklinischen als auch im innerklinischen Bereich entscheidend für den Behandlungserfolg. Vor diesem Hintergrund rücken digitale Lösungen und Automatisierung zunehmend in den Fokus, um Prozesse zu optimieren, Fehlerquellen zu minimieren und die Behandlungsqualität zu verbessern.

Diese Arbeit untersucht Projekte aus dem DACH-Raum, die sich mit der Digitalisierung und Automatisierung der Notfallversorgung befassen. Anhand eines detaillierten Fallbeispiels wird der Umbau einer analogen zentralen Notaufnahme (ZNA) zu einer vollständig digitalisierten ZNA analysiert, wobei zentrale Herausforderungen, technische Hürden und praktische Umsetzungsschritte beleuchtet werden. Ergänzend dazu wird aufgezeigt, welche allgemeinen Schwierigkeiten bei der Implementierung von Digitalisierungsstrategien auftreten, insbesondere im Hinblick auf Interoperabilität, standardisierte Dokumentation und organisatorische Veränderungen.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf dem Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI), insbesondere von Machine Learning-, Deep Learning- und Sprachverarbeitungsmodellen. Diese bieten Potenzial zur Reduktion von Kommunikationsfehlern in stressbelasteten Situationen, etwa durch automatische Informationsverarbeitung und -aufbereitung. Generative Sprachmodelle sollen künftig aus früheren Diagnosen lernen und so bei der diagnostischen Entscheidungsfindung unterstützen. Auch die automatische Übermittlung von Standortdaten, etwa bei Videotelefonaten, kann in Notfällen zu schnelleren Maßnahmen führen, da zeitaufwendige Rückfragen entfallen.

Erste Studien zeigen, dass Modelle wie OpenAIs GPT-4 diagnostische Leistungen erbringen, die mit denen medizinischer Nachwuchskräfte vergleichbar sind. Dennoch bedarf es für einen sicheren und effektiven Einsatz im medizinischen Kontext einer deutlich größeren, qualitativ hochwertigen und strukturierten Datenbasis. Auch Datenschutz

und Datenstandardisierung stellen zentrale Herausforderungen dar, denn die Weitergabe von medizinischen Informationen unterliegt strengen rechtlichen Vorgaben. Eine fehlende Vereinheitlichung der Datenstrukturen erschwert die Genrealisierbarkeit und Interoperabilität. Zudem ist die mangelnde Erklärbarkeit der Modelle ein offener Kritikpunkt im klinischen Einsatz.

Die Analyse zeigt, dass sich Projekte in Deutschland, Österreich und der Schweiz oft ähneln, etwa durch die Integration von Telenotärzten, Videoassistenz oder automatisierter Dokumentation, jedoch mit länderspezifischen Umsetzungswegen. Abschließend werden die Ergebnisse kritisch reflektiert. Die Arbeit verdeutlicht, dass die Digitalisierung der Notfallmedizin nicht nur technisch, sondern auch organisatorisch und ethisch komplex ist, jedoch großes Potenzial für eine effizientere und sichere Patientenversorgung birgt.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	ii
Kurzfassung	iv
Abbildungsverzeichnis	viii
1 Einleitung und Forschungsfragen	1
1.1 Digitalisierungsstrategien in der Notfallmedizin	1
1.2 Nutzen von Digitalisierung	2
1.3 Chancen und Herausforderungen	3
1.4 Zielsetzung und Forschungsfragen	4
2 Akteure und Gesundheitssysteme	6
2.1 Zusammenspiel von Akteuren auf EU-Ebene	6
2.1.1 Institutionen und Initiativen	6
2.1.2 Nationale Regierungen und Gesundheitsministerien	7
2.1.3 Regionale und kommunale Gesundheitsbehörden	7
2.1.4 Krankenhäuser und Rettungsdienste	8
2.1.5 Medizinische Fachverbände und Standesorganisationen	8
2.1.6 IT-Unternehmen und Medizintechnik-Hersteller	8
2.1.7 Forschungseinrichtungen und Universitäten	9
2.2 Das deutsche Gesundheitssystem im Überblick	9
2.3 Das Gesundheitswesen in Österreich im Überblick	10
2.4 Das Gesundheitswesen der Schweiz im Überblick	11
3 Methoden und Daten	13
3.1 Methodik und Auswahlkriterien	13
3.2 Eingesetzte Tools	15

4	Laufende und abgeschlossene Projekte im D-A-CH-Gebiet	16
4.1	Deutschland	16
4.1.1	Laufende und abgeschlossene Projekte	16
4.2	Österreich	25
4.2.1	Laufende und abgeschlossene Projekte	25
4.3	Schweiz	31
4.3.1	Laufende und abgeschlossene Projekte	31
5	Chancen und Herausforderungen	35
5.1	Digitale Schnittstellenlösungen in der Notfallmedizin	35
5.2	Künstliche Intelligenz in der Notfallmedizin	36
5.2.1	Limitierende Faktoren von Künstlicher Intelligenz und Machine Learning	39
5.3	Videotelefonate und Telenotarztssysteme	41
6	Diskussion und Ausblick	42
6.1	Zusammenfassung	42
6.2	Beantwortung der Forschungsfragen	45
6.3	Diskussion	46
6.4	Schlussfolgerung und Ausblick	48
	Literaturverzeichnis	50

Abbildungsverzeichnis

3.1 Prisma-Flussdiagramm	14
------------------------------------	----

Kapitel 1

Einleitung und Forschungsfragen

1.1 Digitalisierungsstrategien in der Notfallmedizin

Die Notfallmedizin ist ein zentraler Bereich des Gesundheitssystems, da in zeitkritischen Situationen eine unmittelbare medizinische Versorgung erforderlich ist. In den letzten Jahren hat die Digitalisierung zugenommen und eröffnet konkrete Möglichkeiten zur Optimierung der Abläufe in der Notfallversorgung. Diese Arbeit untersucht die konkreten Potenziale und Herausforderungen bei der Implementierung digitaler Strategien in der Notfallmedizin.

Die Digitalisierung ermöglicht eine Verbesserung der Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren im Notfallmanagement, wie etwa Rettungsdiensten, Krankenhäusern und Notaufnahmen. Elektronische Gesundheitsakten und mobile Anwendungen für Notfallteams können den Zugriff auf patientenrelevante Daten erleichtern. Dies kann die Diagnosestellung beschleunigen und Behandlungsprozesse effizienter gestalten. Telemedizinische Lösungen und die Nutzung von künstlicher Intelligenz zur Diagnoseunterstützung bieten zusätzliche Chancen, die Effizienz und Qualität der Notfallversorgung zu steigern, insbesondere in ländlichen und unterversorgten Gebieten.

Ein weiteres Potenzial der Digitalisierung liegt in der präventiven und prognostischen Medizin. Durch die Sammlung und Analyse von Daten aus verschiedensten Quellen, einschließlich Wearables und IoT-Geräten, können Frühwarnsysteme entwickelt werden, die potenzielle Notfälle frühzeitig erkennen und eine proaktive medizinische Intervention ermöglichen. Diese Technologien könnten nicht nur die Reaktionszeiten verkürzen, sondern auch die Patientenversorgung optimieren.

1.2 Nutzen von Digitalisierung

Die Notfallmedizin steht vor der Herausforderung, unter hohem Zeitdruck und bei begrenzten personellen Ressourcen eine qualitativ hochwertige Patientenversorgung sicherzustellen. Sowohl im innerklinischen Bereich als auch im präklinischen Rettungsdienst zeigt sich ein erheblicher Bedarf an Digitalisierungsstrategien, die bestehende Abläufe optimieren und die Akteure im Versorgungsgeschehen effektiv unterstützen können.

Eine zentrale Herausforderung stellt dabei die vielfach als umständlich empfundene Dokumentation dar. In vielen Bereichen werden medizinische Informationen mehrfach und teilweise redundant erfasst, was nicht nur zeitaufwendig ist, sondern auch zu Informationsverlusten und Medienbrüchen führen kann. Insbesondere die Übergabe von Patientinnen und Patienten vom Rettungsdienst an die Klinik ist häufig mit einer erneuten, manuellen Aufnahme von Daten verbunden. Dies erschwert eine durchgängige Versorgung und erhöht das Fehlerrisiko. Eine vereinfachte, digitale und interoperable Dokumentation kann hier nicht nur zur Effizienzsteigerung beitragen, sondern auch wirtschaftliche Vorteile bringen, da eine präzisere und vollständigere Abbildung der erbrachten Leistungen zu einer verbesserten Abrechnung führen kann.

Darüber hinaus eröffnet die Digitalisierung neue Möglichkeiten zur Bewältigung struktureller Herausforderungen, etwa dem Mangel an medizinischem Fachpersonal. Telemedizinische Anwendungen, also der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien zur medizinischen Versorgung über räumliche Distanzen hinweg, ermöglichen beispielsweise die Fernberatung, Fernüberwachung oder Fernunterstützung durch erfahrene Fachkräfte. Sie können insbesondere in unterversorgten Regionen eine wertvolle Ergänzung darstellen, indem sie externe Expertise in Echtzeit verfügbar machen. Zusätzlich kann digitale Entscheidungsunterstützung das medizinische Personal in kritischen Situationen entlasten, indem relevante Informationen kontextbezogen bereitgestellt und Handlungsempfehlungen gegeben werden. Auch die systematische Aufzeichnung und Analyse der Kommunikation zwischen Rettungsdienst, Leitstellen und Klinikpersonal kann zu einer Verbesserung der Versorgungsqualität beitragen.

Die Implementierung solcher Digitalisierungsprojekte ist jedoch an verschiedene Voraussetzungen gebunden. Je nach Umfang und Komplexität des Vorhabens sind Anträge erforderlich, etwa zur Finanzierung oder zur datenschutzrechtlichen Genehmigung. Projekte durchlaufen in der Regel verschiedene Phasen, von der Konzeptentwicklung über Pilotprojekte bis hin zur Etablierung im Regelbetrieb. Erst wenn Pilotphasen erfolgreich

evaluiert wurden, können Lösungen nachhaltig und flächendeckend implementiert werden.

1.3 Chancen und Herausforderungen

Allerdings sind mit der Digitalisierung in der Notfallmedizin auch zahlreiche Herausforderungen verbunden. Die Implementierung von digitalen Lösungen in hochgradig dynamischen und oft chaotischen Notfallsituationen erfordert eine sorgfältige Schulung und eine benutzerfreundliche Gestaltung der Technologien. Die Interoperabilität verschiedener Systeme stellt eine weitere Hürde dar, da unterschiedliche Institutionen und Anbieter häufig inkompatible Systeme nutzen, was die nahtlose Zusammenarbeit behindern kann. Datenschutz und Sicherheitsbedenken sind ebenfalls zentrale Themen, da die Speicherung und der Austausch von sensiblen Gesundheitsdaten strengen rechtlichen und ethischen Anforderungen unterliegen.

Die Anpassung der Notfallmedizin an digitale Technologien muss zudem flexibel und anpassungsfähig sein, um den spezifischen Anforderungen und Bedingungen vor Ort gerecht zu werden. In ländlichen Regionen stellen beispielsweise unzureichende Internetverbindungen eine konkrete Hürde für den Einsatz digitaler Anwendungen dar. Darüber hinaus kann eine geringe Nutzungsbereitschaft des medizinischen Personals den Implementierungsprozess erheblich verzögern. Um dem entgegenzuwirken, sollten gezielte Schulungen und praxisnahe Einführungsmaßnahmen die Akzeptanz neuer Technologien fördern und so die Bereitschaft zur Anwendung erhöhen.

Die Digitalisierung eröffnet der Notfallmedizin vielfältige Chancen, um bestehende Herausforderungen in der Akutversorgung wirksam zu adressieren. Strategien wie die Einführung elektronischer Patientenakten, die Integration von Telemedizin oder der Einsatz von KI-gestützten Entscheidungs- und Diagnosesystemen ermöglichen es, Behandlungsprozesse nicht nur schneller, sondern auch präziser zu gestalten. So können beispielsweise Notfallsanitäter bereits am Einsatzort medizinische Daten digital erfassen und diese in Echtzeit an die aufnehmende Klinik übermitteln, wodurch sich das medizinische Personal dort optimal auf die bevorstehende Versorgung vorbereiten kann. Besonders hervorzuheben ist auch die Verbesserung der Dokumentation, denn digitale Systeme können Fehlerquellen, wie etwa unleserliche Handschriften oder Übertragungsfehler minimieren und somit eine lückenlose und standardisierte Erfassung aller relevanten Daten ermöglichen. Auch telemedizinische Anbindungen an erfahrene Fachärzte ermöglichen es,

Rettungskräften, in komplexen Situationen direkt Rücksprache zu halten, selbst wenn diese räumlich entfernt sind. Darüber hinaus trägt die Digitalisierung zur besseren Koordination von Rettungseinsätzen bei, etwa durch intelligente Leitstellensysteme, die verfügbare Ressourcen analysieren und den effizientesten Einsatzweg in Echtzeit berechnen. Langfristig profitieren auch Aus- und Weiterbildung, da virtuelle Trainingsumgebungen und Simulationen realitätsnahe Lernszenarien bieten, in denen medizinisches Personal den Umgang mit kritischen Notfallsituationen risikofrei üben kann. Insgesamt stärken digitale Strategien die Reaktionsfähigkeit, Kommunikation und Behandlungsqualität in der Notfallmedizin mit dem Ziel, Leben noch schneller zu retten.

Nicht nur gesellschaftliche und berufliche Chancen gehen mit der Digitalisierung in der Notfallmedizin einher, sondern auch klare wirtschaftliche Potenziale. Eine digital gestützte, standardisierte und fehlerfreie Dokumentation medizinischer Maßnahmen ist nicht nur aus medizinischer Sicht von Vorteil, sondern bildet auch die Grundlage für eine korrekte und nachvollziehbare Abrechnung erbrachter Leistungen gegenüber Kostenträgern wie Krankenkassen oder Versicherungen. Papierbasierte Protokolle sind anfällig für Lücken, Missverständnisse oder gar Verlust, was nicht nur die Qualität der Versorgung beeinträchtigt, sondern auch zu Abrechnungsproblemen oder finanziellen Einbußen führen kann. Digitale Systeme hingegen ermöglichen eine strukturierte Erfassung aller abrechnungsrelevanten Informationen, vom Einsatzzeitpunkt über die Diagnostik bis hin zu den durchgeführten Maßnahmen und schaffen damit Transparenz und Rechtssicherheit für alle Beteiligten. Zudem lassen sich über diese Systeme Leistungsdaten einfacher auswerten und für betriebswirtschaftliche Analysen oder die Optimierung von Versorgungsstrukturen nutzen. Auf diese Weise trägt die Digitalisierung nicht nur zur Verbesserung der Versorgungsqualität bei, sondern auch zur Effizienzsteigerung und Kostenkontrolle im Gesundheitswesen.

1.4 Zielsetzung und Forschungsfragen

Im Verlauf dieser Arbeit sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Welche digitalen Technologien werden in der Notfallmedizin derzeit eingesetzt?
- Gibt es Projekte für Anwendungen, die in Zukunft Einzug in der Notfallmedizin finden können und welche Vorteile bieten diese digitalen Lösungen für die Effizienz und Qualität in der Notfallversorgung?

- Vor welchen Herausforderungen wird man bei der Implementierung von Digitalisierungsstrategien in der Notfallmedizin gestellt?

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es daher, zentrale Trends der Digitalisierung in der Notfallmedizin zu identifizieren sowie typische Herausforderungen bei der Planung, Umsetzung und Anwendung digitaler Technologien zu analysieren. Darüber hinaus soll untersucht werden, in welchen Bereichen das größte Potenzial digitaler Innovationen für die Weiterentwicklung der Notfallversorgung gesehen wird. Auf dieser Grundlage soll ein fundierter Beitrag zum Verständnis digitaler Transformationsprozesse in der Notfallmedizin geleistet werden.

Kapitel 2

Akteure und Gesundheitssysteme

2.1 Zusammenspiel von Akteuren auf EU-Ebene

Die Digitalisierung der Notfallmedizin in der EU erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen politischen Entscheidungsträgern, medizinischen Fachkräften, Technologieunternehmen und Forschungseinrichtungen. Die erfolgreiche Implementierung hängt von interoperablen Systemen, sicheren Dateninfrastrukturen und der Akzeptanz des medizinischen Personals ab.

2.1.1 Institutionen und Initiativen

Die EU stellt die oberste Ebene bei der Förderung und Regulierung digitaler Gesundheitslösungen dar. Akteure, die bei Implementierung von digitalen Lösungen teilhaben, sind:

- Europäische Kommission: Entwickelt Strategien und Programme zur Digitalisierung im Gesundheitswesen, wie den European Health Data Space (EHDS), der eine grenzüberschreitende Nutzung medizinischer Daten erleichtern soll [Directorate-General for Health and Food Safety, 2025].
- Europäische Arzneimittel-Agentur (EMA): Überwacht die Sicherheit digitaler Medizinprodukte und KI-gestützter Anwendungen [European Medicines Agency, 2025].
- EU-Agentur für Cybersicherheit (ENISA): Setzt Standards für den Datenschutz und die Cybersicherheit im Gesundheitswesen [European Union Agency for Cybersecurity, 2025].

- EU-Mitgliedsstaaten und nationale Regulierungsbehörden: Jedes Land setzt digitale Lösungen gemäß seinen eigenen Gesundheitsrichtlinien um, orientiert sich jedoch an EU-Vorgaben.

2.1.2 Nationale Regierungen und Gesundheitsministerien

Die nationalen Gesundheitsministerien und Behörden der Mitgliedsstaaten sind verantwortlich für die Implementierung digitaler Lösungen im Rettungswesen und in Krankenhäusern. Dazu gehören:

- Deutschland: Bundesministerium für Gesundheit (BMG) fördert die digitale Vernetzung und elektronische Patientenakte [Bundesministerium für Gesundheit, 2025].
- Österreich: Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK) setzt Programme wie ELGA (Elektronische Gesundheitsakte) um [Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, 2025a].
- Schweiz: Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) koordiniert eHealth-Initiativen [Schweizerische Eidgenossenschaft, 2025a].

Diese Institutionen setzen gesetzliche Rahmenbedingungen und finanzieren Digitalisierungsprojekte, oft in Zusammenarbeit mit der EU.

2.1.3 Regionale und kommunale Gesundheitsbehörden

In föderal strukturierten Staaten wie Deutschland oder Österreich sind auch die Bundesländer und Kommunen in die praktische Umsetzung eingebunden. Sie koordinieren

- die Vernetzung von Rettungsdiensten mit Kliniken,
- die Einführung digitaler Notfallregister und
- telemedizinische Anwendungen in ländlichen Regionen.

2.1.4 Krankenhäuser und Rettungsdienste

Krankenhäuser und Notfallzentren sind direkte Anwender digitaler Lösungen. Sie müssen neue Technologien in ihre Arbeitsabläufe integrieren und sicherstellen, dass das Personal geschult ist. Rettungsdienste profitieren von digitalen Lösungen:

- telemedizinischer Unterstützung in Rettungsfahrzeugen,
- Digitale Einsatzleitsysteme
- elektronische Notfallakte zur besseren Informationsweitergabe

2.1.5 Medizinische Fachverbände und Landesorganisationen

Organisationen wie die Bundesärztekammer in Deutschland [Bundesärztekammer Deutschland, 2024], die Österreichische Ärztekammer [Österreichische Ärztekammer, 2024] oder die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften (SAMW) [Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften, 2024] beeinflussen die Entwicklung digitaler Standards und setzen sich für Datenschutz, medizinische Ethik und praktische Anwendbarkeit ein.

2.1.6 IT-Unternehmen und Medizintechnik-Hersteller

Die Entwicklung innovativer Technologien wird in vielen Fällen von privaten Unternehmen vorangetrieben, darunter fallen:

- Anbieter von Krankenhausinformationssystemen (KIS),
- Telemedizin-Anbieter,
- Start-ups für KI-gestützte Diagnostik und
- Medizintechnik-Hersteller.

Diese Unternehmen arbeiten häufig mit Krankenhäusern und Behörden zusammen, um maßgeschneiderte digitale Lösungen bereitzustellen.

2.1.7 Forschungseinrichtungen und Universitäten

Hochschulen und Forschungszentren treiben Innovationen in der digitalen Notfallmedizin voran. Sie entwickeln neue Algorithmen für KI-gestützte Diagnostiksysteme, um medizinisches Personal bei der Diagnosestellung unterstützen zu können, evaluieren die Wirksamkeit digitaler Tools und schulen medizinisches Personal im Umgang mit neuen Technologien. Neben der Unterstützung bei der Diagnostik findet künstliche Intelligenz auch in der Sprachverarbeitung und der Extraktion von Informationen Einzug in die Medizin, aber auch bei der Verwaltung administrativer Prozesse wird KI verwendet. Im Klinikalltag wird künstliche Intelligenz beispielsweise in der Ressourcenplanung eingesetzt.

2.2 Das deutsche Gesundheitssystem im Überblick

Das deutsche Gesundheitswesen ist föderal strukturiert. Die Gesundheitspolitik wird auf Bundesebene vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG[Bundesministerium für Gesundheit, 2025]) entwickelt, das sich bei Gesetzesvorhaben mit anderen Ministerien abstimmt. Nach der Verabschiedung im Bundestag können die 16 Bundesländer über den Bundesrat Einfluss nehmen, indem sie Stellungnahmen abgeben oder eigene Initiativen vorschlagen. Zudem beraten sie im Bundesrat über die endgültigen Gesetzesbeschlüsse [Pradier et al., 2023].

Die Bundesländer sind für die Umsetzung der Gesundheitsgesetze sowie für den öffentlichen Gesundheitsdienst und die Krankenhausplanung zuständig. Einmal jährlich findet die Gesundheitsministerkonferenz statt, bei der sich die Gesundheitsminister von Bund und Ländern abstimmen.

Neben staatlichen Institutionen sind auch Selbstverwaltungspartner beteiligt, darunter die gesetzlichen Krankenkassen, die im Spitzenverband Bund der Krankenkassen (GKV) organisiert sind, sowie verschiedene Leistungserbringerverbände. Vertragsärztinnen und Vertragsärzte sind auf Landesebene in kassenärztlichen Vereinigungen zusammengeschlossen, die wiederum bundesweite Verbände bilden (z. B. Kassenärztliche Bundesvereinigung).

Der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) legt verbindliche Richtlinien für das Gesundheitssystem fest, etwa welche Leistungen die gesetzliche Krankenversicherung (GKV)

übernimmt. Der G-BA besteht aus Vertreterinnen und Vertretern von Krankenkassen, Leistungserbringern und der Deutschen Krankenhausgesellschaft; Patientenvertreterinnen und Patientenvertreter haben beratende Funktionen. Die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben wird vom BMG überwacht.

Das Krankenversicherungssystem in Deutschland umfasst die GKV und die private Krankenversicherung (PKV). Etwa 90 % der Bevölkerung sind gesetzlich versichert, wobei die Beiträge einkommensabhängig sind. Bei der GKV gilt das Sachleistungsprinzip: Versicherte müssen Behandlungen nicht direkt bezahlen. In der PKV hingegen müssen Patientinnen und Patienten in Vorleistung treten und erhalten die Kosten anschließend erstattet. Die PKV steht vor allem Selbstständigen, Beamtinnen und Beamten und Personen mit höherem Einkommen offen.

Im Anschluss wird die Governance im Bereich Digital Health und weitere relevante Akteure betrachtet [Pradier et al., 2023].

2.3 Das Gesundheitswesen in Österreich im Überblick

Das österreichische Gesundheitswesen ist zentralistisch geprägt, wobei Bund, Länder und Sozialversicherungsträger gemeinsam Verantwortung tragen. Die Gesundheitspolitik wird auf Bundesebene vom Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK) entwickelt. Die Umsetzung gesundheitspolitischer Maßnahmen erfolgt jedoch in enger Zusammenarbeit mit den Bundesländern und weiteren Partnern, welche eine koordinierte Steuerung erforderlich macht [Redaktion Gesundheitsportal, 2019b].

Die Bundesländer sind insbesondere für die Organisation und Finanzierung der Spitalversorgung zuständig, während der Bund etwa im Bereich der Krankenversicherung und der übergeordneten Gesetzgebung Aufgaben übernimmt. Die Koordination erfolgt unter anderem über Institutionen wie die Bundes-Zielsteuerungskommission und den Gesundheitsdialog, in denen Bund, Länder und Sozialversicherungsträger gemeinsame Ziele und Maßnahmen abstimmen [Redaktion Gesundheitsportal, 2019a].

Ein Bestandteil der Organisation des österreichischen Gesundheitssystems ist die Sozialversicherung, die in mehreren Trägern strukturiert ist, darunter die Österreichische Gesundheitskasse (ÖGK), die mit Blick auf die Versichertenzahl und das Beitragsaufkommen

der größte Träger im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherung ist. Die Selbstverwaltung durch die Sozialversicherungsträger ist maßgeblich an der Gestaltung und Finanzierung des Gesundheitswesens beteiligt [Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, 2023].

Vertragsärztinnen und Vertragsärzte arbeiten mit den Krankenkassen auf Basis von Gesamtverträgen, die auf Landesebene mit den jeweiligen Ärztekammern verhandelt werden. Der Dachverband der Sozialversicherungsträger koordiniert diese auf Bundesebene. Auch andere Leistungserbringer wie Spitäler, Apotheken und Pflegeeinrichtungen sind über spezifische Verträge und gesetzliche Regelungen ins System eingebunden [Redaktion Gesundheitsportal, 2024].

Die gesetzliche Krankenversicherung ist für den Anteil der Bevölkerung, der eine sozialversicherungspflichtige Beschäftigung hat, verpflichtend. Beiträge werden einkommensabhängig eingehoben. Es gilt das Sachleistungsprinzip, wodurch Versicherte medizinische Leistungen direkt in Anspruch nehmen können, ohne in Vorleistung gehen zu müssen. Private Zusatzversicherungen ergänzen dieses System, insbesondere im Bereich der Sonderklasseversorgung in Spitälern oder bei Wahlärztinnen und Wahlärzten.

In Bezug auf Digital Health wird die Governance durch Einrichtungen wie die ELGA GmbH (Elektronische Gesundheitsakte) unterstützt, die für die digitale Infrastruktur verantwortlich ist. Weitere Akteure sind die Gesundheit Österreich GmbH (GÖG) als nationale Forschungs- und Planungsstelle sowie der Oberste Sanitätsrat, der das Gesundheitsministerium in medizinischen und ethischen Fragen berät [Redaktion Gesundheitsportal, 2024].

2.4 Das Gesundheitswesen der Schweiz im Überblick

Das Schweizer Gesundheitswesen basiert auf Föderalismus und Subsidiarität. Der Bund übernimmt nur Aufgaben, die in der Bundesverfassung festgelegt sind, wie die Krankenversicherung oder die Ausbildung von Gesundheitspersonal. Die Kantone haben weitreichende Autonomie und sind für die regionale Gesundheitspolitik, die Spitalplanung und die Zulassung ambulanter Leistungserbringer verantwortlich. Ihre Gesundheitsministerinnen koordinieren sich in der Konferenz der kantonalen Gesundheitsdirektorinnen (GDK) sowie im „Dialog Nationale Gesundheitspolitik“ mit dem Bund [Pradier et al., 2023].

Auf nationaler Ebene gestaltet das Bundesamt für Gesundheit (BAG) die Gesundheitspolitik im Auftrag des Eidgenössischen Departements des Innern (EDI). Der Bundesrat beschließt Strategien, während die Bundesversammlung, bestehend aus National- und Ständerat, Gesetze verabschiedet. Volksabstimmungen sind bei Verfassungsänderungen verpflichtend (obligatorisches Referendum) und können Parlamentsbeschlüsse nachträglich kippen (fakultatives Referendum). Zudem können Kantone Gesetzesinitiativen in die Bundesversammlung einbringen [Pradier et al., 2023].

Die Krankenversicherung in der Schweiz basiert auf drei Prinzipien. Erstens besteht eine allgemeine Versicherungspflicht für alle Personen mit Wohnsitz in der Schweiz. Zweitens haben Versicherte die freie Wahl zwischen rund 50 zugelassenen Krankenversicherungen sowie unterschiedlichen Versicherungsmodellen. Drittens gilt das Kostenerstattungsprinzip, bei dem die Patientinnen und Patienten zunächst in Vorleistung treten und einen Teil der Behandlungskosten selbst übernehmen. Finanziert wird das System durch Versicherungsprämien, Eigenbeteiligungen sowie Zuschüsse von Bund und Kantonen [Pradier et al., 2023].

Kapitel 3

Methoden und Daten

3.1 Methodik und Auswahlkriterien

Die vorliegende Bachelorarbeit verfolgt ein qualitativ-exploratives Forschungsdesign, das sich auf zwei methodische Säulen stützt: eine systematische Literaturrecherche, sowie eine Fallstudienanalyse. Dieses Mixed-Methods-Design wurde gewählt, um sowohl theoretisch-konzeptionelle Grundlagen als auch praxisnahe Perspektiven umfassend zu beleuchten.

Die erste Säule der Untersuchung bildet eine strukturierte Literaturliteraturarbeit. Sie dient der theoretischen Fundierung und der Einordnung des Forschungsthemas in den bestehenden wissenschaftlichen Diskurs. Die Recherche erfolgte im Zeitraum von Dezember 2024 bis April 2025 in einschlägigen wissenschaftlichen Datenbanken wie PubMed, SpringerLink, Google Scholar sowie auf den Webseiten von Fachgesellschaften. Verwendete Suchbegriffe, die teilweise mit den booleschen Operatoren AND, OR kombiniert wurden waren: Digitalisierung Notfallmedizin, Herausforderungen digitale Gesundheitsversorgung, digitale Technologien Rettungsdienst, digitalization emergency medicine, artificial intelligence in emergency medicine.

Zu den Einschlusskriterien zählten:

- Veröffentlichungszeitraum: 2018 – 2025
- Wissenschaftliche oder institutionell fundierte Quelle (Peer-Reviewed Journals, Studien, Berichte)
- Thematischer Bezug zu Digitalisierung bzw. Digitalisierungsprojekten und Notfallmedizin

- Sprache: Deutsch oder Englisch

Die identifizierten Beiträge wurden im Hinblick auf die Forschungsfragen ausgewertet und thematisch geordnet.

In dieser Arbeit wurde die PRISMA-Methode (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) angewendet, um die systematische Literaturrecherche transparent und nachvollziehbar darzustellen. PRISMA bietet ein standardisiertes Vorgehen zur Auswahl und Dokumentation wissenschaftlicher Quellen und trägt zur methodischen Qualität von Reviews bei [Page et al., 2021].

Der Ablauf der Literatursuche ist in 3.1 visualisiert.

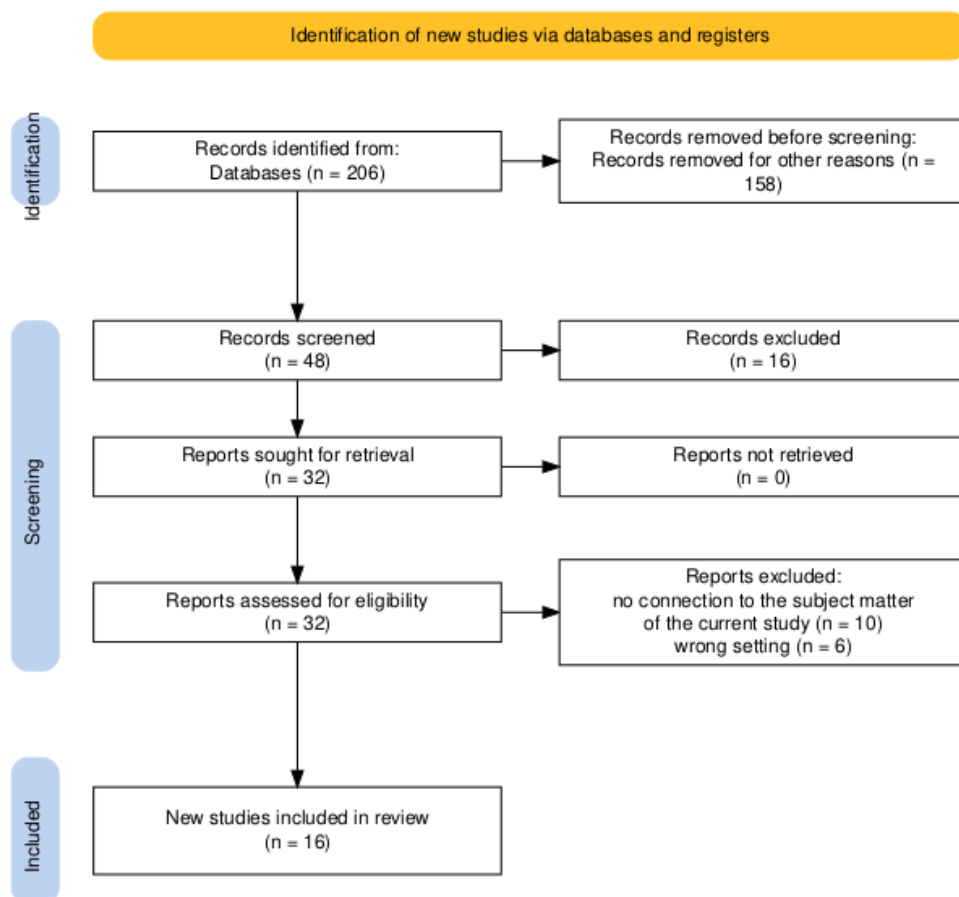


Abbildung 3.1: Prisma-Flussdiagramm

Als zweite methodische Säule wurde eine praxisnahe Fallstudie analysiert, die die Umsetzung digitaler Technologien in realen Szenarien der Notfallmedizin dokumentiert. Die Fallauswahl erfolgte theoriegeleitet und zielte darauf ab, unterschiedliche Einsatzbereiche

und Digitalisierungstiefen abzubilden (Umstellung auf eine digitale zentrale Notaufnahme in der Klinik Freiberg anhand der Studie von [Fichtner und Hoyer, 2020] (Kapitel 4.1.1 Fallbeispiel in der Klinik Freiberg)). Für die Fallstudie wurden folgende Aspekte untersucht:

- Zielsetzung und eingesetzte Technologien
- Ablauf der Implementierung
- Herausforderungen und Lösungsansätze
- Wirkungen auf Versorgung, Kommunikation und Prozesse
- Übertragbarkeit und Lessons Learned

Die Auswertung erfolgte nach dem Prinzip der qualitativen Fallanalyse anhand eines strukturierten Auswertungsrasters.

Für die Untersuchung wurden die Länder Deutschland, Österreich und die Schweiz ausgewählt, da sie über vergleichbare Gesundheitssysteme mit hoher Versorgungsdichte und ähnlichen organisatorischen Strukturen im Bereich der Notfallmedizin verfügen. Darüber hinaus verfolgen alle drei Länder eigene Digitalisierungsstrategien im Gesundheitswesen, wodurch sich ein sinnvoller Vergleich hinsichtlich Gemeinsamkeiten, Unterschieden und nationaler Schwerpunkte ergibt. Die gemeinsame Sprache sowie kulturelle und rechtliche Ähnlichkeiten erleichtern zudem die Analyse und ermöglichen eine fundierte Bewertung der digitalen Entwicklungen im notfallmedizinischen Kontext im deutschsprachigen Raum.

3.2 Eingesetzte Tools

Für die sprachliche Überarbeitung sowie die Korrektur von Rechtschreibung, Grammatik und Stil wurde die KI-gestützte Anwendung ChatGPT in der Version von OpenAI (Stand: 2025) eingesetzt. Das Tool diente ausschließlich der sprachlichen Unterstützung und wurde nicht zur inhaltlichen Bewertung oder Erarbeitung wissenschaftlicher Aussagen verwendet.

Kapitel 4

Laufende und abgeschlossene Projekte im D-A-CH-Gebiet

4.1 Deutschland

4.1.1 Laufende und abgeschlossene Projekte

Aus der Studie von [Pradier et al., 2023] lassen sich etliche Digitalisierungsstrategien ableiten, welche zwischen 2018 und 2023 beschlossen wurden. Mit der Hightech - Strategie, die im September 2018 beschlossen wurde, der Strategie für Künstliche Intelligenz ebenfalls aus 2018, der Datenstrategie aus 2021 und Zukunftsstrategie aus 2023 lässt sich ein deutlicher Fokus auf der Forschung mit gesundheitlichen Daten unter der Verwendung von KI-Systemen erkennen. Auch der Informationsfluss in der medizinischen Versorgung soll damit langfristig unterbrechungsfrei und präziser werden.

Telenotarzt-Systeme

Das Telenotarzt-System ermöglicht es Rettungsdiensten, über telemedizinische Verbindungen auf die Expertise von Notärzten zuzugreifen. Ursprünglich in Aachen implementiert, wird dieses System mittlerweile in verschiedenen Regionen Deutschlands eingesetzt und erweitert, um die notfallmedizinische Versorgung insbesondere in ländlichen Gebieten zu verbessern [Rupp et al., 2022].

Um den aktuellen Sachstand über die Telenotarztssysteme in Deutschland zu erheben, wurde im Rahmen dieser Studie eine Umfrage über 3 Monate durchgeführt. Befragt

wurden aktiv im Rettungsdienst tätige Personen über das Vorhandensein eines Telenotarztsystems, deren Ausgestaltung sowie dem persönlichen Empfinden über die Komplexität des Themas in über zwei Drittel der deutschen Rettungsdienstbereiche. Insgesamt gab es 1023 Teilnehmende mit einem Durchschnittsalter von 35 Jahren und unterzogen sich einer Online-Befragung. Zu den Fragegruppen zählten allgemeine Fragen, Fragen, ob ein Telenotarztsystem im Einsatz ist und deren Einsatzszenarien, sowie eine persönliche Einschätzung zur Komplexität der Thematik. Die Ergebnisse zeigten, dass deutschlandweit in 90% der Bereiche kein Telenotarztsystem vorhanden ist. Nur ein kleiner Prozentanteil von 4% gab an, dass die Nutzung eines Telenotarztes in Teilbereichen stattfand und in ebenfalls 4% wurde ein Telenotarztsystem als Pilotprojekt eingesetzt. Nur 1% gab an ein Telenotarztsystem im Regelbetrieb zu verwenden. Zu diesen Gebieten zählen Berlin, wo dieses System zur Gänze im Regelbetrieb läuft, in Mecklenburg-Vorpommern, mit knapp einem Drittel, und in Nordrhein-Westfalen, wo das System in nur einem Bereich Einzug in den Regelbetrieb fand. Auch die Strukturierung unterscheidet sich von Gebiet zu Gebiet. Laut Angaben sind in 40% der Fälle die Systeme von der Leitstelle aus tätig, in knapp 30% von einem Hintergrundsystem und ebenfalls knapp 30% agieren von der Klinik aus. Die Einsatzszenarien unterscheiden sich stark zu den Systemen, die ohne Telenotarztsystem agieren. In Bereichen mit Telenotarztsystem erfolgt beispielsweise bei Komplikationen oder anderen Bedarfsfällen nach der Durchführung von Standardarbeitsanweisungen (SAA) die Kontaktaufnahme zum Telenotarzt, ohne dass ein Notarzt nachgefordert werden muss. SAA mit obligatorischer Notarzt-Anforderung treten in diesen Bereichen insgesamt deutlich seltener auf als in Bereichen ohne Telenotarzt. Zudem wird in Bereichen mit Telenotarzt in entsprechenden Situationen häufiger auf die SAA zurückgegriffen, wobei einzelne Maßnahmen verstärkt an nichtärztliches Personal delegiert werden. Zu den persönlichen Einschätzungen gaben zwei Drittel der Befragten an, dass ein Telenotarzt dazu beitragen kann, das Wissen vor Ort zu erweitern bzw. bestehende Wissenslücken zu schließen. Ebenfalls zwei Drittel äußerten sich positiv zur Rechtssicherheit durch einen Telenotarzt. Knapp ein Drittel gab an, dass ein Telenotarzt nicht nur als Überbrückung bis zum Eintreffen eines regulären Notarztes dienen sollte und ca. ein Drittel sprach sich dagegen aus, dass der Telenotarzt einen physischen Notarzt vollständig ersetzen sollte [Rupp et al., 2022].

Die Einführung von Telenotarztsystemen bietet insbesondere in ländlichen Regionen zahlreiche potenzielle Vorteile, auch wenn ihre Umsetzung bislang regional stark variiert. Gerade in Flächenländern, in denen der Rettungswagen in der Regel deutlich früher am Einsatzort eintrifft als der Notarzt, kann der Telenotarzt einen wesentlichen Beitrag

zur Verbesserung der notfallmedizinischen Versorgung leisten. Durch die unmittelbare Einbindung eines Telenotarztes kann medizinisches Fachwissen ohne nennenswerte Zeitverzögerung direkt an den Einsatzort übermittelt werden. Dies ermöglicht nicht nur eine frühzeitige medizinische Einschätzung, sondern auch die gezielte Delegation von Maßnahmen sowie eine fundierte Unterstützung des nichtärztlichen Rettungsdienstpersonals. In Situationen, in denen ansonsten die Nachforderung eines Notarztes erforderlich wäre, kann durch die Einbindung des Telenotarztes häufig eine adäquate Versorgung gewährleistet werden, ohne dass ein physischer Notarzt anwesend sein muss. Auf diese Weise werden Ressourcen geschont und Notärzte für komplexere Einsatzlagen verfügbar gehalten. Ein weiterer Vorteil besteht in der Möglichkeit unnötige Transporte in Notaufnahmen zu vermeiden. Patientinnen und Patienten mit weniger schwerwiegenden Erkrankungen können nach ärztlicher Beurteilung durch den Telenotarzt unter Umständen vor Ort verbleiben oder in die ambulante Versorgung übergeben werden. Dies führt zu einer Entlastung des Rettungsdienstes und trägt gleichzeitig zur Reduktion der Belastung in den Notaufnahmen bei. Darüber hinaus erhöht der Telenotarzt durch seine formale medizinische Kompetenz die rechtliche und fachliche Sicherheit für das nichtärztliche Personal vor Ort. Auch die Überbrückung der Zeit bis zum Eintreffen eines Notarztes bei kritischen Einsätzen wird durch den TNA gewährleistet, da so frühzeitig mit einer gezielten und umfassenden Therapie begonnen werden kann [Rupp et al., 2022].

eMergent – Digitalisierung im Rettungsdienst

Im Rahmen des deutschen Projekts *eMergent*, das sich mit der fortschreitenden Digitalisierung im Rettungsdienst befasst, wurden insgesamt drei Studien veröffentlicht [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2025].

In der ersten Studie, die auch den ersten Teil der Teilstudie darstellt, wurde eine Befragung durchgeführt, wie Anwender bzw. die Bediensteten des Rettungsdienstes den Prozess der Digitalisierung wahrnehmen und dazu stehen. Dabei stand die Wissensvermittlung von IT-Sicherheit und der Schutz der hochsensiblen personenbezogenen Daten im Fokus [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2023a]. Die zweite Studie dieses Projekts, die als Orientierungsstudie galt, untersuchte die Geräte, die landesweit eingesetzt werden, sowie den allgemeinen Stand der Digitalisierung unter der Verwendung der eingesetzten Medizinprodukte [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2023b].

Die Dritte veröffentlichte Studie, diese stellt den zweiten Teil der Teilstudie dar, beschäftigt

sich mit den Sicherheitsuntersuchungen einer Auswahl von eingesetzten Produkten, die zuvor in der Orientierungsstudie identifiziert wurden. Dabei wurden die Schutzziele der CIA-Triade (Confidentiality, Integrity, Availability) für Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit festgelegt. Sie zeigt ebenfalls mögliche Cyberangriffe mit den Angriffswegen auf die Schwachstellen sowie mögliche Strategien um solche Angriffe abzuwehren bzw. zu vermeiden [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2023c].

Aus der Befragung der ersten Teilstudie geht hervor, dass sowohl Einsatz- als auch Führungskräfte gegenüber den herkömmlichen Geräten einen Vorteil sehen. Auch der fortschreitenden Digitalisierung sind sich die Bediensteten des Rettungsdienstes bewusst. Fahrzeugnavigationssysteme mit Dispositionsfunktion sowie elektronischer Einsatzdokumentation sind bereits flächendeckend etabliert. Als Erfolgsfaktor wird die zuverlässige und effizientere Gestaltung bestehender Prozesse, um eine schnelle und zielgerichtete Patientenversorgung zu gewährleisten. Eine medienbruchfreie Interoperabilität entlang der Rettungskette scheitert bislang am fehlenden Engagement für gemeinsame Standards seitens vieler Hersteller. Auch in Telenotarztsystemen wird große Hoffnung gesetzt. Der Großteil (86% aller befragten Führungskräfte und 76% aller befragten Einsatzkräfte) sehen die Digitalisierung als überwiegend positiv. Es gibt jedoch Kritikpunkte wie Medienbrüche und Zuverlässigkeit der genutzten Lösungen, da diese oft einen Mehraufwand und weniger Nutzen für die Versorgung von Patienten darstellen. Es gibt Verbesserungspotenziale bei der Ausbildung mit digitalen Lösungen, sowie beim Umgang mit Cybersicherheitsvorfällen [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2023a].

Die Orientierungsstudie zeigt auf, dass mit der dezentralen und heterogenen Organisation der Rettungsdienste eine unterschiedliche Wahl bei der Anschaffung von Geräten für den Rettungsdiensteneinsatz einhergeht. So kommt es zur unterschiedlichen Umsetzung von Lösungen sogar von Wache zu Wache innerhalb einer Rettungsbasis. Diese dezentrale Organisation der Geräte führt zu keiner konkreten Übersicht über die aktuellen Produkte, die zurzeit im Einsatz sind. Dadurch ergibt sich auch kein Überblick über den Stand der Digitalisierung. Dennoch lassen sie sich für einzelne Geräte identifizieren, die marktbedingt einheitlich eingesetzt werden [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2023b].

Die Teilstudie 2 des Projekts *eMergent* befasste sich mit den Analysen bezüglich der Sicherheit von Geräten und Software. Zu den Zielen dieser Studie gehörten die Aufzählung von Möglichkeiten eines Cyberangriffes, welche Schwachstellen ausgewählte Produkte aufzeigen und wie Angriffswege aussehen könnten. Es werden auch Empfehlungen abgegeben,

die zur Vermeidung solcher Angriffe führen können. Die Studie nennt mehrere potenzielle Risikofaktoren, darunter physische Angriffe, langsame Update-Zyklen, automatisierte Sicherheitsmaßnahmen, die Verwendung von Standardpasswörtern zur Zugangserleichterung für Aushilfspersonal sowie unzureichend geschützte Schnittstellen zur Herstellung der Interoperabilität mit Krankenhäusern. Die Analyse der Sicherheit der Geräte ergab, dass die Kommunikation aufgrund der dahinterliegenden Protokolle zur Gänze sicher war und die Problemfelder aufgrund eines mangelnden Softwaredesigns bzw. unsicherer Implementierung vorlagen. Die Hersteller zeigten sich kooperativ und implementierten entsprechende Sicherheitsmaßnahmen. Im Rahmen eines anderen Projekts sollen Anforderungen an Medizinprodukte erarbeitet werden und Hersteller bei der Gewährleistung von Cybersecurity unterstützen [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2023c].

ENSURE – Entwicklung smarterer Notfall-Algorithmen durch erklärbare KI-Verfahren

Ein weiteres deutsches Projekt im Rahmen der digitalen Innovation stellt das Projekt *ENSURE* dar [Bundesministerium für Gesundheit, 2023a].

Motiviert wurde dieses Projekt, um eine schnelle Diagnosestellung sowie eine schnelle Einleitung einer entsprechenden Therapie zu gewährleisten. Intelligente Systeme auf Basis von KI-Methoden sollen in Zukunft ärztliches Personal bei der Verbesserung der Prozess- und Ergebnisqualität unterstützen. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines innovativen Systems, welches mithilfe von medizinischem Wissen und KI-Verfahren als Wissens- und Handlungsunterstützung dienen soll. Die zeitkritische Behandlung von Patientinnen und Patienten unterschiedlichen Alters sowie mit verschiedenen Erkrankungen oder Verletzungen ist für das medizinische Personal mit erheblichem Zeit- und Kostendruck verbunden. Das Projekt *ENSURE* verbindet ein regelbasiertes System mit einem KI-basiertem System und versucht so die Diagnosekorrektheit sowie die Diagnosevollständigkeit zu verbessern. Der Prototyp ist so aufgebaut, dass man zunächst Symptome und Befunde eingibt und das System die Diagnosen mit der höchsten Wahrscheinlichkeit und den dazugehörigen Handlungsanweisungen ausgibt. Auf Zufall basierend wird entweder das KI-Modell oder das regelbasierte Modell verwendet. In der Evaluationsstudie kam man bei ca. 1700 Notfallbehandlungen auf eine diagnostische Übereinstimmung zwischen den tatsächlich erstellten Diagnosen und den Diagnosen auf Basis des Prototyps von ca. 63% und 95%, wobei die Diagnosen auf Basis der KI in vielen Fällen schneller abgehandelt wurde. Seit Abschluss des Projekts steht das Produkt in Aus- und Weiterbildung und bietet das Potenzial, die

Notfallversorgung mittels KI nachhaltig zu verbessern [Bundesministerium für Gesundheit, 2023a].

TraumAInterfaces

In der zeitkritischen und medizinisch herausfordernden Situation der Polytraumaversorgung müssen lebenswichtige Informationen in kürzester Zeit erfasst und umgesetzt werden. Eine effektive Behandlung von Patientinnen und Patienten mit einem Polytrauma erfordert eine koordinierte Versorgungskette, an der verschiedene Fachbereiche beteiligt sind. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit findet unter erheblichem Zeitdruck und mit schnellen Entscheidungen statt. Die mündliche Kommunikation dient dabei dem gegenseitigen Verständnis sowie der Weitergabe von Informationen. Das Projekt *TraumAInterfaces* soll mit der Entwicklung und Erprobung eines KI-basierten Spracherkennungssystems für die verbale Kommunikation in der Polytraumaversorgung genau an dieser Problemstelle ansetzen [Bundesministerium für Gesundheit, 2023b].

Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Evaluation eines auf KI basierenden Spracherkennungssystems zur Unterstützung der zwischenmenschlichen Kommunikation in der medizinischen Versorgung von Patientinnen und Patienten mit Polytraumata. Das System soll gesprochene Kommunikation erfassen, automatisch transkribieren und strukturiert aufbereiten. Die so gewonnenen Daten werden mittels KI analysiert und ausgewertet. Die Evaluation des Systems erfolgt unter praxisnahen Bedingungen. Im Rahmen des Projekts wurden zwei praxisorientierte Anwendungsszenarien entwickelt, in denen künstliche Intelligenz zur Unterstützung der Kommunikation in der Versorgung schwerverletzter Patientinnen und Patienten eingesetzt wird. Ein Szenario fokussierte sich auf die strukturierte Erfassung und visuelle Aufbereitung von Informationen während der medizinischen Akutversorgung. Hierbei lag der Schwerpunkt auf einer digitalen Anzeige, die gesprochene Inhalte aufnimmt und in Echtzeit aufbereitete Informationen bereitstellt. Der zweite Anwendungsfall zielte auf die automatisierte Dokumentation von Versorgungsprozessen ab. Dabei wurde ein System entwickelt, das gesprochene Informationen erkennt und zur teilautomatischen Ausfüllung medizinischer Dokumentationsbögen nutzt. Die Projektergebnisse verdeutlichen, dass große Sprachmodelle vielseitige Perspektiven bieten, um die Anwendungsqualität und Verbesserung der unterstützenden Funktionalitäten im klinischen Kontext zu erhöhen [Bundesministerium für Gesundheit, 2023b].

Krankenhauszukunftsgesetz

Das Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG) stellt Fördermittel bereit, um die digitale Infrastruktur von Krankenhäusern zu verbessern. Ein Schwerpunkt liegt auf der Optimierung und Stärkung der Notfallstrukturen durch digitale Lösungen, wobei insgesamt 4.3 Milliarden Euro zur Verfügung stehen [ZTG Zentrum für Telematik und Telemedizin, 2021]. Im Rahmen des Krankenhauszukunftsgesetzes (KHZG) von 2020 wurde beim Bundesamt für Soziale Sicherung ein Krankenhauszukunftsfonds (KHZF) in Höhe von 3 Milliarden Euro eingereicht. Durch eine Eigenbeteiligung der Länder bzw. der Krankenhausträger von 30% kommt man somit auf ein gesamtes Fördervolumen von 4.3 Milliarden Euro. Mit diesen Fördermitteln soll die Umstrukturierung bzw. Verbesserung der digitalen Infrastruktur von Krankenhäusern gewährleistet werden. Laut Vorgaben müssen mindestens 15% der beantragten Gelder in die Verbesserung der IT-Sicherheit investiert werden. Fokus beim KHZG liegen auf der Interoperabilität zwischen Systemen innerhalb eines Krankenhauses sowie nach außen hin, einer verbesserten Dokumentation sowie Kommunikation. Beispiele für diese Schwerpunkte sind Patientenportale, elektronische Dokumentation von Pflege- und Behandlungsleistungen oder digitales Medikamentenmanagement. An zwei Stichtagen im Juni 2021 und Juni 2024 über den Zeitraum von zwei Monaten wurde der Digitalisierungsstand gemessen und dokumentiert. Verpflichtet zur Teilnahme an dieser Evaluierung sind all jene Krankenhäuser, die Fördermittel im Rahmen des KHZG beantragt haben [Bundesministerium für Gesundheit, 2020].

Digital Radar

Im Rahmen des KHZG wurde das Konsortium *DigitalRadar* beauftragt, eine Analyse zum Stand der Digitalisierung in den deutschen Krankenhäusern durchzuführen, sowie die Effekte des Zukunftsfonds auf den Grad der Digitalisierung der Versorgung von Patientinnen und Patienten und regionalen Versorgungsstrukturen zu bewerten. Das Konsortium entwickelte mit Unterstützung eines Expertengremiums aus Gesundheitswesen, Versicherungen, Industrie und Fachverbänden das Reifegradmodell *DigitalRadar*. Dieses basiert auf gesetzlichen Vorgaben des KHZG, etablierten Modellen wie dem Electronic Medical Records Adoption Model (HIMSS EMRAM), sowie Erkenntnissen aus der Literatur. Die Bewertung erfolgt über eine Online-Selbstauskunft durch Krankenhausvertreterinnen und Krankenhausvertretern aus Informationsmanagement, Klinik und Verwaltung. Das klinische Personal wird hinzugezogen, da diese im Alltag mit den digitalen Lösungen arbeiten und somit einen umfassenden Einblick in die praktische Anwendbarkeit sowie

deren Nutzen haben. Das Informationsmanagement ist verantwortlich für die Implementierung digitaler Ressourcen und häufig verantwortlich für die Umsetzung der Ziele des Krankenhauses durch den Einsatz von Technologien. Die Verwaltung ist zuständig für die Formulierung von Unternehmenszielen, um die Optimierung der Versorgungsqualität sowie die Patientensicherheit unter Einsatz digitaler Ressourcen zu gewährleisten. Da der zweite Abschlussbericht erst im Sommer 2025 veröffentlicht wird, werden in weiterer Folge nur die Ergebnisse der ersten Datenerhebung vom Stichtag 30.06.2021 zugezogen [Amelung et al., 2022].

Die insgesamt Teilnehmeranzahl der Krankenhäuser zur ersten Datenerfassung belief sich auf ca. 1.600. Diese hohe Anzahl ist auf die Verpflichtung zur Teilnahme, wenn Fördermittel beantragt wurden, zurückzuführen. Um den Reifegrad mit anderen Ländern zu vergleichen, musste zuerst evaluiert werden, welche anderen Länder sich dafür eignen. Aufgrund der repräsentativen und umfangreichen Daten und nach Überprüfung durch Konsortialpartner wurden die USA, Kanada und Australien als internationale Vergleichsländer bestimmt. Das standardisierte EMRAM-Modell zur Überprüfung des Reifegrades umfasst acht Stufen, wobei 0 die niedrigste und 7 die höchste Stufe der Einbindung digitaler Anwendungen rund um das Krankenhausinformationssystem und zur Unterstützung der Patientenversorgung darstellt. Die Ergebnisse zeigten, dass lediglich ein kleiner Prozentanteil in den USA und Kanada die höchste Stufe erreicht hatten, während der Großteil der verglichenen Länder noch auf Stufe 0 und somit erst am Anfang ihrer digitalen Transformation stehen. Anhand dieser Ergebnisse, die auch für die teilnehmenden Krankenhäuser einsehbar sind, können auch Vergleiche innerhalb Deutschlands erstellt werden. Zusätzlich können Krankenhäuser mit der gewonnenen Transparenz Maßnahmen und Priorisierungen ableiten, um geeignete Digitalisierungsstrategien aufzubauen [Amelung et al., 2022].

Fallbeispiel in der Klinik Freiberg

In diesem Kapitel wird das Digitalisierungsprojekt der zentralen Notaufnahme (ZNA) des Kreiskrankenhauses Freiberg beschrieben, das im Rahmen des Krankenhauszukunftsgesetzes umgesetzt wurde [Fichtner und Hoyer, 2020]. Die ZNA versorgt jährlich rund 25.000 Patientinnen und Patienten. Vor Projektbeginn erfolgte die Dokumentation handschriftlich auf verschiedenen Vordrucken. Dies führte zu Mehrfacheinträgen, unleserlichen oder fehlenden Informationen und einem fehlenden Anschluss an das KIS. In der Fol-

ge konnten bis zu 200 Fälle pro Quartal nicht abgerechnet werden [Fichtner und Hoyer, 2020].

Ziel des Projekts war eine vollständige Digitalisierung durch die Abschaffung von Papiervorlagen, einheitlicher Dokumentationsprozesse, automatischer Integration von Medizindaten (Vitalwerte, Bildgebung, Labor), elektronischer Bettenplanung sowie der automatischen Erzeugung von Entlassdokumenten und Abrechnungsdaten. Medikationspläne sollten per QR-Code erfasst und in die Apothekenliste übernommen werden können [Fichtner und Hoyer, 2020].

Im Frühjahr 2018 wurde eine Notaufnahmemanagementsoftware eingeführt, die über Schnittstellen eine Anbindung an Medizintechnik, Abrechnung, Bettenplanung, Radiologie, Labor und POCT-Geräte ermöglicht. Sie erlaubt die gleichzeitige, berufsgruppenübergreifende Dokumentation aller Behandlungsschritte in einem System, wodurch Informationen nur einmal eingegeben oder automatisiert erfasst werden müssen. Zur Erweiterung wurden ein Leistungskatalog entwickelt, eine Apotheken-Hausliste eingespielt, sowie eine teilautomatisierte Abrechnung integriert. Die Daten werden als PDF im KIS gespeichert, um Archivierungskosten zu sparen. Das System ist mobil und auf allen Klinik-PCs nutzbar, erlaubt parallelen Zugriff und eine einheitliche Dokumentation über Fachabteilungen hinweg. Im November 2018 wurde nach einer Testphase vollständig auf das neue System umgestellt und die Papierdokumentation abgeschafft [Fichtner und Hoyer, 2020].

Als Applikation wird ein webbasiertes Intranet-System eingesetzt, das ohne neue Hardware auskommt und den Behandlungsstand durch Folgebehandler nachvollziehbar macht. Die Kommunikation mit KIS und Medizintechnik erfolgt über HL7-Nachrichten. Der Login erfolgt über Nutzernamen und Passwort, mit optionalem Token-Wechsel. Arztbriefe werden nach Abschluss der Behandlungsdokumentation automatisch generiert und als PDF ins KIS übermittelt. Die softwareseitige Entlassung überträgt abrechnungsrelevante Informationen und erzeugt das passende Dokument. Nur ADT-Daten (inkl. Hausarzt) werden via Schnittstelle übermittelt und erscheinen in der Triage-Liste. Wegen möglicher Verzögerungen wird ein eigener Server empfohlen. Radiologiebilder werden über einen Java-Client patientenbezogen per ID abgerufen, um Suchzeiten und Verwechslungen zu reduzieren. Radiologieanforderungen lassen sich direkt aus dem System erstellen. Ein Bettenkonsil kann elektronisch angefragt und vom Bettendispatcher bestätigt werden, um Telefonate zu ersetzen. Bei Systemausfall erfolgt die Dokumentation über vorbereitete PDF-Vordrucke, die später manuell ergänzt und fotointegriert werden müssen. Zur Im-

plementierung gehörte die Schulung des Personals sowie die Anpassung von Prozessen. Die Einführung des System erfolgte Mitte November 2018 mit Unterstützung der IT, der Notaufnahmeleitung und der Softwarefirma. Einzelne Einschränkungen bestehen weiterhin, etwa im Bereich Login und Abrechnung [Fichtner und Hoyer, 2020].

Die Behandlungs- und Triagedaten werden nun vollständig und teilautomatisiert in einem einzigen System dokumentiert, wodurch Doppeldokumentationen entfallen. Ein elektronischer Lageplan bietet einen Überblick über alle Patientinnen und Patienten und freie Behandlungsplätze, inklusiver einfacher Verschiebungen mit Datenübernahme. Bettenanforderungen werden über einen Bettendispatcher abgewickelt, auch mobil per Tablet. Medikationspläne können per QR-Code eingelesen und an die Hausapotheke angepasst werden, somit entfällt eine manuelle Erfassung der Dauermedikation. Durch Barcode-Scan am Patientenarmband werden Vitaldaten automatisch übernommen. Auch Labor-, POCT-, Bild- und Fotodaten werden direkt in die Dokumentation integriert, somit entfallen Rückfragen und manuelle Arbeitsschritte. Bilder wie EKG, Ultraschall oder Röntgen sind per Klick abrufbar, Fotos lassen sich direkt mit Tablet- oder Laptopkamera einfügen. Die Dokumentation ist nun auch abrechnungsrelevant optimiert. Entlassungen erfolgen erst nach Eingabe einer ICD10-Diagnose, dadurch amortisierten sich die Systemkosten innerhalb eines Jahres. Die verbesserte Raumbelugung und transparente Kommunikation erhöhten zudem die Patientenzufriedenheit. Insgesamt führt die Systemintegration zu höherer Dokumentationsqualität, besseren Abläufen und einer positiven Außenwirkung der Notaufnahme [Fichtner und Hoyer, 2020].

4.2 Österreich

4.2.1 Laufende und abgeschlossene Projekte

Telenotarztsysteme

In Niederösterreich startete im November 2020 das Projekt Telenotarzt [Niederösterreich, 2020]. Ziel dieses Projekts war die Miteinbeziehung einer Notärztin bzw. eines Notarztes, die oder der nicht vor Ort ist in Echtzeit. Bei einer rapiden Verschlechterung des Zustands einer Patientin oder eines Patienten bzw. wenn es weitere Aufklärung durch eine Expertin oder einen Experten bedarf, kann eine Ärztin oder ein Arzt konsultiert werden. Da es sich dabei um die Übertragung von sensiblen, personenbezogenen Daten handelt, muss

die Patientin oder der Patient bzw. Angehörige, aufgeklärt und um Einwilligung gebeten werden. Umgesetzt wurde dieses System durch eine Datenbrille, an der eine Kamera befestigt wurde. So konnte der Arzt seine Expertise einbringen und hatte gleichzeitig Einblick auf das Geschehnis. Laut Bericht wurden im Rahmen dieses Projekts acht Einsätze auf diese Weise durchgeführt, von denen alle sowohl vom Personal des Rettungsdienstes, den Notfallärztinnen und Notfallärzten und den Patientinnen und Patienten als positiv bewertet wurden. Neben den Einsatztests gehörte auch die Abdeckung in sämtlichen Bereichen schon von Beginn an zu den Projektzielen. Um diese Ziele zu gewährleisten, wurde ein Kontrollgremium zusammengestellt, welches aus Expertinnen und Experten der Ärztekammer Niederösterreich, der Landesgesundheitsagentur, der niederösterreichischen Patienten- und Pflegeanwaltschaft, dem Roten Kreuz Niederösterreich sowie aus Ethik-Experten bestand, unter der Unterstützung von Medizinanthropologen der Universität Wien und Datenschutz-Experten. Die verwendeten Systeme wurden von EVOLARIS und Sanitas zur Verfügung gestellt [Niederösterreich, 2020].

Zwei Jahre später hat sich das Projekt bereits erfolgreich entwickelt. Zum Stand des Artikels zeichnete man bereits 50 erfolgreiche Einsätze auf, die durch dieses Projekt unterstützt wurden. Im Fokus liegt die Beurteilung der EKG-Kurven durch Expertinnen und Experten. Seit Beginn des Projekts ist dieses System in neun Standorten in Betrieb und an der Aktivierung von vier weiteren Standorten wird noch gearbeitet. Das Rettungsdienstpersonal wird informiert, sobald sich ein Notarzt oder eine Notärztin anmeldet und zur Unterstützung bzw. Konsultation bereitsteht. An einem Schulungsprogramm, um das Personal auch zukünftig auf dieses System vorzubereiten wird derzeit noch gearbeitet. Mittlerweile ist man von der oben genannten Datenbrille auf ein herkömmliches Smartphone bzw. Tablet umgestiegen, um einen einfachen und ortsunabhängigen Zugang für das Rettungsdienstpersonal und den Notärzten und Notärztinnen zu gewährleisten. Bei der benutzten Software handelt es sich um ein zertifiziertes Medizinprodukt und auch der Datenschutz ist gewährleistet, weil keine Daten auf den Endgeräten zwischengespeichert werden [Niederösterreich, 2022].

Mittlerweile hat sich dieses Projekt als eine Säule der präklinischen Versorgung kristallisiert. Das System kommt inzwischen auch in Kärnten, Vorarlberg, Oberösterreich und Salzburg mit insgesamt 20 Telenotärztinnen und Telenotärzten mit abwechselndem Schichtdienst zum Einsatz. Die Zahl der Telenotarzteinsätze steigt stetig und man zeichnet mittlerweile ca. 150 Einsätze pro Monat auf. Auch die Notfallsanitäterinnen und Notfallsanitäter sind bereits routiniert im Einsatz mit diesem System. Das Projekt baut weiterhin auf, nichtärztliches Rettungspersonal rund um die Uhr eine Telenotärztin oder

einen Telenotarzt hinzuziehen zu können, um als unterstützende Beratung zu dienen und die präklinische Versorgung zu verbessern [Niederösterreich, 2024].

Emergency Eye

Als Vorreiter von Österreich setzt Niederösterreich auf ein ähnliches System wie die Schweiz. Mit dem Projekt *Emergency Eye* wurden im April 2024 sämtliche Leitstellen im niederösterreichischen Raum mit der Software Emergency Eye ausgestattet [Notruf-NOE, 2024].

Die Hauptfunktion, nämlich die der Videoübertragung seitens des Anrufers, verläuft ähnlich wie im System in der Schweiz. Der Anrufer bekommt, nach Einwilligung zur Videoübertragung, einen Link per SMS, woraufhin der Anrufer nochmal um Übertragungsberechtigungen bittet. Das System erfordert keine Apps von Dritten und kann direkt im Browser genutzt werden. Das System bietet ebenfalls die Möglichkeit zur Standortortung. Anders als die Software, die in der Schweiz zum Einsatz kommt, liefert Emergency Eye noch weitere Funktionen. Beispielsweise bietet die Software eine Chatfunktion, die in 12 verschiedene Sprachen übersetzen kann, um eine sprachliche Barriere bei der Erstversorgung so gut als möglich zu verhindern. Neben der Chatfunktion können von der Leitstelle auch Bilder bzw. Videos angefertigt werden, um diese mit weiteren Rettungsmitteln bzw. mit Ärztinnen oder Ärzten, die dazugeschaltet sind, teilen. Mit einer verschlüsselten Übertragung ist auch der Datenschutz gewährleistet. In weiterer Folge werden die Daten der Videoübertragung nicht gespeichert. Ziele dieses Projekts sind eine bessere Einschätzung der Dringlichkeit der Notfallsituation und in weiterer Folge auch ein gezielterer Einsatz bzw. eine gezieltere Zuweisung von Notfallressourcen. Ungefähr zum selben Zeitraum wurde dieses Produkt auch in der Steiermark implementiert [NotrufNOE, 2024].

ELGA

Einen Fortschritt in der Digitalisierung des österreichischen Gesundheitswesens wurde mit der Einführung und dem kontinuierlichen Ausbau der Elektronischen Gesundheitsakte (ELGA) erzielt [Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, 2024a]. ELGA ist eine zentrale digitale Plattform, auf der medizinische Informationen wie Befunde, Entlassungsbriefe, Röntgen- und Laborergebnisse sowie Medikationsdaten strukturiert gespeichert werden und zwischen behandelnden Ärztinnen

und Ärzten, Krankenanstalten, Pflegeeinrichtungen und Apotheken sicher geteilt werden können. Ziel ist es, die Behandlungsqualität durch einen schnellen, vollständigen und ortsunabhängigen Informationszugang zu verbessern. ELGA ist mittlerweile in weiten Teilen des Gesundheitswesens etabliert und wird von 69% der österreichischen Krankenanstalten (100% der öffentlichen und 55% der privaten Einrichtungen), 84% der niedergelassenen Kassenärztinnen und Kassenärzten (99% eMedikation, 40% eBefunde und 80% eImpfpass) und 97% der öffentlichen Apotheken genutzt. Auch Patientinnen und Patienten haben über das ELGA-Portal die Möglichkeit ihre Gesundheitsdaten online einzusehen und zu verwalten, etwa indem sie Befunde einsehen oder Zugriffsberechtigungen steuern. Trotz anfänglicher Skepsis hat sich ELGA als stabiles und nützliches System erwiesen, das laufend weiterentwickelt wird, etwa durch die Einbindung zusätzlicher Funktionen und weiterer Leistungserbringer, wie Rehabilitationszentren und Pflegeeinrichtungen.

In akuten Situationen, in denen eine schnelle medizinische Entscheidung erforderlich ist und oft keine Zeit für eine ausführliche Anamnese bleibt, kann der unmittelbare Zugriff auf relevante Gesundheitsdaten, etwa zu Vorerkrankungen, Allergien, Dauermedikation oder früheren Krankenhausaufenthalten, entscheidend sein. Dies wird durch ELGA ermöglicht. Besonders bei bewusstlosen oder nicht auskunftsfähigen Patientinnen oder Patienten kann ELGA lebenswichtige Informationen liefern und somit helfen Fehlbehandlungen zu vermeiden und die Therapie gezielter und sicherer zu gestalten. Damit trägt ELGA zur Verbesserung der Versorgungsqualität und Patientensicherheit bei [Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, 2024a].

e-Impfpass

Ein Teilprojekt innerhalb der ELGA ist der elektronische Impfpass (e-Impfpass), der insbesondere im Zuge der COVID-19-Impfkampagne Einzug in den Regelbetrieb fand [Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, 2025b].

Er ersetzt die traditionelle Impfdokumentation auf Papier und bietet eine aktuelle, zentrale und für berechtigten Personen, beispielsweise eine Hausärztin oder ein Hausarzt, abrufbare Übersicht über alle durchgeführten Impfungen. Der e-Impfpass ist mittlerweile flächendeckend im Einsatz und hat sich im Alltag bewährt, sowohl bei Routineimpfungen als auch bei der pandemiebedingten Erfassung und Auswertung von COVID-19-Impfungen. Neben der besseren Dokumentation soll der e-Impfpass künftig auch Funktionalitäten, wie automatische Erinnerungssysteme für Auffrischungsimpfungen oder indivi-

duelle Impfpfehlungen, ermöglichen. Auch in der notfallmedizinischen Versorgung kann der e-Impfpass einen wertvollen Beitrag leisten, insbesondere in Situationen, in denen eine schnelle Einschätzung des Impfstatus medizinisch relevant ist. Dies betrifft beispielsweise die Tetanusprophylaxe bei offenen Verletzungen, die Indikation für Tollwutimpfungen nach Tierbissen oder die Einschätzung des Risikos bei potenziell impfpräventablen Infektionskrankheiten. In solchen Fällen ermöglicht der unmittelbare digitale Zugriff auf den aktuellen Impfstatus eine rasche und evidenzbasierte Entscheidungsfindung. Darüber hinaus kann der e-Impfpass auch aus infektiologischer Sicht, etwa zur Einschätzung des Immunstatus bei Ausbruchsgeschehen oder im Falle von nosokomialen Infektionen, einen wertvollen Beitrag zur Patientensicherheit und zum Schutz des medizinischen Personals leisten [Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, 2025b].

e-Rezept

Ebenfalls gut etabliert ist das elektronische Rezept (e-Rezept), das im Jahr 2022 österreichweit eingeführt wurde. Es ersetzt das klassische Papierrezept durch eine vollständig digitale Lösung, die auf das bestehende ELGA-System aufbaut [Dachverband der Sozialversicherungsträger, 2022].

Verschreibungen werden nun direkt elektronisch übermittelt, sodass Patientinnen und Patienten ihre Medikamente unkompliziert mit ihrer e-Card oder über das ELGA-Portal in der Apotheke einlösen können, auch ohne ein physisches Rezept in den Händen zu halten. Dieses System bringt eine spürbare Entlastung für Arztpraxen, Apotheken und Patientinnen und Patienten: Es reduziert bürokratischen Aufwand, minimiert Übertragungsfehler und erhöht die Arzneimittelsicherheit. Besonders in der Pandemie hat sich das e-Rezept als flexibles und zuverlässiges Instrument bewährt, etwa durch die Möglichkeit, Rezepte auch ohne persönlichen Arztbesuch auszustellen und einzulösen. Das e-Rezept ist heute ein fester Bestandteil der österreichischen Gesundheitsversorgung und wird kontinuierlich optimiert, zum Beispiel durch die Erweiterung der Kompatibilität mit Praxissoftwares oder der Reduktion von technischen Störungen und Übertragungsfehlern.

Im Kontext der Notfallversorgung leistet auch das e-Rezept einen Beitrag zur strukturierten Weiterbehandlung und Versorgungssicherheit nach der Akutphase. So können etwa nach der Entlassung aus der Notaufnahme benötigte Arzneimittel, wie Schmerzmittel, Antibiotika oder Thromboseprophylaxe, unmittelbar verschrieben werden, wodurch eine

nahtlose Fortsetzung der Therapie gewährleistet wird. Darüber hinaus ermöglicht das System bei Wiederaufnahmen oder Folgebehandlungen eine transparente Nachvollziehbarkeit früherer Verschreibungen und unterstützt somit eine koordinierte, sichere und effiziente Arzneimittelversorgung im gesamten Behandlungspfad [Dachverband der Sozialversicherungsträger, 2022].

eHealth Strategie

Ziel der eHealth-Strategie Österreichs ist es den Informationsfluss zwischen Rettungsdiensten, Notaufnahmen und weiterbehandelnden Einrichtungen durch digitale Mittel deutlich zu verbessern, stets unter Wahrung von Datenschutz, Versorgungsqualität und Chancengerechtigkeit. Durch die Verfügbarkeit entscheidungsrelevanter Daten, wie Medikation, Vorerkrankungen oder Allergien, sollen Diagnostik und Behandlung im Notfall optimiert und beschleunigt werden. Ein weiterer Bestandteil der Strategie ist der Ausbau telemedizinischer Angebote. Dazu zählen insbesondere Telekonsile sowie Telenotarztsysteme, die auch in strukturschwachen oder ländlichen Regionen eine zeitnahe fachärztliche Unterstützung ermöglichen. Diese telemedizinischen Lösungen tragen wesentlich dazu bei, die Erstversorgung zu verbessern und lebenswichtige Maßnahmen schneller einzuleiten. Die Strategie legt zudem großen Wert auf den Ausbau einer interoperablen digitalen Infrastruktur. Systeme, wie ELGA, sollen auch im Notfallkontext effizienter nutzbar werden. Dafür wird ein gesicherter Zugriff im sogenannten Notfallmodus vorgesehen, der eine datenschutzkonforme, aber schnelle Einsicht in relevante Gesundheitsinformationen erlaubt. Darüber hinaus sieht die eHealth-Strategie die Entwicklung digitaler Frühwarnsysteme und Entscheidungstools vor. Diese können auf Basis vorhandener Daten automatisierter Einschätzungen liefern und so medizinisches Personal bei der schnellen Priorisierung und Behandlung von Patientinnen und Patienten unterstützen, etwa bei Verdacht auf Schlaganfall, Herzinfarkt oder anderen zeitkritischen Zuständen. Schließlich wird auch die verbesserte digitale Vernetzung mit Katastrophenschutz, Leitstellen und anderen Akteuren des Krisenmanagements angestrebt. Gemeinsame Plattformen zur Ressourcen- und Kapazitätskoordination sollen helfen in Ausnahmesituationen, wie Großschadenslagen oder Pandemien, rasch und gezielt zu handeln [Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, 2024b].

4.3 Schweiz

4.3.1 Laufende und abgeschlossene Projekte

Videotelefonie in Notrufzentralen

[Schneiter et al., 2024] beschreiben den Einsatz von Videotelefonie im Schweizer Kanton Wallis geprüft. Seit November 2021 setzt man in der dortigen Notrufzentrale auf die Software Urgentime, die es dem Zuteiler erlaubt, auf die Kamera des Anrufers zuzugreifen. Der Anrufer wird zuerst über die Nutzung dieses Programms aufgeklärt und kann dann über einen Link, den er von einer SMS-Nachricht erhält, seine Bestätigung zur Nutzung der Kamera abgeben. Es besteht auch die Möglichkeit Bilder, Dokumente, Anleitungen oder Instruktionsvideos an den Bildschirm des Anrufers zu senden, um dem Disponenten mehr Eindruck vom Einsatzort zu verschaffen. Aus datenschutzrechtlichen Gründen werden die Videoaufnahmen nicht gespeichert, es gibt allerdings die Möglichkeit, Screenshots aufzunehmen und zu speichern. Ebenso ist die Vertraulichkeit durch verschlüsselte Übertragungen gewährleistet. Zur Datenerhebung im Rahmen der Studie wurden alle Anrufe, bei denen die Software zum Einsatz kam, erfasst. Ebenfalls mussten Angaben zu technischen Problemen, zur Qualität der Verbindung und auch zum Mehrwert für die Ortung, die Sicherheit und zur Beurteilung des Gesundheitszustands gemacht werden. Auch ein kleiner Teil der Anrufer wurde nach der Benutzerfreundlichkeit, Nützlichkeit und Zufriedenheit gefragt. Auch nach dem zweijährigen Erhebungszeitraum wurden die Disponenten bezüglich deren Erfahrung und Zufriedenheit mit dem Produkt befragt. Mit dieser Befragung sollten sich Szenarien bzw. Krankheitsbilder herauskristallisieren, wo sich die Videotelefonie als besonders nützlich erweist. Im Zeitraum der Datenerhebung von November 2021 bis Januar 2024 wurde bei 1972 Anrufen versucht auf ein Videotelefonat umzusteigen. Bei knapp über 80% dieser Anrufe wurde dieser Umstieg auch akzeptiert. Die Ergebnisse zeigen, dass sich bei den stattgefundenen Videotelefonaten eine klare Aufteilung der Dringlichkeitsstufen auftat. So wurden 44% als lebensbedrohlich, 19% als möglicherweise lebensbedrohlich, 17% als dringend, 11% als geringe Dringlichkeit und 5% als Reanimation eingestuft. Die nicht stattgefundenen Videotelefonate wurden durch technische Probleme (geringe Bandbreite, zu alte Smartphone-Versionen, Roaming-Probleme), aber auch Bedienerfehler, durch mangelnde Erfahrung mit einem Smartphone, und zeitliche Probleme erklärt. Ein geringer Prozentsatz lehnte die Videotelefonie ab und in wenigen Fällen ist keine Ursache bekannt. Die Qualität der Bild- und Tonwiedergabe sowie der Mehrwert bei den Videotelefonaten wurde von über 90% der

Befragten als positiv empfunden. Davon gaben 98% an, durch den Einsatz von Videotelefonaten beruhigter gewesen zu sein. Knapp zwei Drittel der Befragten Disponenten sehen dieses Projekt als eine erfolgreiche Verbesserung der Arbeitsqualität und wünschen sich eine Fortführung. Auch zur Beurteilung des Gesundheitszustandes bezüglich Blutungen, Atmung, Bewusstsein, Hautkolorit, Verletzungen, Krampfanfällen und des Bewusstseinszustands, wird die Videotelefonie als hilfreich angesehen. Es werden von den Disponenten auch weitere Beispiele genannt, bei denen man durch Videotelefonie profitieren kann, die nicht direkt mit dem Patientenkontakt zu tun haben. So werden von den Disponenten auch weitere Beispiele genannt, bei denen man durch Videotelefonie profitieren kann, die nicht direkt mit dem Patientenkontakt zu tun haben. So können sich Disponenten bei Verkehrsunfällen anhand des Schadensgrades der Fahrzeuge ein exakteres Bild der Situation machen, als nur von verbalen Beschreibungen. Auch die Zufahrtsmöglichkeiten und Hindernisse können durch Videoanrufe klarer identifiziert werden. Es gab auch Situationen, wo der Rettungswagen aufgrund eines mangelnden Zugangs storniert werden musste und gleich ein Helikopter angefordert wurde. Auch aus Sicht der Anrufer gelten Videotelefonate als positiv. Der Großteil mit über 90% gab an, sich durch die Videotelefonate sicherer zu fühlen und waren mit der Unterstützung der Disponenten zufrieden. Es werden durch die Videotelefonate auch einige Probleme identifiziert. So würde die Dauer der Telefonate teilweise verlängert werden, daher muss bei erhöhtem Anrufaufkommen auf Videotelefonie verzichtet werden, um der priorisierten Pflicht, Rettungsmittel zu alarmieren entgegenzukommen. Es wird auch mehrfach erwähnt, dass Disponenten Probleme haben, wenn sie die Einsicht zu Einsatzorten bekommen, die sie nicht gewöhnt sind. Zu diesen Szenarien gehören laut Angaben beispielsweise schwerere Unfälle, bei denen Kinder involviert sind. Dies würde im weiteren Verlauf bzw. beim standardmäßigem Gebrauch von Videotelefonie den Einsatz von Schulungen und Notfallpsychologen für Disponenten mit sich ziehen [Schneiter et al., 2024].

DigiSanté

Das nationale Programm *DigiSanté* markiert einen Schritt in der digitalen Transformation des Schweizer Gesundheitswesens [Bundesamt für Gesundheit (BAG), 2025].

Beginnen soll dieses Projekt 2025 und bis 2034 andauern. Das Programm wurde vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) und dem Bundesamt für Statistik (BSF) entwickelt und verfolgt vier strategische Ziele. Das erste Ziel ist die Förderung der Digitalisierung

mit einer Schaffung von einheitlichen Standards und Infrastrukturen, um einen nahtlosen Datenaustausch zu gewährleisten. Das zweite Ziel ist die Steigerung der Effizienz durch die Reduktion des administrativen Aufwands durch das Once-Only-Prinzip. Dieses Prinzip besagt, dass Daten nur einmal erfasst und mehrfach genutzt werden können. Das dritte Ziel beschreibt die Patientensicherheit. Sicherer und schneller Zugriff auf relevante Gesundheitsdaten und die damit einhergehende Verbesserung der Behandlungsqualität stehen hier im Fokus. Das vierte Strategieziel beinhaltet die Möglichkeit zur Sekundärnutzung. Hier sollen erfasste Gesundheitsdaten für die Forschung, Planung und Steuerung unter Einhaltung des Datenschutzes genutzt werden können [Bundesamt für Gesundheit (BAG), 2025]. Ein weiterer Aspekt dieses Projekts ist die Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren im Gesundheitswesen, darunter Spitäler, Rettungsdienste und Forschungseinrichtungen.

Obwohl es kein spezifisches Projekt für die Notfallmedizin darstellt, sind die darin gestellten Maßnahmen auch für Teilbereiche in der Notfallmedizin von Relevanz. Der schnelle Datenzugriff sowie die angestrebte Interoperabilität zwischen Systemen ermöglicht es Notfallteams lebenswichtige Informationen schnell zu erfassen. Durch standardisierte Schnittstellen wird eine effizientere Kommunikation zwischen Rettungsdiensten, Notaufnahmen und weiterbehandelnden Einrichtungen ermöglicht. Dies gewährleistet den bruchfreien Informationsfluss zwischen diesen Akteuren. Durch das Once-Only-Prinzip wird auch die Notwendigkeit mehrfacher Datenerfassung und die damit verbundenen Fehlerquellen reduziert, das ebenfalls die Behandlungsqualität verbessert. Auch KI-Systeme sollen in diesem Projekt Einzug in das Gesundheitssystem der Schweiz finden. In der Notfallmedizin können KI-Systeme beispielsweise bei der Triage sowie bei der Prognose von Diagnosen unterstützend eingesetzt werden [Schweizerische Eidgenossenschaft, 2025b].

AMIS Plus – Schweizer Herzinfarktregister

Das Projekt *AMIS Plus* ist ein nationales Register, das seit 1997 existiert und kontinuierlich Daten zu Patientinnen und Patienten mit akutem Herzinfarkt in der Schweiz sammelt [AMIS Acute Myocardial Infarction in Switzerland, 2023]. Es wurde mit dem Ziel ins Leben gerufen, die Qualität der Herzinfarktversorgung landesweit zu verbessern und datenbasierte Vergleiche zwischen verschiedenen Spitälern zu ermöglichen. Die Digitalisierung spielt dabei eine zentrale Rolle. *AMIS Plus* ermöglicht eine standardisierte, elektronische Erfassung klinischer Daten, beginnend bei der Aufnahme der Patientin oder des Patienten

bis hin zur Entlassung und Nachsorge. Über 80 schweizer Spitäler nehmen freiwillig an dem Register teil und dokumentieren detailliert Informationen zu Symptomen, Diagnostik, Therapie und klinischem Verlauf der Patientinnen und Patienten. Diese umfassenden Datensätze ermöglichen es, Versorgungsdefizite frühzeitig zu erkennen, Behandlungsstandards weiterzuentwickeln und neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen. Zudem fließen die anonymisierten Daten regelmäßig in nationale und internationale Studien ein, wodurch die Forschung im Bereich der Notfallkardiologie unterstützt wird. Ein besonderer Fokus liegt auf der Optimierung zeitkritischer Prozesse wie der Door-to-Balloon-Time (DTB) bei sogenannten ST-Hebungsinfarkten. Unter dieser Door-to-Balloon-Time versteht man die Zeit zwischen der die Patientin oder der Patient im Spital ankommt (Door) bis hin zum Eingriff, bei dem ein Ballonkatheter eingesetzt und aufgeblasen wird (Balloon). Eine kurze DTB ist also ausschlaggebend, um den Herzmuskel möglichst schnell wiederherzustellen und Schäden zu minimieren. *AMIS Plus* hilft dadurch nicht nur, die unmittelbare Patientenversorgung zu verbessern, sondern liefert auch datengestützte Grundlagen für gesundheitspolitische Entscheidungen und die Planung zukünftiger Versorgungsstrukturen. Das Projekt zeigt exemplarisch, wie digitale Lösungen in der Notfallmedizin konkrete Verbesserungen in der Patientenversorgung ermöglichen können [AMIS Acute Myocardial Infarction in Switzerland, 2023].

Kapitel 5

Chancen und Herausforderungen

Automatisierungssysteme, wie zum Beispiel Unterstützungssysteme bei der Diagnostik, die teilweise mit künstlicher Intelligenz arbeiten, bergen Potenzial für die Notfallmedizin, insbesondere angesichts der hohen Anforderungen an Geschwindigkeit und Präzision in zeitkritischen Situationen. Durch den Einsatz dieser Systeme können Diagnosen gezielter gestellt und medizinische Entscheidungen unterstützt werden. Neben der beschleunigten Diagnostik bieten diese Systeme auch generell vielfältige Möglichkeiten zur Entlastung des medizinischen Personals und zur Verbesserung der Patientenversorgung. Das folgende Kapitel beleuchtet die Chancen und Herausforderungen, die mit der Integration von künstlicher Intelligenz, Machine Learning und anderen Automatisierungssystemen in der Notfallmedizin verbunden sind.

5.1 Digitale Schnittstellenlösungen in der Notfallmedizin

Die Studie von [Trentzsch et al., 2020] beschreibt Problemfelder, wie Datenschutz, Datentransfer und Interoperabilität als wesentliche Herausforderungen für die Digitalisierung in der Notfallmedizin. Die Autoren sehen großes Potenzial bei der Anwendung an der Nahtstelle zwischen Rettungskräften und der innerklinischen Versorgung. So sollen KI-Systeme genutzt werden, um den Prozess der Triage zu beschleunigen und Vorhersagen für stationäre oder ambulante Patienten genauer zu treffen.

Ebenfalls großes Potenzial zeigt sich in der Telematik bei der Übertragung medizinischer Daten vom Einsatzort in den Schockraum. Es gibt bereits Systeme, die die Übertragung von EKG-Daten erlauben, bei anderen wichtigen Daten gibt es noch Schwierigkeiten zur Übertragbarkeit aufgrund von nicht standardisierten Schnittstellen. Die Anmeldung von

Schwerverletzten im Krankenhaus durch das Rettungspersonal ist bereits in Deutschland und Österreich in Gebrauch, der Einfluss auf das Behandlungsergebnis ist jedoch nicht bekannt. Um diese Anmeldung effizient gestalten zu können, sollten Patientendaten automatisch erhoben werden können. Diese automatische Datenerhebung bringt jedoch eine gewisse Fehleranfälligkeit für beispielsweise übersehene Folgefehler mit sich. Einen weiteren Ansatz, der bereits in Deutschland Gebrauch findet, stellt die Teleassistenz dar. Hier nehmen qualifizierte Notärzte an Videokonferenzen teil, um dem Rettungsdienstpersonal zur Unterstützung und Anleitung zu dienen [Trentzsch et al., 2020].

Auch die Studie von [Klumpp et al., 2022] zeigt, dass ein digitales System bei der Notfallmedizin sowohl dem klinischen Personal, als auch dem Rettungsdienst den Prozess der Informationsabfragung und Informationsübertragung beschleunigt und effizienter gestaltet. Als digitales System zur Unterstützung der Notfallmedizin soll hier eine Software dienen, die bei der Entscheidung hilft, welches das nächstgelegene Krankenhaus mit passenden Ressourcen bzw. Schwerpunkt ist. Zu den technischen Anforderungen zählen hier die klinischen Kapazitäten des Krankenhauses, der Behandlungsschwerpunkt und die Distanz basierend auf den Standpunkt des Anwenders. Sobald das passende Krankenhaus ausgewählt wurde, können notwendige Patientendaten an den Schockraum des Krankenhauses geschickt werden. Bei mehreren Schockräumen sollte auch eine Liste integriert sein, um die Möglichkeit der Auswahl eines Schockraums zu bieten [Klumpp et al., 2022].

5.2 Künstliche Intelligenz in der Notfallmedizin

Die Vergleichsstudie von [Masanneck et al., 2024] untersuchte Large Language Models (LLMs), ChatGPT, Chatbots auf Basis von LLMs und Ärztinnen und Ärzte auf unterschiedlichen Ausbildungsniveaus auf ihre Effizienz und Richtigkeit. Im weiteren Verlauf wird überprüft, ob LLM-Ergebnisse Ärztinnen und Ärzte in Ausbildung bei der Manchester-Triage unterstützen können bzw. ob diese auch Anleitung geben können. Hier wurden 124 voneinander unabhängige Notfälle eines einzigen Tages aus dem Universitätsklinikum in Düsseldorf ausgewählt und in anonymisierte, englische Fallvignetten transformiert. Diese Vignetten wurden so abgeändert, dass sie nur medizinisch relevante Informationen enthielten. Die Durchführung übernahm ein Arzt nach einem vorgegebenen Prozedere. Auch das Alter der Patienten wurde bei Fällen, bei denen es keinen Einfluss

nimmt, leicht abgeändert. Vitaldaten wurden, wenn verfügbar bzw. klinisch notwendig, hinzugefügt. Ein weiterer Arzt überprüfte, ob jegliche Daten, die zu einer möglichen Identifikation führen könnten, entfernt wurden. Beide Ärzte waren nicht in der Bewertung der Fälle involviert. Diese wurde von zwei in der Manchester-Triage geschulten Mitarbeitern übernommen, wobei ein dritter bei Uneinigkeit an der Diskussion teilnahm, um zu einer Konsens-Triage zu kommen. Die Entscheidung der Einschätzung basierte auf der fünften Version des deutschen Manchester-Triage-Systems (MTS). Dieses beinhaltet 5 Level und dazugehörige Farben, wobei Level 1 (Rot) für sofortige Behandlung, Level 2 (Orange) für sehr dringende Behandlung innerhalb von 10 Minuten, Level 3 (Gelb) für dringende Behandlung innerhalb der nächsten 30 Minuten, Level 4 (Grün) für eine Standardbehandlung innerhalb der nächsten 90 Minuten und Level 5 (Blau) für eine nicht dringende Behandlung innerhalb der nächsten 120 Minuten stehen. Des Weiteren wurden vier Ärzte herangezogen, die keine Schulung der MTS hatten, aber regelmäßig in ihrer Facharztausbildung in der Notaufnahme arbeiten, um diese Fallvignetten einzuschätzen. Zwei dieser Ärzte befanden sich im zweiten Jahr ihrer Facharztausbildung und zwei im dritten Jahr. Die Fallvignetten wurden zwei Versionen von OpenAIs ChatGPT, mit den Versionen GPT-3.5 und GPT-4, zur Verfügung gestellt, wobei die Prompts zuvor manuell auf die besten Ergebnisse geprüft wurden. Die Chatbots sollten eine Manchester-Triage-Einschätzung durchführen und dieser Vorgang wurde viermal identisch wiederholt, um den probabilistischen Charakter von LLMs auszugleichen. Vergleichsweise wurden auch andere LLM-Modelle (GPT-4, Llama 3 70B, Gemini 1.5 und Mixtral 8x7b) herangezogen. Danach wurden diese Ergebnisse mit Erklärungen den nicht ausgebildeten Ärzten übergeben, um ihre Entscheidungen zu überdenken. Eine hypothetisch beste Leistung in diesem Szenario wurde definiert als die bestmögliche Kombination der Entscheidungen der Ärzte mit den Antworten von ChatGPT und stellt damit das maximal erreichbare Verbesserungspotenzial durch den Einsatz von ChatGPT dar. Wie zu erwarten, waren alle LLMs in der Lage eine Manchester-Triage anzugeben und wiesen jedem Fall ein Level bzw. eine Farbe zu. Es wurde eine gewisse Übereinstimmung zwischen der Konsens-Triage und aller oben genannte Gruppen (LLMs, ChatGPT beider Versionen und den ungeschulten Ärzten) festgestellt. Die ChatGPT-Version GPT-3.5 wies eine signifikant niedrigere Übereinstimmung auf als GPT-4. Die Werte aus der Kombination der GPT-4 basierenden ChatGPT-Antworten und denen der ungeschulten Ärzte wiesen eine leichte Verbesserung auf, blieben aber unter der zuvor definierten hypothetisch besten Leistung. Auch die anderen Modelle schnitten mit wenig bis moderaten, aber nicht signifikanten Unterschieden ab. Die Ergebnisse zeigten auch, dass die ChatGPT-Modelle eher in Richtung Übertriage und die ungeschulten Ärzte Richtung Untertriage tendieren, während die Kombination

aus beiden einen Ausgleich darstellt. Die Analyse ergab, dass selbst Modelle für den generellen Zweck, wie das herkömmliche ChatGPT dem Niveau ungeschulter Ärzte bezüglich der Triage von Notfällen gleichkommt. Mit der Möglichkeit Fragen zu stellen bzw. ähnliche Interaktionen mit dem Modell, das in dieser Studie nicht erlaubt war, könnte man noch ein typisches Setting in der Notaufnahme darstellen, welches zu genaueren Ergebnissen führen könnte. Die Integration von LLMs ist nicht nur für die Genauigkeit der Entscheidungsfindung vielversprechend, sondern wirkt sich potenziell auch auf die Effizienz und das Zeitersparnis, zwei Faktoren, die in der Notfallmedizin kritisch sind, positiv aus. Aus der Studie geht heraus, dass es noch einige mögliche Faktoren gibt, die es bei der Verbesserung solcher Modelle zu beachten gilt. So könnte man diese LLMs mit weiteren Fällen und den Ergebnissen der Triage und auch Anleitungen zur MTS antrainieren, um exaktere Ergebnisse zu liefern. Solche Tools sollten dennoch ausschließlich zur Einholung einer zweiten Meinung dienen, anstatt völlig autark zu arbeiten. Diese Systeme sollen dazu beitragen, die Arbeitsbelastung des medizinischen Personals zu verringern, indem sie grundlegende Anfragen beantworten, medizinische Daten erfassen und zusätzliche Diagnosen vorschlagen [Masanneck et al., 2024].

Die Literaturübersicht [Piliuk und Tomforde, 2023] setzt den Fokus auf Machine Learning und Deep Learning in der Notfallmedizin. Die ausgewählten Studien wurden in zwei Gruppen aufgeteilt, in Diagnose-spezifischen und Triage-spezifischen Einsatz. Die Papers der Diagnose-Gruppe fokussiert sich auf die Unterstützung der Diagnosefindung, der Voraussage von Diagnosen und auf die Unterstützung bei Diagnoseentscheidungen, um diese schneller und frei von menschlichen Bias zu gestalten. Die Gruppe der Triage-Papers setzt den Schwerpunkt auf Identifikation und Priorisierung von Patientinnen und Patienten und deren Sterbewahrscheinlichkeit, die Dringlichkeit einer Behandlung, sowie die Einschätzung des Schweregrads einer Erkrankung bzw. Verletzung in Notfallsituationen. Hinzugezogen wurden insgesamt 116 Paper, anhand deren die Vorteile von der Nutzung von künstlicher Intelligenz in der Notfallmedizin ausgewertet wurden. Die Vorhersage des Vorhandenseins einer Krankheit bietet sich als gute Möglichkeit für den praktischen Einsatz von künstlicher Intelligenz, da sie die Zeit reduziert, um eine Diagnose zu finden, aber immer noch vollständig von verantwortlichen Personen kontrolliert wird. Für viele Notfallsituationen ist Zeit ein kritischer Faktor. Demzufolge ist die Vorhersage eines Schlaganfalls ein gefordertes und gut erforschtes Gebiet. Frühe Vorhersagen zu Krankheitsbeginn können bereits mit begrenzten Daten, beispielsweise Beschwerden, Einschätzung der Triage und Vitaldaten, ermöglicht werden. Trotzdem empfiehlt ein Großteil der Studien die

Erfassung mehrerer Daten, wie zum Beispiel Laboruntersuchungen, Symptomatik, etc. Ein weiterer Bereich ist die Vorhersage von Herzerkrankungen. Hier ist die genaue Klassifikation des Herzrhythmus ausschlaggebend. Während sich einige Artikel auf die Identifizierung spezifischer Herzerkrankungen spezialisieren, setzen andere den Fokus auf eine allgemeine Klassifizierung. Da Dysfunktionen in Herz und Hirn die größte Gefahr für den Menschen darstellen, bleibt der Fokus von künstlicher Intelligenz auf diesen Bereichen. Ein weiterer Anwendungsbereich von künstlicher Intelligenz liegt in der Entscheidungsunterstützung. Bei den untersuchten Studien liegt der Fokus auf eine unterstützende Technologie, die das Prozedere der Entscheidungsfindung für ärztliches Personal beschleunigt. Die Lösung, die hier am meisten erforscht wurde, ist die Visualisierungstechnik für invasive Diagnoseverfahren (Verfahren mit direktem Körperkontakt, beispielsweise durch die Haut, um diagnostische Informationen zu erlangen) [Piliuk und Tomforde, 2023].

5.2.1 Limitierende Faktoren von Künstlicher Intelligenz und Machine Learning

Aus der Studienübersicht [Piliuk und Tomforde, 2023] kristallisieren sich gewöhnliche Herausforderungen, nämlich einen Mangel an Generalisierbarkeit, Datenschutz, Datenqualität und Erklärbarkeit. Ebenfalls sind aus [Trentzsch et al., 2020] Herausforderungen im Zusammenhang mit einheitlichen Daten und aus [Harford et al., 2019] Herausforderungen mit Machine-Learning Modellen zu entnehmen. In weiterer Folge werden diese Herausforderungen näher erläutert.

Laut [Piliuk und Tomforde, 2023] befasst sich ein Großteil der KI-Anwendungen in der Notfallmedizin mit spezifischen Aufgaben und Krankheitsbildern. Von den 116 untersuchten Studien behandeln 100 ein spezifisches Krankheitsbild, während sich nur eine der allgemeine Diagnostikvorhersage widmet. Zwar führen diese Spezialisierungen zu erhöhter Modellgenauigkeit, allerdings führen sie auch zu begrenzter Anwendbarkeit. In Zukunft sollte die Forschung stärker auf verallgemeinerte Lösungen abzielen.

Im Gesundheitsbereich gibt es kaum allgemein zugängliche Datensätze, mit denen man verschiedene Algorithmen vergleichen kann. Der Grund dafür sind vor allem rechtliche und ethische Einschränkungen, da medizinische Daten oft sehr sensibel sind. Nur 10 von 116 Studien nutzten öffentlich verfügbare Daten, das macht Vergleiche schwer. Die meisten Studien arbeiten mit kleinen Datensätzen, die nicht veröffentlicht werden dürfen. Dadurch sind die Ergebnisse oft nicht reproduzierbar. Es gibt zwar Ansätze

wie den MIMIC-Datensatz, der Informationen wie Diagnosen, Labordaten und Vitalwerte auf anonymer Basis enthält, aber solche Beispiele sind selten. Um medizinische Daten sicher nutzbar zu machen, braucht es klare Regeln und Methoden zum Datenschutz, zum Beispiel k-Anonymität oder differenzielle Privatsphäre [Piliuk und Tomforde, 2023].

Ein Problem beim Einsatz von KI-Modellen im Gesundheitsbereich ist, dass die Daten sehr unterschiedlich sind, zum Beispiel Alter, EKGs, Bilder, Texte oder frühere Behandlungen. Viele Studien nutzen solche verschiedenen Datentypen gleichzeitig (multimodal), das die Datenaufbereitung deutlich aufwendiger macht. Um mit der Vielfalt umzugehen, verwenden Forschende verschiedene Methoden, beispielsweise mehrere Modelle für verschiedene Datentypen, Umwandlung von Daten in Tabellen oder Bilder, Kombinationen von Bild- und Tabellendaten oder spezielle Netzwerke wie TabNet, die besser mit Tabellendaten umgehen können [Piliuk und Tomforde, 2023].

Eine zentrale Herausforderung ist der Vertrauensmangel, weshalb Interpretierbarkeit in vielen Studien betont wird. Linear-algorithmen dominieren, da sie gut erklärbar sind. Dennoch erhielten auch komplexere Modelle positive Bewertungen, wenn sie erklärbar gemacht wurden, etwa durch Explainable Artificial Intelligence (XAI)-Techniken wie SHAP oder LIME. Das Autoscore-Framework kombiniert komplexe Methoden mit interpretierbaren Scores, die für Kliniker besonders nützlich sind, zum Beispiel bei der Sterblichkeitsvorhersage. Einen weiteren Ansatz von XAI-Techniken stellt die Interaktionen zwischen Mensch und Maschine dar. Interaktive Ansätze, bei denen menschliches Feedback das Modellverhalten beeinflusst, könnte sich auf das Verhalten der KI im Bezug auf die Vorhersage einer Diagnose auswirken [Piliuk und Tomforde, 2023].

Um eine nahtlose Weitergabe von Daten zu gewährleisten, ist eine Vereinheitlichung der Daten notwendig. Internationale Standards wie International Classification of Diseases and Health Problems (ICD10), Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC) für Laborwerte oder Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms (SNOMED-CT) für medizinische Terminologiesysteme könnten hier Gebrauch finden. Um Daten von einem KIS in ein anderes System, beispielsweise in eine KI zu transferieren, ist vorher eine Vereinheitlichung der Daten notwendig. Ebenfalls große Auswirkungen auf die Struktur von medizinischen Datenbanken hat der Datenschutz. Datenschutzgrundverordnung, Landeskrankenhäuser und Bundesdatenschutzgesetz geben strenge Anforderungen vor [Trentzsch et al., 2020].

Für die Überprüfung, ob ein Machine Learning Modell in der Lage ist, out-of-hospital cardiac arrests (OHCAs; Herzstillstände außerhalb des Krankenhauses) schneller und zuverlässiger zu erkennen als ein Disponent während eines Notrufes, wurden im Rahmen der Studie von [Harford et al., 2019] ca. 100.000 Notrufe analysiert. Dabei wurde ein ML-Modell entwickelt und getestet, das auf den Daten der Anrufer basierte. Die Ergebnisse des Modells wurden mit denen der Disponenten, mit Fokus auf Erkennungsrate, verglichen. Die Ergebnisse zeigten, dass das ML-Modell innerhalb der ersten Minute häufiger OHCAs identifizierte und auch insgesamt mehr OHCAs erkannte als die Disponenten. Das Modell erzeugte jedoch eine höhere Anzahl an Falsch-Positiven Angaben, das als potenzielle Schwäche bei der praktischen Anwendung gilt. Da es sich um eine retrospektive Studie handelt, muss der tatsächliche Nutzen in Echtzeit noch validiert werden. Jedoch zeigt diese Studie, dass maschinelles Lernen ein Potenzial bietet, die Erkennung von Herz-Kreislauf-Stillständen in Notrufzentralen zu verbessern. Vor allem durch die erhöhte Anzahl der Falsch-Positiven Angaben geprägt, wird das System nur als Unterstützung für Disponenten empfohlen [Harford et al., 2019].

5.3 Videotelefonate und Telenotarztssysteme

In der Studie von [Ecker et al., 2020] wird bestätigt, dass es durch die Nutzung von automatischer Standortermittlung zu einer schnelleren Übermittlung, als auch zu einer genaueren Übermittlung dieser Daten kommt. Die Zeit, die man sich durch verbale Standortabfragen erspart, führt zu einer schnelleren Thoraxkompression und allgemein zu verkürzten Anrufzeiten. Weiters können Videoanrufe die Disponenten bei der Anleitung zur Herz-Lungen-Wiederbelebung unterstützen. Typische Fehler, wie eine falsche Platzierung der Handflächen auf dem Brustkorb, inkorrekte Druckfrequenz und Drucktiefe können vom Disponenten durch einen Videostream leichter identifiziert und behoben werden, anstatt verbale Anleitungen zur richtigen Wiederbelebung zu geben [Ecker et al., 2020].

Es gab auch Projekte mit dem Ziel, Expertinnen und Experten, die nicht am Unfallort sind, mittels Augmented Reality (AR) dazuzuschalten, um die Situationseinschätzung sowie Interventionsmöglichkeiten zu verbessern [Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2021].

Kapitel 6

Diskussion und Ausblick

6.1 Zusammenfassung

Dieses Kapitel gibt sowohl eine Zusammenfassung der Literaturrecherche, als auch die Beantwortung der Frage, *welche Digitalisierungsprojekte aktuell Einklang in den Regelbetrieb finden.*

In dieser Arbeit werden zentrale Digitalisierungsprojekte im Bereich der Notfallmedizin im deutschsprachigen Raum detailliert analysiert. Dabei liegt der Fokus auf konkreten Initiativen in Deutschland, Österreich und der Schweiz, die zeigen, wie die Digitalisierung zur Effizienzsteigerung und Qualitätsverbesserung in der Notfallversorgung beiträgt. Das Kapitel beleuchtet nicht nur laufende und abgeschlossene Projekte, sondern auch die politischen und strukturellen Rahmenbedingungen sowie typische Herausforderungen bei der Umsetzung.

In Deutschland wird die Digitalisierung der Notfallmedizin auf mehreren Ebenen gefördert. Projekte wie *eMergent* untersuchen beispielsweise systematisch die Digitalisierung im Rettungsdienst [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, 2025]. Wie in Kapitel 4.1.1, *eMergent - Digitalisierung im Rettungsdienst* erläutert, wurden in mehreren Teilstudien Einsatzkräfte zu ihrer Wahrnehmung digitaler Technologien befragt, der Stand der eingesetzten Geräte erhoben und Sicherheitsanalysen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass digitale Systeme wie Navigations- und Dokumentationslösungen zwar weit verbreitet sind, die Interoperabilität jedoch oft an fehlenden einheitlichen Standards scheitert. Ein Großteil der Befragten sieht die Digitalisierung zwar grundsätzlich positiv, weist aber auch

auf Herausforderungen wie Medienbrüche, fehlende Schulungen und Sicherheitsmängel hin.

Ein innovatives Beispiel für den Einsatz künstlicher Intelligenz ist das Projekt *ENSURE*, das erklärbare Notfall-Algorithmen entwickelt, um ärztliches Personal bei zeitkritischen Diagnosen zu unterstützen [Bundesministerium für Gesundheit, 2023a]. In Kapitel 4.1.1, *ENSURE - Entwicklung smarterer Notfall-Algorithmen durch erklärbare KI-Verfahren*, wird die Evaluationsstudie dargestellt, bei der die mit KI generierten Diagnosen eine hohe Übereinstimmung mit den tatsächlichen Diagnosen aufzeigt. Besonders hervorzuheben ist, dass das System sowohl regelbasiert als auch KI-gestützt arbeitet, das eine hohe Akzeptanz bei medizinischem Personal zur Folge hatte und in der Aus- und Weiterbildung bereits erfolgreich Anwendung findet.

Auch im Projekt *TraumAInterfaces* wird KI genutzt, um die sprachbasierte Kommunikation in der Polytraumaversorgung zu verbessern [Bundesministerium für Gesundheit, 2023b]. Wie ebenfalls im Kapitel 4.1.1, *TraumAInterfaces*, beschrieben, ist es das Ziel, gesprochene Informationen automatisch zu transkribieren, zu strukturieren und für die medizinische Dokumentation aufzubereiten. Erste Anwendungsszenarien zeigen, dass diese Technologie sowohl die Dokumentation erleichtern als auch die Zusammenarbeit unter Zeitdruck verbessern kann.

Ein weiteres digitales Instrument ist das Telenotarztsystem, das eine telemedizinische Anbindung von Rettungsdiensten an erfahrene Notärzte ermöglicht. Eine umfassende Umfrage, wie im Kapitel 4.1.1, *Telenotarzt-Systeme* beschrieben, zeigt jedoch, dass solche Systeme bisher nur in wenigen Regionen Deutschlands fest etabliert sind. Wo sie zum Einsatz kommen, ermöglichen sie eine rechtssichere und fachlich fundierte Unterstützung nichtärztlichen Personals sowie eine effizientere Patientenversorgung, insbesondere in ländlichen Regionen, in denen der physische Notarzt mit zeitlicher Verzögerung eintrifft.

Auch auf struktureller Ebene sind Fortschritte zu beobachten. Das Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG) stellt bundesweit mehrere Milliarden Euro zur Verfügung, um die digitale Infrastruktur von Krankenhäusern zu modernisieren. Im Kapitel 4.1.1, *Krankenhauszukunftsgesetz*, liegt der Fokus auf der Interoperabilität, der IT-Sicherheit und der Verbesserung digitaler Dokumentationsprozesse. Ergänzend dazu wurde mit dem Projekt *Digital-Radar* ein Reifegradmodell zur Bewertung des Digitalisierungsstandes in Krankenhäusern entwickelt, das bereits erste Erkenntnisse über den Umsetzungsfortschritt liefert (Kapitel 4.1.1, *Digital Radar*).

Ein konkretes Fallbeispiel für die erfolgreiche Umsetzung digitaler Strategien ist die Klinik Freiberg, siehe Kapitel 4.1.1, Fallbeispiel in der Klinik Freiberg. Dort wurde eine zentrale Notaufnahme vollständig digitalisiert. Das Projekt umfasste die Integration von Medizintechnik, Bettenplanung, Radiologie und Dokumentation in ein einheitliches System. Der Erfolg des Projekts zeigt sich in effizienteren Prozessen, einer verbesserten Patientenzufriedenheit und einer signifikanten Steigerung der Abrechnungsquote. Auch wirtschaftlich hat sich die Investition durch die gesteigerte Transparenz und strukturierte Erfassung medizinischer Leistungen schnell amortisiert.

In der Schweiz stellt das nationale Programm *DigiSanté* (Kapitel 4.3.1, DigiSanté) den wichtigsten Digitalisierungsansatz dar. Es wurde vom Bundesamt für Gesundheit in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Statistik entwickelt und verfolgt vier zentrale Ziele: den Aufbau einheitlicher Datenstandards, die Umsetzung des Once-Only-Prinzips, die Verbesserung der Patientensicherheit durch schnellen Datenzugriff und die Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten für Forschung und Planung. Auch wenn *DigiSanté* kein spezifisches Projekt für die Notfallmedizin ist, profitieren deren Strukturen erheblich vom angestrebten interoperablen Datenaustausch, der Reduktion von Mehrfacheingaben und der verbesserten Zusammenarbeit zwischen Rettungsdiensten und Kliniken. Die Einbindung von KI-Systemen ist ebenfalls vorgesehen, das langfristig auch in der Notfallmedizin Anwendung finden dürfte.

In Österreich liegt der Fokus nicht auf einzelnen Leuchtturmprojekten, sondern auf einer übergeordneten Digitalstrategie im Gesundheitswesen. Die österreichische eHealth-Strategie setzt auf zentral gesteuerte Maßnahmen wie ELGA, das e-Rezept und digitale Impf- und Labordokumentationen. Damit wird der Aufbau einer landesweiten digitalen Infrastruktur verfolgt, die den Informationsfluss im Gesundheitswesen verbessern soll, auch für die Notfallmedizin. Zwar fehlt es an konkreten notfallmedizinischen Digitalisierungsprojekten auf klinischer Ebene, doch schaffen die bestehenden eHealth-Instrumente eine Basis für eine langfristige Integration digitaler Prozesse in Rettungsketten und Akutversorgung. Herausforderungen bestehen vor allem in der föderalen Koordination, der Interoperabilität zwischen Systemen sowie in der Einbindung der Akteure auf regionaler Ebene.

Trotz dieser vielversprechenden Entwicklungen sind in allen drei Ländern vergleichbare Herausforderungen zu beobachten. Interoperabilität bleibt eine zentrale Herausforderung, da viele Systeme inkompatibel zueinander sind. Die Umsetzung von technischen Standards fehlen häufig. Dies erschwert den reibungslosen Datenaustausch zwischen Rettungsdienst,

Klinik und weiterbehandelnden Einheiten. Auch der Datenschutz ist ein sensibles Thema, da medizinische Daten besonders geschützt werden müssen. Die Einführung digitaler Systeme bringt zudem erhöhte Anforderungen an die IT-Sicherheit mit sich, insbesondere hinsichtlich Cyberangriffe und Systemausfälle. Eine weitere Hürde ist die mangelnde Schulung des Personals sowie eine teilweise geringe Akzeptanz digitaler Lösungen. Viele Anwendungen sind nicht intuitiv genug gestaltet oder verursachen zusätzliche Arbeitslast, wenn sie nicht optimal in bestehende Prozesse integriert werden.

6.2 Beantwortung der Forschungsfragen

Um auf die Forschungsfrage, *welche Projekte in Zukunft Einzug in die Notfallmedizin finden können und die Vorteile, die man daraus zieht*, zeigen mehrere der analysierten Projekte Potenzial für die zukünftige Integration in die Notfallmedizin. Besonders das Projekt *ENSURE*, das erklärbares KI-Verfahren zur Unterstützung bei Diagnosen und Therapieentscheidungen nutzt, sticht hervor. Erste Evaluationen belegen eine hohe diagnostische Genauigkeit und positive Rückmeldung seitens des medizinischen Personals. Solche KI-basierten Systeme könnten in Zukunft standardmäßig in Notaufnahmen eingesetzt werden, vorausgesetzt Datenschutz und Erklärbarkeit sind sichergestellt.

Auch *TraumaInterfaces* und die kontinuierliche Erweiterung von Telenotarztsystemen bieten eine zukunftssträchtige Lösung. Diese Projekte reduzieren Dokumentationsaufwand und erhöhen Informationsqualität sowie Versorgungssicherheit.

Umfassende Programme wie das Schweizer *DigiSanté* zeigen, dass der langfristige Aufbau interoperabler Dateninfrastrukturen, die Einbindung von KI und die Nutzung von Gesundheitsdaten für Planung und Forschung künftig auch die Notfallmedizin prägen werden.

Eine zentrale Herausforderung bei der Implementierung stellt die mangelnde Interoperabilität dar. Die untersuchten Systeme sind meist nicht miteinander kompatibel, was führt zu Medienbrüchen, wiederholten Dateneingaben und ineffizienten Abläufen. Dies betrifft sowohl die Kommunikation zwischen Rettungsdiensten und dem Krankenhaus, als auch Krankenhausinternen Softwarelösungen. Ein Beispiel dafür ist das Projekt *eMergent*, wo die fehlende Standardisierung als Hinderungsfaktor benannt wird.

Eine weitere Herausforderung stellt die Komplexität des Datenschutzes, insbesondere bei der Verwendung von KI-Anwendungen, dar. Sensible Gesundheitsdaten müssen nicht nur

sicher übertragen, sondern auch nachvollziehbar verarbeitet werden. Die oftmals unzureichende Erklärbarkeit von KI-Modellen führt dazu, dass deren Einsatz im klinischen Alltag kritisch angesehen wird.

Auch ein mangelnder Ausbildungsstand des Personals kann sich kritisch auf die Implementierung von Digitalisierungsstrategien auswirken. Ohne ausreichende Schulungen können digitale Systeme zu Überforderung, Ablehnung und ineffizienter Nutzung führen. Die Fallstudie der Klinik Freiberg zeigt, dass Schulungen und Compliance entscheidend für den Erfolg digitaler Transformationsprozesse sind.

Technische Hürden, wie eine fehlende Netzabdeckung in ländlicheren Gebieten oder veraltete Hardware, können einen flächendeckenden Einsatz von digitalen Technologien erschweren. Zudem ist der organisatorische Wandel oft zeitintensiv. Die Umstellung von analogen auf digitale Dokumentationsprozesse erfordert Zeit, Ressourcen und ein konsequentes Change-Management.

6.3 Diskussion

Da sich die Recherche dieser Bachelorarbeit ausschließlich auf den D-A-CH-Raum bezieht, der sich strukturell und organisatorisch sehr ähnelt, könnte es in dieser Arbeit hinsichtlich der Projektstrukturen zu wissenschaftlicher Blindheit führen. Die Einbindung weiterer Länder würde neue Perspektiven und Herangehensweisen aufzeigen. Auch die Ökonomische und Ethische Sicht wurde bewusst außer Fokus dieser Arbeit gelassen. Dieser Ansatz würde ebenfalls eine neue Sicht auf zukünftige Projekte werfen, vor allem aus der Sicht der Finanzierung von sowohl kleinen Projekten von Start-Up Unternehmen, als auch große Projekte, die vom Staat organisiert werden.

Während Gesetze wie das Krankenhauszukunftsgesetz, beschrieben in Kapitel 4.1.1, die Türen für Digitalisierung öffnet, stellen andere Gesetze auch Herausforderungen für Unternehmen dar. Wenn Softwareprodukte, auch im Zusammenhang mit KI als Medizinprodukt gelten, unterliegen diese den strengen Anforderungen des österreichischen Medizinproduktegesetzes (MPG). Demzufolge müssen diese Produkte spezielle Verfahren durchlaufen und eine hohe Transparenz sowie Nachvollziehbarkeit aufweisen, weshalb viele Unternehmen ihr Produkt nicht als Medizinprodukt deklarieren [Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, 2024c]. Das Medizinprodukte-Durchführungsgesetz (MPDG) [Bundesministerium der Justiz, 2020] in Deutschland und

die Medizinprodukteverordnung (MepV) [Eidgenössisches Departement des Innern (EDI), 2020] in der Schweiz gelten als Pendant zum österreichischen Medizinproduktegesetz.

Um die Compliance und den Einsatz von Videotelefonaten in Notrufzentralen im D-A-CH Raum zu überprüfen, könnte man eine Studie durchführen, die genau diese Thematik anspricht. Als Vorlage könnte man die dänische Studie von [Bohnstedt-Pedersen et al., 2024] heranziehen, da dieses System bereits länger im Regelbetrieb ist. Hier wurde eine nationale Studie durchgeführt, um die Erfahrungen, die Akzeptanz und auch die Fehlerquellen von Videotelefonaten in Notrufzentralen zu identifizieren. Zwischen 2018 und 2023 wurde im ganzen Land ein System eingeführt, um den Disponenten die Möglichkeit der Videotelefonie während eines Notfalls zu gewähren. Die Daten der Umfrage wurden im Zeitraum von Anfang Juni bis Ende August 2023, gesammelt. Unter den 143 Teilnehmenden bestand eine positive Zustimmung (auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 7 (sehr gut) mit einem Median von 6) in Hinblick auf Videotelefonie. Es wurde als einfach handzuhaben und als gute Unterstützung zur Anleitung von Anrufern eingestuft. Ebenfalls als einfach gilt die Aufklärung des Anrufers und Anleitung zur Verbindungsherstellung mit dem Anrufer über Videotelefonie. Die Videoqualität wurde mit einem Median von 5 bewertet. Die Umstellung des Workflows durch den Einsatz von Videotelefonaten wurde vom Großteil als nicht schwierig (Median von 3) empfunden. Auch der psychische Effekt auf Disponenten wurde als nicht schwerwiegend (Median von 2) eingestuft. Ein überwiegender Teil empfindet die Notfallsituation als weniger dramatisch nach einer Selbsteinschätzung durch Videotelefonie, als durch die verbale Beschreibung des Anrufers und das Tool wurde als hilfreicher Aspekt der Deeskalation bei Konflikten mit dem Anrufer empfunden. Weiters zeigen die Ergebnisse größtenteils (Median von 7) eine Motivation zur Nutzung von Videotelefonaten, genauso wie die Priorisierung zum Nutzen von Videotelefonaten. Bei der Abfrage nach den größten Hindernissen zur Nutzung von Videotelefonaten, gaben ein Drittel der Befragten an, dass der Einsatz einer Videounterstützung nicht in allen Fällen angebracht bzw. zielführend sei. Die zweitmeiste gewählte Antwort mit 22% der Teilnehmenden war bezüglich Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der Technologie. Genau 11% der Befragten gaben an, keinen Gebrauch an Videotelefonie zu haben, um Situationen einschätzen und Rettungsmittel zuweisen zu können. Es gab keine ausschlaggebenden Unterschiede bezüglich des Alters oder Geschlechts [Bohnstedt-Pedersen et al., 2024].

Obwohl viele digitale Anwendungen ähnliche Ziele verfolgen, sind sie technisch oft nicht kompatibel. Eine stärkere Zusammenarbeit zwischen den Ländern könnte dazu beitragen, gemeinsame Schnittstellen, Datenformate und rechtliche Grundlagen zu entwickeln.

Besonders im Bereich der KI-gestützten Notfallunterstützung wäre eine europäisch abgestimmte Strategie sinnvoll, um Insellösungen zu vermeiden und Ressourcen effizienter zu nutzen.

Zudem zeigt sich, dass die größten Hürden im organisatorischen und menschlichen Bereich liegen. Systeme wie elektronische Gesundheitsakten, Telenotarztlösungen oder KI-basierte Assistenztools sind vorhanden oder technisch realisierbar, ihre Wirksamkeit hängt jedoch stark davon ab, wie gut sie in bestehende Prozesse integriert und vom Personal angenommen werden. Schulungen, Nutzerfreundlichkeit und Vertrauen in digitale Werkzeuge sind dabei entscheidende Faktoren. Eine nachhaltige Digitalisierung erfordert daher nicht nur funktionierende Technik, sondern auch gezielte Veränderungsprozesse des Gesundheitssystems.

6.4 Schlussfolgerung und Ausblick

Die Analyse dieser Bachelorarbeit beruhte vorwiegend auf einer umfassenden Literaturrecherche und der Auswertung öffentlich dokumentierter Projekte. Um ein tieferes Verständnis für die konkreten Hürden und Erfolgsfaktoren der Digitalisierung zu gewinnen, wäre ein breiterer empirischer Zugang wünschenswert. Im Rahmen einer möglichen Masterarbeit könnten qualitative Interviews mit Expertinnen und Experten aus Notfallmedizin, IT, Verwaltung und Politik Einblicke in die Umsetzungspraxis und Entscheidungsprozesse liefern. Dadurch ließe sich ermitteln, wie Digitalisierung im klinischen Alltag tatsächlich erlebt und bewertet wird.

Darüber hinaus beschränkte sich der Fokus der Arbeit bewusst auf den deutschsprachigen Raum. Eine Erweiterung auf internationale Vergleichsperspektiven, etwa mit Skandinavien, das oft als Vorreiter im digitalen Gesundheitswesen gilt oder den USA, wo die Zusammenarbeit zwischen privaten Anbietern mit KI-gestützten Systemen interessante Ergänzungen liefern können, würde sich im Rahmen einer fortführenden Masterarbeit eignen. Solche Länderstudien würden nicht nur andere Lösungswege aufzeigen, sondern auch helfen, Best Practices im Umgang mit technologischen, ethischen und regulatorischen Fragen zu identifizieren. Wie im vorherigen Diskussionsteil 6.3 angesprochen, würden sich auch weitere Ansätze für eine fortführende Masterarbeit anbieten. Beispielsweise könnten die gesetzlichen Regelungen wie das MPG, das MPDG und die MepV analysiert werden um aufzuzeigen, welche genauen Anforderungen Medizinprodukte aufweisen müssen und

welche Schritte Unternehmen durchführen müssen, um diese Produkte auf den Markt zu bringen.

Besonders dringend erscheint die Klärung von Herausforderungen rund um fehlende einheitliche Standards, insbesondere beim Einsatz von KI und telemedizinischen Anwendungen. Ohne klare technische und rechtliche Rahmenbedingungen besteht die Gefahr einer fragmentierten Entwicklung, in derer Systeme nicht miteinander kommunizieren können oder medizinisches Personal sich nicht auf ihre Funktionsweise verlassen kann. Auch der Umgang mit Datenschutz stellt ein ungelöstes Spannungsfeld dar. Wie kann sichergestellt werden, dass hochsensible Gesundheitsdaten entweder ausreichend anonymisiert und dennoch wirksam geschützt werden, obwohl KI-Systeme auf große Datenmengen angewiesen sind, um valide Analysen durchzuführen und Entscheidungen nachvollziehbar zu begründen? Eine Masterarbeit könnte sich auch gezielt dieser Frage widmen und untersuchen, wie sich erklärbare KI mit europäischen Datenschutzanforderungen, der DSGVO, vereinbaren lässt.

Letztlich wird die digitale Transformation nicht allein durch Technologie bestimmt, sondern durch politische Weichenstellungen, verbindliche Standards und nachhaltige Finanzierungsmodelle. Ohne langfristige Investitionen, klare Governance-Strukturen und eine koordinierte Aus- und Weiterbildung aller Beteiligten droht die Digitalisierung zu einem Stückwerk zu werden.

Literaturverzeichnis

Amelung, V., Angelkorte, M., Augurzky, B., Brauer, R., Freigang, F., Fritzsche, F., Geissler, A., Göller, A., Haering, A., Haring, M., Hollenbach, J., Luckmann, M., Materne, K., O'Connor, R., Peukert, J., Püschner, F., Roehl, A., Scheuer, L., Snowdon, A., Steuber, C., Thun, S., Vollrath, T., und Wiesmann, T. (2022). Ergebnisse der ersten nationalen Reifegradmessung deutscher Krankenhäuser. Technical report, Bundesministerium für Gesundheit.

AMIS Acute Myocardial Infarction in Switzerland (2023). AMIS Plus - National Registry of Acute Myocardial Infarction in Switzerland. Zugegriffen am 28.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.amis-plus.ch>.

Bohnstedt-Pedersen, N. H., Linderoth, G., Helios, B., Christensen, H. C., Thomsen, B. K., Bekker, L., Gram, J. K. B., Vaeggemose, U., und Gehrt, T. B. (2024). Medical dispatchers' experience with live video during emergency calls: a national questionnaire study. *BMC Health Services Research*.

Bundesamt für Gesundheit (BAG) (2025). DigiSante: Förderung der digitalen Transformation im Gesundheitswesen. Zugegriffen am 28.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/strategie-und-politik/nationale-gesundheitsstrategien/digisante.html>.

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2023a). Befragung und Studie zum Stand der Digitalisierung. Technical report, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik.

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2023b). Ergebnisse der Orientierungsstudie. Technical report, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik.

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2023c). Ergebnisse der Sicherheitsuntersuchungen. Technical report, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik.

- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2025). eMergent: Pentest für vernetzte Produkte im Rettungsdienst. Zugegriffen am 27.04.2025. Verfügbar unter: https://www.bsi.bund.de/DE/Service-Navi/Presse/Alle-Meldungen-News/Meldungen/eMergent_250124.html.
- Bundesministerium der Justiz (2020). Medizinproduktrecht-Durchführungsgesetz (MPDG). BGBl. I 2020, S. 2652 ff., veröffentlicht am 28. Mai 2020. Zugegriffen am 07.06.2025. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/mpdg/>.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2021). Nicht vor Ort, aber doch verfügbar: Virtuelle Präsenz im medizinischen Notfallbereich. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.interaktive-technologien.de/projekte/artekmed>.
- Bundesministerium für Gesundheit (2020). Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG). BGBl. I 2020, S. 2208–2224, veröffentlicht am 28. Oktober 2020. Zugegriffen am 31.03.2025. Verfügbar unter: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/Gesetze_und_Verordnungen/GuV/K/bgbl1_S.2208_KHZG_28.10.20.pdf.
- Bundesministerium für Gesundheit (2023a). Entwicklung smarterer Notfall-Algorithmen durch erklärbare KI-Verfahren (ENSURE). Zugegriffen am 31.03.2025. Verfügbar unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/ressortforschung/handlungsfelder/forschungsschwerpunkte/digitale-innovation/modul-3-smarte-algorithmen-und-expertensysteme/ensure.html>.
- Bundesministerium für Gesundheit (2023b). Entwicklung und Erprobung eines KI-basierten Spracherkennungssystems für die verbale Kommunikation in der Polytraumaversorgung (TraumaInterfaces). Zugegriffen am 27.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/ministerium/ressortforschung/handlungsfelder/forschungsschwerpunkte/digitale-innovation/modul-4-smarte-kommunikation/traumainterfaces.html>.
- Bundesministerium für Gesundheit (2025). Bundesministerium für Gesundheit. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/>.
- Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (2023). Strukturreform Sozialversicherung. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter:

<https://www.sozialministerium.gv.at/Themen/Soziales/Sozialversicherung/Strukturreform-Sozialversicherung.html>.

Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (2024a). Allgemeines zu ELGA. Zugegriffen am 06.04.2025. Verfügbar unter: https://www.oesterreich.gv.at/themen/gesundheit/elektronisches-gesundheitssystem/elga___elektronische_gesundheitsakte/Seite.3110001.html.

Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (2024b). eHealth-Strategie Österreich. Zugegriffen am 17.05.2025. Verfügbar unter: <https://www.sozialministerium.at/dam/jcr:6f5c5706-b2c4-48a2-8b6a-c7f72f9580e3/240806-eHealth-bf.pdf>.

Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (2024c). Medizinproduktegesetz (MPG). BGBl. Nr. 122/2021, Fassung vom 11.06.2025. Zugegriffen am 07.06.2025. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011580>.

Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (2025a). eHealth in Österreich. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.sozialministerium.gv.at/Themen/Gesundheit/eHealth/eHealth-in-Oesterreich.html>.

Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (2025b). Elektronischer Impfpass. Zugegriffen am 06.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/eHealth/Elektronischer-Impfpass.html>.

Bundesärztekammer Deutschland (2024). Bundesärztekammer Deutschland. Zugegriffen am 05.05.2025. Verfügbar unter: <https://www.bundesaerztekammer.de/>.

Dachverband der Sozialversicherungsträger (2022). Lehner: Einführung des e-Rezepts in ganz Österreich. *Sozialversicherung Österreich*. Zugegriffen am 06.04.2025.

Directorate-General for Health and Food Safety (2025). European Health Data Space Regulations (EHDS). Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: https://health.ec.europa.eu/ehealth-digital-health-and-care/european-health-data-space-regulation-ehds_en.

- Ecker, H., Lindacher, F., Dressen, J., Wingen, S., Hamacher, S., Böttiger, B. W., und Wetsch, W. A. (2020). Accuracy of automatic geolocalization of smartphone location during emergency calls — A pilot study. *Resuscitation*.
- Eidgenössisches Departement des Innern (EDI) (2020). Medizinprodukteverordnung (MepV). Verordnung vom 1. Juli 2020 (Stand am 1. November 2023). Zugegriffen am 07.06.2025. Verfügbar unter: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/552/de>.
- European Medicines Agency (2025). European Medicines Agency - About us. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.ema.europa.eu/en/about-us>.
- European Union Agency for Cybersecurity (2025). ENISA - What we do. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.enisa.europa.eu/about-enisa/what-we-do>.
- Fichtner, A. und Hoyer, J. (2020). Vollständige Digitalisierung einer Zentralen Notaufnahme - Herausforderungen, Umsetzung und Ergebnisse. *DIVI Mitgliederzeitschrift der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin*.
- Harford, S., Darabi, H., Del Rios, M., Majumdar, S., Karim, F., Vanden Hoek, T., Erwin, K., und Watson, D. P. (2019). A machine learning based model for Out of Hospital cardiac arrest outcome classification and sensitivity analysis. *Resuscitation*.
- Klumpp, M., Hanelt, A., Greve, M., Kolbe, L. M., Tofangchi, S., Böhrnsen, F., Jakob, J., Kaczmarek, S., Börsting, I., Ehmke, C., Düsing, H., und Juhra, C. (2022). Accelerating the front end of medicine: Three digital use cases and HCI implications. *Healthcare (Basel)*.
- Masanneck, L., Schmidt, L., Seifert, A., Kölsche, T., Huntemann, N., Jansen, R., Mehsin, M., Bernhard, M., Meuth, S. G., Böhm, L., und Pawlitzki, M. (2024). Triage Performance Across Large Language Models, ChatGPT, and Untrained Doctors in Emergency Medicine: Comparative Study. *Journal of medical Internet research*.
- Niederösterreich, R. K. (2020). Rotes Kreuz Niederösterreich setzt auf Telemedizin. *News - aktuelles*.
- Niederösterreich, R. K. (2022). Projekt Telenotarzt in Niederösterreich ausgeweitet: Bereits 50 reale Einsätze absolviert. *News - aktuelles*.
- Niederösterreich, R. K. (2024). Telenotarzt: Bereits 1.000 Einsätze erfolgreich absolviert. *News - aktuelles*. Zugegriffen am 30.04.2025.

- NotrufNOE (2024). EmergencyEye - LeoAssist. Zugegriffen am 05.05.2025. Verfügbar unter: <https://notrufnoe.com/emergencyeye/>.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., und Moher, D. (2021). The prisma 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (clinical research ed.)*.
- Piliuk, K. und Tomforde, S. (2023). Artificial Intelligence in emergency medicine. A systematic review. *International journal of medical Informatics*.
- Pradier, E., Dussap, A., und Halbich, M. (2023). Digital Health: Die Digitalisierung der Gesundheitssysteme in Deutschland, Frankreich und der Schweiz. *TRISAN - Trinationales Kompetenzzentrum*.
- Redaktion Gesundheitsportal (2019a). Bundes-Zielsteuerungskommission. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.gesundheit.gv.at/lexikon/B/bundeszielsteuerungskommission.html>.
- Redaktion Gesundheitsportal (2019b). Das österreichische Gesundheitswesen. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.gesundheit.gv.at/service/kontaktstelle-patientenmobilitaet/behandlungsmittgliedstaat/informationen-oesterreichisches-gesundheitswesen.html>.
- Redaktion Gesundheitsportal (2024). Das Gesundheitswesen im Überblick. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.gesundheit.gv.at/gesundheitsleistungen/gesundheitswesen/gesundheitsystem.html>.
- Rupp, D., Benöhr, P., König, M. K., Bollinger, M., Wranze-Bielefeld, E., Eichen, P. M., und Kill, C. (2022). Telenotarztsysteme im deutschen Rettungsdienst: eine nationale Sachstandserhebung. *Notfall + Rettungsmedizin*.
- Schneiter, A., Steffen, R., Roten, F., und Knapp, R. (2024). Videotelefonie in Notrufzentralen - Erfahrungen zwei Jahre nach Einführung bei der Kantonalen Walliser Rettungsorganisation. *Notfall und Rettungsmedizin*.

Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften (2024). Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften. Zugegriffen am 05.05.2025. Verfügbar unter: <https://www.samw.ch/de.html>.

Schweizerische Eidgenossenschaft (2025a). Bundesamt für Gesundheit BAG. Zugegriffen am 15.04.2025. Verfügbar unter: <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home.html>.

Schweizerische Eidgenossenschaft (2025b). Umsetzung des Programms zur Förderung der digitalen Transformation im Gesundheitswesen - DigiSante. Zugegriffen am 28.04.2025. Verfügbar unter: <https://digital.swiss/de/aktionsplan/massnahme/konzeption-des-programms-zur-forderung-der-digitalen-transformation-im-gesundheitswesen>.

Trentzsch, H., Osterhoff, G., Heller, R., Nienaber, U., Lazarovici, M., AG Digitalisierung, Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU), und Sektion Notfall-, Intensivmedizin und Schwerverletztenversorgung (NIS) der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) (2020). Challenges of digitalization in trauma care. *Unfallchirurg*.

ZTG Zentrum für Telematik und Telemedizin (2021). Notfall Digitalisierung?! - Das verspricht das KHZG. Zugegriffen am 31.03.2025. Verfügbar unter: <https://healthcare-in-europe.com/de/news/notfall-digitalisierung-das-verspricht-das-khzhg.html>.

Österreichische Ärztekammer (2024). Österreichische Ärztekammer. Zugegriffen am 05.05.2025. Verfügbar unter: <https://www.aerztekammer.at/>.