

# **Datenanalytik im präklinischen Notfallmanagement**

## Potentiale und Herausforderungen in vernetzten Rettungsketten

Masterarbeit  
zur Erlangung des akademischen Grades

**Master of Arts in Business (MA)**

Fachhochschule Vorarlberg  
Business Process Management

Betreut von  
Prof. (FH) DI Dr. Heidi Weber

Vorgelegt von  
Ing. Simon Mathis, BA

Dornbirn, 07.07.2023

# **Kurzreferat**

## **Datenanalytik im präklinischen Notfallmanagement**

### Potentiale und Herausforderungen in vernetzten Rettungsketten

Minuten können in medizinischen Notfällen unmittelbar die Anwendbarkeit von Behandlungsmethoden, das Ausmaß von bleibenden Einschränkungen sowie die Überlebenschancen beeinflussen. Doch hat das präklinische Notfallmanagement heute mit steigenden Einsatzzahlen, zunehmenden Einsätzen ohne Dringlichkeit und dem demografischen Wandel bei gleichzeitigem Fachkräftemangel zu kämpfen. Entsprechend gewinnt das Prozessmanagement zur Gestaltung effizienter Rettungsketten an Bedeutung. Vor diesem Hintergrund ging die vorliegende Arbeit der Frage nach, welche Potentiale die Datenanalytik in vernetzten Rettungsketten für das Prozessmanagement hat, um wertvolle Zeit zu gewinnen. Zudem wurden die Herausforderungen der Datenanalytik in diesem Bereich betrachtet. Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde dabei eine theoretisch-konzeptionelle Vorgehensweise gewählt. Die Untersuchung zeigte, dass die Potentiale der Datenanalytik in diesem Kontext in der Entscheidungsunterstützung zur Standortwahl, zur Kapazitätsplanung und in der Abwicklung von Notfällen liegen. Zudem könnte diese bei der Prozessanalyse, sowie der Prävention und Vermeidung von Einsätzen unterstützen. Dahingegen liegen die Herausforderungen in der Notwendigkeit einer übergeordneten Strategie, der hinreichenden Datenqualität und Verfügbarkeit der Daten. Darüber hinaus bestehen Herausforderungen im Bereich der IT-Sicherheit und des Datenschutzes, sowie der oft fehlenden Vernetzung. Zusammenfassend wären die Potentiale der Datenanalytik zur Optimierung der Zeit in Rettungsketten vielversprechend, jedoch stehen dem Einsatz dieser aktuell noch eine Vielzahl an Herausforderungen gegenüber.

Schlagwörter: Präklinisches Notfallmanagement, Prozessmanagement, Zeit, Datenanalytik, Potentiale, Herausforderungen

## **Abstract**

### **Data Analytics in Prehospital Emergency Management**

#### Potentials and Challenges in Networked Rescue Chains

In medical emergencies, minutes can directly influence the use of treatment methods, the extent of permanent disabilities and the odds of survival. However, prehospital emergency management today must cope with increasing numbers of emergencies, increasing non-emergency interventions and demographic change with a shortage of skilled personal at the same time. Accordingly, process management for the design of efficient rescue chains is gaining importance. For this reason, this thesis explored the potential of data analytics in networked rescue chains for process management to gain valuable time. In addition, the challenges of data analytics in this area were considered. To answer the research question, a theoretical-conceptual approach was chosen. The research showed that the potentials of data analytics in this field are in decision support for site selection, capacity planning and in the handling of emergencies. In addition, it could support process analytics as well as prevention and avoidance of emergencies. On the other hand, the challenges lie in the need for an overall strategy, adequate data quality and data availability. Furthermore, there are challenges in IT security and data privacy, as well as the lack of networking. In summary, the potential of data analytics to optimize time in rescue chains would be promising, but its use currently still faces a certain number of challenges.

**Keywords:** Prehospital Emergency Management, Process Management, Time, Data Analytics, Potentials, Challenges

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>Darstellungsverzeichnis</b>	<b>7</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>9</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>10</b>
1.1 Ausgangssituation	10
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	11
1.3 Methodik	12
1.4 Abgrenzung und Zielgruppendefinition	13
<b>2 Notfallmanagement</b>	<b>15</b>
2.1 Begriffsdefinition Notfallmanagement	15
2.2 Präklinisches Notfallmanagement	17
2.3 Digitalisierung im präklinischen Notfallmanagement	23
2.4 Vernetzte Rettungsketten	25
<b>3 Prozessmanagement</b>	<b>29</b>
3.1 Prozessmanagement im Gesundheitswesen	29
3.2 Relevanz der Dimension „Zeit“	33
3.3 Standardisierung versus Flexibilität	37
3.4 Prozessmanagement, Gesundheitswesen und IT	41
<b>4 Datenanalytik</b>	<b>46</b>
4.1 Begriffsdefinition und Abgrenzung	46
4.2 Phasen der Datenanalytik	51
4.3 Technologien in der Datenanalytik	56
4.4 Datenanalytik im Gesundheitswesen	63
<b>5 Potentialanalyse</b>	<b>70</b>
5.1 Standortentscheidungen und Kapazitätsplanung	70
5.2 Analyse von Prozessen	72
5.3 Entscheidungsunterstützung bei Notfällen	74
5.4 Früherkennung und Vermeidung von Fehleinsätzen	77

<b>6</b>	<b>Herausforderungen</b>	<b>81</b>
6.1	Strategische Ausrichtung und Change-Management	81
6.2	Konsolidierung der IT	83
6.3	IT-Sicherheit und Datenschutz	86
6.4	Datenqualität und Zuverlässigkeit der Daten	89
6.5	Datenbasis und Capability	91
<b>7</b>	<b>Schlussbetrachtung</b>	<b>94</b>
7.1	Fazit	94
7.2	Limitationen	96
7.3	Weiterführende Forschungsansätze	97
	Literaturverzeichnis	99
	Eidesstattliche Erklärung	111

## Darstellungsverzeichnis

Darstellung 1: Aufbau der Arbeit.....	11
Darstellung 2: Übersicht Suchbegriffe .....	12
Darstellung 3: Übersicht der Rettungskette .....	19
Darstellung 4: Erweiterte Übersicht der Rettungskette.....	20
Darstellung 5: Herausforderungen im präklinischen Notfallmanagement .....	21
Darstellung 6: Mögliche Prozessunterstützung durch die Digitalisierung von Rettungsketten.....	24
Darstellung 7: Arten der Digitalisierung im Gesundheitswesen.....	26
Darstellung 8: Vernetzung entlang der Rettungskette .....	27
Darstellung 9: Prozessmanagement im Gesundheitswesen .....	31
Darstellung 10: Zeitintervalle in der präklinischen Notfallversorgung.....	34
Darstellung 11: Behandlungsprioritäten im Manchester Triage System.....	36
Darstellung 12: Ähnlichkeit der Prozesse in Industrie und Krankenhaus .....	38
Darstellung 13: ABCDE-Schema in der präklinischen Notfallmedizin .....	39
Darstellung 14: Beispiel Notaufnahme im Case Management .....	40
Darstellung 15: Integrationsmodell Prozessmanagement, Gesundheitswesen und IT .....	43
Darstellung 16: Historie von entscheidungsunterstützenden Systemen .....	47
Darstellung 17: Zeitlogische Perspektiven in der Business Analytics .....	49
Darstellung 18: Einsatzgebiete von Business Intelligence und Business Analytics .....	49
Darstellung 19: Phasen der Datenanalytik nach Runkler 2020 .....	52
Darstellung 20: BIA-Ordnungsrahmen nach Baars; Kemper 2021 .....	53
Darstellung 21: Phasen der Datenanalytik nach Kaufmann; Tan 2020.....	54
Darstellung 22: Business Analytics Prozess nach Seiter 2023 .....	55
Darstellung 23: Business Analytics-spezifische IT-Architektur .....	57
Darstellung 24: Typische Data-Warehouse Architektur.....	58
Darstellung 25: Komponenten zur Informationsgenerierung .....	60
Darstellung 26: OLAP-Datenwürfel mit drei Dimensionen.....	61

Darstellung 27: Methoden im Data Mining.....	61
Darstellung 28: Arten des maschinellen Lernens .....	62
Darstellung 29: Ordnungsrahmen der Healthcare Analytics.....	64
Darstellung 30: Zusammenspiel einer übergreifenden IT-Infrastruktur im Gesundheitswesen.....	65
Darstellung 31: Erkenntnisgewinn im HIoT .....	67
Darstellung 32: Analysegrößen aus der Prozess-Simulation .....	72

## Abkürzungsverzeichnis

BA.....	<i>Business Analytics</i>
BI.....	<i>Business Intelligence</i>
BIA.....	<i>Business Intelligence &amp; Analytics</i>
C-DWH.....	<i>Core Data Warehouse</i>
DWH.....	<i>Data Warehouse</i>
EKG.....	<i>Elektrokardiogramm</i>
ERP.....	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ETL.....	<i>Extraction, Transformation, Load</i>
HIoT.....	<i>Healthcare Internet of Things</i>
HIT.....	<i>Healthcare information technology</i>
KI.....	<i>Künstliche Intelligenz</i>
KIS.....	<i>Krankenhausinformationssystem</i>
KPI.....	<i>Key Performance Indicator</i>
ML.....	<i>Machine Learning</i>
OLAP.....	<i>Online Analytical Processing</i>
WfMS.....	<i>Workflow Management System</i>



# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

Zeit ist ein entscheidender Faktor bei medizinischen Notfällen. Minuten können sich unmittelbar auf die Anwendbarkeit von Behandlungsmethoden, das Ausmaß von bleibenden Einschränkungen sowie die Überlebenschancen auswirken. Daher ist die schnelle und effiziente Durchführung der Prozesse im präklinischen Notfallmanagement das Hauptziel der Einsatzorganisationen und im Sinne aller Stakeholder, um in der Rettungskette keine wertvollen Minuten vom Absetzen eines Notrufes bis zur Erstversorgung in der Notfallambulanz zu verlieren (Cabral u.a. 2018, S. 1111).

In den letzten Jahren ist jedoch zu beobachten, dass die Anzahl der Einsätze des Rettungs- und Notarztdienstes und damit auch unmittelbar der Notaufnahmen in Krankenhäusern zunimmt (Bayrisches Rotes Kreuz o. J.; Möllenhoff u.a. 2022, S. 518; Rielage 2023, S. 15). Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die Bevölkerung immer weiter anwächst und dabei zeitgleich älter wird. Andererseits wird jedoch ebenfalls aufgezeigt, dass eine Vielzahl der Einsätze nicht als dringend und somit per se nicht als Notfälle einzustufen sind. Daraus folgt, dass Einsatzorganisationen und die klinische Notfallmedizin immer näher an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen und Personal aufbauen müssen. Doch, wie andere Bereiche des Gesundheitswesens, sind Rettungsorganisationen und Krankenhäuser unmittelbar vom Fachkräftemangel betroffen, sodass der Bedarf in Form von Einsätzen und Patientinnen und Patienten zunimmt, während gleichzeitig das dafür verfügbare Personal abnimmt (Beuting 2020; Lackner u.a. 2009, S. 25). Dies führt zu einem zunehmenden Ungleichgewicht zwischen dem Bedarf an Ressourcen für die Notfallversorgung und dem tatsächlichen Ressourcenbestand zur Erfüllung der medizinischen Versorgung (Savioli u.a. 2022, S. 1–2).

Aufgrund dessen rücken Lösungsansätze zur Auflösung dieser Problemstellung in der Rettungskette zunehmend in den Vordergrund. Die langsam in das Gesundheitswesen vordringende Digitalisierung ermöglicht dabei dem Prozessmanagement neue Möglichkeiten zur Gestaltung von effizienteren Rettungsketten (Luiz 2020, S. 119). So kommen zunehmend digitale Geräte und Komponenten in der Notfallversorgung zum Einsatz, welche miteinander vernetzt werden können (Möllenhoff u.a. 2022, S. 519). Darüber hinaus kann eine Implementierung neuer Technologien erfolgen. Dabei ist die vernetzte Rettungskette ein vielversprechendes Konzept, welches vor allem auf eine verstärkte Kommunikation zwischen den Stakeholdern im präklinischen Notfallmanagement setzt. Hierdurch soll der Informationsfluss sowie die Transparenz zwischen Einsatzorganisationen und den Notfallambulanzen verbessert werden (Luiz 2020, S. 119). Aus der Kombination der steigenden Digitalisierung der Abläufe innerhalb der Rettungskette und der Vernetzung der involvierten Akteure wird somit ein umfangreicher Datenbestand generiert, gesammelt und gespeichert, welcher dem Prozessmanagement neue Möglichkeiten zur Optimierung der Zeitdimension in Rettungsketten bieten könnte.

## 1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

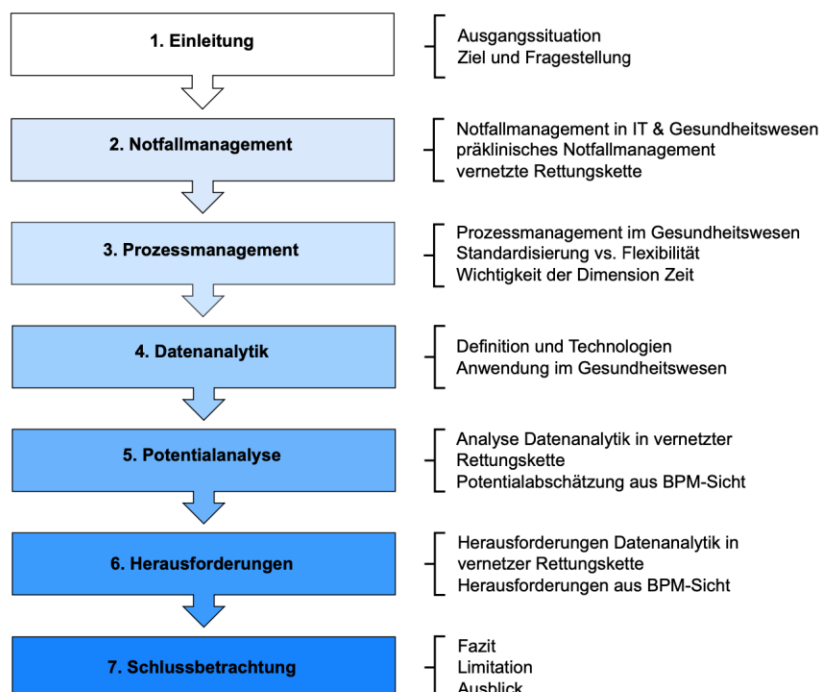
Sowohl die vollständig vernetzte Rettungskette, der Einsatz von Datenanalytik darin als auch die daraus resultierenden Chancen werden in der Literatur bisher kaum näher betrachtet. Vielmehr liegt der bisherige Fokus zumeist auf einzelnen Technologien oder spezifischen Teilausschnitten der Rettungskette. Aus diesem Grund betrachtet die vorliegende Arbeit explizit den Einsatz der Datenanalytik in vernetzten Rettungsketten und dem Zusammenspiel zwischen Leitstelle, Rettungsdienst und Notfallambulanz. Da die zunehmende Digitalisierung und die Verfügbarkeit von Daten an Relevanz gewinnen, werden die aus der Datenanalytik resultierenden Potentiale und Herausforderungen für das Prozessmanagement in diesem spezifischen Anwendungsfall beleuchtet.

Vor diesem Hintergrund geht die vorliegende Arbeit daher folgender Forschungsfrage nach:

*Welche Potentiale und Herausforderungen bringt die Datenanalytik in vernetzten Rettungsketten im Zusammenspiel von Leitstelle, Rettungsdienst und Notfallambulanz mit sich und wie kann das Prozessmanagement des präklinischen Notfallmanagements davon profitieren?*

Betrachtet wird dabei ausschließlich die Datenanalytik jener Daten, welche im Ablauf von der Alarmierung der Einsatzkräfte bis zur klinischen Versorgung in einer Notfallambulanz generiert werden.

Zur Beantwortung dieser Fragestellung ist die vorliegende Arbeit nach den folgenden Hauptkapiteln aufgebaut:



Darstellung 1: Aufbau der Arbeit

Quelle: Ausarbeitung durch verfassende Person

### 1.3 Methodik

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine theoretisch-konzeptionelle Vorgehensweise gewählt. Dieser Ansatz sieht keine empirische Erhebung im Zuge des Forschungsvorhabens vor, sondern fokussiert sich auf die Argumentationen unterschiedlicher Quellen. Die Übertragung der Argumente auf eine spezifische Umgebung zielt in weiterer Folge darauf ab, neue Argumente zu entwickeln und den in der Forschung abgegrenzten Betrachtungsbereich besser verstehen und beschreiben zu können (Goldenstein; Hunoldt; Walgenbach 2018, S. 43–44). Hierdurch erfolgt in theoretisch-konzeptionellen Arbeiten keine strikte Wiedergabe bestehender Literatur, sondern die Ableitung von neuen literaturgestützten Erkenntnissen (Goldenstein; Hunoldt; Walgenbach 2018, S. 85). Dafür wurde zunächst eine systematische Literaturrecherche mit Hilfe einer Schlagwortsuche durchgeführt, um relevante Literatur und auch Literatur mit synonym verwendeten Formulierungen zu erhalten. Eine Übersicht über die primär verwendeten Suchbegriffe ist in der Darstellung 2 ersichtlich. Darüber hinaus wurde diese Vorgehensweise um die Methode der konzentrischen Kreise ergänzt, um aus Literaturverzeichnissen von als wichtig identifizierten Quellen weitere Literatur erfassen und zusammentragen zu können (Kornmeier 2021, S. 87–88).

<b>Suchbegriffe Deutsch</b>	<b>Suchbegriffe Englisch</b>
Notfallmanagement	Emergency Management
Notfallversorgung	Emergency Care
Rettungskette	Rescue (chain)
Rettungsdienst	Rescue service Emergency (medical) service
Gesundheitswesen	Healthcare
Geschäftsprozessmanagement	Business Process Management
Datenanalytik	Data Analytics
Business Analytik	Business Analytics
Geschäftsanalytik	Business Intelligence

Darstellung 2: Übersicht Suchbegriffe

Quelle: Ausarbeitung durch verfassende Person

Die angeführten Suchbegriffe wurden zur Literaturrecherche in der Bibliothek der Fachhochschule Vorarlberg, wissenschaftlichen Datenbanken und Suchmaschinen eingesetzt. Die Suchbegriffe wurden dazu einzeln, als auch in Kombination miteinander und mit ergänzenden Begriffen verwendet. Zur Literaturrecherche anhand der genannten Suchbegriffe wurden folgende wissenschaftlichen Datenbanken herangezogen:

- Google Scholar
- Harvard Business Review
- JSTOR
- Olav Online Literaturabfrage der FHV

- ProQuest
- ScienceDirect
- SpringerLink
- WISO (Wirtschafts- und Sozialwissenschaften)

Im Zuge der Literaturrecherche wurden die Suchergebnisse zunächst anhand des Titels, der Kurzzusammenfassung und des Schlussteils gesichtet (Kornmeier 2021, S. 89). Um die Qualität und Relevanz der Quelle einzustufen, wurde unter anderem der Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfrage, die Aktualität, die formale Korrektheit, die Gestaltung in Form der Struktur und Sprache, sowie die Nachvollziehbarkeit betrachtet (Heesen 2021, S. 11). Dabei wurde auch Anzahl, Ausgewogenheit und Verwendung von vorherrschenden Schlüsselquellen und -autoren berücksichtigt (Kornmeier 2021, S. 90).

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf eine Kombination aus primärer und sekundärer Literatur (Saunders; Lewis; Thornhill 2016, S. 83), wobei zum Großteil auf sekundäre Literatur verwiesen wird. Durch die Relevanz und den spezifischen Kontext des präklinischen Notfallmanagements wurden insbesondere auch Fachzeitschriften („Klinik Management aktuell“, „Notfall + Rettungsmedizin“ sowie „Rettungsdienst“) in die Literaturrecherche einbezogen. Dabei wurde stets auf die Aktualität der Veröffentlichungen geachtet. Um über längere Zeitperioden eingetretene Tendenzen, Entwicklungen und Veränderungen, bspw. im Digitalisierungsgrad in Rettungsketten, über längere Zeitperioden zu erfassen, wurden ergänzend auch ältere Beiträge herangezogen.

Die als für die vorliegende Arbeit relevant angesehene Literatur wurde mit Hilfe der Literaturverwaltungssoftware Zotero zu einer zentralen Datenbank zusammengetragen und auch darin verwaltet, um Duplikate zu vermeiden und die Nachvollziehbarkeit zu wahren. Anschließend erfolgte die systematische Sichtung der Literatur und das Erfassen, Zusammentragen und Notieren von relevanten Aspekten. Darauf aufbauend wurden die erhaltenen Perspektiven und Erkenntnisse zur Beantwortung der definierten Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit herangezogen.

## **1.4 Abgrenzung und Zielgruppendefinition**

Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf den Einsatzmöglichkeiten der Datenanalytik in vollständig vernetzten Rettungsketten. Weitere Anwendungsfälle über die Notfallambulanz hinaus, zur Ersten Hilfe oder den administrativen Prozessen sind nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

Daraus leitet sich unmittelbar die Zielgruppe ab. Diese Arbeit richtet sich dementsprechend an die in Rettungsketten aktiv beteiligten Organisationen sowie deren Management und Prozessmanagement. Da die flächendeckende Gesundheitsversorgung prinzipiell dem Staat

obliegt, können Staat, Bundesland und Gemeinden als erweiterte Zielgruppe angesehen werden. Die vorliegende Arbeit soll aufzeigen, welche Potentiale die Datenanalytik in organisationsübergreifend vernetzten Rettungsketten hat. Die Betrachtung der Herausforderungen in der Anwendung der Datenanalytik in diesem spezifischen Kontext soll darüber hinaus Bereiche aufzeigen, auf die das Management der beteiligten Organisationen einen gesonderten Fokus setzen sollte.

Hieraus ergibt sich auch die entsprechende Tiefe und Annahme von Vorkenntnissen der vorliegenden Arbeit. So wird auf die prinzipiellen Funktions- und Vorgehensweisen der Datenanalytik eingegangen, jedoch werden technische Funktionen nicht in detailliertem Umfang behandelt. Dahingegen wird angenommen, dass ein grundlegendes Verständnis zur Gesundheitsversorgung im deutschsprachigen Raum und zum Prozessmanagement vorhanden ist.

## 2 Notfallmanagement

Der Begriff des Notfallmanagements wird in unterschiedlichen Kontexten verschieden definiert. Zudem gibt es einige synonym verwendete Begriffe, welche in der Bedeutung jedoch immer auch voneinander abweichen. Deshalb werden in diesem Kapitel zunächst unterschiedliche Begriffe zum Notfallmanagement erläutert und gegenübergestellt, sowie dargelegt, auf welcher Definition die vorliegende Arbeit basiert. Darauf aufbauend wird auf die theoretischen Grundlagen des präklinischen Notfallmanagements und die Digitalisierung darin eingegangen. Abschließend werden die Charakteristiken einer vernetzten Rettungskette betrachtet.

### 2.1 Begriffsdefinition Notfallmanagement

In der Literatur wird „Notfallmanagement“ oft mit der Informationstechnologie (IT) assoziiert. Dies rührt daher, dass ein Großteil der Prozesse in Unternehmen heute durch die IT unterstützt oder von dieser sogar automatisiert durchgeführt wird. Dementsprechend hat sich der Begriff des IT-Notfallmanagement zum Umgang mit Ausnahmesituationen – den sogenannten Notfällen – innerhalb der IT-Systeme etabliert (Kersten; Klett 2017, S. 133–134). Ein Notfall repräsentiert hierbei eine umfangreiche Beeinträchtigung des Informationssystems, welche weder erwartet, noch geplant sowie nicht gewünscht ist. Welche Auswirkung als umfangreich empfunden wird, ist Auslegungssache der jeweiligen Organisation und hängt unter anderem davon ab, welche Prozesse und wie viele Arbeitsplätze davon betroffen sind (Kersten; Klett 2017, S. 15–16).

Osterhage 2017 beschreibt die Aufgaben des Notfallmanagements in diesem Kontext mit der zielgerichteten Prävention, Reaktion und Wiederaufnahme im Umgang mit Notfällen in IT-Systemen. Prävention bedeutet hierbei die Schaffung der strukturellen Voraussetzungen und Ergreifung geeigneter Maßnahmen zur Vermeidung von Notfällen, noch bevor diese erst auftreten können. Dies bedeutet auch, unmittelbar aus den Fehlern der Vergangenheit zu lernen und Schwachstellen sukzessive zu minimieren. Die Reaktion befasst sich mit der Vorgehensweise bei Eintritt eines Notfalles. Im Idealfall können definierte Ressourcen schon auf festgelegte Maßnahmen zurückgreifen und den Notfall hierdurch eingrenzen. Die Wiederaufnahme befasst sich mit der Sicherstellung der weiteren Durchführbarkeit und/oder eben der schnellen Wiederaufnahme der wichtigen Geschäftsprozesse in der Organisation (Osterhage 2017, S. 217–218).

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt Ferrier 2022, welcher die Aufgaben des Notfallmanagements mit Abschwächung, Bereitschaft, Reaktion und Zurückgewinnung des Normalzustandes beschreibt. Diese Aufgaben zielen in der Gesamtheit auf die Vorbereitung und das Treffen von Maßnahmen ab, um möglichst schnell bei Eintritt eines Notfalls zum Normalzustand oder möglichst nah daran zurückzukehren. Im Unterschied zu Osterhage wird die Prävention nicht als

eigener Bestandteil angeführt, da Uneinigkeit darin besteht, worin und wie stark ausgeprägt die Abgrenzung zur Abschwächung liegt (Ferrier 2022, S. 2).

Die bisherigen Ausführungen lassen sich leicht in den Kontext des Gesundheitsbereiches übertragen. Demnach befasst sich das Notfallmanagement im Gesundheitswesen mit dem geeigneten Umgang mit eintretenden Ereignissen bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der regulären Gesundheitsversorgung. Einige Beispiele für diese sogenannten „Events“ in diesem spezifischen Bereich können Naturkatastrophen, Terrorismus, Pandemien oder Massenanfälle an verletzten Personen sein. Diese Ereignisse erfordern stets schnelle Entscheidungen unter unvollständiger Information und hoher Ambiguität (Reilly; Markenson 2011, S. 4–5; Sellwood; Wapling 2016, S. 1–2).

Im Mittelpunkt des Notfallmanagements im Gesundheitsbereich steht das Wohlergehen der Menschen bzw. der Gesellschaft. Neben der allgemeinen Sicherstellung der Gesundheitsversorgung befasst sich das Notfallmanagement hierbei mit der Aktivierung von zusätzlichen Ressourcen und Behandlungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel das Durchführen von Massimpfungen in einer Pandemie oder die Organisation einer Triage. Je nach Event beinhaltet das Notfallmanagement zudem auch die Lebensmittel- und Wasserversorgung oder das Bereitstellen von Unterkünften (Reilly; Markenson 2011, S. 4–5).

Synonym zum Notfallmanagement verwendet werden häufig die Begriffe „Notfallplanung“ und „Krisenmanagement“. Der Begriff der Notfallplanung umfasst im Wesentlichen die Vorgehensweise bei Eintreten spezieller Ereignisse. Ergänzend ist das sogenannte „Business Continuity Management“ Bestandteil der Notfallplanung, um die Aufrechterhaltung der wichtigen Geschäftsprozesse trotz eintretendem Ereignis sicherstellen zu können. Die Abgrenzung der Notfallplanung zum Notfallmanagement liegt dabei explizit im Begriff des Managements (Osterhage 2017, S. 218–219), da das Notfallmanagement auf die Grundzüge des Managements, und damit eine entsprechende Einbettung in eine Organisation, sowie das Planen, Steuern und Führen bei Eintritt eines Notfalles, aufbaut (Haric 2018; Osterhage 2017, S. 219).

Das Krisenmanagement befasst sich ebenfalls mit der Vorgehensweise bei Eintritt eines unerwarteten und bedrohlichen Ereignisses. Die Rückkehr zur Normalsituation ist hierbei das oberste Leitziel, wodurch sich auch sämtliche Aktionen und organisatorischen Strukturen des Krisenmanagements ausschließlich mit dieser Abweichung vom Normalzustand befassen. Eine Fortführung oder Aufrechterhaltung der regulären Geschäftsprozesse wird dabei nicht berücksichtigt, woraus die Abgrenzung zum Notfallmanagement hervor geht (Frodl 2022, S. 5–6).

Aus diesen Ausführungen wird ersichtlich, dass sowohl die Notfallplanung als auch das Krisenmanagement eng mit dem Notfallmanagement verflochten sind. Gleichzeitig können diese Begriffe nicht synonym verwendet werden, da diese lediglich Teilausschnitte des Notfallmanagements darstellen.

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass der Kern aller angeführten Begriffe das unregelmäßige Eintreten von Ereignissen bildet, welche eine schnelle und angemessene Reaktion erfordern. Gleichzeitig sollen im Notfallmanagement auch präventive Maßnahmen getroffen werden. Ergänzend steht, neben der Festlegung der zu setzenden Aktionen zur Prävention und bei Eintritt des Events, die Abhandlung des Tagesgeschäftes im Fokus. Die entsprechende Vorbereitung und das Zusammenspiel dieser Eckpunkte sind wesentliche Aufgaben des Notfallmanagements – unabhängig, ob im IT-Sektor oder im Gesundheitsbereich.

Dieses Verständnis von Notfallmanagement wird der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegt und im Nachfolgenden im Kontext des präklinischen Notfallmanagements noch weiter spezifiziert. Des Weiteren werden im Folgenden „präklinisches Notfallmanagement“ und der Begriff „Notfallmanagement“ synonym verwendet.

## **2.2 Präklinisches Notfallmanagement**

Das präklinische Notfallmanagement befasst sich mit der Planung, Steuerung und Führung der sogenannten Notfallversorgung. Diese wird auch oft als Rettungskette bezeichnet und beschreibt das Zusammenspiel mehrerer Akteure zur medizinischen Akutversorgung von Patientinnen und Patienten vor Beginn einer stationären Versorgung (Röper 2022, S. 11). Geprägt ist die Notfallversorgung durch die nachfolgenden Aufgaben (Hanisch; Karaß 2019, S. 141–142):

- Zeitkritische Erbringung medizinischer Leistungen zur Minimierung von Lebensgefahr und Folgeschäden der Patientinnen und Patienten
- Fachübergreifende medizinische Patientenversorgung mit Fokus auf die Anwendung vorwiegend außerhalb der Klinik
- Herstellung der Transportfähigkeit von Patientinnen und Patienten zur nächsten geeigneten klinischen Einrichtung zur tieferen Untersuchung und stationären Behandlung

Die Literatur zeigt dabei auf, dass sich das präklinische Notfallmanagement mit Schwierigkeiten in der Informationsbeschaffung, mit Informationsasymmetrien entlang der Rettungskette und dem Treffen von Entscheidung unter Unsicherheit befassen muss. Ausschlaggebend ist, dass die Entscheidungen unter Unsicherheit unmittelbaren Einfluss auf die Gesundheit von Menschen und damit gesundheitliche Folgen haben können. Zudem ergibt sich eine zwangsläufige Knappheit an Ressourcen in Form von Personal, Fahrzeugen, Geräten und Materialien. Im Rettungsdienst wird dabei nur das Notwendigste für die in der Bevölkerung häufigsten Erkrankungen und Verletzung mitgeführt. (Hanisch; Karaß 2019, S. 164–165).



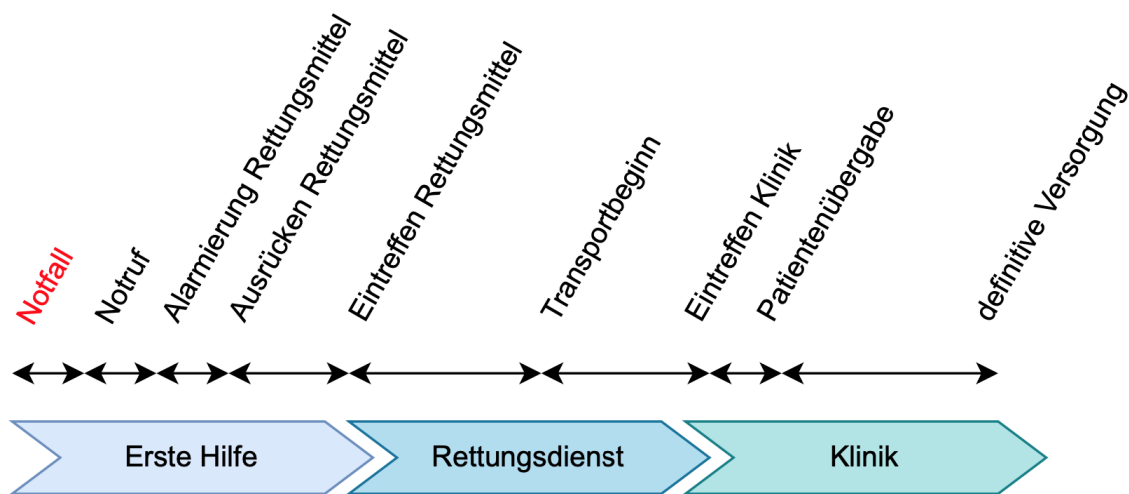
Das präklinische Notfallmanagement, wie wir es heute kennen, hat sich geschichtlich immer wieder verändert und aus entsprechenden Anlässen weiterentwickelt. So wurden 1908 erstmals Fristen innerhalb des Ablaufes der Rettungskette festgelegt, wenngleich diese sehr schwammig und unterschiedlich ausgelegt werden konnten. Definiert wurde lediglich, dass der Bevölkerung, unabhängig ob in der Stadt oder auf dem Land, eine schnelle und qualifizierte medizinische Versorgung zusteht, und die Organisation dieser Hilfeleistung in der Verantwortung der öffentlichen Hand liegt. Erst seit dem Postulat von Kirschner im Jahr 1938 wird die Rettungskette nicht mehr ausschließlich als Transportleistung zur klinischen Behandlung verstanden, sondern beinhaltet eine medizinische Ersteinschätzung und -versorgung vor Ort (Röper 2022, S. 9–11). Der Fokus liegt dabei auf den sogenannten „Tracerdiagnosen“, welche die häufigsten sechs medizinischen Notfälle in der Bevölkerung darstellen. Neben Herzinfarkt und Schlaganfall sind dies Herz-Kreislauf-Stillstand, Blutvergiftung, Polytrauma und Schädel-Hirn-Trauma. Die Kompetenzen des Personals im Rettungsdienst fokussieren sich dementsprechend auf diese Behandlungsfelder. Erst im Krankenhaus herrscht ein größeres Spektrum an Kompetenzen, Materialien und Untersuchungsmöglichkeiten. Die heute bekannte Rettungskette, wie in der nachfolgenden Darstellung 3 veranschaulicht, wurde erst 1961 konzipiert (Luiz 2020, S. 120; Röper 2022, S. 11). Wiederum erst in den vergangenen Jahren hat sich durch das Ziel der ganzheitlichen Betrachtung, die medizinische Fachausprägung um Aspekte des Managements erweitert. Die präklinische Notfallversorgung hat sich dadurch in das präklinische Notfallmanagement weiterentwickelt (Lauer u.a. 2022, S. 987–988).

Notfallmanagement in diesem Kontext bezieht sich auf eine plötzlich eintretende gesundheitsgefährdende Situation von Personen, welche eine außerklinische medizinische Intervention erfordert und eine Abweichung vom Normalzustand darstellt. Es herrscht stets Unsicherheit darüber, wann, wo und wie viele Notfälle gleichzeitig auftreten. Im wesentlichen Unterschied zu anderen Umgebungen des Notfallmanagements ist in der präklinischen Notfallversorgung die Reaktion auf die Notfälle überwiegend als Tagesgeschäft anzusehen. Für die Notfälle werden dazu von den Akteuren in der Rettungskette permanent Ressourcen bereitgestellt (Harnisch; Karaß 2019, S. 165; Niehues 2012, S. 19–21). Als deutliche unregelmäßigere Events können Großlagen bzw. Krisen, wie Massenanfälle oder Naturkatastrophen, angesehen werden. Hier bedarf es der Organisation zusätzlicher Ressourcen durch das Notfallmanagement, um eine zeitkritische und angemessene Reaktion bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung des Tagesgeschäftes, und damit der regulären Gesundheitsversorgung, zu erreichen (Lauer u.a. 2022, S. 991).

Anhand dieser Ausführungen kann das präklinische Notfallmanagement als das Planen, Steuern und Führen der präklinischen Notfallversorgung durch das Zusammenspiel von mehreren Akteuren in der Rettungskette zur zeitkritischen Erbringung medizinischer Leistungen beschrieben werden. Notfälle können dabei sowohl Tagesgeschäft als auch Ausnahmezustand

sein, wobei in beiden Fällen die angemessene Reaktion auf eine plötzlich auftretende Beeinträchtigung des Wohlergehens zur Abwendung von gesundheitlichen Schäden im Kern steht.

Das präklinische Notfallmanagement setzt sich aus den Phasen der Ersten Hilfe, des Rettungsdienstes und der Klinik zusammen, wie die nachfolgende Darstellung 3 aufzeigt. In der Literatur herrscht jedoch keine Einigkeit darüber, ob alle drei Phasen zur Rettungskette gehören. Die präklinische Notfallversorgung wird dabei häufig ausschließlich auf den Rettungsdienst beschränkt, was jedoch als Rettungsdienstmanagement anzusehen wäre (Lauer u.a. 2022, S. 993).



Darstellung 3: Übersicht der Rettungskette

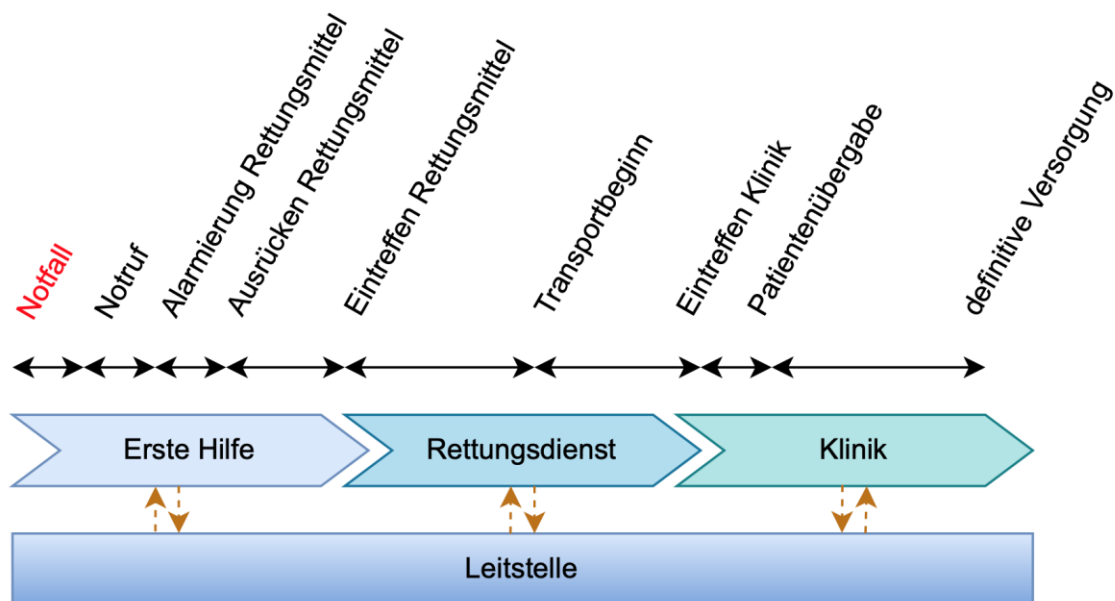
Quelle: Ausarbeitung durch verfassende Person in Anlehnung an Luiz 2020, S. 121

Eine andere Fraktion in der Literatur hingegen definiert die Notaufnahme bzw. Notfallambulanz im Krankenhaus als das Ende der Rettungskette. Begründet wird dies dadurch, dass die Notaufnahme nicht nur rein der Rettungskette dient, sondern auch von Notfallpatientinnen und -patienten selbstständig oder durch Zuweisung von niedergelassenen Ärztinnen und Ärzten aufgesucht werden kann. Hinzu kommt, dass Notfallambulanzen oft zusätzlich für planbare Patiententermine bzw. elektive Patientinnen und Patienten zur Verfügung stehen (Behar u.a. 2022, S. 152–153; Röper 2022, S. 11). Diesen Ausführungen kann jedoch entgegnet werden, dass der Notfallambulanz neben der Akutversorgung mit umfangreicherer Technik auch die Triage der Patientinnen und Patienten zufällt. Darunter versteht man die Ersteinteilung von Patientinnen und Patienten in unterschiedliche Dringlichkeitsstufen, welche für den weiteren Behandlungsverlauf in der Versorgungseinrichtung ausschlaggebend sind. Die Notfallambulanz wird somit in Teilen der Literatur als Fortsetzung der Rettungskette angesehen (Lackner u.a. 2009, S. 28).

In der vorliegenden Arbeit wird dementsprechend die Notfallambulanz als Bestandteil der Rettungskette betrachtet. Dies begründet sich einerseits aus den zuvor erläuterten Ausführungen

zur Tätigkeit dieser ersten Anlaufstelle in stationären Versorgungseinrichtungen und andererseits aus der enormen Wichtigkeit des Zusammenspiels zwischen Rettungsdienst, Notaufnahme und weiteren Akteuren. Hieraus entsteht eine ganzheitliche und systematische Betrachtung der Notfallversorgung (Lauer u.a. 2022, S. 993).

Gleichzeitig ist hervorzuheben, dass das präklinische Notfallmanagement im Kontext der Klinik lediglich die Erstversorgung und -einschätzung beinhaltet. Die weiterführende Behandlung und Aufnahme in den stationären Bereich fällt nicht mehr in die Aufgaben des präklinischen Notfallmanagements (Behar u.a. 2022, S. 153). Dasselbe trifft auf weitere Aufgaben des Rettungsdienstes zu. Je nach länderspezifischen Organisation fallen dem Rettungsdienst neben der Notfallversorgung auch Krankentransporte, Verlegungen (Sekundärtransporte) oder allfällige Transportdienstleistungen (Tertiärtransporte) zu (Hanisch; Karaß 2019, S. 140). Ergänzend sind die Tätigkeiten des präklinischen Notfallmanagements um betriebswirtschaftliche Aufgaben, wie Personalmanagement, Aus- und Weiterbildungen, Qualitätssicherung (Lauer u.a. 2022, S. 992) oder Beschaffung von Material, Geräten und Fahrzeugen (Hanisch; Karaß 2019, S. 152), erweitert. Für die weiteren Ausführungen der vorliegenden Arbeit wird jedoch der Fokus des präklinischen Notfallmanagements ausschließlich auf Notfalleinsätze (Primärtransporte) gesetzt, wie in der Krankentransport-Richtlinie (KT-RL) als Ergänzung zur Sozialgesetzgebung<sup>1</sup> in Deutschland definiert (Hanisch; Karaß 2019, S. 142).



Darstellung 4: Erweiterte Übersicht der Rettungskette

Quelle: In Anlehnung an Luiz 2020, S. 121; ergänzt durch verfassende Person

<sup>1</sup> Das Sozialgesetzbuch selbst definiert dies nicht eindeutig, weshalb die Richtlinie als Ergänzung eingeführt wurde. Gemäß §5 KT-RL BAnz AT 10.01.2023 B2 werden Notfallpatientinnen und -patienten den Primäreinsätzen zuordnet (Bundesanzeiger 2023).

Ein wesentlicher Bestandteil der Rettungskette wird in der Darstellung 3 jedoch nicht berücksichtigt, zumeist aber in der Literatur behandelt. Hierbei handelt es sich um die Leitstelle, welche Schnittstellen zu allen Phasen der Rettungskette aufweist (Kohrs 2020, S. 57; Luiz 2020, S. 121). Der Leitstelle kommt die zentrale Aufgabe zur Verarbeitung des Notrufes und zur Disponierung von Ressourcen zu. Hinzu kommen telefonische Anweisungen zur Ersten Hilfe und das Hinzuziehen sozialer Dienstleister oder anderen Organisationen. Die Mitarbeitenden der Leitstellen befinden sich dabei stets in einem Spannungsfeld zwischen dem schnellen Erkennen von Gefahrensituationen und der raschen Disponierung von Ressourcen, wobei diese zeitgleich nicht voreilig belegt werden sollen (Luiz 2020, S. 124). Durch die Wichtigkeit dieser Tätigkeit sollte nach Auffassung des Verfassers die Leitstelle daher in der Übersicht der Rettungskette und des präklinischen Notfallmanagements berücksichtigt werden, wodurch sich die vorhergehende Darstellung 4 ergibt.

Durch Veränderungen in Gesellschaft, Politik und Technologie haben sich sowohl das präklinische Notfallmanagement an sich als auch dessen Herausforderungen gewandelt. Die Herausforderungen werden in der nachfolgenden Darstellung 5 veranschaulicht und anschließend zum besseren Verständnis kurz erläutert.



Darstellung 5: Herausforderungen im präklinischen Notfallmanagement

Quelle: In Anlehnung an Lauer u.a. 2022, S. 988; adaptiert durch verfassende Person

Sowohl der Rettungsdienst als auch die Krankenhäuser haben mit steigenden Zahlen der Einsätze und Patientinnen und Patienten zu kämpfen. Wie bereits einführend erläutert, ist dies einerseits auf die wachsende Bevölkerung und andererseits auf den Anstieg jener Einsätze, welche aus medizinischer Sicht nicht zwingend als Notfall bzw. in den Aufgabenbereich der präklinischen Notfallversorgung fallen würden, zurückzuführen. Wie die Literatur aufzeigt, sind

die Gründe für diese Zunahme der vermeintlichen Nicht-Notfälle nicht näher erforscht. In jedem Falle stellt der Trend des steigenden Bedarfes das präklinische Notfallmanagement vor ein Ressourcenproblem, da für eine gleichbleibende Versorgung unter anderem immer mehr Personal, Fahrzeuge und Material notwendig werden. Das Ressourcenproblem wird zusätzlich durch den Fachkräftemangel intensiviert, welcher sich auch daraus ergibt, dass die geburtenstarken Jahrgänge sukzessive in die Pension übergehen (Augurzky 2019, S. 88–89; Lauer u.a. 2022, S. 989–990).

Des Weiteren ist das präklinische Notfallmanagement regional sehr unterschiedlich organisiert. Aufgaben, Durchführung und Trägerschaft können zwischen den Bundesländern deutlich variieren. So weist die Literatur wiederkehrend auf die hohe Heterogenität in der Organisationsform hin und betitelt diese teilweise sogar als Blackbox (Hanisch; Karaß 2019, S. 139–140; Lauer u.a. 2022, S. 993). Dies führt auch dazu, dass der Grad der Digitalisierung im präklinischen Notfallmanagement starke regionale Unterschiede aufweist. Alles in allem wird das Potential der Digitalisierung noch nicht ansatzweise ausgeschöpft, vielmehr hinkt das präklinische Notfallmanagement in der Digitalisierung hinterher (Lauer u.a. 2022, S. 991). Auf die Digitalisierung im Gesundheitsbereich wird im anschließenden Kapitel 2.3 noch näher eingegangen.

Zudem besteht ein Reformbedarf im präklinischen Notfallmanagement, denn Faktoren wie die Landflucht und marode Infrastruktur gefährden stellenweise sowohl die Versorgungsqualität als auch die Verfügbarkeit einer zeitgerechten Notfallversorgung. Wie die Literatur aufzeigt, führt die Landflucht zu geringeren Auslastungen von Standorten, wodurch die Einsatzerfahrung verloren geht, zumal die einsatzerprobte Generation zusehends in den Ruhestand wechselt. Dies kann speziell im medizinischen Bereich, in welchem auch die Intuition und Erfahrung von Bedeutung sein kann, eine entscheidende Rolle in der Sicherstellung der Versorgungsqualität spielen (Brinkrolf u.a. 2020, S. 7; Röper 2022, S. 18–19). Hier müssen die Voraussetzungen für zusätzliche Kompetenzen des Personals und neue Technologien geschaffen werden.

Ergänzend hat sich das präklinische Notfallmanagement durch die Einführung der DRG-Fallpauschalen (Diagnosis Related Groups) bzw. der Leistungsorientierten Krankenanstaltenfinanzierung (LKF) in Österreich verändert, und gleichzeitig neue Herausforderungen geschaffen. Denn dadurch wurde zwar einerseits der Wettbewerb gefördert, andererseits obliegt die Rettungskette seither einem verstärkten Kostendruck. So muss das Spannungsverhältnis aus medizinischen, kostentechnischen und ethischen Zielen in ein gesundes Gleichgewicht gebracht werden. Die Einführung dieser Finanzierungssysteme ist zusätzlich wiederum in den Einsatzzahlen bemerkbar, da Patientinnen und Patienten zur Optimierung der Kosten durchschnittlich weniger lang im Krankenhaus verbleiben, durch auftretende Nachwirkungen über die Rettungskette jedoch wieder zurück ins Krankenhaus gelangen (Lauer u.a. 2022, S. 990).

Als letzte Herausforderung werden die besonderen Gefahrenlagen angeführt. Damit sind unter anderem die bereits im vorherigen Kapitel 2.1 angeführten Krisen gemeint. So hat beispielsweise die Corona-Pandemie das präklinische Notfallmanagement vor zusätzliche Herausforderungen gestellt, auf welche innerhalb kurzer Zeit reagiert werden musste (Lauer u.a. 2022, S. 990).

Als Resultat dieser Rahmenbedingungen gelangen die Prozesse innerhalb der Rettungskette zusehends in den Fokus. Die Optimierung und effiziente Ausgestaltung der Notfallversorgung gelten als erstrebenswert, um den angeführten Herausforderungen entgegenwirken zu können. Dementsprechend gewinnt das Prozessmanagement innerhalb des präklinischen Notfallmanagements zusehends an Bedeutung.

### **2.3 Digitalisierung im präklinischen Notfallmanagement**

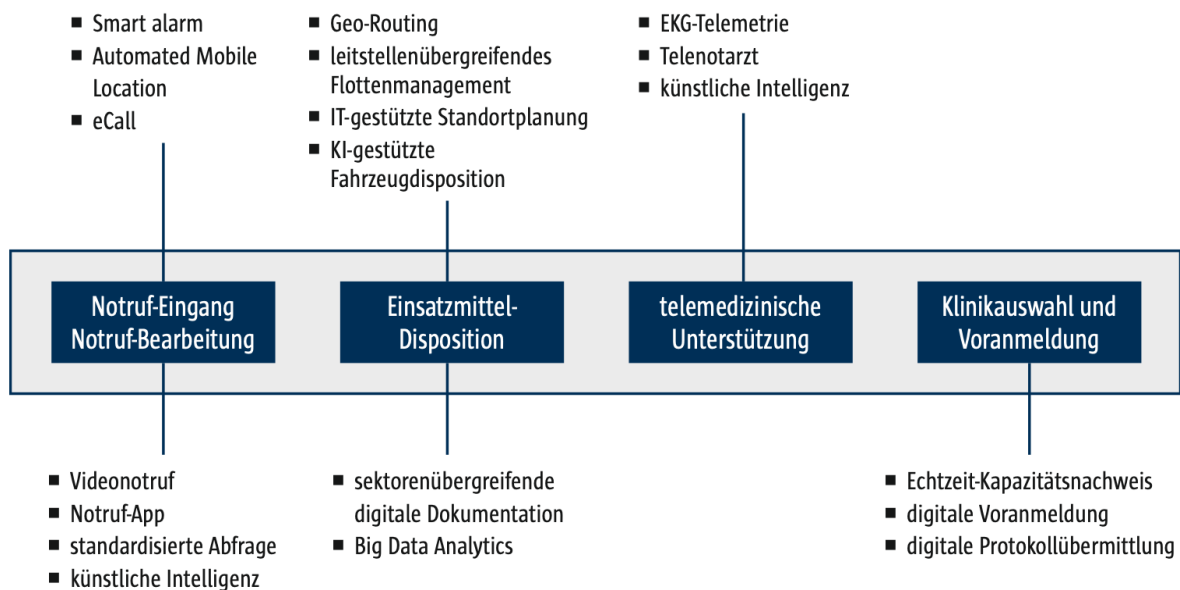
Die Digitalisierung ist eine der Herausforderungen im Gesundheitswesen und im Notfallmanagement. Denn noch immer hinkt der Gesundheitsbereich bei der Umsetzung hinterher, obwohl einige Initiativen und Förderungen gestartet wurden. Es heißt jedoch diese Mittel sinnvoll einzusetzen, womit viele Institutionen und Unternehmen im Gesundheitsbereich Schwierigkeiten haben. Neben den Herausforderungen, die mit der zunehmenden Digitalisierung im präklinischen Notfallmanagement einhergehen, erhofft man sich jedoch durch diese Entwicklung auch einen Lösungsansatz, indem die Effizienz von Abläufen zu verbessert wird. Hieraus soll etwa die Herausforderung der knappen Ressourcen zur Aufrechterhaltung der medizinischen Versorgung ausgeglichen werden (Augurzky 2019, S. 90; Behar u.a. 2022, S. 30–31).

Allgemein betrachtet verfolgt die Digitalisierung des Notfallmanagements im Gesundheitswesen vor allem drei unterschiedliche Ziele, welche in Kombination miteinander auftreten und unmittelbar zusammenhängen. Das erste Ziel ist dabei die Steigerung des Patientenwohls. Dies erfolgt üblicherweise in Form einer Erhöhung der Qualität der ausgeführten Prozesse in der Behandlung der Symptome und Krankheitsbilder. Der zweite Treiber ist die Erhöhung der Effizienz in den Prozessen im Gesundheitsbereich. Damit können sowohl die klinischen Prozesse, die Behandlungsprozesse als auch administrative Prozesse gemeint sein. Hinter diesem Ziel verbirgt sich logischerweise der zunehmende Kostendruck und somit die Optimierung der Prozesse zur Senkung der Kosten. Das dritte Ziel liegt in der Verkürzung von Zeitintervallen. Hier zielt man in erster Linie auf eine effizientere Gestaltung der Prozesse ab, um wertvolle Zeit zu gewinnen. Konkret bedeutet dies etwa die Vermeidung oder Reduktion von unerwünschten Stillstands- und Wartezeiten. Auch könnte hier die optimale Einteilung der Patientinnen und Patienten nach Zeitfenstern gemeint sein, womit auf die sogenannte „Triage“ abgezielt wird (Behar u.a. 2022, S. 31; Mangiapane; Bender 2020, S. 1–2).

Aus diesen Ausführungen werden der Zusammenhang und die Relevanz des Prozessmanagements deutlich ersichtlich. Unterschiedliche Forschungsprojekte befassen sich dabei

intensiv mit dem Zusammenspiel und der verbesserten Kommunikation zwischen den Beteiligten der Rettungskette. Ziel ist die Sicherstellung einer qualitativ hochwertigen und zielgerichteten Patientenversorgung und die Schaffung von Transparenz zu administrativen und medizinischen Fallinformationen (Hintze; Wagner-Hanl; Klumpp 2021, S. 61).

Mit der Darstellung 6 werden dazu unterschiedliche Ansatzpunkte zur Prozessunterstützung im Kontext des präklinischen Notfallmanagements aufgezeigt, welche durch die zunehmende Digitalisierung der Rettungsketten geboten werden (Luiz 2020, S. 121). Dazu wird zwischen vier Kategorien unterschieden, welche durch die Digitalisierung maßgeblich unterstützt werden.



Darstellung 6: Mögliche Prozessunterstützung durch die Digitalisierung von Rettungsketten

Quelle: Luiz 2020, S. 120

Die erste Kategorie beschäftigt sich mit dem Eingang und der Bearbeitung von Notrufen und somit mit der Kommunikation zwischen Ersthelfenden und der Leitstelle. Hierbei erhofft man sich die durch die zunehmende Digitalisierung starke Verbreitung der Smartphones zunutze machen zu können. Dazu gehört unter anderem die Alarmierung mittels App oder Videoanruf, was eine Erweiterung der Kommunikation ermöglichen soll (Luiz 2020, S. 122). Durch die Bild- und Videodaten soll ein umfangreicherer Eindruck des Notfalls entstehen und so zielgerichteter Ressourcen alarmiert und die Anrufenden zu Maßnahmen angeleitet werden. Ergänzend wird zukünftig die Nutzung von Smart Watches und weiteren digitalen Geräten geprüft. Hinzu kommt der Einsatz von Drohnen zur Materialversorgung und die Nutzung von standortbezogenen Daten aller technischen Geräte (Hintze; Wagner-Hanl; Klumpp 2021, S. 62; Luiz 2020, S. 123).

Die zweite Kategorie befasst sich mit der Disposition von Einsatzmitteln. Auch hier dreht sich vieles um den Standort von Einsatzmitteln, aber auch um deren intelligente Alarmierung.

Dabei sollen nicht nur aktuelle Standorte einsatzbereiter Fahrzeuge erfasst, sondern Faktoren, wie Distanzen und Durchschnittsgeschwindigkeiten bis zum Einsatzort, ermittelt werden. In einigen Ländern ist es zudem möglich Ersthelfende über Apps zu alarmieren, um die behandlungsfreie Zeit zu verkürzen. Ergänzend können taktische Standortentscheidungen für Rettungswachen oder Krankenhäuser zur bestmöglichen Versorgung anhand geografischer Daten getroffen werden. Ein weiterer Nutzen der Digitalisierung ist die digitale Dokumentation von Einsätzen (Hintze; Wagner-Hanl; Klumpp 2021, S. 62; Luiz 2020, S. 129–130).

Eine weitere Möglichkeit zur Prozessunterstützung liegt in der Kategorie der telemedizinischen Unterstützung im Zuge der Patientenbehandlung und damit der Kommunikation zwischen Rettungsdienst und ärztlichem Fachpersonal. Hierbei bedient man sich einerseits vernetzter Geräte und Hilfsmittel zum Austausch von medizinischer Fallinformationen, wie beispielsweise Puls, Blutdruck und Sauerstoffsättigung. Zur frühzeitigen Behandlung von Herzinfarkten wird zudem häufig das Elektrokardiogramm (EKG) vom Einsatzort zur stationären Versorgungseinrichtung übermittelt. Ergänzend sollen Bilder und Videos die Patienteneinschätzung aus der Ferne erleichtern, um etwa auch Anzeichen von Schlaganfällen zu erkennen. Die Vernetzung ermöglicht somit einerseits eine schnellere und effizientere Behandlung und gleichzeitig die Entlastung der Notärztinnen und -ärzte (Kohrs 2020, S. 57–58; Luiz 2020, S. 132).

Die letzte Kategorie nach der Darstellung 6 betrifft die Interaktion zwischen Leitstelle, Rettungsdienst und Klinik. Mit Hilfe der IT sollen geeignete Krankenhäuser mit verfügbaren Ressourcen in Echtzeit dargestellt werden. Zudem ermöglicht die digitale Kommunikation einen vereinfachten Austausch zwischen Rettungsdienst, Notarzt und Klinik, indem bereits vor Eintreffen der Patientinnen und Patienten relevante Fallinformationen für das Krankenhauspersonal verfügbar sind. Ergänzend kann eine Voranmeldung erfolgen, wodurch die administrative Voraussetzung für eine Patientenbehandlung schon gegeben ist und schneller mit der tatsächlichen Behandlung und Dokumentation begonnen werden kann (Hintze; Wagner-Hanl; Klumpp 2021, S. 62–63; Kohrs 2020, S. 57–58).

Diese Ausführungen zeigen, dass sich durch die Digitalisierung eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Verbesserung der Prozesse in der Rettungskette eröffnet. Gleichzeitig werden aus den Erläuterungen schon einige Datenquellen für die Datenanalytik ersichtlich, wodurch das Prozessmanagement weitere Möglichkeiten zur Optimierung der Rettungsketten gewinnt.

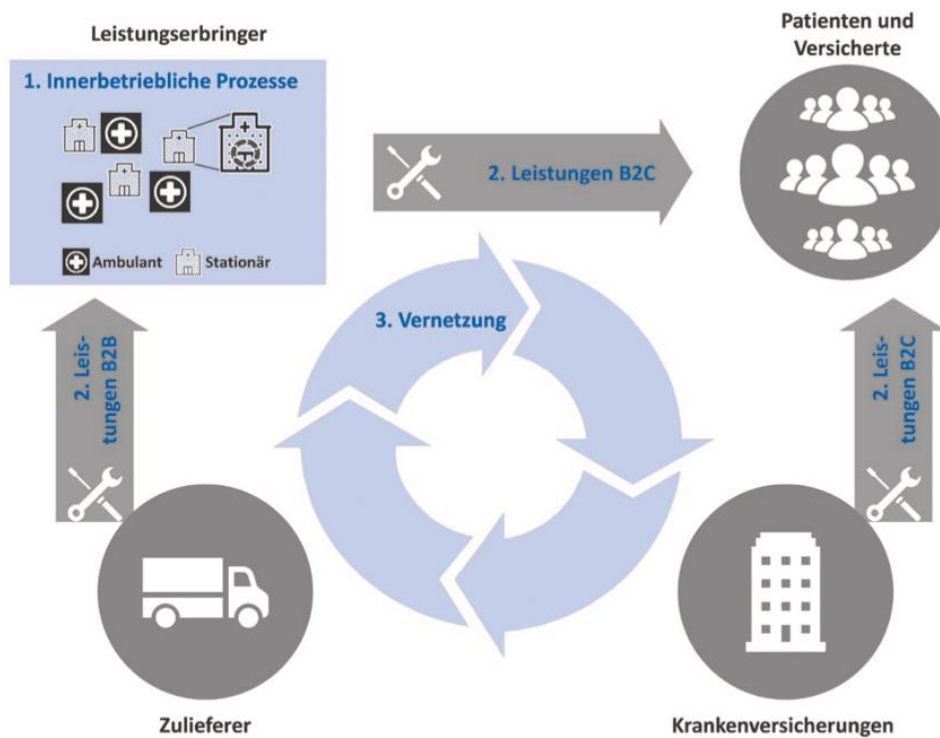
## **2.4 Vernetzte Rettungsketten**

Die vernetzte Rettungskette beschreibt ein Konzept zur Optimierung der Notfallversorgung durch eine verbesserte Kommunikation zwischen den Beteiligten der Rettungskette mit Hilfe der Digitalisierung. Die Literatur weist häufig darauf hin, dass die Beseitigung von Informationsasymmetrien zur Reduktion von Zeiten führen kann. Dies begründet sich dadurch, dass



die transparente und die gegebenenfalls in Echtzeit für alle verfügbare Information unter anderem die doppelte Durchführung von Behandlungsmaßnahmen verhindert. Anstelle dessen werden dadurch parallele Prozesse möglich (Behar u.a. 2022, S. 31; Lackner u.a. 2009, S. 25). Synonym zur vernetzten Rettungskette ist auch oft von einer integrierten Notfallversorgung die Rede (Luiz 2020, S. 121).

Die vernetzte Rettungskette und das Gesundheitswesen an sich bedienen sich hierfür drei Arten der Digitalisierung, welche in der nachfolgenden Darstellung 7 veranschaulicht werden.



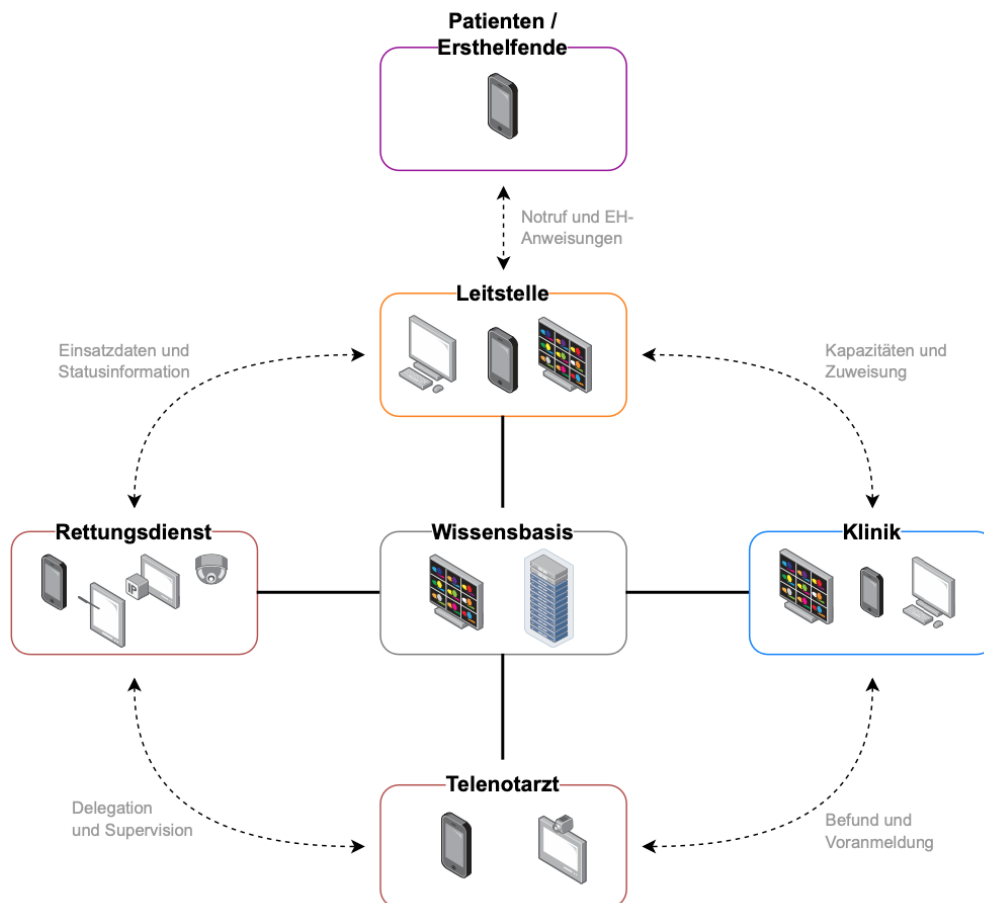
Darstellung 7: Arten der Digitalisierung im Gesundheitswesen

Quelle: Augurzky; Beivers 2019, S. 71

Wie aus dieser Darstellung ersichtlich wird, braucht es für eine vernetzte Rettungskette alle drei Arten der Digitalisierung, um ihrem Namen gerecht zu werden und das volle Potential ausschöpfen zu können. Die erste Art der Digitalisierung befasst sich dabei mit den internen Prozessen jeder einzelnen Organisation. Im nächsten Schritt kommt die zweite Art der Digitalisierung zu tragen, welche sich mit der dem digitalen Austausch mit Lieferanten aber auch Patientinnen und Patienten beschäftigt. Hiermit ist auch die Interaktion mittels Smartphones oder der Telemedizin gemeint. Die dritte Stufe der Digitalisierung ist die Vernetzung. Damit ist abschließend die übergreifende digitale Kooperation zwischen den Akteuren entlang der Rettungskette gemeint (Augurzky 2019, S. 91–92).

Das präklinische Notfallmanagement legt dabei besonderen Fokus auf der Vernetzung von Ersthelfenden, Leitstellen, Rettungsdienst und Krankenhäusern (Luiz 2020, S. 121), wie auch die nachfolgende Darstellung 8 zeigt. So stehen den jeweiligen Beteiligten unterschiedliche

digitale Hilfsmittel zur Verfügung und sämtliche Akteure sind telefonisch im Austausch, wobei die Interaktion rein verbal oder via Videoanruf erfolgen kann. Die Leitstelle, Klinik und die Wissensbasis verfügen darüber hinaus über diverse Dashboards, Tracker und entsprechende Kapazitäts- und Notaufnahmesoftware. Ergänzend kommen im Rettungsdienst und ggf. in der Klinik diverse medizinische Geräte zum Einsatz, welche ebenfalls vernetzt sind.



Darstellung 8: Vernetzung entlang der Rettungskette

Quelle: In Anlehnung an Deutsches Rotes Kreuz o. J.; adaptiert und ergänzt durch verfassende Person

Die Basis für eine vernetzte Rettungskette liegt in der durchgängigen Mobilfunkabdeckung zur Ermöglichung einer kontinuierlichen Vernetzung außerhalb des stationären Bereiches. Wie zuvor erläutert, sind dazu sowohl der Digitalisierung und Vernetzung interner Prozesse als auch der Interoperabilität mit anderen Beteiligten der Rettungskette über standardisierte Schnittstellen erforderlich. In diesem Zusammenhang gilt die fünfte Mobilfunkgeneration (5G) als vielversprechende Technologie zum Austausch von Daten in Echtzeit. So könnten Rettungsfahrzeuge mit modernen 5G-Komponenten und -Routern ausgestattet werden, um auch in Funklöchern vernetzt zu bleiben (Hintze; Wagner-Hanl; Klumpp 2021, S. 62).

Die zweite Säule bildet die standardisierte und übergreifende Sammlung von personenbezogenen Gesundheitsdaten. In einer umfangreichen Datensammlung werden unter anderem die

Krankheitsgeschichte, Allergien oder Medikamentenlisten erfasst und gespeichert. Erhalten alle Beteiligten der Rettungskette Zugriff auf diese Informationen und können diese entsprechend ergänzen, so würde die Informationsasymmetrie ausgeglichen werden. Ergänzend könnten jene Prozesse automatisiert werden, welche sich mit der Abfrage und händischen Dokumentation dieser Aspekte befassen. Erweitert werden könnte die Datensammlung zudem um Daten elektronischer Geräte, wie dem Smartphone oder sogenannten Wearables und Embedded Systems, welche weiteren Aufschluss über den Gesundheitszustand von Personen liefern können. Dieser Aspekt könnte nicht nur im präklinischen Notfallmanagement, sondern dem gesamten Gesundheitswesen neue Möglichkeiten eröffnen (Augurzky 2019, S. 91–92).

### **3 Prozessmanagement**

Das Prozessmanagement im Kontext des Gesundheitswesens weist einige Besonderheiten auf, welche im Nachfolgenden erläutert werden. Dabei wird insbesondere auf den Zielkonflikt der Dimensionen Qualität, Kosten und Zeit eingegangen. Da die letztgenannte Dimension prägender Inhalt der vorliegenden Arbeit ist, wird diese in einem separaten Abschnitt detaillierter betrachtet. Daran anknüpfend befasst sich der darauffolgende Abschnitt mit dem Zwiespalt zwischen Standardisierung und Flexibilität in den Prozessen des Gesundheitsbereiches. Abschließend werden die theoretischen Grundlagen zum Zusammenspiel von Prozessmanagement, Gesundheitswesen und IT dargelegt.

#### **3.1 Prozessmanagement im Gesundheitswesen**

Zeitlich betrachtet, erhielt das Prozessmanagement erst in den vergangenen Jahren zusehends Beachtung im Gesundheitswesen. Dies ist auf eine Vielzahl an Reformen in diesem Bereich zurückzuführen, wodurch die effiziente Gestaltung von Prozessen an Bedeutung gewonnen hat. Aus der Ökonomisierung des Gesundheitssystems resultierte unmittelbar ein zunehmender Wettbewerb und Kostendruck. Als Abhilfe dringen immer mehr Ansätze aus der Betriebswirtschaft, und damit auch das Prozessmanagement, in den Gesundheitsbereich vor (Gadatsch 2013, S. 1). Denn im Endeffekt stehen Prozesse in Krankenhäusern oder Rettungsketten denselben Problemen gegenüber, wie die Prozesse der Industrie. Die doppelte Ausführung von Tätigkeiten, Störungen des Informationsflusses, Wartezeiten oder Engpassstellen sind nur einige Defizite, welche die Effizienz, Kosten und Qualität beeinflussen (De Ramón Fernández; Ruiz Fernández; Sabuco García 2020, S. 1306).

Veränderungen werden dabei durch unterschiedliche Faktoren ausgelöst, wobei zwischen internen und externen Auslösern unterschieden wird. Interne Auslösefaktoren sind etwa strategische Entscheidungen des Managements und Änderungen in der Aufbau- oder Ablauforganisation in Folge von Umstrukturierungen. Die externe Auslösefaktoren können sich zum Beispiel aus Änderungen in der Gesetzgebung oder technologischen Fortschritten ergeben, welche eine Anpassung der Prozesse erfordern oder neue Optimierungsmöglichkeiten eröffnen (Brandstätter 2019, S. 651).

Jedoch weisen die Prozesse im Kontext des Gesundheitswesens auch einige Besonderheiten auf. Im Zentrum der Kundenorientierung stehen die Patientinnen und Patienten, welche die Kundinnen und Kunden im herkömmlichen Sinn repräsentieren und die Empfänger von Dienstleistungen sind. Die Prozesse müssen sich dementsprechend nach den Erwartungen der Patientinnen und Patienten richten. Unter die Kundenorientierung fallen zudem die Möglichkeit der Individualisierung in Form von Behandlungen und Terminen nach Patientenwunsch und -erfordernis (Kukla 2015, S. 21–22).

Das primäre Ziel der Prozesse im Gesundheitsbereich ist das Wohl der Patientinnen und Patienten und deren Heilung bzw. Steigerung der Lebensqualität. Sämtliche Prozesse im Gesundheitswesen orientieren sich demnach an der Erfüllung dieser Aufgabe und generieren dadurch einen nicht monetären Mehrwert in Form von Gesundheit für die Kundinnen und Kunden (Beckmann u.a. 2010, S. 20). Dies zeigt jedoch die Schwierigkeit auf, die Leistungsfähigkeit der Prozesse zu messen, da Lebensqualität und Gesundheit als subjektives Empfinden einzustufen sind (Oswald; Zapp 2010, S. 36). Um diese Subjektivität zu umgehen, bedient man sich zumeist anderen Kennzahlen. Input-bezogene Prozesskennzahlen richten sich nach den strukturellen Aspekten, wie Ausstattung, Personal und Behandlungsräume. Output-bezogene Kennzahlen hingegen beschäftigen sich mit den Ergebnissen der Patientenversorgung. Dabei werden unter anderem Wiederaufnahmen in Krankenhäusern oder Liegedauer betrachtet. Die dritte Art von Key Performance Indicator (KPI) zeigt die Qualität der Dienstleistung an und wird als durchführungsbezogenes Prozessziel bezeichnet. Darunter fallen zum Beispiel auch Wartezeiten und Dokumentation (Kukla 2015, S. 51).

Wie viele andere Dienstleistungsprozesse sind einige Prozesse im Gesundheitsbereich von der Mitwirkung der Kundinnen und Kunden bzw. Patientinnen und Patienten abhängig, wobei der Grad der Integration in die Prozesse variieren kann. Das Ergebnis der Prozesse bleibt jedoch unmittelbar von der Kooperation der Patientinnen und Patienten mit den personellen Ressourcen des Gesundheitswesens abhängig. Hieraus ergibt sich eine mögliche Störquelle für den Ablauf der Prozesse, welche durch das Prozessmanagement nur bedingt beeinflussbar ist (Haller; Wissing 2022, S. 10–11; Oswald; Zapp 2010, S. 40).

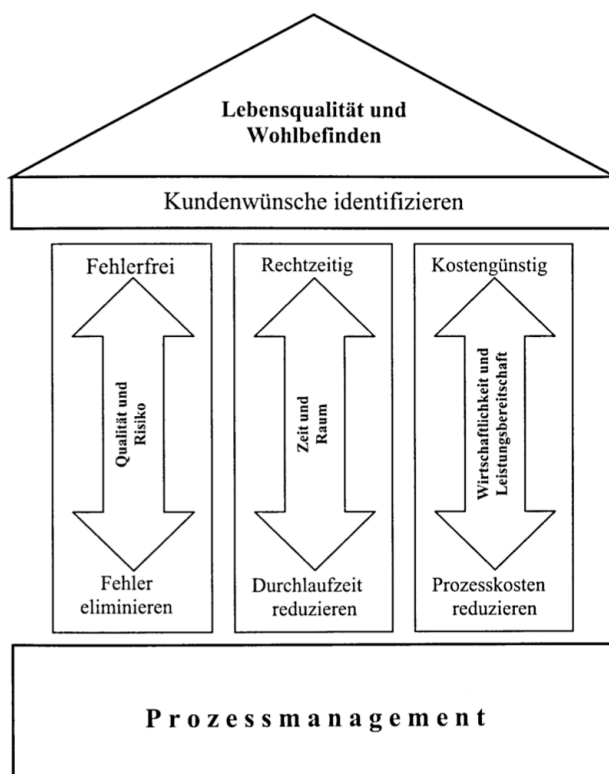
Eine weitere Besonderheit für das Prozessmanagement ergibt sich aus der Analyse des Marktes bzw. Wettbewerbes im Gesundheitswesen. Dieser ist vor allem dadurch geprägt, dass Patientinnen und Patienten nicht durch preisgünstige Leistungsangebote zur Inanspruchnahme der Leistungen motiviert werden können. Denn üblicherweise bezahlen die Patientinnen und Patienten nicht direkt für die Leistungen im Gesundheitswesen, sondern die Kosten werden durch Versicherungsanstalten übernommen. Dies stellt einen wesentlichen Unterschied zu klassischen Konsummärkten dar. Dementsprechend rücken andere Kriterien zur Gewinnung von Patientinnen und Patienten in den Vordergrund (Kukla 2015, S. 15–16).

Des Weiteren gibt es im Gesundheitswesen viele wissensintensive Prozesse, speziell im Bereich der Patientenbehandlungen. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass die Reihenfolge von Tätigkeiten und das Ergebnis nicht immer von Anfang an klar sind. Zudem kann der Ressourceneinsatz variieren und es können unterschiedliche Informationsquellen einbezogen werden. Daraus ergibt sich ein gewisser Entscheidungsspielraum und damit eine Flexibilität der Prozessbeteiligten innerhalb der Prozesse (Schmelzer; Sesselmann 2020, S. 88), was die durch das Prozessmanagement angestrebte Standardisierung erschwert. Auf diesen Umstand wird im Kapitel 3.3 detaillierter eingegangen.

Ergänzend gibt es rechtliche Rahmenbedingungen, die berücksichtigt werden müssen. So wird in der Gesetzgebung festgehalten, dass Behandlungsleistungen eine messbare Wirksamkeit haben und dem aktuellen Stand der Medizin entsprechen müssen. Die Behandlungsprozesse unterliegen zudem der Wirtschaftlichkeit und einer zweckmäßigen Notwendigkeit. Damit ist gemeint, dass keine Verschwendung in Form von nicht zwingend erforderlicher Leistungen erfolgen darf (Beckmann u.a. 2010, S. 29–30). Dieser Aspekt ist ebenfalls Auslegungssache und bedarf daher einer hinreichenden Dokumentation der Leistungserbringenden zur Absicherung bei Klagen.

Diese Aspekte müssen vom Business Process Management (BPM), welches im spezifischen Kontext des Gesundheitswesens auch als Clinical Process Management bezeichnet wird, zusätzlich berücksichtigt werden. Die Bezeichnung als Clinical Process Management würde dabei suggerieren, dass ausschließlich Prozesse in stationären Versorgungseinrichtungen betrachtet werden, jedoch sind damit tatsächlich sämtliche Prozesse im Gesundheitswesen gemeint (Gadatsch 2013, S. 5).

Verfolgt werden im Wesentlichen dieselben Ziele, wie auch in anderen Branchen. So stehen auch im Gesundheitswesen Verbesserung der Qualität, Reduktion von Zeiten und Steigerung der Erlöse und Gewinne im Mittelpunkt des Prozessmanagements (Bernhofer u.a. 2019, S. 621; Dumas u.a. 2021, S. 1). Für das Prozessmanagement im Gesundheitswesen bedeuten diese Rahmenbedingungen ein Spannungsfeld, welches in der Darstellung 9 ersichtlich ist.



Darstellung 9: Prozessmanagement im Gesundheitswesen

Quelle: Oswald; Zapp 2010, S. 35

Die Darstellung 9 zeigt den Zielkonflikt zwischen den Dimensionen der Qualität, der Zeit und den Kosten des BPM im Gesundheitswesen. Das ausgewogene Zusammenspiel dieser drei Dimensionen wird in der Literatur stets hervorgehoben. Ist die Balancierung der Zielkonflikte der Dimensionen auch Kerninhalt des Prozessmanagements, so beeinflussen Entscheidungen hierzu im Bereich des Gesundheitswesens unmittelbar die Gesundheit von Personen (Kukla 2015, S. 15–16; Oswald; Zapp 2010, S. 34). Dies birgt einerseits eine hohe Brisanz, zeigt gleichzeitig jedoch auch die zentrale Rolle des Prozessmanagements in diesem Bereich.

Die Dimension der Qualität befasst sich mit den Fehlerraten in den Prozessen. Dabei referenziert sich das Prozessmanagement üblicherweise auf die Kundinnen und Kunden. Die Qualität gilt als entscheidender Faktor in der Patientenakquise, weshalb das Prozessmanagement auf eine kontinuierliche Verbesserung zur Verringerung von Fehlern abzielt, um als Resultat ein gutes Ansehen in der Öffentlichkeit sicherzustellen. In der Darstellung 9 wird zudem Risiko gemeinsam mit der Qualität angeführt. Dies begründet sich speziell durch den möglichen Störeinfluss in Form von Fehlentscheidungen oder -einschätzungen durch Informationsdefizite und/oder durch mangelnde Kooperation der Patientinnen und Patienten (Oswald; Zapp 2010, S. 40–42).

Im direkten Zusammenhang mit der Qualität und dem Risiko steht die zweite Dimension der Wirtschaftlichkeit und den Kosten. Mangelnde Qualität kann die Wirtschaftlichkeit einschränken, indem beispielsweise Schadenersatzforderungen geltend werden. Dasselbe gilt für Maßnahmen zur Bewältigung von Risiken. Gleichzeitig besteht durch das Erzielen von Gewinnen die Möglichkeit in die Verbesserung der Qualität und die Minimierung von Risiken zu investieren (Kukla 2015, S. 15). Die Wirtschaftlichkeit allgemein zielt jeweils auf das ökonomische Prinzip und eine Optimierung der Effizienz der Prozesse in dieser Hinsicht ab. Somit sollen Prozesse aus Sicht dieser Dimension kostengünstiger gestaltet werden, wodurch der Zielkonflikt mit der Qualität und dem höheren Risiko für das Patientenwohl angedeutet wird. Ergänzt wird die Wirtschaftlichkeit um den Aspekt der Leistungsorientierung. Diese beschreibt im Kern die Capabilities zur Erbringung der Leistung, womit das Zusammenspiel von Fähigkeiten und dem Willen zur Umsetzung gemeint ist (Oswald; Zapp 2010, S. 46–48).

Als drittes wesentliches Leistungskriterium im Prozessmanagement ist die Zeit anzusehen, da höhere Zeiten zumeist unmittelbar höhere Kosten bedeuten. Im Kontext des Gesundheitswesens wirkt die Zeit zusätzlich auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der Patientinnen und Patienten. Auf die dritte Dimension der Zeit wird im Kontext des präklinischen Notfallmanagements im nachfolgenden Kapitel 3.2 explizit eingegangen. In der Darstellung 9 wird ergänzend zur Dimension der Zeit auch die Raum-Komponente angegeben. Dies soll zum Ausdruck bringen, dass die Standortentscheidung und die Organisation der Räume zur Leistungserbringung unmittelbar mit der Zeit einher gehen. Nicht zu vernachlässigen sind dabei auch die Transportwege für personelle, materielle oder immaterielle Ressourcen. Die zeitoptimale

Gestaltung ist aufgrund dessen ebenfalls Aufgabe des Prozessmanagements (Oswald; Zapp 2010, S. 44–45).

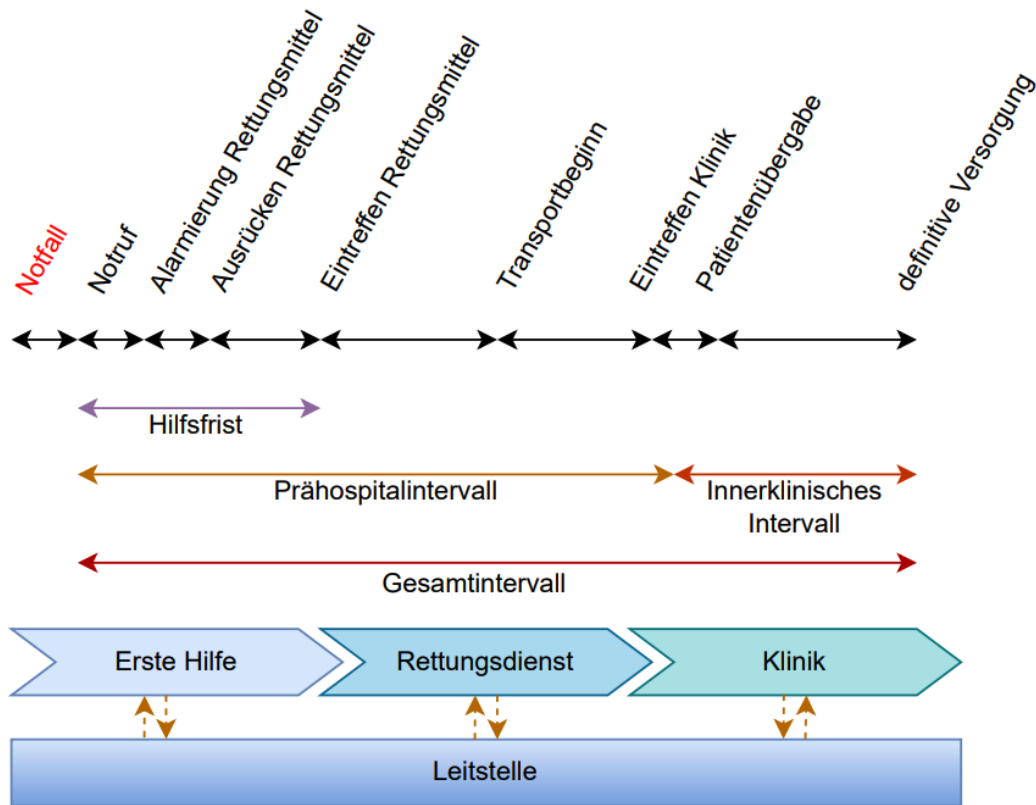
### **3.2 Relevanz der Dimension „Zeit“**

Die Dimension der Zeit wird im Kontext des Gesundheitswesens als besonders wichtig angesehen. Dies begründet sich dadurch, dass die Überlebenschancen sowie die Begrenzung von Folgeschäden dann am höchsten sind, wenn eine zeitnahe und zielgerichtete Behandlung erfolgt. Im Zusammenhang mit dem Herz-Kreislauf-Stillstand, Herzinfarkt oder Schlaganfall prägen vor allem die Phrasen „time is muscle“ und „time is brain“ diesen Umstand (Bayeff-Filloff; Pawlak; Prückner 2014, S. 202; Fischer u.a. 2016, S. 391). Veranschaulichen lässt sich die Wichtigkeit der Zeit am konkreten Beispiel der Sepsis bzw. Blutvergiftung, welche durch eine Entzündung im Körper entsteht. Als Folge darauf entsteht eine Immunreaktion, welche den Körper zusehends vergiftet und zu einem Versagen einzelner oder mehrerer Organe führen kann. Die Heilungs- und Überlebenschancen verhalten sich dabei exponentiell, sodass diese nach sechs Stunden lediglich noch bei 38%, und nach 12 Stunden sogar unter 20% abfallen (Heinlein; Ullmann 2019, S. 197–198). Vor diesem Hintergrund erscheint es einleuchtend, dass der Dimension der Zeit auch abseits der Kostengründe eine besondere Relevanz zugeschrieben wird.

Im spezifischen Kontext des präklinischen Notfallmanagements werden in der Literatur vermehrt Zeitintervalle für eine wirkungsvolle medizinische Versorgung gesundheitlicher Notfälle genannt. Diese sind somit auch prägender Inhalt für das Prozessmanagement in diesem Zusammenhang. Besonderer Bedeutung im Prozessmanagement kommt der Kennzahl der Durchlaufzeit zu, welche jene Zeit beschreibt, die für den gesamten Ablauf des betrachteten Prozesses bzw. der betrachteten Prozesskette benötigt wird. Dabei muss sich das Prozessmanagement nicht zwingend mit einer Reduktion der Zeiten befassen. Vielmehr können auch die fristbezogene Einhaltung oder die Einhaltung von Maximalzeiten das Ziel im Zusammenhang mit der Durchlaufzeit sein (Dumas u.a. 2021, S. 66).

Die Einhaltung von Maximalzeiten ist auch der Kern in den Zeitintervallen im präklinischen Notfallmanagement, welche in der nachfolgenden Darstellung 10 aufgezeigt werden. Dabei gilt jedoch jeweils, dass ein Unterschreiten dieser Zeiten möglichst erwünscht und anzustreben ist. Im Wesentlichen wird dabei zwischen dem Prähospitalintervall, dem innerklinischem Intervall und dem Gesamtintervall unterschieden (Luiz 2020, S. 120–121; Röper 2022, S. 14–15).





Darstellung 10: Zeitintervalle in der präklinischen Notfallversorgung

Quelle: In Anlehnung an Luiz 2020, S. 121; ergänzt durch verfassende Person

Das Gesamtintervall gibt die maximale Zeit vom Eingang des Notrufes bis zur Einleitung einer umfangreichen, tieferen Therapie im Krankenhaus an. Damit ist gemeint, dass spätestens nach dieser Zeit beispielsweise eine zielgerichtete Notfalloperation oder Behandlung durch eine Fachabteilung in einer stationären Versorgungseinrichtung gestartet werden soll. Ausgehend von Leitlinien anerkannter wissenschaftlicher Fachgesellschaften wird dieses Zeitintervall in der Literatur mit maximal 90 Minuten angegeben (Bayeff-Filloff; Pawlak; Prückner 2014, S. 202; Fischer u.a. 2016, S. 391). Das Gesamtintervall kann untergliedert werden in das prähospital und das innerklinische Intervall.

Das Prähospitalintervall beschreibt die Zeit vom eingehenden Notruf bis zur Ankunft der Patientinnen und Patienten in einer geeigneten Klinik. Als Richtwert wird für dieses Intervall eine maximal zulässige Zeit von 60 Minuten angegeben (Röper 2022, S. 15). In dieser Zeitspanne muss der Rettungsdienst zum Einsatzort gelangen, eine Ersteinschätzung durchführen und erforderliche Maßnahmen zur Erreichung einer Transportfähigkeit der Patientinnen und Patienten setzen. Anschließend erfolgt der Transport in ein geeignetes Krankenhaus. Aus der Vorgabe, dass spätestens nach 60 Minuten eine Notfallversorgung in einer stationären Einrichtung erfolgen soll, hat sich der Begriff der sogenannten „golden hour“ in der Notfallmedizin abgeleitet (Lackner u.a. 2009, S. 26).

Ein Teilabschnitt des prähospitalen Intervalls stellt die Hilfsfrist dar. Diese Zeit beschreibt die Dauer, bis die Rettungskräfte am Einsatzort eintreffen. Beginn des Zeitintervalls ist erneut der Eingang des Notrufes bei der Leitstelle. Üblicherweise wird die Maximalzeit für dieses Intervall von den Bundesländern vorgegeben und liegt zumeist bei maximal 15 Minuten. Dementsprechend sind Standorte und Versorgungsnetzwerke der Rettungsdienste zu planen (Fischer u.a. 2016, S. 391). Ein Unterschreiten dieser Zeit ist aus medizinischer Sicht erstrebenswert, da in der Zeit bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes nicht zwingend Maßnahmen an Patientinnen und Patienten durchgeführt werden. Dieses sogenannte therapiefreie Intervall, welches in der Darstellung 10 nicht ersichtlich wird, beschreibt die Zeit beginnend ab Eintritt des Notfalles bis zum Setzen erster Maßnahmen, wobei diese auch durch Ersthelfende erfolgen können. Ein kurzes therapiefreies Intervall ist speziell bei der Herz-Lungen-Reanimation entscheidend (Röper 2022, S. 15).

Für das innerklinische Intervall verbleiben abschließend noch 30 Minuten. Nach Ankunft der Patientinnen und Patienten muss eine Ersteinschätzung in der Notaufnahme erfolgen. Diese Ersteinschätzung entscheidet über die nachfolgenden Behandlungsmaßnahmen durch Fachabteilungen. Ergänzend erfolgt die Einstufung der Patientinnen und Patienten nach der Dringlichkeit zur weiteren Behandlung (Fischer u.a. 2016, S. 393). Dieser Vorgang wird Triage genannt.

Unter „Triage“ versteht man die Sortierung oder Einteilung von Patientinnen und Patienten mit Hilfe von definierten Vorgehensweisen. Die Triage kann als Managementansatz zur Steuerung des Patientenflusses angesehen werden und tritt sowohl innerhalb stationärer Versorgungseinrichtung als auch außerhalb davon in unterschiedlichen Formen auf. Der Entscheidungsprozess zur Einteilung der Patientinnen und Patienten variiert je nach Zweck der Triage (Lampi 2017, S. 1–2).

Im präklinischen Notfallmanagement kommt die Triage an mehreren Stellen zur Anwendung. Im Innerklinischen bzw. der Notaufnahme erfolgt die Triage im Zuge der Ersteinschätzung. Dabei dient die Einteilung der Patientinnen und Patienten der bestmöglichen Weiterversorgung, weshalb die Sortierung auch nach der Dringlichkeit zur weiteren Behandlung erfolgt. Die Triage zielt darauf ab, den Schwerstverletzten eine schnellere Behandlung zu ermöglichen, während den Leichtverletzten andere Dringlichkeitsstufen zugeordnet werden (Mackway-Jones u.a. 2019, S. 19). Ein verbreiteter Standard zur Triage ist das Manchester Triage System, dessen Einteilungsstufen in der nachfolgenden Darstellung 11 ersichtlich sind. Die Ersteinschätzung muss dabei schnellstmöglich erfolgen, um den Patientinnen und Patienten die bestmöglichen und erforderlichen Behandlungsschritte zukommen zu lassen (Bernhofer u.a. 2019, S. 630).

Ziffer	Name	Farbe	Max. Zeit	Kontrolleinschätzung spätestens nach
Eintreffen bis Ersteinschätzung			5 Minuten	
1	Sofort	Rot	0 Minuten	
2	Sehr dringend	Orange	10 Minuten	10 Minuten
3	Dringend	Gelb	30 Minuten	30 Minuten
4	Normal	Grün	90 Minuten	90 Minuten
5	Nicht dringend	Blau	120 Minuten	120 Minuten

Darstellung 11: Behandlungsprioritäten im Manchester Triage System

Quelle: Bernhofer u.a. 2019, S. 630

Eine zweite Form der Triage findet man im Rettungsdienst, wobei diese vorwiegend bei Großschadensereignisse, Pandemien oder Katastrophen zum Einsatz kommt. Speziell in den Jahren der Corona-Pandemie hat diese Form der Triage viel Aufmerksamkeit erhalten, da es sich um eine Sortierung in Folge von Ressourcenknappheit handelt. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass nicht für alle Patientinnen und Patienten ausreichendes medizinisches Personal oder Ausrüstung vorhanden ist (Brettel; Schuhr 2022, S. 801–802; Mackway-Jones u.a. 2019, S. 19). Auch hier erfolgt die Einteilung in vorgegebene Klassen nach der Erkrankungsschwere. Im Gegensatz zur Triage in der Notaufnahme verfolgt die Triage in Krisen aber den Zweck, die vorhandenen Ressourcen einer möglichst großen Gruppe mit hoher Überlebenschance zukommen zu lassen. So werden die Kapazitäten weder für die Leichtverletzten, noch die Schwerstverletzten zur Verfügung gestellt (Lampi 2017, S. 1–2; Mackway-Jones u.a. 2019, S. 19).

Eine dritte und deutlich abgeschwächte Form der Triage erfolgt durch die Leitstelle. Hierbei ist das Ziel der Triage wiederum die bestmögliche und zeitnahe medizinische Versorgung zu erreichen. Anhand der Einstufung der Leitstelle erfolgt die Alarmierung der Rettungskräfte mit regionalen Einsatzstichworten, welche Hinweise auf die Dringlichkeit geben. Zusätzlich ist dies Ausgangslage dafür, ob etwa zusätzliche Ressourcen, wie ein notärztliches Personal oder Feuerwehr, hinzugezogen werden. Die Besonderheit liegt darin, dass die Einteilung lediglich durch die Informationsbeschaffung am Telefon erfolgt (Luiz 2020, S. 124–125).

Allen Formen der Triage ist gemein, dass die Vorgehensweise zur Sortierung bzw. Einstufung immer nur einen groben Bezugsrahmen vorgibt. Die definierten Prozesse geben eine gewisse Richtung vor, jedoch kann sich situativ die Notwendigkeit zur Abweichung geben, sodass eine gewisse Flexibilität im Ablauf erforderlich wird. Dies zeigt sich beispielsweise in der Entscheidungsfindung zur Einstufung, welche vom medizinischen Fachwissen, den eigenen Erfahrungen aber auch einer gewissen Intuition abhängig ist, da die Entscheidungen und Einstufungen

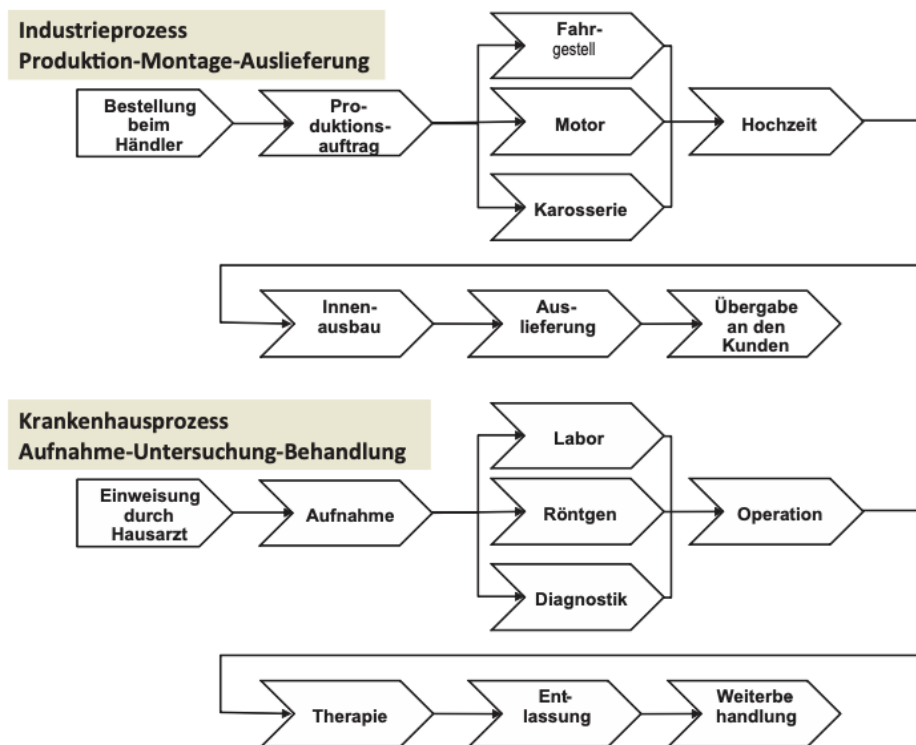
in der Triage unter unvollständiger Information erfolgen müssen (Mackway-Jones u.a. 2019, S. 27–30). Für das Prozessmanagement bedeutet dies, dass unter Umständen nur ein gewisser Grad an Standardisierung möglich wird.

### **3.3 Standardisierung versus Flexibilität**

Die Literatur gibt gelegentlich Hinweise darauf, dass sich das Prozessmanagement im Gesundheitswesen, neben dem bereits angeführten Spannungsfeld zwischen den Dimensionen Qualität, Kosten und Zeit, einem weiteren Zielkonflikt gegenüber sieht. Denn so ist häufig eine Abwägung zwischen Standardisierung und Flexibilität erforderlich. Einerseits ist es entscheidend Prozesse so weit wie möglich zu standardisieren, andererseits bedarf es ausreichender Flexibilität in der Behandlung von Patientinnen und Patienten (Brandner; Kurz 2019, S. 636; Kukla 2015, S. 17–18). Dieser Zielkonflikt ist vor allem bei wissensintensiven Prozessen anzutreffen, worunter unter anderem die medizinischen Behandlungsprozesse fallen. Die Schwierigkeit bei wissensintensiven Prozessen liegt darin, dass es eine Vielzahl an Prozessvariationen gibt, welche sich aber situativ ergeben können. Dadurch sind Abweichungen vom Regelprozess bzw. ist eine ausreichende Flexibilität als Standard anzusehen (Mertens 2020, S. 6). Flexibilität im Sinne des Prozessmanagements bedeutet, dass innerhalb eines Geschäftsprozesses eine situativ angepasste Reaktion auf Einflüsse erfolgen kann. Dazu zählen die Ausführung unterschiedlicher Aufgaben im selben Prozess sowie die Bearbeitung von Fällen (Dumas u.a. 2021, S. 68).

Im Gesundheitswesen lassen sich eine Vielzahl an Behandlungen und administrative Prozesse relativ leicht standardisieren. Der Weg der Patientinnen und Patienten durch zum Beispiel die Aufnahme, Untersuchung und Behandlung wird als klinischer Pfad oder Clinical Path bezeichnet und ähnelt einem Produktionsprozess in der Industrie, wie die Darstellung 12 zeigt. Gleichzeitig erfordern besonders die Behandlungsprozesse für etwa Notfallpatientinnen und -patienten gewisse Freiheitsgrade, um situativ Reihenfolge und Kombination von Subprozessen anpassen zu können (Gadatsch 2013, S. 9–11). Dies ergibt sich daraus, dass die Prozesse im Gesundheitsbereich neben dem Verständnis für die Abläufe teilweise auch medizinisches Fachwissen benötigen. In Folge dessen sind die klinischen Pfade häufig nur als Best Practice Ansatz zu sehen (Landrock; Gadatsch 2018, S. 36).

Wie aus der Darstellung 12 hervor geht, gleichen sich die beiden Prozesse aus Industrie und Krankenhaus auf den ersten Blick. Doch wurden beide Prozessmodelle nicht zur Detailbeschreibung eines Ablaufes gemacht, sondern dienen dem Zweck, einen schnellen und verständlichen Überblick über die Prozesse zu erlangen. Von einem operativen Prozessmodell und damit einer Beschreibung der tatsächlichen Abwicklung, sowie der Automatisierung ist man hier noch weit entfernt. Es handelt sich demnach um strategische Prozessmodelle (Freund; Rucker 2019, S. 19).



Darstellung 12: Ähnlichkeit der Prozesse in Industrie und Krankenhaus

Quelle: Gadatsch 2013, S. 10

Die strikte Abwicklung in Form einer festgelegten Reihenfolge von Tätigkeiten ist in medizinischen Prozessen unter Umständen nicht immer möglich, wodurch die Standardisierung erschwert wird. Dies lässt sich beispielsweise am Prozess der Diagnostik aus der Darstellung 12 zeigen. Aus der reinen Bezeichnung lässt sich nicht exakt ableiten, welche Tätigkeiten sich hinter diesem Prozess verbergen. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass verschiedene Maßnahmen gesetzt werden, um einen umfangreichen Informationsstand zu den Patientinnen oder Patienten bzw. deren Krankheitsbildern zu erlangen. Der Informationsstand ändert sich dabei stetig und erfordert gegebenenfalls eine Anpassung der zu setzenden Maßnahmen (Gross 1969, S. 1–2). Dazu sind im Gesundheitswesen oft konkrete Vorgehensweisen standardisiert, wobei innerhalb dieser Prozesse situative Freiheiten vorgesehen sind. Im spezifischen Kontext des präklinischen Notfallmanagement kann dies beispielhaft am sogenannten „ABCDE-Schema“ (Airway-Breathing-Circulation-Disability-Exposure) veranschaulicht werden, welches einen situativ anzupassenden Prozess beschreibt (Brandner; Kurz 2019, S. 642).

Beim ABCDE-Schema handelt es sich um eine standardisierte Vorgehensweise zur Ersteinschätzung von Patientinnen und Patienten. Im Vordergrund steht die möglichst strukturierte und umfassende Informationserfassung, welche eine Einordnung der Vitalfunktionen der Patientinnen und Patienten sowie eine Einschätzung des Gesundheitszustandes ermöglicht. Durch die Vorgehensweise nach diesem Schema sollen Fehleinschätzungen vermieden und

die zielgerichtete medizinische Intervention verstärkt werden (Damböck 2021, S. 99–100). Die nachfolgende Darstellung 13 zeigt die einzelnen Phasen des ABCDE-Schemas, sowie einige Gegenmaßnahmen bei Erkennung eines Defizits in der entsprechenden Phase.



Darstellung 13: ABCDE-Schema in der präklinischen Notfallmedizin

Quelle: Damböck 2021, S. 103

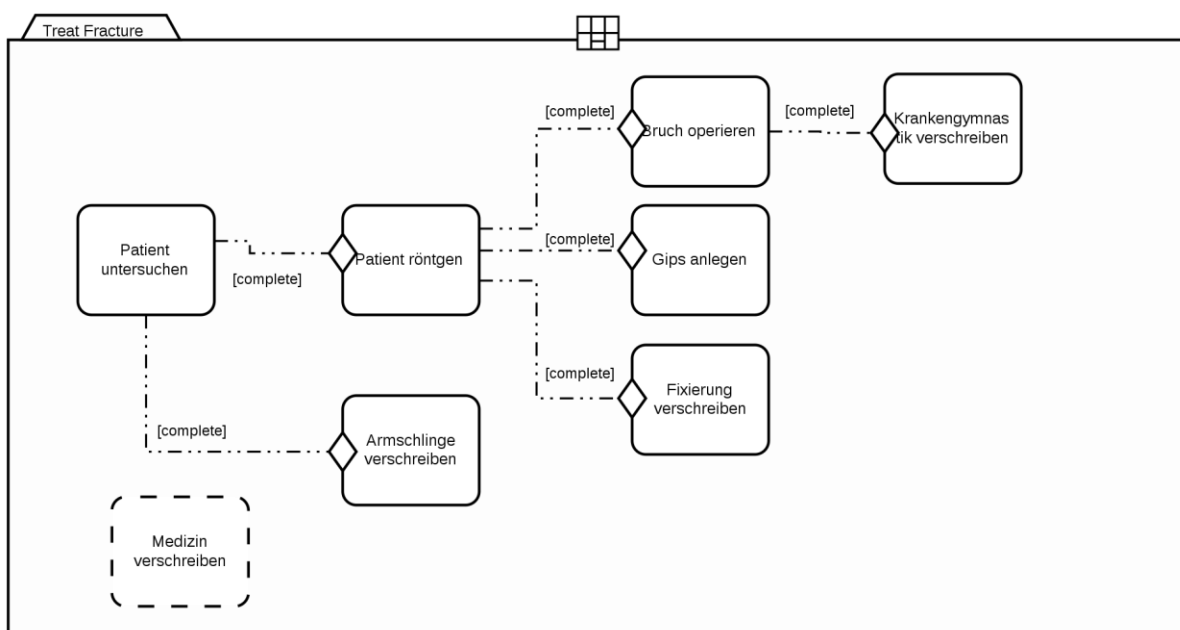
Wie aus dieser Darstellung hervor geht, gliedert sich das ABCDE-Schema in die Phasen Atemwege (Airway), Belüftung der Lunge (Breathing), Kreislauf (Circulation), Defizite und Einschränkungen (Disability) sowie Entkleiden und Wärmeerhalt (Exposure). Es erfolgt in jeder Phase die Informationserfassung und -erweiterung durch gezielte Fragen, Erhebung von Vitalparametern und der eigenen Wahrnehmung durch die Sinnesorgane. Wird in einer Phase ein Defizit festgestellt, so führt dies unmittelbar zur Einleitung von Gegenmaßnahmen. So führt beispielsweise die Feststellung von Atemnot, und damit ein Defizit in der Phase der Belüftung der Lunge, zur Gegenmaßnahme der entsprechenden Körperlagerung und Sauerstoffverabreichung (Redelsteiner 2011, S. 250–252).

Wie die Ausführungen zu diesem Prozess der Ersteinschätzung nahelegen, kann nie von vornherein eine starre und durchstandardisierte Abfolge von Tätigkeiten abgesehen werden.

Auch kann sich die Reihenfolge der Phasen ändern, wenn im Zuge der Beurteilung ein Defizit in einer anderen Phase offensichtlich wird. Dadurch ist die zeitliche Abfolge der Subprozesse situativ anzupassen. Jedoch ist es möglich die einzelnen Teilprozesse, wie etwa die Abarbeitung der Phasen oder auch die Schritte zur Sauerstoffverabreichung, zu standardisieren und bei Bedarf in den Ablauf zu integrieren. Dies zeigt die Möglichkeit zur Standardisierung bei gleichzeitiger Erreichung einer Flexibilität in den Prozessen.

Speziell im Gesundheitswesen gibt es daher eine enge Verknüpfung zwischen dem Prozessmanagement und dem sogenannten „Case Management“. Dabei handelt es sich um einen funktionalen Managementansatz, bei welchem die Tätigkeiten zur Behandlung im Vordergrund stehen, aber nicht die exakte Reihenfolge und festgelegte Rollen (Zapp 2010, S. 214–215).

Das Case Management beschränkt sich auf einen abgegrenzten Fall mit einem definierten Ziel. Eine Behandlung kann als Fall angesehen werden, da unter Umständen zu Beginn nur eingeschränkte Informationen vorliegen, sich der Informationsstand aber mit Fortdauer der Behandlung erweitert. Dadurch sind die tatsächlich erforderlichen Tätigkeiten nicht von Vornherein klar. Die zum Zeitpunkt vorhandenen Informationen bestimmen jedoch über die Aktivitäten und deren Reihenfolge, weshalb das Case Management als informationsgetrieben gilt. Ergänzend ist bei einem Case im Gegensatz zum Prozess nicht immer klar definiert, welche Rollen zur Bearbeitung des Falles erforderlich sein werden (European Association of Business Process Management 2014, S. 483–484). Die nachfolgende Darstellung 14 zeigt ein Beispiel für einen modellierten Case in der Notaufnahme. Die Modellierung erfolgte mit der sogenannten Case Management Model and Notation (CMMN).



Darstellung 14: Beispiel Notaufnahme im Case Management

Quelle: Wikipedia 2022

Das Beispiel in dieser Darstellung zeigt einen Ablauf in der Notaufnahme. Deutlich geht dabei hervor, dass situationsangepasst diverse Aktivitäten möglich werden. Die Entscheidung, welche Aufgabe als Nächstes folgt, hängt vom vorliegenden Informationsstand ab. Es gibt keine klare und im Vorhinein festgelegte Reihenfolge. Es bedarf im Case Management vorab einer ausgeprägten Planung, wann welche Aktivitäten erlaubt, zwingend erforderlich oder verboten sind. Es ist somit auch hervorzuheben, dass nur ein hinreichender Handlungsspielraum gegeben wird - die Akteure können also nicht machen, was sie wollen (Freund; Rücker 2017, S. 174–175).

Zusammenfassend zeigen diese Ausführungen den schmalen Grat zwischen Standardisierung und ausreichender Flexibilität in einigen Prozessen des Gesundheitswesens. So ist die Darstellung der Prozesse unter Umständen trügerisch und scheint auf den ersten Blick hinreichend genau. Doch bei genauerer Betrachtung der Prozesse wird deutlich, dass die Reihenfolge dieser von Intuition, einem sich verändernden Informationsstand und Unsicherheit geprägt sind. So lassen sich gewisse Behandlungsmaßnahmen in der Abwicklung standardisieren, in der Behandlung ist jedoch die exakte Abfolge der Behandlungsmaßnahmen nicht von Vorhinein festlegbar und bedarf einer flexiblen Adaption an die Situation.

### **3.4 Prozessmanagement, Gesundheitswesen und IT**

Neben den betriebswirtschaftlichen Methoden erlangen auch zusehends Inhalte der Wirtschaftsinformatik an mehr Bedeutung im Gesundheitswesen. Die Literatur begründet dies damit, dass neue Technologien die Möglichkeiten für neue Leistungen ermöglichen. Dem gegenüber herrscht zudem Einigkeit darüber, dass die IT-Systeme in Kombination mit dem Prozessmanagement umfangreiche Chancen zu Verbesserungen im Gesundheitswesen hinsichtlich der Qualität als auch der Prozesse eröffnen (Diekmann; Sander 2019, S. 125; Landrock; Gadatsch 2018, S. 2–3).

Doch gleichzeitig befindet sich das Zusammenspiel im Vergleich zur Industrie noch in einem frühen Stadium, denn der Gesundheitsbereich hinkt in dieser Hinsicht deutlich hinterher (Landrock; Gadatsch 2018, S. 2–3). So wird darauf hingewiesen, dass beispielsweise in der organisationsübergreifenden Vernetzung noch enorme Lücken herrschen, dasselbe trifft auf die Einbindung von mobilen Endgeräten zu. Ergänzend findet eine Vielzahl der Prozesse nach wie vor analog statt, was den Durchbruch und das Potential der IT-Systeme in diesem Bereich hemmt (Gadatsch 2013, S. 3–4).

Nichtsdestotrotz gibt es zahlreiche Bemühungen zur Digitalisierung von Geschäftsprozessen im Gesundheitsbereich. Dabei orientiert man sich häufig an der Industrie und Webanwendungen aus Alltagssituationen. Denn es herrscht gelegentlich die Meinung, dass das was in anderen Branchen funktioniert, auch einfach auf die Prozesse im Gesundheitsbereich anzuwenden sei (Diekmann; Sander 2019, S. 121). Neben der effizienteren Gestaltung der Abläufe gilt

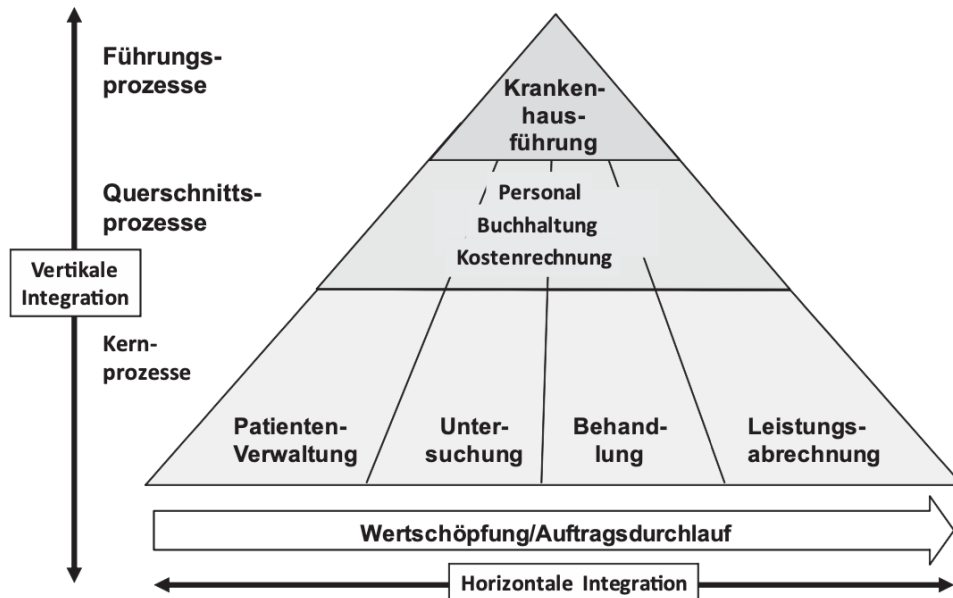


auch der Service-Gedanke als Treiber für die zunehmende Digitalisierung. Als Beispiel dafür kann die Terminvergabe über Online-Plattformen genannt werden, welche den Patientinnen und Patienten einen zusätzlichen Komfort ermöglicht (Asche 2019, S. 136–137).

Wurde die IT zunächst vor allem in den administrativen Prozessen, wie dem Rechnungswesen oder der Patientenverwaltung eingesetzt, so ist die IT-Unterstützung heute auch in den medizinischen Behandlungsprozessen präsent. So zählt die Integration von Workflow-Management-Systemen (WfMS) als eines der Ziele im Prozessmanagement (Gadatsch 2013, S. 62). Diese können je nach Einsatz abteilungsübergreifende Prozesse im Gesundheitswesen steuern oder bestimmte Abläufe automatisiert ausführen. Im Unterschied zu anderen Applikationen agiert das WfMS meistens mit mehreren anderen IT-Tools und ergänzender Software (European Association of Business Process Management 2014, S. 365–366). Für die Einführung eines WfMS im Gesundheitswesen gelten im Wesentlichen dieselben Voraussetzungen, wie in anderen Branchen. Es macht hauptsächlich für Prozesse Sinn, welche zumindest teilweise automatisiert werden können, eine hohe Struktur aufweisen und von hoher Repetition sind. Einige Anwendungsfelder sind Terminsteuerung, Bestellvorgänge, Rechnungswesen, Patientenaufnahme und Transportplanung. Es lassen sich jedoch auch Prozesse mit medizinischer Tätigkeiten mit hoher Standardisierbarkeit im Bereich der Diagnostik, Therapie oder Nachsorge mit einem WfMS realisieren (Gadatsch 2013, S. 81).

Neben der Automatisierung ist die Überwindung von räumlichen und zeitlichen Distanzen ein weiteres Ziel der Integration von IT-Systemen. In den vergangenen Jahren haben sich so Entwicklungen im Bereich der Telemedizin hervorgetan, worunter man die Nutzung von Telekommunikationssystemen versteht, um medizinisches Fachwissen auszutauschen oder zur Verfügung zu stellen. Auch kann so ein Monitoring von Patientinnen und Patienten aus der Ferne erfolgen. Mit Hilfe der Telemedizin könnte beispielsweise in Zukunft die medizinische Versorgung in ländlicheren Regionen sichergestellt werden. Das Prozessmanagement zielt hier primär auf die Zeitreduktion ab, indem räumliche Distanzen nicht zurückgelegt werden müssen und somit Transportprozesse entfallen (Asche 2019, S. 138).

Aus diesen und weiteren Bemühungen zur Integration von IT-Systemen hat sich der Begriff der Gesundheitstelematik hervorgetan, welche synonym auch als E-Health bezeichnet wird. Im Wesentlichen steht hier die Prozessunterstützung durch IT-Systeme im Vordergrund. Besonderer Fokus liegt auf dem gesamtheitlichen Ansatz und somit der organisationsübergreifenden Interaktion, sowie dem Austausch mit Patientinnen und Patienten. Dazu zählen beispielsweise Plattformen zur Überweisung von Patientinnen und Patienten an andere Einrichtungen, die elektronische Erfassung und Speicherung von Arztbriefen und Rezepten oder auch die Krankenhausinformationssysteme (KIS) (Gadatsch 2013, S. 65–66). Die E-Health soll zudem dazu beitragen, die gesundheitliche Versorgungssicherheit zu gewährleisten, als auch als Treiber für neue Innovationen und Forschung fungieren. Die World Health Organization (WHO) ergänzt zudem, dass E-Health auch Schulungen beinhaltet (Lux 2017, S. 6–7).



Darstellung 15: Integrationsmodell Prozessmanagement, Gesundheitswesen und IT

Quelle: Gadatsch 2013, S. 76

Die IT-Unterstützung der Prozesse im Gesundheitswesen kann mit Hilfe der Darstellung 15 veranschaulicht werden. Digitalisierte Prozesse ermöglichen eine Unterstützung in der Entscheidungsfindung, indem dem Management als auch dem medizinischen Personal datenbasierte Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung gestellt werden (Große-Kracht 2019, S. 118). Die Daten und die verdichtete Information zur Entscheidungsfindung stammen zum Beispiel aus den administrativen Prozessen, in welchen diverse operative IT-Systeme zur Anwendung kommen. Dies soll in der Darstellung 15 durch die vertikale Integration veranschaulicht werden. Ergänzend generieren die IT-Systeme in den Kernprozessen entlang der Wertschöpfungskette eine Vielzahl an Daten. Die Wertschöpfungskette stellt dabei die medizinische Behandlung bzw. den klinischen Behandlungspfad dar. Hier bedient sich das Prozessmanagement der operativen Systeme, wie den bereits erwähnten Workflow Management Systeme und den Krankenhausinformationssystemen, welche abteilungsübergreifend genutzt werden. Hieraus ergibt sich die horizontale Integration (Gadatsch 2013, S. 75–76).

Angestrebt werden sollen stets Lösungen, welche einfach, standardisierbar und wiederverwendbar sind. Dadurch werden einerseits Kosten und andererseits Ressourcen und Zeiten gespart (Große-Kracht 2019, S. 120). Da jedoch eine Vielzahl an unterschiedlichen IT-Anwendungen auf dem Markt verfügbar sind und sich jede Organisation individuell aufstellt, haben sich in den vergangenen Jahren Standards in den Schnittstellen im Gesundheitswesen etabliert. So gibt es einerseits den Digital Imaging and Communications in Medicine Standard (DICOM), welcher den Austausch medizinischer Information zwischen medizinischer Software regelt. Als zweiten Standard hat sich der Health Level 7 (HL7) hervorgetan, welcher den organisationsübergreifenden Datenaustausch beschreibt. Hierbei geht es auch um den

Austausch von ERP-Systemen und die Festlegung definierter Datenformate (Landrock; Gadatsch 2018, S. 22).

Um die Daten sinnvoll zusammentragen und nutzen zu können, bedarf es einer organisationsübergreifenden Kooperation. Es soll möglich sein, dass alle gemeinsam Daten in eine Wissensbasis einbringen, sowie gleichermaßen alle zusammen von neuen Erkenntnissen profitieren. Ein Beispiel ist die Initiative „Integrating the Healthcare Enterprise“ (IHE), welche das Ziel verfolgt, einen Austausch zwischen unterschiedlichen IT-Systemen zu ermöglichen und zu standardisieren (Große-Kracht 2019, S. 116). Erwähnenswert ist zudem noch das OR.NET-Forschungsprojekt, welches auf einen SOA<sup>2</sup>-basierten Ansatz zur Vernetzung medizinischer Geräte setzt. Somit können Geräte über standardisierte Service-Dienste mit anderen Teilnehmenden im Netzwerk interagieren (Zimolong; Fiehe 2019, S. 68–69).

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass die E-Health gesonderten Fokus auf den Schritt aus der Insellösung hin zu einer übergreifenden Vernetzung und Kooperation anstrebt. Um einen möglichst hohen Nutzen zu stiften, werden neben der Vernetzung die Integration akteursübergreifender Prozesse und die Interoperabilität von Prozessen und IT-Systemen als Ziele der E-Health angeführt (Lux 2017, S. 20–21). In der Literatur ist in diesem Zusammenhang auch von einem Paradigmenwechsel<sup>3</sup> die Rede. Durch die übergreifende Vernetzung und dem Ansammeln sowie dem Austausch umfangreicher Daten sollen mit Hilfe der Datenanalytik die Herausforderungen im Gesundheitswesen gemeistert werden. Im Kern steht dazu die stetige Verfügbarkeit umfangreicher Daten der Patientinnen und Patienten in Echtzeit. Vom Erkenntnisgewinn aus diesen Daten verspricht man sich eine nachhaltige Veränderung des Gesundheitswesens und die Sicherstellung von Qualität, Versorgungssicherheit und Effektivität. (Große-Kracht 2019, S. 115–116).

Doch bereits die Digitalisierung und Vernetzung der Prozesse als Basis für die Datenanalytik würde einige Potentiale für das Prozessmanagement und die Optimierung der Zeit im präklinischen Notfallmanagement mit sich bringen. So erspart die elektronische Patientenakte an sich schon Zeit, da diese einfach und unkompliziert dem medizinischen Personal beispielsweise die Krankheitsgeschichte, Medikation und Allergien wiedergibt, wodurch ein langes Suchen in Papierakten und die erneute Abfrage dieser Informationen im Behandlungsprozess entfallen (Gadatsch 2013, S. 22).

Der technologische Fortschritt ermöglicht zudem eine Vielzahl an Chancen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Sensoren, welche bspw. Herz- und Atemfrequenz,

---

<sup>2</sup> SOA steht für *Service Oriented Architecture* und beschreibt die Verknüpfung von IT-Ressourcen, um einen in sich geschlossenen Dienst zu erbringen. Dienste können dabei in beliebiger Reihenfolge kombiniert werden, um höherwertige Leistungen zu realisieren (Hansen; Mendling; Neumann 2019, S. 169).

<sup>3</sup> Paradigmenwechsel (paradigm shift) zeichnen sich durch grundlegende Veränderungen in Denkmustern oder der Ausführung von Tätigkeiten aus (Cambridge Dictionary o. J.).

Körpertemperatur, Sauerstoffsättigung des Blutes, Blutdruck oder Blutzuckerspiegel erfassen. Hinzu kommt, dass einige der Geräte mit Hilfe von Algorithmen EKG-Kurven ermitteln können. Die Technik verbessert sich dabei anhaltend, sodass in naher Zukunft kein manuelles Erfassen der Vitalparameter erforderlich sein wird. Abseits der Wearables können die Sensoren auch in Form von Pflastern oder temporären Tattoos vorkommen, welche über einen gewissen Zeitraum am Körper verbleiben und dabei Daten liefern können. Allgemein entfällt dabei die Notwendigkeit zur Verkabelung und damit zur Einschränkung der Mobilität. Dies führt dazu, dass Patientinnen und Patienten die Sensoren am Körper besser tolerieren. Hierdurch ergeben sich einige neue Chancen im präklinischen Notfallmanagement. Zunächst reduziert diese Art der Digitalisierung den Zeitbedarf für das manuelle Erfassen von Vitalparametern, sowie die manuelle Dokumentation der Werte. Zudem müssen beim Umlagern der Patientinnen und Patienten oder der Transportvorbereitung keine zeitaufwendigen Aktivitäten mit der Verkabelung der Geräte durchgeführt werden (Heinlein; Ullmann 2019, S. 194–195).

Doch abgesehen von den technischen Voraussetzungen scheitert das Zusammenspiel aus IT und Prozessmanagement im Gesundheitswesen oft am Investitionsstau im Gesundheitsbereich, dem Kostendruck oder der mangelnden Fähigkeit Trends frühzeitig zu erkennen. Darüber hinaus wird die Dienstleistung am Mensch und dessen Gesundheit im Unterschied zu anderen Branchen, welche Produkte herstellen oder andere Dienstleistungen erbringen, als Hürde angesehen (Landrock; Gadatsch 2018, S. 3). Auf der anderen Seite sind die Patientinnen und Patienten durch die Digitalisierung heutzutage besser über Diagnosen, Therapiemöglichkeiten und Medikamente informiert. Ergänzend generieren diese beispielsweise mit den Smartphones selbst eine Vielzahl an Daten, wodurch sich auch die Rolle der Patientinnen und Patienten zusehends verändert und diese eine aktivere Rolle in den Prozessen einnehmen könnten. Zudem hat sich die Erwartungshaltung der Kundinnen und Kunden durch die zunehmende Digitalisierung in anderen Lebensbereichen verändert. Deswegen scheint es umso erstaunlicher, dass die Digitalisierung so schleppend Einzug in den Gesundheitsbereich hält (Asche 2019, S. 137).

## 4 Datenanalytik

Datenanalytik ist zu einem wesentlichen Bestandteil in Unternehmen geworden und gewinnt nach wie vor an Bedeutung. So ziehen Unternehmen in Entscheidungssituationen gerne Auswertungen tagesaktueller Daten hinzu, um einen erweiterten und datenbasierten Blick auf Problemstellungen abseits vom Bauchgefühl und der eigenen Erfahrungen zu erlangen (Evans 2017, S. 29). Doch die Datenanalytik bietet noch weitere Einsatzmöglichkeiten und Nutzenpotentiale für Unternehmen. Deswegen investieren speziell die großen Konzerne, wie Oracle und Microsoft, in die Forschung und Entwicklung neuer Produkte zur Datenanalytik, um Effektivität und Effizienz in Unternehmen zu erhöhen (Weber 2020, S. 1–2).

Gleichzeitig treffen wir diverse Algorithmen im privaten Bereich an und stützen unser Konsumverhalten auf Empfehlungen der Analytik. Der rasante Fortschritt der Datenanalytik ergibt sich dabei aus der zunehmenden Verfügbarkeit von Daten, welche durch das Vordringen der Digitalisierung in viele neue Bereiche, Anwendungen und Geräte zur Verfügung stehen (Weber 2020, S. 1–2). Dabei geht es auch darum, dass Daten dem eigentlichen Zweck ihrer Generierung entfremdet werden und in Kombination mit anderen Daten Aufschlüsse, Muster oder Zusammenhänge zulassen (Landrock; Gadatsch 2018, S. 5–6). Gleichzeitig haben die zusehends und in rasanter Geschwindigkeit anwachsenden Datenmengen jedoch den Nebeneffekt, dass es stetig schwieriger wird, die Daten zu verstehen oder relevante Informationen daraus zu gewinnen (Evans 2017, S. 30).

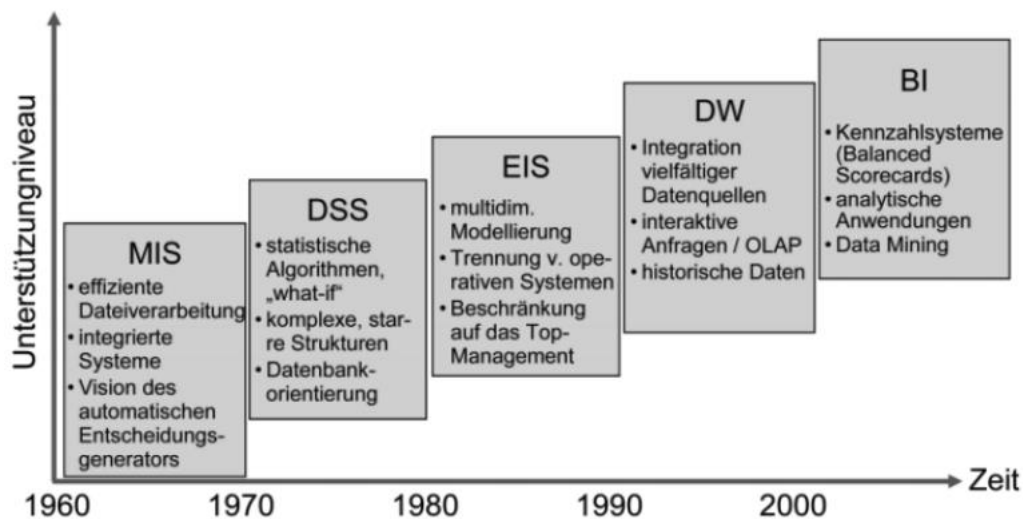
In diesem Kapitel wird zunächst auf unterschiedliche Definitionen zur Datenanalytik und verwandter Begriffe eingegangen und dargelegt, welche Arbeitsdefinition den weiteren Ausführungen zugrunde gelegt wird. Darauf aufbauend erfolgt die nähere Betrachtung einiger Rahmenwerke bzw. von Vorgehensweisen zur Datenanalytik. Im Weiteren werden Technologien der Datenanalytik erläutert und abschließend auf die Datenanalytik im Gesundheitsbereich eingegangen.

### 4.1 Begriffsdefinition und Abgrenzung

Historisch betrachtet, beginnt der Einsatz computergestützter analytischer Methoden in den 1960er Jahren. Durch die ersten Computer wurde ermöglicht, dass Daten digital gespeichert und analysiert werden. So wurden auch schnell analytische Methoden möglich, welche händisch nur umständlich oder unmöglich durchzuführen waren. Aus dem Zusammenspiel von Ansammlung von Daten, deren Analyse und dem daraus resultierenden Berichtswesen entstand der Begriff der „Business Intelligence“ (BI), welcher durch Hans Peter Luhn, einem deutschen Informatiker bei IBM, erstmals 1958 verwendet wurde (Evans 2017, S. 31). Seither haben sich noch weitere Begriffe hervor getan, welche häufig synonym verwendet werden. Aus diesem Grund wird in diesem Kapitel auf die Definition und Abgrenzung der Begriffe eingegangen, wobei sich die vorliegende Arbeit auf die in der Literatur vorwiegend angeführten

englischsprachigen Begriffe „Business Intelligence“, „Business Analytics“ und „Data Analytics“ beschränkt.

Die Definition der „Business Intelligence“ hat sich im Laufe der Jahre mehrfach gewandelt. So beschrieb die erste Definition nach Luhn ein regelbasiertes Wissensmanagementsystem, welches von den Decision Support Systemen (DSS) abgelöst wurde. Später wurde häufig von Management Support Systemen (MSS) gesprochen. Heute wird gemäß Weiß 2018 die BI als Sammelbegriff für den Zugriff, die Analyse und die Wissensgenerierung mit Hilfe von Informationstechnologie verwendet. Das Unterstützungsniveau durch die BI hat in den vergangenen Jahren immer weiter zugenommen, wobei ein Wandel vom vormaligen Fokus auf die Technologien in Richtung strategischer und integrativer Ausrichtung erfolgt (Weiß 2018, S. 14), wie die nachfolgende Darstellung 16 zeigt.



Darstellung 16: Historie von entscheidungsunterstützenden Systemen

Quelle: Weiß 2018, S. 15

Auch Baars und Kemper 2021 zeigen auf, dass das heutige Verständnis der „Business Intelligence“ sich erst Mitte der 1990er Jahre richtig etabliert hat, wodurch der bis dahin vorherrschende Begriff der Management Support Systeme verdrängt wurde. Sie definieren die BI dabei als Oberbegriff für einen systemorientierten und gesamtheitlichen Ansatz zur Verwendung von unterschiedlichen Technologien und Konzepten, um entscheidungsrelevante Unterstützung zu erhalten (Baars; Kemper 2021, S. 1–2). Diese Definition deckt sich weitestgehend mit weiterer Literatur (Schön 2022, S. 467). Gleichzeitig wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Begriffsbildung noch im Gange ist (Baars; Kemper 2021, S. 2).

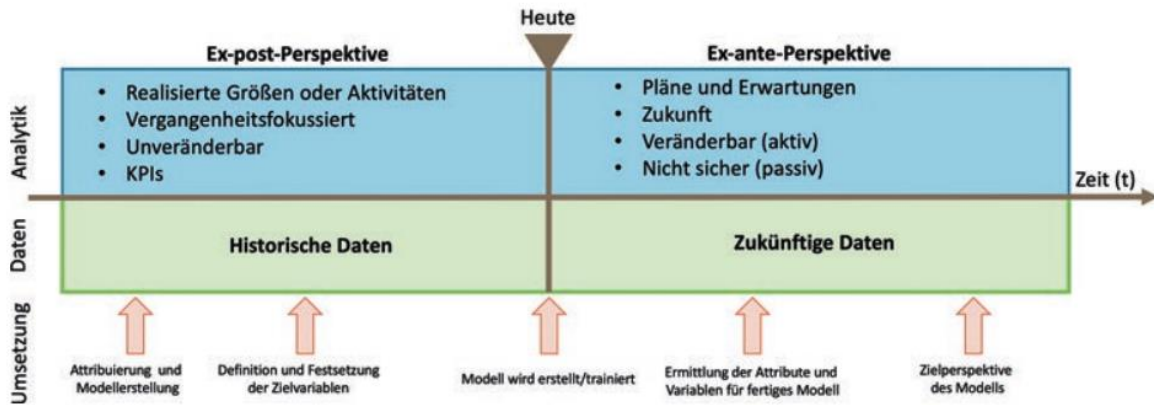
Einen anderen Ansatz zur Definition von „Business Intelligence“ verfolgt Schieder 2016, indem er den Begriff aus vier Dimensionen betrachtet. Aus institutioneller Sicht beschreibt die BI die in der Organisation verantwortliche Gruppe, welche mit der Umsetzung von BI-Prozessen beauftragt ist. Die zweite Dimension der funktionalen Perspektive beschreibt die BI als

analytische Prozesse, durch welche aus internen und externen Daten die Wissensgenerierungen erfolgen. Eine weitere Dimension betrachtet den ergebnisorientierten Sinn, womit das Berichtswesen und die Verteilung der gewonnenen Erkenntnisse an die erforderlichen Stellen im Unternehmen gemeint ist. Hierbei soll Verständnis zur allgemeinen und eigenen Marktsituation geschaffen werden. Die letzte Dimension beschäftigt sich mit dem technisch-methodischen Sinn der BI und beschreibt die verwendeten Verfahren zur Analyse der Daten (Schiefer 2016, S. 23–24).

Ebenfalls häufig in der Literatur anzutreffen, ist der Begriff der „Business Analytics“ (BA). Evans 2017 definiert diese als das Zusammenspiel aus Daten, IT unter Verwendung statistischer Auswertungen, quantitativen Methoden und mathematischer sowie computergestützter Modelle. Er verwendet zudem den Begriff der „Analytics“ synonym. Business Analytics bzw. Analytics zielen nach seiner Ansicht auf die Unterstützung des Managements ab, um neue Erkenntnisse zu erlangen und datengestützte Entscheidungen treffen zu können (Evans 2017, S. 30). Dies deckt sich weitestgehend mit Weber 2020, welcher ergänzt, dass die Business Analytics neben der Entscheidungsunterstützung auch die Automatisierung von Prozessen und deren intelligente Steuerung vorantreibt (Weber 2020, S. 5–6).

Eine weitere Definition zur „Business Analytics“ liefert Seiter 2023, welcher besonders die Managementaspekte hervorhebt. Demnach verfolgt die BA den Zweck Führungskräfte in ihrer Managementaufgabe zu betriebswirtschaftlichen Problemstellungen zu entlasten. Der Mehrwert für das Management liegt dabei in der evidenzbasierten Unterstützung, worunter eine objektive und begründete Entscheidungsgrundlage auf Basis von Daten verstanden wird. Zur Gewinnung dieser Entscheidungsgrundlage beschreibt Seiter 2023 einen Business Analytics Prozess, anhand welchem interne und externe Daten mit Hilfe von Algorithmen analysiert werden (Seiter 2023, S. 2).

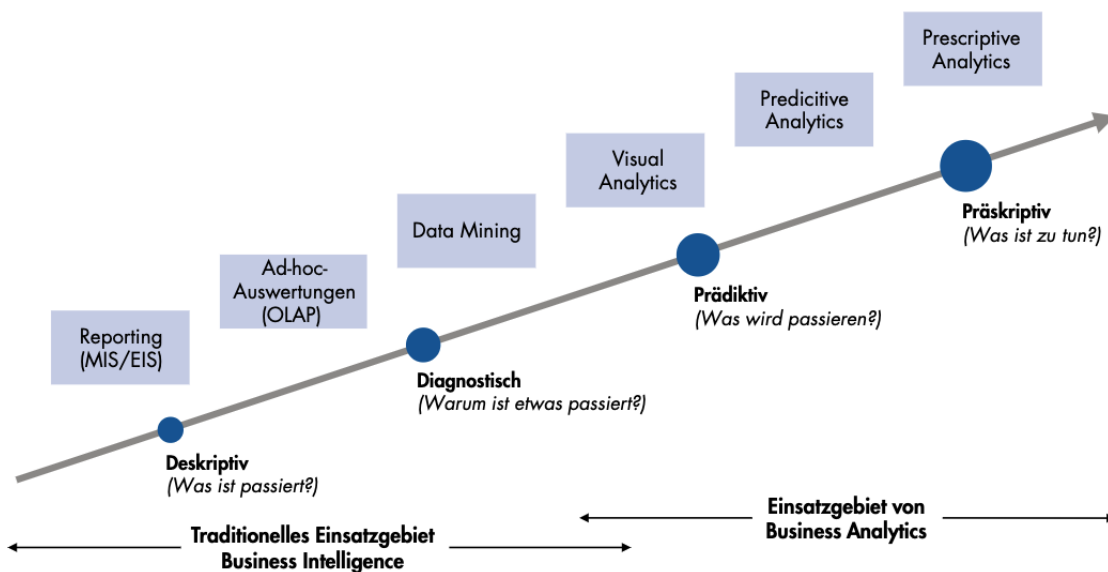
Die Abgrenzung der Begriffe „Business Analytics“ und „Business Intelligence“ ist nicht immer eindeutig, zumal die Begriffe teilweise synonym verwendet werden (Meier 2021, S. 10). Auf eine mögliche Abgrenzung der Begrifflichkeiten geht Weber 2020 ein und führt an, dass die Abgrenzung häufig in den verwendeten Technologien und Methoden liegt. Der BI wird demnach unterstellt, dass Ereignisse nachträglich analysiert und beurteilt werden, sodass eine sogenannte Ex-post-Perspektive eingenommen wird. Dies begründet sich damit, dass BI den Fokus auf die Verdichtung historischer Daten und Kennzahlensysteme (KPIs) legt. Dahingegen wird die BA mit einer Ex-ante-Perspektive verbunden, welche sich mit der Analyse und Beurteilung zukünftiger Ereignisse befasst (Weber 2020, S. 6–7). Diese beiden zeitlogischen Perspektiven werden in der nachfolgenden Darstellung 17 veranschaulicht.



Darstellung 17: Zeitlogische Perspektiven in der Business Analytics

Quelle: Weber 2020, S. 7

In eine ähnliche Richtung argumentiert auch weitere Literatur, sodass der Business Intelligence und der Business Analytics allgemein die in der nachfolgenden Darstellung 18 aufgezeigten Einsatzgebiete zugeschrieben werden. Auch hier zeigt sich der Vergangenheitsbezug der BI, indem dieser die hauptsächliche Anwendung im Bereich der deskriptiven und diagnostischen Analytik zugeschrieben wird. Der BA hingegen wird die prädiktive und präskriptive Analytik zugeordnet, womit wieder der Bezug zur Zukunft hergestellt wird (Seiter 2023, S. 19).



Darstellung 18: Einsatzgebiete von Business Intelligence und Business Analytics

Quelle: Seiter 2023, S. 19

Gleichzeitig führt Seiter 2023 jedoch an, dass keine exakte Abgrenzung möglich ist, da die Begriffe nicht eindeutig definiert sind und derzeit im Wandel stehen. Deswegen soll die Abgrenzung und Aufteilung der Einsatzgebiete gemäß der Darstellung 18 lediglich als Vorschlag verstanden werden (Seiter 2023, S. 19).



Die Argumentation zur Abgrenzung der Begriffe anhand dieser zeitlogischen Perspektiven kann jedoch gemäß Weber 2020 entkräftet werden, da die Aggregation historischer Daten und die Ermittlung von KPIs im Kern immer auf eine Entscheidungsunterstützung und die Beeinflussung zukünftiger Entwicklungen abzielen. Modelle müssen sich logischerweise auch immer auf Daten der Vergangenheit stützen, schließlich können keine Daten aus der Zukunft vorhanden sein. So greift man auch zur Prognose auf Daten zurück, welche bereits vor Eintreten der Zukunft geniert wurden. Dadurch kann festgehalten werden, dass sich sowohl die BI als auch die BA, auf dieselben historischen Daten beziehen. Stattdessen führt Weber 2020 an, dass eine Abgrenzung im Bereich der Automatisierung erfolgen kann. Demnach strebt die Business Analytics eine Automatisierung der Entscheidungsfindung durch IT-Systeme an. Die Business Intelligence hingegen beruht auf einer durch den Menschen durchgeführten Übertragung der Ergebnisse in die Zukunft anhand von Erfahrungen oder dem Bauchgefühl, wodurch eine Automatisierung nicht möglich ist (Weber 2020, S. 7–8).

Baars und Kemper 2021 hingegen beschäftigen sich nicht mit der Frage der Abgrenzung, sondern führen an, dass in der jüngeren Vergangenheit auch vermehrt der Begriff der „Business Intelligence & Analytics“ (BIA) anzutreffen ist. Der Begriff vereinbart Business Intelligence mit Business Analytics und begründet sich mit dem technologischen Fortschritt und der dahingehenden Erweiterung beider Ansätze (Baars; Kemper 2021, S. 3).

Zu den bereits angeführten Begriffen gesellt sich zudem die „Datenanalytik“ bzw. „Data Analytics“. Dieser Begriff wurde erstmals zu Beginn der 2000er Jahre in der Literatur angeführt und beschreibt die computergestützte Analyse umfangreicher Datenmengen. Die Data Analytics bedient sich dazu interdisziplinärer Felder, wie beispielsweise Statistik, Machine Learning (ML) und Systemtheorie, und verfolgt das Ziel der Entscheidungsunterstützung (Runkler 2020, S. 2).

Diese interdisziplinäre Ausprägung der „Datenanalytik“ heben auch Kaufmann und Tan 2020 hervor und beschreiben Datenanalytik als einen Prozess, in welchem ein abgegrenzter Datenbestand angesammelt, aufbereitet und umfangreich analysiert wird. Hierdurch sollen Muster, Trends und weitere Auffälligkeiten in den Daten gefunden werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse dienen wiederum der Unterstützung zur Entscheidungsfindung in Unternehmen. Deswegen wird auch hier wieder von einer evidenzbasierten Entscheidungsfindung gesprochen. Kaufmann und Tan unterscheiden dabei ebenfalls in der zeitlogischen Perspektive, wie in der Darstellung 17 veranschaulicht. So geben diese an, dass die Datenanalyse auf die Vergangenheit fokussiert ist, während die Datenanalytik auch auf die Vorhersage der Zukunft abzielt. Die Datenanalyse ist demnach als Bestandteil der Datenanalytik anzusehen (Kaufmann; Tan 2020, S. 29). Hieraus ist auch wieder die Parallele zur deskriptiven, prädiktiven und präskriptiven Analytik in der Darstellung 18 ersichtlich.

Mertens 2019 ordnet die „Datenanalytik“ dem Überbegriff der Data Science unter, welche sich aus der Verknüpfung von Mathematik, Informatik und spezifischen Domänenwissen ergibt. Die Datenanalytik hat dabei das Ziel mit Hilfe unterschiedlicher Methoden Transparenz und Verständnis für Abläufe zu erhöhen, sodass diese Einsichten bei Entscheidungen zur Planung und Steuerung von Prozessen unterstützen. Durch Veränderung und Erweiterung der Anwendungsgebiete ergeben sich dabei immer neue Potentiale für die Datenanalytik (Mertens 2019, S. 26).

Betrachtet man die Definitionen dieser drei englischsprachigen Begriffe, so fällt auf, dass einige Aspekte allen dreien gemein sind. Stark vereinfacht wiedergegeben, beschäftigen sich BI, BA und Data Analytics allesamt mit der Sammlung von Daten und deren Analyse mit Hilfe von IT-Unterstützung. Im Kern steht das Streben nach einem Erkenntnisgewinn aus Datenmengen, um bessere Entscheidungen treffen zu können.

In der vorliegenden Arbeit wird im weiteren Verlauf der Begriff der Datenanalytik bzw. Data Analytics verwendet, da in Anlehnung an diesen Begriff weitere Bezeichnungen entstanden sind, um den Einsatz der Analytik in einer spezifischen Umgebung anzugeben. Einige Beispiele dafür sind die „Big Data Analytics“ im Kontext von umfangreichen Datenmengen bzw. Big Data (Meier 2021, S. 9), „Marketing Analytics“ im spezifischen Umfeld des Marketings (Halfmann 2022, S. 4) oder „HR Analytics“ bzw. auch „People Analytics“ im Human Resource Management (Waters u.a. 2018, S. 5). So gibt es auch für den Gesundheitsbereich eine Anlehnung an die Data Analytics, welche als „Healthcare Analytics“ bezeichnet wird (Strome 2013, S. 5).

Der vorliegenden Arbeit wird die Definition der Datenanalytik nach Kaufmann und Tan 2020 zugrunde gelegt, da diese besonders den interdisziplinären Charakter der Datenanalytik hervorheben, und dies die organisations- und fachübergreifende Charakteristik des präklinischen Notfallmanagements wiedergibt. Demnach wird der vorliegenden Arbeit folgende Definition der Datenanalytik zugrunde gelegt:

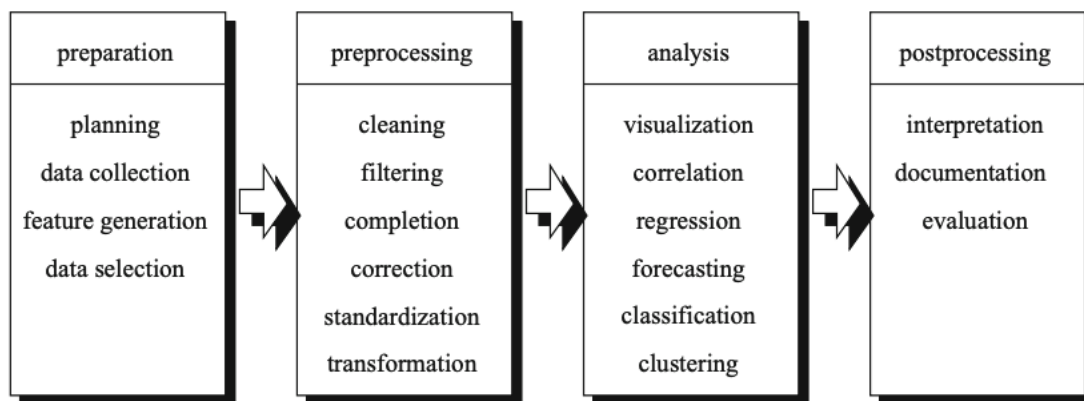
*„Die Datenanalytik ist eine übergreifende Disziplin, die das gesamte Datenmanagement einschließlich der Sammlung, Validierung, Bereinigung, Organisation, Speicherung und Analyse von Daten umfasst. Die Datenanalytik ist ein Prozess, bei dem die Komponenten eines bestimmten Datensatzes im Detail untersucht, herausgetrennt und die Teile einzeln und in ihrer Beziehung zueinander untersucht werden.“ (Kaufmann; Tan 2020, S. 29)*

## **4.2 Phasen der Datenanalytik**

Daten werden heute durch den umfangreichen Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in fast allen Bereichen des Lebens generiert. Dies führt dazu, dass Daten allgegenwärtig sind und sich einfach ansammeln lassen. Mit dem technologischen Fortschritt wird es auch zusehend einfacher Unmengen an Daten zu speichern und zu verarbeiten. Das

alleinige Vorhandensein von Daten garantiert jedoch noch keinen Erkenntnisgewinn oder bessere Entscheidungen mit Hilfe der Datenanalytik. Vielmehr bringen umfangreiche Datensammlungen auch Herausforderungen, wie beispielsweise die Relevanz, Heterogenität und Qualität der Daten, mit sich (Meier 2021, S. 5). In der Literatur wird deshalb auf einige Rahmenwerke, Prozesse und Phasen der Datenanalytik eingegangen, um eine Orientierung in der Vorgehensweise zu geben.

Eine erste Orientierung bietet Runkler 2020 mit den Phasen der Datenanalytik, welche in der Darstellung 19 veranschaulicht werden. Der Prozess besteht aus den vier Phasen Preparation, Preprocessing, Analysis sowie Postprocessing und lehnt sich an den KDD-Prozess (Knowledge Discovery in Databases) an. Teilweise wurden dabei auch Aspekte des „Cross Industry Standard Process for Data Mining“ (CRISP-DM) berücksichtigt (Runkler 2020, S. 2–3).

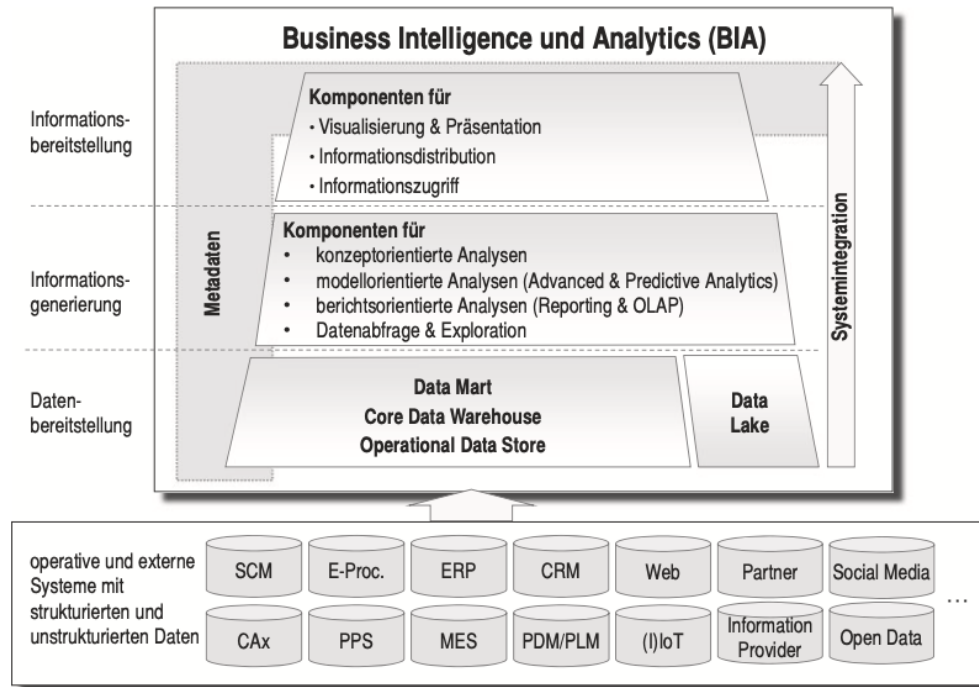


Darstellung 19: Phasen der Datenanalytik nach Runkler 2020

Quelle: Runkler 2020, S. 3

Da Runkler 2020 explizit auf die Methoden und nicht auf die Beschreibung des Prozesses eingeht, werden an dieser Stelle als Abhilfe die Ausführungen von Meier 2021 herangezogen, um den veranschaulichten Prozess in Anlehnung an den KDD-Prozess und CRISP-DM zu beschreiben. Die Phase der Preparation kann demnach als Phase zum Verständnis der Anwendung und Daten verstanden werden. Hierbei werden potenzielle Datenquellen betrachtet, um einen Überblick zur Vollständigkeit, Qualität und Relevanz zu erhalten. Im Preprocessing werden die Daten aufbereitet, womit unter anderem das Filtern, das Standardisieren und die Transformation gemeint sind. Ziel ist es ein einheitliches Format der Daten zur weiteren Analyse zu erhalten. In der Phase der Analysis erfolgt schließlich die Anwendung unterschiedlicher Verfahren zur Analyse der vorbereiteten Daten, um daraus Muster, Zusammenhänge oder einen Trend erkennen zu können. In der letzten Phase des Postprocessing werden aus der Analyse erhaltenen Ergebnisse betrachtet und versucht neue Erkenntnisse und Entscheidungshandlungen daraus abzuleiten (Meier 2021, S. 15).

Dies deckt sich im Wesentlichen mit den Ausführungen von Baars und Kemper 2021, welche einen Ordnungsrahmen aus den vorgelagerten Datenquellen, der Datenbereitstellung, der Informationsgenerierung und der Informationsbereitstellung aufzeigen (Baars; Kemper 2021, S. 10–12). Der Ordnungsrahmen ist in der nachfolgenden Darstellung 20 ersichtlich.



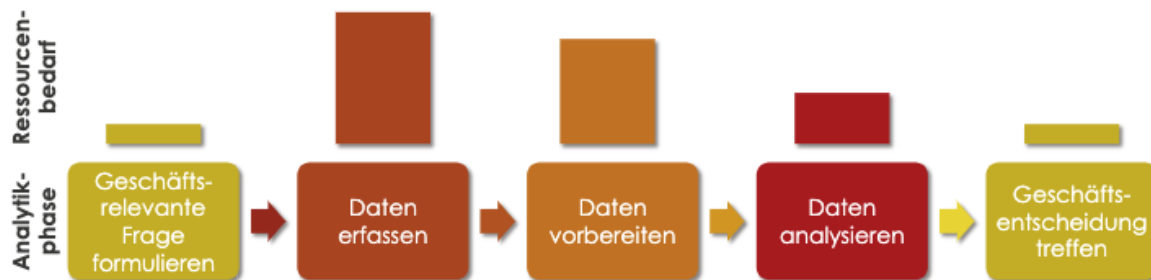
Darstellung 20: BIA-Ordnungsrahmen nach Baars; Kemper 2021

Quelle: Baars; Kemper 2021, S. 10

Dieser Ordnungsrahmen ist im Vergleich zu den Phasen nach Runkler 2020 umfangreicher und verdeutlicht den Zusammenhang der einzelnen Phasen, und dass diese Schichten aufeinander aufbauen. Das Fundament für die Datenanalytik bilden hiernach die vorgelagerten operativen und externen Datenquellen. Hierbei wird die Heterogenität der Quellen als auch der Daten an sich hervorgehoben. In der Schicht der Datenbereitstellung soll eine Konsistenz der Daten erreicht werden, wobei in dieser Phase unterschiedliche Konzepte der Datenhaltung zur Anwendung kommen können bzw. auch bereits in anderen Systemen aggregierte Daten bereitgestellt werden. In weiterer Folge werden in der Schicht der Informationsgenerierung ausgewählte Analyselösungen angewendet, welche auf mathematisch-statistische Modelle oder Algorithmen setzen. In der letzten Schicht der Informationsbereitstellung erfolgt die Präsentation und Verteilung der Ergebnisse aus der Informationsgenerierung anhand geeigneter Visualisierungen oder Berichte. Die Verteilung kann in unterschiedlicher Form erfolgen und über Zugriffsrechte auf einzelne Strukturen geregelt werden (Baars; Kemper 2021, S. 10–12).

Einen erweiterten Ansatz zeigen Kaufmann und Tan 2020 mit den Phasen der Datenanalytik, wie in der Darstellung 21 ersichtlich. Demnach werden bei der Bearbeitung eines

Datenanalytik-Falles die fünf Phasen der Formulierung der geschäftsrelevanten Fragestellung, der Datenerfassung, der Datenvorbereitung, der Datenanalyse und dem Treffen einer Geschäftsentscheidung durchlaufen. Die Darstellung 21 berücksichtigt zudem den benötigten Ressourcenbedarf jeder Phase in diesem Datenanalytik-Prozess, wobei diese Angabe logischerweise nicht pauschal auf alle Anwendungen übertragen werden kann (Kaufmann; Tan 2020, S. 35).



Darstellung 21: Phasen der Datenanalytik nach Kaufmann; Tan 2020

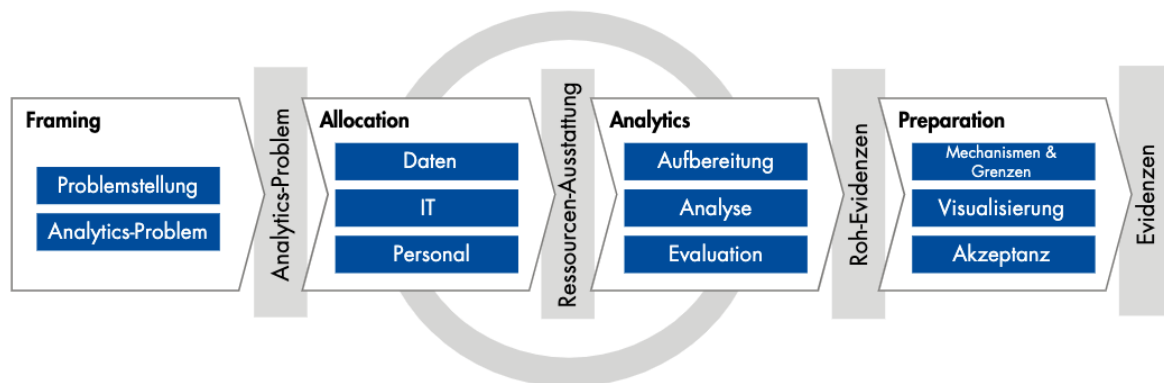
Quelle: Kaufmann; Tan 2020, S. 35

Im Gegensatz zu den Phasen der Datenanalytik nach Runkler 2020 und dem Ordnungsrahmen nach Baars und Kemper 2021 beginnt hierbei der Prozess nicht mit der Bereitstellung von Daten, sondern setzt zuvor bei der Formulierung einer geschäftsrelevanten Frage an. Inhalt dieser Phase ist die Identifizierung einer relevanten Fragestellung und deren Übersetzung in ein Problem der Datenanalytik. Die Wichtigkeit dieser Phase wird dadurch hervorgehoben, dass viele Projekte mit Datenanalytik daran scheitern, dass das Management mit den Grundlagen der Datenanalytik nicht vertraut ist oder Datenanalytiker das Geschäftsmodell nicht kennen (Kaufmann; Tan 2020, S. 36).

In der zweiten Phase werden diejenigen Daten erfasst, welche zur Beantwortung der geschäftsrelevanten Frage beitragen sollen. Hierbei geht es auch darum, die Erhebungsmethode der Daten zu validieren und zu prüfen, ob diese reproduzierbar ist. Zudem sollen Glaubwürdigkeit der Quelle und die Qualität der Daten geprüft werden. In der anschließenden dritten Phase der Datenvorbereitung werden die Daten auf Vollständigkeit geprüft und ggf. eliminiert, formatiert und transformiert, um ein einheitliches Format zur weiteren Analyse zu erhalten (Kaufmann; Tan 2020, S. 38–40).

Darauf aufbauend erfolgt die Datenanalyse durch Verwendung geeigneter Verfahren. Diese Phase verfolgt das Ziel relevante Muster in den Daten zu erkennen, um Ursachen für ein Problem oder eine Abweichung erklären zu können (Kaufmann; Tan 2020, S. 42). In der letzten Phase geht es um die Betrachtung der Ergebnisse aus der Analyse und der Ableitung einer Geschäftsentscheidung. Hierbei muss je nach Zielgruppe unterschiedlich auf die Wiedergabe der Ergebnisse eingegangen werden (Kaufmann; Tan 2020, S. 56–57).

Seiter 2023 erweitert diesen Ansatz nochmals um einige Aspekte, sodass daraus der Business Analytics Prozess in der nachfolgenden Darstellung 22 resultiert. Der Prozess besteht aus vier Teilprozessen, welche als Framing, Allocation, Analytics und Preparation bezeichnet werden (Seiter 2023, S. 2).



Darstellung 22: Business Analytics Prozess nach Seiter 2023

Quelle: Seiter 2023, S. 2

Das Framing besteht aus zwei Schritten, welche als Problemstellung und Analytics-Problem bezeichnet werden. Hierbei wird zunächst ein betriebswirtschaftliches Problem identifiziert und konkretisiert, welches als Auslöser des Prozesses angesehen wird und beispielsweise auf Erfahrungen, Beobachtungen oder Erstanalysen beruht. Das betriebswirtschaftliche Problem an sich kann nicht direkt durch die Datenanalytik gelöst werden, weshalb anhand einer grundsätzlichen Lösungsidee eine Überführung in ein Analytics-Problem erforderlich ist. Das Analytics-Problem bildet die Basis für die weiteren Teilprozesse, welche auf die Lösung des Problems abzielen (Seiter 2023, S. 38–39).

Der zweite Teilprozess wird als Allocation bezeichnet und beschäftigt sich mit Daten, IT und Personal. Es gilt zu verstehen, welche Daten vorhanden sind, und wie diese eingesetzt werden können (Seiter 2023, S. 57). Zudem muss besonderer Fokus auf die Datenqualität gelegt werden, da das Ergebnis umso besser sein wird, je höher die Datenqualität ist. Dabei sollte auf die Dimensionen Vollständigkeit, Korrektheit, Umfang, Aktualität, Einheitlichkeit und Zugänglichkeit eingegangen werden (Seiter 2023, S. 60). Im Zusammenhang mit der IT wird die eigene IT-Architektur betrachtet. Hierbei muss eruiert werden, ob die verfügbare IT die zur Datenanalytik notwendigen Anforderungen hinsichtlich Verarbeitung, Datenvolumen, Geschwindigkeit und Algorithmen bei gleichzeitiger Einhaltung des verfügbaren Budgets erfüllen kann (Seiter 2023, S. 66). Im Bereich des Personals müssen Rollenverteilung und deren Einbettung in die Organisation geklärt werden. Dazu zählen neben der Datenaufbereitung und -analyse in der Durchführung der Datenanalytik auch Datenschutz und -sicherheit (Seiter 2023, S. 75).

Als Analytics wird der dritte Teilprozess bezeichnet, welcher sich mit der Aufbereitung, Analyse und Evaluation befasst. Dabei müssen die Daten je nach verwendeten Algorithmen spezifische Anforderungen erfüllen, sodass eine Aufbereitung notwendig wird. Beispiele für diese Algorithmen zur Analyse der Daten sind Cluster-, Assoziations- und Regressionsanalysen sowie das Text Mining. Der Teilprozess schließt mit der Evaluation der Ergebnisse aus der Anwendung der Algorithmen ab, welche wiederum je nach verwendetem Verfahren unterschiedlich ausgeprägt ist (Seiter 2023, S. 96–97).

Der vierte und letzte Teilprozess im Business Analytics Prozess nach Seiter 2023 ist die Preparation. Diesem Teilprozess werden Visualisierung, Akzeptanz und Mechanismen und Grenzen zugeschrieben. Hierbei wird darauf hingewiesen, dass die Algorithmen zwar sogenannte Roh-Evidenzen ausgeben, diese jedoch nicht verallgemeinert werden können. Deshalb müssen Mechanismen und Grenzen hinterfragt und festgelegt werden, um zu einer Evidenz<sup>4</sup> zu gelangen (Seiter 2023, S. 152–153). Die gewonnenen Erkenntnisse bedürfen zudem einer geeigneten Visualisierung, da sonst Fehlinterpretationen nicht ausgeschlossen werden können. Hierbei muss auf die Darstellungsform und die verwendeten Farben eingegangen werden, um die tatsächlichen Erkenntnisse intuitiv zu präsentieren (Seiter 2023, S. 164–165). Abschließend gelangt man zudem nur dann zur Evidenz, wenn eine Akzeptanz gegeben ist. Die Akzeptanz stellt dabei sicher, dass die gewonnenen Erkenntnisse angewendet werden (Seiter 2023, S. 191).

Wie diese Ausführungen zeigen, bestehen in der Literatur unterschiedliche Ansätze zu den Phasen oder Abschnitten in einem Datenanalytik-Prozess. Den Ausführungen der unterschiedlichen Ansätze ist dabei gemein, dass Daten bereitgestellt, vorbereitet und analysiert und die Erkenntnisse in einer geeigneten Form veranschaulicht werden. Nach Ansicht des Verfassers der vorliegenden Arbeit ist der Business Analytics Prozess nach Seiter 2023 als bestgeeignete Orientierung in einem Datenanalytik-Fall anzusehen, da dieser vereinfacht, doch gleichzeitig systematisch und vollständig die relevanten Aspekte, die zu beachten sind, darlegt.

### **4.3 Technologien in der Datenanalytik**

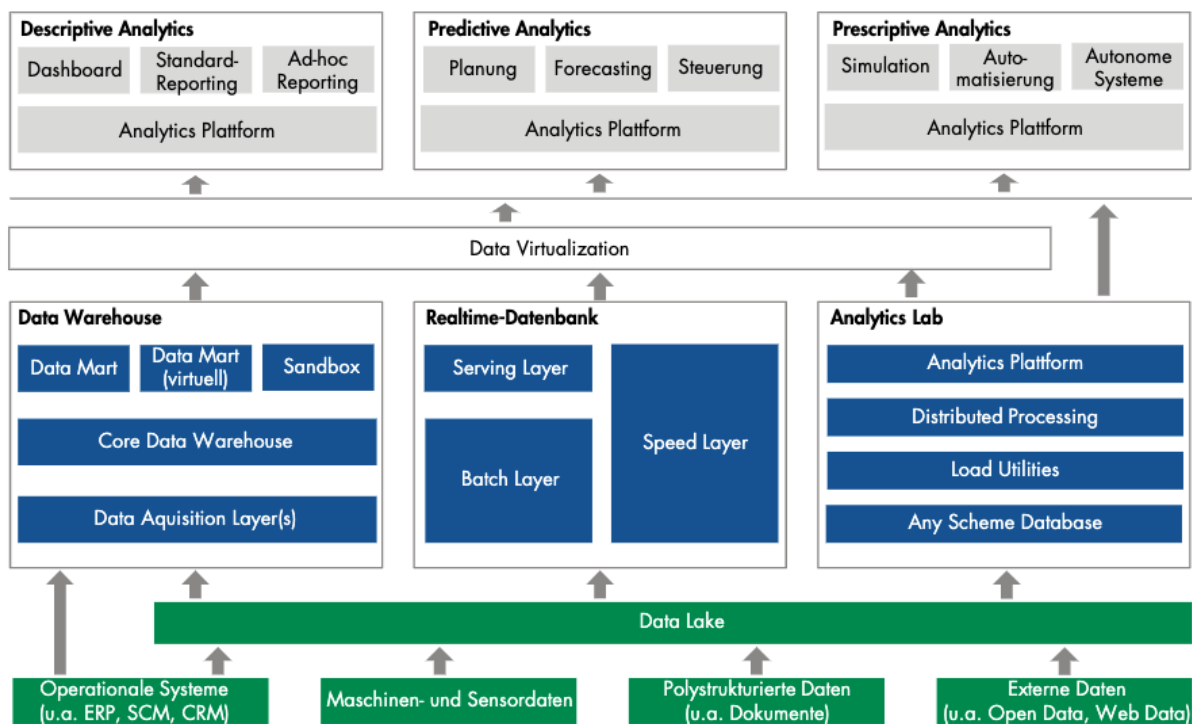
Die Datenanalytik setzt sich aus der Kombination unterschiedlicher Technologien zusammen. Als grobe Orientierung werden in der Literatur unterschiedliche Rahmenwerke bzw. Frameworks angeführt, um Komponenten und Beziehungen einordnen und verstehen zu können (Weber 2020, S. 12). Seiter 2023 spricht in diesem Zusammenhang von einer Business Analytics-spezifischen IT-Architektur, welche in der Darstellung 23 ersichtlich ist. Es wird jedoch

---

<sup>4</sup> Evidenz in diesem Zusammenhang wird als transparente und nachvollziehbare Erkenntnis verstanden, welche dem Management zur Lösung der Problemstellung dient (Seiter 2023, S. 57).

gleichzeitig darauf hingewiesen, dass es keine einheitliche Architektur gibt, sondern sich diese sehr dynamisch verhält, was unter anderem auf den technologischen Fortschritt und die unterschiedliche Zusammenstellung der IT-Komponenten in Unternehmen zurückzuführen ist (Seiter 2023, S. 68). Im Kern ähnelt die Business Analytics-spezifische IT-Architektur dem BIA-Ordnungsrahmen nach Baars und Kemper 2021, welchen die Darstellung 20 aufzeigt.

Die nachfolgenden Ausführungen orientieren sich an der IT-Architektur nach Seiter 2023, wobei nur auf die wesentlichen Technologien eingegangen wird, die auch in anderen Frameworks genannt werden.



Darstellung 23: Business Analytics-spezifische IT-Architektur

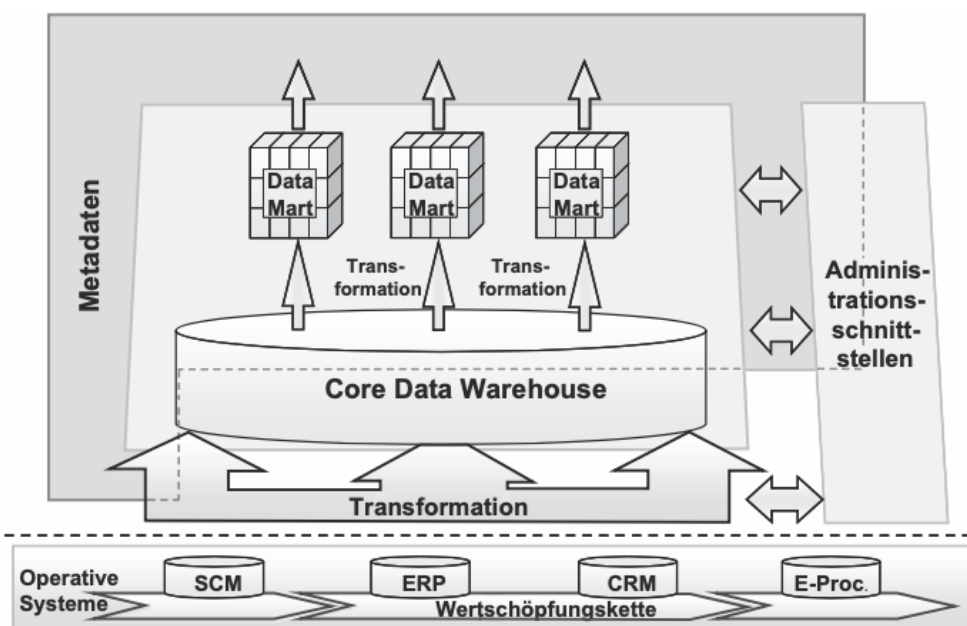
Quelle: Seiter 2023, S. 69

Die unterste Ebene kennzeichnet die datenliefernden Komponenten, welche sowohl aus internen als auch externen Quellen stammen können. Diese Quellsysteme liefern die Daten für die Datenanalytik und sind somit als Grundlage anzusehen. Die operationalen Systeme sind unter anderem im Unternehmen eingesetzte Software, wie ERP- oder CRM-Systeme, als auch Systeme aus der Produktion oder der Produktinnovation (Baars; Kemper 2021, S. 10). Ergänzt werden diese um Daten von Maschinen und Sensoren, wie beispielsweise auch den sogenannten RFID-Tags (Radio-Frequency-Identification), welche häufig zum kontaktlosen Datenaustausch verwendet werden. Die Maschinen- und Sensordaten gewinnen durch die zunehmende Sensorik in elektronischen Geräten und deren Vernetzung zusehends an Bedeutung. Hinzu kommen unstrukturierte Daten, wie Audio, Text oder Videos (Weber 2020, S. 15), welche in der Darstellung 23 als polystrukturierte Daten bezeichnet werden. Externe Daten können von Unternehmenspartnern, den Social Media oder anderen Dienstleistern



kommen. Ergänzend fallen auch die sogenannten Open Data unter diese Gruppe, welche öffentlich frei zugängliche Datenquellen von z.B. Behörden beschreiben (Baars; Kemper 2021, S. 11).

Inhalt der zweiten Ebene ist die Datenbereitstellung und -modellierung. Die gesammelten Daten müssen für die weitere Analyse unter Umständen angepasst werden. Dies geschieht beispielsweise mit Hilfe des Data Acquisition Layers, welcher sich zur Aufbereitung der Daten des sogenannten ETL-Prozesses<sup>5</sup> (Extraction, Transformation, Load) bedient. Die aus den operativen Datenquellen extrahierten Daten werden transformiert und anschließend zur Datenhaltung und Weiterverwendung zur Verfügung gestellt. Im Zuge der Transformation erfolgen dabei die vier Teilprozesse Filterung, Harmonisierung, Aggregation und Anreicherung (Kemper; Finger 2016, S. 131). Die Transformation ist dabei essenziell für das Data Warehouse (DWH), welches ein getrenntes Datenhaltungssystem darstellt, und das Ziel verfolgt, konsistente Daten für das Management bereitzustellen. Eine typische Architektur eines Data Warehouse ist in der nachfolgenden Darstellung 24 ersichtlich.



Darstellung 24: Typische Data-Warehouse Architektur

Quelle: Kemper; Finger 2016, S. 130

Data Warehouses sind von einer Themenorientierung geprägt, womit die Interessenschwerpunkte der Entscheidungsträger gemeint sind. Dies können beispielsweise betriebswirtschaftliche Kennzahlen, Kunden, Produkte oder regionale Unterschiede sein. Ein weiteres Merkmal der DWHs ist die Integration, worunter die bereits angeführte Transformation von Daten aus

<sup>5</sup> Operative Daten eignen sich meist nicht direkt zur Analytik bzw. Entscheidungsunterstützung, wodurch das Ziel von ETL-Prozessen die Umwandlung in fehlerfreie, einheitliche, verdichtete und interpretierbare Daten ist (Kemper; Finger 2016, S. 131).

unterschiedlichen Quellen zu einer konsistenten Datenbasis verstanden wird. Eine dritte Charakteristik eines Data Warehouse ist der Zeitraumbezug und damit die Wiedergabe von Zeiträumen anstelle von Zeitpunkten. Kennzeichnend ist zudem die Nicht-Volatilität, da Daten dauerhaft erhalten bleiben und für weitere Analysen in der Zukunft zur Verfügung stehen (Baars; Kemper 2021, S. 19–21).

Sowohl in der Darstellung 23 als auch der Darstellung 24 werden zudem Core Data Warehouse (C-DWH) und Data Marts angeführt. Das C-DWH ist als zentrale Datenbank anzusehen, welche die Data Marts mit spezifischen Daten versorgt. Data Marts haben nur Zugriff auf einen Ausschnitt vom Gesamtdatenbestand im C-DWH und sollen nur die Interessen einer definierten Interessensgruppe wiedergeben. Häufig werden Data Marts nach funktionaler Organisation aufgebaut (Seiter 2023, S. 70–71). Im Zusammenspiel von C-DWH und Data Marts, wie in Darstellung 24 veranschaulicht, ist von der sogenannten Hub-and-Spoke-Architektur<sup>6</sup> die Rede, wobei noch weitere Konstellationen anzutreffen sind (Kemper; Finger 2016, S. 130).

Neben dem Data Warehouse werden oft auch Data Lakes in den Frameworks angeführt. Diese dienen der Datenhaltung und werden speziell in der Umgebung von Datenanalytik und Big Data eingesetzt. Der wesentliche Unterschied zum Data Warehouse liegt darin, dass bei Data Lakes die Daten je nach Anforderung auch in ihrer Rohform verbleiben können und eine gegebenenfalls erforderliche Transformation der Daten erst in nachgelagerten Systemen erfolgt. Somit ist hier mit einer Heterogenität der Daten zu rechnen (Baars; Kemper 2021, S. 83).

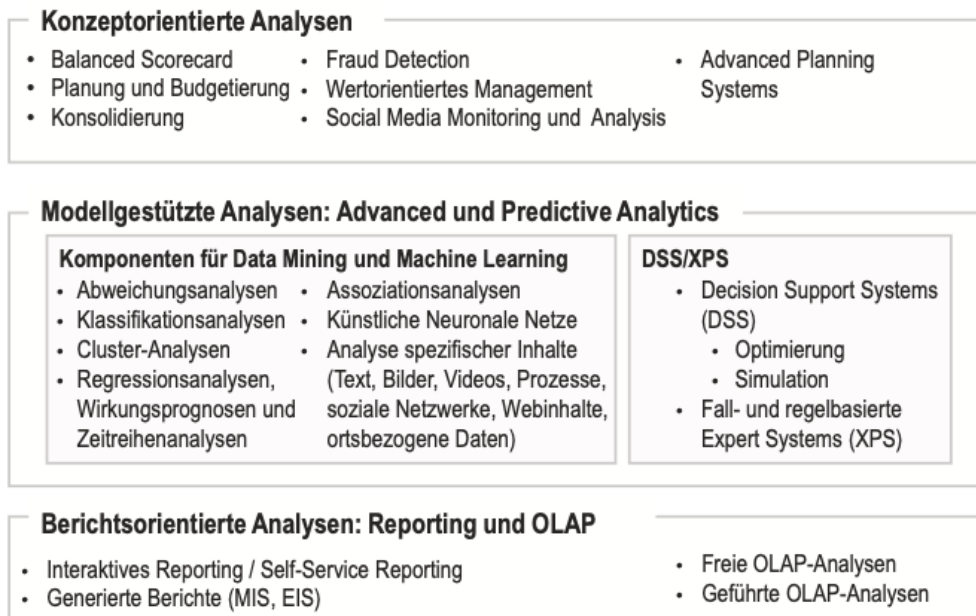
In der Darstellung 23 sind auf der zweiten Ebene neben dem DWH zudem eine Realtime-Datenbank und ein Analytics-Lab angeführt, welche an dieser Stelle der Vollständigkeit halber kurz erläutert werden. Die Realtime-Datenbank beschäftigt sich mit Echtzeitauswertungen und bedient sich dazu unmittelbar der Rohdaten. Der Fokus liegt auf einer schnellen Auswertung auf Basis der zuletzt erhaltenen Daten. Das Analytics-Lab bezieht zwar die Daten ebenfalls aus dem Data Lake, wodurch die Transformation entfällt, der Unterschied zu den anderen Datenbanken liegt aber im Zweck der Exploration und somit ausschließlich in der Datenanalytik (Seiter 2023, S. 71–72).

Die dritte Ebene im Framework nach Seiter 2023 ist die Informationsgenerierung bzw. Analyse, welche die Datenbestände näher untersucht und eine Vielzahl an Aktivitäten beinhalten kann. Dazu gehören etwa routinemäßige Aufrufe von Informationen oder Ad-hoc-Abfragen, sowie die Werkzeuge und Tools zur deskriptiven Analytik. Ergänzend zählen zu dieser Ebene prädiktive Methoden, um aus vergangenheitsbezogenen Daten die Zukunft vorherzusagen,

---

<sup>6</sup> Hub-and-Spoke bedient sich der Analogie zu Nabe und Speiche, wobei das C-DWH die Nabe und die abgehenden Data Marts die Speichen repräsentieren (Baars; Kemper 2021, S. 24)

und die präskriptive Analytik, welche unterschiedliche Handlungsoptionen simuliert (Weber 2020, S. 18). Eine Übersicht der Komponenten zur Informationsgenerierung zeigt die Darstellung 25, wobei im Nachfolgenden nur auf OLAP, Data Mining und Machine Learning eingegangen wird.

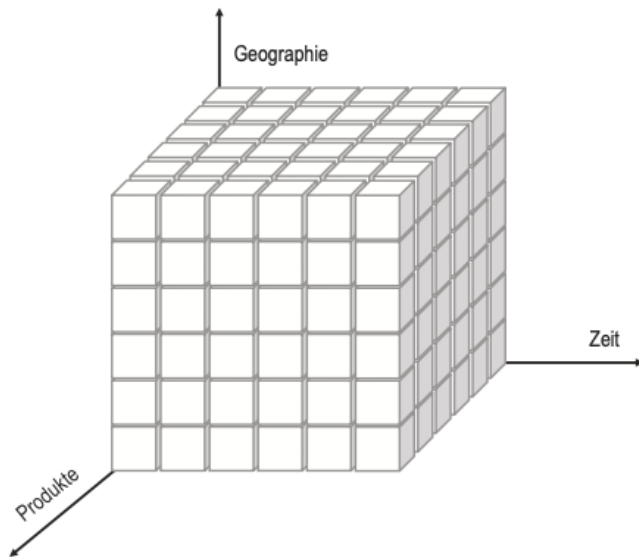


Darstellung 25: Komponenten zur Informationsgenerierung

Quelle: Baars; Kemper 2021, S. 92

„Online Analytical Processing“ (OLAP) beschreibt eine multidimensionale Datenanalyse in relationalen Datenbanken. Das Ziel von OLAP wird vereinfacht mit der die Abkürzung FASMI (Fast, Analysis, Shared, Multidimensional und Information) zusammengefasst. Mit Hilfe von OLAP sollen schnelle Abfragen (Fast) und intuitive Analysen mit unterschiedlichen Berechnungen (Analysis) durchgeführt werden. Hinzu kommt, dass gleichzeitige Abfragen durch mehrere Benutzer erfolgen können (Shared). Wie eingangs beschrieben, erfolgt eine multidimensionale Sicht auf die Datenbestände (Multidimensional). Zudem sollen durch Skalierungen auch Abfragen in größeren Datenmengen uneingeschränkt machbar sein (Information) (Schön 2022, S. 419–421).

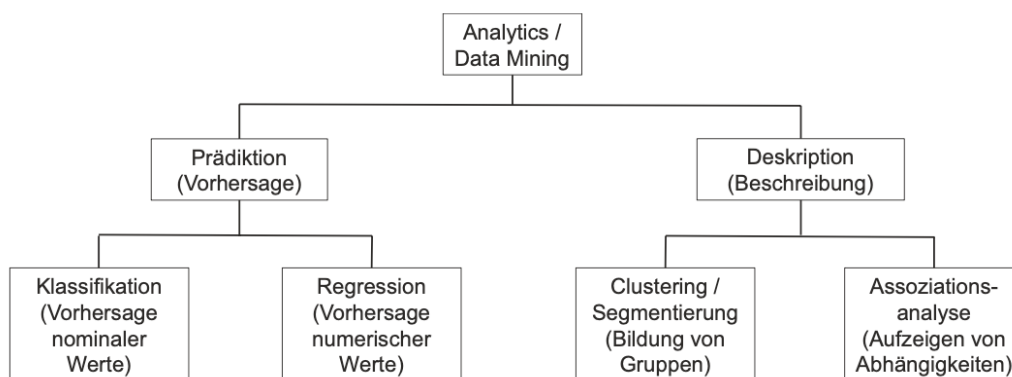
In diesem Zusammenhang ist auch oft von einem „Cube“ die Rede, da die Mehrdimensionalität mit Hilfe eines Würfels veranschaulicht wird. Dies geht auch aus der nachfolgenden Darstellung 26 hervor. Die tatsächliche Anzahl an Dimensionen kann jedoch über die üblicherweise dargestellten drei Dimensionen hinaus gehen, weshalb auch von einem „Hypercube“ gesprochen wird (Baars; Kemper 2021, S. 113).



Darstellung 26: OLAP-Datenwürfel mit drei Dimensionen

Quelle: Baars; Kemper 2021, S. 113

Eine weitere Form der Informationsgenerierung ist das sogenannte „Data Mining“. Im Unterschied zu OLAP können damit umfangreichere und ungerichtete Analysen durchgeführt werden. Ziel ist das Erkennen von Mustern und Strukturen durch Anwendung unterschiedlicher Methoden, welche in der Darstellung 27 angeführt sind. Hierbei wird vor allem zwischen der Beschreibung und der Vorhersage unterschieden (Bange 2016, S. 124–125).



Darstellung 27: Methoden im Data Mining

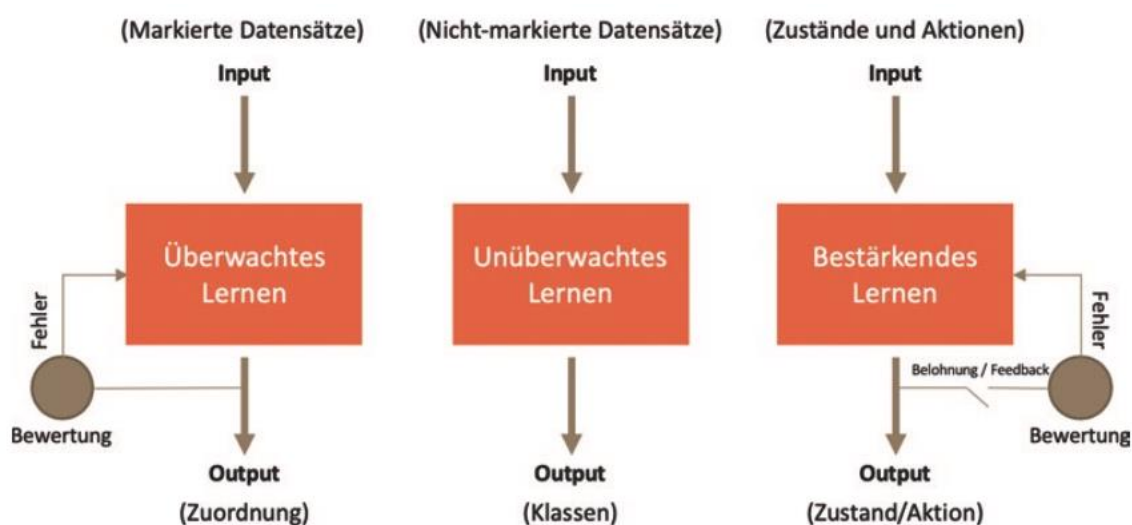
Quelle: Gluchowski; Schieder; Chamoni 2021, S. 27

Die Klassifikation betrachtet Daten anhand vorgegebener Attribute, um diese in definierte Klassen einzuteilen. Hierbei werden aus einem Datenbestand Regeln abgeleitet, indem die Beeinflussung einer Zielvariable durch unabhängige Größen wiedergegeben wird. Bedingung dafür ist, dass die gewünschte Zielvariable in der Datenmenge vorhanden ist (Gluchowski; Schieder; Chamoni 2021, S. 30). Ein Beispiel hierfür ist die Analyse der Bonität bei der Kreditvergabe. Bei der Regression hingegen werden Zeitreihen betrachtet und Rückschlüsse auf die Veränderung von einem historischen, gegenwärtigen oder zukünftigen Merkmal gezogen.

Damit können beispielsweise Vorhersagen zum Auftragsvolumen von Unternehmen auf Grund historischer Daten getroffen werden (Baars; Kemper 2021, S. 128–129).

Beim Clustering bzw. der Segmentierung wird die Ähnlichkeit von Datensätzen betrachtet und anhand dieser eine Gruppierung vorgenommen. Innerhalb einer Gruppe sollen die Daten möglichst homogen sein. Üblicherweise sind die Cluster und deren Ähnlichkeit vor der Durchführung der Analyse nicht bekannt, sondern werden erst im Zuge der Anwendung ermittelt (Gluchowski; Schieder; Chamoni 2021, S. 39). Die Assoziationsanalyse wiederum untersucht die Abhängigkeit von Merkmalausprägungen, indem unter anderem eine Ermittlung der statistischen Korrelation erfolgt. So kann etwa eine Warenkorbanalyse durchgeführt werden, welche Aufschlüsse über gewisse Kaufentscheidungen geben kann (Baars; Kemper 2021, S. 129).

„Machine Learning“ (ML) hingegen ist ein Teilbereich der Künstlichen Intelligenz (KI) und beschäftigt sich mit Lernprozessen auf Basis von Daten. Ziel ist eine kontinuierliche Verbesserung von Maschinen in ihrer Ausführung von bestimmten Aufgaben. Dies erfolgt mit Hilfe von Algorithmen und kann in unterschiedlichen Arten des Machine Learnings erforscht werden, wie die Darstellung 28 aufzeigt (Weber 2020, S. 39).



Darstellung 28: Arten des maschinellen Lernens

Quelle: Weber 2020, S. 39

Die erste Art ist das überwachte Lernen, welches eine Rückmeldung benutzt, um festzustellen, ob die Vorhersage richtig oder falsch war. Beim überwachten Lernen ist dabei ein gewünschter Zustand vorgegeben. Unüberwachtes Lernen erfolgt ohne Rückmeldung und versucht stattdessen Daten zu klassifizieren. Hierbei ist kein gewünschter Zustand vorgegeben. Die dritte Art des maschinellen Lernens ist das Verstärkungslernen, welches wiederum mit Hilfe eines Feedbacks Rückschlüsse zieht. Wie beim überwachten Lernen ist hier ein Zielzustand definiert, jedoch erfolgt nicht bei jeder Durchführung eine Rückmeldung. Dadurch soll

das menschliche Lernen simuliert werden, welches ebenfalls dadurch geprägt ist, dass Rückmeldungen oft nur bei hinreichender Rechtfertigung erhalten werden. Ein gerechtfertigtes Feedback wäre beispielsweise eine Belohnung nach Erreichen des Zielzustandes. Die Algorithmen hinter diesen Vorgehensweisen ändern sich kontinuierlich (Weber 2020, S. 39–40).

Im Unterschied zum Data Mining sind beim Machine Learning die Modelle nicht vorgegeben, sondern werden aus den Algorithmen generiert (Baars; Kemper 2021, S. 124). Van der Aalst 2016 ergänzt hierzu, dass Data Mining und Machine Learning aus unterschiedlichen Perspektiven entstanden sind. Data Mining entstand aus der Betrachtung von Datenbanken, während Machine Learning aus der Perspektive der Künstlichen Intelligenz entwickelt wurde. Die Überlappung beider Technologien ist jedoch deutlich erkennbar. Aus der Ergänzung einer Prozess-Perspektive zu diesen Technologien entstand das „Process Mining“ (van der Aalst 2016, S. 12–13), das sich auf die Erfassung, Überwachung und Verbesserung von Prozessen fokussiert, wobei besonderes Augenmerk auf Performance und Konformität der Prozesse liegt. Zur Wissensgenerierung und zum Erkenntnisgewinn werden sogenannte Ereignisprotokolle bzw. Event Logs herangezogen, welche aus der Durchführung der Prozesse entstehen (van der Aalst 2016, S. 31–32).

Eine weitere Technologie, welche jedoch in der Darstellung 25 nicht angeführt wird, ist der „digitale Zwilling“ bzw. im Englischen „Digital Twin“ genannt, welcher zur Simulation und Analyse verwendet wird. Digitale Zwillinge beinhalten ein digitales Abbild der Realität etwa in Form von örtlichen Gegebenheiten, Produkten oder Prozessen (Hansen; Mendling; Neumann 2019, S. 126). Der wesentliche Vorteil dieser Technologie ist, dass unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten und Veränderungen von physikalischen und funktionalen Eigenschaften simuliert und analysiert werden können. Algorithmen zeigen dazu die Konsequenzen von Veränderungen im System auf, wodurch unter Umständen teure Tests und Projekte in der Realität entfallen (Kuhn 2017, S. 440–441).

#### **4.4 Datenanalytik im Gesundheitswesen**

Die zunehmende Vernetzung ermöglicht auch im Gesundheitswesen ein umfangreiches Ansammeln von Daten aus unterschiedlichen Quellen. Die Daten können dabei aus administrativen oder medizinischen Tätigkeiten stammen. Beispiele hierfür sind personenbezogene Daten von Patientinnen und Patienten oder Messwerte aus durchgeführten Untersuchungen. Die übergreifende Vernetzung ermöglicht so die Gewinnung neuer Informationen und Erkenntnisse, sowie den Austausch zwischen Maschinen, Personen oder Organisationen. Somit kann das Prinzip der selbstlernenden Maschinen oder Systeme erreicht werden. Daten sind daher der Treiber für Veränderungen der Geschäftsprozesse sowohl in der Wirtschaft, als auch abseits davon (Landrock; Gadatsch 2018, S. 3–4).

Im Gesundheitswesen ist in diesem Zusammenhang von der „Healthcare Analytics“ die Rede, welche den Einsatz von Werkzeugen und Methoden im spezifischen Kontext von Gesundheitsorganisationen beschreibt, um Muster und Zusammenhänge in Daten erkennen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen Aufschluss über die Leistungsfähigkeit von Prozessen geben und Prognosen aufzeigen, sowie bei der Entscheidungsfindung helfen (Strome 2013, S. 5–6). Hieraus ist die Verknüpfung zur Definition der Datenanalytik aus dem Kapitel 4.1 ersichtlich.

Strome 2013 beschreibt zur Healthcare Analytics einen eigenen Ordnungsrahmen, welcher in der Darstellung 29 ersichtlich ist und aus fünf Ebenen besteht (Strome 2013, S. 22). Hieraus wird die enge Verknüpfung zum Kapitel 4.2 ersichtlich, da der Ordnungsrahmen die typischen Phasen der Datenanalytik aufgreift. Zur Beschreibung der Datenanalytik im Gesundheitswesen werden im Nachfolgenden nur mehr spezielle Charakteristiken in diesem Ordnungsrahmen aufgegriffen, wobei besonders auf die Daten und Datenquellen eingegangen wird.

Ordnungsrahmen Healthcare Analytics		
Präsentation		
Visualisierung	Dashboard	Berichte
Alarmzustand	Kommunikation	Anwendungen
Qualität und Performance		
Prozesse	Indikatoren	Zielvorgabe
Verbesserungsstrategie		Überwachungsstrategie
Analytik		
Tools	Technologien	Team
Stakeholders		Anforderungen
Deployment		Management
Daten		
Qualität	Management	Integration
Infrastruktur		Speicherung
Geschäftsmodell		
Vision / Strategie	Zielsetzung	Voice of the patient

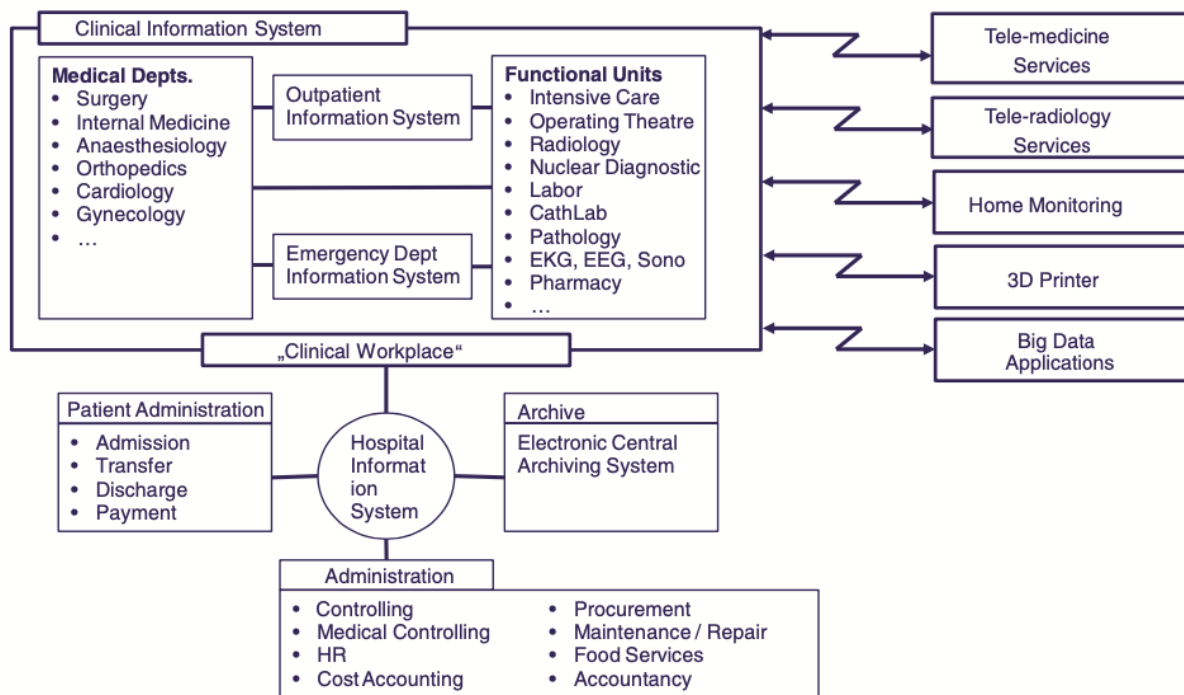
Darstellung 29: Ordnungsrahmen der Healthcare Analytics

Quelle: In Anlehnung an Strome 2013, S. 22; adaptiert durch verfassende Person

Die unterste Ebene beschreibt das Geschäftsmodell und ist damit das Fundament der Healthcare Analytics. Darunter fallen vor allem die Strategie und die Vision der Organisation im Gesundheitswesen, aber auch die Ziele, welche durch die Datenanalytik in diesem Umfeld verfolgt werden. Ein hoher Stellenwert kommt zudem der Stimme des Patienten zu, welche im Englischen als „voice of the patient“ bezeichnet wird und an „voice of the customer“

erinnert. Damit soll hervorgehoben werden, dass im Kern aller Initiativen eine effektive und sichere medizinische Versorgung von Patientinnen und Patienten steht (Strome 2013, S. 23).

Die Daten, aus welchen Erkenntnisse gewonnen werden können, stellen die zweite Ebene im Ordnungsrahmen der Darstellung 29 dar. Im Gesundheitsbereich werden allgemein betrachtet eine Vielzahl an Daten innerhalb kurzer Zeit durch unterschiedliche Tätigkeiten und der Interaktion mit IT-Systemen generiert (Landrock; Gadatsch 2018, S. 5). Die Datenquellen können vielfältig sein und ergeben sich im Kern aus dem Zusammenspiel einer übergreifenden IT-Infrastruktur, welche in der Darstellung 30 ersichtlich ist (von Eiff; von Eiff 2017, S. 93).



Darstellung 30: Zusammenspiel einer übergreifenden IT-Infrastruktur im Gesundheitswesen

Quelle: von Eiff; von Eiff 2017, S. 94

Strome 2013 unterscheidet in diesem Kontext gesondert zwischen IT-Systemen und sogenannten HIT-Systemen (Healthcare Information Technology), welche großteils in medizinischen Prozessen zur Anwendung kommen. Zu den HIT-Systemen gehören demnach bspw. die elektronische Patientenakte oder Informationssysteme für spezifische Teilbereiche, wie etwa in der Radiologie – die sogenannten Radiologie-Informationssysteme (Strome 2013, S. 7). In der Darstellung 30 hingegen werden HIT-Systeme als Clinical Information System bezeichnet, was nahelegt, dass es keine einheitliche Semantik in der IT-Architektur von Gesundheitsorganisationen geben könnte.

Neben den Systemen in medizinischen Prozessen liefern auch jene IT-Systeme in den Organisationen Daten, welche mehrheitlich abseits der medizinischen Prozesse zum Einsatz kommen. Dazu zählen die ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning), die hauptsächlich zur

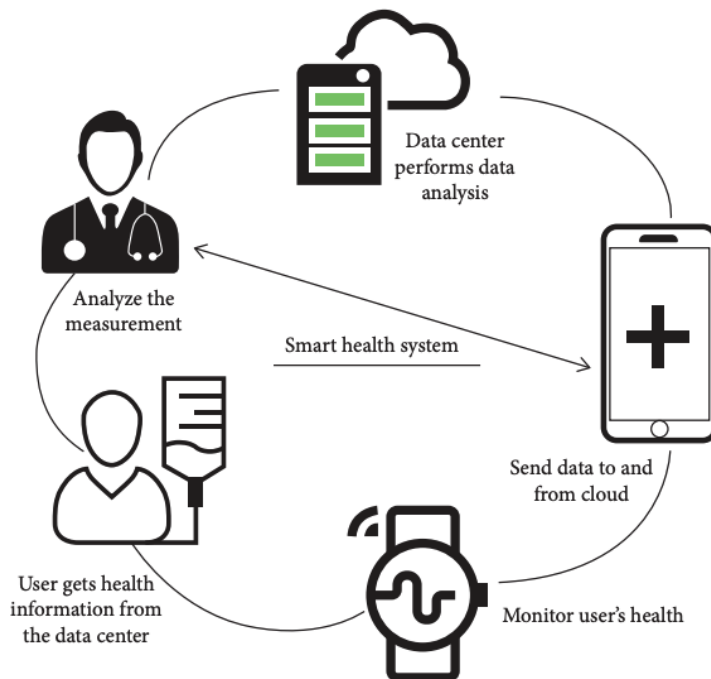


Unterstützung der internen Prozesse dienen und üblicherweise nicht organisationsübergreifend verwendet werden. ERP-Systeme bestehen meistens aus einer Kombination aus Standard- und Individualsoftware. Im Kontext von Krankenhäusern werden ERP-Systeme auch als Krankenhausinformationssysteme (KIS) bezeichnet. Gleichzeitig gibt es einige Hersteller von ERP-Systemen, die einen generellen Fokus auf das Gesundheitswesen haben. Ein prominentes Beispiel hierfür ist das Unternehmen SAP mit ihrer spezifischen Branchenlösung Healthcare. Typischerweise finden diese Systeme Anwendung im Bereich der administrativen Prozesse, sowie der Kommunikation und Dokumentation. Im spezifischen Kontext des Gesundheitswesens bedeutet dies aber auch, dass Behandlungsschritte, Befunde, Laborergebnisse, Diagnosen und Ähnliches mit Hilfe des Systems durchgeführt, erstellt und dokumentiert werden (Gadatsch 2013, S. 74–75).

Das Gesundheitswesen ist dabei eine Branche, in welcher der technologische Fortschritt im Umgang mit unstrukturierten Daten neue Informationen und Erkenntnisse erschließen könnte. Denn schließlich werden viele Bilder in der Radiologie, Befunde aus Labor oder Untersuchungen oder die Dokumentation von Behandlungsmaßnahmen in Text- oder Audio-Formaten generiert, sodass eine große Menge an unstrukturierter Daten vorliegt (Landrock; Gadatsch 2018, S. 5). Ein Beispiel dafür sind Erfahrungsberichte von Ärztinnen und Ärzten sowie Apotheken im Zusammenhang mit der Anwendung und den Nebenwirkungen von Medikamenten. Hieraus ergibt sich eine Wissensbasis zu Indikationen und Kontraindikationen in der Anwendung der Medikamente (Landrock; Gadatsch 2018, S. 8). Im Wesentlichen bieten im Gesundheitsbereich die Beobachtungs-, Lokalisierungs- und Beziehungsdaten viele neue Aufschlüsse. Die Beobachtungsdaten befassen sich etwa mit den Vitalwerten von Personen und deren Veränderung oder Trend. Lokalisierungsdaten hingegen zielen auf die geografischen Positionen ab, um zum Beispiel das nächstgelegene Krankenhaus zu finden. Die Beziehungsdaten ergeben sich aus Relationen von Datenobjekten. Damit können beispielsweise Rückschlüsse auf die Verträglichkeit von Medikamenten in der kombinierten Anwendung gezogen werden (Landrock; Gadatsch 2018, S. 28).

Ein großes Potential liegt hierzu in der Bereitstellung neuer Arbeitsmittel, welche die Prozesse beschleunigen. Damit ist im Wesentlichen die bereits erwähnte elektronische Patientenakte gemeint, welche Einsicht in angesammelte Patientendaten und damit die Patientengeschichte liefert (Gadatsch 2013, S. 22). Neben der elektronischen Patientenakte werden durch viele Menschen mit den am Körper getragenen Geräten sowie den Smartphones eine Vielzahl an Daten generiert. Die Vernetzung dieser Geräte im Kontext des Gesundheitsbereiches wird gelegentlich als „Healthcare Internet of Things“ (HIoT) bezeichnet (Pradhan; Bhattacharyya; Pal 2021, S. 2). Die Verwendung von Smartphones und sogenannten Wearables, womit eben jene von Personen am Körper getragenen und IT-unterstützten Geräte gemeint sind, ermöglicht ein kontinuierliches Monitoring von Patientinnen und Patienten, sowie gleichzeitig ein umfangreiches Sammeln an Gesundheitsdaten. So werden beispielsweise Vitalwerte durch

diese Geräte erfasst und gespeichert. Ergänzend können tägliche Abläufe, Bewegungsmuster, Ernährung oder Medikamenteneinnahme dokumentiert werden (von Eiff; von Eiff 2017, S. 73–74). Aus Sicht der Datenanalytik bietet das kontinuierliche und automatische Ansammeln von Daten über das HIoT große Datenmengen, welche allgemein Aufschlüsse für die Medizin und Forschung liefern können. Der Erkenntnisgewinn aus den Vitalparametern wird in der Darstellung 31 veranschaulicht.



Darstellung 31: Erkenntnisgewinn im HIoT

Quelle: Pradhan; Bhattacharyya; Pal 2021, S. 9

Die Daten werden dazu kontinuierlich über Sensoren am Körper gemessen und in verschlüsselter Form sicher an einen Server übertragen. Art und Umfang der Sensoren kann für jede Person individuell zusammengestellt und bei Bedarf erweitert werden. Die gesammelten Daten werden durch den Einsatz von Algorithmen analysiert, sodass Veränderungen schnell erkannt werden können, und sind ortsunabhängig für medizinisches Personal abrufbar (Heinlein; Ullmann 2019, S. 192).

Diese Ebene im Ordnungsrahmen der Healthcare Analytics beinhaltet neben den Datenquellen zudem das Management, die Speicherung und die Verarbeitung der Daten, sowie die Einrichtung einer geeigneten Infrastruktur (Strome 2013, S. 23), auf welche bereits im Kapitel 4.3 eingegangen wurde.

Die dritte Ebene wird als Analytik bezeichnet und setzt sich aus Tools, Technologien, Team, Stakeholdern, Anforderungen, Deployment und Management zusammen (Strome 2013, S. 24). Auf dieser Ebene erfolgen die Wissensgenerierung und der Erkenntnisgewinn, worauf in den Kapiteln 4.2 und 4.3 bereits näher eingegangen wurde.

Das Deployment, womit die Umsetzung und Evaluation der Erkenntnisse gemeint wird, ist auch wesentlicher Inhalt der vierten Ebene, welche als Qualität und Performance bezeichnet wird. Hierbei werden Prozesse, Indikatoren und Zielvorgaben hervorgehoben, sowie die Strategien der Gesundheitsorganisationen zur Verbesserung und Überwachung der Qualität der Prozesse. Hieraus ist die Verknüpfung zum Prozessmanagement ersichtlich (Strome 2013, S. 25).

Die Präsentation stellt die letzte Ebene im Ordnungsrahmen dar und befasst sich mit der Informationsdarstellung und -verteilung und wird auch als User Interface bezeichnet. Dazu werden Visualisierung, Dashboards, Berichte, Alarmzustände, Kommunikation und Anwendungen im Ordnungsrahmen angeführt. Daraus soll hervorgehen, dass es eine Vielzahl an unterschiedlichen Möglichkeiten zur Präsentation der Ergebnisse an die entsprechenden Stellen gibt, gleichzeitig muss je nach Zielgruppe eine angepasste Form der Darstellung gefunden werden (Strome 2013, S. 25–26)

Vom Einzug der Datenanalytik verspricht man sich eine signifikante Veränderung des Gesundheitsbereiches. So wird gelegentlich von einer Verschiebung des Leistungsangebotes gesprochen. Dies ergibt sich sowohl aus der Möglichkeit zur individualisierten medizinischen Betreuung bzw. der sogenannten Precision Medicine als auch aus einer zu erwartenden Veränderung in Richtung einer Präventionsmedizin (Große-Kracht 2019, S. 118). Einige Einsatzgebiete der Healthcare Analytics sind die Risikoanalyse chronischer Erkrankungen und die proaktive Patientenanalyse. Wie auch bei der Precision Medicine zielen diese beiden Analysen auf eine präventive und frühzeitige Erkennung von Veränderungen und auf individualisierte Behandlungen ab. In Krankenhäusern kann die Datenanalytik zudem im Terminmanagement und in den Abläufen bei Operationen unterstützen. Hierbei soll anhand der Daten ein kontinuierlicher Patientenfluss entstehen, Engpässe entdeckt und die Arbeitslast für das Personal verbessert werden. Abseits der Behandlungen kann die Analytics zudem im Financial Risk Management, Supply Chain Management und dem Fraud Management unterstützen (Lewis; Nguyen 2020, S. 29–31).

Speziell in der Forschung kommt die Datenanalytik bereits seit einigen Jahren zum Einsatz, wengleich sich die technischen Möglichkeiten stetig verändert haben. So wurden bis vor einigen Jahren zahlreiche Daten in isolierten Datenbanken zusammengetragen und mit der bestmöglichen Rechenleistung durchsucht. Deswegen hat sich beispielsweise im Bereich der Arzneimittelforschung die Analytik bereits weitestgehend etabliert, um mit deren Hilfe neue Wirkungsmechanismen zu finden. Dabei handelte es sich in der Vergangenheit jedoch häufig um Speziallösungen, da mit der handelsüblichen Technologie eine effektive Datenanalytik nicht möglich gewesen wäre. Dahingegen profitiert der Gesundheitsbereich heute vom technologischen Fortschritt und immer umfangreicheren Möglichkeiten zur Analyse, Datensammlung und Integration von Datenquellen (Landrock; Gadatsch 2018, S. 49).

Wenngleich es einige vielversprechende Einsatzmöglichkeiten für die Datenanalytik im Gesundheitsbereich gibt, hinkt dieser Bereich jedoch in Verbreitung und Anwendung der Datenanalytik nach wie vor anderen Branchen hinterher. Als Gründe werden unter anderem eine fehlende Strategie in der Einführung neuer Technologien oder der Verbesserung von Qualität und Effizienz, aber auch die Trägheit des Gesundheitsbereiches genannt. Letztgenanntes ergibt sich aus der Kombination von technologischem Fortschritt zur Behandlung, neuen Erkenntnissen der Medizin und neuen Krankheitsbildern, sowie einem stetigen demografischen Wandel (Strome 2013, S. 6–7). Dabei sehen sich Organisationen im Gesundheitsbereich der Herausforderung gegenüber, dass Qualität und Effizienz in der Patientenversorgung stetig verbessert werden soll und dazu der Einsatz neuester Technologien angestrebt wird. Gleichzeitig muss eine sichere und effektive Patientenversorgung zu jeder Zeit garantiert werden. Dies führt unter Umständen zu Zielkonflikten (Strome 2013, S. 4).

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Datenanalytik sicherlich nicht sämtliche Probleme im Gesundheitsbereich lösen wird. Dennoch kann diese einen entscheidenden Beitrag dazu leisten, zumindest Teilaspekte der Probleme leichter meistern zu können (Landrock; Gadatsch 2018, S. 7). Der Gesundheitsbereich hat hierbei einen entscheidenden Vorteil gegenüber der Industrie, da Daten häufig nicht als geistiges Eigentum einer bestimmten Organisation zur Verschaffung eines Wettbewerbsvorteils angesehen werden. Vielmehr verfolgt der Gesundheitsbereich allgemein den Ansatz Erkenntnisse und Informationen anderen Anwendern zur Verfügung zu stellen (Landrock; Gadatsch 2018, S. 45–46).

## 5 Potentialanalyse

Im nachfolgenden Kapitel werden die Erkenntnisse aus den vorherigen Ausführungen zu Notfallmanagement, Prozessmanagement und Datenanalytik miteinander verknüpft und im spezifischen Kontext des präklinischen Notfallmanagements betrachtet. Hierbei liegt der Fokus auf der Ableitung von Potentialen, welche positiven Einfluss auf die Dimension der Zeit in den Prozessen haben können.

### 5.1 Standortentscheidungen und Kapazitätsplanung

Die Entscheidungen zur Standortwahl von Einsatzorganisationen und Notärztinnen und Notärzten wurden meist vor einigen Jahren getroffen und sehen sich heute geänderten Rahmenbedingungen, wie veränderten demografischen Parametern, gegenüber. Anhand von Daten zu vergangenen Einsatzdauern, Einwohnerzahlen, vorhandenen Ressourcen und der gegebenen Infrastruktur jedoch lassen sich mittlerweile die Abläufe simulieren, wodurch Möglichkeiten zur Einhaltung der relevanten Zeitintervalle trotz zunehmender Einsatzzahlen analysiert werden können (Luiz 2020, S. 128).

Hierbei gilt der Einsatz von digitalen Zwillingen als vielversprechend. Mit Hilfe eines Digital Twins kann der Status Quo mit allen demografischen Ausprägungen, wie z.B. dem Alter der Bevölkerung oder vorherrschenden Krankheitsbildern in der Gesellschaft, abgebildet werden. Zudem werden in diesem digitalen Zwilling die vorhandenen Ressourcen in Form verfügbarer Einsatzkräfte in Tag- und Nachtschicht und der Standorte der Leitstellen, Rettungsorganisationen und Krankenhäuser berücksichtigt. So ist es möglich eine Vielzahl an Simulationen durchzuführen, aus welchen neue Erkenntnisse gewonnen werden können. Dadurch kann der reguläre Ablauf von der Alarmierung bis zur Ersteinschätzung im Krankenhaus simuliert werden. Ergänzend ist die Simulation von anderen Szenarien, wie Veränderungen in der Anzahl verfügbarer Einsatzfahrzeuge oder in den demografischen Parametern möglich (Kohrs 2021, S. 53).

Zur Anwendung kann dabei das sogenannte „Predictive Process Mining“ kommen, bei welchem unter anderem aus der datengetriebenen Simulation versucht wird, Erkenntnisse zur Vorhersage von Ereignissen zu gewinnen. Das Process Mining analysiert dabei die aus den Simulationen des digitalen Zwillings generierten Daten und kann Unterschiede in den Zeitintervallen, der Verfügbarkeit und der Kapazitätsauslastung aus den Szenarien aufzeigen. Hieraus können Erkenntnisse zur effizienteren Auslegung von Kapazitäten gewonnen werden (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 428).

Auch die Prognose und Simulation von saisonalen Unfall- oder Krankheitsereignissen mit Hilfe eines digitalen Zwillings kann dabei unterstützen das präklinische Notfallmanagement zu optimieren. So können historische Daten zu Einsätzen, Social-Media-Einträge,

Verkehrsinformationen und Kalenderdaten - im Sinne von Schulferien, Feiertagen, verlängerten Wochenenden oder sonstigen besonderen Ereignissen - miteinander verknüpft werden. In diesen Daten werden Muster für saisonale Unfälle und Erkrankungen gefunden, sodass eine optimierte Personaleinsatzplanung und eine hohe Versorgungssicherheit unter Einhaltung der relevanten Zeitintervalle auch bei hohem Einsatz- und Unfallaufkommen gewährleistet werden. Konkrete Beispiele können die Prognosen zu wintersportlichen Unfällen oder die Berücksichtigung der Motorradsaison sein, wobei die Analyse nicht auf Risiko-Sportarten begrenzt, sondern im gleichen Ausmaß auf andere demografische oder soziologische Ausprägungen anwendbar ist (Landrock; Gadatsch 2018, S. 42–43).

Mit Unterstützung des „Comparative Process Mining“ können zudem Unterschiede in den Patientengruppen oder auch Jahreszeiten erforscht und beispielsweise saisonale Schwankungen im Sommer und Winter aufgezeigt werden (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 427). Für das präklinische Notfallmanagement könnte das speziell in der Ressourcenplanung relevant sein, indem Muster in der Häufigkeit von Einsatzzahlen ersichtlich und damit Kapazitätsengpässe vermieden werden. Dadurch wird die Einhaltung des Gesamtintervalls bei erhöhtem Aufkommen medizinischer Notfälle garantiert. Zudem wären weitere Simulationen und Analysen der Zeitintervalle unter Berücksichtigung unterschiedlicher Fahrbahnverhältnisse oder nach Wahl der Zielkrankenhäuser denkbar.

Ergänzend können im digitalen Zwilling zusätzliche Aspekte oder der Einsatz neuer Technologien in der Rettungskette berücksichtigt werden. Ein Beispiel hierzu wäre eine Analyse der Auswirkungen einer flächendeckenden Verfügbarkeit von Defibrillatoren im öffentlichen Raum oder der Einsatz von Drohnen mit lebensrettenden Geräten in Rettungsketten. Die gewonnenen Simulationen und Daten geben Aufschluss darüber, ob durch diese zusätzlichen Faktoren relevante Zeit gespart oder mögliche Ressourcenengpässe überbrückt werden können (Kohrs 2021, S. 53).

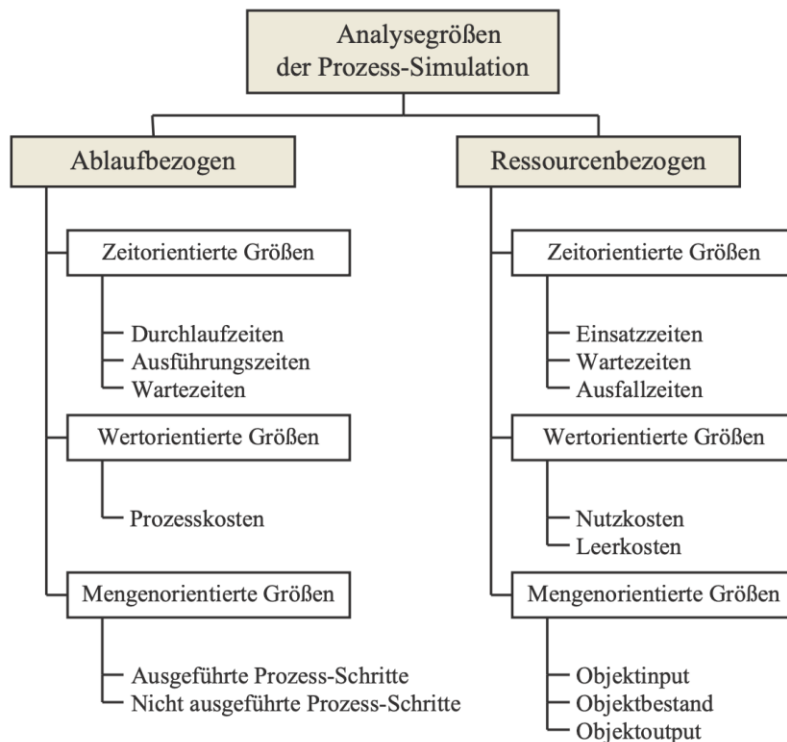
Neben der datengestützten Ressourcen- und Kapazitätsplanung können durch Heranziehen interner als auch externer Daten in den digitalen Zwilling bessere Standortentscheidungen getroffen werden. Veränderungen in demografischen Parametern oder der Infrastruktur könnten einen neuen Standort für Rettungsorganisationen erfordern, um die Einhaltung der Zeitintervalle zu garantieren (Kohrs 2021, S. 53). Zudem kann sich die Krankenhauslandschaft verändern, wenn Kliniken geschlossen werden oder sich auf eine Fachrichtung spezialisieren (Luiz 2020, S. 128). Die Simulationen mit Hilfe des digitalen Zwillings können die Auswirkungen dieser Veränderungen aufzeigen und dabei die Organisationen in Rettungsketten in ihrer Standortentscheidung unterstützen, sodass eine stabile Grundversorgung unter Einhaltung der Zeitintervalle gewährleistet werden kann.

Digitalisierung und Datenanalytik eröffnen hierbei ebenfalls die Chance die Versorgung in ländlicheren Gebieten auf Dauer sicher zu stellen, schließlich wird erwartet, dass speziell in

diesen Regionen zuerst fehlende Ressourcen zu einer mangelhaften Infrastruktur bzw. einem Defizit an medizinischer Versorgung führen werden (Augurzky 2019, S. 97).

## 5.2 Analyse von Prozessen

Der Einsatz eines digitalen Zwillings kann das Prozessmanagement des präklinischen Notfallmanagements jedoch auch abseits von Standortentscheidungen und Kapazitätsplanung unterstützen, indem dieser zur Simulation von Prozessen zum Erkenntnisgewinn herangezogen wird. Die Abbildung der Realität im Digital Twin verfolgt dabei das Ziel, eine effizientere Gestaltung der Rettungskette zu erreichen. Demnach können nicht nur ressourcenbezogene, sondern auch ablaufbezogene Kenngrößen betrachtet werden (Gadatsch 2013, S. 100), wie die Darstellung 32 zeigt. Speziell das Zusammenspiel aus digitalem Zwilling und Process Mining gilt hierbei als vielversprechend, um Prozessabläufe analysieren und verbessern zu können (Brockhoff u.a. 2021, S. 186).



Darstellung 32: Analysegrößen aus der Prozess-Simulation

Quelle: Gadatsch 2013, S. 101

In der Analyse dieser Simulationen kann vor allem der klinische Pfad der Patientinnen und Patienten betrachtet werden (Garcia u.a. 2019, S. 275), womit im präklinischen Notfallmanagements die Prozesse vom Notrufeingang in der Leitstelle bis zur Ersteinschätzung in der Notfallambulanz gemeint sind. Die Daten für das Process Mining können unter anderem aus den HIT-Systemen kommen (Munoz-Gama u.a. 2022, S. 2), welche entlang der Rettungskette in den Prozessen verwendet werden.

Durch Heranziehen dieser Daten kann das „Process Discovery“ durchgeführt werden, bei welchem die Ist-Prozesse erhoben und daraus Prozessmodelle generiert werden. Dabei geben die Event-Daten Einsicht in den Verlauf von Prozessen und können Hinweise liefern, an welchen Stellen Probleme entstehen (van der Aalst 2016, S. 33). Zur Erhebung des Ist-Zustandes empfiehlt sich das „Fuzzy Mining“<sup>7</sup>, da bei dieser Vorgehensweise die Betrachtung komplexer Prozesse auf unterschiedlichem Abstraktionsniveau ermöglicht wird, und der Algorithmus damit für die Charakteristiken der Prozesse im Gesundheitsbereich besonders geeignet ist (Abohamad; Ramy; Arisha 2017, S. 1531). Mit Hilfe des Process Discovery könnten im präklinischen Notfallmanagement dadurch die aktuell benötigten Zeitintervalle in der Rettungskette ersichtlich werden, wodurch das Prozessmanagement in der Analyse Hinweise erhält, welche Abläufe besonders zeitintensiv sind.

Das sogenannte „Performance Process Mining“ gibt hierbei Einsichten zu spezifischen KPIs, wobei im Kontext der vorliegenden Arbeit speziell zeitbezogene Kennzahlen relevant sind. Ein bekanntes Beispiel dieser Form des Process Mining ist die Wartezeit oder Verweildauer von Patientinnen und Patienten in stationären Gesundheitseinrichtungen (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 426). Übertragen in das Wirkungsfeld des präklinischen Notfallmanagements könnte hier das Performance Process Mining aus den Zeitstempeln der Event-Daten Aufschlüsse zum behandlungsfreien Intervall geben, sowie die Einsatzdauer oder den Zeitbedarf für spezifische Behandlungsmaßnahmen aufzeigen.

Das aus dem Process Discovery erhaltene Prozessmodell kann wiederum Ausgangspunkt für neue Prozesssimulationen sein, in welcher die eingesetzten Ressourcen berücksichtigt werden (Abohamad; Ramy; Arisha 2017, S. 1535). Mit Hilfe des Digital Twin kann dazu simuliert werden, welche Engpässe es in den Abläufen gibt und welche Folgen diese haben (Kohrs 2021, S. 53). Hierdurch werden im präklinischen Notfallmanagement Engpässe durch beschränkte Ressourcen, Schnittstellen oder zeitintensive Prozesse ersichtlich. Dies bietet wiederum dem Prozessmanagement Hinweise zur weiteren Prozessanalyse und zu Prozessverbesserungen, um das Gesamtintervall in der Rettungskette einzuhalten und zu reduzieren.

Die Schnittstellen und die Interaktion zwischen den Akteuren der Prozesse können mit Hilfe von Process Mining zudem in Form von Rolleninteraktionsmodelle erhoben und analysiert werden. Dadurch wird aufgezeigt, wie die Beteiligten miteinander interagieren und wer wie oft in den Prozessen beteiligt ist (Alvarez u.a. 2018, S. 72). Dies ist im präklinischen Notfallmanagement deshalb von großer Bedeutung, da in Rettungsketten mehrere Akteure miteinander agieren müssen. Das Prozessmanagement kann dabei mit Hilfe der Erkenntnisse aus den

---

<sup>7</sup> Fuzzy Mining ist ein Ansatz im Process Mining, welcher versucht die essenziellen Aktivitäten und Verknüpfungen zu identifizieren. Zur Vereinfachung können unterschiedliche Parameter und Abstraktionsebenen ergänzt und gefiltert werden (van der Aalst 2016, S. 207).



Rolleninteraktionsmodellen gezielt die Kommunikation und Zusammenarbeit der Akteure verbessern.

Vielversprechend ist darüber hinaus der Vergleich unterschiedlicher Patientengruppen in den Prozessausführungen, um weitere Erkenntnisse zu gewinnen, welche Prozesse Optimierungen benötigen, und welche Maßnahmen dabei helfen können (Munoz-Gama u.a. 2022, S. 5). So können unterschiedliche Patientengruppen, bspw. je nach Einstufung in der Triage, betrachtet werden, um Aufschlüsse zu hohen Zeitverlusten in den Abläufen zu erhalten (Abohamad; Ramy; Arisha 2017, S. 1533–1534). Ein sinnvoller Vergleich im präklinischen Notfallmanagement könnte etwa durch Analyse der sechs Tracerdiagnosen erfolgen, um Aufschlüsse zu erhalten, bei welchen Prozessabläufen am meisten Optimierungspotential besteht.

Mit Hilfe von Process Mining kann zudem die Konformität von Prozessen geprüft werden. Bei der sogenannten „Process Conformance“ werden Prozessmodelle einem Soll/Ist-Vergleich unterzogen, wodurch Abweichungen aufgezeigt werden (van der Aalst 2016, S. 33). Dazu wird angeführt, dass im Bereich des Gesundheitswesens oft Richtlinien und medizinische Vorgaben in das Process Mining eingebunden werden, um Anhaltspunkte dazu zu erhalten, inwiefern die Prozesse mit diesen Angaben übereinstimmen (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 424). Übertragen in das präklinische Notfallmanagement könnte dadurch beispielsweise die Einhaltung der Zeitintervalle, wie in Darstellung 10 ersichtlich, überprüft werden. Einhaltung würde in diesem Fall bedeuten, dass die vorgegebenen Zeiten unterschritten, aber keinesfalls überschritten werden dürfen.

Ergänzend bietet die Kombination aus Process Mining und den digitalen Zwillingen die Möglichkeit Prozesse zu erweitern und zu verbessern, was im Kontext des Process Mining als „Enhancement“ bezeichnet wird (van der Aalst 2016, S. 33). Die Simulationen in digitalen Zwillingen können hierbei wieder den Vorteil bieten, dass die Optimierungsinitiativen bereits vorab in einer Art Probetrieb virtuell getestet werden können (Gadatsch 2013, S. 98). Im Kontext der Notfallversorgung durch die Rettungskette können die Prozesse dahingehend optimiert werden, dass die Einhaltung der Zeitintervalle garantiert oder weiter unterschritten werden kann. Dadurch wird wertvolle Zeit in der Behandlung der Patientinnen und Patienten gewonnen.

### **5.3 Entscheidungsunterstützung bei Notfällen**

Die Datenanalytik kann zudem eine wertvolle Unterstützung für das präklinische Notfallmanagement in der Entscheidungsfindung bei der Bearbeitung der Notfälle bieten, indem mit ihrer Hilfe Empfehlungen ausgegeben werden. Im Bereich der Leitstelle kann dafür etwa eine strukturierte Abfrage von Notrufen erfolgen. Die Datenanalytik hilft dabei anhand von Algorithmen Hinweise auf Krankheitsbilder und Empfehlungen für die Alarmierungen von Ressourcen zu geben. So kann beispielsweise die Genauigkeit in der Abfrage des Notfallgeschehens

erhöht werden und durch die Analytik eine Empfehlung erfolgen, ob eine Notärztin oder ein Notarzt gleich von Beginn an mitalarmiert werden sollte oder nicht (Luiz 2020, S. 125–126).

Darüber hinaus wird die Leitstelle durch die Datenanalytik in der gezielteren Alarmierung von Rettungsmitteln bzw. allgemein Ressourcen unterstützt, indem Daten aus dem Einsatzleitsystem (ELS) gesammelt und analysiert werden. Das ELS bedient sich primär geographischer Daten, wie etwa den Positionen von Rettungsmitteln, den Verkehrsinformationen und den Routen zum Einsatzort. Das sogenannte „Georouting“ gibt dabei Empfehlungen zur Disposition von Einsatzmitteln aus und berücksichtigt dazu nicht nur die Entfernung der Einsatzmittel zum Einsatzort, sondern auch ergänzende Faktoren. Hierzu zählen etwa die durchschnittlichen Geschwindigkeiten der eingesetzten Fahrzeuge oder aktuelle Verkehrsinformationen. Vorgeschlagen werden können neben eingeplanten Ressourcen auch Ersthelfer bzw. First Responder<sup>8</sup>, welche sich zufällig in der Nähe vom eingegangenen Notruf befinden und über Smartphones eine Alarmierung erhalten. Erfolgt eine Kooperation mit Leitstellen anderer Gebiete, so kann es bei Ressourcenengpässen auch zu Empfehlungen zur Alarmierung von Einsatzmitteln anderer Leitstellen kommen. Dasselbe gilt im gleichen Maße bei Großereignissen und der damit verbundenen Alarmierung zusätzlicher Ressourcen im umliegenden Kreis (Luiz 2020, S. 129–130). Durch diesen beschriebenen Einsatz der Datenanalytik kann das therapiefreie Intervall verkürzt und die Ressourcen zeiteffizienter eingesetzt werden. Zudem ermöglicht der gezielte Einsatz von Ressourcen eine höhere Verfügbarkeit der medizinischen Versorgung.

Aus der kontinuierlichen Datenerfassung durch elektronische Geräte und deren Verknüpfung mit der elektronischen Patientenakte könnten sich weitere Potentiale für den Einsatz der Datenanalytik im präklinischen Notfallmanagement ergeben. Die Daten lassen Rückschlüsse auf Veränderungen durch Medikation und andere Maßnahmen zu und helfen so bei der Auswahl der richtigen Behandlung. Die Datenanalytik kann so bei der Entscheidungsfindung helfen und Behandlungsempfehlungen geben (Heinlein; Ullmann 2019, S. 196). Die Empfehlungen zur effizienteren Therapie und Medikation erfolgen hierbei mit Hilfe der Künstlichen Intelligenz und dem Machine Learning. Durch die sogenannte „Predictive Medicine“ lassen sich dabei die Wirkungen von Behandlungsmaßnahmen vorhersagen (Secinaro u.a. 2021, S. 17). Hierbei profitiert das Personal im präklinischen Notfallmanagement im Idealfall von einer umfangreichen und internationalen Datenbasis der Medizin im Hintergrund. Die tatsächliche Entscheidung zur Anwendung oder Ablehnung der Empfehlungen obliegt jedoch wieder dem medizinischen Personal (Landrock; Gadatsch 2018, S. 55–56).

Ergänzend könnte die Datenanalytik durch die Erkenntnisse aus den Daten in der elektronischen Patientenakte und dem kontinuierlichen Ansammeln von Daten aus HIoT-Geräten eine

---

<sup>8</sup> First Responder sind Personen mit medizinischen Vorkenntnissen oder Fähigkeiten zur Durchführung der Wiederbelebung (Metelmann u.a. 2020, S. 103).

individuelle und zielgerichtetere medizinische Behandlung ermöglichen. In der Medizin gibt es für viele Vitalparameter Richtwerte, welche jedoch nur als Orientierung gelten. Es kann jedoch individuelle und eventuell angeborene Abweichungen von diesen Richtwerten geben, wodurch es ohne Vorkenntnis der Patientengeschichte zu Fehlinterpretationen im Erstkontakt kommen kann. Die Datenmenge aus der Langzeitbetrachtung der Vitalparameter ermöglicht eine Festlegung individueller Normalwerte für jede Patientin und jeden Patienten. Dadurch gelten nicht mehr pauschale Werte für alle Personen, sondern wird eine personalisierte und präzisere Diagnostik ermöglicht (Heinlein; Ullmann 2019, S. 198).

Zudem lassen die durch mobile Geräte aufgezeichneten Daten Rückschlüsse auf die vergangenen Minuten und Stunden vor Eintreffen der Rettungskräfte oder vor dem medizinischen Notfall zu. Dies fördert das Verständnis und die Rekonstruktion des Geschehens. Ergänzend erlaubt dies einen Informationsvorsprung, da viele zeitintensive Fragen nach der Patientengeschichte und Normalwerten der Patientinnen und Patienten entfallen. Hinzu kommt, dass die Daten schon frühzeitig an das Krankenhaus übermittelt werden können, sodass das dortige Personal vorab einen Eindruck aus den Daten gewinnen kann (Kohrs 2021, S. 54).

Die Datenanalytik kann hierbei Frühwarnungen ausgeben, wenn die Vitalwerte Hinweise auf Krankheitsbilder oder Veränderungen geben. So könnte aus den kontinuierlich erhobenen Vitaldaten beispielsweise eine Blutvergiftung früher erkannt werden, bevor die Symptomatik für das medizinische Personal ersichtlich wird. Es entsteht eine zielgerichtetere medizinische Versorgung der Patientinnen und Patienten, wodurch wertvolle Zeit für die Gesundheit gewonnen wird. Gleichzeitig können Kosten gesenkt werden, da weniger Material zur Behandlung verbraucht wird - beispielsweise durch Entfall einer Maßnahme, welche nicht die gewünschte Wirkung zeigt (Heinlein; Ullmann 2019, S. 196). Hierdurch kann einerseits die Diagnose präzisiert und andererseits die Zeit zwischen der Diagnose und Therapie verkürzt werden (von Eiff; von Eiff 2017, S. 76).

Des Weiteren könnte die Datenanalytik zur optimierten Auswahl von Zielkrankenhäusern beitragen. Unter Berücksichtigung von Echtzeitkapazitätsnachweisen der stationären Versorgungseinrichtungen werden dazu von der Datenanalytik Faktoren wie Alter, Patientengeschichte und Symptomatik, sowie Daten aus dem laufenden Einsatz verwendet, um Empfehlungen für ein geeignetes Krankenhaus für die Patientin bzw. den Patienten abzugeben. Dies erspart eine telefonische Abklärung der Rettungskräfte und den damit verbundenen zeitlichen Aufwand. In der Individualmedizin mag dies keine allzu große zeitliche Ersparnis bringen, bei Großereignissen und in Pandemien jedoch kann daraus ein erheblicher Zeitvorteil entstehen, da speziell in diesen Situationen ein hoher Aufwand in der Abklärung verfügbarer Kapazitäten und der möglichen Patientenverteilung entsteht (Luiz 2020, S. 133). Hierdurch können Fehlfahrten in Folge nicht vorhandener Kapazitätsnachweise und fehlender Abstimmung zwischen Rettungsdienst und Krankenhaus unterbunden werden. Zudem entfällt die Zeit für die

sogenannten Sekundärtransporte, welche die Verlegung von Patientinnen und Patienten zwischen den Krankenhäusern meint (Kohrs 2020, S. 58).

Im Zusammenhang mit Großereignissen können mobile Endgeräte wieder eine entscheidende Rolle spielen. Denn so ist einerseits ein zentrales Monitoring von Patientinnen und Patienten mit knappen Ressourcen möglich, indem die Werte der Sensoren an einer Stelle veranschaulicht werden, und andererseits fließen wieder Kenntnisse über die Vitalwerte in vergangenen Stunden ein (Kohrs 2021, S. 54). Hierdurch könnte die Datenanalytik Aufschluss darüber geben, wie zeitkritisch der Zustand der Patientinnen und Patienten in der Gruppe ist und viele zusätzliche Ressourcen tatsächlich noch sinnvoll wären.

In diesem Zusammenhang entsteht eine weitere Entscheidungsunterstützung durch die Datenanalytik im Bereich der Triage. So kann eine KI anhand von Angaben zu Symptomen und Vitaldaten eruieren, wie dringend die medizinische Intervention erforderlich ist. Wenngleich die letztendliche Entscheidung immer noch durch medizinisches Personal getroffen wird, so hilft die Datenanalytik mit der Empfehlung gleichzeitig psychologischen Druck von den Personen zu nehmen (Lewis; Nguyen 2020, S. 221). Die Unterstützung zur Triage durch eine KI könnte im präklinischen Notfallmanagement an verschiedenen Stellen zum Einsatz kommen. Denkbar wäre die Anwendung in der Notfallambulanz und der dort durchgeführten Erstein-schätzung. Zudem könnte die KI bei der Einstufung von Patientinnen und Patienten bei Großereignissen im präklinischen Notfallmanagement zur Anwendung kommen.

Zusammengefasst kann daher festgehalten werden, dass die Datenanalytik eine Entscheidungsunterstützung in der Leitstelle beim Eingang von Notrufen und der Alarmierung von geeigneten Ressourcen bieten kann, wodurch jeweils das therapiefreie Intervall verkürzt wird. Das medizinische Personal im präklinischen Notfallmanagement profitiert vom Einsatz der Datenanalytik durch Empfehlungen in der Behandlung, Einblicke in die Patientengeschichte und die Möglichkeit zu einer personalisierten Medizin. Dadurch kann Zeit in der Patientenbehandlung und Dokumentation gewonnen sowie die Wirksamkeit der Maßnahmen erhöht werden. Zudem kann die Analytik bei der Wahl eines geeigneten Krankenhauses helfen, sodass unnötige Fahrten vermieden werden. Ergänzend bietet die Datenanalytik die Möglichkeit mit wenigen Ressourcen bei Großereignissen einen guten Überblick über die Patientengruppe zu behalten, den weiteren Ressourcenbedarf abzuschätzen und die Triage durchführen zu können.

## **5.4 Früherkennung und Vermeidung von Fehleinsätzen**

Ein weiteres Potential der Datenanalytik liegt im Zeitgewinn durch die mögliche Früherkennung von Veränderungen. Die lückenlose Dokumentation der Vitalparameter kann dazu beitragen mit Hilfe von Algorithmen Veränderungen in den Werten zu erkennen, welche Hinweise auf Krankheitsbilder geben oder zur frühzeitigen Erkennung von Krankheiten beitragen.

Zudem könnte das präklinische Notfallmanagement davon profitieren, dass nicht nur stichprobenartig Werte zur Verfügung stehen, sondern Aufzeichnungen zu den Werten vor oder zum Notfallzeitpunkt vorliegen, und Vergleiche geschlossen werden können (Heinlein; Ullmann 2019, S. 194–195). Durch die Einbeziehung mobiler Endgeräte und Gesundheits-Apps kann nachvollzogen werden, was außerhalb der Arztpraxen und Krankenhäuser passiert, und ob beispielsweise Medikamente eingenommen werden. Dies ermöglicht einen Einblick in die Patientengeschichte und deren Lebensstil (Kohrs 2021, S. 55). Es gibt Krankheitsverläufe und Todesfälle, welche sich bereits einige Zeit vorher durch Veränderungen in den Vitalparametern ankündigen und daran erkennbar wären. Mit einer kontinuierlichen Messung der Vitaldaten durch Sensoren lassen sich kleinste Änderungen in den Daten erkennen, und tragen dadurch dazu bei, frühzeitig entsprechende Gegenmaßnahmen zu treffen (Heinlein; Ullmann 2019, S. 197). Auch dies fällt unter die Predictive Medicine, bei welcher mit Hilfe der KI Krankheiten prognostiziert werden können (Secinaro u.a. 2021, S. 17).

Ein Beispiel hierfür ist das Frühwarnsystem für Patientinnen und Patienten mit Herzschrittmacher oder implantiertem Defibrillator. Die Auswertung von Geräten und Sensoren im HIoT ermöglicht eine kontinuierliche Fernüberwachung der Herzfunktion und Vitalwerte. Durch die umfangreiche Datenerfassung und Auswertung historischer Daten können Veränderungen der Herzfunktion früher erkannt und entsprechende Behandlungen und Hilfe schneller in die Wege geleitet werden (von Eiff; von Eiff 2017, S. 74). Teilweise können diese Geräte auch ein Vorhofflimmern frühzeitig erkennen (Luiz 2020, S. 123).

Ein weiterer Vorteil liegt in der Ortsunabhängigkeit des Patientenmonitorings. So können die Daten von überall eingesehen und Veränderungen auch aus der Ferne nachvollzogen werden. Dies ermöglicht es ein umfangreiches Bild des Patientenzustandes zu erhalten, auch wenn das medizinische Personal nicht direkt vor Ort ist. Dadurch werden Transporte in stationäre Einrichtung nur mehr dann erforderlich, wenn eine tatsächliche Verschlechterung der Werte vorliegt. Dieses Konzept gilt besonders bei Patientinnen und Patienten mit chronischen Erkrankungen und in strukturschwachen Regionen als vielversprechend. Zumeist bedarf es hier jedoch einer wiederkehrenden Visite oder Pflege vor Ort (Heinlein; Ullmann 2019, S. 199).

Mit Hilfe dieser Wearables lässt sich ergänzend ein sogenanntes „Ambient Assisted Living“ (AAL) realisieren, welches Menschen in ihrem Alltag primär in ihrer gewohnten Wohnumgebung unterstützt. Hierbei erlernen smarte Geräte die Bewegungsabläufe von Personen und können dabei erkennen, wenn diese stürzen oder sich in einer Notlage befinden, wodurch automatisch eine Meldung des Notfalles ohne manuelles Zutun erfolgt. Dadurch könnte in Notsituationen wertvolle Zeit in der Rettungskette gewonnen werden, da die Personen in diesen Situationen nicht darauf angewiesen sind, dass jemand die Notlage erkennt. Das therapiefreie Intervall kann dadurch entscheidend verkürzt werden (Luiz 2020, S. 123).

Alles in allem helfen diese Aspekte dem präklinischen Notfallmanagement, indem bereits frühzeitig ein Notfall durch die Veränderung der Vitalparameter oder Bewegungsmuster erkannt werden kann (Luiz 2020, S. 123). Hierdurch kann sowohl das therapiefreie Intervall als auch das Gesamtintervall reduziert werden. Gleichzeitig können durch die Fernüberwachung unnötige Einweisungen und Behandlungskosten vermieden werden. So soll das Risiko zur unnötigen Krankenhauseinweisung um bis zu 70% geringer sein (von Eiff; von Eiff 2017, S. 74).

Neben den Potentialen in der Früherkennung kann die Datenanalytik im präklinischen Notfallmanagement unterstützen Fehleinsätze zu vermeiden, durch welche Ressourcen unnötig gebunden werden und wertvolle Zeit verloren geht. Hierfür besteht die Möglichkeit zur Nutzung von Künstlicher Intelligenz in der Spracherkennung, indem sprachliche Barrieren beseitigt werden, und so keine Zeit auf Grund von Kommunikationsschwierigkeiten verloren geht. Dies kann etwa beim Anruf in der Leitstelle oder in der Behandlung wertvolle Zeit bringen (Kohrs 2021, S. 54). Abgesehen davon könnte die KI zudem Muster in der Sprache und den Emotionen erkennen, um so Hinweise auf die Echtheit von Notfällen bzw. Scherzanrufe zu liefern. Dadurch besteht die Chance, dass die Leitstelle von vornherein gegensteuert und Fehleinsätze verhindert, wodurch die Verfügbarkeit steigt (Kohrs 2021, S. 55).

Ergänzend kann eine Künstliche Intelligenz dazu beitragen, bedeutende Wörter in der telefonischen Notrufabfrage zu erkennen und so zu einem besseren Gesamtbild von der Situation beitragen. Selbiges gilt für den Einsatz von Videonotrufen, bei welchem die KI Auffälligkeiten erkennt und Hinweise geben kann (Luiz 2020, S. 127–128). Dies steigert einerseits die Möglichkeit Ressourcen zielgerichteter zu alarmieren und einzusetzen, und andererseits wiederum die Möglichkeit eine unnötige Bindung von Ressourcen zu vermeiden.

Die im vorherigen Kapitel 5.3 angesprochene KI zur Entscheidungsunterstützung in der Triage könnte zudem auch in der Vermeidung von Fehleinsätzen helfen. Durch eine gezielte Abfrage von Symptomen könnte die KI eine zuverlässige Methode darstellen, um die Notwendigkeit zur medizinischen Untersuchung zu eruieren, damit keine Ressourcenbelegung durch triviale oder nicht vorhandene Erkrankung erfolgt. So könnten Fehleinsätze von Vornherein unterbunden werden, indem Patientinnen und Patientin durch die KI darauf hingewiesen werden, dass kein Notfall vorliegt und ein Verweis an den Hausarzt erfolgt. Dadurch wird sowohl die Verfügbarkeit der Ressourcen erhöht als auch Zeit gespart (Lewis; Nguyen 2020, S. 221).

Im Kapitel 5.1 wurde zudem angedeutet, dass das Comparative Process Mining auch Aufschlüsse zu unterschiedlichen Patientengruppen liefern kann (Munoz-Gama u.a. 2022, S. 5). Das Process Mining könnte hier durch Heranziehen von Einsatzprotokollen und externen Daten analysieren, welche Einsätze tatsächlich eine medizinische Intervention erforderten und bei welchen Einsätzen etwa ein Besuch beim Hausarzt ausreichend gewesen wäre. Zudem könnte eruiert werden, welche Patientengruppen am häufigsten die Rettungskette in Anspruch nehmen, und ob dabei ein Zusammenhang mit anderen Parametern, wie dem Vorhandensein

von häuslicher Pflege oder ethnischer Herkunft, besteht. Mit den Erkenntnissen erhält das präklinische Notfallmanagement umfangreiche Einsatzstatistiken, anhand welcher an Bund und Länder herangetreten werden kann. So könnten einerseits zusätzliche Ressourcen datengestützt begründet und andererseits gezielte Initiativen gestartet werden, um Einsätze zu vermeiden.

## 6 Herausforderungen

In diesem Kapitel werden die Herausforderungen der Datenanalytik im Kontext des präklinischen Notfallmanagements betrachtet und untersucht, welche Faktoren den Einsatz der Datenanalytik erschweren. Zunächst wird dabei auf die strategische Ausrichtung und die Konsolidierung der IT eingegangen. Anschließend werden die Herausforderungen im Bereich der IT-Sicherheit und des Datenschutzes erläutert. Der darauffolgende Abschnitt setzt den Fokus auf die Datenqualität und die Zuverlässigkeit der Daten. Abschließend wird die Notwendigkeit eines umfangreichen Datenbestandes und der entsprechenden Capabilities aufgezeigt.

### 6.1 Strategische Ausrichtung und Change-Management

Eine übergeordnete Organisation für das präklinische Notfallmanagement und eine durchgehende Vernetzung zwischen den Akteuren in Form einer vernetzten Rettungskette sind aus heutiger Sicht nicht vorhanden (Lauer u.a. 2022, S. 993). Wie die Literatur aufzeigt, ist der tatsächliche Vernetzungsgrad eher ernüchternd und der Gesundheitsbereich, und damit auch das präklinische Notfallmanagement, hinkt im Bereich der übergreifenden Nutzung von Informationstechnologie deutlich hinterher. Hinzu kommt, dass sowohl im Grad der Digitalisierung als auch im Umfang der eingesetzten digitalen Geräte und Hilfsmittel regional starke Unterschiede vorhanden sind (Behar u.a. 2022, S. 30–31; Kohrs 2020, S. 56).

Dies begründet sich teilweise mit der Trägheit im Gesundheitswesen und der Geschichte des präklinischen Notfallmanagements, in welcher es meist erst nach größeren Ereignissen oder Katastrophen zu wesentlichen Veränderungen und einem Umdenken kam (Hanisch; Karaß 2019, S. 137–138). Die Rettungskette ist zudem üblicherweise durch die Bundesländer organisiert, weshalb auch jedes Bundesland unterschiedliche Grade in Digitalisierung, Kooperation mit den Krankenhäusern und Erstellung einer geeigneten IT-Landschaft aufweist (Hanisch; Karaß 2019, S. 135; Hintze; Wagner-Hanl; Klumpp 2021, S. 62). Zwar gibt es entsprechende Förderungen zur Steigerung der Digitalisierung und Vernetzung, jedoch müssen diese finanziellen Mittel zunächst sinnvoll eingesetzt werden (Behar u.a. 2022, S. 31).

Es braucht daher eine klare und einheitliche Strategie in der Digitalisierung der Prozesse, sowie der Vernetzung der Akteure zur integrierten Notfallversorgung. Es bedarf darüber hinaus einer Bereitschaft bestehende Prozesse und Strukturen zu hinterfragen und diese in Einklang mit dem strategischen Leitbild zur Digitalisierung und dem Einsatz der Datenanalytik zu bringen. Dabei ist es entscheidend auch die richtige Reihenfolge im Projektprogramm zu wählen, wodurch die besondere Bedeutung des Projektmanagements in diesem Zusammenhang deutlich wird (Große-Kracht 2019, S. 120–121).

Die Anforderung zur übergeordneten Organisation zeigt sich beispielsweise in der Anwendung von Process Mining. Im Zentrum der Prozesse sollten stets die Patientinnen und



Patienten stehen, was zur Berücksichtigung von unterschiedlichen Akteuren und Organisationen im Zuge der Behandlung bzw. der gesamten Prozesse führt. Dies erfordert einen gemeinsamen und kooperierenden Ansatz von allen Beteiligten (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 421). Dies lässt sich unmittelbar auf das präklinischen Notfallmanagement übertragen, da im Zentrum der Rettungskette die Patientinnen und Patienten stehen und die Behandlung durch mehrere Akteure erfolgt.

Zudem müssen übergeordnet einheitliche Standards zu Testumgebungen von Künstlicher Intelligenz und Machine Learning festgelegt werden. Es bedarf einer ausgiebigen Erprobung, wie die Datenanalytik in Fällen von unvollständigen oder ungenauen Daten reagiert, und ob es zu falschen Annahmen kommen kann. Hierzu müssen Überlegungen getroffen werden, welche Anforderungen etwa an Trainings- und Testdatensätze<sup>9</sup> gesetzt werden (Verma; Verma 2022, S. 2145–2146). Ergänzend besteht die Anforderung zur einheitlichen Semantik und Terminologie. So sind Process Mining und die KI davon abhängig, dass Begriffe aus dem Gesundheitsbereich einheitlich verwendet werden, um dies stets demselben Kontext zuordnen zu können. Dies wird speziell bei interdisziplinären Teams und Arbeiten erforderlich, um Missverständnisse zu unterbinden (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 434). Auch hieraus geht der Zusammenhang mit dem präklinischen Notfallmanagement hervor, da eine einheitliche Terminologie die Kommunikation zwischen den Teilnehmenden und das Verständnis für die Abläufe verbessert. Eine mögliche Abhilfe könnten hierbei Ontologien<sup>10</sup> bieten, wenngleich sich diese noch in einem frühen Stadium befinden und meist auf sehr spezifische Anwendungsgebiete beschränkt sind (Barba-González u.a. 2019, S. 543).

In einer übergeordneten Strategie ist zudem festzulegen, wie der Einsatz einer KI dokumentiert wird und nachvollzogen werden kann. Hinzu kommen haftungsrechtliche Aspekte und die Anforderung zur Aus- und Fortbildung von Mitarbeitenden im Umgang mit diesen Technologien (Luiz 2020, S. 136). Aus Gründen der Haftung besteht das Risiko, dass sich eine Art Defensivmedizin ergibt, damit sich medizinisches Personal nicht angreifbar macht. Hierdurch werden Maßnahmen unter Umständen nicht gesetzt und stattdessen versucht weitere Informationen zu erhalten, um sicher zu sein (Augurzky 2019, S. 92–93). Gleichzeitig werden Bedenken laut, dass sich medizinisches Personal zu sehr auf die Datenanalytik verlässt und die eigenen Fähigkeiten verloren gehen. Die Gefahr wird dazu darin gesehen, dass ein blindes Vertrauen in die Technologien und kein Hinterfragen der Ergebnisse und Empfehlungen auf deren Sinnhaftigkeit erfolgt. Zudem werden in der Literatur ethische Bedenken aufgeworfen

---

<sup>9</sup> Trainingsdaten werden von der Datenanalytik zur Erstellung von Vorhersagemodellen verwendet. Mit Hilfe der Testdaten wird darauf aufbauend das aus den Trainingsdaten generierte Modell auf dessen Güte geprüft (Gluchowski; Schieder; Chamoni 2021, S. 28).

<sup>10</sup> Ontologien vereinen Konzepte und deren Verknüpfungen mit einer einheitlichen Sprache, wodurch Wissen mit einheitlichem Vokabular ausgetauscht, gesucht und generiert werden kann (Elmasri; Navathe 2017, S. 164).

(Secinaro u.a. 2021, S. 20), worauf in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht näher eingegangen wird.

Allgemein gilt daher, dass die Beteiligten frühzeitig abgeholt werden müssen, um ein ausreichendes Commitment für die Veränderungen in den Organisationen zu erhalten. Das Problem liegt dabei nicht am digitalen Wandel, da die Digitalisierung bereits ihren Weg in weite Bereiche unseres Lebens gefunden hat, sondern an einem Widerstand gegen die Veränderung an sich. Neben den technischen Rahmenbedingungen kommt daher auch dem Change-Management eine tragende Rolle zu (Große-Kracht 2019, S. 120–121).

Das Change-Management stellt in diesem Zusammenhang insofern eine große Herausforderung für das Management dar, da es durch die zunehmende Digitalisierung notwendig ist, intern Maßnahmen für einen externen Wandel zu setzen. Dies kann eine Veränderung einzelner Prozesse bedeuten, aber auch bis zu einem Wandel des Geschäftsmodells reichen. Aus diesem Grund stellt die Digitalisierung und der Einsatz von Datenanalytik eine Herausforderung für die gesamte Organisation dar. An einigen Stellen wird es dabei grundlegende Veränderungen geben, weshalb die Mitarbeitenden proaktiv in den Veränderungsprozess einbezogen werden müssen (Meier 2019, S. 247).

Innovationen führen stets zu Veränderungen in Arbeitsabläufen, Formen der Zusammenarbeit bis hin zu Änderungen am Arbeitsmarkt. So können durch neue Technologien Berufsbilder verdrängt werden oder neu entstehen. Dies führt zu Ängsten bei den betroffenen Personen und kann sich in unterschiedlicher Form von Zurückhaltung bis hin zu Widerstand äußern. Aus diesem Grund ist ein strukturiertes Change-Management zu betreiben und die Beteiligten frühzeitig zu informieren und einzubeziehen. Doch werden Change-Management-Prozesse oft aus Kosten- und Zeitgründen nicht umgesetzt, obwohl andere Branchen zeigen, dass der Veränderungsprozess deutlich besser beherrschbar wird (von Eiff; von Eiff 2017, S. 92).

Change-Management ist zudem bei den Patientinnen und Patienten zu betreiben, da dies primär ältere Personen sind, welche durchschnittlich betrachtet weniger affin im Umgang mit digitalen Medien sind. Eine geringe Affinität für digitale Prozesse hat unter Umständen auch das medizinische Personal, da sich diese Personen schließlich bewusst für eine Arbeit mit Menschen und nicht mit der Technik bzw. im Speziellen der Computertechnik entschieden haben. Zwar wird sich dies logischerweise im Laufe der Zeit verändern, jedoch sind aktuell nach wie vor die jüngeren Generationen die wesentlichen Treiber für die Digitalisierung, und somit eine Altersgruppe, welche die Prozesse im Gesundheitsbereich weniger in Anspruch nimmt (Heinlein; Ullmann 2019, S. 191).

## **6.2 Konsolidierung der IT**

Herausforderungen zur Datenanalytik im präklinischen Notfallmanagement bestehen zudem in der Konsolidierung der IT, womit die strukturierte und vereinheitlichte Vorgehensweise in

der Zusammenführung von IT-Systemen, Anwendungen und Daten gemeint ist. In Folge der Konsolidierung soll eine hohe Flexibilität der IT-Infrastruktur entstehen und die bestmögliche Funktionalität gewährleistet werden. Im Kern verfolgt die Konsolidierung die Ziele der Standardisierung, Vereinheitlichung und Interoperabilität. Zur Standardisierung zählen Standardformate von Daten, standardisierte Benutzeroberflächen und die Verwendung von Standardschnittstellen. Die Vereinheitlichung befasst sich unter anderem mit einheitlichen Komponenten, Verwaltungssystemen, Bild- und Befundsystemen, sowie einheitlichen Benutzerregeln. Die Interoperabilität dient der Überwindung von herstellerspezifischen Abhängigkeiten, unabhängigem Datenzugriff und Einbindung von hochfunktionaler Software (von Eiff; von Eiff 2017, S. 72).

Zum effektiven Einsatz der Datenanalytik müssen IT-Projekte organisationsübergreifend gestaltet und verfolgt werden, damit eine umfangreiche Datenansammlung und -verarbeitung sowie Informationsgenerierung erfolgen kann. Dazu zählt auch, dass moderne IT-Technologie eingesetzt wird, was jedoch speziell im vom Investitionsstau geprägten Gesundheitswesen gleichzeitig die Frage nach der Finanzierung aufwirft. Entscheidend wird daher sein, dass für alle Beteiligten ein Nutzen in Form von Kostenoptimierungen oder Einsparungen durch die Investitionen ersichtlich wird, welche die Vorfinanzierungen durch die Organisationen rechtfertigen. Nur dann können gemeinsame Investitionen getätigt werden (Landrock; Gadatsch 2018, S. 48).

Eine Herausforderung in der Konsolidierung stellen die Schnittstellen dar, welche zum Austausch der Daten gegeben sein müssen. Denn hier gibt es aktuell keinen Standard, sodass eine übergreifende Nutzung der Daten von Krankenhäusern, Laboren oder Ähnlichem nicht vorhanden ist (Landrock; Gadatsch 2018, S. 14). Voraussetzung für eine umfangreiche Datensammlung und den sinnvollen Einsatz der Datenanalytik ist jedoch die sichere und unkomplizierte Übergabe dieser Daten aus den mobilen Geräten (Große-Kracht 2019, S. 118). Wie die Literatur aufzeigt, bedarf es bspw. einer übergeordneten Organisation und einheitlicher Standards im Bereich der HIoT-Geräte. Dazu zählen auch die angeführten einheitlichen Kommunikationsprotokolle und Schnittstellen der HIoT-Geräte zur Datenübertragung. Zudem muss die Datensammlung und -verarbeitung vereinheitlicht werden (Pradhan; Bhattacharyya; Pal 2021, S. 13).

Eine Konsolidierung wird jedoch im Bereich der Medizinprodukte erschwert, da diese häufig in der Interoperabilität über die eigenen Systemgrenzen hinaus eingeschränkt sind. So sind die Geräte für einen eingegrenzten Zweck bestimmt, auf welchen die Hersteller die Geräte funktions- und tätigkeitsbezogen auslegen. Diese Zweckbestimmung führt unter Umständen dazu, dass ein Gerät in sich geschlossen funktioniert, ein Datenaustausch über die Systemgrenzen hinaus jedoch nicht direkt vorgesehen wird. Die Gründe dafür sind beispielsweise die nicht vorhandenen Standardschnittstellen zum Datenaustausch oder die Scheu vor dem Einsatz von IT in der Medizin. Zudem können begrenzte finanzielle Mittel eine Rolle spielen, wenn

die Möglichkeit zur Vernetzung zwar als kostenpflichtiger Zusatz zum Medizinprodukt verkauft wird, diesem aber kein relevanter Nutzen zugeschrieben wird. Hierdurch entstehen viele In-sellösungen, welche durch Behelfslösungen umgangen werden müssen, indem etwa papierbasiert Systemgrenzen überwunden werden (Zimolong; Fiehe 2019, S. 67–68).

Im Fokus stehen zudem auch die Standardisierung von Abläufen und die Zuteilung von Verantwortlichkeiten und Rollen. Es muss ein übergeordnetes Verständnis dafür generiert werden, nach welcher Vorgehensweise der Datenfluss gesteuert wird und welche Verantwortlichkeiten die beteiligten Akteure haben. Hierbei können strukturelle Veränderungen in Organisationen erforderlich werden, um die organisationsübergreifende Kooperation zu fördern und Daten aus unterschiedlichen Quellen in einer zentralen Datenverwaltung zusammenzutragen (Landrock; Gadatsch 2018, S. 40–41).

Initiativen zur ganzheitlichen und standardisierten Datensammlung von Gesundheitsdaten wurden dabei bereits gestartet und umgesetzt. In Deutschland wurde im Jahr 2021 die elektronische Patientenakte (ePA) eingeführt, in Österreich gibt es die elektronische Gesundheitsakte (ELGA). Doch diese Initiativen wurden bisher trotz ihrer offensichtlichen Vorteile in der Behandlung und in der Patientensicherheit sowie im Potential zur Kostenreduktion nur zum Teil umgesetzt. Dies begründet sich auch aus dem Finanzierungsbedarf, welcher geklärt werden muss. Müssen Kosten für die Einführung entsprechender Initiativen ausschließlich durch einzelne Organisationen getragen werden, so ist mit Ablehnung dieser Stakeholdergruppen zu rechnen (von Eiff; von Eiff 2017, S. 91). Dies führt unter Umständen dazu, dass zwar Datenanalytik betrieben wird, jedoch nicht in jenem Ausmaß, das eigentlich machbar und sinnvoll wäre.

Hinzu kommt, dass die entsprechenden Technologien zur Datenanalytik erst eingeführt werden müssen, was ebenfalls eine Herausforderung darstellt. Denn parallel zum Bestehenden neue und unabhängige Programme und Anwendungen einzuführen, erscheint wenig erfolgversprechend, da zusätzliche Systeme nicht praktikabel sind und zu einer Überlastung des Personals in der täglichen Arbeit führen können. Vielmehr erscheint die Integration der Datenanalytik in die bestehenden Systeme als sinnvollere Option. Dazu müssten die Funktionalitäten von bspw. Process Mining in die bestehenden Systeme implementiert werden, was jedoch auch die dahingehende Kooperation der Lieferanten erfordert (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 436–437). Zudem wäre es ein Trugschluss zu glauben, dass es mit einer Beauftragung von IT-Unternehmen getan wäre und dadurch sämtliche Implementierungen reibungslos ablaufen, denn die Einführung und Nutzung ist kein Selbstläufer. Stattdessen benötigt es das Commitment des Managements und nicht zuletzt der operativen Ebene, welche die Implementierung und tatsächliche Nutzung vorantreiben müssen. Dazu müssen Routinen hinterfragt, analysiert und unter Umständen geändert werden. Die Veränderung kann aber immer auch auf Widerstand bei den beteiligten Parteien stoßen (Behar u.a. 2022, S. 31–32), worauf bereit im vorherigen Kapitel 6.1 eingegangen wurde.

### 6.3 IT-Sicherheit und Datenschutz

Weitere Herausforderungen für den Einsatz der Datenanalytik im präklinischen Notfallmanagement gibt es in den Bereichen der IT-Sicherheit, der Datensicherheit und des Datenschutzes (Landrock; Gadatsch 2018, S. 10–11). Je weiter die Digitalisierung und die Datenanalytik in das präklinische Notfallmanagement vordringen, umso wichtiger wird die Absicherung gegen unbefugte Zugänge, Manipulation und Diebstahl von Daten. Zudem müssen Risiken durch äußere Einflüsse, wie Stromausfall oder Naturgewalten, berücksichtigt und die Widerstandsfähigkeit in regelmäßig wiederkehrenden Tests reevaluiert werden. Dazu bedarf es einer umfangreichen Schulung von Mitarbeitenden und einer Kombination von technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Eindämmung der Risiken (Luiz 2020, S. 135–136).

So schafft etwa ein kontinuierliches Monitoring der Patientinnen und Patienten bzw. das lückenlose Ansammeln von Daten Herausforderungen für die IT-Sicherheit, da mit jedem Teilnehmenden im Netzwerk das Gefahrenpotential für Angriffe von außen steigt. Je nach Art der Daten bzw. deren Personenbezug kann dies auch relevanten Einfluss auf den Datenschutz haben. Es erfordert daher entsprechende Authentifikationsmöglichkeiten von Benutzern, sowie Passwortschutz und verschlüsselte Protokolle, um einen sicheren Datentransfer zu ermöglichen und den Zugriff auf Daten und IT-Systeme einzuschränken. Eine Lösung bieten hier erweiterte und geschützte Algorithmen sowie spezielle Verfahren zur Verschlüsselung, um eine höhere Sicherheit in der IT zu schaffen und sich gegen Angriffe von außen zu rüsten (Pradhan; Bhattacharyya; Pal 2021, S. 13).

Doch auch abseits von Authentifizierung und Verschlüsselungen gibt es in diesem Zusammenhang Herausforderungen durch die Integration von Medizinprodukten in IT-Netzwerke, da hierbei ein gewisser Zielkonflikt zwischen den IT-Systemen und den Medizinprodukten vorliegt. So gilt allgemein, dass für alle Teilnehmenden im IT-Netzwerk die sichere Ausführung der eigenen Aufgabe einhergehen muss mit der Selbstbestimmung zur Weitergabe und Verarbeiten von Daten. Gleichzeitig dürfen daraus keine Gefahren für andere Teilnehmenden im IT-System entstehen (Zimolong; Fiehe 2019, S. 69). Dies deckt sich auch mit der Literatur zur IT-Sicherheit unter Berücksichtigung der Vernetzung interner und externer IT-Teilnehmenden, sowie deren Aufgabenbereiche (Hansen; Mendling; Neumann 2019, S. 383–384).

Die Komplexität hierbei zeigt sich an den nachfolgenden Ausführungen, denn es gibt auch Ausnahmen im Bereich der IT-Sicherheit und des Datenschutzes, z.B. wenn die Zweckbestimmung der Medizinprodukte als höherwertig eingestuft wird. Wird ein Gerät im oder am Körper einer Person angewendet, gilt die Wahrung und Sicherung der Gesundheit als höherwertig als der Datenschutz. So sind Hersteller von Medizinprodukten zwar dazu verpflichtet die ordnungsgemäße Funktion und den Schutz von körperlichen Folgeschäden nachzuweisen, dahingegen unterliegen Maßnahmen hinsichtlich IT-Sicherheit und Datenschutz nur dann einer Nachweispflicht, wenn ohne diese mit einer Gefährdung von Personen zu rechnen wäre.

Hierbei kommt es zu einem Zielkonflikt, wenn aus Sicht der IT Maßnahmen für Medizinprodukte getroffen werden müssten, welche seitens der Hersteller nicht vorgesehen sind oder sogar als schädlich für die Funktionalität der Geräte angesehen werden. Als Beispiel kann ein Programm zur Erkennung von Schadsoftware dienen, welches zwar prinzipiell den Zweck hat, den Schutz des gesamten IT-Systems zu gewährleisten, jedoch zu Einschränkungen im Medizinprodukt führen kann. Dies wäre dann der Fall, wenn das Programm eine hohe Rechenkapazität der Medizinprodukte beansprucht, sodass die Systemstabilität der Geräte nicht mehr gegeben ist. Umgekehrt könnte das Programm zur Erkennung von Schadsoftware das Medizinprodukt an sich als für das IT-System gefährdend einstufen (Zimolong; Fiehe 2019, S. 69–70).

Herausforderungen in der Anwendung der Datenanalytik liegen darüber hinaus in den Bestimmungen zur Nutzung personenbezogener Daten. Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) legt fest, dass sämtliche Daten zunächst den Patientinnen und Patienten selbst gehören und diese bestimmen können, wie die Daten verwendet werden dürfen. Dies bedeutet, dass es einer expliziten persönlichen Zustimmung bedarf, damit eine Berücksichtigung dieser Daten in der Datenanalytik möglich wird. Dies erschwert das Machine Learning und das Bilden von Algorithmen zur Erkennung von Mustern und zur Ableitung von Therapieempfehlung und erhöht gleichzeitig den administrativen Aufwand, indem das Einvernehmen erfragt und festgehalten werden muss (Landrock; Gadatsch 2018, S. 11–12). Speziell im Zusammenhang mit der Künstlichen Intelligenz werden hierbei vermehrt Bedenken zum Datenschutz geäußert, weshalb im Umgang mit personenbezogenen Daten wiederum auf die Notwendigkeit einer klar definierten Zugriffsregelung und einer hohen Transparenz hingewiesen wird (Secinaro u.a. 2021, S. 19).

Die Literatur teilt diese Bedenken nicht gänzlich, denn teilweise wird Kritik laut, dass es sich hierbei um eine einseitige Meinungskommunikation durch die Medien handelt. Denn so wird die Angst vor Missbrauch der Daten durch Dritte oft in den Vordergrund gestellt und der eigentliche Nutzen für die Medizin und die Patientinnen und Patienten weniger thematisiert. Es gilt der Grundsatz, dass „*Datenschutz vor medizinischer Behandlungseffektivität und klinischen Patientenrisiken*“ (von Eiff; von Eiff 2017, S. 92) stehen. Als Resultat könnte der absurde Eindruck entstehen, dass die Ideologie der Unversehrtheit und Unantastbarkeit persönlicher Daten über dem Recht auf körperlicher und seelischer Unversehrtheit von Personen angesetzt wird (von Eiff; von Eiff 2017, S. 92).

Dies führt dazu, dass die zunehmende Digitalisierung immer weitere Datenquellen und Möglichkeiten zur Analyse und Informationsgewinnung eröffnet, jedoch gleichzeitig aktuell viele personenbezogene Daten im Zuge der Anonymisierung gelöscht werden. Hierdurch stehen diese Daten nicht mehr zur Analyse zur Verfügung (Landrock; Gadatsch 2018, S. 44).

Mögliche Ansätze zur Abhilfe der angeführten Herausforderungen in diesem Kapitel bieten die nachfolgenden Ausführungen. Eine mögliche Unterstützung im Bereich der IT-Sicherheit kann durch die Norm DIN 80001-1 erfolgen, welche versucht eine Orientierung für das Risikomanagement in IT-Systemen mit vernetzten Medizinprodukten zu geben. Die Norm verknüpft dabei die Effektivität von Systemen mit der Sicherheit für Daten und deren Verarbeitung sowie der Sicherheit für Personen. Es lässt sich dabei vereinfacht festhalten, dass das Risiko kontinuierlich zu beobachten und einzuschätzen ist, sodass gegebenenfalls risikomindernde Maßnahmen getroffen werden können (Zimolong; Fiehe 2019, S. 71).

Zur Wahrung der IT-Sicherheit und des Datenschutzes muss gesondertes Augenmerk auf die Vergabe von Zugriffsberechtigungen gelegt werden, wenn beispielsweise die automatisch generierten Vitalparameter eingesehen werden sollen. Es bedarf eines umfangreichen Konzeptes zur Regelung der Zugriffe, Berechtigungen und Identifikation der Nutzer (Heinlein; Ullmann 2019, S. 194). Denkbar wäre hierbei, dass der Zugriff auf diese Daten nicht permanent gegeben ist, sondern dass nur eine App in Notfallsituationen die Daten für den Gesundheitsbereich zugänglich macht. Die Frage nach der Aktivierung des Zugriffes wird in der Literatur aber nicht dezidiert behandelt (Kohrs 2021, S. 54).

Rechtlich gibt es durch Anonymisierung, Pseudoanonymisierung<sup>11</sup> oder gesetzliche Erlaubnis einige Möglichkeiten personenbezogene Daten zu verwenden. Im Kern steht dabei die bereits angeführte Einwilligung der Patientinnen und Patienten. Wird der Personenbezug entfernt oder lassen sich die Daten nicht auf Personen rückführen, so können die entsprechenden Daten einfacher für weitere Zwecke verwendet werden. Zudem generieren einige Medizinprodukte Daten ohne Personenbezug, wodurch diese ohne Einwilligung verwendet werden dürfen (Landrock; Gadatsch 2018, S. 63–64). Unterliegen Daten der ärztlichen Schweigepflicht oder sind diese personenbezogen, so empfiehlt es sich sorgfältig Verfahren zur Anonymisierung auszuwählen, um einen Datenschutz bei der Speicherung und beim Austausch von Daten zu gewährleisten. Landrock und Gadatsch 2018 verweisen hierbei speziell auf K-Anonymität, L-Diversity und T-Closeness, um eine Anonymisierung durchzuführen (Landrock; Gadatsch 2018, S. 65).

Essentiell ist zudem die Förderung des Bewusstseins, dass das Ansammeln umfangreicher Daten aus unterschiedlichen Quellen der Informationsgewinnung und der besseren Gesundheitsversorgung, und nicht zur Schaffung von gläsernen Patientinnen und Patienten, dient (Landrock; Gadatsch 2018, S. 39).

---

<sup>11</sup> Pseudoanonymisierung bedeutet, dass der direkte Personenbezug so ersetzt wird, dass ein Rückverfolgen nicht mehr oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich wäre (Dewes 2022, S. 194).

## 6.4 Datenqualität und Zuverlässigkeit der Daten

Als entscheidender Faktor in der Anwendung der Datenanalytik ist allgemein die Qualität der Daten anzuführen. So ist die Datenqualität logischerweise auch im präklinischen Notfallmanagement relevant, da auch hier Daten unvollständig, falsch oder gar nicht vorhanden sein können. Hierbei kann etwa der Zeitstempel einen entscheidenden Unterschied machen, wenn dieser unpräzise ist. Diese Abweichungen von der Realität kommen meistens dann vor, wenn Akteure durch manuelle Interaktion mit IT-Systemen diese Daten eingeben (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 421). Als Beispiel können hier erneut die Medizinprodukte angeführt werden, welche im Zuge von Behandlungsprozessen zwar eine Vielzahl an Daten generieren, jedoch nur über eine individuelle Sondersoftware an ein IT-System angebunden werden können. Hieraus entstehen im Endeffekt Insellösungen, die eine umfangreiche Vernetzung mit anderen Systemen verhindern, Medienbrüche fördern und die händische Übernahme und Dokumentation von Daten medizinischer Geräte erfordern (Zimolong; Fiehe 2019, S. 68). Dies ist im präklinischen Notfallmanagement keine Seltenheit (Kohrs 2020, S. 58), und stellt daher eine potenzielle Fehlerquellen dar.

Ergänzend kann ein Prozess unter Umständen nicht richtig wiedergegeben werden, weil die Daten zum Process Mining nicht die Wissensintensität von medizinischen Prozessen berücksichtigen. Dies stellt speziell bei den Behandlungsprozessen eine Herausforderung dar, da in diesen Fällen das Fachwissen maßgeblich die Reihenfolge von Aktivitäten beeinflusst (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 423).

Allgemein gilt, dass hohe Standards in der Datenqualität die Aussagekraft der Erkenntnisse der Datenanalytik verbessern. Eine individuelle, zeitschonende und gleichzeitig wirkungsvolle Patientenbehandlung mit Hilfe der Datenanalytik kann nur dann erfolgen, wenn die Daten die zielgerichteten Angaben beinhalten und in Echtzeit verfügbar sind. Umso höher die Datenqualität, desto höher wird der Wert der Datenanalytik sein, denn nur dann können aussagekräftige Analysen der Vergangenheit und Vorhersagen der Zukunft erfolgen. Eine Entscheidungsunterstützung ist zudem ausschließlich dann effektiv, wenn die Daten auch die tatsächliche Situation wiedergeben (Secinaro u.a. 2021, S. 19–20). Wie die Literatur aufzeigt, leiden Daten aus IT-Systemen im Gesundheitsbereich häufig unter mangelnder Qualität. Es muss daher bewusst auf die Relevanz der Datenqualität aufmerksam gemacht werden, sodass ein Bewusstsein dafür entsteht und Fehler in den Daten frühzeitig erkannt sowie erneute Fehler unterbunden werden. Zudem bedarf es der Reflexion der Ergebnisse aus den Daten und der zu Grunde liegenden Daten an sich (Munoz-Gama u.a. 2022, S. 11).

Diese Ausführungen sind für das präklinischen Notfallmanagement deshalb von großer Bedeutung, weil weite Teile der Prozesse nach wie vor nicht digitalisiert bzw. nicht durchgängig digitalisiert sind. So weist die Literatur auf manuelle Dokumentationen von Behandlungen und Einsätzen hin (Kohrs 2020, S. 58; Müller-Mielitz; Moreno; Petri 2017, S. 201). Hierdurch kann



es zu fehlenden Daten oder fehlerhaften manuellen Eingaben kommen, welche sich negativ auf die Ergebnisse der Datenanalytik auswirken, und eine Wiedergabe der Prozesse und die Entscheidungsfindung verfälschen.

Hinsichtlich der Zuverlässigkeit ergeben sich aus den technischen Gegebenheiten der Wearables und Embedded Systems einige weitere Herausforderungen. So werden diese Geräte üblicherweise von einer Batterie versorgt. Dies führt dazu, dass die Geräte regelmäßig geladen werden müssen oder ein Austausch der Batterie zu erfolgen hat. In dieser Zeit liefern die Geräte keine Daten, wodurch kein kontinuierliches Monitoring und keine lückenlose Datenbasis vorhanden sind. Dies senkt die Zuverlässigkeit der Datenanalytik, da diese auf eine Langzeitaufzeichnung aufbaut. Eine mögliche Abhilfe könnten jedoch intelligente Geräte sein, welche sich bspw. durch die Bewegungsabläufe oder durch erneuerbare Energie wieder aufladen können (Pradhan; Bhattacharyya; Pal 2021, S. 13).

Wenn die HIoT-Geräte von mehreren Personen im Haushalt genutzt werden, ist zudem kein eindeutiger Personenbezug der Daten möglich, was je nach Verwendung und Auswertung der Daten die Ergebnisse wiederum verfälschen würde. Voraussetzung für eine individuelle Patientenbehandlung mit Hilfe der Datenanalytik ist jedoch, dass die Daten einer Person eindeutig zuordenbar sind (Große-Kracht 2019, S. 118). In der Anwendung der Gesundheits-Apps und Fitness-Geräte herrscht zudem Uneinigkeit darüber, ob die erhobenen Werte dieser Geräte tatsächlich valide sind, denn schließlich gibt es oft keine Standards oder Zertifizierungen. Dies betrifft sowohl die Art der Erhebung, als auch die Zuverlässigkeit der Daten sowie die Datenformate, wodurch auch von einem Wildwuchs an Daten die Rede ist (Landrock; Gadatsch 2018, S. 13–14). Daran scheitert aktuell etwa noch die automatische Auslösung eines Notrufes, da die Geräte derzeit nicht die hinreichende Genauigkeit und Zuverlässigkeit zur Erkennung von Notlagen aufweisen (Luiz 2020, S. 123).

Im Zusammenhang mit dem Machine Learning wird zudem darauf hingewiesen, dass der menschliche Körper nicht mit einer Maschine, welche auf Veränderungen immer auf dieselbe Art und Weise reagiert, vergleichbar ist. Die Komplexität der Körperfunktionen führt dazu, dass Veränderungen individuell unterschiedliche Reaktionen im Körper hervorrufen. Infolgedessen besteht das Risiko von Fehlinterpretationen und Fehlern in der Diagnose und Therapie. Wie zuverlässig die KI in diesen Situationen agiert, ist noch unklar. Zu beachten ist jedoch, dass falsche oder unvollständige Daten die Algorithmen beeinflussen und verfälschen. Im spezifischen Kontext des Gesundheitsbereiches könnten die Folgen jedoch weitreichend sein, da die Ergebnisse der Datenanalytik schlimmstenfalls die Gesundheit der Patientinnen und Patienten gefährden (Verma; Verma 2022, S. 2145–2146).

Eine individuelle Patientenbehandlung, die Früherkennung von Veränderungen und die Prozessoptimierung können daher nur dann erfolgen und eine Zeitreduktion bringen, wenn die Daten von hoher Qualität und zuverlässig sind. Können die Daten der digitalen Geräte nicht

als valide angesehen werden, sind diese zur Analyse der Patientengeschichte, der Ableitung von Behandlungsempfehlungen oder zur Notrufalarmierung ungeeignet. Werden durch die HIoT-Geräte stattdessen Fehleinsätze im präklinischen Notfallmanagement generiert, hätte dies einen kontraproduktiven Charakter.

## **6.5 Datenbasis und Capability**

Grundvoraussetzung für die effektive Anwendung der Datenanalytik und den Einsatz der Künstlichen Intelligenz ist die Verfügbarkeit von umfangreichen Fallbeispielen und Datenmengen sowie deren Analyse. Auf Grund der erst langsam vordringenden Digitalisierung und Datenanalytik im Gesundheitswesen wird noch von einer Forschungsarbeit im Umfang von einigen Jahren ausgegangen, bis etwa Behandlungsempfehlungen ausgegeben oder Muster in Vitalparametern erkannt werden (Landrock; Gadatsch 2018, S. 50). Dasselbe trifft auf die vorausschauende Disposition von Ressourcen im präklinischen Notfallmanagement zu. Hierzu bedarf es eines großen Datenbestands zu vergangenen Einsätzen und dem entsprechenden Anlernen der Algorithmen, bevor es zu einer tatsächlichen Entscheidungsunterstützung kommen wird (Luiz 2020, S. 130).

Zudem ist die elektronischen Patientenakte aktuell nicht als Datenbasis für den Einsatz einer Datenanalytik ausgelegt. Eine Integration der Daten aus Smartphone, Wearables oder anderen HIoT-Geräten findet aktuell nicht statt, wodurch eine gemeinsame Initiative zur Ansammlung der Daten zwar gegeben wäre, aber nicht in vollem Umfang genutzt wird (Bertram u.a. 2019, S. 4). Derzeit kann ergänzend jede Person selbst entscheiden, ob die elektronische Form der Sammlung an Gesundheitsdaten genutzt wird. Doch selbst bei einer Zustimmung kann immer noch einzeln entschieden werden, wer welche Daten in welchem Umfang verwenden darf (Bundesministerium für Gesundheit 2021; Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz o. J.).

Wie diese Ausführungen zeigen, stellt dies den Einsatz der Datenanalytik im präklinischen Notfallmanagement vor die Herausforderung, dass die erforderlichen Daten derzeit nicht verfügbar sind und erst über längere Zeit angesammelt werden müssten. Ergänzend ist die Datenansammlung in der elektronischen Patientenakte und die Integration von smarten Geräten aktuell nicht hinreichend weit ausgeprägt, um einen Nutzen aus dieser Datensammlung ziehen zu können, da zumindest ein Mindestmaß an Daten zwingend für alle Beteiligten der Rettungskette verfügbar sein müsste. Denn es erscheint einleuchtend, dass der Einsatz der Datenanalytik in der Notfallversorgung umso effizienter wird, desto mehr Informationen zur Krankheitsgeschichte und den Vitalparametern bekannt sind.

Doch selbst wenn heute schon eine umfangreiche Datenbasis vorhanden wäre, ergibt sich eine weitere Herausforderung aus den begrenzten Ressourcen zum Anlernen der KI. An dieser Stelle sind damit nicht die Ressourcen im IT-Bereich gemeint, sondern die des

medizinischen Personals. Aktuell befindet sich der Einsatz von KI und ML noch in einem frühen Stadium und ist noch weit davon entfernt, dass diese Technologien selbständig bspw. aus bildgebenden Systemen Erkenntnisse gewinnen und eigenständig lernen könnten. Dazu ist derzeit noch ein betreutes Anlernen mit zahlreichen Bildern und die Rückmeldung von hochqualifiziertem medizinischem Personal erforderlich (Landrock; Gadatsch 2018, S. 56–57). Denn sollen Algorithmen Erleichterungen in den Abläufen bringen, so muss die Datenanalytik zunächst erlernen, wie beispielsweise Bilder, EKG oder Befunde einzustufen sind. Diese Einteilungen und Einstufungen können nicht durch Laien erfolgen, da dies zu einer hohen Anzahl an Fehleinschätzungen bzw. allgemein einem fehlgeleiteten Lernprozess führen würde. Stattdessen muss hochqualifiziertes Personal dazu eingebunden werden (Landrock; Gadatsch 2018, S. 7–8). Dies gilt in selbigen Maße auf das Anlernen der KI in Leitstellen, wenn diese eine qualitativ hochwertige Abfrage durchführen und Muster und Auffälligkeiten in den Notrufen erkennen soll (Luiz 2020, S. 128).

Ähnlich verhält es sich beim Erstellen eines digitalen Zwillings und den daraus resultierenden Simulationen. Denn um die Realität tatsächlich abbilden und simulieren zu können, bedarf es dem Expertenwissen aus der Rettungskette im Zusammenspiel mit den Entwicklern des Simulationsmodells. Erst aus dieser Kooperation können beide Seiten einen aussagekräftigen Digital Twin generieren. Hierfür müssen aber einerseits die Fähigkeiten zur Erstellung eines digitalen Zwillings und im Umgang mit der Datenanalytik und andererseits Ressourcen aus dem medizinischen Bereich bereitgestellt werden (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 429). Dies stellt insofern eine Herausforderung dar, da das Personal im präklinischen Notfallmanagement ohnehin bereits eine knappe Ressource darstellt (Lauer u.a. 2022, S. 989). Diese Ressource für gewisse Zeiten alleinig zu diesem Zweck zur Verfügung zu stellen oder diese zusätzlich zum Alltagsgeschäft mit diesen Aufgaben zu belasten, wird sehr schwer realisierbar.

Zudem benötigt das Personal im präklinischen Notfallmanagement ein Grundverständnis für den Einsatz der Datenanalytik, um diese z.B. gezielt auf relevante Problemstellungen anzusetzen. Denn anstatt der Einfachheit halber pauschal die vorhandenen Daten auf Muster oder Auffälligkeiten zu untersuchen, ergibt es Sinn, die Beteiligten direkt einzubeziehen und zielgerichtet Probleme im spezifischen Kontext anzugehen. Denn dann kann gezielt eine Datenbasis aufgebaut bzw. Echtzeit-Daten implementiert werden, um das definierte Problem zu lösen (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 434). Dies erfordert Zeit durch die Ressourcen und einen übergreifenden Blick auf das präklinische Notfallmanagement, jedoch wird das Ergebnis ein Besseres sein, als die lose Analyse einer Rettungskette ohne klaren Fokus auf eine relevante Problemstellung, wie auch das Kapitel 4.2 aufzeigt.

Ergänzend braucht es bei der Anwendung der Datenanalytik ein Verständnis für die typischen Charakteristiken der Prozesse im Gesundheitswesen, denn durch die Vielzahl der unterschiedlichen Prozessvariationen in der Behandlung, wird nahezu jeder Fall eine individuelle

Ausgestaltung aufweisen. Dies führt dazu, dass das Erkennen eines allgemeinen Prozessflusses mit Hilfe von Process Mining nur dann möglich ist, wenn ein geeigneter Detaillierungsgrad gewählt wird (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 419). Ansonsten kann der Einsatz von Algorithmen dazu führen, dass ein sogenanntes „Spaghetti-Modell“ entsteht, welches unübersichtlich eine Vielzahl an unterschiedlichen Prozessabläufen zeigt. Eine Abhilfe könnte das Trace Clustering bringen, indem Patientengruppen gebildet werden, wodurch homogenere Subgruppen separat betrachtet werden können. Daraus wird die Übersichtlichkeit erhöht und die Komplexität verringert. Gleichzeitig braucht es hier aber ein Verständnis dafür, dass trotz dieser Homogenität eine große Varianz an unterschiedlichen Patientinnen und Patienten gegeben sein wird und die Prozessflüsse immer noch deutlich unterschiedlich verlaufen können (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 423).

Hieraus wird auch deutlich, dass zudem die Fähigkeiten und Ressourcen in der eigenen IT zu erheben sind. Die zunehmende Digitalisierung und der Einzug der Datenanalytik stellen die IT vor die Herausforderung, dass abgesehen von der im Kapitel 6.2 behandelten Konsolidierung der IT auch Personal mit den entsprechenden Fähigkeiten vorhanden sein muss. Hierfür muss gegebenenfalls auf externe Dienstleister und die Kooperation mit den Lieferanten zurückgegriffen werden, da der Arbeitsmarkt für qualifizierte Mitarbeitende im IT-Bereich leer erscheint (Behar u.a. 2022, S. 31–32).

Damit kann festgehalten werden, dass die Akteure im präklinischen Notfallmanagement in alle Phasen der Datenanalytik einbezogen werden müssen, damit die Datenanalytik wirkungsvolle Resultate erbringen kann. Dies erfordert jedoch auch, dass das Personal im präklinischen Notfallmanagement ein Grundverständnis für die Prozesse und die Datenanalytik hat. So können diese Ressourcen sowohl dabei unterstützen, relevante Problemstellungen anzugehen und Ergebnisse zu hinterfragen und zu interpretieren, als auch geeignete Formen der Präsentation und Visualisierung der Ergebnisse zu finden (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 436).

## 7 Schlussbetrachtung

In diesem Kapitel erfolgt die Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit und die Beantwortung der Forschungsfrage. Darauf aufbauend werden die Limitationen aufgezeigt und ein Ausblick zu weiteren Forschungsansätzen gegeben.

### 7.1 Fazit

Steigende Einsatzzahlen, zunehmende Einsätze ohne Dringlichkeit und der demografische Wandel bei gleichzeitigem Fachkräftemangel beschreiben nur einige Herausforderungen von Rettungsketten zur Notfallversorgung und das Spannungsfeld, in dem sich selbige befinden (Brinkrolf u.a. 2020, S. 7). Die zunehmende Digitalisierung und die Möglichkeit zur Datenanalytik gelten dabei als vielversprechende Treiber zur Gestaltung von effizienteren Rettungsketten (Hintze; Wagner-Hanl; Klumpp 2021, S. 63). Die vorliegende Arbeit befasste sich vor diesem Hintergrund mit der Frage, welche Potentiale die Datenanalytik in einer vernetzten Rettungskette für das Prozessmanagement hat, um wertvolle Zeit für die Gesundheit der Patientinnen und Patienten zu gewinnen. Zudem wurden die Herausforderungen der Datenanalytik in diesem Bereich betrachtet.

Ein Potential der Datenanalytik besteht dabei in der Unterstützung zur Standortentscheidung und der Kapazitätsplanung. Mit Hilfe eines digitalen Zwillings können die verändernden Rahmenbedingungen, wie Altersstruktur und vorherrschende Krankheitsbilder in der Gesellschaft oder auch sich verändernde Infrastruktur, simuliert werden. Hinzu kommt, dass Szenarien mit unterschiedlicher Anzahl an Ressourcen weitere Aufschlüsse liefern (Kohrs 2021, S. 53). Dies hilft bei Standortentscheidungen und einer optimierten Kapazitätsplanung, um die Einhaltung bzw. Unterschreitung der Zeitintervalle zu gewährleisten.

Ergänzend bieten digitale Zwillinge und Process Mining eine Vielzahl an Potentialen zur Optimierung der Prozesse in Rettungsketten. Die Datenanalytik kann dazu Aufschlüsse aus der Analyse und der Simulation von Behandlungswegen liefern und aufzeigen, welche Prozesse besonders zeitintensiv sind und für eine Optimierung näher betrachtet werden sollten. Anhand der Simulationen können zudem mögliche Maßnahmen zur Prozessverbesserung vorab virtuell getestet und deren Wirkung ausgewertet werden (Gadatsch 2013, S. 98). Hierdurch kann die Datenanalytik zur Prozessoptimierung in der Zeit-Dimension beitragen.

Des Weiteren bestehen Potentiale der Datenanalytik in der Abwicklung der Notfälle, indem diese als Entscheidungsunterstützung herangezogen wird und Empfehlungen ausgibt. So kann bspw. die Leitstelle in der Alarmierung von Einsatzkräften unterstützt werden. Die Datenanalytik könnte zudem, unter Berücksichtigung der Patientengeschichte und der Wirksamkeit von Medikamenten und Maßnahmen, Behandlungsempfehlungen ausgeben. Hinzu kommt die Entscheidungsunterstützung bei der Wahl eines geeigneten Zielkrankenhauses

(Kohrs 2021, S. 54). Mit Hilfe der Datenanalytik besteht dadurch die Möglichkeit, dass das therapiefreie Intervall und das Gesamtintervall verkürzt werden.

In der Früherkennung und der Vermeidung von Fehleinsätzen besteht ein weiteres Potential der Datenanalytik. Hierbei bezieht sich der Einsatz nicht direkt auf die Optimierung von Prozessen und der Zeit, sondern auf die präventive Vermeidung einer unnötigen Ressourcenbindung. Mit Hilfe von HIoT-Geräten könnte dazu ein Fernmonitoring sowie eine automatische Erkennung von Notfällen erfolgen, wodurch Zeit im therapiefreien Intervall gewonnen wird (von Eiff; von Eiff 2017, S. 74). Ergänzend könnte die Datenanalytik zur Analyse eingehender Notrufe hinzugezogen werden, um Fake-Anrufe aufzudecken und sprachliche Barrieren zu reduzieren. Der Einsatz der Datenanalytik würde dadurch die Chance bieten, dass die Zeitintervalle in der Notfallversorgung reduziert (Luiz 2020, S. 127–128), Fehleinsätze vermieden und damit eine unnötige Ressourcenbindung verhindert werden.

Demgegenüber stehen dem Einsatz der Datenanalytik im präklinischen Notfallmanagement einige Herausforderungen entgegen. So besteht die Forderung nach einer übergeordneten Strategie, um die Digitalisierung in Rettungsketten voranzutreiben und die Datenanalytik überhaupt erst zu ermöglichen. Zudem müssen übergeordnet Fragen zur Testumgebung der KI, sowie der Dokumentation und Haftung in der Anwendung geklärt werden. Hierzu müssen alle Akteure in der Rettungskette frühzeitig einbezogen und ein Change-Management betrieben werden (Große-Kracht 2019, S. 120–121).

In der Konsolidierung der IT, welche die Vereinheitlichung und Standardisierung der IT beschreibt, besteht eine weitere Herausforderung. Es bedarf festgelegter Standardformate für Daten und einheitlicher Schnittstellen, um einerseits Abhängigkeiten von Herstellern und andererseits eine Vielfalt in der IT zu vermeiden (von Eiff; von Eiff 2017, S. 72). Derzeit gibt es abweichend davon noch keine einheitliche Vorgehensweise und es bestehen oft Insellösungen. Zudem bedarf es einer gezielten Einführung oder Erweiterung von Software, um auch hier einen Wildwuchs an unterschiedlichen Systemen und die Ausführung redundanter Tätigkeiten zu vermeiden.

Hinzu kommen Herausforderungen im Bereich der IT-Sicherheit und des Datenschutzes. So bedarf es einerseits des Schutzes gegen äußere Einflüsse in Form von Angriffen auf die Hardware und andererseits gezielter Maßnahmen gegen schädliche Software sowie den ungewollten Zugriff ins IT-System. Zudem ist speziell im Gesundheitsbereich, und daher unmittelbar im präklinischen Notfallmanagement, ein Bewusstsein für sensible Daten gefordert. Es müssen Zugriffsberechtigungen gezielt vergeben und Wege zur Anonymisierung der Daten gefunden werden, damit die Daten unkompliziert und ohne umfangreiche Bürokratie zur Datenanalytik herangezogen werden können (Pradhan; Bhattacharyya; Pal 2021, S. 13).

In der Literatur werden ergänzend Herausforderungen hinsichtlich der Datenqualität und der Zuverlässigkeit von Daten angeführt. So wird darauf hingewiesen, dass für wirkungsvolle und

individuelle Behandlungsempfehlungen durch die Datenanalytik die richtigen Daten, in der richtigen Qualität, in Echtzeit und von hoher Zuverlässigkeit vorhanden sein müssen (Secinaro u.a. 2021, S. 19–20). Sind allein die ersten drei Aspekte schon als Herausforderungen anzusehen, wird häufig über die tatsächliche Aussagekraft der Daten von Wearables diskutiert, da diese von mehreren Personen getragen oder die Sensoren nicht zuverlässig funktionieren könnten (Landrock; Gadatsch 2018, S. 13–14). Hieraus könnten Fehleinsätze und im schlimmsten Fall gesundheitsgefährdende Behandlungsempfehlungen resultieren.

Als letzte Herausforderung wurden in der vorliegenden Arbeit die umfassende Datenbasis und erforderlichen Capabilities im präklinischen Notfallmanagement genannt. Damit die Datenanalytik Erkenntnisse aus den Daten gewinnen kann, müssen zum einen umfangreiche Fallbeispiele vorliegen, welche im präklinischen Notfallmanagement erst noch gesammelt werden müssen. Zum anderen muss die Datenanalytik durch Personal der Rettungskette trainiert werden, damit diese in der Zukunft eigenständig Muster und Zusammenhänge in den Daten erkennen kann (Luiz 2020, S. 130). Dazu gilt es bewusst Zeit der ohnehin knappen Ressourcen zum Anlernen und Anwenden der Datenanalytik vorzusehen.

Resümierend kann festgehalten werden, dass die Ausführungen der vorliegenden Arbeit zeigen, dass der Einsatz der Datenanalytik eine Vielzahl an Potentialen zur Optimierung der Prozesse hinsichtlich der Zeit-Dimension im präklinischen Notfallmanagement aufweist. Gleichzeitig wurde deutlich, dass zum Zeitpunkt der Erstellung oft keine vollständig vernetzte Rettungskette vorhanden und damit die Grundlage zur Datenanalytik weitestgehend nicht gegeben ist. Hierin besteht jedoch die große Chance von Beginn an Maßnahmen bei der Einführung der Datenanalytik zu ergreifen, um den Herausforderungen entgegenzuwirken und die Potentiale voll ausschöpfen zu können.

## **7.2 Limitationen**

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich bei der Analyse der Potentiale und Herausforderungen der Datenanalytik auf die Rettungskette zur Notfallversorgung, wie sie üblicherweise in den deutschsprachigen Sozialstaaten realisiert ist. Abweichend davon gibt es andere Ausprägungen von Rettungsketten in Regionen und Ländern, welche sich von dieser Form der Notfallversorgung unterscheiden. Ergänzend wurden ausschließlich die Potentiale und Herausforderungen der Datenanalytik in einer vollständig vernetzten Rettungskette betrachtet.

Des Weiteren wurde in der vorliegenden Arbeit nur auf die Nutzenpotentiale der Datenanalytik zur Optimierung der Zeit-Dimension innerhalb des präklinischen Notfallmanagements eingegangen. Die Potentiale in den Dimensionen der Qualität und der Kosten wurden nicht näher erörtert. Zudem wird nur der Teilausschnitt der Primäreinsätze bzw. Notfallversorgung im präklinischen Notfallmanagement betrachtet. Verlegungen von Patientinnen und Patienten zwischen Gesundheitseinrichtungen oder Krankentransporte wurden nicht behandelt. Auch

wurden Prozesse abseits der Notfallversorgung, wie bspw. das Supply Chain Management, Accounting & Finance oder Human Resource Management nicht betrachtet. Die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit sind daher ausnahmslos für den Einsatz der Datenanalytik im spezifischen Kontext der Notfallversorgung in vollständig vernetzten Rettungsketten gültig.

Eine weitere Limitation ergibt sich zudem aus der Literaturrecherche, bei welcher ausschließlich Veröffentlichungen in Deutsch oder in Englisch berücksichtigt wurden. Publikationen und Forschungen in anderen Sprachen wurden nicht betrachtet, wodurch allfällige darin enthaltene relevante Aspekte und Erkenntnisse in die vorliegende Arbeit nicht eingeflossen sind. Hinzu kommt, dass durch die Methode der konzentrischen Kreise in der Literaturrecherche vorwiegend Literatur verwendet wurde, welche der Kernidee der jeweiligen Leitartikel folgen. Dadurch besteht unter Umständen die Limitation, dass ähnliche Perspektiven in der Literatur aufgegriffen und anderweitigen Ansätze vernachlässigt wurden.

### **7.3 Weiterführende Forschungsansätze**

Die Literatur zeigt allgemein auf, dass weitere Forschungen erforderlich sind, um die Zeitintervalle im präklinischen Notfallmanagement und deren Verknüpfungen zu Einflussfaktoren zu eruieren. Aus den weiteren Untersuchungen sollen Einblicke in das Wirkungsgefüge entstehen, wodurch potenzielle Ansätze zur Reduktion der Zeitintervalle ersichtlich werden. Hierdurch wäre es möglich evidenzbasiert Stellhebel zur Einhaltung der Zeitintervalle bzw. deren Unterschreitung zu erhalten (Cabral u.a. 2018, S. 1118).

Ergänzend verweist die Literatur auf weitere mögliche Forschungsansätze in der übergeordneten Anwendung der Datenanalytik über die Grenzen von Kliniken hinaus. Denn so wird aufgezeigt, dass sich die bestehende Literatur größtenteils auf den Einsatz der Datenanalytik im Kontext von Krankenhäusern beschäftigt, während der übergeordnete Einsatz der Datenanalytik bisher kaum näher betrachtet wurde. Dabei kann bereits ein großer Teil der Patientenbehandlung außerhalb der Krankenhäuser, bspw. in der Rettungskette oder bei niedergelassenen Ärztinnen und Ärzten, erfolgen (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 436). Zudem gibt es weiteren Forschungsbedarf in der Anwendung einzelner Technologien. Die Literatur weist hierbei bspw. darauf hin, dass der Prozessoptimierung mit Hilfe von Process Mining enormes Potential nachgesagt wird, jedoch noch wenig Initiativen und Best Practice Beispiele vorhanden sind (Martin; Wittig; Munoz-Gama 2022, S. 429). In der tatsächlichen Anwendung der Datenanalytik, dem Sammeln und Austausch von Erkenntnissen und dem Erlangen von Best Practice Lösungen in einer vollständig vernetzten Rettungskette besteht somit ein großes Feld für weitere Forschungen.

Weitere Forschungsansätze können zudem unmittelbar aus den Limitationen der vorliegenden Arbeit abgeleitet werden. Beispielsweise könnte untersucht werden, welche Potentiale die Datenanalytik in den Dimensionen der Qualität und der Kosten aufweist. Zudem können



weitere spezifische Teilausschnitte des präklinischen Notfallmanagement, wie bspw. auch die Management- und Supportprozesse, betrachtet werden. Durch die regionale Organisation der Rettungsketten ergibt es auch Sinn, explizit auf das jeweilig lokal vorhandene System der Notfallversorgung einzugehen. Damit könnte ein erweiterter Blick auf den Einsatz der Datenanalytik im präklinischen Notfallmanagement allgemein entstehen, welcher dem Management als Entscheidungsunterstützung dienen kann. So können gezielt Investitionen zur Digitalisierung und der Einführung der Datenanalytik getätigt werden.

## Literaturverzeichnis

Die Literaturverwaltung der vorliegenden Arbeit erfolgte mit Hilfe von Zotero (Version 6.0.22). Die Zitationen sowie das Literaturverzeichnis wurden nach dem Zitierstil der *Fachhochschule Vorarlberg (author-date)* erstellt.

van der Aalst, Wil (2016): *Process Mining*. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-49851-4

Abohamad, Waleed; Ramy, Ahmed; Arisha, Amr (2017): „A hybrid process-mining approach for simulation modeling.“ In: *2017 Winter Simulation Conference (WSC)*. Las Vegas, NV: IEEE, S. 1527–1538. Online im Internet: DOI: 10.1109/WSC.2017.8247894

Alvarez, Camilo u.a. (2018): „Discovering role interaction models in the Emergency Room using Process Mining.“ In: *Journal of Biomedical Informatics*, 78 (2018), S. 60–77. Online im Internet: DOI: 10.1016/j.jbi.2017.12.015

Asche, Peter (2019): „Auswirkungen der Digitalisierung auf den Wettbewerb der Leistungserbringer im Gesundheitswesen.“ In: *Digitale Transformation der Gesundheitswirtschaft - Chancen und Herausforderungen in disruptiven Zeiten*. Herausgegeben von Pierre-Michael Meier u.a. Stuttgart: Kohlhammer, S. 136–142.

Augurzky, Boris (2019): „Digitalisierung der Gesundheitswirtschaft: Warum sie unvermeidlich ist.“ In: *Digitale Transformation der Gesundheitswirtschaft - Chancen und Herausforderungen in disruptiven Zeiten*. Herausgegeben von Pierre-Michael Meier u.a. Stuttgart: Kohlhammer, S. 88–98.

Augurzky, Boris; Beivers, Andreas (2019): „Digitalisierung und Investitionsfinanzierung.“ In: *Krankenhaus-Report 2019*. Herausgegeben von Jürgen Klauber u.a. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 67–82. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-58225-1\_5

Baars, Henning; Kemper, Hans-Georg (2021): *Business Intelligence & Analytics – Grundlagen und praktische Anwendungen: Ansätze der IT-basierten Entscheidungsunterstützung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-8348-2344-1

Bange, Carsten (2016): „Werkzeuge für analytische Informationssysteme.“ In: *Analytische Informationssysteme*. Herausgegeben von Peter Gluchowski; Peter Chamoni. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 97–126. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-47763-2\_6

- Barba-González, Cristóbal u.a. (2019): „BIGOWL: Knowledge centered Big Data analytics.“ In: Expert Systems with Applications, 115 (2019), S. 543–556. Online im Internet: DOI: 10.1016/j.eswa.2018.08.026
- Bayeff-Filloff, M.; Pawlak, C.L.; Prückner, S. (2014): „Vernetzte Notfallversorgung von Krankenhäusern verschiedener Versorgungsstufen.“ In: Notfall + Rettungsmedizin, 17 (2014), 3, S. 202–208. Online im Internet: DOI: 10.1007/s10049-013-1788-5
- Bayrisches Rotes Kreuz (o. J.): Der BRK-Rettungsdienst in Zahlen. Online im Internet: URL: <https://www.rettungsdienst.brk.de/rettungsdienst/wissenswertes/rettungsdienst-in-zahlen.html> (Zugriff am: 10.10.2022).
- Beckmann, Annette u.a. (2010): „Prozesse in Dienstleistungsunternehmen der Gesundheitswirtschaft.“ In: Prozessgestaltung in Gesundheitseinrichtungen: Von der Analyse zum Controlling. Herausgegeben von Winfried Zapp. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Heidelberg: Economica (= Gesundheitswesen in der Praxis), S. 3–32.
- Behar, Benjamin I. u.a. (2022): Modernes Krankenhausmanagement: Konzepte und Lösungen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-65584-9
- Bernhofer, Alexandra u.a. (2019): „Vertrauenssicherung in die Gesundheitsversorgung durch Prozess- und Qualitätsmanagement in Krankenhäusern.“ In: Handbuch Strategisches Krankenhausmanagement. Herausgegeben von Jürgen Stierle u.a. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 615–632. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-13646-8\_29
- Bertram, Nick u.a. (2019): „Einführung einer elektronischen Patientenakte in Deutschland vor dem Hintergrund der internationalen Erfahrungen.“ In: Krankenhaus-Report 2019. Herausgegeben von Jürgen Klauber u.a. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 3–16. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-58225-1\_1
- Beuting, Stephan (2020): Deutschlandfunk Kultur. Personalmangel bei Notfallsanitätern. Online im Internet: URL: <https://www.deutschlandfunkkultur.de/retter-gesucht-personalmangel-bei-notfallsanitaetern-100.html> (Zugriff am: 10.10.2022).
- Brandner, Monika; Kurz, Verena (2019): „Standardisierung von Geschäftsprozessen am Beispiel Schockraum in Krankenhäusern.“ In: Handbuch Strategisches Krankenhausmanagement. Herausgegeben von Jürgen Stierle u.a. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 633–648. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-13646-8\_30

- Brandstätter, Manfred (2019): „Agiles Prozessmanagement als eine komplementäre Methode für die Etablierung und den Betrieb von Prozessmanagement in Spitalsorganisationen.“ In: Handbuch Strategisches Krankenhausmanagement. Herausgegeben von Jürgen Stierle u.a. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 649–668. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-13646-8\_31
- Brettel, Hauke; Schuhr, Jan C. (2022): „Triage und Priorisierung.“ In: Medizinrecht, 40 (2022), 10, S. 801–808. Online im Internet: DOI: 10.1007/s00350-022-6325-4
- Brinkrolf, Peter u.a. (2020): „Das Projekt Land|Rettung und sein Hintergrund.“ In: Notfallversorgung auf dem Land. Herausgegeben von Klaus Hahnenkamp u.a. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 1–22. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-61930-8\_1
- Brockhoff, Tobias u.a. (2021): „Process Prediction with Digital Twins.“ In: 2021 ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C). Fukuoka, Japan: IEEE, S. 182–187. Online im Internet: DOI: 10.1109/MODELS-C53483.2021.00032
- Bundesanzeiger (2023): Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses: Richtlinie über die Verordnung von Krankenfahrten, Krankentransportleistungen und Rettungsfahrten nach § 92 Absatz 1 Satz 2 Nummer 12 SGB V, BAnz AT 10.01.2023 B2. Herausgegeben von Bundesministerium der Justiz. Zuletzt geändert am 20. Oktober 2022, veröffentlicht im Bundesanzeiger (BAnz AT 10.01.2023 B2), in Kraft getreten am 11. Januar 2023. Bundesanzeiger Verlag.
- Bundesministerium für Gesundheit (2021): Bundesministerium für Gesundheit. Die elektronische Patientenakte (ePA). Online im Internet: URL: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/elektronische-patientenakte.html> (Zugriff am: 10.03.2022).
- Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (o. J.): Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. Elektronische Gesundheitsakte (ELGA). Online im Internet: URL: <https://www.gesundheit.gv.at/gesundheitsleistungen/elga.html> (Zugriff am: 10.03.2022).
- Cabral, Eric Lucas dos Santos u.a. (2018): „Response time in the emergency services. Systematic review.“ In: Acta Cirurgica Brasileira, 33 (2018), 12, S. 1110–1121. Online im Internet: DOI: 10.1590/s0102-865020180120000009

- Cambridge Dictionary (o. J.): Cambridge Dictionary. Paradigm shift. Online im Internet: URL: <https://dictionary.cambridge.org/de/worterbuch/englisch/paradigm-shift> (Zugriff am: 10.04.2023).
- Damböck, Markus (2021): „Geriatric Education for Emergency Medical Services: Der geriatrische Patient im Rettungsdienst.“ In: Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, 54 (2021), 2, S. 99–105. Online im Internet: DOI: 10.1007/s00391-021-01866-y
- De Ramón Fernández, Alberto; Ruiz Fernández, Daniel; Sabuco García, Yolanda (2020): „Business Process Management for optimizing clinical processes: A systematic literature review.“ In: Health Informatics Journal, 26 (2020), 2, S. 1305–1320. Online im Internet: DOI: 10.1177/1460458219877092
- Deutsches Rotes Kreuz (o. J.): Deutsches Rotes Kreuz - Kreisverband Aalen e.V. Rettungskette 5G. Online im Internet: URL: <https://www.drk-aalen.de/das-drk/innovationsprojekte/rettungskette-5g.html> (Zugriff am: 10.10.2022).
- Dewes, Andreas (2022): „Verfahren zur Anonymisierung und Pseudonymisierung von Daten.“ In: Datenwirtschaft und Datentechnologie. Herausgegeben von Marieke Rohde u.a. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 183–201. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-65232-9\_14
- Diekmann, Daniel; Sander, Andre (2019): „Disruption oder die Zähigkeit des Gesundheitssystems.“ In: Digitale Transformation der Gesundheitswirtschaft - Chancen und Herausforderungen in disruptiven Zeiten. Herausgegeben von Pierre-Michael Meier u.a. Stuttgart: Kohlhammer, S. 121–128.
- Dumas, Marlon u.a. (2021): Grundlagen des Geschäftsprozessmanagements: übersetzt von Thomas Grisold, Steven Groß, Jan Mendling, Bastian Wurm. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-58736-2
- von Eiff, Maximilian C.; von Eiff, Wilfried (2017): „Perspektiven des IT-Managements im Gesundheitswesen.“ In: E-Health-Ökonomie. Herausgegeben von Stefan Müller-Mielitz; Thomas Lux. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 71–95. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-10788-8\_5
- Elmasri, Ramez; Navathe, Sham (2017): Fundamentals of database systems. Seventh edition, global edition. Boston: Pearson (= Always learning).
- European Association of Business Process Management (Hrsg.) (2014): BPM CBOK - Business Process Management BPM Common Body of Knowledge: Leitfaden für das Prozessmanagement; Version 3.0. 1. 2., überarbeitete, deutschsprachige Auflage. Gießen: Verlag Dr.Götz Schmidt (= Schriftenreihe der EABPM).

- Evans, James R. (2017): Business Analytics: Methods, Models, and Decisions. Second edition, global edition. Boston: Pearson.
- Ferrier, Norman (2022): Emergency management for healthcare. Volume III, Emergency response planning. First edition. New York, NY: Business Expert Press, LLC.
- Fischer, M. u.a. (2016): „Eckpunktepapier 2016 zur notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung in der Prähospitalphase und in der Klinik.“ In: Notfall + Rettungsmedizin, 19 (2016), 5, S. 387–395. Online im Internet: DOI: 10.1007/s10049-016-0187-0
- Freund, Jakob; Rücker, Bernd (2017): Praxishandbuch BPMN: Mit Einführung in CMMN und DMN. 5., aktualisierte Auflage. München: Hanser.
- Freund, Jakob; Rücker, Bernd (2019): Praxishandbuch BPMN: mit Einführung in DMN. 6., aktualisierte Auflage. München: Hanser.
- Frodl, Andreas (2022): Krisenmanagement für Gesundheitseinrichtungen: Vorbeugung und Stabilität im Umgang mit Risiken und Krisen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-36374-1
- Gadatsch, Andreas (2013): IT-gestütztes Prozessmanagement im Gesundheitswesen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-01166-6
- Garcia, Cleiton dos Santos u.a. (2019): „Process mining techniques and applications – A systematic mapping study.“ In: Expert Systems with Applications, 133 (2019), S. 260–295. Online im Internet: DOI: 10.1016/j.eswa.2019.05.003
- Gluchowski, Peter; Schieder, Christian; Chamoni, Peter (2021): „Methoden des Data Mining für Big Data Analytics.“ In: Big Data Analytics. Herausgegeben von Sara D’Onofrio; Andreas Meier. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (= Edition HMD), S. 25–48. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-32236-6\_2
- Goldenstein, Jan; Hunoldt, Michael; Walgenbach, Peter (2018): Wissenschaftliche(s) Arbeiten in den Wirtschaftswissenschaften. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-20345-0
- Gross, Rudolf (1969): Medizinische Diagnostik — Grundlagen und Praxis. 48. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (= Heidelberger Taschenbücher). Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-642-95112-1

- Große-Kracht, Martin (2019): „Digitalisiertes Gesundheitswesen: Von Big Data und Big Changes.“ In: Digitale Transformation der Gesundheitswirtschaft - Chancen und Herausforderungen in disruptiven Zeiten. Herausgegeben von Pierre-Michael Meier u.a. Stuttgart: Kohlhammer, S. 115–121.
- Halfmann, Marion (2022): „Marketing Analytics – Trend oder Zukunft?“ In: Marketing Analytics. Herausgegeben von Marion Halfmann; Katharina Schüller. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 3–14. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-33809-1\_1
- Haller, Sabine; Wissing, Christian (2022): Dienstleistungsmanagement: Grundlagen – Konzepte – Instrumente. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-36810-4
- Hanisch, Jochen; Karaß, Benjamin (2019): „Grundlagen rettungsdienstlichen Managements.“ In: Handbuch Strategisches Krankenhausmanagement. Herausgegeben von Jürgen Stierle u.a. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 133–167. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-13646-8\_6
- Hansen, Hans Robert; Mendling, Jan; Neumann, Gustaf (2019): Wirtschaftsinformatik: Grundlagen und Anwendungen. 12., völlig neu bearbeitete Auflage. Berlin, Boston: De Gruyter.
- Haric, Peter (2018): Gabler Wirtschaftslexikon. Management - Definition: Was ist „Management“? Online im Internet: URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/management-37609> (Zugriff am: 06.03.2023).
- Heesen, Bernd (2021): Wissenschaftliches Arbeiten: Methodenwissen für Wirtschafts-, Ingenieur- und Sozialwissenschaftler. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-62548-4
- Heinlein, Michael; Ullmann, Anna-Katharina (2019): „Digitaler Wandel in der Gesundheitswirtschaft - Die Bedeutung digitaler Vitaldaten für die Behandlung.“ In: Digitale Transformation der Gesundheitswirtschaft - Chancen und Herausforderungen in disruptiven Zeiten. Herausgegeben von Pierre-Michael Meier u.a. Stuttgart: Kohlhammer, S. 191–205.
- Hintze, Marcus; Wagner-Hanl, Nicole; Klumpp, Matthias (2021): „5G-Rettungskette: Schnellere Hilfe durch digitale Vernetzung.“ In: kma - Klinik Management aktuell, 26 (2021), 07/08, S. 61–63. Online im Internet: DOI: 10.1055/s-0041-1732896

- Kaufmann, Uwe H.; Tan, Amy B.C. (2020): Data Science für Einsteiger: Daten analysieren, interpretieren und richtige Entscheidungen treffen. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. Online im Internet: DOI: 10.3139/9783446466777
- Kemper, Hans-Georg; Finger, Ralf (2016): „Transformation operativer Daten.“ In: Analytische Informationssysteme. Herausgegeben von Peter Gluchowski; Peter Chamoni. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 129–145. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-47763-2\_7
- Kersten, Heinrich; Klett, Gerhard (2017): Business Continuity und IT-Notfallmanagement. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (= Edition <kes>). Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-19118-4
- Kohrs, Jens (2020): „Notfallversorgung: Rettungskette goes digital.“ In: kma - Klinik Management aktuell, 25 (2020), 06, S. 56–59. Online im Internet: DOI: 10.1055/s-0040-1713524
- Kohrs, Jens (2021): „Projekt ‚AI Rescue‘: Simulierte Rettungskette.“ In: kma - Klinik Management aktuell, 26 (2021), 07/08, S. 53–55. Online im Internet: DOI: 10.1055/s-0041-1732893
- Kornmeier, Martin (2021): Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht: für Bachelor, Master und Dissertation. 9., aktualisierte und ergänzte Auflage. Bern: Haupt Verlag (= utb Schlüsselkompetenzen).
- Kuhn, Thomas (2017): „Digitaler Zwilling.“ In: Informatik-Spektrum, 40 (2017), 5, S. 440–444. Online im Internet: DOI: 10.1007/s00287-017-1061-2
- Kukla, Peter (2015): Prozessmanagement im Gesundheitswesen: Praxishandbuch zur ÖNORM K 1960:2014 07 15. 1. Auflage. Wien: Austrian Standards plus GmbH.
- Lackner, C.K. u.a. (2009): „Von der Rettungskette zum akutmedizinischen Netzwerk: Welche Versorgungsstrukturen braucht unsere Gesellschaft?“ In: Notfall + Rettungsmedizin, 12 (2009), 1, S. 25–31. Online im Internet: DOI: 10.1007/s10049-008-1114-9
- Lampi, Maria (2017): Triage: Management of the Trauma Patient. 1st ed. Linköping: Linköpings Universitet.
- Landrock, Holm; Gadatsch, Andreas (2018): Big Data im Gesundheitswesen kompakt: Konzepte, Lösungen, Visionen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (= IT kompakt). Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-21096-0



- Lauer, Daniel u.a. (2022): „Veränderungen und Entwicklungen in der präklinischen Notfallversorgung: Zentrale Herausforderungen für das Rettungsdienstmanagement.“ In: Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 65 (2022), 10, S. 987–995. Online im Internet: DOI: 10.1007/s00103-022-03588-x
- Lewis, Michael N.; Nguyen, Tho H. (2020): Transforming Healthcare Analytics - The Quest for Healthy Intelligence. Hoboken, New Jersey: Wiley (= Wiley & SAS business series).
- Luiz, Thomas (2020): „Digitalisierung im Rettungsdienst.“ In: Qualitätsmonitor 2020. Herausgegeben von Franz Dormann; Jürgen Klauber; Ralf Kuhlen. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 119–140. Online im Internet: DOI: 10.32745/9783954665860-1.8
- Lux, Thomas (2017): „E-Health – Begriff und Abgrenzung.“ In: E-Health-Ökonomie. Herausgegeben von Stefan Müller-Mielitz; Thomas Lux. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 3–22. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-10788-8\_1
- Mackway-Jones, Kevin u.a. (2019): Ersteinschätzung am Telefon. Bern: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG. Online im Internet: DOI: 10.1024/85724-000
- Mangiapane, Markus; Bender, Matthias (2020): Patientenorientierte Digitalisierung im Krankenhaus: IT-Architekturmanagement am Behandlungspfad. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-26787-2
- Martin, Niels; Wittig, Nils; Munoz-Gama, Jorge (2022): „Using Process Mining in Healthcare.“ In: Process Mining Handbook. Herausgegeben von Wil M. P. van der Aalst; Josep Carmona. Cham: Springer International Publishing (= Lecture Notes in Business Information Processing), S. 416–444. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-031-08848-3\_14
- Meier, Andreas (2021): „Rundgang Big Data Analytics – Hard & Soft Data Mining.“ In: Big Data Analytics. Herausgegeben von Sara D’Onofrio; Andreas Meier. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (= Edition HMD), S. 3–23. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-32236-6\_1
- Meier, Björn (2019): „Digitalisierung und Disruption - wie managen wir die Herausforderungen richtig.“ In: Digitale Transformation der Gesundheitswirtschaft - Chancen und Herausforderungen in disruptiven Zeiten. Herausgegeben von Pierre-Michael Meier u.a. Stuttgart: Kohlhammer, S. 239–250.

- Mertens, Katharina (2019): „Herausforderungen beim Einsatz von Datenanalytik für eine ressourceneffiziente Produktion.“ In: BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 164 (2019), 1, S. 26–30. Online im Internet: DOI: 10.1007/s00501-018-0803-z
- Mertens, Steven (2020): Enabling Process Management for Loosely Framed Knowledge-intensive Processes. Cham: Springer International Publishing (= Lecture Notes in Business Information Processing). Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-030-66193-9
- Metelmann, Camilla u.a. (2020): „Smartphone-basierte Ersthelfer-Alarmierung.“ In: Notfallversorgung auf dem Land. Herausgegeben von Klaus Hahnenkamp u.a. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 65–114. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-61930-8\_3
- Möllenhoff, Clemens u.a. (2022): „Digitale Systeme zur Unterstützung von präklinischen Notfalleinsätzen: Deutschlandweite Querschnittserhebung zu Verfügbarkeit, Nutzung und bestehenden Herausforderungen.“ In: Die Anaesthesiologie, 71 (2022), 7, S. 518–525. Online im Internet: DOI: 10.1007/s00101-021-01085-5
- Müller-Mielitz, Stefan; Moreno, Beatrice; Petri, Mathias (2017): „Erschließung von Patientendaten – ein Überblick.“ In: E-Health-Ökonomie. Herausgegeben von Stefan Müller-Mielitz; Thomas Lux. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 197–205. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-10788-8\_12
- Munoz-Gama, Jorge u.a. (2022): „Process mining for healthcare: Characteristics and challenges.“ In: Journal of Biomedical Informatics, 127 (2022), S. 103994. Online im Internet: DOI: 10.1016/j.jbi.2022.103994
- Niehues, Christopher (2012): Notfallversorgung in Deutschland: Analyse des Status quo und Empfehlungen für ein patientenorientiertes und effizientes Notfallmanagement. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.
- Osterhage, Wolfgang W. (2017): „Notfallmanagement.“ In: IT-Kompendium. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (= Xpert.press), S. 217–236. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-52705-4\_9
- Oswald, Julia; Zapp, Winfried (2010): „Betrachtungsebenen von Prozessen.“ In: Prozessgestaltung in Gesundheitseinrichtungen: Von der Analyse zum Controlling. Herausgegeben von Winfried Zapp. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Heidelberg: Economica (= Gesundheitswesen in der Praxis), S. 33–50.

- Pradhan, Bikash; Bhattacharyya, Saugat; Pal, Kunal (2021): „IoT-Based Applications in Healthcare Devices.“ In: *Journal of Healthcare Engineering*, 2021 (2021), S. 1–18. Online im Internet: DOI: 10.1155/2021/6632599
- Redelsteiner, Christoph (2011): „Szenenüberblick, Ersteinschätzung und Patientenuntersuchung.“ In: *Das Handbuch für Notfall- und Rettungssanitäter: Patientenbetreuung nach Leitsymptomen*. Herausgegeben von Christoph Redelsteiner. 2., überarb. und erw. Aufl. Wien: Braumüller, S. 245–262.
- Reilly, Michael J.; Markenson, David S. (Hrsg.) (2011): *Health care emergency management: principles and practice*. Sudbury, Mass: Jones and Bartlett Learning.
- Rielage, Thomas (2023): „Die Notaufnahme als Spamfilter: Wo liegt das Problem?“ In: *Rettungsdienst*, (2023), 03/2023, S. 14–17.
- Röper, Johann W. A. (2022): *Kosten der hubschraubergestützten Notfallversorgung: Innovationsbasierte Szenarioanalyse und Empfehlungen zur Gestaltung von Luftrettungssystemen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (= Gesundheitsmanagement und Gesundheitsökonomik). Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-38301-5
- Runkler, Thomas A. (2020): *Data Analytics: Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-29779-4
- Saunders, M. N. K.; Lewis, Philip; Thornhill, Adrian (2016): *Research methods for business students*. Seventh edition. New York: Pearson Education.
- Savioli, Gabriele u.a. (2022): „Emergency Department Overcrowding: Understanding the Factors to Find Corresponding Solutions.“ In: *Journal of Personalized Medicine*, 12 (2022), 2, S. 279. Online im Internet: DOI: 10.3390/jpm12020279
- Schieder, Christian (2016): „Historische Fragmente einer Integrationsdisziplin – Beitrag zur Konstruktgeschichte der Business Intelligence.“ In: *Analytische Informationssysteme*. Herausgegeben von Peter Gluchowski; Peter Chamoni. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 13–32. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-662-47763-2\_2
- Schmelzer, Hermann J.; Sesselmann, Wolfgang (2020): *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis: Kunden zufriedenstellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen*. 9., vollständig überarbeitete Auflage. München: Hanser.

- Schön, Dietmar (2022): Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling: Grundlagen, Business Intelligence, Mobile BI, Big-Data-Analytics und KI. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-35475-6
- Secinaro, Silvana u.a. (2021): „The role of artificial intelligence in healthcare: a structured literature review.“ In: BMC Medical Informatics and Decision Making, 21 (2021), 125, S. 1–23. Online im Internet: DOI: 10.1186/s12911-021-01488-9
- Seiter, Mischa (2023): Business Analytics: Wie Sie Daten für die Steuerung von Unternehmen nutzen. 3., überarbeitete Auflage. München: Verlag Franz Vahlen GmbH.
- Sellwood, Chloe; Wapling, Andy (Hrsg.) (2016): Health emergency preparedness and response. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Boston, MA: CABI.
- Strome, Trevor L. (2013): Healthcare Analytics for Quality and Performance Improvement. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Verma, Virendra Kumar; Verma, Savita (2022): „Machine learning applications in healthcare sector: An overview.“ In: Materials Today: Proceedings, 57 (2022), S. 2144–2147. Online im Internet: DOI: 10.1016/j.matpr.2021.12.101
- Waters, Shonna D. u.a. (2018): The practical guide to HR analytics: using data to inform, transform, and empower HR decisions. First edition. Alexandria, Virginia: SHRM, Society for Human Resource Management.
- Weber, Felix (2020): Künstliche Intelligenz für Business Analytics: Algorithmen, Plattformen und Anwendungsszenarien. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online im Internet: DOI: 10.1007/978-3-658-29773-2
- Weiß, Nelli (2018): Agile Business Intelligence: Begriffe, Methoden, Analysen. Hamburg: Igel Verlag RWS.
- Wikipedia (2022): Wikipedia. Case Management Model and Notation. Online im Internet: URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/Case\\_Management\\_Model\\_and\\_Notation](https://de.wikipedia.org/wiki/Case_Management_Model_and_Notation) (Zugriff am: 23.03.2022).
- Zapp, Winfried (2010): „Prozessmanagement versus Management von Prozessen.“ In: Prozessgestaltung in Gesundheitseinrichtungen: Von der Analyse zum Controlling. Herausgegeben von Winfried Zapp. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Heidelberg: Economica (= Gesundheitswesen in der Praxis), S. 211–218.

Zimolong, Andreas; Fiehe, Sandra (2019): „Perpektive Medizintechnik.“ In: Digitale Transformation der Gesundheitswirtschaft - Chancen und Herausforderungen in disruptiven Zeiten. Herausgegeben von Pierre-Michael Meier u.a. Stuttgart: Kohlhammer, S. 66–72.

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich vorliegende Masterarbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Dornbirn, am 07.07.2023

Simon Mathis