

Marius Brüser
Brandreferendar
Feuerwehr Düsseldorf

Künstliche Intelligenz im Feuerwehrwesen

Facharbeit gemäß § 21 VAP2.2-Feu NRW

Düsseldorf, den 20.12.2019

Aufgabenstellung

Künstliche Intelligenz im Feuerwehrwesen

Beschreiben Sie mögliche zukünftige Einsatzmöglichkeiten Künstlicher Intelligenz - KI oder des maschinellen Lernens im Aufgabenbereich von Feuerwehr und Katastrophenschutz. Wo vermuten Sie gravierende Vorteile, was sind mögliche Risiken? Sind Ihnen bereits praktische Anwendungsfälle der KI oder des maschinellen Lernens im Bereich Feuerwehr/Katastrophenschutz bekannt? Falls ja, beschreiben Sie deren grundsätzliche Funktionsweise.

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	2
2.1	Was ist Künstliche Intelligenz?	2
2.2	Was ist Maschinelles Lernen?	3
2.3	Hat KI ein Verständnis?	5
3	Aktuelle Anwendungsbeispiele	6
3.1	Assistenzsystem zum Erkennen von Herzstillständen (Kopenhagen)	6
3.2	Social Media Screening (London)	7
3.3	Predictive Analytics (London und New York)	7
3.4	Intelligente Verkehrssteuerung (Hangzhou)	9
4	Mögliche zukünftige Einsatzgebiete	10
4.1	Ausbildungsunterstützungssysteme	10
4.2	Sprachassistentensysteme	10
4.3	Intelligente Disposition und Routing	11
4.4	Überwachung sozialer Medien	12
4.5	Lagebeurteilung und Entscheidungsunterstützung	12
4.6	Weitere Möglichkeiten für Predictive Analytics	13
4.7	Autonom agierende Roboter und Drohnen	14
5	Mögliche Risiken	16
5.1	Datenschutz	16
5.2	Haftung	16
5.3	Ethische Bedenken	17
5.4	Diskriminierung	18
5.5	Transparenz	18
5.6	Abhängigkeit von Systemen, Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit	19
5.7	Akzeptanz durch Personal und Gesellschaft	20
5.8	Bewertung der Risiken	20
6	Zusammenfassung und Ausblick	23
6.1	Zusammenfassung	23
6.2	Ausblick	24
	Literaturverzeichnis	V
	Abkürzungsverzeichnis	XIII
	Mündliche, telefonische und elektronische Mitteilungen	XIV
	Abbildungsverzeichnis	XV

Tabellenverzeichnis.....	XV
Anhang Periodensystem der künstlichen Intelligenz	XVI
Eidesstattliche Erklärung.....	
Datenträger	

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

1 Einleitung

Bei Künstlicher Intelligenz¹ (KI) handelt es sich heutzutage um einen allgegenwärtigen Begriff, der auf wissenschaftlicher, wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und politischer Ebene viele Diskussionen dominiert. Nahezu alle Internetnutzer kommen täglich, meist ohne ihr Wissen, mit ihr in Kontakt. Prominente Beispiele hierfür sind die Auswertung von Kaufverhalten und die darauf basierenden Kaufempfehlungen beim Online-Shopping oder Sprachassistenten, wie Siri und Alexa. Die hinter diesen Anwendungen agierenden Algorithmen zählen bereits zu den KIs [1]. Auch in anderen Bereichen, wie beispielsweise der Medizin, ist das Potential KI längst erkannt worden. In einer Studie erfolgte ein Vergleich einer KI mit erfahrenen Dermatologen bei der Erkennung von Hautkrebs. Die KI erhielt vor dem Einsatz ein Training mit 100.000 Bildaufnahmen, auf denen Hautkrebs oder harmlose Muttermale abgebildet waren. Die besseren Ergebnisse erzielte die KI [2]. Neben reinen Verbesserungen ergeben sich auch neue Verfahren, welche ohne KI nicht möglich gewesen wären. Ein Beispiel für ein solches System ist die frühzeitige Erkennung von Krampfanfällen, bis zu einer Stunde bevor sie auftreten [3]. Ebenfalls beschäftigt sich unlängst das Militär mit dem Einsatz von KI zur Effizienz- und Effektivitätssteigerung in verschiedenen Bereichen. Hierzu gehören unter anderem Waffen- und Führungssysteme [4]. Bereits 2017 fanden in den USA Tests statt, autonome Drohnenschwärme zur Aufklärung einzusetzen [5]. Ähnliche Versuche führte Airbus 2018 in Deutschland durch [6].

Im Bereich des öffentlichen Sektors ist eine Effektivitäts- und Effizienzsteigerung essenziell, daher müssen auch Feuerwehren sich mit den neuen Möglichkeiten, welche technologische Fortschritte bringen, auseinandersetzen. Ferner kann KI, beispielsweise durch autonom agierende Drohnen und Roboter, voraussichtlich dazu beitragen, die Sicherheit für Feuerwehrkräfte im Einsatz zu erhöhen [7]. Bei einer Betrachtung der Erfolge, welche KI in weiten Bereichen schon heute erzielt, stellt sich somit die Frage, welche möglichen Einsatzgebiete es für KI im Feuerwehrwesen gibt und ob bereits erste Beispiele für eine erfolgreiche Anwendung vorhanden sind. Bei aller Euphorie über die neuen Möglichkeiten von KI dürfen jedoch die eventuell mit der Einführung und Anwendung verbundenen Risiken nicht vergessen werden. Häufig erzeugen zudem Filme eine negative Assoziation mit KI [8].

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, dem Leser einen Überblick über KI sowie über maschinelles Lernen (ML) zu geben und ein grundlegendes Verständnis zu erzeugen. Erste Anwendungsbeispiele im Feuerwehrwesen werden aufgezeigt und die grundlegenden Funktionsweisen dieser erläutert. Weiterhin erfolgt eine Betrachtung möglicher Einsatzgebiete sowie aktueller Forschungsprojekte von KI im Feuerwehrwesen. Ferner werden mögliche Risiken dargestellt und bewertet. In der Zusammenfassung wird dargestellt, in welchen Bereichen, nach Meinung des Verfassers, zukünftig gravierende Vorteile durch die Anwendung von KI für das Feuerwehrwesen zu erwarten sind.

¹ Teilweise auch artifizielle Intelligenz vom Englischen artificial intelligence (AI bzw. A. I.).

2 Grundlagen

2.1 Was ist Künstliche Intelligenz?

Trotz der in der Einleitung aufgezeigten ständigen Präsenz von KI in nahezu allen Lebensbereichen, ist sie für die meisten Menschen nicht greifbar. Häufig wird zudem angenommen, dass sich hinter KI eine homogene Technologie verbirgt. Dies ist jedoch nicht der Fall, ganz im Gegenteil handelt es sich bei KI um ein Teilgebiet der Informatik, unter welchem eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden, Verfahren und Technologien zusammengefasst werden.

Grundlegend stellt sich die Frage, wo die Grenze zwischen normalen Algorithmen und KI liegt. Die Beantwortung ebendieser Frage ist, aufgrund einer fehlenden allgemeingültigen Definition von KI, nicht trivial. Dies ist im Wesentlichen der Problematik geschuldet, dass es bereits an einer eindeutigen Definition von Intelligenz mangelt [9]. Jedoch lässt sich als eine besondere Stärke menschlicher Intelligenz die Adaptivität identifizieren. Menschen sind in der Lage, sich an die verschiedensten Umweltbedingungen anzupassen und durch Lernen ihr Verhalten entsprechend zu ändern. Da wir insbesondere in der Lernfähigkeit den Computern häufig noch weit überlegen sind, ist Lernen der erste zentrale Grundbaustein der KI. Weiterhin können Menschen im Rahmen der Adaptivität auch mit Unsicherheiten und Wahrscheinlichkeiten umgehen. Hieraus leitet sich der zweite zentrale Grundbaustein der KI ab [10], vgl. Abbildung 1.



Abbildung 1 Die zwei Grundbausteine für künstliche Intelligenz (Eigene Darstellung)

Eine zeitlose und pragmatische Definition liefert Elaine Rich [10], im Folgenden in eigener Übersetzung aus dem Englischen:

„Künstliche Intelligenz ist die Wissenschaft, wie man Computern Dinge beibringt, in denen der Mensch derzeit besser ist.“

Eine für den Anwender praxisnahe Unterteilung in die drei Gruppen Erfassen, Folgern und Reagieren zeigt Abbildung 2. Im äußeren Ring werden beispielhafte Anwendungen genannt, welche in die entsprechende Gruppe fallen. Es sei jedoch erwähnt, dass in der Realität eine strikte Abgrenzung nicht immer möglich ist, da es gegebenenfalls Überschneidungen gibt oder Gesamtsysteme Kombinationen aus verschiedenen Anwendungen sind. Die Unterteilung der Gruppen basiert auf dem Leitfaden „Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz“, welches vom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (BITKOM) zur Verfügung gestellt wird. Eine in Teilen angepasste Version des Periodensystems findet sich im Anhang. Es bietet eine Übersicht über Anwendungsmöglichkeiten von KI-Systemen.

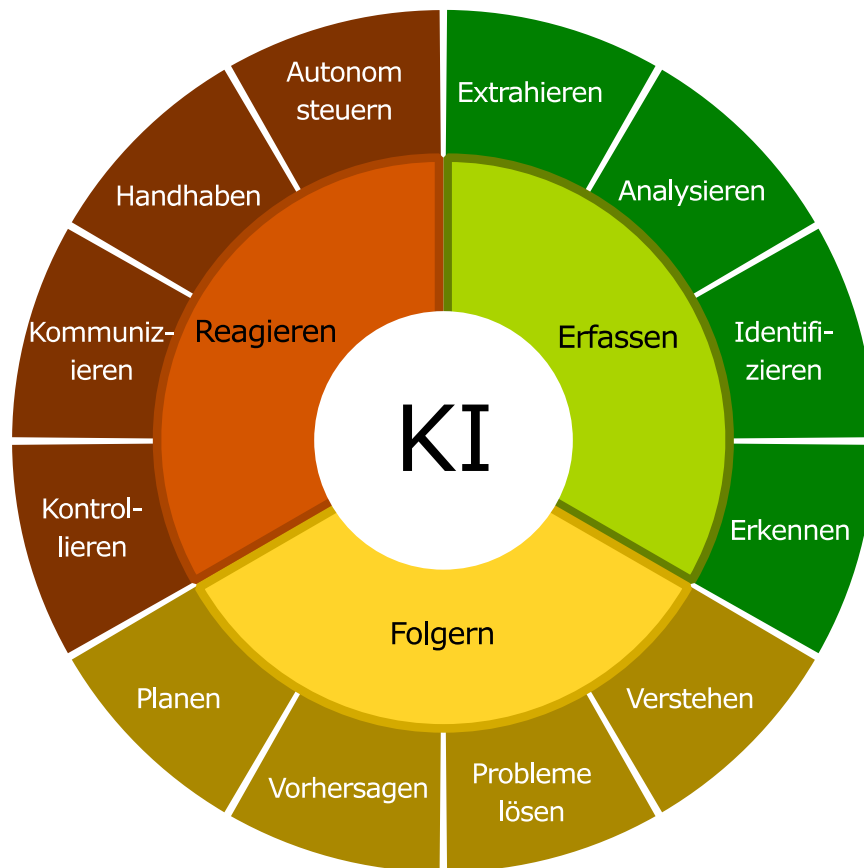


Abbildung 2 Einteilung künstlicher Intelligenz (Eigene Darstellung)

Im wissenschaftlichen Kontext erfolgt die Unterscheidung in „starke“ und „schwache“ KI. Eine schwache KI ist darauf spezialisiert, ein einzelnes konkretes Anwendungsproblem des menschlichen Denkens zu lösen. Eine starke KI hingegen könnte das menschliche Denken nachahmen und sich wie ein Mensch verhalten. Zum heutigen Zeitpunkt ist eine starke KI noch nicht entwickelt, allerdings stellt die Entwicklung ebendieser ein langfristiges Ziel der Forschung dar. Derzeit ist es jedoch noch nicht absehbar, ob oder ab wann solche Systeme entwickelt werden können [1].

2.2 Was ist Maschinelles Lernen?

Ein Grundbaustein der KI ist ML und bezweckt die Generierung von Wissen aus Erfahrung. Wobei mit Erfahrung Daten gemeint sind, mit welchen der Lernalgorithmus ein komplexes Modell entwickelt. Damit ein Algorithmus lernen kann, existiert im Gegensatz zu klassischen, statisch programmierten, Algorithmen eine Rückkopplung, welche die Entscheidungsregeln an das Erlernte anpasst, wodurch sich der Code dynamisch verhält, vgl. Abbildung 3. Hierbei wird zwischen offline und online lernende Systeme unterschieden. Bei offline lernenden Systemen erfolgt das Lernen vor der eigentlichen Anwendung der KI und wird während der Verwendung nicht fortgesetzt. Ein online lernendes System lernt im Rahmen der Anwendung und setzt diesen Prozess stetig fort. Hierdurch adaptieren sich diese Algorithmen kontinuierlich, während sie eingesetzt werden. In aller Regel ergibt sich somit eine fortlaufende Anpassung und daher eine Verbesserung der Algorithmen [1].

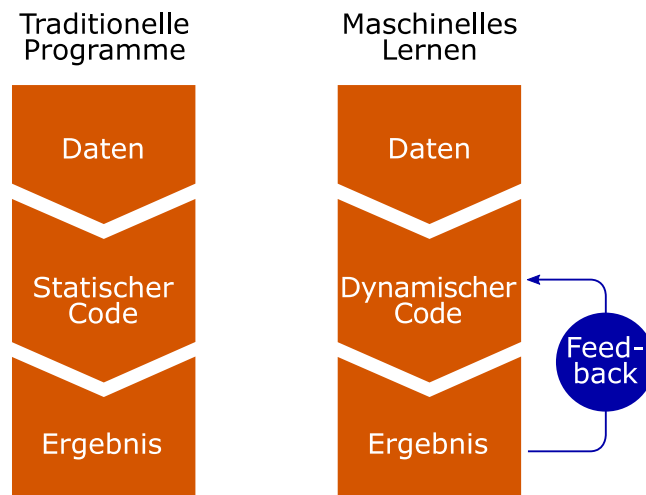


Abbildung 3 Vergleich traditioneller Programme mit ML (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [1])

Das Deep Learning² beschreibt den Versuch, das menschliche Gehirn modellhaft durch künstliche neuronale Netze nachzubilden. Ein vereinfachtes neuronales Netz zeigt Abbildung 4. Im Laufe des Lernprozesses verändern sich die Verbindungen sowie die Aktivierungsschwellen der Neuronen. Insbesondere mit dieser Technologie konnten in den letzten Jahren große Erfolge erzielt werden. Sie ist auch für den aktuellen Aufschwung der KI verantwortlich [1]. Jedoch ist es auch in diesem Fall notwendig, dass die KI zunächst lernt. Dies kann entweder durch Trainingsdaten geschehen, ein Verfahren, das zurzeit am häufigsten verwendet wird, oder durch eigenständiges Training. Eigenständiges Training bedeutet, dass beispielsweise ein Roboterarm versucht ein Bauteil zu greifen, sich bei diesem Prozess beobachtet und dadurch selbst lernt, wie das Bauteil am besten zu greifen ist. Es darf allerdings nicht davon ausgegangen werden, dass eine Programmierung in diesem Fall nicht notwendig ist, denn auch bei einem lernenden Algorithmus erfolgt zunächst eine aufwendige Programmierung des Lernalgorithmus. Dieser unterscheidet sich in aller Regel von Projekt zu Projekt.

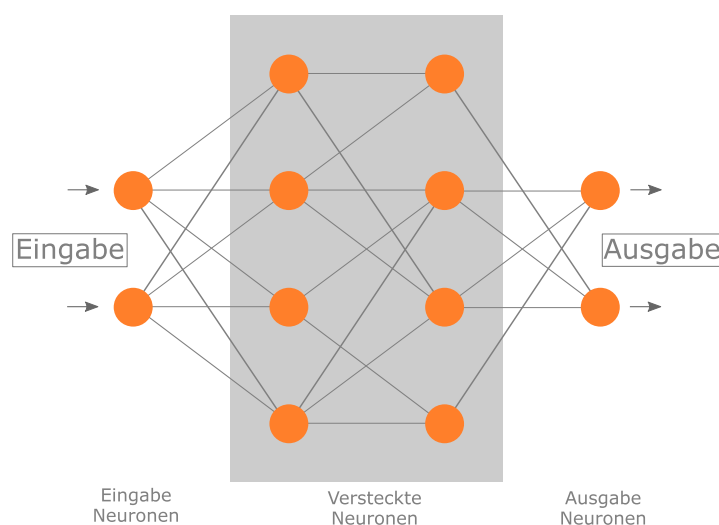


Abbildung 4 Vereinfachtes neuronales Netz (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [1])

² Deutsch: mehrschichtiges Lernen, tiefes Lernen oder tiefgehendes Lernen.

Welches Entwicklungspotential, aber auch gleichzeitig welche Schnellebigkeit das ML besitzt, zeigt sich am Beispiel der KIs Alpha Go und Alpha Go Zero. Diese KIs sind zum Spielen des chinesischen Strategiebrettspiels Go, von Google, programmiert worden. Im Jahr 2017 konnte Alpha Go den internationalen Go Champion Lee Sedol schlagen. Bereits ein Jahr später stellte Google die KI Alpha Go Zero vor, die sie schlug die im Vorjahr programmierte KI Alpha Go, nach nur drei Tagen Lernzeit, mit dem eindeutigen Spielergebnis von 100 zu 0. Erstaunlich ist hierbei, dass Alpha Go Zero im Vergleich zu Alpha Go mit sparsamerer Hardware auskommt und nur rund ein Zehntel an Trainingsspielen benötigte [1].

2.3 Hat KI ein Verständnis?

Nicht selten wird impliziert, dass KI ein Verständnis oder sogar ein Bewusstsein von den Daten hat, welche sie verarbeitet oder versteht, welche Bedeutung diese haben und in welchem Kontext sie stehen. Ein oft zitiertes Beispiel hierzu ist „Searles Chinesisches Zimmer“ [11]. In diesem Beispiel befindet sich eine Person, die kein chinesisches versteht, in einem abgeschlossenen Raum. Der Raum enthält ein umfangreiches Regelwerk, welches chinesische Schriftzeichenfolgen in andere chinesische Schriftzeichenfolgen überführt. Bekommt diese Person nun von außen einen Zettel hineingereicht, ohne zu wissen, dass es sich um eine Frage auf Chinesisch handelt, kann Sie unter Anwendung des Regelwerks eine Ausgabe generieren. Außerhalb wird diese Ausgabe als Antwort auf die Frage verstanden. Die Person in dem Raum hat jedoch weder die gestellte Frage noch die gegebene Antwort verstanden. Entsprechend handelt es sich in diesem Fall um kein verstehendes oder denkendes System. Angepasst an selbstlernende Algorithmen hieße dies, dass die Person im Raum Fragen gestellt bekommt, darauf antwortet und ein Feedback erhält, ob die gegebene Antwort korrekt oder falsch ist. Notiert sich die Person nun, in welchen Fällen eine Ausgabe korrekt bzw. falsch ist, generiert Sie nach ausreichend vielen Durchgängen, einen immer höheren Prozentsatz von richtigen Ausgaben und kann so ein Modell entwickeln, um zukünftige Fragen beantworten zu können. Wichtig ist hierbei jedoch, dass es sich um ähnliche Fragen handelt. Mit diesem Beispiel lässt sich verdeutlichen, dass das System kein weiterführendes Verständnis der gestellten Fragen besitzt.

3 Aktuelle Anwendungsbeispiele

Im Folgenden werden die im Rahmen der Recherche ermittelten KI-Systeme, welche sich im Feuerwehrwesen im Einsatz befinden, aufgezeigt. In Deutschland konnte noch kein in Betrieb befindliches System ermittelt werden.

3.1 Assistenzsystem zum Erkennen von Herzstillständen (Kopenhagen)

Ein Beispiel für eine bereits erfolgreich im Einsatz befindliche KI ist ein Assistenzsystem bei den Emergency Medical Services Copenhagen (EMS Copenhagen). Die EMS Copenhagen ist eine dem Gesundheitswesen zugehörige Leitstelle, welche sowohl den Notruf als auch eine medizinische Hilfshotline bedient [12]. Gemeinsam mit der Firma Corti erfolgte die Entwicklung einer auf Deep Learning basierten KI, welche die Erkennung von, am Telefon gemeldeten, Herzstillständen verbessert. Die Grundidee basiert auf einer Kombination der Erfahrungen sowie des Fachwissens der Leitstellendisponenten mit den Analysefähigkeiten einer KI. Mit dieser Verknüpfung sollen Herzstillstände zuverlässiger und schneller erkannt werden. Durch die schnellere Identifikation besteht die Möglichkeit einer frühzeitig durch den Disponenten angeleiteten Laien-Reanimation, was die Überlebenschancen signifikant erhöht [13]. Während des Notrufes analysiert im Hintergrund das Assistenzsystem in Echtzeit den Anruf. Es wertet nicht nur den Inhalt, also das Gesprochene aus, sondern auch die Prosodie³ sowie Umgebungsgeräusche. Diese Daten ermöglichen der KI eine Einschätzung der Lage. Erkennt sie, dass der Anrufer einen Patienten mit Herzstillstand meldet, wird automatisch eine Meldung an den Leitstellendisponenten generiert.

Die Erprobung des Algorithmus erfolgte mittels 108.607 unbearbeiteter aufgezeichneter Notrufe, von welchen bei 918 ein Herzstillstand vorlag. Zur kontinuierlichen Verbesserung archiviert Corti die in einem neuen Gespräch erfassten Daten und vergleicht diese mit bereits zuvor analysierten Notrufen. Hierdurch lernt der Algorithmus mit jedem weiteren Gespräch und erhöht mit steigender Datenmenge seine Genauigkeit. Basierend auf dem Testlauf wurde festgestellt, dass die KI Herzstillstände mit einer Differenz von 11,6 % nicht nur häufiger, sondern im Median auch 10 Sekunden schneller erkannt hat, vgl. Tabelle 1. Lediglich in 1 % der Fälle hat der Disponent einen Herzstillstand richtigerweise erkannt und die KI nicht. Dagegen hat bei 12 % die KI einen Herzstillstand korrekt festgestellt und der Disponent nicht [14].

³ Prosodie: Gesamtheit sprachlicher Eigenschaften wie Akzent, Intonation, Sprechgeschwindigkeit, Rhythmus, Quantität und Sprechpausen.

Tabelle 1 Vergleich KI und Leitstellendisponent bei der Erkennung von Herzstillständen
(Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [14])

	Künstliche Intelligenz	Leitstellendisponent
Sensitivität⁴	84,1 %	72,5 %
Spezifität⁵	97,3 %	98,8 %
Erkennungszeit (Median)	44 s	54 s

Nach der Pilotphase in Kopenhagen soll das System, in Kooperation mit der European Emergency Number Association (EENA), in vier weiteren europäischen Städten zum Einsatz kommen [15].

3.2 Social Media Screening (London)

Ein Phänomen in unserer heutigen Gesellschaft ist, dass in manchen Fällen noch bevor ein Notruf abgesetzt wird, bereits Informationen in den sozialen Medien vorhanden sind. Die Feuerwehr London hat diese Problematik erkannt und nutzt mittlerweile ein KI-System, welches die sozialen Medien nach Informationen zu Bränden sowie Unglücksfällen durchsucht und sie den Leitstellendisponenten mitteilt. Das System basiert auf ML. Durch dieses Vorgehen soll die Entdeckungszeit von Bränden und Unglücksfällen verkürzt werden [16]. Weitere Informationen sind zu diesem System gegenwärtig nicht vorhanden.

3.3 Predictive Analytics (London und New York)

Zu Predictive Analytics, also vorhersagenden Folgerung, zählen Systeme, welche auf Grundlage vergangener Daten Prognosen über Zustände in der Zukunft treffen. Der Allgemeinheit sind diese Art von Systemen häufig als Stauvorhersagen oder in Form von erhaltenen angepassten Kaufempfehlungen bekannt. Abbildung 5 zeigt, wo die Vorhersage zukünftiger Geschehnisse, Predictive Analytics, zeitlich neben der Analyse und dem Monitoring einzuordnen ist [17].

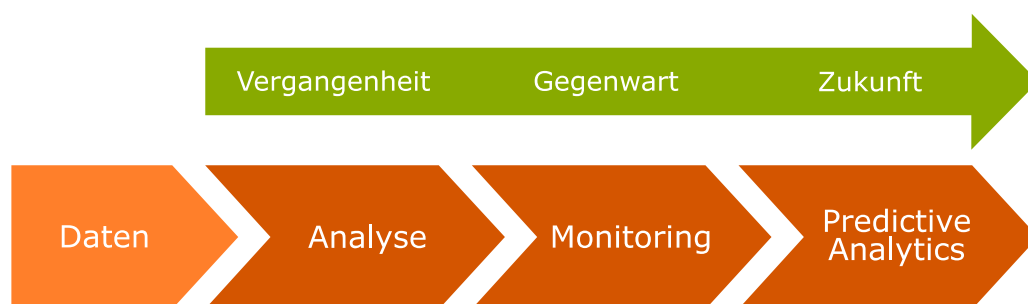


Abbildung 5 Einordnung Predictive Analytics (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [18])

Dieser Ansatz wurde zunächst von den Ermittlungsbehörden aufgegriffen und ist unter dem Namen Predictive Policing bekannt geworden. Es handelt sich hierbei um Prognosetechnologien zur Umsetzung vorhersagebasierter Polizeiarbeit. Solche Sys-

⁴ „Richtig-positiv-Rate“ Herzstillstände, welche korrekt als Herzstillstand erkannt wurden.

⁵ „Richtig-negativ-Rate“ Keine Herzstillstände, welche korrekt als kein Herzstillstand erkannt wurden.

teme zielen nicht darauf ab einzelne Täter vor der Durchführung der Tat zu ermitteln, wie es teilweise in Filmen wie *Minority Report* dargestellt wird. Die Zieldefinition ist hingegen wesentlich abstrakter und dient beispielsweise der Identifikation von Risikogebieten. Auch in Deutschland haben verschiedene Bundesländer Tests durchgeführt oder führen diese aktuell durch. Einige der getesteten Systeme sind bereits in die Alltagsorganisation übernommen worden [19]. Bisher wurden jedoch nur wenige und meist auch umstrittene empirische Studien veröffentlicht, welche die erhofften präventiven und effizienzsteigernden Effekte untermauern [20].

Auch Feuerwehren im Ausland nutzen mittlerweile Predictive Analytics Systeme, die analog zur Polizei häufig als Predictive Firefighting bezeichnet werden. Zu den bekanntesten Feuerwehren, welche solche Systeme einsetzen, gehören unter anderem New York und London. Auch wenn es geringe Unterschiede gibt, sind die Grundideen hinter diesen Systemen gleich. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es keine Feuerwehr in Deutschland, die ein KI basiertes Predictive Analytics System einsetzt.

Die Ansätze der Feuerwehren aus New York und London basieren darauf, ähnlich wie beim Predictive Policing, zukünftige Gefahrenschwerpunkte zu identifizieren. Beide Systeme nutzen eine Vielzahl unterschiedlicher Daten. Dazu gehören unter anderem Gebäudehöhen, Geodaten, vergangene Einsätze, die demografische Situation und Kriminalstatistiken. In London fließen rund 60 Variablen in die Analyse ein [21] [22]. Anhand dieser Daten erfolgt die Identifizierung von besonders gefährdeten Gebieten und Gebäuden. In den besonders gefährdeten Gebäuden, hierzu zählen auch private Haushalte, werden daraufhin gezielte Fire Inspections, vergleichbar mit der deutschen Brandverhütungsschau, durchgeführt [23] [17] [24]. Zur Gewährleistung der Datenaktualität unterhält die Londoner Feuerwehr ein spezielles Team von Datenanalysten, dessen Aufgabe es ist, interne wie externe Daten zu akquirieren und zu pflegen [16].

Die Feuerwehr London setzt das System seit 2008 ein. Bei der Betrachtung der Einsatzzahlen zeigt sich, dass die Anzahl der Brände, mit einigen Ausnahmen, stetig abnimmt, vgl. Abbildung 6. Ein kausaler Zusammenhang zwischen der Einführung und der Entwicklung der Anzahl der Brände lässt sich nicht eindeutig feststellen [25]. In New York konnten in den ersten 30 Tagen der Testphase des Predictive Firefighting 19 % mehr Verstöße gegen die Brandschutzvorschriften registriert werden als in den 30 Tagen zuvor. In Bezug auf die Anzahl der Brände kann, nach Angaben der Feuerwehr New York, allerdings nur ein geringer Rückgang festgestellt werden. Ob dieser im direkten Zusammenhang mit dem neuen System liegt, ist nicht bewiesen [17].

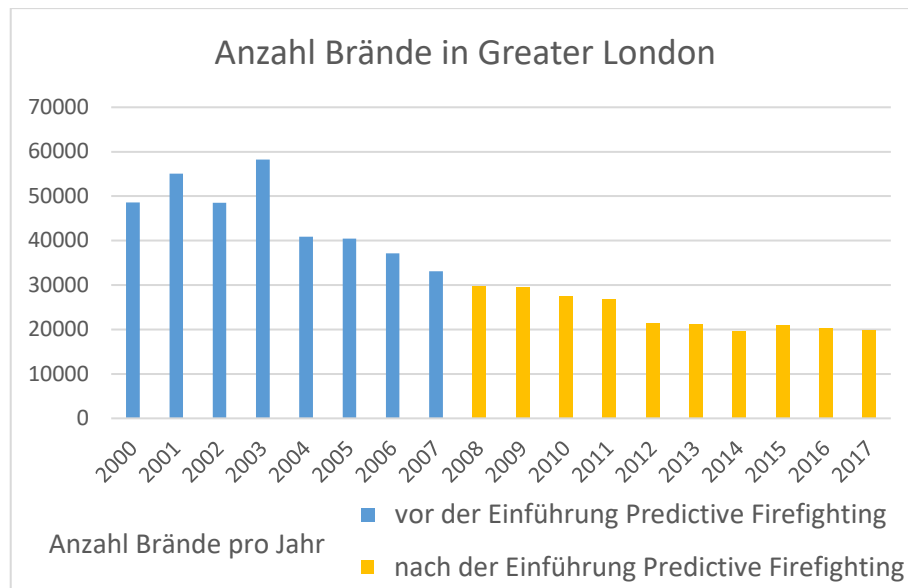


Abbildung 6 Anzahl aller Brände in Greater London (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [25])

Somit stellt sich, ähnlich wie beim Predictive Policing, die Frage, wie viele Brände durch das Predictive Firefighting letztendlich wirklich verhindert werden. Unumstritten ist jedoch eine gezieltere Durchführung von Brandverhütungsschauen möglich.

3.4 Intelligente Verkehrssteuerung (Hangzhou)

In Hangzhou, China, kommt seit 2016 das KI-System „City-Brain“ des Herstellers Alibaba zum Einsatz, welches den Verkehrsfluss in der Stadt intelligent steuert. Es vernetzt Ampeln, öffentliche Verkehrsmittel, aber auch Polizei und Feuerwehr miteinander. Auf der Liste der Städte mit den längsten Staus Chinas schaffte es Hangzhou, von 2016 bis 2018, von Platz 5 auf Platz 57 zu sinken [26].

Das System führt eine Echtzeit-Analyse des Verkehrs durch und steuert basierend darauf 128 Kreuzungsampeln, um einen reibungslosen Verkehrsfluss zu ermöglichen. Neben der Verkehrssteuerung kann das System Unfälle innerhalb einer Sekunde erkennen. Die Genauigkeit bei der Unfallerkennung liegt bei 92 %. In einigen Stadtteilen reduziert die intelligente Vorrangschaltung der Lichtzeichenanlagen für Rettungswagen die Anfahrsdauer um die Hälfte. Die Stadtverwaltung plant für die Zukunft die Ausweitung des Systems auf weitere Sektoren, wie z. B. die Energieversorgung. Dadurch wird eine sukzessive Entwicklung zu einer Smart-City durchgeführt [27].

Ein ähnlicher Ansatz zur optimierten Routenführung auf Basis von Verkehrsvorhersage, Routenplanung und Ampelschaltung wird im Forschungsprojekt Sirene bei der Berufsfeuerwehr Braunschweig erforscht [28]. Hier ist die Verwendung von KI aktuell nicht vorgesehen, da sich die Anforderungen gegenwärtig mit normalen Algorithmen abbilden lassen. Es wäre jedoch denkbar KI im Rahmen von Predictive Analytics zu einem späteren Zeitpunkt zu integrieren und so eine KI gestützte Verkehrsprognose mit einzubinden [29].

4 Mögliche zukünftige Einsatzgebiete

Im folgenden Kapitel werden weitere mögliche Einsatzgebiete für KI-Systeme im Feuerwehrwesen vorgestellt. Weiterhin erfolgt eine Betrachtung aktueller Forschungsprojekte.

4.1 Ausbildungsunterstützungssysteme

Insbesondere bei der Feuerwehr lässt sich eine stark ausgeprägte Heterogenität in der Ausbildung erkennen. Dies gilt für das Alter der Teilnehmer genauso wie für ihre Vorbildung. Weiterhin ist in den letzten Jahren die Teilnehmerzahl in Grundausbildungslehrgängen häufig gestiegen. Dadurch wird es den Ausbildern erschwert, die individuellen Lernstile, -fähigkeiten und -fortschritte jedes Einzelnen zu ermitteln. Mithilfe von, durch KI-Systeme begleiteten, E-Learning Prozessen soll dies ermöglicht werden. Durch Auswertung des E-Learnings hat die Ausbildungsstelle die Möglichkeit für jeden Auszubildenden einen, auf die individuellen Bedürfnisse angepassten, Bildungsplan zu entwickeln. Auch bei der Erstellung eines solchen Bildungsplans besteht die Möglichkeit der Unterstützung durch KI-Systeme. Somit ergibt sich die Chance, einer Unterforderung von besonders begabten Teilnehmern entgegenzuwirken und gleichzeitig überforderte Auszubildende individuell zu unterstützen, um ihnen ein Mithalten zu ermöglichen [30]. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass für ein solches System eine Vielzahl von sensiblen persönlichen Daten erhoben und elektronisch verarbeitet werden müssen. Je nach Ausbaustufe kann zudem ein Gefühl der ständigen Überwachung auftreten. Aufgrund der kurzen Dauer von Lehrgängen im Bereich der freiwilligen Feuerwehr sowie bei Seminaren, wird ein solches System keine valide Datenmenge sammeln können. Auch die Etablierung individueller Bildungspläne ist in der kurzen Zeit kaum möglich. Somit begrenzt sich der Hauptanwendungsbereich auf die Ausbildung von hauptamtlichen Kräften der verschiedenen Laufbahngruppen.

Ein weiterer Aspekt im Rahmen der Ausbildung ist die Verwendung von Agenten zur Simulation menschlichen Handelns in virtuellen Simulationsumgebungen [4]. Durch diese Agenten kann die Zahl der benötigten Personen zur Betreuung einer Übung reduziert werden. Ein Beispiel hierfür ist die Stabsausbildung, welche sonst von mehreren Ausbildern bespielt werden muss. Hier könnten auf die Entscheidungen des Stabes angepasste Lageänderungen generiert werden.

4.2 Sprachassistentensysteme

Das bei der Leitstelle Kopenhagen eingesetzte Assistenzsystem, vgl. Kapitel 3.1, ist ein System, welches das hohe Potential von KI basierten Assistenzsystemen im Bereich der Leitstelle aufzeigt. Es unterstützt den Disponenten bei seiner Entscheidungsfindung und kann Merkmale, deren Wahrnehmung sich ihm entziehen, berücksichtigen. Weiterhin gibt es Forschungen, die sich mit der Erkennung von Krankheiten auf Basis der Analyse der Stimme fokussieren [31] [32].

In Zukunft können mit hoher Wahrscheinlichkeit weitere Bereiche ermittelt werden, in denen ein Assistenzsystem den Leitstellendisponenten dabei unterstützt die Situation

vor Ort und den Zustand des Anrufers mit einem höheren Detailgrad einzuschätzen. Ferner ist eine Funktionserweiterung des Systems denkbar. Die bereits genutzte Spracherkennung kann dafür verwendet werden, den gesprochenen Text des Anrufers zu visualisieren, um so Kommunikationsprobleme zu beheben.

In Kombination mit einem Übersetzungssystem besteht die Möglichkeit Sprachbarrieren zu überwinden. Dies bekommt, insbesondere mit zunehmender Globalisierung, einen immer höheren Stellenwert. Häufig reichen Kenntnisse in deutscher und englischer Sprache nicht mehr aus, um das große Spektrum an verschiedenen Sprachen bei Notrufen zu bedienen [33]. Auch für solche Anwendungen kommen schon heute im Privatsektor KI-Systeme zum Einsatz. Google Translator beherrscht durch den selbstlernenden Algorithmus, Stand November 2016, bereits 103 Sprachen [34].

Weiterhin kann in Leitstellen häufig beobachtet werden, wie die Disponenten bei Rückmeldungen von der Einsatzstelle versuchen diese mit zu tippen oder händisch Notizen anzufertigen, um sie dann schließlich in den Leitstellenrechner einzupflegen. Auch hier kann solch ein System die Rückmeldung mithören und in Text umwandeln. Der Disponent hat so die Möglichkeit sich auf den Inhalt der Rückmeldung zu konzentrieren und kann im Anschluss den generierten Text, wenn notwendig, korrigieren. Durch diese Anpassungen kann die Spracherkennung weiter lernen.

Bei Flächenlagen kann es dazu kommen, dass aufgrund der Vielzahl der Anrufe Wartezeiten beim Notruf entstehen. Die Problematik in diesen Fällen liegt darin, dass eine intelligente Unterscheidung zwischen nicht kritischen Meldungen, z. B. dem auf der Straße liegenden Baum, und einem kritischen Anruf, beispielsweise einem Brand mit Menschenleben in Gefahr oder einer Reanimation, momentan nicht möglich ist. Eine KI könnte, als Alternative zur Warteschleife, eine erste intelligente Abfrage zur Priorisierung der Anrufe durchführen und zeitkritische Meldungen direkt zu einem Disponenten durchschalten. Als Basis könnte hier die KI aus Kapitel 3.1 genutzt werden.

4.3 Intelligente Disposition und Routing

Die Verkehrssituation in deutschen Städten wird zunehmend komplexer und insbesondere durch Umweltzonen, Umweltspuren o.Ä. häufig zusätzlich verkompliziert [35]. Auch wenn Einsatzfahrzeuge mit Sondersignalanlagen ausgestattet sind, verzögert sich die Anfahrtszeit aufgrund der angespannten Verkehrslage häufig. Daten von Smartphones, Fahrzeugtrackern, Kameras und weiteren Sensoren ermöglichen eine wesentlich detailliertere Betrachtung der aktuellen sowie eine Prognose der zukünftigen Verkehrssituation [36]. Die Disposition der Einsatzfahrzeuge erfasst diese in aller Regel jedoch nicht, sondern ist an statische Ausrückebereiche gebunden oder verwendet ein Routing, welches nicht die aktuelle Verkehrslage berücksichtigt.

Mittels KI besteht die Möglichkeit eine intelligente Disposition durchzuführen, in der die aktuelle Verkehrssituation mit einbezogen wird. Zudem können mit GPS ausgestattete Einsatzfahrzeuge, basierend auf ihrer aktuellen Position, in Einsätze eingebunden werden. Der Vorteil einer dynamischen Disposition liegt darin, dass sie die

aktuelle Situation bewertet und basierend darauf die Einheiten einer Einsatzstelle zuteilt. Hierdurch ergibt sich eine Reduzierung der Anfahrtszeiten.

In Verbindung mit einer intelligenten Verkehrssteuerung, wie in Kapitel 3.4 bereits vorgestellt, kann ein solches System auch prüfen, welche Strecke kombiniert mit einer intelligenten Ampelsteuerung die schnellste ist, darauf basierend die Einheiten bestimmen und per Navigation über die ausgewählte Route zur Einsatzstelle führen. Ferner kann ein Routing auch für die Rückfahrt zur Wache eingesetzt werden, was zu einer schnelleren Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft führt.

4.4 Überwachung sozialer Medien

Wie in Kapitel 3.2 vorgestellt, nutzt die Feuerwehr London bereits ein KI-System zum Überwachen der sozialen Medien. Auch in Deutschland erfolgte beim G20 Gipfel das händische Überwachen von sozialen Netzwerken. Jedoch hat sich gezeigt, dass dies äußerst personalintensiv ist. Eine Kontrolle auf deutlich erhöhte Aktivitäten von Smartphones, in Kombination mit Informationen aus sozialen Netzwerken, könnte möglicherweise auf ungewöhnliche Zustände aufmerksam machen [37].

Im Forschungsprojekt Integer wird beispielsweise eine visuelle Entscheidungsunterstützung bei der Auswertung von sozialen Netzwerken erforscht [38]. Hier wäre es denkbar solche Auswertprozesse einer KI zu überlassen, da die Überwachung der sozialen Netzwerke andernfalls, aufgrund der Vielzahl von Netzwerken und der darin enthaltenen Informationen, nicht oder nur mit erheblichem Aufwand durch Menschen zu bewältigen wäre. Die KI kann selbstständig entscheiden, welche Informationen Priorität für den aktuellen Einsatz haben. Auch kann sie die Überprüfung des Wahrheitsgehaltes durch die Einbeziehung verschiedener Quellen und den Vergleich mit früheren bereits geposteten Informationen durchführen. Dadurch kann der Gefahr der gezielten Desinformation entgegnet werden.

4.5 Lagebeurteilung und Entscheidungsunterstützung

Insbesondere hochdynamische Lagen, wie Amok oder Terror, bringen die klassische Stabsarbeit an ihre Grenzen. Zum einen ist ein Stab nicht unmittelbar mit Ereigniseintritt vollständig besetzt und zum anderen erfordern diese Lagen eine Auswertung von massenhaften, schnell veränderlichen Daten in kurzer Zeit. Die Bundeswehr nennt diese Entwicklung „Fight-at-machine-Speed“, womit ausgedrückt wird, dass Entscheidungsprozesse, die früher teilweise Stunden beansprucht haben, heute in Minuten oder gar Sekunden durchgeführt werden müssen [4].

Gerade die Vervollständigung und Aktualisierung des Lagebildes ist aufgrund der hohen Dynamik und der Vielzahl an Datenquellen durch Menschen in solchen Lagen, aber auch bei Flächenlagen, nicht mehr adäquat beherrschbar. Die Polizei sieht im Informationsüberfluss eine Quelle für Fehlentscheidungen in der Stabsarbeit [39]. Ebenso stößt der klassische Ansatz der Zerlegung in Teilaufgaben bei solchen Lagen aufgrund der Komplexität sowie der Dynamik an seine Grenzen [40].

Weiterhin sind Großveranstaltungen für Sicherheitsbehörden eine besondere Herausforderung. Eine Einschätzung der Personendichte sowie der Emotionslage der

Personen mittels KI-basierter Video- und Audioauswertung ermöglicht es frühzeitig auf gefährliche Veränderungen zu reagieren und entsprechende Maßnahmen vorzubereiten oder bereits einzuleiten. Erste KI-Anwendungen, die die Stimmung von Menschen einschätzen können, existieren bereits [41].

Auch zukünftig eventuell neu hinzukommende Datenquellen wie Smart-Home oder Smart-City Systeme, die eine Vielzahl an neuen Daten zur Verfügung stellen, können nicht mehr adäquat von Menschen allein verarbeitet werden. Sie können dennoch wichtige Informationen wie Aufenthaltsorte von Personen in brennenden oder eingestürzten Gebäuden enthalten, was eine Beschleunigung der Rettung begünstigen kann. Auch bei Flächenlagen können solche Systeme die Lagebeurteilung durch Vernetzung vieler Sensoren verbessern. Ein Beispiel hierfür ist die Verknüpfung von Wetterdaten mit Regensensoren sowie Pegelständen bei Unwetterlagen.

Eine KI könnte hier sowohl die Datenakquise, beispielsweise durch Auswertung sozialer Medien, vgl. Kapitel 4.4, als auch die Aufbereitung optimieren. So kann eine KI die Daten auf Plausibilität prüfen und damit eine erste Filterung erreichen. In einem nächsten Schritt besteht die Möglichkeit in den Daten Muster zu erkennen und somit Informationen zu generieren. Diese können dem Anwender zielgerichtet als taktische Lagebeurteilung zur Verfügung gestellt werden.

In einer weiteren Ausbaustufe wäre es denkbar, Vorschläge für Einsatzoptionen zu generieren, welche einen möglichst effizienten und effektiven Einsatz der Kräfte ermöglichen und diese dem Anwender zur Auswahl zu stellen. Hierdurch ergibt sich ein Wechsel vom kräfteorientierten zu einem wirkungsorientierten Einsatz [40].

4.6 Weitere Möglichkeiten für Predictive Analytics

Die ersten Anwendungen von Predictive Analytics in London und New York zeigen, dass die Auswertung unterschiedlichster Daten zu einer Erkenntniserweiterung führen kann. Die Zahl der entdeckten Mängel im Brandschutz konnte in beiden Fällen erhöht werden. Ein Beweis für eine Verminderung der Anzahl der Brände lässt sich jedoch nicht eindeutig ableiten. Außerdem ist fraglich, in welcher Form eine solche zielgerichtete Brandverhütungsschau in Deutschland anwendbar ist. Am Beispiel von NRW lässt sich aufzeigen, dass es im Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz (BHKG) klare Regelungen dafür gibt, welche Gebäude zu kontrollieren sind.⁶ Somit fehlt für eine zielgerichtete Kontrolle von Privathaushalten die rechtliche Grundlage. Einzig die im BHKG definierte maximale Dauer zwischen zwei Brandverhütungsschauen könnte gegebenenfalls dynamisch, aufgrund der Vorhersagen, angepasst werden.⁷

Wo jedoch die Predictive Analytics mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Mehrwert erzeugen kann, sind zum einen im Bereich der dynamischen Verschiebung von Einsatzfahrzeugen und zum anderen in der Brandschutzbedarfsplanung. Die dynami-

⁶ Vgl. § 26 Absatz 2 Satz 1 BHKG.

⁷ Vgl. § 26 Absatz 2 Satz 4 BHKG.

sche Verschiebung von Fahrzeugen ermöglicht es, die vorhandenen Ressourcen möglichst effizient zu positionieren. Insbesondere im Rettungsdienstsektor sind, aufgrund der in aller Regel hohen Einsatzzahlen, eine Vielzahl an Daten vorhanden. Diese ermöglichen es, zeitabhängig Gebiete zu prognostizieren, an denen viele Einsätze anfallen. Entsprechend können Einsatzfahrzeuge zur Spitzenabdeckung von gering frequentierten Gebieten abgezogen und in diese Gebiete verlegt werden. In den Vereinigten Staaten gab es bereits 1983 erste Ansätze, bei denen Fahrzeugen zwischen Einsätzen optimierte Ausrückebereiche zugewiesen wurden. Somit kehren die Fahrzeuge nach Beendigung nicht zur Wache zurück, sondern bewegen sich einsatzbereit in einem zugewiesenen Bereich z. B. in einem bestimmten Stadtteil [42].

In der Brandschutzbedarfsplanung soll, nach der Handreichung des Deutschen Städtetags, das zukünftige Leistungsniveau der Feuerwehr beschrieben werden [43]. Bei der Verwendung von vielen unterschiedlichen Datenquellen besteht die Möglichkeit neue Zusammenhänge zu entdecken und mittels Predictive Analytics zukünftige Entwicklungen genauer abzuschätzen.

4.7 Autonom agierende Roboter und Drohnen

Der Bereich der autonom agierenden Roboter und Drohnen umfasst Mess- und Erkundungssysteme sowie manipulierende Systeme. Diese können einzeln agieren oder eine Schwarmintelligenz, also eine gemeinsam wirkende Einheit aus mehreren autonom agierenden Systemen, bilden.

Insbesondere Waldbrände in Munitionsverdachtsflächen haben die Feuerwehren im Jahr 2019 vor besondere Herausforderungen gestellt. Betroffen sind davon sowohl die Lageerkundung als auch die spätere Brandbekämpfung, da Sperrflächen nicht betreten werden können [44]. Die frühzeitige Lageerkundung in einsturzgefährdeten Gebäuden sowie im Gefahrenbereich bei Einsätzen mit atomaren, biologischen oder chemischen Gefahrstoffen sind ebenfalls Beispiele, bei denen der Mensch an seine Grenzen stößt. Auch können weit ausgedehnte Einsatzstellen die Lageerkundung erschweren oder in der Erkundungsphase zu viel Personal binden.

Mittlerweile nutzen Feuerwehren zunehmend ferngesteuerte Drohnen zur Erkundung [45]. Aber auch diese Erkundungsinstrumente kommen bei ausgedehnten Einsatzstellen schnell an ihre Grenzen und sie benötigen Personal für die Flugsteuerung sowie für die Auswertung der Bild- und Sensordaten. In aller Regel kann ein Drohnenpilot nur eine einzelne Drohne steuern. Die in der Einleitung bereits erwähnten, mittels KI gesteuerten autonomen Drohnenschwärme könnten hingegen Einsatzstellen selbstständig flächendeckend erkunden und fortlaufend überwachen. Im Rahmen der fortlaufenden Überwachung der Einsatzstelle könnten Lageänderungen automatisiert gemeldet werden. Durch die Autonomie der Systeme benötigen diese zukünftig keinen Piloten, sondern können durch die KI selbstständig agieren. Erste Forschungen zur Erkundung von Gefahrstoffen mit Drohnen und Robotern sowie zur Schwarmintelligenz erfolgten bereits am Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie Dortmund [46] [47].

Überdies gibt es bereits erste Forschungsprojekte in Duisburg und Dortmund, in denen eine Drohne parallel zur Alarmierung der Einsatzkräfte startet und noch vor dem Eintreffen der Einsatzkräfte erste Video und Bildaufnahmen von der Einsatzstelle zur Verfügung stellen soll. Bei beiden Projekten ist zum aktuellen Stand noch ein Pilot vorgesehen [48]. Beim Forschungsprojekt der Feuerwehr Dortmund wäre ein vollständig autonomer Flug ohne Piloten, nach Angaben der RWTH⁸ Aachen, grundsätzlich möglich [49]. Auch das Forschungsprojekt der Feuerwehr Duisburg hat das Ziel, eine autonom agierende Drohne einzusetzen.

Neben der reinen Erkundung ist es durchaus denkbar in Zukunft in Hochrisikobereichen, wie beispielsweise Munitionsverdachtsflächen oder kontaminierten Bereichen, autonome Roboter zum Einsatz kommen zu lassen. Gegenwärtig werden hier ferngesteuerte bodengebundene Systeme verwendet. Ein Beispiel dafür ist der Kerntechnische Hilfsdienst. Dieser besitzt mehrere ferngesteuerte Roboter, die bei einem Unfall mit radioaktiven Stoffen dort zum Einsatz kommen, wo die Strahlenbelastung für Menschen zu hoch ist [50]. Auch der Einsatz von autonomen Löschdrohnen, zur Durchführung punktueller Brandbekämpfungen wäre denkbar. Bei Munitionsverdachtsflächen oder ABC-Lagen ergäbe sich bei Drohnen der Vorteil, dass der Bodenkontakt gemieden wird. Im Bereich von zeitkritischen Einsätzen wie einem Innenangriff sind Roboter aktuell dem Menschen weder in Geschwindigkeit noch im Handling ebenbürtig. Jedoch sind auch auf diesem Gebiet zukünftig neue Ergebnisse zu erwarten.

Ein Gesamtprojekt, welches untersucht, in welcher Form KI in verschiedenen Szenarien im Feuerwehrwesen eingesetzt werden kann, erfolgt durch die Plattform Lernende Systeme, die das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Jahr 2017 initiiert hat [7]. Weiterhin beschäftigt sich das Kompetenzzentrum für Rettungsrobotik mit Robotersystemen in menschenfeindlichen Umgebungen [51].

⁸ Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule.

5 Mögliche Risiken

In diesem Kapitel werden mögliche Risiken bei der Verwendung von KI in der Feuerwehr betrachtet. Die, durch Filme und Bücher häufig prognostizierte, Gefahr einer künstlichen Superintelligenz, welche den Menschen übertrifft, ist aus aktueller Sicht heraus nicht gegeben [8]. Dazu müsste zunächst die Entwicklung einer starken KI gelingen. Von dieser sind die aktuellen Forschungen noch weit entfernt [1]. Entsprechend wird diese Thematik unter den Risiken nicht betrachtet.

5.1 Datenschutz

Mit der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) hat die Europäische Union im Jahr 2018 eine Gewährleistung für den Schutz personenbezogener Daten innerhalb der Europäischen Union eingeführt.⁹ Sie umfasst die ganz, teilweise oder nicht automatisierte Verarbeitung personenbezogener Daten. Jedoch sieht die DSGVO verschiedene Bedingungen für eine rechtmäßige Verarbeitung vor, im Folgenden die für die Feuerwehr wichtigsten:

- Bei Einwilligung der betroffenen Person.¹⁰
- Erforderlichkeit, um eine rechtliche Verpflichtung zu erfüllen.¹¹
- Erforderlichkeit, um lebenswichtige Interessen der Betroffenen oder einer anderen natürlichen Person zu schützen.¹²
- Erforderlichkeit der Verarbeitung für die Wahrnehmung einer Aufgabe, die im öffentlichen Interesse liegt oder in Ausübung öffentlicher Gewalt erfolgt, die dem Verantwortlichen übertragen wurde.¹³

Die obigen Bedingungen zeigen, dass es Ausnahmen für die rechtmäßige Verarbeitung gibt, ob diese anwendbar sind sollte jedoch im Einzelnen geprüft werden [52]. Soweit eine Zuordnung der Daten zu bestimmten Personen nicht notwendig ist, bietet sich die Alternative der Pseudonymisierung von Datensätzen an, um den Schutz personenbezogener Daten zu gewährleisten. Hier wird die Zuordnung von Daten zu einer Person, durch die Entfernung von Namen und Identifikationsmerkmalen, erschwert oder verhindert [53].

5.2 Haftung

In Bezug auf die Haftung ergibt sich eine wichtige Frage bei online lernenden Algorithmen. Diese entwickeln sich während ihrer Verwendung stetig weiter. Entsprechend kommt es zu einer Veränderung des Algorithmus. Sollte es durch einen Fehler des Algorithmus zu einem Schaden kommen, stellt sich die Frage der Haftung. Ist

⁹ Vgl. Artikel 1 Absatz 1 und 2 DSGVO.

¹⁰ Vgl. Artikel 6 Absatz 1 Satz 1a DSGVO.

¹¹ Vgl. Artikel 6 Absatz 1 Satz 1c DSGVO.

¹² Vgl. Artikel 6 Absatz 1 Satz 1d DSGVO.

¹³ Vgl. Artikel 6 Absatz 1 Satz 1e DSGVO.

der Hersteller verantwortlich, obwohl der Algorithmus bei der Auslieferung funktioniert hat und der Fehler erst durch den Online-Lernprozess erzeugt wurde, oder ist der Benutzer verantwortlich, da er den Lernprozess nicht korrekt überwacht hat? Nach juristischer Ansicht darf sich der Betreiber von KI-Systemen nicht alleinig auf den Hersteller verlassen, sondern steht in der Pflicht eigene Schutzmaßnahmen zu ergreifen [54]. Das Produkthaftungsgesetz gilt nur für bewegliche Sachen, gegenwärtig wird Software entsprechend nicht als Produkt im Sinne des Gesetzes betrachtet. Die Produzentenhaftung hingegen kommt nur in Betracht, wenn der Hersteller einen Schaden vorsätzlich oder fahrlässig verursacht. Aufgrund der Weiterentwicklung von KI-Systemen ist fragwürdig, ob dem Hersteller Fahrlässigkeit vorgeworfen werden kann, wenn er den Eintritt nicht voraussehen und damit auch nicht verhindern kann [53].

Ein erster tödlicher Unfall mit einem durch KI gesteuerten Fahrzeug der Firma Uber hat sich im März 2018 in Phoenix (Arizona) in den USA zugetragen. Hier wurde eine Fahrradfahrerin durch ein autonomes Fahrzeug beim Überqueren der Straße nicht korrekt erkannt, was zu einer tödlichen Kollision führte. Die Ermittlungsbehörden gehen davon aus, dass der Algorithmus den fatalen Unfall begünstigt hat [55]. Nach einem Bericht der US-Verkehrssicherheitsbehörde NTSB¹⁴ gilt die Unaufmerksamkeit der Testfahrerin des autonomen Fahrzeuges als wahrscheinliche Unfallursache [56]. Sollte sich die Einschätzung der NTSB bestätigen, zeigt dies den enormen Verantwortungsbereich der Anwender bzw. Überwacher von KI. Sie tragen letztlich die Verantwortung und müssen als letzter Entscheider die KI überwachen.

5.3 Ethische Bedenken

Insbesondere wenn eine KI Entscheidungen trifft, welche unmittelbar das Leben von Menschen beeinflussen, müssen auch ethische Überlegungen vorgenommen werden. Beispiele hierfür sind Entscheidungen im Rahmen der Einsatzplanung. Welche Gefahr muss an welcher Stelle zuerst bekämpft werden? Eine Frage, die sich Führungskräfte im Rahmen der Beurteilung einer Lage stellen müssen. Gegebenenfalls kann darin auch die Entscheidung über die Reihenfolge der Menschenrettung enthalten sein. Hier stellt sich die Frage, ob eine solche Entscheidung durch eine KI getroffen werden soll. Eine Fixierung der Formulierung ethischer Normen, sodass KI-Systeme diese auf die verschiedenartigsten komplexen Situationen anwenden können, scheint derzeit nicht realisierbar. Auch stellt sich die Frage des Umgangs mit online lernenden Algorithmen, die zum Beginn ihrer Verwendung ethische Normen einhalten, sie aber durch ihre Weiterentwicklung verwerfen könnten [9]. Die ethische Betrachtung der KI in kritischen Entscheidungsprozessen bestärkt die Installation des Menschen als letzten Entscheider.

¹⁴ National Transportation Safety Board.

5.4 Diskriminierung

Ein von Amazon eingeführtes KI-Tool, zur Beurteilung von Bewerbungen, basierend auf ML, wird von dem Unternehmen mittlerweile nicht mehr eingesetzt. Der Grund dafür ist, dass der Algorithmus sich sexistische Tendenzen beigebracht hat. Männer wurden beispielsweise mit einer höheren Punktzahl als Frauen bewertet. Das Training des Systems erfolgte hauptsächlich durch zehn Jahre alte Bewerbungen, die überwiegend von Männern stammten. Daraufhin bewertete der Algorithmus das Wort Frauen als schlecht, was entsprechend negativ in die Bewertung einfluss [57]. Mit dieser Problematik ist Amazon jedoch nicht allein, auch Bilderkennungssysteme von IBM und Microsoft identifizieren, nach einer Studie des MITs¹⁵, weiße Männer mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als dunkelhäutige Frauen [58]. Eine Frage, die an dieser Stelle allerdings gestellt werden muss, ist die nach der zugrunde liegenden Quelle des Problems. Diese scheint nicht beim Algorithmus zu liegen, sondern hauptsächlich bei den, durch die Entwickler, ausgewählten Trainingsdaten. Enthalten diese sexistische oder rassistische Tendenzen, entwickelt der Algorithmus im Rahmen seines Lernprozesses entsprechende Kriterien. Eine KI, welche beispielsweise bei der Priorisierung von Rettungsmaßnahmen Geschlecht, Ethnie oder ähnliche Kriterien mit einbezieht, wäre unververtretbar.

Andererseits besitzt eine richtig programmierte KI keine Emotionen oder irrationale Willkür. So gibt es einen statistischen Zusammenhang zwischen der Tageszeit sowie der Entscheidung eines Richters bei der Strafhöhe und der Wahrscheinlichkeit eine Strafaussetzung auf Bewährung zu erhalten. Daher stellt sich die Frage, ob Algorithmen im Durchschnitt nicht sogar die besseren, unvoreingenommeneren und konsistenteren Entscheider sind [59].

Insbesondere bei lernenden Algorithmen sind deshalb die Richtigkeit und Qualität der Daten, die zum Lernen verwendet werden, von essenzieller Bedeutung. Sind bereits diese Daten fehlerbehaftet, können fatale Fehlentwicklungen des Systems die Folge sein. Ebenfalls muss eine Manipulation der Daten ausgeschlossen werden. Es ist somit zwingend erforderlich, dass Qualität und Richtigkeit der zum Training genutzten Daten, offline wie online, zuvor verifiziert werden.

5.5 Transparenz

Ein Problem von KI ist, dass insbesondere Deep-Learning Strukturen aufgrund ihrer Komplexität nicht mehr vollumfänglich durchschaut werden können. Der Grund dafür ist, dass Entscheidungen auf einer Interaktion einzelner neuronaler Knoten basieren. Die Anzahl der Knoten kann hier bei bis zu Millionen oder sogar Milliarden liegen. Weiterhin verändern sich die neuronalen Netze bei online lernenden Systemen während der Verwendung. Somit beeinflussen die verarbeiteten Daten die Entscheidungsstruktur des Netzes. Hierdurch kann es sogar bei gleichgelagerten Fällen zu

¹⁵ Massachusetts Institute of Technology.

unterschiedlichen Entscheidungen kommen, da sich die Struktur zwischenzeitlich verändert hat [59].

Dhruv Batra, Mitglied der Forschungsgruppe für KI bei Facebook hat dazu Folgendes gesagt: „Wir verstehen schon jetzt im Allgemeinen nicht, wie komplexe KIs denken, weil wir in ihren Denkprozess nicht wirklich hineinsehen können.“ [60]. Auch die Informatiker Kleinberg und Mullainathan sehen dies ähnlich: „Wir bauen sie zwar, aber wir verstehen sie nicht.“ [59]. Aus diesen Zitaten lässt sich erkennen, dass sich die Prozesse innerhalb der Algorithmen sogar dem Erkenntnishorizont der Schöpfer entziehen.

Auch lassen sich Entscheidungen neuronaler Netze später nicht mehr oder nur teilweise rekonstruieren, sodass sich, je nach Einsatzgebiet, die Frage stellt, wie ein nachvollziehbares und rechtlich überprüfbares Handeln gewährleistet werden kann. Neben der zumeist nicht möglichen Rekonstruktion von Entscheidungen ist weiterhin eine Vorhersage der Verhaltensweisen online lernender KIs in aller Regel ausgeschlossen [59].

Ist ein transparentes, nachvollziehbares oder vorhersehbares Handeln einer KI notwendig, ist dies im Entwicklungsprozess zu berücksichtigen. Ist eine Garantie dieser Punkte allerdings nicht möglich, aber notwendig, sollte in diesen Fällen der Einsatz solcher Algorithmen kritisch hinterfragt werden. Ein unveränderliches Handeln lässt sich durch den Einsatz von offline lernenden Systemen erreichen.

5.6 Abhängigkeit von Systemen, Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit

Bei der Gefahrenabwehr ist die Funktionalität in Ausnahmesituationen von zentraler Bedeutung. Zwar lässt sich mit Unterstützungssystemen die Effektivität und Effizienz sowie der Komfort für die Mitarbeiter steigern, aber auch bei einem Ausfall oder einer Fehlfunktion einzelner oder aller Unterstützungssysteme müssen die Mitarbeiter in der Lage sein den Betrieb aufrecht zu erhalten. Hierzu ist es notwendig, dass die Mitarbeiter auch ohne Unterstützungssysteme handlungsfähig bleiben. Des Weiteren müssen die Mitarbeiter Fehlfunktionen oder Fehlentscheidungen des Systems erkennen und dann intervenieren, denn sie agieren in aller Regel als letzter Entscheider. Außerdem müssen Rückfallebenen vorhanden sein, um bei einem Ausfall den Betrieb aufrecht zu erhalten.

Ein vergleichbarer Sektor in dieser Beziehung ist die Luftfahrt, auch hier können durch Autopiloten positive Aspekte erzielt werden, jedoch muss die Crew bei einem Ausfall oder einer Fehlfunktion die Fähigkeit besitzen, das Flugzeug weiter zu betreiben und sicher zu landen. Eine Studie der Bundesluftfahrtbehörde der Vereinigten Staaten zeigt jedoch, dass zum einen Piloten häufig Defizite im händischen Flug aufzeigen und zum anderen das Vertrauen in die Autopiloten zu groß ist. Entsprechend besteht eine Hemmschwelle, gegen diese zu entscheiden [61]. Hier stellt sich die Frage, ob der Mensch als letzter Entscheider auch als dieser agiert.

Bereits vor der Einführung ist zu klären, wie mit Abweichungen von den von KI-Systemen generierten Entscheidungen umgegangen wird. Andernfalls kann der Ef-

fekt des blinden Vertrauens in Assistenzsysteme zusätzlich verstärkt werden. Auch Beispiele, bei denen Fahrzeuge auf der Autobahn wenden oder auf Waldstraßen stecken bleiben, weil das Navigationsgerät einen Fehler macht und sich trotz berechtigter Zweifel auf dieses verlassen wurde, zeigen die Gefahr eines unreflektierten Vertrauens in die Systeme sowie einer zu großen Abhängigkeit von der Technik [62] [63]. Eine weitere Automation von Entscheidungsprozessen durch Anwendung von KI könnte solche Effekte noch verstärken. Entgegnet werden kann solchen Tendenzen durch eine klare Stärkung der Mitarbeiter als letzte Entscheider.

Die Entscheidungsfähigkeit oder die Fähigkeit einen bestimmten Prozess durchzuführen können aufgrund mangelnden Trainings durch einen zu hohen Automatisierungsgrad nicht mehr oder nur noch rudimentär vorhanden sein. Im Bereich der Leitstelle begegnen viele Feuerwehren dieser Entwicklung durch Notbetriebsübungen, bei denen diese ohne Unterstützungssysteme betrieben wird. Dadurch sind Handlungsabläufe und Vorgehensweisen bei einem Ausfall trainiert und funktionieren auch bei einem Spontanausfall.

Ferner ist es wichtig, dass Assistenzsysteme für die speziellen Anforderungen der Feuerwehr geeignet sind und dass das Personal entsprechend geschult ist. Beispielsweise gibt es erste Fälle in denen Fahrerassistenzsysteme in Einsatzfahrzeugen, auf welche die Mitarbeiter nicht geschult waren, bei einsatzbedingten Fahrmanövern eingriffen und somit eine Gefahrensituation herbeigeführt haben [64].

5.7 Akzeptanz durch Personal und Gesellschaft

Ein wichtiger Aspekt bei der Einführung neuer Systeme ist die Akzeptanz der Mitarbeiter, deren Arbeit direkt oder indirekt durch sie beeinflusst wird. Ein hoher Grad an Transparenz bei der Planung sowie Einführung und die ausführliche Schulung des Personals ist daher unabdingbar. Bereits die Einführung der strukturierten Notrufabfrage erzeugt teilweise kritische Sichtweisen. Eine Studie hat jedoch ergeben, dass bei 79,5 % der Leitstellen, welche die strukturierte Notrufabfrage eingeführt haben, die Mitarbeiterzufriedenheit gestiegen ist [65]. Ein weiterer Punkt bei der Mitarbeiterakzeptanz ist die Beherrschbarkeit eines Systems. Bei einer intuitiven Anwendbarkeit und einem spürbaren positiven Nutzen ist diese eher zu erwarten, als bei hochkomplexen, schwer zu bedienenden Systemen.

Neben der Akzeptanz der Mitarbeiter darf die gesellschaftliche Akzeptanz nicht vergessen werden. Eine im Jahr 2017 durchgeführte Umfrage zur Akzeptanz von KI bei der Diagnose zeigt, dass nur 12 % der Befragten einer Diagnose durch einen Computer vertrauen, jedoch ganze 63 % diese ablehnen. Wird die Diagnose durch einen Computer und einen Arzt durchgeführt, steigt die Akzeptanz auf 61 % [66]. Auch hier zeigt sich die Wichtigkeit einer menschlichen Entscheidungskompetenz bei der Verwendung von KI.

5.8 Bewertung der Risiken

In diesem Kapitel sind verschiedene Risiken bei der Einführung und Verwendung von KI im Feuerwehrwesen betrachtet worden. Wie sich zeigt, handelt es sich dabei al-

lerdings eher um überwindbare Herausforderungen. Einige sind bei der Einführung jeglicher elektronischer Unterstützungssysteme zu erwarten. Bei lernenden Systemen, insbesondere online lernenden, sowie Entscheidungsunterstützungssystemen sind jedoch einige Besonderheiten zu berücksichtigen. Die zentralen Punkte werden im Folgenden noch einmal zusammengefasst und darauf basierend Aspekte, welche bei einer Einführung von KI beachtet werden sollten, vorgestellt.

Der Datenschutz ist ein bei jeglicher Verarbeitung von personenbezogenen Daten zu beachtender Gesichtspunkt. Eine Pseudonymisierung von Daten stellt, soweit der Personenbezug unerheblich ist, eine Vereinfachung dar. Ist eine Pseudonymisierung nicht möglich, muss geprüft werden, ob die Verarbeitung rechtskonform ist.

Bei online lernenden Systemen muss, um eine Fehlentwicklung auszuschließen, zum einen die Datenbasis geprüft und zum anderen der Lernprozess überwacht werden. Die Überwachung der Weiterentwicklung ist auch aufgrund fehlender haftungsrechtlicher Regularien von Bedeutung. Im Zweifelsfall sollte auf offline lernende Systeme zurückgegriffen werden, hier fällt die Überwachung der Weiterentwicklung weg.

Ein zentraler Aspekt bei der Einführung von KI ist die Stellung des Menschen. Je kritischer und folgenschwerer die zu treffenden Entscheidungen sind, desto essenzieller ist die Rolle des Individuums als letztem Entscheider. Somit ist es unerlässlich einen gut ausgebildeten menschlichen Entscheidungsträger beizubehalten, da nur bei ausreichender Expertise Fehler der KI erkannt und eine darauf basierende Fehlentscheidung ausgeschlossen werden kann. Ferner wird dadurch, beim Vorhandensein von Rückfallebenen, bei einem Systemausfall die Ausfallsicherheit garantiert.

Eine weitere nicht gesondert betrachtete Herausforderung liegt bei der Einführung von KI in ihrer enormen Entwicklungsgeschwindigkeit. Demgegenüber stehen meist langwierige Entwicklungs-, Beschaffungs- und Inbetriebnahmezeiten im öffentlichen Sektor. Dadurch kann es dazu kommen, dass Systeme bereits bei der Inbetriebnahme veraltet sind. Die schnelle Entwicklungszeit erfordert zudem eine kontinuierliche Fortentwicklung und Betreuung der Systeme. Einzelne Feuerwehren haben meist zu begrenzte Ressourcen, um die prototypischen Systeme zu entwickeln. Demnach erhalten insbesondere Forschungsinstitute und die Verbände sowie Vertretungen der Feuerwehren eine essenzielle Rolle.

Weiterhin kann es durch fortschreitende Digitalisierungsprozesse unter Einbindung von KI dazu kommen, dass festen Regeln folgende Prozesse automatisiert werden. Eine mögliche Folge davon kann die Veränderung der Personalstruktur sein. Es besteht ein zunehmender Bedarf an IT-Fachkräften, Arbeitsplätze für einfache Arbeiten können hingegen durch die KI verdrängt werden. Zu einer Dämpfung eines solchen Effektes kann die Forderung des Menschen als letzter Entscheider führen. Insbesondere bei feuerwehrtechnischen oder rettungsdienstlichen Fragestellungen ist es von großer Bedeutung, dass die entsprechende Fachexpertise und Erfahrung der letzten Entscheider verlangt wird. Laut eines Berichts der Bundesagentur für Arbeit bewegt sich die Nachfrage nach IT-Spezialisten im Jahr 2019 auf Höchstniveau [67]. Hier liegt die Herausforderung darin, diese für den öffentlichen Dienst zu akquirieren.

Wie eingangs bereits erwähnt, können keine unüberwindbaren Hindernisse identifiziert werden. Trotzdem gilt es einige Punkte bei der Einführung und Anwendung von KI zu berücksichtigen:

- Der Mensch bleibt bei kritischen Entscheidungen die letzte Instanz.
- Der letzte Entscheider hat eine der Aufgabe entsprechende Ausbildung und ist auch ohne KI handlungsfähig.
- Vorgehensweisen bei einer Abweichung von der KI sind klar geregelt.
- Der Datenschutz wird berücksichtigt.
- Die Technik ist ausreichend ausgereift und für das spezielle Gebiet des Feuerwehrwesens anwendbar.
- Rückfallebenen sind in kritischen Bereichen vorhanden.
- Die Komplexität der Systeme ist beherrschbar und die Bedienung intuitiv.
- Die Entwicklung von online lernenden Systemen wird überwacht.

Weiterhin ist es wichtig, bei der Einführung von KI den gesamten Transformationsprozess zu beachten. Beispielsweise führt die alleinige Einführung einer KI, ohne die Anpassung der betroffenen Prozesse in aller Regel zu einem verminderten oder zu gar keinem Mehrwert. Im Anpassungsprozess sind der Mensch, die Organisation, Technologie und Prozesse zu berücksichtigen. Nur wenn alle Punkte in den Transformationsprozess eingebunden werden, kann dieser erfolgreich sein, vgl. Abbildung 7 [40].

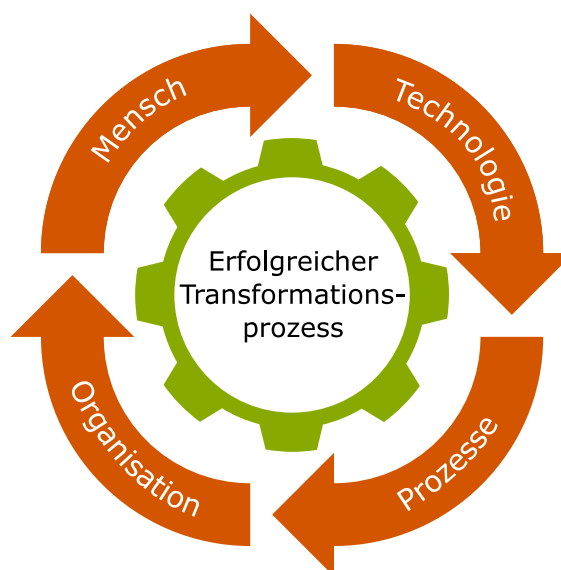


Abbildung 7 Transformationsprozess (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [40])

6 Zusammenfassung und Ausblick

6.1 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist es, dem Leser einen Überblick über das Thema „Künstliche Intelligenz im Feuerwehrwesen“ zu geben. Hierfür erfolgte zunächst eine grundlegende Einführung in KI sowie ML. Es wurde gezeigt, dass KI ein Teilbereich der Informatik ist und ein äußerst breites Spektrum an Anwendungen bietet. Das gegenwärtig große Interesse basiert primär auf dem, dem ML zuzuschreibenden, Deep Learning. Im Anschluss wurden verschiedene, im Feuerwehrwesen bereits eingesetzte, KI-Systeme vorgestellt.

Basierend auf den vorgestellten, sich bereits im Gebrauch befindlichen, KI-Systemen, aktuellen Forschungsprojekten und eigenen Überlegungen konnten verschiedene Einsatzgebiete identifiziert werden. Nach Meinung des Verfassers wird KI im Feuerwehrwesen zukünftig eine immer wichtigere Rolle einnehmen und bietet viele neue Möglichkeiten der Verbesserung. Insbesondere Leitstellen besitzen ein hohes Potential ihre Effizienz und Effektivität mittels KI zu steigern. Sprachassistenzsysteme erkennen für den Menschen versteckte Merkmale und können so den Disponenten bei seiner Auswertung von Notrufen unterstützen. Diese Systeme bieten gleichzeitig den Vorteil, dass gesprochene Worte visualisiert werden und bei Fremdsprachen könnten zukünftig Übersetzungssysteme Sprachbarrieren überwinden. Ferner kann eine KI im Bereich Disposition sowie Routing unterstützend wirken, sodass, in Kombination mit einer intelligenten Verkehrssteuerung, die Anfahrtszeiten drastisch verkürzt werden können.

Die Auswertung von Massendaten, beispielsweise aus sozialen Netzwerken, ist mittlerweile ohne eine Automation kaum noch möglich. KI kann in diesem Kontext die Überwachung und Auswertung unterstützen. Auch könnten in Zukunft weitere Datenquellen durch Smart-City oder Smart-Home Anbindungen hinzukommen, wobei insbesondere bei Letzteren zunächst datenschutzrechtliche Belange betrachtet werden müssen.

Autonom agierende Drohnen und Roboter sind gegenwärtig primär im Forschungsbereich anzutreffen. Aber auch in diesem Feld können verschiedene Firmen und Forschungsinstitute Fortschritte vermelden. Zukünftig können davon insbesondere die Einsatzkräfte vor Ort profitieren. Dies gilt sowohl für die schnelle Erkundung als auch für die Unterstützung bei Arbeiten in Hochrisikobereichen. Hier liegt der große Vorteil in der Erhöhung der Sicherheit für die Einsatzkräfte.

Außerdem gibt es im militärischen Bereich Ideen, KI zur Lagebeurteilung und Entscheidungsunterstützung, beispielsweise in der Stabsarbeit, einzusetzen. Für die Stabsarbeit, insbesondere bei hochdynamischen Lagen, könnten zukünftig Assistenzsysteme verwendet werden, welche Daten sammeln, überprüfen und im Anschluss aufbereitet dem Stab zur Verfügung stellen. In einer weiteren Entwicklungsstufe ist es zudem denkbar Handlungsempfehlungen zu generieren.

Predictive Analytics sind schon bei mehreren ausländischen Feuerwehren sowie Polizeien im Einsatz. An dieser Stelle ergibt sich die Möglichkeit zukünftige Entwicklungen zu prognostizieren und entsprechende Planungen durchzuführen.

Im Bereich der Ausbildung bieten KI-Systeme in Kombination mit E-Learning neue Möglichkeiten einer individuellen Bildungsplanung. Jedoch muss in diesem Fall beachtet werden, dass mit sensiblen Daten gearbeitet wird und ein solches Vorgehen auch das Gefühl der Überwachung hervorrufen kann.

Bei der Betrachtung der Risiken konnte gezeigt werden, dass es sich bei diesen vielmehr um überwindbare Herausforderungen handelt. Jedoch wurden einige Punkte identifiziert, die bei der Einführung und Verwendung von KI im Feuerwehrwesen beachtet werden sollten. Ein zentraler Punkt ist hierbei die Rolle des Menschen beim Einsatz von KI, er wird in kritischen Bereichen weiterhin eine Schlüsselrolle als letzter Entscheidungsträger einnehmen. Zudem wird es in naher Zukunft unmöglich sein, Feuerwehreinsätze allein durch KI abarbeiten zu können, sodass sich vielmehr die Symbiose aus natürlicher und künstlicher Intelligenz anbietet.

6.2 Ausblick

Die Förderung von Forschungsvorhaben, wie beispielsweise die Förderung zum Themenfeld „Künstliche Intelligenz in der zivilen Sicherheitsforschung“ im Rahmen des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit 2018 bis 2023“ der Bundesregierung, wird neue Erkenntnisse erzeugen und KI auch im Feuerwehrwesen sowie der allgemeinen Gefahrenabwehr vorantreiben [68]. Übergreifende Zusammenschlüsse, wie die Plattform Lernende Systeme oder das Deutsche Rettungsrobotik Zentrum, treiben die Weiterentwicklung zusätzlich an [7] [51]. Infolgedessen sind im Zusammenhang mit KI im Feuerwehrwesen in den nächsten Jahren weitreichende Fortschritte zu erwarten.

Im Jahr 2016 investierten große Konzerne, nach der Berechnung einer Unternehmensberatung, weltweit rund 40 Milliarden Dollar in die Entwicklung von KI [69]. Hier ist mit erheblichen Entwicklungen zu rechnen, da insbesondere Softwareriesen mit Hochdruck an der Forschung im Kontext KI arbeiten.

Die Entwicklung von ersten Quantencomputern macht fortlaufend Schlagzeilen, es ist davon auszugehen, dass die Rechenleistung heutiger Computer um ein Vielfaches übertroffen wird. Zwar ist, aufgrund der hohen Komplexität, noch mit einer längeren Zeitspanne bis zur Marktreife zu rechnen, es sind jedoch weitreichende Veränderungen zu erwarten. Auch der Sektor der KI wird von der erhöhten Rechenleistung profitieren und sich entsprechend weiterentwickeln [70].

Aktuell plant die Bundesregierung die Implementierung eines KI-Observatoriums, dessen Aufgabe die Überwachung von KI werden soll. Inwiefern darunter zukünftig auch KI-Systeme im öffentlichen Bereich und insbesondere im Zusammenhang mit kritischen Infrastrukturen fallen ist gegenwärtig jedoch noch unklar [71] .

Literaturverzeichnis

- [1] V. Wittpahl, Künstliche Intelligenz - Technologie | Anwendung | Gesellschaft, Wiesbaden: Springer Viewig, 2019.
- [2] H. A. Hänssle und C. Fink, *Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists*, Oxford University Press, 2018.
- [3] M. Hampson, „New AI System Predicts Seizures With Near-Perfect Accuracy,“ IEEE Spectrum, 15 November 2019. [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/diagnostics/this-new-ai-system-can-predict-seizures-with-nearperfect-accuracy>. [Zugriff am 16 November 2019].
- [4] T. Doll und T. Schiller, *Künstliche Intelligenz in den Landstreitkräften*, Köln: Amt für Heeresentwicklung, 2019.
- [5] U.S. Department of Defense, „U.S. Department of Defense,“ 09 Januar 2017. [Online]. Available: <https://www.defense.gov/Newsroom/Releases/Release/Article/1044811/departement-of-defense-announces-successful-micro-drone-demonstration/>. [Zugriff am 01 November 2019].
- [6] M. Hoenig und C. Hoffmann, „Heise Online,“ DPA, 05 Oktober 2018. [Online]. Available: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Luftkampftechnik-Airbus-testet-Drohenschwarm-ueber-der-Ostsee-4181676.html>. [Zugriff am 01 November 2019].
- [7] acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., „Schnelle Hilfe beim Rettungseinsatz,“ acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., [Online]. Available: <https://www.plattform-lernende-systeme.de/anwendungsszenario-rettungseinsatz.html>. [Zugriff am 03 Dezember 2019].
- [8] O. Reißmann, „Entscheider statt Terminator - Warum wir oft ein falsches Bild von künstlicher Intelligenz haben,“ Spiegel Online, 14 März 2019. [Online]. Available: <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/kuenstliche-intelligenz-filme-und-serien-machen-es-realer-ki-schwer-a-1257759.html>. [Zugriff am 08 Dezember 2019].
- [9] U. Furbach und U. Barthelmeß, *Künstliche Intelligenz aus ungewöhnten Perspektiven*, Wiesbaden: Springer Viewig, 2019.

- [10] W. Ertel, Grundkurs Künstliche Intelligenz - Eine praxisorientierte Einführung, Wiesbaden: Springer Viewig, 2016.
- [11] J. R. Searle, „Minds, brains, and programs,“ *The Behavioral and Brain Sciences* 3, pp. 417-457, 1980.
- [12] Healthcare Denmark, *Emergency Medical Services - White Paper*, Januar: 01, 2019.
- [13] P. Sefrin, „Reanimation im Rettungsdienst: Welche Faktoren beeinflussen den Erfolg?,“ *Intensivmedizin und Notfallmedizin*, p. 554–560, 01 Oktober 2001.
- [14] S. N. Blomberg, F. Folke, A. K. Ersbøll, H. C. Christensen, C. Torp-Pedersen, M. R. Sayre, C. R. Counts und F. K. Lippert, „Machine learning as a supportive tool to recognize cardiac arrest in emergency calls,“ Elsevier, Kopenhagen, 2019.
- [15] Deutsche Messe, „Rettende Idee: Künstliche Intelligenz hilft bei Erstdiagnose,“ Deutsche Messe, 09 Mai 2018. [Online]. Available: <https://www.interschutz.de/de/news-hub/artikel/rettende-idee-kuenstliche-intelligenz-hilft-bei-erstdiagnose.xhtml>. [Zugriff am 18 November 2019].
- [16] London Fire Brigade's Chief Information Officer, *LFB in a digital world*, London: London Fire Brigade, 2019.
- [17] A. Lobe, „Big Data: Der Algorithmus sagt, wo's brennt,“ 17 Dezember 2015. [Online]. Available: <https://www.golem.de/news/big-data-der-algorithmus-sagt-wo-s-brennt-1512-117986-2.html>. [Zugriff am 15 Oktober 2019].
- [18] imanuel, „What is predictive Analytics,“ Pat Research, [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/what-is-predictive-analytics/>. [Zugriff am 20 November 2019].
- [19] K. Seidensticker, F. Bode und F. Stoffel, *Predictive Policing in Germany*, Konstanz, 2018.
- [20] S. Egbert, „Siegeszug der Algorithmen? Predictive Policing im deutschsprachigen Raum,“ Bundeszentrale für politische Bildung , 04 August 2017. [Online]. Available: <https://www.bpb.de/apuz/253603/siegeszug-der-algorithmen-predictive-policing-im-deutschsprachigen-raum?p=all>. [Zugriff am 20 November 2019].
- [21] SAS Institute Inc. , „Predicting fire risk and saving lives,“ [Online]. Available: https://www.sas.com/en_gb/customers/london-fire-brigade.html. [Zugriff am 21 November 2019].

- [22] B. Heaton, „New York City Fights Fire with Data,“ 18 Mai 2015. [Online]. Available: <https://www.govtech.com/em/safety/New-York-City-Fights-Fire-Data.html>. [Zugriff am 15 Oktober 2019].
- [23] GeoPlace, „Predicting and preventing London’s next fire using predictive analytics and the Unique Property Reference Number,“ 25 Oktober 2018. [Online]. Available: <https://www.wired-gov.net/wg/news.nsf/print/Predicting+and+preventing+Londons+next+fire+using+predictive+analytics+and+the+Unique+Property+Reference+Number+26102018122000>. [Zugriff am 21 November 2019].
- [24] GeoPlace, *Case Study Predicting and preventing fires using predictive analytics and the UPRN*, London.
- [25] London Fire Brigade, *Fire Facts Fires in Greater London*, London: London Fire Brigade, 2017.
- [26] S. Muscat und Z. Siebert, „Schlaue Autos, gläserne Bürger?,“ *Böll Thema* , pp. 30-31, Juli 2019.
- [27] D. Yifei, „Hangzhou growing ‘smarter’ thanks to AI technology,“ Alwihda Info, 19 Oktober 2017. [Online]. Available: https://www.alwihdainfo.com/Hangzhou-growing-smarter-thanks-to-AI-technology_a58657.html. [Zugriff am 23 November 2019].
- [28] SIRENE Konsortium , „SIRENE - Secure and Intelligent Road Emergency Network,“ [Online]. Available: <https://sirene.ifak.eu/node/1>. [Zugriff am 25 November 2019].
- [29] T. Ruß, Interviewee, *Einsatz von KI im Forschungsprojekt Sirene*. [Interview]. 25 November 2019.
- [30] L. Rouhiainen, „How AI and Data Could Personalize Higher Education,“ 14 Oktober 2019. [Online]. Available: <https://hbr.org/2019/10/how-ai-and-data-could-personalize-higher-education>. [Zugriff am 15 Oktober 2019].
- [31] C. M. Corcoran, F. Carrillo, D. Diego Fernandez-Slezak, G. Bedi, C. Klim, D. C. Javitt, C. E. Bearden und G. A. Cecchi, „Prediction of psychosis across protocols and risk cohorts using automated language analysis,“ *World Psychiatry*, pp. 67-75, Februar 2018.
- [32] J. I. Godino-Llorente, S. Shattuck-Hufnagel, J. Y. Choi, L. Moro-Velázquez und J. A. JGómez-García, „Towards the identification of Idiopathic Parkinson’s Disease from the speech. New articulatory kinetic biomarkers,“ *Plos One*, 14 Dezember 2017.

- [33] Redaktion Rettungsdienst, „Notruf 112 – Deutschland hinkt hinterher,“ Ebner Media Group GmbH & Co. KG, 11 Februar 2011. [Online]. Available: <https://www.rettungsdienst.de/news/notruf-112-deutschland-hinkt-hinterher-21305>. [Zugriff am 08 Dezember 2019].
- [34] P. Merkert, „Google: Translate - KI übersetzt dank selbst erlernter Sprache,“ Heise Medien GmbH & Co. KG, 25 November 2016. [Online]. Available: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Google-Translate-KI-uebersetzt-dank-selbst-erlernter-Sprache-3502351.html>. [Zugriff am 22 November 2019].
- [35] M. Hommen, „Studie: So langsam fließt der Verkehr in Städten,“ ADAC e.V., 25 Oktober 2019. [Online]. Available: <https://www.adac.de/der-adac/aktuelles/studie-verkehrsfluss-in-staedten/>. [Zugriff am 08 Dezember 2019].
- [36] C. Velten, „Digitale Alleskönner: Diese Navis wissen viel mehr als nur den Weg,“ Welt, 08 April 2010. [Online]. Available: <https://www.welt.de/motor/article7100003/Diese-Navis-wissen-viel-mehr-als-nur-den-Weg.html>. [Zugriff am 08 Dezember 2019].
- [37] K. M. Höfer, „Social Media Monitoring" - Schneller als die Feuerwehr,“ 29 August 2017. [Online]. Available: https://www.deutschlandfunk.de/social-media-monitoring-schneller-als-die-feuerwehr.2907.de.html?dram:article_id=394597. [Zugriff am 27 November 2019].
- [38] S. Taing, *Visuelle Entscheidungsunterstützung bei der Auswertung von Daten aus sozialen Netzwerken (INTEGER)*, KMU-innovativ: Forschung für die zivile Sicherheit.
- [39] R. Heimann, *Entscheidungsfindung in polizeilichen Einsatzlagen - Softwareunterstütztes Informations- und Kommunikationsmanagement*, Wiesbaden: Polizei Hessen Hessisches Ministerium des Inneren und für Sport Wiesbaden.
- [40] AGBF Bund Fachausschuss Leitstellen und Digitalisierung der deutschen Feuerwehren, *Entwurf Positionspapier Künstliche Intelligenz in der Gefahrenabwehr*, München, 2019.
- [41] H. Bielawa, „Diese KI erkennt 11 verschiedene Arten von Emotionen auf Fotos,“ t3n – digital pioneers, 02 August 2019. [Online]. Available: <https://t3n.de/news/ki-erkennt-11-emotionen-auf-fotos-1183419/>. [Zugriff am 29 November 2019].
- [42] J. Müller, „Predictive Firefighting" - ein Thema der Zukunft für Deutsche Feuerwehren?,“ *Brandschutz*, pp. 759-763, 01 September 2015.

- [43] Ministerium für Inneres und Kommunales NRW, Städtetag NRW, Landkreistag NRW und Städte-und Gemeindebund NRW, *Handreichung zur Brandschutzbedarfsplanung für kommunale Entscheidungsträger*.
- [44] U. Cimolino, „Einsätze bei Munitionsverdachtsflächen,“ *Brandschutz*, pp. 13-21, Dezember 2019.
- [45] D. Großert, „Feuerwehr der Stadt Sundern stellt eigene Flugdrohne vor,“ *Sauerlandkurier*, 24 April 2018. [Online]. Available: <https://www.sauerlandkurier.de/hochsauerlandkreis/sundern/feuerwehr-stadt-sundern-stellt-eigene-flugdrohne-9810178.html>. [Zugriff am 27 November 2019].
- [46] Bundesministerium für Bildung und Forschung, *UAV-Assisted Ad Hoc Networks for Crisis Management and Hostile Environment Sensing (ANCHORS)*, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- [47] Bundesministerium für Bildung und Forschung, *Airborne Remote Sensing for Hazard Inspection by Lightweight Drones (AirShield)*, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- [48] R. Berger, S. Bayer, J. Helmrich und T. Kraft, „Entwicklung und Erprobung eines neuartigen Konzeptes zur schnellen Aufklärung von Einsatzlagen – Eine Kooperation zwischen der Feuerwehr Duisburg und dem DLR,“ *Tagungsband 65. Jahresfachtagung der vfdb 2018 in Duisburg*, pp. 53-64, 2018.
- [49] RWTH Aachen University, „RWTH Aachen will die Nutzung von Drohnen bei Rettungseinsätzen optimieren,“ RWTH Aachen University, 05 März 2019. [Online]. Available: <https://www.rwth-aachen.de/go/id/swsx>. [Zugriff am 29 November 2019].
- [50] K. K. H. GmbH, „Fernhantierung Übersicht,“ [Online]. Available: <https://khgmbh.de/fernhandierung>. [Zugriff am 24 November 2019].
- [51] Kompetenzzentrum für Rettungsrobotik, „Das Projekt,“ Kompetenzzentrum für Rettungsrobotik, [Online]. Available: <https://rettungsrobotik.de/das-projekt/>. [Zugriff am 04 Dezember 2019].
- [52] A. Graner und F. Feucht, „Einstieg ins Datenschutzrecht,“ 17 Oktober 2018. [Online]. Available: https://www.baden-wuerttemberg.datenschutz.de/wp-content/uploads/2018/10/Vortrag-f%C3%BCr-DSB_Verwaltungsschule.pdf. [Zugriff am 06 Dezember 2019].

- [53] D. Amschewitz, D. Gesmann-Nuissl, P. Haas, N. Hullen, U. Keil, T. Klebe, T. Kriesel, T. Schauf, J. Schipp und M. Wirwas, *Künstliche Intelligenz und Recht im Kontext von Industrie 4.0*, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2019.
- [54] M. Müller-ter Jung, *Qualitätssicherung und Zertifizierung von KI-Algorithmen als Voraussetzung für die Allokation von Verantwortlichkeit*, Münster: Tagung „Künstliche Intelligenz und Recht – Gegenwart und Zukunft“, 2019.
- [55] F. Greis, „Ermittlungsberichte - Wie die Uber-Software den tödlichen Unfall begünstigte,“ Golem Media GmbH, 06 November 2019. [Online]. Available: <https://www.golem.de/news/ermittlungsberichte-wie-die-uber-software-den-toedlichen-unfall-beguenstigte-1911-144832.html>. [Zugriff am 15 November 2019].
- [56] National Transportation Safety Board, „Collision Between Vehicle Controlled by Developmental Automated Driving System and Pedestrian Tempe, Arizona March 18, 2018 HWY18MH010,“ 2019.
- [57] O. Nickel, „Amazon verwirft sexistisches KI-Tool für Bewerber,“ Golem, 11 Oktober 2018. [Online]. Available: <https://www.golem.de/news/machine-learning-amazon-verwirft-sexistisches-ki-tool-fuer-bewerber-1810-137060.html>. [Zugriff am 25 November 2019].
- [58] O. Nickel, „Gesichtserkennung ist zuverlässig - bei weißen Männern,“ Golem, 12 Februar 2018. [Online]. Available: <https://www.golem.de/news/maschinelles-lernen-gesichtserkennung-ist-zuverlaessig-bei-weissen-maennern-1802-132709.html>. [Zugriff am 25 November 2019].
- [59] M. Martini, *Blackbox Algorithmus - Grundfragen einer Regulierung Künstlicher Intelligenz*, Berlin: Springer, 2019.
- [60] P. Nagels, „Facebook musste AI abschalten, die „Geheimsprache“ entwickelt hat,“ 28 Juli 2017. [Online]. Available: <https://www.welt.de/kmpkt/article167102506/Facebook-musste-AI-abschalten-die-Geheimsprache-entwickelt-hat.html>. [Zugriff am 11 Oktober 2019].
- [61] PARC/CAST Flight Deck Automation Working Group, *Operational Use of Flight Path Management Systems*, Washington: Federal Aviation Administration, 2013.
- [62] G. Kramper, „In 100 Metern fahren Sie" ... in den Fluss,“ stern.de GmbH, 18 April 2008. [Online]. Available: <https://www.stern.de/digital/technik/navi-missgeschicke--in-100-metern-fahren-sie-----in-den-fluss-3087618.html>. [Zugriff am 01 Dezember 2019].

- [63] P. Robinette, W. Li, R. Allen, A. M. Howard und A. R. Wagner, *Overtrust of Robots in Emergency Evacuation Scenarios*, Atlanta: Georgia Institute of Technology.
- [64] C. Hengstebeck, *Niederschrift Sitzung AK Technik*, Mülheim: AGBF und VDF NRW, 2019.
- [65] T. Luiz, H. Marung, G. Pollach und A. Hackstein, „Implementierungsgrad der strukturierten Notrufabfrage in deutschen Leitstellen und Auswirkungen ihrer Einführung,“ *Der Anaesthesist*, pp. 282-293, Mai 2019.
- [66] BearingPoint GmbH, *Jetzt und in Zukunft Smarte Gesundheit in Deutschland startet (noch) nicht durch*, Frankfurt am Main: BearingPoint GmbH, 2017.
- [67] Statistik der Bundesagentur für Arbeit, *Blickpunkt Arbeitsmarkt – IT-Fachleute*, Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit, 2019.
- [68] Bundesministerium für Bildung und Forschung, „Bekanntmachung Richtlinie über die Förderung zum Themenfeld „Künstliche Intelligenz in der zivilen Sicherheitsforschung“ im Rahmen des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit 2018 bis 2023“ der Bundesregierung, Bundesanzeiger vom 15.10.2019,“ 27 August 2019. [Online]. Available: <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2650.html>. [Zugriff am 04 Dezember 2019].
- [69] A. Armbruster, „Milliarden-Investitionen in künstliche Intelligenz,“ Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH, 20 Juni 2017. [Online]. Available: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/netzwirtschaft/unternehmen-milliarden-investitionen-in-kuenstliche-intelligenz-15068099.html>. [Zugriff am 04 Dezember 2019].
- [70] C. Drösner, „Quantencomputer Problem gelöst – in rund drei Minuten statt 10.000 Jahren,“ ZEIT ONLINE GmbH, 28 September 2019. [Online]. Available: <https://www.zeit.de/digital/datenschutz/2019-09/quantencomputer-google-technik-fortschritt-supercomputer/komplettansicht>. [Zugriff am 08 Dezember 2019].
- [71] P. Beuth, „KI-Überwachung soll noch in diesem Jahr starten - mit acht Stellen,“ SPIEGEL ONLINE, 12 November 2019. [Online]. Available: <https://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/kuenstliche-intelligenz-observatorium-im-arbeitsministerium-startet-noch-2019-a-1296070.html>. [Zugriff am 04 Dezember 2019].

- [72] Bitkom e.V., „Digitalisierung gestalten mit dem Periodensystem der Künstlichen Intelligenz,“ 2018. [Online]. Available: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Digitalisierung-gestalten-mit-dem-Periodensystem-der-Kuenstlichen-Intelligenz>. [Zugriff am 14 Oktober 2019].

Abkürzungsverzeichnis

AI oder A. I.	Artifizielle Intelligenz
BHKG	Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung
EENA	European Emergency Number Association
EMS	Emergency Medical Service
KI	Künstliche Intelligenz
MIT	Massachusetts Institute of Technology
ML	Maschinelles Lernen
NRW	Nordrhein-Westfalen
NTSB	National Transportation Safety Board
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Mündliche, telefonische und elektronische Mitteilungen

Die hier genannten Personen wurden im Rahmen der Facharbeit per Telefon, per E-Mail oder im persönlichen Gespräch zur Thematik befragt.

Raimund Bücher	Werkfeuerwehr Henkel / Werkfeuerwehrverband Deutschland
Dr. Ulrich Cimolino	Berufsfeuerwehr Düsseldorf / Deutscher Feuerwehrverband - Arbeitskreis Waldbrand
Jens Cordes	Berufsfeuerwehr Bremerhaven / Fachausschuss Leitstellen und Digitalisierung der deutschen Feuerwehren
Peter Damm	Berufsfeuerwehr Dortmund / Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie der Feuerwehr Dortmund
Sven Dunkel	Berufsfeuerwehr Frankfurt / Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. - Referat 7
Dr. Olaf Grebner	mobilion.eu
Jonas Klemmt	Berufsfeuerwehr Braunschweig (Forschungsprojekt Sirene)
Dr. Adrian Ridder	Berufsfeuerwehr Düsseldorf
Tim Ruß	Institut für Automation und Kommunikation e.V. Magdeburg (Forschungsprojekt Sirene)
Dr. Hans-Christian Schmitz	Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie
Carsten Schneider	Berufsfeuerwehr Bonn
Katrin Sommer	Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie der Feuerwehr Dortmund (Forschungsprojekt Vision)
Stefan Truthän	hhpberlin
David von der Lieth	Berufsfeuerwehr Düsseldorf
Florentin von Kaufmann	Berufsfeuerwehr München / Fachausschuss Leitstellen und Digitalisierung der deutschen Feuerwehren

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Die zwei Grundbausteine für künstliche Intelligenz (Eigene Darstellung)	2
Abbildung 2 Einteilung künstlicher Intelligenz (Eigene Darstellung)	3
Abbildung 3 Vergleich traditioneller Programme mit ML (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [1])	4
Abbildung 4 Vereinfachtes neuronales Netz (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [1])	4
Abbildung 5 Einordnung Predictive Analytics (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [18])	7
Abbildung 6 Anzahl aller Brände in Greater London (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [25])	9
Abbildung 7 Transformationsprozess (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [40])...	22
Abbildung 8 Periodensystem der künstlichen Intelligenz (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [72])	XVI

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Vergleich KI und Leitstellendisponent bei der Erkennung von Herzstillständen (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [14])	7
Tabelle 2 Periodensystem der künstlichen Intelligenz (Eigene Darstellung in Anlehnung an [72])	XVII

Anhang Periodensystem der künstlichen Intelligenz

Das Periodensystem der KI versteht sich als Vereinfachung der meist vielzähligen, komplexen und vor allem nicht einheitlichen Definitionen von KI. Weiterhin lassen sich aus den Definitionen in aller Regel keine Einsatzgebiete oder konkreten Anwendungsfälle ableiten. Durch das Periodensystem entsteht zudem eine Entkopplung von der technischen Realisierung des Systems. So soll dem Entscheider eine Übersicht über die Möglichkeiten und Anwendungsfelder von KI-Systemen geben werden, ohne ein tiefergehendes technisches Verständnis vorauszusetzen. Für die Facharbeit erfolgte die Übersetzung des Periodensystems in die deutsche Sprache. In Abbildung 8 sind die verschiedenen Teilsysteme dargestellt, die Farben beziehen sich auf die in Abbildung 2 eingeführten Teilbereiche. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Elemente enthält Tabelle 2 [72].

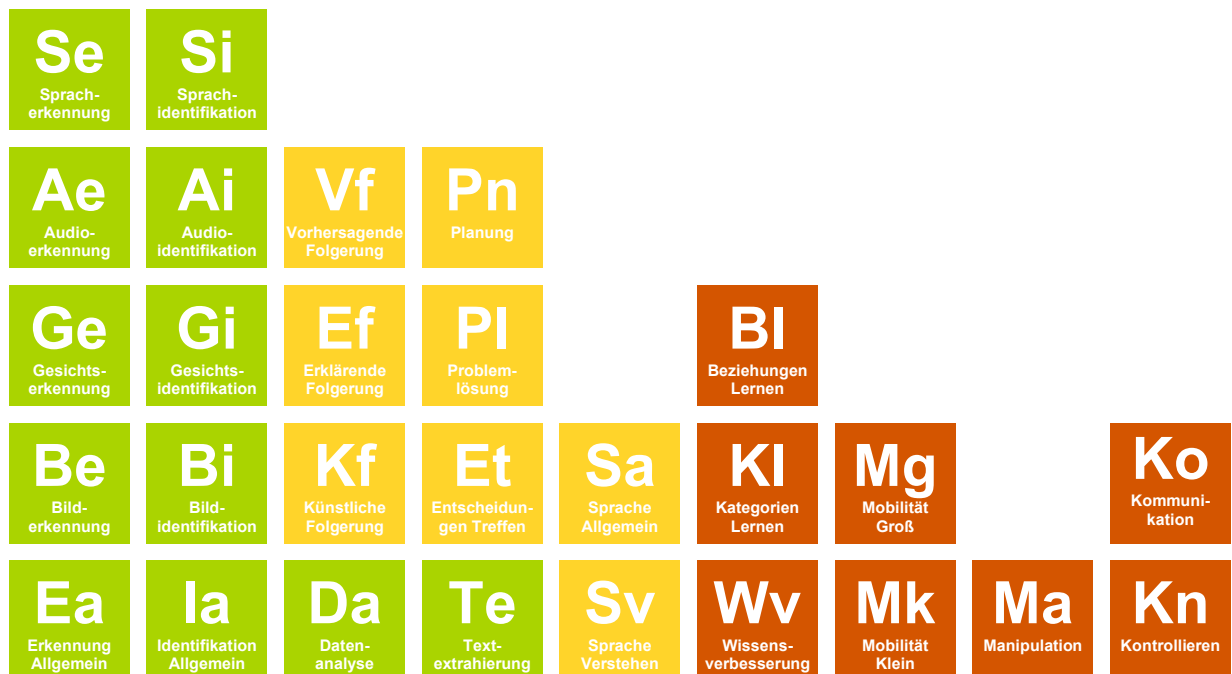


Abbildung 8 Periodensystem der künstlichen Intelligenz (Eigene Darstellung, in Anlehnung an: [72])

In aller Regel besteht ein vollständiges KI-System aus der Kombination von je einem KI-Element aus jeder der drei Gruppen. So entsteht in Summe ein funktionales System. Ein Beispiel hierfür ist ein Notbremssystem: Erfassen (z. B. die Verkehrssituation um das Fahrzeug herum erfassen), Folgern (z. B. die Wahrscheinlichkeit eines Auffahrunfalls kalkulieren) und Reagieren (z. B. das Brems- oder Ausweichmanöver einleiten).

Tabelle 2 Periodensystem der künstlichen Intelligenz (Eigene Darstellung in Anlehnung an [72])

GRUPPE	ELEMENT	ABKÜRZUNG	KURZBESCHREIBUNG
Erfassen	[Se]	Sprach-erkennung	Das Erkennen von gesprochener Sprache und/oder Gefühlszuständen allgemein in einem Audiosignal.
Erfassen	[Ae]	Audio-erkennung	Das Erkennen bestimmter Arten von Geräuschen (Alarmer, Gerätestress, Automotor) in einem Audiosignal.
Erfassen	[Ge]	Gesichts-erkennung	Das Erkennen von Gesichtern und emotionalen Zuständen in Bildern oder Videosignalen.
Erfassen	[Be]	Bild-erkennung	Das Erkennen bestimmter Objekttypen in Bildern oder Videosignalen.
Erfassen	[Ea]	Erkennung Allgemein	Das Analysieren von Sensordaten zum Erkennen von Objekttypen und/oder Situationen allein aus dem Signal heraus.
Erfassen	[Si]	Sprach-identifikation	Das Erkennen einer individuellen Stimme in einem Audiosignal.
Erfassen	[Ai]	Audio-identifikation	Das Erkennen von Audiosignaturen (ein bestimmter Motor oder eine bestimmte Türklingel) aus Audiosignalen.
Erfassen	[Gi]	Gesichts-identifikation	Das Erkennen konkreter Personen in Bildern oder Videosignalen.
Erfassen	[Bi]	Bild-identifikation	Das Erkennen eines konkreten Objekts in einem Bild oder Video.
Erfassen	[Ia]	Identifikation Allgemein	Das Analysieren von Sensordaten, um Objekte und/oder Situationen allein aus dem Signal heraus zu erkennen.
Folgern	[Vf]	Vorhersagende Folgerung	Das Vorhersagen von Ereignissen oder Zuständen in der Zukunft auf der Grundlage eines Verständnisses eines aktuellen Zustandes der Welt und der Funktionsweise der Welt.
Folgern	[Ef]	Erklärende Folgerung	Das Erklären von Ereignissen oder Zuständen in der realen Welt, basierend auf dem Verständnis früherer Zustände.
Folgern	[Kf]	Künstliche Folgerung	Das Verwenden von Beweisen, um Rückschlüsse auf den realen Zustand der Welt, eine Vorhersage oder eine Erklärung zu unterstützen.
Erfassen	[Da]	Daten-analyse	Das Analysieren von Daten, um bestimmte Tatsachen und/oder Ereignisse zu erkennen, die diese Daten repräsentieren.
Folgern	[Pn]	Planung	Das Erstellen eines Aktionsplans auf der Grundlage einer Reihe von Zielen, eines Verständnisses des realen Zustands der Welt und des Wissens über Handlungen und deren Konsequenzen.
Folgern	[Pi]	Problem-lösung	Das Erstellen einer Lösung für ein Problem, das mit oder ohne den Einsatz von Aktionen verbunden sein kann (siehe Planung [Pn]).
Folgern	[Et]	Entscheidungen Treffen	Das Auswählen eines bestimmten Plans oder einer Lösung auf der Grundlage vorliegender Fakten, alternativer Lösungen und einer Reihe von Zielen.
Erfassen	[Te]	Text-extrahierung	Das Analysieren von Texten, um Informationen über Entitäten, Zeit, Orte und Fakten extrahieren, die ausschließlich im Text enthalten sind.

Folgern	[Sa]	Sprache Allgemein	Das Erstellen natürlicher Sprachtexte und/oder Erklärungen basierend auf einem gewissen Verständnis der Welt.
Folgern	[Sv]	Sprache Verstehen	Das Erstellen einer semantischen Repräsentation der Bedeutung eines Textes, der den Kontext und ein gewisses Verständnis über das Funktionieren der Welt zeigt.
Reagieren	[BI]	Beziehungen Lernen	Das Erkennen von Beziehungen zwischen Merkmalen, die dazu verwendet werden können, das Vorhandensein eines Satzes von versteckten Merkmalen vorherzusagen, wenn andere sichtbar sind (z. B. Korrelation zwischen abgewiesenen Anrufen und Kundenabwanderung).
Reagieren	[KI]	Kategorien Lernen	Das Erkennen neuer Kategorien von semantischen Werten auf der Grundlage von Merkmalsammlungen.
Reagieren	[Wv]	Wissens- verbesserung	Das Überarbeiten von Wissen oder Regeln, die bereits existieren als Reaktion darauf, dass sie zur Unterstützung von Handlungen oder Schlussfolgerungen verwendet werden.
Reagieren	[Mg]	Mobilität Groß	Das Steuern autonomer Fahrzeuge, die zuallererst mit anderen Fahrzeugen interagieren.
Reagieren	[Mk]	Mobilität Klein	Das Steuern von Robotern, die sich durch Innenräume bewegen, arbeiten und mit Menschen interagieren.
Reagieren	[Ma]	Manipulieren	Das Manipulieren derselben Objekte, mit denen Menschen regelmäßig arbeiten.
Reagieren	[Ko]	Kommunizieren	Mechanismen, die das Ausführen verschiedener Formen der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine unterstützen.
Reagieren	[Kn]	Kontrollieren	Das intelligente Steuern anderer Maschinen, wenn keine Manipulation oder Handlung in der physischen Welt erforderlich ist (z. B. automatisierter Handel).

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Marius Brüser, die vorliegende Arbeit selbständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der von mir angegebenen Quellen angefertigt zu haben. Alle aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche gekennzeichnet.

Die Arbeit wurde noch keiner Prüfungsbehörde in gleicher oder ähnlicher Form vorgelegt.

Ort, Datum der Abgabe

.....

Marius Brüser

Datenträger