

## Natural Language Processing in der Medizin

---

Von der automatisierten Befundanalyse bis zum  
Arztbriefgenerator: Künstliche Intelligenz für  
dokumentenbasierte Prozesse im Krankenhaus

# Das Fraunhofer IAIS

---

Als Teil der größten Organisation für anwendungsorientierte Forschung in Europa ist das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS mit Sitz in Sankt Augustin bei Bonn eines der führenden Wissenschaftsinstitute auf den Gebieten Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen und Big Data in Deutschland und Europa.

Mit seinen rund 350 Mitarbeitenden unterstützt das Institut Unternehmen bei der Optimierung von Produkten, Dienstleistungen, Prozessen und Strukturen sowie bei der Entwicklung neuer digitaler Geschäftsmodelle. Damit gestaltet das Fraunhofer IAIS die digitale Transformation unserer Arbeits- und Lebenswelt.

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

# Von der automatisierten Befundanalyse bis zum Arztbriefgenerator: Künstliche Intelligenz für dokumentenbasierte Prozesse im Krankenhaus

---

## Natural Language Processing in der Medizin

Whitepaper

### Autorinnen und Autoren

Dario Antweiler  
Katharina Beckh  
Nilesh Chakraborty  
Sven Giesselbach  
Katrin Klug  
Dr. Stefan Rüping

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

# Executive Summary

---

## Einleitung

Künstliche Intelligenz (KI) ist in der Medizin angekommen und bereits jetzt schon unverzichtbar. Zusammen mit der Digitalisierung beschleunigt KI die Verbreitung einer datengetriebenen und personalisierten Behandlung von Patient\*innen. Gerade im Krankenhaus kann KI dabei helfen, Mitarbeitende zu unterstützen, Behandlungsergebnisse zu verbessern und Kosten einzusparen. KI-Anwendungen sind mittlerweile dazu fähig, radiologische Bildgebungen auszuwerten, Therapieentscheidungen zu unterstützen und Sprachdiktate zu transkribieren. Im Besonderen wurde die Textverarbeitung durch Algorithmen des Natural Language Processing (NLP) revolutioniert, die auf einer KI basieren, die sich mit natürlicher Sprache beschäftigt. Gemeint ist damit das Lesen, Verstehen und Schreiben von Texten wie beispielsweise medizinischer Befunde, Dokumentationen oder Leitlinien.

Aktuell erlebt das Gesundheitswesen durch den demografischen Wandel, steigende Behandlungskosten und Auswirkungen der COVID-Pandemie einen Umbruch. In allen Bereichen, speziell in Krankenhäusern, entsteht durch Personalmangel und Kostendruck ein großer Bedarf für Entlastung durch Automatisierung.

Dokumentenbasierte Prozesse lassen sich durch KI-Anwendungen optimieren, um Zeit und Geld zu sparen. Davon profitieren sowohl Patient\*innen als auch alle Mitarbeitenden des Krankenhauses, indem die Behandlungsqualität gesteigert und zugleich Kosten eingespart werden. Sowohl medizinische als auch unterstützende Prozesse in Verwaltung und Logistik können dabei mittels KI entlastet werden.

Große Mengen an Informationen im Gesundheitswesen liegen in Textform vor, seien es Arztbriefe, radiologische oder pathologische Befunde, medizinische Leitlinien, wissenschaftliche Literatur, Pflegeberichte oder klinische Dokumentationen. Sie bilden ein zentrales Element in der Kommunikation zwischen klinischem Personal sowie mit den Patient\*innen und

dienen nachgelagert auch als Grundlage für Abrechnungen im Medizincontrolling. Häufig werden Dokumente in mühsamer Arbeit erstellt und an anderer Stelle mit viel Aufwand gelesen und ausgewertet sowie weiterverarbeitet. Dabei gehen neben der Arbeitszeit immer wieder auch für die Behandlung wichtige Informationen verloren.

Neuartige Methoden des Maschinellen Lernens (ML) machen es mittlerweile möglich, diese Herausforderung anzugehen [4]. Dafür eignen sich vor allem Methoden aus zwei Bereichen: Einerseits können moderne Algorithmen nach einer Trainingsphase selbstständig Informationen aus Volltexten extrahieren und in strukturierter Form zur Verfügung stellen. Damit sind nachgelagerte Prozesse wie Qualitätssicherung, Erstellung von Statistiken, klinische Entscheidungsunterstützung und die Abrechnung sehr viel einfacher möglich. Andererseits können neuartige KI-Methoden aus strukturierten Daten wieder Volltext erzeugen und so beispielsweise aus den Daten eines Krankenhausaufenthalts einen vollständigen Entlassbrief erzeugen. Dieser muss von dem behandelnden klinischen Personal lediglich gegengelesen und abgezeichnet werden. Die verwendeten Formulierungen klingen dabei, als habe ein Mensch sie geschrieben, da bei dieser Methode KI eingesetzt wird, die sich mit natürlicher Sprache beschäftigt. Selbstverständlich können Ärzt\*innen Änderungen vornehmen, um den Brief nach ihren Vorstellungen zu gestalten.

Im vorliegenden Whitepaper wollen wir die Potenziale von Künstlicher Intelligenz für die medizinische Datenverarbeitung aufzeigen und gleichzeitig konkrete Handlungsempfehlungen für Entscheider\*innen geben. Dafür beschreiben wir praktische Anwendungsszenarien entlang der Wertschöpfungskette von Krankenhäusern und weisen auf Herausforderungen und Chancen bei der Umsetzung hin.

Gerne möchten wir diese Umsetzung mit Ihnen gemeinsam angehen und freuen uns auf Ihre Kontaktaufnahme. Unsere Ansprechpartner\*innen finden Sie am Ende des Whitepapers.

# KI für die medizinische Dokumentenverarbeitung

## Klinische Aufgabenbereiche

Texte sind ein zentraler Bestandteil des gesamten Behandlungsprozesses von Patient\*innen. Entlang der »Patient Journey« werden zahlreiche Dokumente geschrieben, verarbeitet und gelesen. Einerseits haben sich textbasierte Kommunikationswege seit langem etabliert und in der klinischen Praxis bewährt. Andererseits lassen aktuelle Prozesse noch viel Potenzial ungenutzt. Wir wollen uns dabei auf folgende Punkte konzentrieren:

1. Texte in großem Umfang oder in großer Anzahl zu lesen und zu schreiben kostet viel Arbeitszeit, die ohnehin durch den Personalmangel schon knapp ist.
2. Bei der textlichen Kommunikation kommt es teilweise zu Qualitätsproblemen, bei denen sich Informationen widersprechen oder unverständlich bzw. unvollständig sind.
3. Die wertvollen Informationen in klinischen Texten stehen anderen Systemen nicht in maschinenlesbarer Form zur Verfügung.

Alle drei Punkte können mittels Technologien des Natural Language Processing angegangen und verbessert werden. Nachfolgend stellen wir dar, wie NLP-Methoden entlang des Aufenthalts der Erkrankten das Personal unterstützen können, um zu einer verbesserten Behandlung und dadurch höheren Zufriedenheit bei Patient\*innen zu führen.

### Aufnahme

Schon bevor Patient\*innen ein Krankenhaus betreten, können NLP-Systeme ihnen Hilfestellungen bieten. So werden eingetragene Notizen in Gesundheitsapps auf relevante Symptome und Beschwerden hin analysiert. Zusammen mit Daten, die von Wearables wie z. B. Smartwatches stammen, wird so ermöglicht, auf eine drohende Gesundheitsgefahr hinzuweisen. Bei akutem Bedarf für eine medizinische Behandlung können Chatbots dabei helfen, die korrekte Anlaufstelle zu finden und Patient\*innenströme zwischen Krankenhäusern, Versorgungszentren und Arztpraxen zu leiten. Im Idealfall bringen die Patient\*innen alle vorhandenen medizinischen Unterlagen mit zur Aufnahme. Dort werden sie digitalisiert und ausgewertet, sodass im Anamnesegespräch bereits alle Vorerkrankungen, Medikationen und Allergien in einer Übersicht zusammengestellt sind. Auch die Dokumentation des

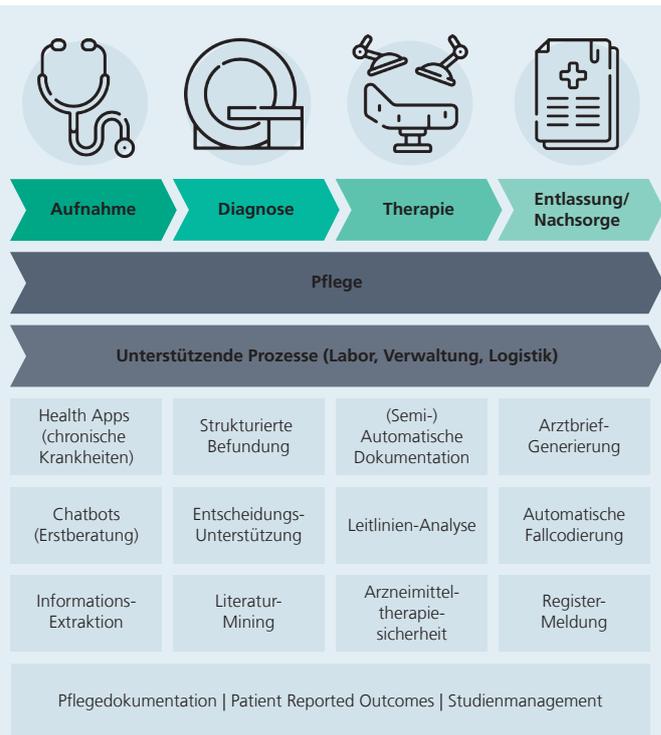


Abbildung 1: Beispielhafte Einsatzmöglichkeiten für Natural Language Processing entlang der Phasen eines klinischen Behandlungsverlaufs. Abbildung: Fraunhofer IAIS.

Aufnahmegesprächs kann durch eine automatische Erstellung von klinischen Notizen unterstützt werden und ist für die nachgelagerte Behandlung nützlich. Besonders in der Notaufnahme kann KI die Behandler\*innen enorm unterstützen, indem Risiken eingeschätzt und Diagnose- sowie Therapie-Vorschläge gemacht werden [3]. Nachfolgend stellen wir einige konkrete Ansätze dafür vor.

### Diagnose

Textverarbeitung unterstützt auch bei der Diagnostik. Dazu können KI-Modelle bei der Erstellung von Befunden in radiologischen Bildgebungen Vorschläge machen oder durch Literaturanalyse wissenschaftliche Publikationen aufbereiten und dem ärztlichen Personal zur Entscheidungsunterstützung zur Verfügung stellen. Weiterhin können mehrere Berichte schnell und unkompliziert zu einer Verlaufsdokumentation

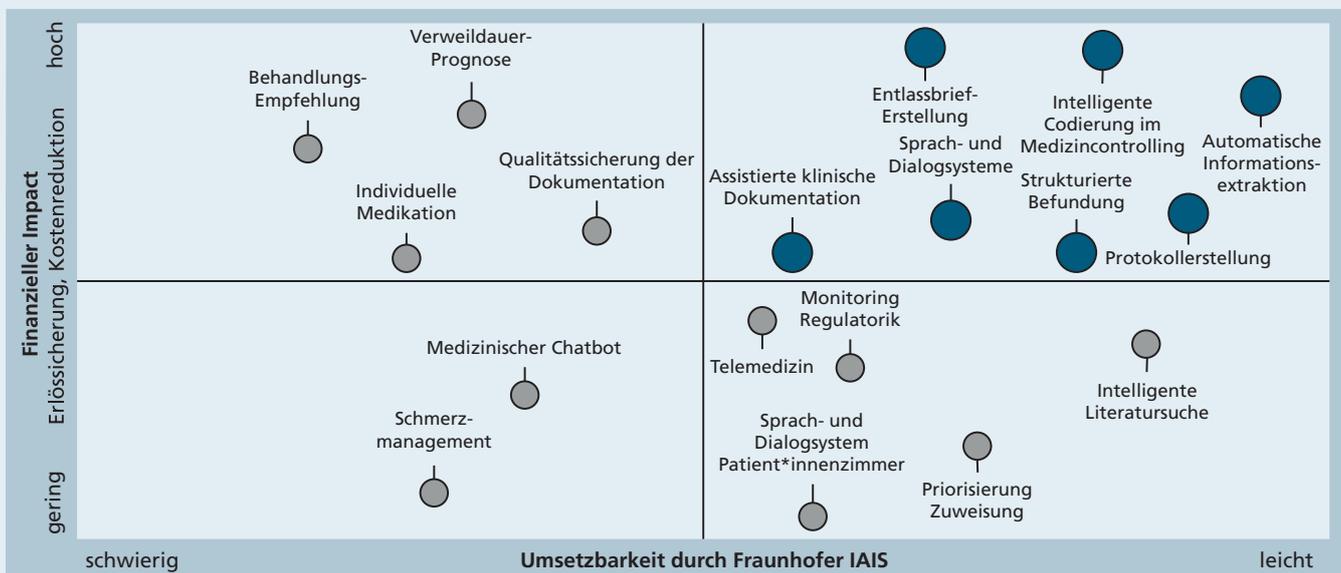


Abbildung 2: Die Grafik zeigt mögliche Use Cases, die für Krankenhäuser in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IAIS leicht umsetzbar sind und zugleich einen hohen Impact haben. Abbildung: Fraunhofer IAIS

zusammengefasst werden. Ebenso entwickeln wir bereits NLP-Technologien, die automatisch Pathologiebefunde auswerten und sie in strukturierter Form für die onkologische Dokumentation aufbereiten. Dabei ist die Erzeugung kurzer Zusammenfassungen von langen Befunden, wie beispielsweise OP-Berichten, ebenfalls eine Einsatzmöglichkeit. Aufbauend auf extrahierten Informationen ist es möglich, Einschätzungen zu Verweildauer, Mortalität und Intensivpflichtigkeit zu geben. Indem Patient\*innen mit historischen Fällen verglichen werden, können seltene Erkrankungen besser identifiziert und Erläuterungen zu vermuteten Diagnosen geliefert werden.

### Therapie

Während therapeutischer Maßnahmen können NLP-Ansätze helfen, Operationen und Pflegemaßnahmen automatisch zu dokumentieren, um die Qualität der Behandlung zu sichern und gleichzeitig die Abrechnung zu vereinfachen. Die umfangreichen medizinischen Leitlinien können analysiert und auf den vorliegenden Fall abgebildet werden, sodass direkt nur die relevanten Abschnitte hervorgehoben werden. Das ist wichtig, um in zeitkritischen und stressigen Situationen die Behandlung optimal durchführen zu können. Weiterhin bilden identifizierte Medikationen aus Texten die Grundlage für eine intelligente Prüfung auf Arzneimitteltherapiesicherheit (AMTS) bei Verschreibungen. Liegen bekannte Wechselwirkungen oder Kontraindikationen vor, so werden Hinweise angezeigt und zusätzlich auf die Quelle der Informationen innerhalb der Dokumente verwiesen. Klinische Aufzeichnungen während der Therapie werden automatisch zu einer Übersicht des Behandlungsverlaufs entlang einer zeitlichen Achse überführt. Dies hilft dem klinischen Personal, den temporalen Verlauf besser zu analysieren und Entwicklungen frühzeitig zu identifizieren.

### Entlassung & Nachsorge

Aktuell verbringen Ärzt\*innen mehrere Stunden täglich damit, Entlassbriefe zu schreiben, wobei davon ein erheblicher Anteil in Überstunden stattfindet. Die Erstellung von Arztbriefen zum Zeitpunkt der Entlassung kann durch KI stark vereinfacht werden und die dafür benötigte Zeit deutlich reduzieren.

Zunächst wird ein Großteil der Daten automatisch aus Informationssystemen eingefügt und befüllt den vorderen Teil des Arztbriefs. Zusätzlich kann die KI Textvorschläge für die darauf folgende Zusammenfassung, die sogenannte Epikrise, machen, die auf den Befunden und weiteren Informationen basiert. Insgesamt wird dadurch nicht nur die Erstellung beschleunigt, sondern auch die Verständlichkeit der Briefe für Patient\*innen und Hausärzt\*innen stark erhöht. Erreicht wird dies durch die Erklärung von Fachbegriffen oder die Verwendung vereinfachter Sprache. Für die abschließende Abrechnung der Aufenthalte im Medizincontrolling sind unsere KI-Systeme bereits im Einsatz. Die Patient\*innendaten werden auf abrechenbare Codes abgebildet und tragen somit zur Erlössicherung bei. Dadurch kann vermieden werden, dass abrechnungsfähige Behandlungen übersehen werden. Die Meldung an medizinische Register wird erleichtert, indem Daten aus den krankenhausinternen Systemen in meldepflichtige Felder eingefügt werden. Solche Register bilden eine wichtige Datengrundlage für medizinische Forschung und eine bundesweite Qualitätssicherung.

### Pflege

Die Pflege profitiert ebenfalls von NLP-Ansätzen: Dazu zählen die Unterstützung des Pflege-Assessments, die automatische Pflegedokumentation sowie Hinweise auf Pflegemaßnahmen und Entscheidungsunterstützung, z.B. bei der Wundversorgung. Der Austausch von Informationen zwischen unterschiedlichen Berufsgruppen im Krankenhaus erfolgt häufig textbasiert. Im hektischen Arbeitsalltag können Hinweise übersehen werden oder verloren gehen. Hierbei kann KI unterstützen, relevante Daten aufzuspüren, hervorzuheben und in den Kontext von klinischen Empfehlungen zu setzen.

### Unterstützende Prozesse

Textbasierte Vorgänge in allen weiteren Bereichen von medizinischen Einrichtungen sind ebenfalls betroffen. So kann NLP helfen, Ausschreibungen zu erstellen, Berichte zu prüfen, Bewerbungsunterlagen auszuwerten, klinische Studien zu managen, Outcomes zu erfassen sowie Qualifikationen und Aufgabenprofile auf Mitarbeitende abzubilden.

# Herausforderungen in der klinischen Praxis

## Bias

Die Entwicklung und der Einsatz von Künstlicher Intelligenz unterscheidet sich von klassischer Software. Zunächst muss jeder KI-Algorithmus auf einer Menge von Trainingsdaten trainiert werden. Diese Daten sollten eine große Anzahl an repräsentativen Beispielen enthalten und in einer qualitativ hochwertigen Form vorliegen. Dazu ist häufig eine manuelle Annotation einer Teilmenge von Daten durch Expert\*innen notwendig, wodurch die KI Zusammenhänge in den Daten zu erkennen lernt und diese dann auf neue, ungesehene Dokumente übertragen kann. Hier ist zu beachten, dass jede Datengrundlage nur einen Ausschnitt der klinischen Realität abbilden kann und in vielen Fällen eine statistische Verzerrung, also einen sogenannten »Bias« enthält. Dieser sollte zu Beginn erkannt und analysiert werden, um ihm im Anschluss entgegenwirken zu können. Beispielsweise enthalten Texte einen Bias in Bezug auf den Schreibstil der erstellenden Autor\*innen, der beschriebenen Patient\*innen oder den spezifischen Eigenschaften des Krankenhauses [3].

## Absicherung & Zertifizierung

KI-Modelle lernen nur statistische Zusammenhänge und können die Ergebnisse nicht eigenständig auf kausale Sinnhaftigkeit prüfen. Hinzu kommt die Tatsache, dass Zusammenhänge in den Trainingsdaten sich nicht komplett fehlerfrei auf neue Daten aus der Praxis übertragen lassen. Während bei klassischer Software solche Risiken durch codierte Regeln und Testfälle abgesichert werden können, muss bei Künstlicher Intelligenz anders vorgegangen werden. Um Vertrauen in die Arbeitsweise und in die Ergebnisse eines KI-Systems aufzubauen, gibt es Techniken, die es erlauben, das gesamte Modell und auch Einzelfallentscheidungen nachzuvollziehen. Dadurch kann es auf wünschenswerte Eigenschaften wie Robustheit, Fairness und Sicherheit geprüft werden. Am Fraunhofer IAIS forschen wir bereits seit Jahren am Thema der Absicherung und Zertifizierung von Künstlicher Intelligenz. Aufbauend auf vielfältiger Umsetzungserfahrung haben wir einen KI-Prüfkatalog entwickelt ([www.iais.fraunhofer.de/ki-pruefkatlog](http://www.iais.fraunhofer.de/ki-pruefkatlog)).

## Machine Learning Operations

Die Anwendung von KI-Systemen in der klinischen Praxis bringt besondere Anforderungen an die Implementierung mit sich. Für die Anwendung auf neue Daten, die sogenannte »Inferenz«, muss leistungsfähige IT-Hardware lokal oder in der Cloud verfügbar sein. Unabhängig von der genutzten Hardware müssen die hohen Anforderungen an die Datensicherheit von Gesundheitsdaten gewährleistet sein. Die Qualität der Modellausgaben muss dauerhaft überprüft werden und erfordert unter Umständen ein Neutraining des Modells, da sich die Daten verändern [2]. Die Strategien rund um den produktiven Einsatz von Machine-Learning-Systemen sind Inhalt des Themengebiets »Machine Learning Operations (MLOps)«, mit dem sich ein erfahrenes Forschungsteam an unserem Institut befasst.

## Foundation Models

Neue Entwicklungen innerhalb der Künstlichen Intelligenz können schnell die gesamte Forschungslandschaft und auch Anwendungen radikal verändern. Eine solche transformative Entwicklung findet aktuell ausgelöst durch eine neue Modellklasse statt, die sogenannten »Foundation Models«. Damit sind große Sprachmodelle mit Milliarden von Parametern gemeint, die auf riesigen Datensätzen trainiert werden. Dabei setzt man auf »selbstüberwachtes Lernen«, also ohne die Notwendigkeit für Annotationen. Beispiele für solche Modelle wie ChatGPT [1], GPT-3 oder DALL-E sorgen für öffentlichkeitswirksame Resultate und breite gesellschaftliche Diskussionen. Einerseits kann man solche Modelle für spezifische Aufgaben mit gelabelten Daten feinjustieren. Andererseits können große Modelle auch direkt Aufgaben erledigen, indem man einen Auftrag formuliert und diesen gegebenenfalls mit ein paar Beispielen erläutert. Klare Vorteile liegen in der hohen Flexibilität für die Anwendung solcher Modelle. Nachteile umfassen neben der enormen Rechenleistung, die für das Training notwendig ist, die assoziative Arbeitsweise der Modelle, die plausible Formulierungen suchen und nicht an Faktentreue orientiert sind. Bei genauerem Prüfen fallen manchmal Inkonsistenzen und durcheinandergewürfelte Informationen auf. Weiterhin ist völlig unklar, wie die Modelle zu ihren Ergebnissen gekommen sind. Eine Transparenz und Nachvollziehbarkeit ist in Fällen von kritischen Entscheidungen, wie z. B. im Gesundheitswesen, aber von elementarer Bedeutung. Gemeinsam mit Partnern erforschen wir Spezial-Modelle, die zu einer Anfrage eine Datenbank- oder Websuche durchführen, dieses Wissen in die erzeugten Texte einbringen und die Antwort durch gefundene Dokumente belegen. Dennoch bleibt die Validierung der Ergebnisse eine Herausforderung. Fest steht bereits: Foundation Models werden die Art und Weise, wie Prozesse in Unternehmen ablaufen, nachhaltig verändern und zu enormen Wertschöpfungen in allen Wirtschaftsbranchen führen. Am Fraunhofer IAIS entwickeln wir Sprachmodelle für spezifische Anforderungen, die weiterhin interpretierbare Ergebnisse erzeugen und faktentreu Informationen verarbeiten.

# Technologien

Innerhalb des Natural Language Processing kommen unterschiedliche algorithmische Ansätze zum Einsatz. Je nach Anwendungsfall wird ein anderes Ziel verfolgt, je nachdem ob es darum geht, bestimmte Elemente im Text zu erkennen, Beziehungen zwischen Begriffen zu erkennen oder ganze Texte zusammenzufassen. Im Folgenden stellen wir einige der wichtigsten Techniken vor.

**Named Entity Recognition** bezeichnet das Extrahieren von Informationen aus einem Text. Beispielsweise möchten wir alle genannten Medikamente oder Vorerkrankungen innerhalb eines Arztbriefes erkennen und auflisten. Dafür sind beispielhafte Annotationen in einer Trainingsmenge von Dokumenten durch fachliches Personal notwendig. Insbesondere im medizinischen Kontext folgt auf die Identifikation von Entitäten der ergänzende Schritt, diese auf Elemente einer Nomenklatur wie z. B. ICD-Codes oder SNOMED-CT-Begriffe abzubilden. Dieser Schritt wird als »**Konzeptidentifikation**« bezeichnet.

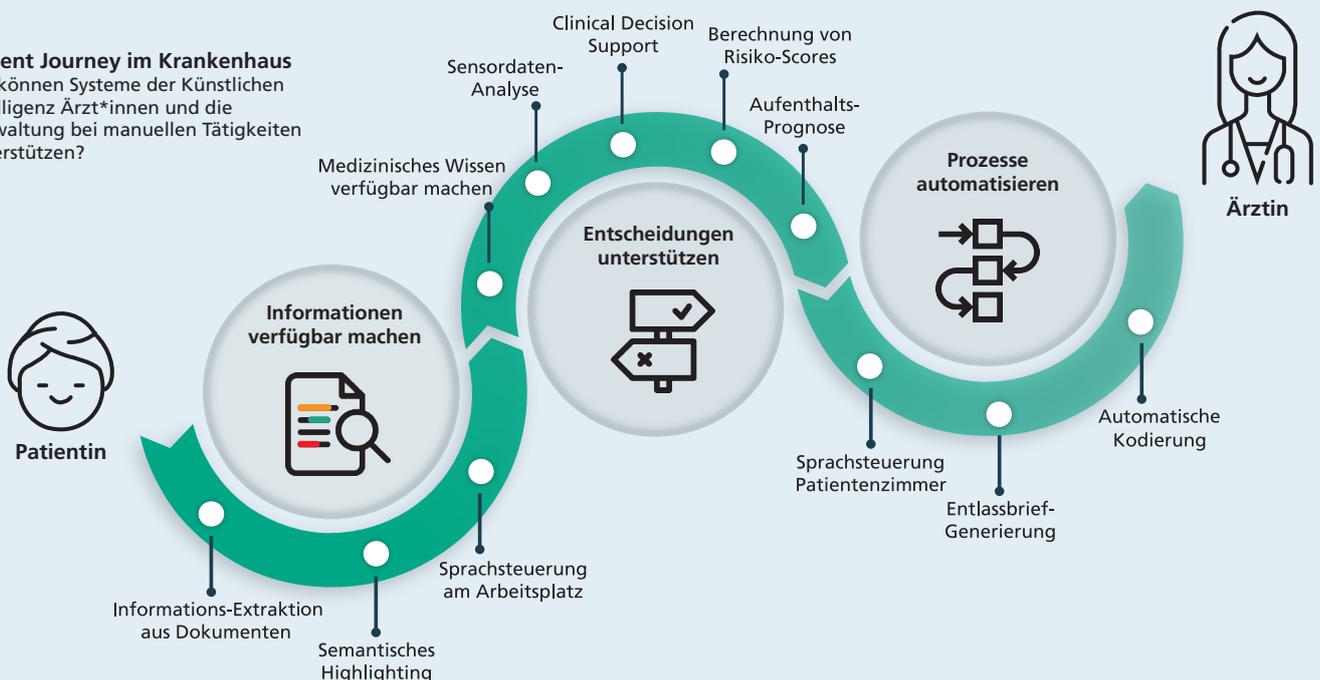
**Relation Extraction** meint die Identifikation von Beziehungen zwischen Begriffen im Text. Bei Nennung von Beschwerden ist unter anderem sehr relevant, seit wann sie bestehen oder wie lange sie angedauert haben. Andere Beispiele sind Verneinungen von Symptomen oder die Angabe eines Medikaments inklusive seiner Dosierung. Hier muss das KI-Modell zusätzlich zu den Entitäten selbst auch die inhaltlichen Bezüge zwischen ihnen erkennen.

**Klassifikation** umschreibt Methoden, die ein Dokument einer bestimmten Klasse zuordnen. Beispielsweise wird eine große Menge von Dokumenten aus der Patient\*innenakte in die Kategorien »Befunde«, »Arztbriefe«, »Laborberichte« und sonstige Dokumente wie Überweisungen oder Rezepte eingruppiert. Dies stellt eine Unterstützung für ärztliches Personal dar, wenn eine große Menge an Dokumenten vorliegt. Ebenso wird dadurch die nachträgliche Abrechnung des Krankenhausaufenthaltes vereinfacht.

**Summarization** beschreibt Ansätze, die ein oder mehrere Dokumente in wenigen Sätzen zusammenfassen möchten. Dabei können einerseits wichtige Sätze im Originaldokument identifiziert werden oder alternativ vollständig neuartige Sätze aus den wesentlichen Informationen gebildet werden.

**Text Generation** befasst sich mit allen Verfahren, die gänzlich neue Texte generieren. Dazu gehören Methoden, die auf der Basis von strukturierten und unstrukturierten Daten komplette Texte formulieren, wie beispielsweise die Generierung eines Arztbriefes aus den Daten eines Krankenhausaufenthaltes. Dabei werden Befunde, Verlaufsdokumentationen und Laborwerte neben anderen Informationen verarbeitet. Auch Dialogsysteme wie Chatbots im Patient\*innenzimmer basieren auf generativen Modellen.

**Patient Journey im Krankenhaus**  
Wo können Systeme der Künstlichen Intelligenz Ärzt\*innen und die Verwaltung bei manuellen Tätigkeiten unterstützen?



# Use Cases

## Analyse der Patient\*innengeschichte

Bei Aufnahme in ein Krankenhaus ist die Vorgeschichte der Patient\*innen ein wichtiges Kriterium für die Diagnose und Auswahl von Therapien. Dabei muss das ärztliche Personal oft eine Fülle an Informationen in kurzer Zeit erfassen und mit seinem Erfahrungswissen und klinischen Leitfäden abgleichen. Besonders Vorerkrankungen, aktuelle Medikationen und bekannte Allergien sind hier von Interesse. In vielen Fällen bringen Patient\*innen Vorbefunde und weitere Dokumente aus vergangenen Behandlungen in Papierform mit. Zwar wird heute bereits vielfach ein Teil dieser Dokumente eingescannt und im Krankenhaus-Informationssystem hinterlegt. Dennoch verbleiben viele dieser Scans aufgrund von Umfang und Zeitmangel ungelesen. Hier setzt die KI-Lösung des Fraunhofer IAIS an, indem sie automatisch die wichtigsten Informationen aus den Dokumenten extrahiert und als strukturierte Informationen verfügbar macht. Dadurch kann dem ärztlichen Personal eine übersichtliche Darstellung der wesentlichen Daten angezeigt werden, wodurch die Behandlungsqualität steigt, Zeit und Nerven geschont werden und die Zufriedenheit bei Patient\*innen als auch beim Personal zunimmt.

## Befundanalyse

Während eines Krankenhausaufenthalts entstehen auch in der Phase der Diagnostik viele Dokumente, die zwischen verschiedenen Fachbereichen zur Informationsvermittlung eingesetzt werden. Beispiele hierfür sind von Radiolog\*innen erstellte Bildgebungsbefunde nach einem MRT, CT oder Röntgen und Pathologieberichte, die das Ergebnis von Gewebeprobeanalysen darstellen. Die Befunde und Berichte enthalten typischerweise sowohl strukturierte Informationen als auch geschriebenen Text. Der Text ist häufig durch

ein Sprachdiktat oder ein strukturiertes Protokoll entstanden, dennoch existieren kaum standardisierte Vorlagen für die Struktur oder verwendete Terminologie der Texte. Die Algorithmen von Fraunhofer reichern den Originaltext des Befunds mit einer strukturierten Auflistung der Informationen an, die sofort in andere Systeme übernommen werden können, ohne sie händisch aus dem Bericht herauslesen zu müssen. Davon profitieren auch nachgelagerte KI-Systeme, die Therapieempfehlungen machen oder semiautomatisch Befunde schreiben bzw. zusammenfassen.

## Arztbriefgenerierung

Der Arztbrief stellt eine der wichtigsten Kommunikationsmittel zwischen behandelnden Fachärzt\*innen, Hausärzt\*innen und Patient\*innen dar. Die Erstellung von Arztbriefen ist zeitaufwendig und ressourcenintensiv. Wichtige Informationen über den Behandlungsverlauf müssen unbedingt enthalten sein. KI-Systeme können dabei helfen, automatische Textvorschläge zu erstellen. Dabei werden sowohl strukturierte Informationen als auch unstrukturierte Informationen in Form von Texten aus der Patient\*innenakte in den Arztbrief integriert. Ein intuitiver Editor ermöglicht dem ärztlichen Personal, Anpassungen vorzunehmen und den Arztbrief zu finalisieren. Dabei kommen sogenannte »Generative Modelle« aus der KI-Sprachverarbeitung zum Einsatz, die aus großen Datenmengen Muster erkennen und reproduzieren können. Erste Untersuchungen zeigen erhebliches Zeitersparnis-Potenzial für generativ vorgefertigte Arztbriefe.

## Automatische Fallcodierung

Damit ein Krankenhausaufenthalt abgerechnet werden kann, müssen die Erkrankungen und Prozeduren vollständig codiert werden. Dies geschieht typischerweise im Medizincontrolling durch ausgebildete Fachkräfte. Eine Codierungs-KI erkennt die Diagnosen und Prozeduren in der Patientenakte automatisch und bereitet die Abrechnung im Medizincontrolling vor. ICD- und OPS-Codes werden extrahiert und der Kodierfachkraft vorgeschlagen. Dadurch kann der Fall schneller, vollständig und sicher abgerechnet werden.



Abbildung 4: Kombinationen von KI-Komponenten erzeugen Synergien, hier am Beispiel von Informationsextraktion aus Dokumenten in Verbindung mit Textgenerierung. Abbildung: Fraunhofer IAIS

# Fazit und Ausblick

Insgesamt ergibt sich ein klares Bild für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz im Gesundheitswesen: Die automatisierte Verarbeitung medizinischer Dokumente spart Zeit, reduziert Kosten, steigert die Behandlungsqualität und erhöht die Zufriedenheit bei Patient\*innen und Personal. Bei der Umsetzung muss auf eine frühzeitige Einbeziehung der Nutzer\*innen geachtet und Einsatzmöglichkeiten in ganzheitlichen Prozessen betrachtet werden. Herausforderungen wie Datenschutz, Datenverfügbarkeit, Datenqualität und Interoperabilität sind keine Hindernisse, sondern lassen sich durch interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Data Scientists und klinischen Expert\*innen strukturiert angehen. Es empfiehlt sich eine iterative Herangehensweise, welche ausgehend von einzelnen Fachbereichen und Indikationen flexibel erweiterbar ist. In Zukunft werden Krankenhäuser genauso mit KI durchdrungen sein wie heute bereits durch Software. Im Zuge von Entwicklungen innerhalb des Gesundheitswesens in Richtung interoperabler Zusammenarbeit entlang des Behandlungspfades müssen alle beteiligten Stakeholder gemeinsam strategisch vorgehen. Dazu gehören gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Umsetzungen konkreter Use Cases.

Wir sind an weiteren spannenden Anwendungen interessiert und laden Sie herzlich ein, mit uns dazu ins Gespräch zu kommen.

## Weitere Informationen

- Geschäftsfeld Healthcare Analytics:  
[www.iais.fraunhofer.de/healthcare-analytics](http://www.iais.fraunhofer.de/healthcare-analytics)
- KI-Prüfkatalog:  
[www.iais.fraunhofer.de/ki-pruefkatalog](http://www.iais.fraunhofer.de/ki-pruefkatalog)

## Literaturverzeichnis

- [1] OpenAI 2022. <https://openai.com/blog/chatgpt/>
- [2] Whitepaper: »Zukunftssichere Lösungen für ML«  
[www.iais.fraunhofer.de/mlops-whitepaper](http://www.iais.fraunhofer.de/mlops-whitepaper)
- [3] Künstliche Intelligenz im Krankenhaus: Potenziale und Herausforderungen – Eine Fallstudie im Bereich der Notfallversorgung <https://doi.org/10.24406/publica-fhg-300605>
- [4] Bereit für das Smart Hospital?  
<https://doi.org/10.24406/publica-553>

## Infokasten

### Schulungen des Fraunhofer IAIS

#### Weiterbildungen – Datenanalyse und Maschinelles Lernen

Das Fraunhofer IAIS ist eines der führenden Wissenschaftsinstitute auf den Gebieten Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen und Big Data in Deutschland und Europa. Zum Schulungsangebot des Fraunhofer IAIS gehört die Weiterbildung zum »Data Scientist«. Die interaktiven (Online-) Schulungen mit maximal zwölf Teilnehmenden erlauben es, auf individuelle Bedürfnisse einzugehen.

Weitere Informationen:

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

### SmartHospital.NRW

Das Projekt SmartHospital.NRW widmet sich der Entwicklung von neuen KI-basierten Use Cases für Krankenhäuser an der Spitze der Forschung. Es entwickelt außerdem Hilfsmittel für Krankenhäuser mit unterschiedlichen Digitalisierungsgraden, um den eigenen Transformationspfad in Richtung Smart Hospital planen und umsetzen zu können. Die Universitätsmedizin Essen agiert als Konsortialführerin und klinische Partnerin in Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten IAIS und MEVIS, der RWTH Aachen, der TU Dortmund, der GSG Consulting GmbH sowie der m.Doc GmbH. Das Projekt wird vom Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen über eine Laufzeit von März 2021 bis Februar 2026 gefördert. Powered by KI.NRW: SmartHospital.NRW ist ein Flagship-Projekt, unterstützt durch die Kompetenzplattform KI.NRW.

Weitere Informationen:

[www.smarthospital.nrw](http://www.smarthospital.nrw) und [www.ki.nrw](http://www.ki.nrw)

# Impressum

---

## Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse-  
und Informationssysteme IAIS  
Schloss Birlinghoven 1  
53757 Sankt Augustin

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

## Autorinnen und Autoren

**Dario Antweiler** ist Teamleiter am Fraunhofer IAIS des Geschäftsfelds Healthcare Analytics und betreut Projekte in den Themenbereichen Digitalisierung im Krankenhaus sowie KI in der Pharmakologie. Sein Forschungsfeld ist Machine Learning und Visual Analytics im Gesundheitswesen.

**Katharina Beckh** ist Data Scientist am Fraunhofer IAIS und arbeitet im Bereich Natural Language Understanding mit einem Fokus auf medizinischen Themen. Ihr Forschungsinteresse liegt im Gebiet des Interaktiven Maschinellen Lernens und Erklärbarkeit von Sprachmodellen.

**Nilesh Chakraborty** ist Data Scientist am Fraunhofer IAIS und arbeitet im Bereich Natural Language Understanding. Sein Forschungsfokus liegt auf Robustheit und Out-of-Distribution-Generalisierung.

**Sven Giesselbach** ist Leiter des Teams Natural Language Understanding am Fraunhofer IAIS und dabei für die strategische Ausrichtung und Portfolioentwicklung des Teams verantwortlich. Zudem ist er seit einigen Jahren als Dozent im Data-Science-Schulungsprogramm tätig.

**Katrin Klug** ist Data Scientist am Fraunhofer IAIS und arbeitet im Bereich Natural Language Understanding mit einem Fokus auf Textgenerierung. Dabei liegt ihr Forschungsinteresse im Gebiet Evaluation von großen Sprachmodellen.

**Dr. Stefan Rüping** ist Leiter der Abteilung Knowledge Discovery am Fraunhofer IAIS. Er forscht in den Bereichen Explainable AI und Natural Language Processing.

## Redaktion

Evelyn Stolberg

## Layout/Grafik

Achim Kapusta  
Lea Sophie Scharmach Silva

## Bildnachweise

Titelbild: thicha - stock.adobe.com

Fraunhofer IAIS, Sankt Augustin, April 2023



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

## Kontakt

---

Dario Antweiler  
Telefon +49 2241 14-2516  
[dario.antweiler@iais.fraunhofer.de](mailto:dario.antweiler@iais.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse-  
und Informationssysteme IAIS  
Schloss Birlinghoven 1  
53757 Sankt Augustin

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