





ERZÄHLUNG, SYSTEMATISCHE ÜBERPRÜFUNG, META-ANALYSE

Nutzung von Blockchain zur Umgestaltung des Datenmanagements im Gesundheitswesen: Ein umfassender Forschungsplan

Horst Treiblmaier, PhD¹ , Abderahman Rejeb, PhD² , Mike Gault, PhD³ , Anjum Khurshid, PhD⁴, Alex Norta, PhD⁵ , Jim Poteet, BS⁶ und Suresh Sivagnanam⁷

¹Ordentlicher Professor, Fakultät für Internationales Management, Modul University Vienna, Wien, Österreich; ²Fakultät für Betriebswirtschaft, Széchenyi István University, Győr, Ungarn; ³Guardtime, Lausanne, Vaud, Schweiz; ⁴Sentinel Program and Faculty, Department of Population Medicine, Harvard Pilgrim Health Care Institute and Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, USA; ⁵Dymaxion OÜ, Tallinn University, Tallinn, Estland; ⁶Technology and Operations Leader, Oracle Cerner, Overland Park, Kansas, USA; ⁷Healthcare and Higher Education, Talents Squared Limited, London, UK

Korrespondierender Autor: Horst Treiblmaier, E-Mail: horst.treiblmaier@modul.ac.at DOI:

<https://doi.org/10.30953/bhty.v7.301>

Stichworte: Blockchain, Distributed Ledger, Gesundheitswesen, Gesundheitsdaten, Podiumsdiskussion, Forschungsagenda

Zusammenfassung

Die ordnungsgemäße Verwaltung von Gesundheitsdaten ist ein komplexes Unterfangen, bei dem die Anforderungen und Interessen vieler Beteiligten in Einklang gebracht werden müssen. In diesem Beitrag stellen wir die Ergebnisse einer Podiumsdiskussion mit Fachleuten aus dem Gesundheitswesen und Akademikern vor, die sich mit der aktuellen Situation des Datenmanagements im Gesundheitswesen und der zukünftigen Rolle, die Blockchain in diesem Sektor spielen könnte, befasst haben. Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Podiumsdiskussion strukturieren wir das Forschungsfeld des Datenmanagements im Gesundheitswesen und zeigen zahlreiche Wege für die zukünftige Forschung auf. Das Ergebnis ist ein Rahmen, der die wichtige Rolle von Gesundheitsdaten hervorhebt und sie in einen Kontext stellt. Aus der Sicht der Patienten gehen wir insbesondere auf das Vertrauen und den Schutz der Privatsphäre sowie auf die erwarteten Vorteile ein. Darüber hinaus werden vier wichtige Datenaspekte identifiziert: Integrität, Sicherheit, Interoperabilität und schließlich die gemeinsame Nutzung und Übertragung. Wir skizzieren auch die Bedeutung aktueller Probleme und leiten mehrere relevante und aktuelle Forschungsfragen ab, die die Grundlage für eine Forschungsagenda für Blockchain-getriebene Innovationen im Datenmanagement des Gesundheitswesens bilden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Rahmen Praktiker über das Potenzial von Blockchain im Gesundheitswesen informieren und das Gebiet für Forscher strukturieren wird, die aufgerufen sind, die jeweiligen Themen genauer zu untersuchen.

Eingereicht: February 20, 2024; Accepted: März 20, 2024; Veröffentlicht: April 30, 2024

In den letzten Jahren hat die Gesundheitsbranche eine tiefgreifende Entwicklung durchlaufen, die durch die digitale Transformation ausgelöst und durch die COVID-19-Pandemie beschleunigt wurde. Technologien wie das Internet der Dinge (IoT), künstliche Intelligenz (KI) und Blockchain sowie das Zusammenspiel zwischen ihnen haben die Aufmerksamkeit von Wissenschaftlern und Praktikern auf sich gezogen.¹ In diesem Artikel konzentrieren wir uns auf Blockchain und seine Auswirkungen auf das Datenmanagement im Gesundheitswesen. Wie in einer umfassenden Literaturübersicht von Dionisio et al.² dargelegt, müssen zwei Arten von Blockchain-Anwendungen unterschieden werden: patientenbasierte und entitätenbasierte. Beispiele für erstere sind die Erleichterung des Zugriffs auf Patientendaten für autorisierte Stellen und die Verwaltung der Verschreibungshistorie eines Patienten unter Wahrung des Datenschutzes und der Sicherheit. Von

Aus Sicht der Entitäten ist es vor allem die Genauigkeit der Datenverwaltung, die dazu beitragen kann, die falsche Identifizierung von Patienten und die Duplizierung von Krankenakten zu vermeiden sowie die Herkunft der Datenquellen zu gewährleisten.

Die Relevanz von Blockchain für die Verwaltung sicherer und gemeinsam nutzbarer elektronischer Krankenakten wurde bereits vor einigen Jahren hervorgehoben³ aber trotz zahlreicher vielversprechender Anwendungen und kreativer Anwendungsfälle müssen noch viele Hindernisse überwunden werden, um das Potenzial der Technologie voll auszuschöpfen und Lösungen zu entwickeln, die gleichzeitig die Privatsphäre der Patienten berücksichtigen und es medizinischen Einrichtungen ermöglichen, auf genaue, vollständige und zeitnahe Daten zuzugreifen, die sie für die Erbringung hochwertiger Dienstleistungen benötigen. In einer kürzlich durchgeführten Meta-Analyse fassen Krishnasamy und Gopalakrishnan⁴ die derzeitigen

Situation: "...auch wenn die Technologie noch nicht ausgereift ist, zeigt und unterstreicht diese Anstrengung die Notwendigkeit für Unternehmen des Gesundheitswesens, einen breiteren und mutigeren Blick auf die Blockchain und verwandte neue Technologien zu werfen."

In diesem Artikel folgen wir dieser Aufforderung zum Handeln, indem wir die wichtige Rolle des Datenmanagements im Gesundheitswesen untersuchen und untersuchen, wie Blockchain zur Verbesserung bestehender Systeme beitragen kann. Unser Ziel ist es, vielversprechende Forschungsansätze zusammenzustellen und zu strukturieren, die als Ausgangspunkt für zukünftige Forschungsprojekte dienen können, und die wichtigsten Themen für Praktiker zusammenzufassen und hervorzuheben.

Literaturübersicht

In dieser Ära ist die Blockchain-Technologie eine bahnbrechende Innovation, die Effizienz bei der betrieblichen und behördlichen Überprüfung sowie Transparenz in zahlreichen Wirtschaftssektoren bietet.⁵Eine Blockchain funktioniert als dezentrale, sich ständig erweiternde Reihe von Aufzeichnungen, die als "Blöcke" bezeichnet werden und durch einen Prozess, der den Konsens einer Reihe von Peers erfordert, in einer Sequenz miteinander verbunden sind. Jeder Block in der Kette enthält zahlreiche Transaktionen, einen kryptografischen Hash seines Vorgängers und einen Zeitstempel.⁶Jede Änderung der Blockdaten kann einen Dominoeffekt auslösen, der möglicherweise die gesamte Kette unterbricht. Bei der Verarbeitung von Daten synchronisiert sich jeder Computer im Netzwerk gleichzeitig und fälscht einen dauerhaften und unveränderlichen digitalen Datensatz.

Das Blockchain-System legt auch die Regeln dafür fest, wer neue Blöcke hinzufügen kann und welche Anforderungen dafür gelten. Zu den besonderen Merkmalen der Blockchain gehört die Fähigkeit, Daten und Transaktionen in einem unveränderlichen Peer-to-Peer-Netzwerk auszutauschen und Transparenz und Sicherheit zu verbessern. Ursprünglich für Kryptowährungen und Finanztransaktionen bekannt, hat die Blockchain inzwischen auch in zahlreichen anderen Sektoren wie Tourismus, Fertigung, Logistik, Smart Cities und Transport Einzug gehalten, die alle von ihren robusten Sicherheits- und Datenschutzfunktionen profitieren.⁷⁻⁹

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass Blockchain kein monolithisches Konzept ist, sondern vielmehr ein Bündel geschickt kombinierter Technologien, die die gewünschten Eigenschaften wie Unveränderlichkeit und Dezentralisierung bieten. Wichtige Bausteine umfassen Schlüsselideen wie verknüpfte Zeitstempel, Public-Key-Kryptografie und intelligente Verträge¹⁰und ermöglichen Eigenschaften wie Flexibilität, Undurchsichtigkeit, Leistung, Politik, Praktikabilität und Sicherheit.¹¹Infolgedessen können die entstehenden Plattformen konzeptionell recht unterschiedlich sein und entweder für jedermann offen ("öffentlich") oder auf eine Gruppe von Einrichtungen beschränkt ("privat", "Konsortium") sein.

Ebenso gibt es verschiedene Möglichkeiten, in einem solchen Peer-to-Peer-Netzwerk einen Konsens zu erreichen. Der bekannteste Mechanismus ist der Proof-of-Work, bei dem mit Hilfe von Energie ermittelt wird, wer berechtigt ist, einen neuen Block zur Kette hinzuzufügen. Es gibt jedoch auch alternative Mechanismen, wie z. B. Proof-of-Stake, bei dem die Validierung auf der Grundlage der Menge der Bestände an einer bestimmten Münze oder Kryptowährung ausgewählt werden.¹²

Im weiteren Verlauf dieses Artikels abstrahieren die Autoren von einer spezifischen Implementierung und verwenden den Begriff Blockchain, um ein System zu bezeichnen, das die oben genannten gewünschten Eigenschaften aufweist.

Blockchain hat das Potenzial, die Verwaltung des Gesundheitswesens durch die Art und Weise, wie Daten verwaltet, gemeinsam genutzt und geschützt werden, zu revolutionieren.^{13,14}Die Blockchain-Technologie kann zur Lösung zentraler Probleme wie Datenfragmentierung, Interoperabilitätsprobleme, Sicherheitslücken und hohe Betriebskosten eingesetzt werden und so neue Standards für die Verwaltung von Gesundheitsdaten setzen. Die Auswirkungen der Blockchain gehen über die betriebliche Effizienz hinaus und verbessern die Patientenversorgung und -sicherheit grundlegend. Im Hinblick auf die Patientenversorgung kann Blockchain eingesetzt werden, um genaue und vollständige Gesundheitsdaten zu gewährleisten und Gesundheitsdienstleister in die Lage zu versetzen, fundiertere Entscheidungen zu treffen.^{15,16}Sie kann auch dazu beitragen, einen umfassenderen Überblick über die Krankengeschichte eines Patienten zu erhalten, einschließlich früherer Allergien, Medikamentenanamnese und früherer Behandlungen, und eine individuellere, koordiniertere und effektivere Versorgung ermöglichen.¹⁷Dies ist besonders in Notfällen wichtig, in denen der sofortige Zugriff auf die Krankengeschichte lebensrettend sein kann.

Die sichere und einheitliche Natur der in der Blockchain gespeicherten Daten eröffnet neue Wege für die medizinische Forschung. So können Forscher beispielsweise auf riesige Mengen anonymisierter Patientendaten zugreifen und robuste Datensätze für technische Versuche und Studien sicherstellen, was die Entwicklung neuer Behandlungen und Medikamente beschleunigen und letztlich der Patientenversorgung zugutekommen kann. Da die Blockchain die Rückverfolgbarkeit und Nachvollziehbarkeit jeder Datentransaktion ermöglicht, können Patienten die Verwendung ihrer Daten nachverfolgen und den Zugang zu ihren Gesundheitsdaten gewähren oder widerrufen, was mehr Privatsphäre und Autonomie gewährleistet. Diese Befähigung und der patientenzentrierte Ansatz stärken nicht nur das Vertrauen in das Gesundheitssystem, sondern ermutigen die Patienten auch, sich stärker in das Gesundheitsmanagement einzubringen und ihre Daten für klinische Studien und medizinische Forschung zur Verfügung zu stellen.¹⁸

Da der Datenschutz und die Datensicherheit immer mehr in den Mittelpunkt rücken, müssen sich die Anbieter im Gesundheitswesen auch mit strengen regulatorischen Anforderungen auseinandersetzen. Die inhärenten Merkmale der Blockchain, einschließlich der Unveränderbarkeit von Daten und automatischer Prüfpfade, helfen bei der Einhaltung dieser Compliance-Standards.¹³Darüber hinaus verringert die Blockchain das Risiko von Datenmanipulationen und trägt zur Eindämmung von Betrug bei, der bei Abrechnungen und Versicherungsansprüchen im Gesundheitswesen ein großes Problem darstellt.¹⁹

Angesichts des Problems des Arzneimittelbetrugs kann das weit verbreitete Problem der Arzneimittelfälschungen durch die verbesserte Rückverfolgbarkeit von Arzneimitteln in der Blockchain²⁰wirksam angegangen werden, indem die Echtheit pharmazeutischer Produkte in der gesamten Lieferkette von der Herstellung bis zur Auslieferung an den Kunden sichergestellt wird. Die unveränderlichen und mit Zeitstempeln versehenen Transaktionen in der Blockchain machen es für gefälschte Arzneimittel äußerst schwierig, in die legale Lieferkette einzudringen. Blockchain kann die Zuverlässigkeit und Genauigkeit von Daten im Zusammenhang mit klinischen Studien und Präzisionsmedizin verbessern.

Dies ist besonders wichtig, um die Integrität von Daten aus klinischen Studien zu gewährleisten und die Analyse zu verbessern. In der Präzisionsmedizin ermöglicht die Rolle der Blockchain bei der sicheren Verwaltung genomischer Sequenzen dem Einzelnen die Kontrolle über seine genetischen Daten.²¹ Dies trägt zu proaktiven Behandlungsstrategien für genetisch vererbte Krankheiten bei, was einen großen Fortschritt in der personalisierten Medizin darstellt. In Notfällen kann die Blockchain den Bedarf an einem ständigen Zugang zu Patientendaten decken. Die Verwendung von intelligenten Verträgen und kryptografischen Schlüsseln ermöglicht eine nahtlose und sichere Verwaltung des Datenzugriffs, wodurch Fehler reduziert und der Prozess der Datenerfassung in kritischen Situationen beschleunigt wird.

Die Risiken für die Cybersicherheit von Telegesundheitssystemen - einschließlich Datenschutzverletzungen, unbefugtem Zugriff und Anfälligkeit - können durch die Einführung von Blockchain möglicherweise überwunden werden, da die Technologie zur Verbesserung der Sicherheit und des Datenschutzes beiträgt, auch wenn ihre Integration die Kosten erhöhen kann, insbesondere in abgelegenen Gebieten.²² Die Blockchain-Technologie kann auch ein zuverlässiges und fälschungssicheres System zur Verwaltung der Patientenidentität einrichten, das in der heutigen physischen und virtuellen Umgebung der Gesundheitsversorgung benötigt wird.²³

Die Fortschritte der Blockchain in Bezug auf die Effizienz der Datenübertragung und des Datenaustauschs sind auch für die Erkennung von Ansprüchen und die Verbesserung der Genauigkeit des Krankenversicherungsschutzes von entscheidender Bedeutung. Dies ist auf das Potenzial der Technologie zur Automatisierung von Transaktionen und zur Aufzeichnung von Vereinbarungen durch intelligente Verträge zurückzuführen, die den Bedarf an der Beteiligung Dritter minimieren und die Verwaltungsprozesse rationalisieren.

Schließlich gewährleistet die Einführung von Blockchain bei Abrechnungsprozessen, insbesondere bei Versicherungsansprüchen, die Speicherung von Daten und eine schnellere Verarbeitung von Transaktionen, was zu niedrigeren Betriebskosten führt. Insgesamt spielt das Aufkommen der Blockchain eine entscheidende Rolle bei der Steigerung der Effizienz, Sicherheit und Vertrauenswürdigkeit einer Vielzahl von Prozessen im Gesundheitswesen und fördert die Entwicklung eines kohärenteren und patientenorientierten Gesundheitssystems. Die Richtung, in die diese Entwicklung geht, ist jedoch nicht unbedingt vorgegeben, und es besteht ein großes Potenzial für die Schaffung von Blockchain-basierten Systemen, die effizienter und effektiver sind und vor allem die Interessen der Patienten berücksichtigen.

Forschungsfragen

Der Gesundheitssektor steht vor erheblichen und vielschichtigen Problemen. Um tragfähige Lösungen zu finden, ist es entscheidend, dass wichtige Interessengruppen zusammenarbeiten und Lösungen schaffen, die im besten Interesse der Patienten sind. Der gemeinsame Nenner der meisten anstehenden Probleme sind die Patientendaten, die das Herzstück eines jeden Gesundheitssystems sind. Im Vergleich zu anderen Industriezweigen sind sie empfindlicher gegenüber Verletzungen der Privatsphäre und müssen genau und aktuell sein. In diesem Artikel stellen wir daher die folgenden Forschungsfragen:

- Welche Probleme gibt es beim Datenmanagement im Gesundheitswesen?
- Wer sind die Hauptakteure des Datenmanagements im Gesundheitswesen?
- Wie können Patienten von dem Potenzial der Blockchain-Technologie profitieren?
- Wie kann Blockchain helfen, Daten zu speichern, zu verarbeiten und zu übertragen?
- Welches sind die wichtigsten Zukunftsthemen im Zusammenhang mit Blockchain-Innovationen im Datenmanagement im Gesundheitswesen?

Methodik

Im Juni 2023 traf sich eine Gruppe von Experten auf der ConV2X-Konferenz (<https://conv2xsymposium.com/>) zu einer anregenden Diskussion darüber, wie Blockchain und dezentrale Technologien die Zukunft der Speicherung, des Austauschs, des Datenschutzes und des Zugangs zu Gesundheitsdaten neu gestalten könnten. Unter der Moderation von Professor Horst Treiblmaier von der Modul University Vienna brachte die interdisziplinäre Gruppe von Panellisten unterschiedliche Perspektiven aus den Bereichen Gesundheitswesen, Technologie, Forschung und öffentliche Politik ein.

Das Gremium bestand aus Experten für Blockchain und das Gesundheitswesen aus der Industrie und der Wissenschaft. Mike Gault (G), der Gründer und CEO von Guardtime, hat 2008 die erste Blockchain im Gesundheitswesen in Estland eingeführt, die auch heute noch genutzt wird. Anjum Khurshid (Dr. Khurshid), Chief Data Scientist am Harvard Pilgrim Health Care Institute und Fakultätsmitglied der Harvard Medical School, hat am Aufbau von Gesundheitsinformationsbörsen mitgewirkt, um elektronische Gesundheitsakten (EHR) und klinische Entscheidungsunterstützungssysteme innerhalb von EHR miteinander zu verbinden, sowie an der Entwicklung einer Blockchain-basierten Identitätsmanagement-Plattform namens MediLinker.²⁴ Alex Norta (Dr. Norta), Forscher und Unternehmer, gründete Dymaxion, ein Unternehmen, das sich auf die Multi-Faktor-Authentifizierung der eigenen Identität konzentriert. Jim Poteet (Mr. Poteet) von Oracle Cerner verfügt über 25 Jahre Erfahrung in der Gesundheitsbranche und ist Inhaber eines Patents für den Austausch klinischer Daten. Suresh Sivagnanam, Unternehmer, Investor, Direktor und Vorsitzender im Bereich Gesundheitswesen und Hochschulbildung, gründete zuvor vdoc, eine alternative weltweite Gesundheitsplattform, die telemedizinische Dienste anbietet, und entwickelt nun Aider, eine einheitliche globale Gesundheitslösung, die Telemedizin und primäre Gesundheitsdienste integriert. Das einstündige Gespräch wurde vollständig transkribiert. Die Analyse folgte etablierten Praktiken der qualitativen Inhaltsanalyse und umfasste einen Kodierungsprozess, bei dem relevante Teile des Interviewtextes in Kategorien geclustert wurden. Auf diese Weise wurde ein Kategoriensystem erstellt, das die Kernthemen im Zusammenhang mit dem Datenmanagement im Gesundheitswesen identifiziert und veranschaulicht, wie sie miteinander in Beziehung stehen. Die Analyse erfolgte in einem induktiven und iterativen Verfahren, so dass die entstehenden Kategorien immer weiter verfeinert wurden, bis eine Einigung zwischen allen Forschern erzielt wurde.²⁵ Schließlich wurden die Ergebnisse an

zur weiteren Verfeinerung und endgültigen Bestätigung an alle teilnehmenden Experten zurück.

Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten skizzieren wir zunächst die bestehenden Probleme des Gesundheitswesens und gehen dann der Frage nach, wie diese Probleme mit der Blockchain-Technologie angegangen werden können. Nach einer kurzen Erwähnung der anstehenden Probleme und der Anerkennung der vielen Beteiligten in diesem komplexen Umfeld konzentrieren wir uns dann auf die Probleme der Patienten und die potenziellen Vorteile, die sie durch Blockchain-basierte Lösungen erfahren könnten. Es folgt eine ausführliche Diskussion mehrerer wichtiger Dateneigenschaften, die weitere Aufmerksamkeit verdienen. Wir schließen diesen Abschnitt mit einem Ausblick auf die Zukunft und einem umfassenden Forschungsrahmen, der mehrere wichtige Themen hervorhebt, die durch die Entwicklung praktischer Anwendungen oder strenge akademische Forschung angegangen werden müssen.

Aktuelle Probleme

Die Diskussionsteilnehmer nannten zunächst die wichtigsten Herausforderungen, mit denen das derzeitige Gesundheitssystem zu kämpfen hat. Einige dieser Probleme werden durch die demografische Entwicklung der Bevölkerung im Verhältnis zu den aktiven Fachkräften im Gesundheitswesen verursacht, was in Aussagen wie "eine weltweit alternde Bevölkerung und zu wenige Fachkräfte im Gesundheitswesen, die durch das Netz kommen" (Herr Siva-gnanam) zum Ausdruck kommt. Trotz der Relevanz des Problems und der Dringlichkeit der Situation behindern gegensätzliche Interessen oder allgemeine Nachlässigkeit die Entwicklung tragfähiger Lösungen: "Es ist sehr schwierig, die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Regierungsstellen, insbesondere im Gesundheitswesen, in Gang zu bringen" (Dr. Gault). Die ganze Situation wird dadurch erschwert, dass "[die derzeitigen Systeme] in einem rechtlichen und regulatorischen Rahmen arbeiten, der wahrscheinlich vor 15 oder 20 Jahren entwickelt wurde" (Dr. Khurshid). Aus globaler Sicht wird die Situation durch die Fälschung von Medikamenten noch komplizierter: "Es gibt viele Entwicklungsländer, in denen zwei Drittel der Medikamente gefälscht sind" (Dr. Khurshid). In den letzten Jahren hat sich die Technologie erheblich weiterentwickelt und neue Möglichkeiten für die Speicherung, Verarbeitung und den Abruf von Daten eröffnet. Parallel dazu ist das allgemeine Bewusstsein für den Wert persönlicher Daten und deren Schutzwürdigkeit gestiegen. Der Gesetzgeber hat diese Entwicklung erkannt und strengere Gesetze erlassen, die auf die Bedürfnisse des Einzelnen eingehen und die Verantwortung und Haftung derjenigen erhöhen, die sensible Daten sammeln und speichern.

Es müssen Situationen vermieden werden, in denen Informationen für Unbefugte leicht zugänglich sind, wie von (Dr. Norta) dargestellt: "Die Krankenschwester war ein bisschen neugierig und hat, ohne es zu dürfen, in die Krankenakten geschaut." In Anbetracht der Geschwindigkeit des derzeitigen Wandels ist jedoch zu erwarten, dass die Regierungen erst mit Verzögerung reagieren werden: "Sie werden reaktiv sein, und sie werden um

10 bis 15 Jahre zurückliegen" (Dr. Khurshid). Selbst Länder, die bei der Anwendung von Technologien im Gesundheitswesen sehr weit fortgeschritten sind, schöpfen möglicherweise nicht das gesamte Potenzial der Technologie aus: "Die estnische ID-Karte reicht nicht aus, und es gibt viele andere Beispiele in anderen Ländern, die genauso funktionieren" (Dr. Gault). Dasselbe gilt vor allem für große Volkswirtschaften: "Das Gesundheitswesen auf dem US-Markt verändert sich aus technologischer Sicht nur sehr langsam" (Herr Poteet).

Außerdem muss das zunehmende Bewusstsein der Patienten für ihre Verletzlichkeit durch Datenmissbrauch berücksichtigt werden. Ein solcher Missbrauch kann durch die gemeinsame Nutzung sensibler Informationen in zentral verwalteten Systemen noch verschlimmert werden: "Eine weitere gemeinsame Datenbank zu schaffen und die Menschen dazu zu bringen, Daten in ein zentrales System hochzuladen, wird niemals gelingen. Es wird nie gelingen, weil niemand sein Verhalten ändern oder seine Daten auf eine Weise teilen will, die er nicht kontrollieren kann" (Dr. Gault).

Die COVID-19-Pandemie hat auch eine wichtige Veränderung des Verbraucherverhaltens ausgelöst: Immer mehr Menschen, die an einer Krankheit leiden, versuchen, gesundheitsbezogene Informationen online zu finden, was zu Problemen führen kann: "Der Versuch, die Bedeutung der Informationen zu verstehen, führt zu falschen Schlüssen über das Risiko oder die Art der verfügbaren Behandlungen" (Dr. Khurshid). In dieser Hinsicht wird ein wichtiger Erfolgsfaktor darin bestehen, technische Lösungen zu entwickeln und die Öffentlichkeit über die Vorteile der Blockchain-Technologie zu informieren: "Es sind nicht die Kosten der Technologie, sondern die Kosten für die Aufklärung der Bevölkerung über ihre Nutzung" (Dr. Gault). Abschließend ist die Rolle der Informationen im Gesundheitswesen von entscheidender Bedeutung: "Es ist viel komplizierter als in vielen anderen Branchen, wie die Informationen von den Verbrauchern und von denjenigen, die diese Informationen bereitstellen, genutzt werden" (Dr. Norta).

Beteiligte und rechtliches Umfeld

Die Gesundheitsbranche ist komplex und setzt sich aus zahlreichen Interessengruppen zusammen, deren Rolle und Bedeutung sich von Land zu Land unterscheidet. In diesem Artikel stellen wir die Patienten in den Mittelpunkt und nehmen eine datenzentrierte Perspektive ein. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich das allgemeine Umfeld in dieser Branche über viele Jahrzehnte hinweg entwickelt hat und viele Akteure ein Interesse daran haben, die aktuellen Entwicklungen aktiv mitzugestalten. Zu den Leistungserbringern im Gesundheitswesen gehören Fachleute, die direkt an der Patientenversorgung beteiligt sind (z. B. Ärzte, Krankenschwestern und -pfleger, Therapeuten), und sie sind diejenigen, die tatsächlich medizinische Leistungen erbringen. Diese Leistungen werden regelmäßig in Gesundheitseinrichtungen (z. B. Krankenhäusern und Kliniken) erbracht, die für die Personalausstattung, die allgemeine Infrastruktur und die Koordinierung aller Aktivitäten verantwortlich sind. Die Fachkräfte sind häufig in Verbänden organisiert, die sich für ihre Interessen einsetzen und Branchenstandards festlegen. Die Interessen der Patienten werden von Interessenvertretungen wahrgenommen, die sich bemühen, die Politik zu beeinflussen und das Bewusstsein für anstehende Probleme zu schärfen.

Pharma- und Medizintechnikunternehmen treiben Forschung und Innovation voran und spielen eine wichtige Rolle bei der Verbreitung pharmazeutischer Produkte. Darüber hinaus können Forschungs- und Lehraktivitäten von spezialisierten Technologie- und Forschungsunternehmen sowie von Bildungseinrichtungen durchgeführt werden. Wenn Innovation durch Technologie ausgelöst wird, wie es bei der Blockchain der Fall ist, können Start-ups eine wichtige Rolle als frühe Anwender von Innovationen und bei der Entwicklung innovativer Lösungen spielen, die möglicherweise bestehende Geschäftsmodelle stören können: "Es gibt derzeit keine Möglichkeit [...], ein Supersystem zu haben, das es uns aus rechtlicher Sicht ermöglicht, Daten effektiv mit Organisationen des öffentlichen Sektors in den USA oder Großbritannien auszutauschen. Es muss ein Disruptor sein" (Herr Sivagnanam). Der rechtliche/regulatorische Rahmen wird von Regierungen und den zugehörigen Regulierungsbehörden geschaffen, die die Richtlinien und Verfahren für die Gesundheitsversorgung festlegen und auch für die Finanzierung, Forschung und Umsetzung von Gesundheitsinitiativen verantwortlich sein können. Die meisten rechtlichen Rahmenbedingungen für die Blockchain sind jedoch eher eine Reaktion auf das, was auf den Finanzmärkten passiert, als auf das, was ihr Potenzial für soziale Dienste und das Gesundheitswesen ist" (Dr. Khurshid). Wenn es um persönliche Gesundheitsdaten geht, sind die Schutzgesetze besonders streng. In der Europäischen Union beispielsweise hat die Allgemeine Datenschutzverordnung (GDPR), die zwar nicht spezifisch für das Gesundheitswesen ist, wichtige Auswirkungen auf die Handhabung und Verarbeitung von Gesundheitsdaten. Sie betont den Schutz personenbezogener Daten und stärkt die Rechte des Einzelnen in Bezug auf seine Daten. Darüber hinaus schreibt sie vor, dass Organisationen vor der Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Daten eine Einwilligung einholen und nachweisen müssen, dass sie die Bestimmungen der DSGVO einhalten. In den USA deckt der Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) mehrere Themen im Zusammenhang mit Gesundheitsdaten ab, um sensible Informationen vor der Weitergabe ohne die Zustimmung des Patienten zu schützen. Im Vereinigten Königreich ist es das Ziel der Health Security Agency, den Einzelnen nicht nur vor Gesundheitsbedrohungen zu schützen, sondern auch die Verwendung personenbezogener Daten zu kontrollieren.²⁶

Patienten

Im Mittelpunkt unseres Systems stehen die Patienten und ihre persönlichen Gesundheitsdaten. Patienten haben spezifische Erwartungen an die Dienstleistungen, die sie von Gesundheitsdienstleistern erhalten. In diesem Zusammenhang ist es jedoch wichtig, sich auf die Qualität und den Umgang mit ihren sensiblen Daten zu konzentrieren. In dieser Hinsicht ist Blockchain eine der Technologien, die das Potenzial haben, das bestehende Gesundheitssystem zu verbessern und den Patienten in vielerlei Hinsicht zu nutzen. Eines der Kernthemen für Patienten ist Vertrauen, das sich auf das Vertrauen in Organisationen bezieht, mit ihren Daten ordnungsgemäß umzugehen, aber auch auf das Vertrauen, dass diese Daten im Interesse der Patienten verwendet werden können.

dass diese Daten im Interesse des Patienten auf die effizienteste und effektivste Weise genutzt werden.

In engem Zusammenhang mit dem Vertrauen steht die Wahrnehmung der Privatsphäre, die durch die vertrauliche Behandlung persönlicher Informationen gewährleistet werden kann. Um einen nachhaltigen Wandel herbeizuführen, muss den Patienten klar sein, wie sie potenziell von einer Blockchain-basierten Lösung profitieren können.

Vertrauen und Datenschutz

Vertrauen in Gesundheitssysteme hat in der Regel zwei Aspekte: "nicht nur in Daten, sondern auch in Bezug auf die Personen, die diese Dienste erbringen" (Dr. Khurshid). Vertrauen steht in engem Zusammenhang mit dem Thema der Authentifizierung, um die Quelle der Daten und die Personen, die sie nutzen oder darauf zugreifen dürfen, zu bestätigen. Auch diejenigen, die Dienstleistungen für Patienten erbringen, wie z. B. Ärzte, müssen den ihnen zur Verfügung stehenden Daten vertrauen, um die besten klinischen Entscheidungen im Interesse ihrer Patienten treffen zu können. In dieser Hinsicht können die aktuellen Entwicklungen einen Vorgeschmack auf das Entstehen einer Machine-to-Everything-Wirtschaft geben, in der "Menschen über Wearables verfügen und direkt mit den Systemen interagieren" (Dr. Norta).

Um ein wünschenswertes Maß an Vertrauen zu erreichen, ist es von entscheidender Bedeutung, transparent zu sein und die Vorteile zu kommunizieren, die die Blockchain den Patienten bringen kann. Die Unveränderlichkeit der Informationen auf der Blockchain bietet Schutz vor Betrug und Manipulationen von Patientendaten. Insbesondere "ist es wichtig zu verstehen, was wir eigentlich in Bezug auf das Vertrauen des Endnutzers zu erreichen versuchen" (Herr Sivagnanam).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Blockchain-basierte Gesundheitssysteme die Fähigkeit besitzen müssen, "Patientendaten zu überprüfen und zu durchsuchen und ein überprüfbares Ergebnis zu erhalten, ohne die Privatsphäre zu zerstören" (Dr. Gault). Dies kann potenziell erreicht werden, indem den Patienten die Kontrolle über ihre Daten zurückgegeben wird, und zwar über "einen MPI (Master Patient Index), den ich als Patient kontrolliere. Und ich habe nur Zeiger auf alle Systeme, die meine Daten enthalten" (Herr Poteet).

Erwartete Vorteile

Wie bei jeder neuen Technologie kann die Einführung von Blockchain-basierten Systemen bei den Patienten Erwartungen hinsichtlich der Funktionalität und der Veränderungen wecken, die sie bewirken können. Natürlich wird die Blockchain als Backend-Technologie eingesetzt, während das Frontend einfach und benutzerfreundlich gehalten wird, aber die Auswirkungen dieser Veränderungen müssen den Patienten dennoch vermittelt werden.

Neben der Befähigung der Systemnutzer ist es auch wichtig, dass die Patienten tatsächlich das Gefühl haben, die Kontrolle zu haben: "Die Patienten wollen in der Lage sein, eine Art von Datentransfer zu autorisieren" (Herr Sivagnanam).

Um den kontrollierten **D a t e n a u s t a u s c h** zu erleichtern, kann die Blockchain auf dem Konzept der Tokenisierung aufbauen: "Sie können den Token herunterladen und entscheiden, mit wem sie diese Informationen teilen möchten" (Dr. Gault). Aus der Sicht des Patienten kann die Verwendung von Token Folgendes bieten

den Vorteil, überall auf der Welt leicht auf wichtige Daten zugreifen zu können: "Und dann werde ich [...] sagen, hier ist meine Patientenakte, nehmen Sie alle Details daraus, die Sie wollen [...], was bedeutet, wo immer ich in der Welt unterwegs bin, werde ich jedem Arzt Zugang zu dieser Akte geben" (Herr Sivagnanam). Abgesehen von Fragen im Zusammenhang mit sensiblen Daten könnte dies auch Möglichkeiten zur Kostensenkung eröffnen, was letztlich zu Einsparungen für Gesundheitseinrichtungen und Patienten führen kann: "Hier besteht eine enorme Chance, die Kosten für die Anbieter und die Kostenträger in diesem Anwendungsfall zu senken" (Herr Poteet).

Eines der Hauptmerkmale der Blockchain ist die Dezentralisierung, d. h. die Abschaffung von Zwischenhändlern. Ursprünglich für die Finanzindustrie entwickelt, könnte das gleiche Konzept auch für das Gesundheitswesen relevant sein, und dies schafft Möglichkeiten für Kosteneinsparungen auf der Patientenseite sowie für die Anbieter von Gesundheitsdienstleistungen: "Auf dem US-Markt gibt es eine ganze Mittelindustrie, die das Sammeln dieser Daten zu Geld macht. Es besteht also eine enorme Chance, die Kosten für die Anbieter und die Kostenträger in diesem Anwendungsfall zu senken" (Herr Poteet).

Daten

In Bezug auf die Relevanz von Daten ergab die qualitative Inhaltsanalyse vier wichtige Kategorien, in denen Blockchain große Veränderungen bewirken kann: Die Integrität der Daten, so dass unerwünschte Änderungen unmöglich werden; das Sicherheitsniveau der Daten während der Speicherung und der Transaktionen; die Schaffung interoperabler Systeme, die den Austausch von Daten erleichtern, und schließlich die gemeinsame Nutzung und Übertragung hochsensibler Daten.

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass die ersten beiden Kategorien Attribute der Daten sind, die dritte ein Attribut des Systems ist und die vierte sich auf eine Tätigkeit bezieht. Die Kategorien sind also nicht getrennt, sondern miteinander verflochten.

Integrität

Datenintegrität bezieht sich auf die Genauigkeit und Konsistenz der Daten während des gesamten Lebenszyklus. Darüber hinaus garantiert sie, dass die Daten nicht manipuliert wurden, was perfekt mit einem Kernmerkmal der Blockchain übereinstimmt: der Unveränderlichkeit der Daten, die durch kryptografische Mittel gewährleistet wird. Dies bedeutet, dass die Daten überprüft werden können, sobald sie in die Blockchain geschrieben werden, und dass keine vertrauenswürdigen Vermittler für diese Aufgabe benötigt werden: "Sie haben einen Prüfpfad, sie haben eine Herkunft, und man kann sie überprüfen, ohne all den Parteien vertrauen zu müssen, die diese Aufzeichnungen verwaltet haben" (Dr. Gault).

Ein weiteres wichtiges Merkmal der Blockchain ist ihre Fähigkeit, einer Gruppe von autorisierten Stellen gemeinsamen Zugriff zu gewähren. Dies bedeutet, dass mehrere Parteien unabhängig voneinander die Qualität der Daten überprüfen: "so dass jeder garantieren kann, dass die Gesundheitsdaten konsistent sind" (Dr. Gault).

Sicherheit

Mit einem Wort: "Sicherheit" bezieht sich auf alle Maßnahmen, die Daten vor unbefugtem Zugriff, Veränderung, Offenlegung, Diebstahl oder Löschung schützen. Auch hier kommen die Eigenheiten der Blockchain zum Tragen: "Die Chance für Blockchain und das Gesundheitswesen war schon immer die Sicherheit" (Dr. Gault). Ein zentrales Thema ist dabei die Kombination von Datensicherheit und Authentifizierung der Systemnutzer: "denn man kann den Zugang nicht so feinkörnig verwalten, wie es mit Multifaktor-Challenge-Sets möglich wäre" (Dr. Norta). In Kombination ermöglichen die Kernbestandteile der Blockchain, wie die Unveränderlichkeit des zugrunde liegenden Ledgers, die Verwendung von Kryptographie, ausgeklügelte Wege zur Konsensfindung sowie Transparenz und Überprüfbarkeit, die Entwicklung innovativer Systeme, die die Sicherheit sensibler Patientendaten verbessern.

Interoperabilität

Interoperabilität bezieht sich auf die Fähigkeit von EHR-Systemen zur nahtlosen Kommunikation und Interaktion miteinander. In dieser Hinsicht erleichtert die dezentrale Netzwerkstruktur von Blockchain die gemeinsame Nutzung von Daten durch verschiedene Einrichtungen wie Krankenhäuser und Forschungsinstitute, die erhöhte Sicherheit erleichtert die gemeinsame Nutzung von Daten, Plattformen können einheitliche Standards durchsetzen und die Eliminierung von Vermittlern macht den Datenaustausch effizienter. Infolgedessen erwarten die Experten erhebliche Auswirkungen auf das Gesundheitssystem, das aus zahlreichen Beteiligten besteht, die Zugang zu Informationen benötigen und mit unterschiedlichen Systemen arbeiten, von denen viele sogar proprietär sind. "Es ist Interoperabilität erforderlich, weil es in einem Land oder einer Region niemals nur ein EHR geben wird, sondern mehrere" (Herr Poteet).

Abgesehen von der Notwendigkeit, diese Systeme zu koordinieren und zu integrieren, um die Gesundheitsversorgung der Patienten zu verbessern, gibt es in einigen Ländern auch einen starken externen Druck, die Zusammenarbeit in diesem Sektor zu verstärken: "Es hat eine föderale Politik gegeben, die einige dieser Akteure zur Zusammenarbeit gezwungen hat" (Dr. Khurshid). Angesichts der Tatsache, dass Gesundheitssysteme regelmäßig eine starke Verbindung zu staatlichen Einrichtungen haben, schließt dies die Beteiligung öffentlicher Organisationen ein: "Interoperabilität ist die Herausforderung, nicht nur im Gesundheitswesen, sondern auch in der Verwaltung" (Dr. Gault). Diese Frage ist auch eng mit dem Problem der Datenintegration verbunden, damit die benötigten Informationen sofort verfügbar sind: "die Verpflichtung, persönliche Gesundheitsakten zu erstellen, die dynamisch in die eher statischen elektronischen Gesundheitsakten integriert werden, die von Krankenhäusern verwaltet werden" (Dr. Norta).

Austausch und Übertragung

Ein Blockchain-basiertes System kann die Art und Weise, wie Gesundheitsdaten gehandhabt werden, grundlegend verändern. Im Mittelpunkt des Problems steht die Notwendigkeit, hochsensible Daten zu teilen und zu übertragen

Daten, die nicht nur während der Übertragung abgefangen werden können, sondern nach der Weitergabe an vielen Stellen verfügbar sind: "Wie können wir diese Daten weltweit sicher und authentisch übertragen, und zwar auf eine Weise, die alles umgeht, was derzeit problematisch ist?" (Herr Sivagnanam).

Eine mögliche Lösung besteht darin, anstelle des Versands und der gemeinsamen Nutzung von Daten den Zugang zu einem Blockchain-System mit überprüfbaren Daten zu ermöglichen: "Sie senden keine verpackten Daten über die Leitung. Sie ermöglichen dieses API-Austauschmodell, bei dem die Daten während des gesamten Prozesses im ursprünglichen System verbleiben" (Herr Poteet). Dies geht einher mit der Gewährung zusätzlicher Rechte für die Patienten, die den Datenzugriff von Fall zu Fall genehmigen können: "Gleichzeitig entscheiden sie aber auch, mit wem sie die Daten teilen wollen, anstatt sie in eine zentralisierte Datenbank zu laden.

Datenbank" (Dr. Gault). Die Selbstautorisierung bietet auch die Möglichkeit, die Transaktionskosten zu senken: "Wenn Sie Ihre Daten mit jemandem teilen möchten, haben Sie die Kontrolle darüber, und Sie haben einen Mechanismus, *und die Kosten für die Übertragung von Daten in eine zentrale Datenbank entfallen*" (Herr Poteet).

Ein weiterer wichtiger Faktor im Zusammenhang mit Patientendaten ist die Gesetzgebung und die Notwendigkeit, diese einzuhalten: "Jedes Land und jede Gerichtsbarkeit hat seine eigene Art und Weise, wie es mit seinen Patientendaten umgeht" (Herr Sivagnanam).

Forschungsrahmen und zukünftige Themen

Abbildung 1 fasst die oben beschriebenen Kernkomponenten unseres Forschungsrahmens zusammen und stellt sie in einen Kontext. Entscheidende Kräfte, die die Entwicklung von außen beeinflussen, sind die bestehende Gesundheitsindustrie, die

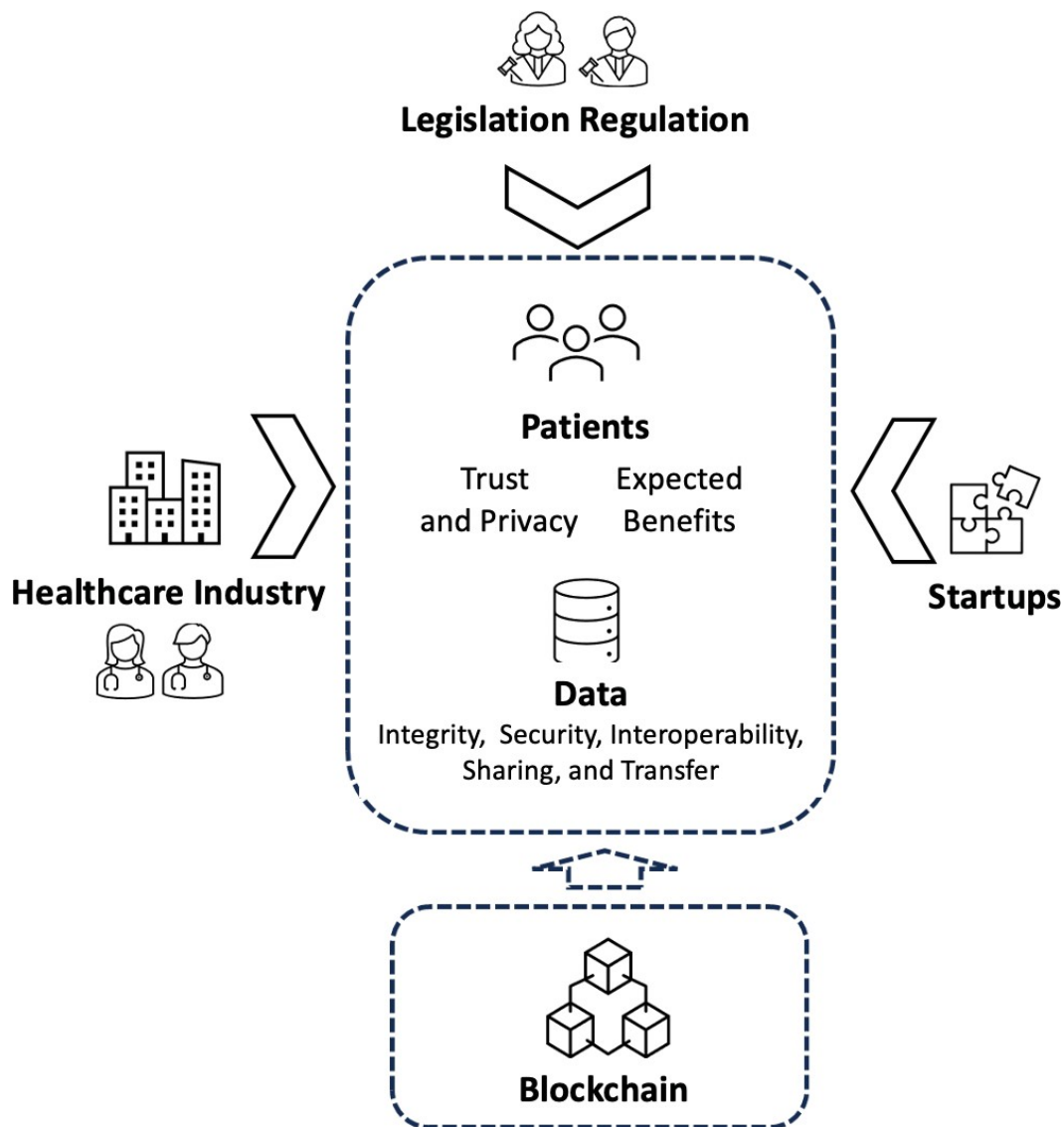


Abbildung 1. Kernbestandteile des Datenmanagements im Gesundheitswesen: Akteure, Patienten und Daten.

Innovation, könnten aber auch skeptisch sein, wenn es um disruptive Innovationen geht, die die Kerninteressen der etablierten Unternehmen bedrohen könnten. Im Gegensatz dazu haben innovative Start-ups keine Altsysteme, die ihre Arbeitsweise bestimmen könnten, und sie können zu den ersten gehören, die Blockchain-basierte Lösungen für das Datenmanagement im Gesundheitswesen umsetzen.

Alle Akteure agieren innerhalb eines rechtlichen und regulatorischen Rahmens, der die Grenzen des Systems festlegt. Wichtig ist, dass dieser Rahmen auch auf supranationaler Ebene analysiert werden kann, was die strategische Flexibilität der einzelnen Länder einschränkt und eine internationale Zusammenarbeit zur Förderung des Wandels erforderlich macht.

Unten in Abbildung 1 ist die Blockchain als Haupttreiber für technologische Umwälzungen dargestellt. Ungeachtet der Tatsache, dass die Technologie bzw. das Technologiebündel vielfältig ist und sich in ständiger Entwicklung befindet, gehen wir davon aus, dass die Anwendung von verteilten Ledgern unzählige Möglichkeiten im Gesundheitswesen eröffnet und zur Lösung zahlreicher anstehender Probleme beitragen kann. Die Patienten und ihre Daten bilden den Kern des Rahmenwerks. Die Patienten sind vor allem um die korrekte Verwendung ihrer hochsensiblen Daten besorgt und müssen der Technologie vertrauen, um eine weitere Akzeptanz zu ermöglichen. Darüber hinaus haben sie spezifische Erwartungen und müssen konkrete Vorteile sehen, um bereit zu sein, den Status quo zu ändern. Aus der Datenperspektive ist es entscheidend, die Integrität und Sicherheit der Daten zu gewährleisten und Lösungen zu entwickeln, die die Interoperabilität und den Datenaustausch zwischen bestehenden

und zukünftigen Lösungen fördern.

Zum Abschluss der Diskussion wurden die Experten gebeten, künftige Themen im Bereich der Gesundheitsdaten zu benennen, die eine weitere Untersuchung verdienen und die möglicherweise durch die Blockchain-Technologie unterstützt werden können. In diesem Zusammenhang wurde das Identitätsmanagement mehrfach erwähnt. Wie (Dr. Khurshid) hervorhebt, "ist die Sicherstellung der Identität eine sehr wichtige Rolle im Gesundheitswesen der Zukunft." Dies wird von (Dr. Norta) bestätigt, der ebenfalls betont, wie wichtig es ist, eine selbständige Identitätsauthentifizierung zu erreichen, die auf mehreren Faktoren basiert.

Darüber hinaus ist es auch möglich, die Erfahrungen aus der Anwendung von Blockchain in verschiedenen Anwendungsfällen zu nutzen, wie z. B. bei nicht-fungiblen Token (NFTs), die zuvor zur Schaffung von Gemeinschaften verwendet wurden. Mit den gleichen Praktiken kann die Blockchain dazu verwendet werden, "NFTs für ernsthafte Produkte wie Medizin zu vergeben" (Dr. Norta). So faszinierend die Möglichkeiten der Blockchain-Technologie auch sind, um erfolgreich zu sein, müssen integrierte Lösungen entwickelt werden, die "auf die Systeme der verschiedenen Anbieter im ganzen Land aufsetzen, mit denen Einzelpersonen auf ihre Gesundheitsdaten zugreifen können. Sie müssen auch die finanziellen Daten des Gesundheitswesens einbeziehen" (Herr Poteet).

Schließlich wird die Wahrnehmung der Patienten, was die Technologie für sie tun kann, oder die damit verbundenen potenziellen Gefahren

letztlich über ihren Erfolg entscheiden: "Die Herausforderung besteht darin, die Technologie so zu gestalten, dass die Menschen nicht durch den Datenschutz abgeschreckt werden und die Gesundheitsdaten für andere zugänglich sind" (Dr. Gault). Tabelle 1 fasst die besprochenen Themen zusammen und listet zahlreiche wichtige Forschungsfragen auf, von denen viele mit qualitativen oder quantitativen Ansätzen aus den Sozialwissenschaften beantwortet werden können. Die "Wie"-Fragen deuten darauf hin, dass ein designwissenschaftlicher Ansatz angemessen sein könnte, mit dem Ziel, Systeme zu entwerfen und zu entwickeln, die die Durchführbarkeit einer bestimmten Idee oder eines bestimmten Ansatzes demonstrieren.

Diskussion

In der bisherigen wissenschaftlichen Literatur wurden zahlreiche Bereiche identifiziert, in denen die Blockchain-Technologie zu einem effektiveren und effizienteren Gesundheitsmanagement beitragen kann. Die Branche hat bereits vielversprechende Anwendungen hervorgebracht, die einen Eindruck davon vermitteln, wie die Technologie in dieser wichtigen Branche einen Mehrwert schaffen kann.

In diesem Artikel fassen wir die Ergebnisse eines Expertenpanels zur Blockchain-Transformation im Gesundheitsdatenmanagement mittels qualitativer Inhaltsanalyse zusammen. Wir begannen mit der Erörterung mehrerer anstehender Probleme und stellten dann einen sich abzeichnenden Rahmen vor, der die bestehenden Akteure in der Gesundheitsbranche, Start-ups als potenzielle Störfaktoren und den rechtlichen/regulatorischen Kontext darstellt.

Die Patienten stehen im Mittelpunkt unseres Rahmens. Einerseits erwarten die Patienten ein gewisses Maß an Privatsphäre in Bezug auf ihre sensiblen Daten und müssen dem allgemeinen System vertrauen. Andererseits haben sie spezifische Erwartungen, wie innovative Lösungen ihnen nützen können. Aus der Perspektive der Daten haben wir Integrität, Sicherheit, Interoperabilität und gemeinsame Nutzung/Übertragung als wichtige Themen identifiziert.

Abgerundet wird die Analyse durch wichtige Zukunftsthemen, die von den Experten identifiziert wurden, und die Ableitung relevanter Forschungsfragen zu den jeweiligen Themen. Diese Fragen sollen sowohl Praktiker als auch Wissenschaftler zu weiteren Untersuchungen anregen und den Anstoß für die Konzeption und Entwicklung von Anwendungen geben, die die bestehenden Herausforderungen angehen und einen Mehrwert bieten können.

Unsere Studie hat mehrere Einschränkungen. Erstens ist das Fachwissen spezifisch für die Erfahrungen und Kenntnisse der Experten in der Gruppe. Wir haben zwar sichergestellt, dass die Teilnehmer über ein breites praktisches und akademisches Fachwissen verfügen, aber es ist möglich, dass eine andere Gruppe von Experten aus anderen geografischen Regionen, aus anderen Fachgebieten des Gesundheitswesens und mit einem anderen technischen Hintergrund zusätzliche Themen vorgebracht hätte. Da es sich um eine Sondierungsveranstaltung handelte, haben wir die Bedeutung der einzelnen Themen nicht gewichtet. Dies sollte jedoch kein großes Problem darstellen, und wir überlassen es künftigen Studien, den hier entwickelten Rahmen zu verfeinern.

Zweitens haben wir die ethischen Implikationen der zunehmenden Blockchain-Einführung im Gesundheitswesen nicht im Detail diskutiert.

Table 1. Forschungsfragen, wobei sich die Blockchain als Haupttreiber für technologische Umwälzungen erwiesen hat

Thema	Forschungsfragen*
Aktuelle Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Wie kann angesichts einer alternden Bevölkerung und eines Mangels an medizinischen Fachkräften eine angemessene Gesundheitsversorgung sichergestellt werden? • Wie kann die Zusammenarbeit zwischen den wichtigsten Akteuren im Gesundheitssektor gefördert werden? • Wie ist der aktuelle Stand der Gesetzgebung/Regulierung und inwiefern fördert oder behindert sie die Einführung der Blockchain-Technologie? • Wie kann die Fälschung von Arzneimitteln beseitigt oder reduziert werden? • Wie ist der aktuelle Stand der Gesundheitssysteme [in verschiedenen Ländern] und inwieweit werden die Bedürfnisse der Patienten berücksichtigt? • Wie ist der aktuelle Stand des Datenschutzes in den Gesundheitssystemen? • Welches sind die wichtigsten Faktoren, die die Einführung von Gesundheitssystemen aus Sicht der Patienten vorantreiben? • Wie groß ist das Bewusstsein der Patienten für die Verwendung personenbezogener Daten im Rahmen des Gesundheitssystems?
Beteiligte und rechtliches Umfeld	<ul style="list-style-type: none"> • Welche Auswirkungen hat die Einführung von Blockchain-basierten Lösungen auf die jeweiligen Akteure im Gesundheitssystem? • Welche Änderungen des derzeitigen rechtlichen/regulatorischen Rahmens sind bei der Einführung von Blockchain-basierten Lösungen erforderlich?
Patienten: Vertrauen und Datenschutz	<ul style="list-style-type: none"> • Wie stehen die Patienten zur Verwendung ihrer persönlichen Daten in Gesundheitssystemen? • Wie kann eine "Machine-to-Everything"-Wirtschaft im Gesundheitswesen so gestaltet werden, dass sie im besten Interesse der Patienten arbeitet? • Wie können Gesundheitssysteme so gestaltet werden, dass sie ein Gleichgewicht zwischen den Datenschutzbedürfnissen der Patienten und der einfachen Verfügbarkeit von Informationen herstellen?
Die Patienten: Erwarteter Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> • Wie hoch ist der Grad der subjektiven Befähigung der Patienten in Bezug auf die Verwendung ihrer Daten in den Gesundheitssystemen? • Kann die Tokenisierung die Weitergabe sensibler Patientendaten erleichtern? • Welche Kosteneinsparungen sind in Blockchain-basierten Gesundheitssystemen möglich und wie können die Patienten von diesen Einsparungen profitieren?
Daten: Integrität	<ul style="list-style-type: none"> • Wie kann Blockchain eingesetzt werden, um Systeme zu entwerfen und zu entwickeln, die Datenintegrität bieten? • Wer sind die wichtigen Beteiligten an den Gesundheitsdaten der Patienten, und wie können sie im Bedarfsfall auf die Daten zugreifen, auch zur Koordinierung der Versorgung?
Daten: Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> • Welche Kemeigenschaften der Blockchain wirken sich auf die Sicherheit von Patientendaten aus? • Wie können Systeme mit Fokus auf die Sicherheit von Gesundheitsdaten konzipiert werden?
Daten: Interoperabilität	<ul style="list-style-type: none"> • Welche Rolle spielen Gesetzgebung und Regulierung, wenn es um die Interoperabilität von Blockchain-basierten Gesundheitssystemen geht? • Wie können Datensysteme im Gesundheitswesen gestaltet werden, die nahtlos miteinander kommunizieren und interagieren?
Daten: Austausch und Übertragung	<ul style="list-style-type: none"> • Kann die Übertragung sensibler Patientendaten dadurch ersetzt werden, dass der Zugriff auf ein Blockchain-basiertes System von Fall zu Fall erlaubt wird? • Wie können Blockchain-basierte Systeme mit nationalen Vorschriften und Gesetzen in Einklang gebracht werden, wenn es um die gemeinsame Nutzung und Übertragung von Patientendaten geht?
Künftige Themen	<ul style="list-style-type: none"> • Wie kann die Identität der Patienten sichergestellt werden? • Kann die Blockchain zur Gestaltung und Entwicklung einer souveränen Identität im Gesundheitsmanagement beitragen? • Wie können NFT zur Rationalisierung bestehender Anwendungen (patientenbezogen oder medikamentenbezogen) eingesetzt werden? • Wie nehmen Patienten Blockchain-basierte Datensysteme im Gesundheitswesen wahr? • Was sind die Erwartungen der Patienten an Blockchain-basierte Gesundheitsdatensysteme?

"Wie"-Fragen deuten darauf hin, dass ein designwissenschaftlicher Ansatz angemessen sein könnte, mit dem Ziel, Systeme zu entwerfen und zu entwickeln, die die Realisierbarkeit einer bestimmten Idee oder eines Ansatzes demonstrieren. NFTs: nicht fälschbare Daten.

Industrie, insbesondere wenn es um Themen wie Patienteneinwilligung und Dateneigentum geht. Was die künftige Forschung betrifft, so ermutigen wir Wissenschaftler, die von uns aufgeworfenen Fragen als Ausgangspunkt für ihre eigene Forschung zu nutzen und tief in die jeweiligen Themen einzutauchen, von denen jedes eine gründliche Untersuchung verdient. Dies gilt insbesondere für die Durchführung von Fallstudien, die die

Anwendbarkeit der Blockchain zur Lösung der von uns identifizierten Probleme veranschaulichen.

Weitere empirische Forschung könnte entweder die Bedeutung eines bestimmten Problems und das Ausmaß, in dem Blockchain helfen kann, quantifizieren oder zur Erstellung von Modellen auf der Grundlage von Umfragedaten verwendet werden, die wichtige Vorbedingungen für die Einführung von Blockchain im Gesundheitswesen aufzeigen. Sobald

es einen Konsens darüber gibt, welches die wichtigsten Themen sind und wie Blockchain zur Überwindung anstehender Probleme beitragen kann, werden Fahrpläne für die Einführung von Blockchain benötigt, die idealerweise auf praktischen Erkenntnissen beruhen, um den Praktikern eine Orientierungshilfe zu geben und den Beteiligten einen Mehrwert zu bieten.

Schlussfolgerungen

Die Zukunft der Blockchain im Datenmanagement des Gesundheitswesens ist sehr vielversprechend und bietet potenzielle Lösungen für verschiedene Herausforderungen in der Branche. Viele Anwendungsfälle müssen jedoch noch validiert werden, und es muss auch berücksichtigt werden, dass die Blockchain eine Reihe von Technologien umfasst, die sich derzeit in der Entwicklung befinden. Es bleibt abzuwarten, wie sie zur Lösung anstehender Probleme fruchtbar gemacht werden können und welche Vorteile sie gegenüber bestehenden Systemen bieten. In Anbetracht der Relevanz des Datenmanagements im Gesundheitswesen ermutigen wir ausdrücklich zu einer fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft, um Lösungen zu entwerfen, zu entwickeln und zu bewerten, die den Patienten zugute kommen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt Zeit, das heißt jeder Einzelne von uns.

Finanzierung

Keine.

Finanzielle und nicht-finanzielle Beziehungen und Aktivitäten

Die Autoren melden keine Interessenkonflikte. Horst Treiblmaier, Abderahman Rejeb, Anjum Khurshid und Alex Nortá gehören dem Redaktionsausschuss von Blockchain in Healthcare Today an.

Beiträge

Alle Autoren haben an der Konzeption der Diskussion und des Artikels mitgewirkt. Dr. Treiblmaier, Dr. Gault, Dr. Khurshid, Dr. Nortá, Herr Potet und Herr Sivagnanam trugen zur Podiumsdiskussion bei. Dr. Treiblmaier und Dr. Rejeb arbeiteten an dem ursprünglichen Entwurf mit. Alle Autoren trugen zur anschließenden Überprüfung und Bearbeitung bei. Alle Autoren haben die veröffentlichte Fassung des Manuskripts gelesen und ihr zugestimmt.

Anwendung von KI-generiertem Text oder verwandter Technologie

Keine von den Autoren berichtet.

Referenzen

- Conway D, Venkataraman M, Laverick D, Pelin G, Hasselgren A. Blockchain im Gesundheitswesen heute 2022 Vorhersagen. *Blockchain Healthc Today*. 2022;5:1–4. <https://doi.org/10.30953/bhty.v5.194>
- Dionisio M, De Souza Junior SJ, Paula F, Pellanda PC. Die Rolle der digitalen Transformation bei der Verbesserung der Effizienz der Gesundheitsversorgung: eine systematische Überprüfung. *J High Technol Manage Res*. 2023;34:100442. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2022.100442>
- Stafford TF, Treiblmaier H. Characteristics of a blockchain eco-system for secure and sharable electronic medical records. *IEEE Trans Eng Manage*. 2020;67:1340–62. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2973095>
- Krishnasamy S, Gopalakrishnan BN. Vom Konzeptnachweis und Piloten zum Mainstream: Entdeckungen und Lehren aus der Blockchain im Gesundheitswesen. *Blockchain Healthc Today*. 2023;6:280. <https://doi.org/10.30953/bhty.v6.280>
- Rejeb A, Keogh JG, Treiblmaier H. Leveraging the internet of things and blockchain technology in supply chain management. *Future Internet*. 2019;11:161. <https://doi.org/10.3390/fi11070161>
- Treiblmaier H. The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action. *Supply Chain Manage*. 2018;23:545–59. <https://doi.org/10.1108/SCM-01-2018-0029>
- Fosso Wamba S, Kala Kamdjoug JR, Epie Bawack R, Keogh JG. Bitcoin, Blockchain und Fintech: eine systematische Übersicht und Fallstudien in der Lieferkette. *Product Plann Ctrl*. 2020;31:115–42. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1631460>
- Treiblmaier H, Petrozhitskaya E. Ist es für das Marketing an der Zeit, das B2C-Beziehungsmanagement neu zu bewerten? Das Entstehen eines neuen Loyalitätsparadigmas durch die Blockchain-Technologie. *J Bus Res*. 2023;159:113725. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113725>
- Karger E, Bree T, Ziolkowski R, Jagals M, Ahlemann F. Blockchain in smart cities - a bibliometric analysis and overview. *Int J Innov Technol Manage*. 2023. <https://doi.org/10.1142/S0219877024500251>
- Narayanan A, Clark J. Der akademische Stammbaum von Bitcoin. *Commun ACM*. 2017;60:36–45. <https://doi.org/10.1145/3132259>
- Kannengießer N, Lins S, Dehling T, Sunyaev A. Trade-offs between distributed ledger technology characteristics. *ACM Comput Surv*. 2020;53:1–37. <https://doi.org/10.1145/3379463>
- Treiblmaier H. A comprehensive research framework for Bit-coin's energy use: fundamentals, economic rationale, and a pinch of thermodynamics. *Blockchain Res Appl*. 2023;4:100149. <https://doi.org/10.1016/j.bera.2023.100149>
- Rejeb A, Treiblmaier H, Rejeb K, Zailani S. Blockchain research in healthcare: a bibliometric review and current research trends. *J Data Inform Manage*. 2021;3:109–24. <https://doi.org/10.1007/s42488-021-00046-2>
- Pilkington M. Can blockchain improve healthcare management-management? *Technol Innov Manage Rev*. 2022;12(1, 2). [cited 2024 Jan 17]. Verfügbar unter: https://timreview.ca/sites/default/files/article_PDF/TIMReview_2022_Issue_1-2-3.pdf
- Taloba AI, Elhadad A, Rayan A, Abd El-Aziz RM, Salem M, Alzahrani AA, et al. A blockchain-based hybrid platform for multimedia data processing in IoT-Healthcare. *Alex Eng J*. 2023;65:263–74. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.09.031>
- Wenhua Z, Qamar F, Abdali T-AN, Hassan R, Jafri STA, Nguyen QN. Blockchain-Technologie: Sicherheitsfragen, Anwendungen im Gesundheitswesen, Herausforderungen und zukünftige Trends. *Electronics*. 2023;12:546. <https://doi.org/10.3390/electronics12030546>
- Abdul-Moheeth M, Usman M, Harrell DT, Khurshid A. Improving transitions of care: designing a blockchain application for patient identity management. *Blockchain Healthc Today*. 2022;5:200. <https://doi.org/10.30953/bhty.v5.200>
- Khurshid A. Applying blockchain technology to address the crisis of trust during the COVID-19 pandemic. *JMIR Med Inform*. 2020;8:e20477. <https://doi.org/10.2196/20477>
- Mohammed MA, Boujelben M, Abid M. A novel approach for fraud detection in blockchain-based healthcare networks using machine learning. *Future Internet*. 2023;15:250. <https://doi.org/10.3390/fi15080250>
- Turki M, Cheikhrouhou S, Dammak B, Baklouti M, Mars R, Dhahbi A. NFT-IoT pharma chain: IoT-Arzneimittel-Rückverfolgbarkeitssystem

- basierend auf Blockchain und nicht vertretbaren Token (NFTs). J King Saud Univ. 2023;35:527-43. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.12.016>
21. Balakrishnan A, Jaglan P, Selly S, Kumar V, Jabalia N. Emerging trends of blockchain in bioinformatics: a revolution in health care. In: Pandey R, Goundar S, Fatima S, editors. Verteiltes Rechnen bis Blockchain. Academic Press; 2023, S. 389-404. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96146-2.00018-8>
 22. Ahmad RW, Salah K, Jayaraman R, Yaqoob I, Ellahham S, Omar M. The role of blockchain technology in telehealth and telemedicine. Int J Med Inform. 2021;148:104399. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104399>
 23. Khurshid A, Gadnis A. Using blockchain to create transaction identity for persons experiencing homelessness in America: policy proposal. JMIR Res Protoc. 2019;8:e10654. <https://doi.org/10.2196/10654>
 24. Khurshid A, Holan C, Cowley C, Alexander J, Harrell DT, Usman M, et al. Designing and testing a blockchain application für die Verwaltung der Patientenidentität im Gesundheitswesen. JAMIA Open. 2021;4:ooaa073. <https://doi.org/10.1093/jamiaopen/ooaa073>
 25. Mayring P. Qualitative Inhaltsanalyse. Forum. 2000;1(2). <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
 26. McLaren M. Understanding the current and future state of complex health data protection laws. Pharmazeutische Technologie; 2023 [zitiert 2023 Jan 29]. Verfügbar unter: <https://www.pharmaceutical-technology.com/sponsored/understanding-the-current-and-future-state-of-complex-health-data-protection-laws/>

Copyright-Eigentümerschaft: Dies ist ein Open-Access-Artikel, der in Übereinstimmung mit der Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0)-Lizenz verbreitet wird, die es anderen erlaubt, dieses Werk nicht-kommerziell zu verbreiten, anzupassen, zu verbessern und ihre abgeleiteten Werke zu anderen Bedingungen zu lizenzieren, vorausgesetzt, das Originalwerk wird ordnungsgemäß zitiert und die Nutzung ist nicht-kommerziell. Siehe: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>.