

ERZÄHLUNG/SYSTEMATISCHE ÜBERPRÜFUNG/META-ANALYSE

Die Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen aufspüren: Eine thematische Modellierung und bibliometrische Analyse

Mohammad Mehraeen, PhD , und Laya Mahmoudi, PhD-Kandidatin 

Department of Management, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Korrespondierende Autorin: Laya Mahmoudi, E-Mail: laya.mahmoudi@mail.um.ac.ir DOI:

<https://doi.org/10.30953/bhty.v7.335>

Stichworte: bibliometrische Analyse, Blockchain-Anwendung, Gesundheitswesen, Latent Dirichlet Allocation, Themenmodellierung

Zusammenfassung

Die Anwendung der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen bietet vielversprechende Lösungen für einige zentrale Herausforderungen im Zusammenhang mit der gemeinsamen Nutzung von Daten, dem Datenschutz, der Sicherheit und der Zugangskontrolle. Es gibt jedoch mehrere Hindernisse, die einer breiten Einführung von Blockchain entgegenstehen und Forschungsanstrengungen erforderlich machen. Ziel dieser Studie ist die Durchführung einer bibliometrischen Analyse von 196 Dokumenten, die in der Scopus-Datenbank indexiert sind, um deren Struktur, Einfluss, Autoren und Zeitschriften zu untersuchen. Die bibliometrische Analyse liefert Informationen über die Publikations- und Zitationsstruktur sowie über die produktivsten Autoren, Universitäten, Länder, Zeitschriften und meistzitierten Studien. Darüber hinaus werden die häufigsten Schlüsselwörter und ihre Koinzidenzmuster zu Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen identifiziert. Ein Ansatz zur Themenmodellierung unter Verwendung der Latent Dirichlet Allocation (LDA) wird ebenfalls eingesetzt, um die latente thematische Struktur dieser Literatur aufzudecken. Als Ergebnis dieser Erkenntnisse wurde die Forschungslandschaft in diesem Bereich quantitativ analysiert und sechs kritische Herausforderungen in Bezug auf den Einsatz von Blockchain im Gesundheitswesen identifiziert: Datenschutz/Sicherheit, Integration mit intelligenten Geräten, Interoperabilität, Skalierbarkeit, Governance und Kosten.

Klartext-Zusammenfassung

Trotz des Potenzials der Blockchain-Technologie zur Verbesserung des Gesundheitswesens ist ihre breite Einführung nach wie vor begrenzt. In dieser Studie wird die Forschung zu den Herausforderungen der Blockchain im Gesundheitswesen untersucht. Eine bibliometrische Analyse von 196 Studien wurde durchgeführt, um den aktuellen Stand in diesem Forschungsbereich zu klären. Darüber hinaus wurde eine Technologie zur Themenmodellierung eingesetzt, um die wichtigsten Herausforderungen zu identifizieren: Datenschutz/Sicherheit, Integration mit intelligenten Geräten, Interoperabilität, Skalierbarkeit, Governance und Kosten. Diese Analyse zeigt, dass Datenschutz/Sicherheit und die Integration mit intelligenten Geräten die größten Herausforderungen in Bezug auf die Themengröße darstellen. Diese Ergebnisse bieten einen umfassenden Überblick über die Hindernisse, mit denen Blockchain im Gesundheitswesen konfrontiert ist, und zeigen Bereiche für zukünftige Forschung auf.

Eingereicht: 8. Juli 2024; Angenommen: August 25, 2024; Veröffentlicht: Dezember 20, 2024

Im letzten Jahrhundert hat der technologische Fortschritt im Gesundheitssektor die Branche erheblich revolutioniert. Infolge der Fortschritte und der zunehmenden Nutzung des Internets werden Online-Kommunikationssysteme für verschiedene Nutzer immer wichtiger¹, was zu einer wachsenden Menge an persönlichen Gesundheitsdaten führt. Dementsprechend steht die Gesundheitsbranche vor einer großen Herausforderung, die eine ordnungsgemäße Verwaltung und einen sicheren Abruf großer Datenmengen erfordert, um diesem Problem zu begegnen. Allerdings sind Gesundheitsdaten meist unzugänglich, nicht systemübergreifend standardisiert und schwierig zu verstehen und zu nutzen,

²Da die Patientendaten über die gesamte Wertschöpfungskette des Gesundheitswesens verstreut sind und die Weitergabe von Informationen einer mehrstufigen Genehmigungskontrolle unterliegt, sind wichtige Daten bei Bedarf nicht immer zugänglich. Um diese Herausforderung zu bewältigen, hat die Blockchain-Technologie aufgrund ihrer potenziellen Anwendung im Gesundheitswesen große Aufmerksamkeit erhalten.

Die Blockchain-Technologie bietet ein außergewöhnlich transparentes und sicheres System für den Austausch von Informationen mit einem minimalen Risiko von Leckagen oder Änderungen am Sicherheitssystem. In der Blockchain werden mehrere Kopien von Informationen

³Folglich können solche verteilten Systeme, die sich auf viele Knoten stützen, um verschiedene Aufgaben im Netzwerk zu erfüllen, ihre Integrität, Sicherheit, Konsistenz und Zuverlässigkeit gewährleisten.

Trotz der von der Forschungsgemeinschaft beobachteten oder untersuchten Vorteile der Blockchain-Revolution für die Herausforderungen des Gesundheitswesens bestehen nach wie vor erhebliche Bedenken hinsichtlich der Übernahme dieser Technologie durch die gesamte globale Gesundheitsbranche.⁴ Angesichts der Tatsache, dass die Blockchain-Technologie Herausforderungen für die Gesundheitsbranche mit sich bringt, verfolgt und analysiert diese Studie diese Herausforderungen, indem sie eine bibliometrische Analyse einsetzt, um einen Überblick über den Bereich zu geben, und eine auf Themenmodellierung basierende Textanalyse-Methode, um spezifische Herausforderungen zu identifizieren.

Die Ziele dieser Studie sind zweierlei:

1. Quantifizierung und Analyse von Forschungsergebnissen, Auswirkungen und Kooperationsmustern auf dem Gebiet der Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen.
2. Identifizierung der wichtigsten Mitwirkenden, einflussreichen Publikationen und führenden Zeitschriften in diesem Bereich.

Um die vorherrschenden Themen und Herausforderungen, die in der Literatur diskutiert werden, mithilfe von Themenmodellierungstechniken aufzudecken, ist dieser Artikel wie folgt aufgebaut: In Abschnitt 2 werden die verwandten Arbeiten zu diesem Thema vorgestellt. Abschnitt 3 erörtert die in dieser Studie verwendeten Methoden. In Abschnitt 4 werden die Ergebnisse sowohl der bibliometrischen Analyse als auch der Themenerkennung vorgestellt. Abschnitt 5 enthält die Diskussion und die Schlussfolgerungen.

Als neuartige technologische Entwicklung hat die Blockchain-Technologie erhebliches Interesse bei Forschern geweckt, was zur Veröffentlichung mehrerer Studien geführt hat, die ihr innovatives Potenzial und ihre vielfältigen Anwendungen im Gesundheitssektor untersuchen. Trotz des transformativen Potenzials der Blockchain im Gesundheitsbereich ist sie auch mit Herausforderungen konfrontiert, die umfangreiche Forschungen veranlassen, diese Herausforderungen aus verschiedenen Blickwinkeln anzugehen.⁵ In f o l g e d e s s e n wurden in den letzten Jahren mehrere systematische Übersichten durchgeführt, um die Ergebnisse verschiedener Studien, die sich mit den Anwendungen und Herausforderungen der Blockchain im Gesundheitswesen befassen, zusammenzufassen und zusammenzufassen.

Aus den Übersichten, die eine umfassende Analyse bieten, geht hervor, dass die Blockchain-Technologie nicht nur dazu beitragen kann, die Sicherheit, den Schutz der Privatsphäre, die gemeinsame Nutzung von Daten und die Zugangskontrolle zu Gesundheitsdaten zu verbessern, sondern auch Herausforderungen in Bezug auf Skalierbarkeit, Interoperabilität, Speicherung und Kosten zu bewältigen hat (Tabelle 1). Bei diesen spezifischeren Überprüfungen⁶ liegt der Schwerpunkt auf der Ermittlung und dem Vorschlag potenzieller Lösungen für bestimmte Problemkategorien wie Skalierbarkeit.

Methodik

Der in dieser Studie verwendete methodische Rahmen ist in Abbildung 1 dargestellt. Detaillierte Erläuterungen zu den Daten

Datenerfassung, -aufbereitung und -analyse mit Hilfe bibliometrischer und thematischer Modellierungswerkzeuge werden in den folgenden Unterabschnitten beschrieben.

Datenerfassung

Mit dem Schwerpunkt auf Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen wurde in dieser Studie ein rigoroser Datenerfassungsprozess aus dem Scopus-Repository von Elsevier eingesetzt, das akademische Literatur umfassend abdeckt. Einer der Hauptvorteile von Scopus ist seine Fähigkeit, bibliografische Informationen in Kategorien zu organisieren, das gefundene Material zu kodifizieren und die Informationen automatisch zu analysieren. Um die Publikationen zu finden, wurden verschiedene Kombinationen von Schlüsselwörtern wie Blockchain, Herausforderungen und Gesundheitswesen verwendet, um sicherzustellen, dass relevante Studien so weit wie möglich erfasst werden. Die im Februar 2024 durchgeführte Suche basierte ausschließlich auf den Titeln der Artikel und den Schlüsselwörtern, wobei logische "OR"-Operatoren für synonyme Ausdrücke im Zusammenhang mit Herausforderungen, Gesundheitswesen und verschiedenen Formen von Blockchain verwendet wurden, die alle durch drei "AND"-Bedingungen verbunden wurden:

("blockchain" OR "block-chain") AND ("healthcare" OR "medical" OR "health") AND ("challenge" OR "obstacle" OR "issue" OR "barrier")

Bei der Suche wurden insgesamt 196 Artikel gefunden. Diese in englischer Sprache verfassten Veröffentlichungen umfassten Artikel, Übersichten und Konferenzbeiträge, die alle zwischen 2017 und 2023 veröffentlicht wurden. Für die Analyse wurden die Details zu den ausgewählten Dokumenten in eine CSV (Comma Sepa-rated Values) Excel-Datei exportiert.

Bibliometrische Analyse

In dieser Studie wurde ein bibliometrischer Ansatz für die Analyse der wichtigsten und gängigsten Indikatoren verwendet. Auf der Grundlage der von Goodell und Kollegen¹³ beschriebenen Methodik führten wir eine umfassende bibliometrische Analyse durch, um die Publikations- und Zitationsstruktur zu untersuchen, die produktivsten Autoren, Universitäten und Länder zu ermitteln, die Studien mit den höchsten Zitationszahlen hervorzuheben, die produktivsten Zeitschriften zu bestimmen und eine Analyse des Auftretens und der Koinzidenz von Schlüsselwörtern durchzuführen. Darüber hinaus wurde die Analyse des gemeinsamen Vorkommens mit dem VOSviewer visualisiert, der über eine einfach zu bedienende Oberfläche verfügt und einen Überblick über die Autoren- und Indexschlüsselwörter und deren gemeinsames Vorkommen bietet. Darüber hinaus wurde diese Software eingesetzt, um ein Netzwerkdiagramm der Co-Autorenschaftsbeziehungen zwischen den Ländern zu erstellen, um das Ausmaß ihrer Zusammenarbeit bei der Erstellung wissenschaftlicher Publikationen zu veranschaulichen.

Modellierung von Themen: Datenaufbereitung und -analyse

Für die Themenanalyse müssen die erhobenen Daten in einem ersten Schritt durch eine Reihe von Verfahren aufbereitet werden, um eine

Tabelle 1. Eine Zusammenfassung von Literaturübersichten über Blockchain im Gesundheitswesen.

Studie	Zielsetzung	Methoden	Quelle	Erfasste Jahre/Artikel (N)	Wichtigste Ergebnisse
AbuHalimeh & Alif ⁶	Durchführung einer umfassenden Untersuchung zur Ermittlung der Herausforderungen im Zusammenhang mit der Datenqualität beim Einsatz der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen.	SLR	Scopus, ACM, Emerald, Science Direct, Web of Science, IEEE	2016-22 (49)	<ul style="list-style-type: none"> Blockchain im Gesundheitswesen birgt erhebliche Herausforderungen in Bezug auf die Datenqualität und klassifizierte technologische, anwendungsbezogene und operative Faktoren.
Singh et al. ⁷	Untersuchen die Blockchain-Technologie und ihre Anwendung im Gesundheitswesen, einschließlich der Herausforderungen, Vergleiche und möglichen Lösungen.	Überprüfung	Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect, ACM Digital Library und SpringerLink	NICHT ZUTREFFEND (84)	<ul style="list-style-type: none"> Sicherheit, Datenschutz, Interoperabilität und gemeinsame Datennutzung sind Herausforderungen, mit denen die derzeitigen Gesundheitssysteme konfrontiert sind; Blockchain kann diese Probleme lösen. Skalierbarkeit, Datenschutz, Verwaltung, Standards, Eigentum und Kosten sind Herausforderungen bei der Einführung von Blockchain im Gesundheitswesen.
Taherdoost ⁸	Überprüfung der Forschung zu Blockchain-Datenschutz und -Sicherheit im Gesundheitswesen mit Schwerpunkt auf praktischen Anwendungen und Herausforderungen.	SLR	Scopus	2017-22 (65)	<ul style="list-style-type: none"> Blockchain im Gesundheitswesen ist auf dem Vormarsch und kann genutzt werden, um den Zugang zu medizinischen Aufzeichnungen zu kontrollieren, Daten zu teilen und den Datenschutz zu verbessern. Die Einführung von Blockchain steht vor mehreren Herausforderungen, darunter Skalierbarkeit und Interoperabilität.
Kumar et al. ⁹	Untersuchen Blockchain-Anwendungen im Gesundheitswesen, die durch KI unterstützt werden, und deren Herausforderungen.	SLR und Meta-Analysen (PRISMA)	IEEE Xplore, PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, Web of Science, DOAJ, ResearchGate	2012-22 (100)	<ul style="list-style-type: none"> Medizinische Aufzeichnungen, einschließlich Gesundheitsdaten, können sicher gespeichert und mit Hilfe der Blockchain-Technologie geteilt werden. Blockchain und KI im Gesundheitswesen haben einige offene Herausforderungen (z. B. Datenschutz, Bandbreite, Verschlüsselung, und Vertrauen).
Sharma et al. ¹⁰	Ein umfassender Überblick über Blockchain-basierte Anwendungen in verschiedenen Bereichen, um Herausforderungen und Richtungen für zukünftige Forschung.	SLR	Google Scholar	2015-19 (161)	<ul style="list-style-type: none"> Blockchain wird am häufigsten in den Bereichen IoT, Cloud-Speicher und Gesundheitswesen eingesetzt. Zu den Herausforderungen, die mit Blockchains verbunden sind, gehören Speicherung, Skalierbarkeit, Datenschutz und Sicherheit.
Agrawal et al. ¹	überprüfen 10 Blockchain-Anwendungen und -Tools und gehen dabei auf Skalierbarkeit, Unveränderbarkeit, Robustheit, Netzwerklatenz, Überprüfbarkeit und Rückverfolgbarkeit.	SLR	IEEE Access, IEEE Transactions, ACM Computing Surveys, Computer & Sicherheit, Future Generation Computer Systems	2017-22 (>150)	<ul style="list-style-type: none"> Blockchain-basierte Anwendungen werden genannt: Wissenschaft, Luftfahrt, Bankwesen, Carsharing, E-Voting, Gesundheitswesen, IoT, geistige Eigentumsrechte und Lieferkette. Skalierbarkeit, Latenz, Speicherplatzbedarf, Sicherheitslücken, mangelnder Datenschutz, hoher Energieverbrauch, Interoperabilität, Benutzerfreundlichkeit und regulatorische Unsicherheit werden als Herausforderungen und offene Fragen der Blockchain-Technologie dargestellt.

Fortsetzung

Tabelle 1. (Fortsetzung) Eine Zusammenfassung der Literaturübersichten über Blockchain im Gesundheitswesen.

Studie	Zielsetzung	Methoden	Quelle	Erfasste Jahre/Artikel (N)	Wichtigste Ergebnisse
Ratta et al. ¹¹	Analyse von Anwendungen der Blockchain-IoT-Integration im Gesundheitswesen, Ermittlung von Herausforderungen und Lösungsvorschlägen.	SLR	IEEE, Elsevier, Springer	2016-21 (30)	<ul style="list-style-type: none"> Blockchain kann die Schwachstellen des IoT im Gesundheitswesen durch Dezentralisierung, Transparenz und Sicherheit abmildern. Zu den Herausforderungen, mit denen Blockchain-IoT-Lösungen im Gesundheitswesen konfrontiert sind, gehören Interoperabilität, Skalierbarkeit, Speicherplatz, Standardisierung und die Überredung von Ärzten und Patienten zum Informationsaustausch.
Khatri et al. ¹²	Führen eine umfassende Analyse der Herausforderungen und Trends bei der Implementierung von Blockchain-Lösungen im Gesundheitswesen durch.	SLR	IEEE Xplore, Science Direct, Springer Link, ACM Digital Library, PubMed	2015-20 (50)	<ul style="list-style-type: none"> Der Fokus auf Bereiche wie Datenaustausch, EHRs, Zugangskontrolle und klinische Studien ist ein wachsender Trend in der Blockchain-Forschung im Gesundheitswesen. Zu den größten Herausforderungen beim Einsatz von Blockchain im Gesundheitswesen gehören Sicherheit, Datenschutz, Skalierbarkeit, Interoperabilität, Geschwindigkeit, fehlendes Fachwissen und hohe Kosten für die Infrastruktur im Gesundheitswesen.
Mazlan et al. ⁵	Durchführung einer systematischen Überprüfung der Skalierbarkeitsherausforderungen von Blockchain-basierten Anwendungen im Gesundheitswesen und mögliche Lösungen	SLR	IEEE, ACM, PubMed	- (41)	<ul style="list-style-type: none"> Die wichtigsten Herausforderungen für die Skalierbarkeit wurden identifiziert: Blockgröße, hohes Datenvolumen, Anzahl der Transaktionen und Protokollbeschränkungen. Es werden 16 Lösungen vorgeschlagen, die in drei Kategorien eingeteilt werden kategorisiert: Speicheroptimierung (3 Lösungen) und Neugestaltung der Blockchain (13 Lösungen).

ACM: Association for Computing Machinery; AI: Künstliche Intelligenz; IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers; DOAJ: Directory of Open Access Journals; IPR: Intellectual Property Rights; IoT: Internet der Dinge; N/A: nicht verfügbar; SLR: systematische Literaturübersicht.

bereinigter Korpus. Für die Studie wurden Titel, Zusammenfassungen und Schlüsselwörter aus den 196 in der CSV-Datei gespeicherten Artikeln verwendet. Zu diesem Zweck wurden alle Textdaten des Datensatzes in Kleinbuchstaben umgewandelt, ein Prozess, der als Kleinbuchstabenumwandlung bekannt ist und wesentlich ist, um doppelte Darstellungen desselben Wortes aufgrund von Großbuchstabenvariationen zu vermeiden. Dadurch wird die Konsistenz und Einheitlichkeit des Korpus gewährleistet. Anschließend wurden Sonderzeichen und Satzzeichen, die bei der Themenmodellierung stören, aus dem Text entfernt. Um den Datensatz weiter zu verfeinern und Begriffe hervorzuheben, die relevanter und informativer sind, wurden die häufigen Stoppwörter "der", "und" und "in" aus dem Datensatz entfernt. Durch diesen Schritt kann der Prozess der Themenmodellierung hinsichtlich des Rechenaufwands rationalisiert werden.

Zur Normalisierung der Textdaten wurden außerdem Stemming- und Lemmatisierungstechniken angewandt. Beim Stemming-Verfahren werden Wörter in ihre Stammformen umgewandelt, während bei der Lemmatisierung Wörter in ihre Grundformen umgewandelt werden. Durch die Konvergenz von Variationen desselben Wortes erhöhten beide Techniken die Qualität des Datensatzes und verbesserten die Darstellung des Korpus.

Themen-Erkennung: Latent-Dirichlet-Allokation

Für die Themenerkennung wurde die Latent-Dirichlet-Allokation (LDA), einer der am weitesten verbreiteten Algorithmen für die Themenmodellierung,¹⁴ verwendet, um dominante Themen zu identifizieren. Die LDA beruht auf der Annahme, dass jedes Dokument im Korpus mehrere verschiedene Themen¹⁵ in unterschiedlichen Anteilen enthält, von denen jedes eine Wahrscheinlichkeitsverteilung über eine festgelegte Menge von Wörtern darstellt. Auf der Grundlage dieser Annahme erstellt der LDA-Algorithmus eine latente thematische Struktur des Korpus aus den Mustern des gemeinsamen Vorkommens von Wörtern in den Dokumenten.¹⁶

Um die LDA-basierte Themenmodellierung in dieser Studie zu implementieren, wurde das vorverarbeitete Textkorpus, das durch die Vorverarbeitungsschritte erhalten wurde, in eine Document-Term-Matrix (DTM) umgewandelt, die als Eingabe für den LDA-Algorithmus dient. Durch diese Transformation konnte ein numerisches Format des Korpus erstellt werden, das es der LDA ermöglicht, latente Themen und deren Wortverteilungen effizient zu identifizieren. Die wichtigste Herausforderung bei der Themenmodellierung ist die Auswahl der optimalen Anzahl von Themen für ein Korpus.¹⁷ Dementsprechend wurde in dieser Studie der Kohärenzwert als Metrik zur Ermittlung der optimalen Anzahl von Themen verwendet.

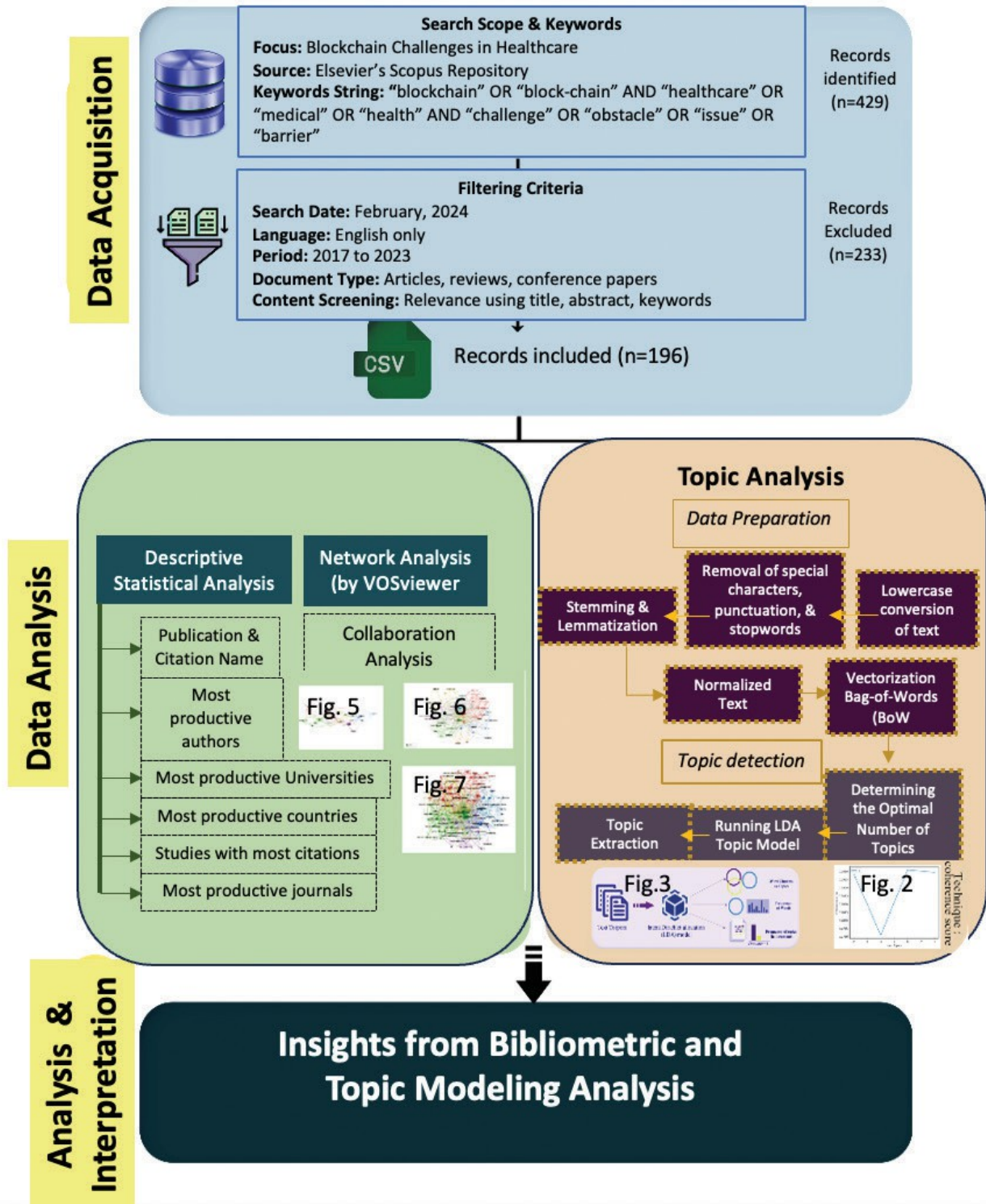


Abb. 1. Forschungsrahmen für die bibliometrische und thematische Modellierungsanalyse. Siehe Abbildungen 2, 3, 5, 6 und 7 für detaillierte Streudiagramme und Illustrationen in dieser Abbildung.

von Themen. Bei der Kohärenzberechnung werden die Wörter, die ein Thema bilden, auf ihre Konsistenz geprüft. Höhere Kohärenzwerte weisen auf eine höhere Qualität der Themen hin,¹⁸ was eine bessere Interpretierbarkeit der Themen ermöglicht. Die optimale Anzahl

Die optimale Anzahl von Themen war sechs, wie durch die Kohärenzbewertung bestimmt (Abbildung 2 und Tabelle 2), was den Ellbogen der Kohärenzkurve anzeigt, und das Hinzufügen von Themen über sechs hinaus verbesserte die Kohärenz nicht signifikant.

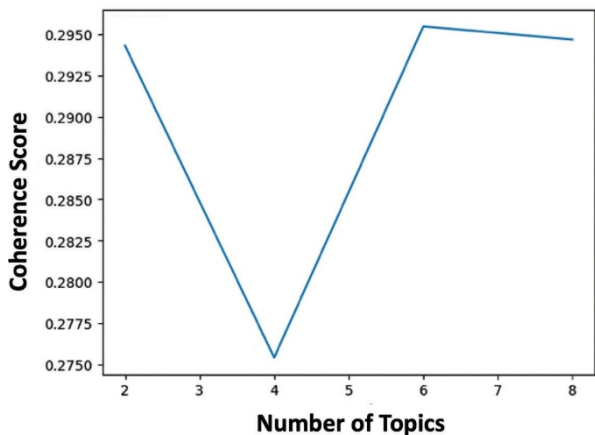


Abb. 2. Kohärenz-Score für Latent-Dirichlet-Allokation. Siehe Abbildung 1 für einen größeren Zusammenhang.

Tabelle 2. Kohärenzwert nach der Anzahl der Themen.

Themen (n)	Kohärenz-Punktzahl
2	0.2943
4	0.2754
6	0.2955
8	0.2947

Abbildung 3 veranschaulicht die Struktur der LDA-Themenmodellierung unter Verwendung von Dirichlet-Verteilungen für Themen- und Wortverteilungen. Dieses Modell umfasst drei Ebenen: die Korpusebene, die Dokumentenebene und die Wortebene.¹⁹Auf der Korpusebene sind α und β die globalen Parameter, die die Verteilung der Themen über die Dokumente bzw. die Wortverteilungen für jedes Thema darstellen. Der Parameter θ ,

eine Variable auf Dokumentenebene, gibt die Themenanteile in einem bestimmten Dokument an. Die Variablen z und w schließlich entsprechen der Wortebene, wobei z das einem bestimmten Wort zugeordnete Thema angibt und w ein mit einem bestimmten Thema verbundenes Wort darstellt.

Ergebnisse

Publikations- und Zitationsstruktur

Tabelle 3 enthält Informationen über die Anzahl der im Bereich des Gesundheitswesens veröffentlichten Artikel mit dem Schwerpunkt auf Blockchain-Herausforderungen und die allgemeinen Zitationsstrukturen, die in diesen Artikeln erschienen sind. Diese Informationen sind auch in Abbildung 1 dargestellt, die die Trends bei der Anzahl der Veröffentlichungen und der Zitierungen für dieses Thema seit 2017 zeigt. Ausgehend von einer einzigen Veröffentlichung im Jahr 2017 gab es in den ersten Jahren ein stetiges Wachstum, wobei sich die Zahl der Veröffentlichungen im Vergleich zum Vorjahr mehr als verdoppelte. Die Veröffentlichungen des Jahres 2021 erreichten 48 und zeigten einen deutlichen Sprung. Der Aufwärtstrend in der Produktion setzte sich in den Jahren 2022 und 2023 fort.

Wie gezeigt, nimmt die Zahl der Veröffentlichungen, die sich mit den Herausforderungen von Blockchain im Gesundheitswesen befassen, deutlich zu. Es gibt auch Hinweise darauf, dass die überwiegende Mehrheit der hoch zitierten Arbeiten im Zeitraum von 2019 bis 2021 veröffentlicht wurde. Tabelle 3 und Abbildung 4 zeigen einen stetigen Anstieg in den ersten beiden Jahren, gefolgt von einem bemerkenswerten Anstieg auf 1.695 Zitierungen im Jahr 2019. Nach diesem Höchststand war ein leichter Rückgang zu verzeichnen, der in den Folgejahren rapide abnahm. Etwa 4,5 % der Artikel wurden mehr als 150 Mal zitiert, 3,5 % mehr als 100 Mal, 7,14 % mehr als 20 Mal, 14,79 % mehr als 10 Mal, 9,69 % mehr als 5 Mal und fast 24 % erhielten mehr als eine Zitierung.

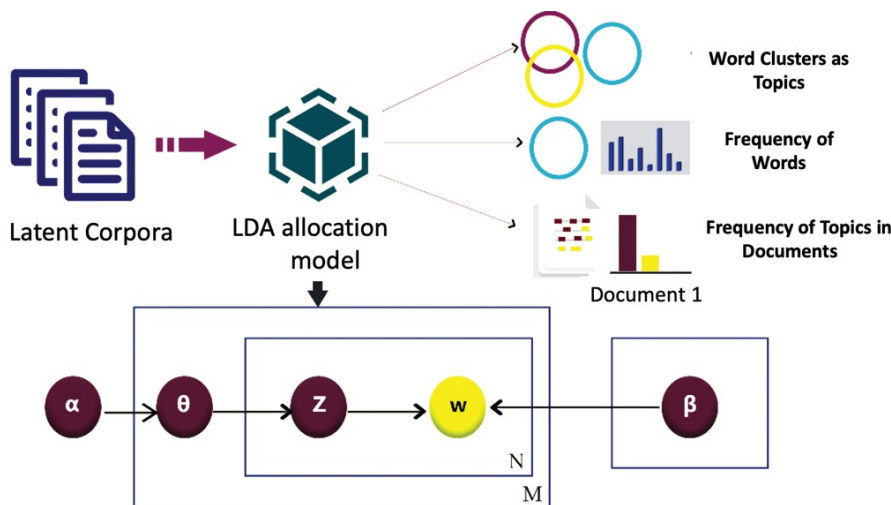
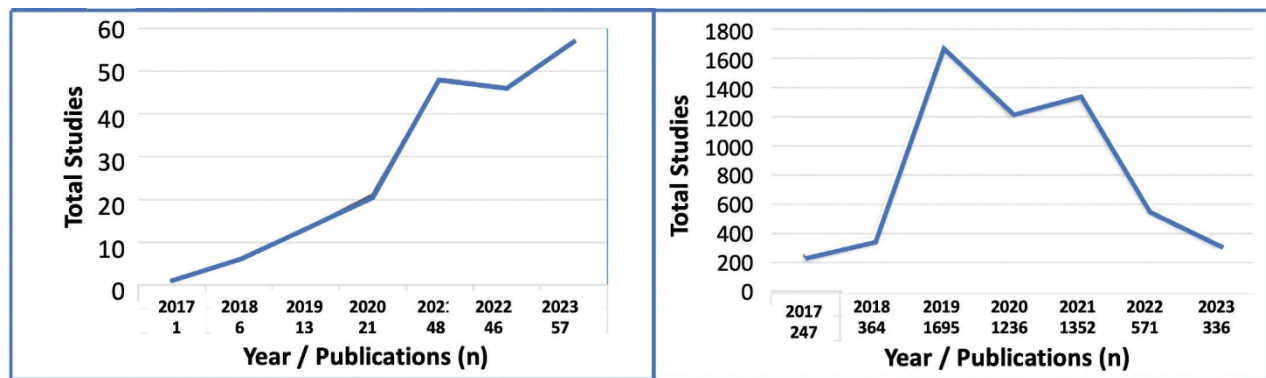


Abb. 3. Grafische Darstellung des Latent-Dirichlet-Allokationsmodells (LDA). Siehe Abbildung 1 für einen größeren Zusammenhang. α : Dirichlet-Hyperparameter für Themenanteile; θ : Themenanteile pro Dokument; Z : Themenzuordnung pro Wort; W : beobachtetes Wort; β : Themen-Wort-Verteilungen; M : Dokumentnummern; N : die Wortnummern in einem bestimmten Dokument.

Tabelle 3. Allgemeine Zitationsstruktur von Studien, die sich mit Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen befassen.

Jahr	>150	>100	>50	>20	>10	>5	>1	Studien insgesamt	Zitate insgesamt
2017	1	0	0	0	0	0	0	1	247
2018	0	1	3	1	0	0	1	6	364
2019	4	1	1	1	3	1	2	13	1,695
2020	2	1	4	3	5	1	3	21	1,236
2021	2	2	6	7	8	6	12	48	1,352
2022	0	2	0	6	5	7	18	46	571
2023	0	0	0	4	8	4	11	57	336

Die Daten wurden im Februar 2024 auf der Grundlage von Scopus abgerufen; die Zahlenwerte >150, >100, >50, >20, >10, >5 und >1 bezeichnen die Anzahl der Zitate, die jede Studie erhalten hat.

**Abb. 4.** Trends bei Publikationen und Zitationen, die sich mit der Erforschung von Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen befassen.

Die produktivsten Autoren

Eine Liste der 10 produktivsten Autoren, die sich mit den Herausforderungen der Blockchain im Gesundheitswesen beschäftigt haben, ist in Tabelle 4 aufgeführt. Diese Tabelle zeigt, wie viele Studien die hochproduktiven Autoren zu diesem Thema veröffentlicht haben, wie viele Zitate ihre Studien erhalten haben und wie groß ihr wissenschaftlicher Einfluss und ihre Produktivität in diesem Bereich sind. Zusätzlich zu diesen Metriken wurde eine Bewertung des Beitrags jedes Autors innerhalb des angestrebten Themas durchgeführt, wobei sowohl die Anzahl der erstellten Artikel im Verhältnis zur Gesamtzahl der Veröffentlichungen in diesem Bereich als auch die Anzahl der Zitierungen in der Gesamtzahl der überprüften Veröffentlichungen berücksichtigt wurden.

Jayaraman und Salah von der Khalifa University in den Vereinigten Arabischen Emiraten weisen bemerkenswerte Forschungsergebnisse mit einer hohen Anzahl von Zitierungen auf, was auf einen bedeutenden Beitrag hinweist, mit einem Durchschnitt von 14,63 % Produktion über alle Studien. Die höchste Anzahl von Zitierungen, wie in Tabelle 4 dargestellt, wird sieben Studien zugeschrieben, die von den Forschern Kumar vom Thapar Institute of Engineering and Technology in Indien und Choo von der University of Texas in San Antonio in den Vereinigten Staaten verfasst wurden. Er spiegelt den bedeutenden Einfluss dieser Studien auf andere Forschungsarbeiten und ihren wesentlichen Beitrag zu diesem Bereich wider. Den höchsten h-Index hat Bhushan von der Ohio State University in den Vereinigten Staaten, was seine qualitativ hochwertigen Studien verdeutlicht.

Die produktivsten Universitäten

Tabelle 5 enthält eine Liste der Top-10-Universitäten mit der höchsten Anzahl von Veröffentlichungen zu Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen. Neben der Gesamtzahl der Produktionen und der erhaltenen Zitate werden diese Universitäten in Bezug auf das Land, die QS World University Rankings und die Anzahl der Publikationen, die die Zitationsschwellen von 50, 100 und 150 erreichen, verglichen. Wie dargestellt, zeichnen sich die University of Petroleum and Energy Studies in Indien und die Khalifa University of Science and Technology in den Vereinigten Arabischen Emiraten durch die höchste Anzahl von Veröffentlichungen aus. Bei gleicher Anzahl von Veröffentlichungen hat die Khalifa University of Science and Technology insgesamt 266 Zitierungen erhalten, was im Vergleich zu den Veröffentlichungen der University of Petroleum and Energy Studies bemerkenswert ist.

Je mehr Zitate eine Veröffentlichung erhält, desto bedeutender ist ihr Beitrag zum Wissensfortschritt, was darauf hindeutet, dass sie in diesem Bereich hoch geschätzt wird. Dementsprechend belegen die University of Texas at San Antonio und das Thapar Institute of Engineering & Technology mit 843 bzw. 702 Zitierungen die ersten beiden Plätze der einflussreichsten Universitäten, gefolgt vom Nirma University Institute of Technology mit 440 Zitierungen. Zusätzlich zu den entsprechenden Informationen über die Veröffentlichungen der einzelnen Universitäten in dem betreffenden Bereich,

Tabelle 4. Die produktivsten Autoren der Studie über die Herausforderungen der Blockchain im Gesundheitswesen.

Rang	Autor	Einrichtung	TP	TC	TP/Gesamtstudien (%)	TC/Gesamtanzahl der Zitate (%)	H	>5	>20	>50	>100
1	Jayaraman, R.	Khalifa Universität, UAE	6	254	14.63	8.7	43	2	0	2	1
2	Salah, K.	Khalifa Universität, UAE	6	254	14.63	8.7	66	2	0	2	1
3	Ellahham, S.	Cleveland Klinik, Abu Dhabi, VAE	5	121	12.20	4.2	32	2	0	2	0
4	Kumar, N.	Thapar-Institut für Ingenieurwesen und Technologie, Indien	4	702	9.76	24.2	119	1	1	0	2
5	Tanwar, S.	Nirma Universität, Indien	4	436	9.76	15.0	72	2	0	0	1
6	Yaqoob, I.	Charles Sturt Universität, Australien	4	193	9.76	6.7	49	1	0	1	1
7	Bhushan, B.	The Ohio State University, Vereinigte Staaten	3	40	7.32	1.4	144	3	0	0	0
8	Choo, KKR.	University of Texas at San Antonio, Vereinigte Staaten	3	806	7.32	27.8	94	0	0	1	2
9	Kumar, A.	Universität für Erdöl- und Energiestudien, Indien	3	39	7.32	1.3	45	3	0	0	0
10	Mantas, G.	Universität von Greenwich, UK	3	55	7.32	1.9	23	2	1	0	0

Die Daten wurden im Februar 2024 auf der Grundlage von Scopus abgerufen: H: h-Index; TC: Gesamtzitationen; TC/Gesamtzitationen (%): der prozentuale Anteil der Gesamtzitationen, den jeder Autor im Verhältnis zu den Gesamtzitationen erhalten hat; TP: Gesamtpublikationen; TP/Gesamtstudien (%): der prozentuale Anteil der Gesamtpublikationen jedes Autors im Verhältnis zu den Gesamtpublikationen. Die Zahlenwerte >150, >100, >50, >20, >10, >5 und >1 bezeichnen die Anzahl der Zitate, die jede Studie erhalten hat.

Tabelle 5. Top-produktive Universitäten für Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen.

Rang	Institut, Land	TP	TC	TC/Gesamtstudien (%)	TC/Gesamtanzahl der Zitate (%)	QS	>5	>20	>50	>100
1	Universität für Erdöl- und Energiestudien, Indien	7	44	14.89	1.43	901-950	3	0	0	0
2	Khalifa-Universität für Wissenschaft und Technologie, VAE	7	266	14.89	8.67	230	3	0	2	1
3	Thapar-Institut für Ingenieurwesen und Technologie, Indien	5	702	10.64	22.88	951-1,000	1	1	0	2
4	Nirma Universität, Institut für Technologie, Indien	5	440	10.64	14.34	K.A.	4	0	0	1
5	Cleveland Klinik Abu Dhabi, VAE	5	121	10.64	3.94	K.A.	1	0	2	0
6	The University of Texas at San Antonio, Vereinigte Staaten	4	843	8.51	27.48	1,001-1,200	1	0	1	2
7	Technisches Institut Vellore, Indien	4	50	8.51	1.63	851-900	5	0	0	0
8	Universiti Putra Malaysia, Malaysia	4	278	8.51	9.06	158	0	1	0	2
9	Federation University Australien, Australien	3	247	6.38	8.05	791-800	0	1	1	1
10	Charles-Darwin-Universität, Australien	3	77	6.38	2.51	601-610	2	0	1	0

Die Daten wurden im Februar 2024 auf der Grundlage von Scopus abgerufen: QS: Quacquarelli Symonds World University Rankings; TC: Gesamtzitationen; TC/Gesamtzitationen (%): der prozentuale Anteil der Gesamtzitationen, den jeder Autor erhalten hat, im Verhältnis zu den Gesamtzitationen; TP: Gesamtpublikationen; TP/Gesamtstudien (%): der prozentuale Anteil der Gesamtpublikationen jedes Autors im Verhältnis zu den Gesamtpublikationen. Die Zahlenwerte >5, >20, >50, >100 bezeichnen die Anzahl der Zitate, die jede Studie erhalten hat.

Die aktuelle Weltrangliste dieser Universitäten nach Quacquarelli Symonds (QS) wird von der QS World Universities Ranking Website bezogen und dargestellt. Wie gezeigt, folgen die Top-Universitäten und -Institute, die sich auf die Förderung der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen konzentrieren, einer breiten Palette von QS World University Rankings, was die unterschiedlichen Ebenen von Einfluss und Expertise zeigt. In dieser Hinsicht zeigen die Universiti Putra Malaysia und die Khalifa

University of Science and Technology mit QS World University Rankings von 158 bzw. 230 eine stärkere globale Präsenz als die anderen Einrichtungen in Tabelle 5.

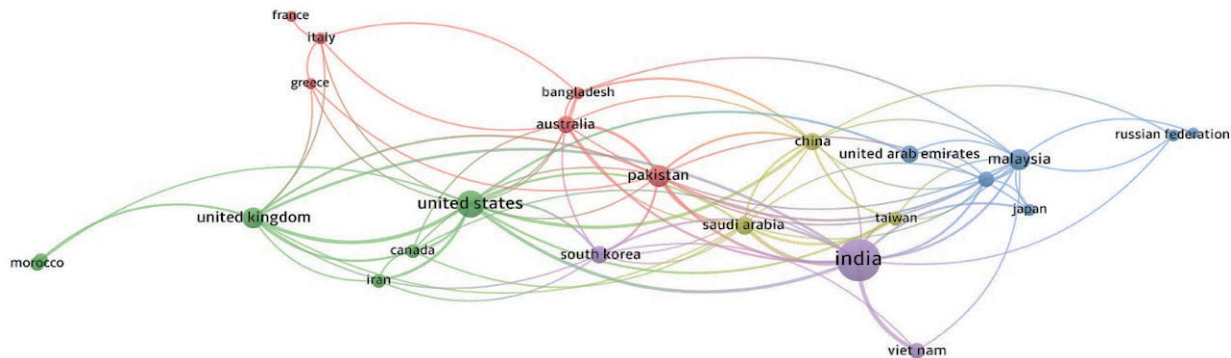
Die produktivsten Länder

Tabelle 6 vergleicht die akademischen Beiträge der verschiedenen Länder auf der Grundlage von Forschungsergebnissen und Wirkungsmetriken.

Tabelle 6. Länder mit den meisten Veröffentlichungen zu den Herausforderungen der Blockchain im Gesundheitswesen.

Rang	Name	TP	TC	TP/Gesamt studien (%)	TC/Gesamt anzahl der Zitate (%)	>5	>20	>50	>100
1	Indien	87	1,387	39.19	19.63	24	3	2	3
2	Vereinigte Staaten	28	1,839	12.61	26.03	7	3	8	5
3	Pakistan	18	651	8.11	9.22	7	3	1	2
4	Vereinigtes Königreich	16	454	7.21	6.43	2	4	2	1
5	Malaysia	15	421	6.76	5.96	3	2	1	2
6	Saudi-Arabien	11	520	4.95	7.36	5	1	0	2
7	Südkorea	10	178	4.50	2.52	4	2	1	0
8	Australien	9	382	4.05	5.41	4	1	2	1
9	China	9	931	4.05	13.18	2	4	1	2
10	Vereinigte Arabische Emirate	9	301	4.05	4.26	1	2	2	1

Die Daten wurden im Februar 2024 auf der Grundlage von Scopus abgerufen; TC: Gesamtzitationen; TC/Gesamtzitationen (%): der prozentuale Anteil der Gesamtzitationen, den jeder Autor im Verhältnis zu den Gesamtzitationen erhalten hat; TP: Gesamtpublikationen; TP/Gesamtstudien (%): der prozentuale Anteil der Gesamtpublikationen jedes Autors im Verhältnis zu den Gesamtpublikationen; die Zahlenwerte >5, >20, >50, >100 bezeichnen die Anzahl der Zitationen, die jede Studie erhalten hat.

**Abb. 5.** Zusammenarbeit zwischen Forschern aus verschiedenen Ländern. Siehe Abbildung 1 für einen größeren Zusammenhang.

Für den Vergleich der aufgelisteten Länder stehen mehrere Kennzahlen zur Verfügung, darunter die Gesamtzahl der Veröffentlichungen, die Gesamtzahl der Zitationen, das Verhältnis der Veröffentlichungen zu den gesamten Studien und das Verhältnis der Zitationen zu den gesamten Zitationen. Darüber hinaus wird gezeigt, wie sich die hoch zitierte Forschung innerhalb jedes Landes nach der Anzahl der Publikationen mit einer Zitationszahl über den angegebenen Schwellenwerten (>5, >20, >50 und >100) verteilt.

Den Daten zufolge ist Indien sowohl bei der Zahl der Veröffentlichungen als auch bei den Zitationen führend, was auf einen bedeutenden Forschungseinfluss und -output hindeutet. Trotz einer geringeren Gesamtzahl an Veröffentlichungen erhielten die Vereinigten Staaten im Vergleich zu Indien die meisten Zitationen, was auf einen höheren Grad an Einfluss hinweist. Nach den Vereinigten Staaten und Indien liegen China und Pakistan an dritter bzw. vierter Stelle, was die Zahl der Zitationen von Veröffentlichungen in dem genannten Bereich angeht.

Wie in Tabelle 6 dargestellt, wurden die einflussreichsten Studien mit mehr als 50 bzw. 100 Zitaten von Forschern aus den Vereinigten Staaten und Indien durchgeführt. Insbesondere die Vereinigten Staaten stehen mit einem Beitrag von 13

Artikel, die mehr als 50 oder 100 Zitate erhielten, wobei 8 der 13 Artikel mehr als 50 Zitate und fünf Artikel mehr als 100 Zitate erhielten. Im Vergleich dazu wurden fünf von indischen Forschern veröffentlichte Studien mit mehr als 50 und 100 Zitaten erwähnt, darunter zwei mit mehr als 50 Zitaten und drei mit mehr als 100 Zitaten. Die Vereinigten Staaten stehen eindeutig an der Spitze, wenn es um einflussreiche Studien geht, gefolgt von Indien. Andererseits zeigt Abbildung 5 die Zusammenarbeit zwischen Forschern aus verschiedenen Ländern bei den Studien im behandelten Bereich. Aus den Angaben in Tabelle 6 geht hervor, dass die meisten Veröffentlichungen im Schwerpunktbereich aus Indien und den Vereinigten Staaten stammen, gefolgt von Pakistan und dem Vereinigten Königreich. Dementsprechend sind die Knoten umso größer, je mehr Studien von jedem Land veröffentlicht wurden. Außerdem zeigen die Kanten die Forschungszusammenarbeit zwischen den Ländern an, und je dicker die Kanten sind, desto intensiver ist die Zusammenarbeit. Darüber hinaus sind die Länder innerhalb eines Clusters durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet, was auf eine häufigere regionale oder thematische Zusammenarbeit zwischen ihnen hinweist.

Tabelle 7. Studien mit den meisten Zitaten.

Rang	Titel	Autoren	Herausgeber	Jahr	Dokumenttyp p*	TC (N)	TZ/Gesamtziti- erungen (%)
1	Blockchain in Anwendungen im Gesundheitswesen: Herausforderungen und Chancen für die Forschung	McGhin, T, et al.	Academic Press	2019	Rezension	517	17.99
2	Ein Überblick über Blockchain aus der Perspektive von Anwendungen, Herausforderungen und Möglichkeiten	Monrat, AA, et al.	Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.	2019	Rezension	516	17.98
3	Blockchain für 5G-fähiges IoT für die industrielle Automatisierung: Eine systematische Übersicht, Lösungen und Herausforderungen	Mistry I, et al.	Akademische Presse	2020	Artikel	416	14.50
4	Anwendungen der Blockchain-Technologie in Medizin und Gesundheitswesen: Herausforderungen und Zukunftsperspektiven	Siyal AA, et al.	MDPI AG	2019	Artikel	279	9.73
5	Blockchain-Lösungen für Big-Data-Herausforderungen: Eine Literaturübersicht	Karafiloski E. & Mishev A.	Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.	2017	Konferenzpapier	247	8.61
6	Anwendungen von Blockchain zur Gewährleistung der Sicherheit und des Datenschutzes von elektronischen Gesundheitsdatensystemen: Ein Überblick	Shi S., et al.	Elsevier Ltd.	2020	Rezension	233	8.12
7	Ein Überblick über die Einführung von Blockchain im IoT: Herausforderungen und Lösungen	Uddin, MA. et al.	Zhejiang Universität	2021	Überprüfung	171	5.95
8	Fit-for-purpose? - Herausforderungen und Chancen für Anwendungen der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen der Zukunft	Mackey TK, et al.	BioMed Central Ltd.	2019	Artikel	170	5.93
9	Geospatiale Blockchain: Versprechen, Herausforderungen und Szenarien im Gesundheitssystem	Kamel Boulos MN, et al.	BioMed Central Ltd.	2018	Editorial	167	5.82
10	Anwendung von Blockchain und Internet der Dinge im Gesundheitswesen und im medizinischen Bereich: Anwendungen, Herausforderungen und Zukunftsperspektiven	Ratta P. et al.	Hindawi Limited	2021	Rezension	159	5.54

Die Daten wurden im Februar 2024 auf der Grundlage von Scopus abgerufen; TC: Total Citation; TC/Total Citations (%): der prozentuale Anteil der Gesamtzitationen, den jeder Autor im Verhältnis zu den Gesamtzitationen erhalten hat.

*Dokumententyp, wie von Scopus kategorisiert.

Studien mit den meisten Zitierungen

Tabelle 7 enthält eine Auswahl wissenschaftlicher Publikationen mit der höchsten Anzahl von Zitaten, die sich mit den Herausforderungen der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen befassen. Anhand dieser Tabelle lassen sich die wichtigsten, einflussreichsten und populärsten Beiträge zu den Herausforderungen des Gesundheitswesens mit Blockchain identifizieren.

Die Gesamtzahl der Zitate, die jedes Papier erhielt, war das Kriterium für die Rangfolge der Veröffentlichungen, die dann in absteigender Reihenfolge aufgelistet wurden. Wie dargestellt, ist der Artikel von McGhin und Kollegen¹⁹ aus dem Jahr 2019 von Academic Press der am häufigsten zitierte und trägt fast 18 % zur Gesamtzahl bei. In diesem Artikel werden nicht nur die Anwendungen und Vorteile der Blockchain im Gesundheitswesen erörtert, sondern auch die wichtigsten Herausforderungen, die bei ihrer Einführung noch bestehen. Infolgedessen wurden fünf Hauptherausforderungen identifiziert und berichtet: Skalierbarkeit, Mining-Anreize, Blockchain-spezifische Angriffe und Schlüsselverwaltung/Schlüsselverluste. Die andere meist zitierte Studie wurde von Monrat und Kollegen²⁰ durchgeführt und vom Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. veröffentlicht. Die Autoren führten eine vergleichende Studie durch, um Folgendes zu untersuchen

die Herausforderungen, die sich bei der Implementierung der Blockchain im Gesundheitswesen ergeben. Sie berichten von fünf Herausforderungen, darunter Skalierbarkeit, Datenschutz, Interoperabilität, Energieverbrauch und regulatorische Fragen. Bemerkenswert ist, dass es sich bei den beiden am häufigsten zitierten Artikeln um Rezensionen handelt, wie in Tabelle 7 dargestellt. Außerdem zeigt die Tabelle, dass die Hälfte der 10 am häufigsten zitierten Studien (5 von 10) ebenfalls Übersichtsartikel sind.

Produktivste Fachzeitschriften

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Leistungskennzahlen der 10 wichtigsten Zeitschriften, die im untersuchten Bereich die höchste Produktivität aufweisen. Die Indikatoren für die Gesamtzahl der veröffentlichten Artikel, die Gesamtzahl der Zitierungen, der H-Index, der Impact-Faktor und der 5-Jahres-Impact-Faktor geben Aufschluss über den Einfluss und die Sichtbarkeit einer Zeitschrift in der akademischen Welt. Hinsichtlich der Anzahl der Veröffentlichungen, die bei den Kriterien für die Einstufung der Zeitschriften in Tabelle 8 berücksichtigt wurden, weisen die Zeitschriften *Journal of Network and Computer Applications* und *Sensors*, beide mit bemerkenswerten Impact-Faktoren und H-Indizes, die höchste Anzahl an bemerkenswerten Veröffentlichungen auf. Ähnlich verhält es sich mit den Zeitschriften *Sensors* und *Lecture Notes in Networks and Systems*

Tabelle 8. Die produktivsten Fachzeitschriften zum Thema Blockchain-Intelligenz im Gesundheitswesen.

Rang	Name	TP	TC	TP/Gesamtstudien (%)	TC/Gesamtanzahl der Zitate (%)	H	IF	5J-IF	>5	>20	>50	>100
1	<i>Zeitschrift für Netzwerk- und Computeranwendungen</i>	6	754	14.63	62.4	129	8.7	7.3	1	1	3	1
2	<i>Sensoren</i>	6	83	14.63	6.9	219	3.9	4.1	1	2	0	0
3	<i>Vorlesungsunterlagen in Netzwerke und Systeme</i>	6	7	14.63	0.6	27	0.54	K.A.	0	0	0	0
4	<i>IEEE-Zugang</i>	4	65	9.76	5.4	204	4.82	4.676	1	1	1	0
5	<i>IEEE Internet der Dinge Zeitschrift</i>	4	139	9.76	11.5	149	11.61	12.64	2	1	1	0
6	<i>Fortschritte bei intelligenten Systemen und Datenverarbeitung</i>	4	27	9.76	2.2	58	0.21	0.63	2	0	0	0
7	<i>Vorlesungsunterlagen zur Wirtschaftsinformatik</i>	3	74	7.32	6.1	56	1.05	0.87	1	0	1	0
8	<i>Referenzbibliothek Intelligente Systeme</i>	3	25	7.32	2.1	35	0.85	0.66	3	0	0	0
9	<i>EAI Springer Innovationen in Kommunikation und Datenverarbeitung</i>	3	3	7.32	0.2	19	0.78	0.89	0	0	0	0
10	<i>IEEE Zeitschrift für Biomedizinische und Gesundheitsinformatik</i>	2	35	4.88	2.9	146	8.33	7.38	1	1	0	0

Die Daten wurden im Februar 2024 auf der Grundlage von Scopus abgerufen: H: h-Index; IF: Impact Factor; TC: Gesamtzitationen; TC/Gesamtzitationen (%): der prozentuale Anteil der Gesamtzitationen jedes Autors an den Gesamtzitationen; TP: Gesamtpublikationen; TP/Gesamtstudien (%): der prozentuale Anteil der Gesamtpublikationen jedes Autors an den Gesamtpublikationen; die Zahlenwerte >5, >20, >50, >100 bezeichnen die Anzahl der Zitationen, die jede Studie erhalten hat.

haben die gleiche Anzahl von Artikeln veröffentlicht wie das *Journal of Network and Computer Applications*. Sie unterscheiden sich jedoch erheblich in Bezug auf Zitationen und Impact-Faktoren, was darauf hindeutet, dass Veröffentlichungen im *Journal of Network and Computer Applications* im Vergleich zu den beiden anderen Zeitschriften im genannten Bereich einen größeren Einfluss haben. Nach dem *Journal of Network and Computer Applications* erhielt die *Zeitschrift IEEE Internet of Things* (IoTs) die meisten Zitationen für ihre Gesamtveröffentlichungen in diesem Bereich, wie in Tabelle 8 dargestellt. Um die Zeitschriften mit der höchsten Forschungsqualität zu bewerten, werden die h-Indizes für jede Zeitschrift angegeben. Zu den Zeitschriften, die für ihre hohe Forschungsqualität ausgezeichnet wurden, gehören *Sensors*, *IEEE Access* und das *IEEE IoTs Journal* mit h-Indizes von 219, 204 und 149, die jeweils einen außergewöhnlichen wissenschaftlichen Einfluss demonstrieren.

Darüber hinaus sind der Impact-Faktor und der 5-Jahres-Impact-Faktor jährliche Metriken, die von Thomson Reuters Journal Citation Reports gemessen werden. Der Impact-Faktor wird anhand der Gesamtzahl der in einem bestimmten Jahr für die letzten zwei Jahre veröffentlichten Artikel erhaltenen Zitationen, geteilt durch die Gesamtzahl dieser Artikel, berechnet. Die Berechnungsmethode für den 5-Jahres-Impact-Faktor ist ähnlich. Auch hier werden die in den letzten 5 Jahren erhaltenen Zitationen berücksichtigt und durch die Anzahl der in diesem Zeitraum veröffentlichten Artikel geteilt. Diese Indikatoren geben den Forschern Aufschluss über den Einfluss und die Zitierwirkung der einzelnen Zeitschriften in ihrem Fachgebiet. Mit einem Impact-Faktor und einem 5-Jahres-Impact-Faktor von 11,61 bzw. 12,64 sticht das *Journal of IEEE Internet of Things* unter den anderen Zeitschriften hervor.

Analyse des Auftretens von Schlüsselwörtern und des gemeinsamen Auftretens

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Analyse des Auftretens und des gemeinsamen Auftretens von Schlüsselwörtern mit Hilfe der Software VOSviewer Version 1.6.19 dargestellt. Um dies zu erreichen, wurde beschlossen, Index- und Autorenschlüsselwörter für diese Analyse getrennt zu betrachten. Diese beiden Arten von Schlüsselwörtern unterscheiden sich in ihren Herkunftsquellen: Autorenschlüsselwörter werden von dem/den Autor(en) bereitgestellt, während Indexschlüsselwörter von Indexierungsdiensten wie Scopus generiert werden.²¹Die Co-Occurrence-Analyse ergab eine geringere Anzahl von Autorenschlüsselwörtern, nämlich 473 im Vergleich zu 990 von Scopus ermittelten Indexschlüsselwörtern.

Tabelle 9 enthält zwei Listen mit den 20 wichtigsten Schlagwörtern, die für jeden Schlagworttyp getrennt aufgeführt sind und die am häufigsten gewählten Begriffe in den gesammelten Veröffentlichungen aufzeigen. Wie an der Spitze der Schlüsselwortliste für Autoren zu sehen ist, stehen "Sicherheit" und "Datenschutz" mit 43 bzw. 27 Nennungen an erster Stelle, gefolgt von Blockchain und Gesundheitswesen, die die wichtigsten Begriffe in diesem Bereich sind. Darüber hinaus unterstreichen diese Schlüsselwörter mit erheblichen Linkstärken ihre Bedeutung und ihre Prioritäten. Die Reihenfolge der am häufigsten wiederholten Schlagwörter in der Indexliste unterscheidet sich jedoch aufgrund der unterschiedlichen Begriffe, die von Scopus für umfassendere Konzepte verwendet werden. Insbesondere der Begriff "Sicherheit" spiegelt sich in verschiedenen Begriffen wie "Netzwerksicherheit" und "Sicherheits Herausforderungen" wider, die zusammen 52-mal vorkommen.

Folglich könnte "Sicherheit" auch an erster Stelle stehen, gefolgt von den Hauptbegriffen. Darüber hinaus kommen die Begriffe "Datenschutz" und "Privatsphäre", die dasselbe Konzept vermitteln, insgesamt 29 Mal vor,

Tabelle 9. Die 20 wichtigsten Autoren und Schlagwörter der untersuchten Publikationen.

Rang	Autor Schlüsselwort	Vorkommen	Link-Stärke insgesamt	Rang	Index-Schlüsselwort	Vorkommen	Link-Stärke insgesamt
1	Blockchain	138	342	1	Blockchain	136	1,006
2	Gesundheitswesen	87	342	2	Gesundheitswesen	95	738
3	Sicherheit	43	146	3	Internet der Dinge	46	382
4	Datenschutz	27	93	4	Verteiltes Ledger	22	218
5	Internet der Dinge	20	65	5	Digitale Speicherung	22	194
6	IoT	16	52	6	Gesundheitsbranche	22	163
7	Intelligenter Vertrag	11	38	7	Sicherheit	21	206
8	Cloud Computing	9	35	8	Systeme für das Gesundheitswesen	21	204
9	Maschinelles Lernen	8	32	9	Sicherheit im Netz	19	196
10	Lieferkette	8	32	10	Intelligente Verträge	12	85
11	Bitcoin	8	29	11	Elektronische Gesundheitsakte	16	158
12	Künstliche Intelligenz	8	28	12	Datenschutz	15	159
13	Kryptowährungen	8	28	13	Gesundheitswesen	15	125
14	Interoperabilität	8	19	14	Datenschutz	14	160
15	Ethereum	7	23	15	Informationsmanagement	14	128
16	Konsens	7	20	16	Menschlich	13	126
17	Verteiltes Ledger	7	19	17	Interoperabilität	12	103
18	Große Daten	6	26	18	Anwendungen im Gesundheitswesen	12	94
19	Krypto-Grafie	6	22	19	Sicherheitstechnische Herausforderungen	12	89
20	Fog Computing	6	21	20	Zugangskontrolle	11	123

Die Daten wurden im Februar 2024 auf der Grundlage von Scopus abgerufen; der Rang basiert auf der Gesamtzahl der Vorkommen.

Rang nach "Sicherheit". Um das Vorkommen von Schlüsselwörtern in Netzwerken zu visualisieren, wurde für beide Arten von Schlüsselwörtern ein Schwellenwert von vier Vorkommen der Schlüsselwörter festgelegt. Siehe Abbildungen 6 und 7. Wie in den dargestellten Netzwerken zu sehen ist, stellt ein Knoten jedes Schlüsselwort dar, und die Größe des Knotens korreliert mit der Anzahl der Wiederholungen des Schlüsselworts in den untersuchten Publikationen. Darüber hinaus werden Cluster von Schlüsselwörtern, die häufig zusammen auftreten, in verschiedenen Farben dargestellt. Daraus ergaben sich fünf Cluster für Index-Schlüsselwörter und sieben Cluster für Autoren-Schlüsselwörter, wobei jeder Cluster eine Reihe von verwandten Schlüsselwörtern umfasst, die bestimmte Forschungsthemen darstellen.

Dominante Themen mit LDA

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Themenmodellierung von Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen vorgestellt. Die vorherrschenden Topics in dieser Studie sind in sechs Clustern organisiert, die die besten Kohärenzwerte und die optimale Anzahl von Topics aufweisen. Die Themen, die mithilfe des LDA-Algorithmus aus den repräsentativen Schlüsselwörtern extrahiert wurden, wurden anschließend beschriftet und sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Cluster 1: Datenschutz und Datensicherheit

Dieses Cluster, das von allen sechs Clustern den größten Beitrag leistet, befasst sich in erster Linie mit den Themen Datenschutz und Sicherheit, die bei der Implementierung der Blockchain-Technologie in Gesundheitssystemen eine große Herausforderung darstellen. Die Blockchain-Technologie bietet zwar Daten

Die Blockchain ist zwar transparent und verbessert die Datenverwaltung aufgrund ihres dezentralen Charakters, stößt aber bei bestimmten Angriffen oder Sicherheitsproblemen an ihre Grenzen. Im Rahmen dieses Themas wird vorgeschlagen, diese entscheidenden Probleme für eine erfolgreiche Einführung der Blockchain im Gesundheitswesen anzugehen.²²

Cluster 2: Integration mit IoT und intelligenten Geräten

Das vorherrschende Thema in diesem Cluster dreht sich um die Integration der Blockchain-Technologie mit dem IoT und intelligenten Geräten innerhalb der Gesundheitssysteme. Durch die Nutzung der Konnektivität verschiedener intelligenter Geräte, die einen sicheren Datenaustausch in Echtzeit ermöglicht, ergeben sich aus dieser Integration mehrere zentrale Herausforderungen. In diesem Cluster wird die sichere Datenübertragung zwischen IoT-Geräten und Blockchain-Netzwerken als eine der größten Herausforderungen herausgestellt. Es befasst sich auch mit dem Problem der Ressourcenbeschränkung bei vielen IoT-Geräten, was dazu führt, dass standardisierte Protokolle erforderlich sind, um einen nahtlosen Datenaustausch zu gewährleisten (siehe Referenz²³).

Cluster 3: Interoperabilität

Diese Cluster-Studien zeigen, dass Interoperabilität und Datenstandards als Hindernisse für die Einführung von Blockchain im Gesundheitswesen angesehen werden (siehe Referenz²³). Organisationen mit unterschiedlichen Prioritäten und Vorschriften erschweren die Verwaltung von dezentraler Identität, Berechtigungen und intelligenten Verträgen. Die Herausforderungen in Bezug auf die Interoperabilität im Gesundheitswesen erfordern koordinierte Anstrengungen der Beteiligten, um Systeme auf der Grundlage offener Standards und eines einheitlichen digitalen Rahmens zu entwickeln.

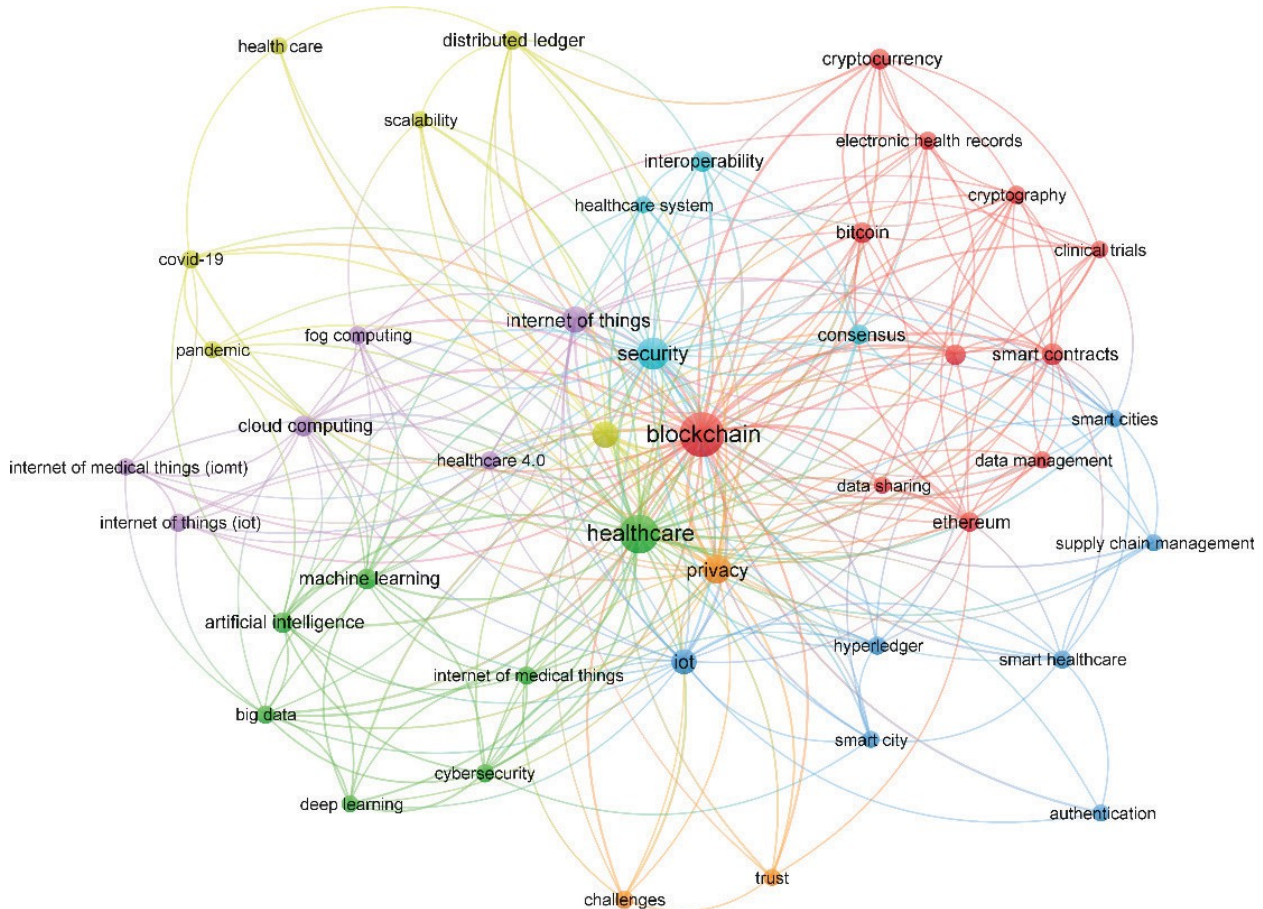


Abb. 6. Ko-Okzidenz-Netzwerk von Autoren-Schlüsselwörtern mit einem Schwellenwert von 4, das 44 von 473 Schlüsselwörtern anzeigt, die den Schwellenwert erfüllen. Siehe Abbildung 1 für einen größeren Zusammenhang.

Cluster 4: Skalierbarkeit

Dieser Cluster widmet sich hauptsächlich den Herausforderungen der Skalierbarkeit. Da der Gesundheitssektor ein wachsendes Volumen an Daten, Transaktionen und Teilnehmern generiert, stehen Blockchain-Netzwerke vor verschiedenen Skalierbarkeitsherausforderungen. Zu diesen Herausforderungen gehören Beschränkungen der Blockgröße und eine steigende Anzahl von Netzwerkknoten.^{5,24} Obwohl die Blockchain-Architekturen neu gestaltet und die Speicherung optimiert wurden, gibt es nach wie vor Skalierbarkeitsprobleme, die eine breite Einführung verhindern. Die Integration des Gesundheitswesens mit neuen Technologien wie IoT und Cloud Computing kann die Datengenerierung beschleunigen, was die Skalierbarkeitsprobleme der Blockchain noch verschärft.

Cluster 5: Steuerung

Die Gesundheitsbranche kann von Blockchain-Lösungen profitieren, indem sie die Zusammenarbeit mit Patienten, Anbietern, Kostenträgern, Geräteherstellern und Gesundheitssystemen fördert. Die Einführung der Blockchain erfordert eine neue Steuerung und Koordinierung zwischen den Akteuren im Gesundheitssektor. Daher sind Governance-Herausforderungen aufgetaucht, mit denen sich die Studien in diesem Cluster befassen (siehe Referenz²⁵). Zu den Herausforderungen, die mit der Governance einhergehen, gehören die Verwaltung großer

Netzwerke von Einrichtungen, die Festlegung von Richtlinien für die gemeinsame Nutzung von Daten, die Beilegung von Streitigkeiten und die Angleichung von Anreizen.

Cluster 6: Kosten

Das Cluster befasst sich auch mit einer weiteren Herausforderung beim Einsatz der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen, nämlich den Anfangsinvestitionen für die Implementierung der Technologie. Obwohl davon ausgegangen wird, dass die Blockchain-Technologie durch die Verbesserung der Effizienz, der Abläufe in der Lieferkette und des Verwaltungsaufwands langfristig zu Kostensenkungen führen wird, werden in den Dokumenten immer wieder die "hohen Kosten" als Hindernis für den Erfolg des Projekts genannt (siehe Referenz²⁶).

Diskussion und Schlussfolgerung

In dieser Studie wurde eine bibliometrische Analyse und Themenmodellierung akademischer Veröffentlichungen durchgeführt, die sich mit Blockchain-Herausforderungen in der Gesundheitsbranche befassen. Zunächst wurde die allgemeine Publikations- und Zitationsstruktur der Forschung dargestellt, um aufzuzeigen, wie sich die Forschung seit 2017 entwickelt hat. Die Ergebnisse zeigen eine wachsende Aufmerksamkeit für diesen Forschungsbereich, wobei die Zahl der Veröffentlichungen in den Jahren 2021-2023 deutlich zunimmt.

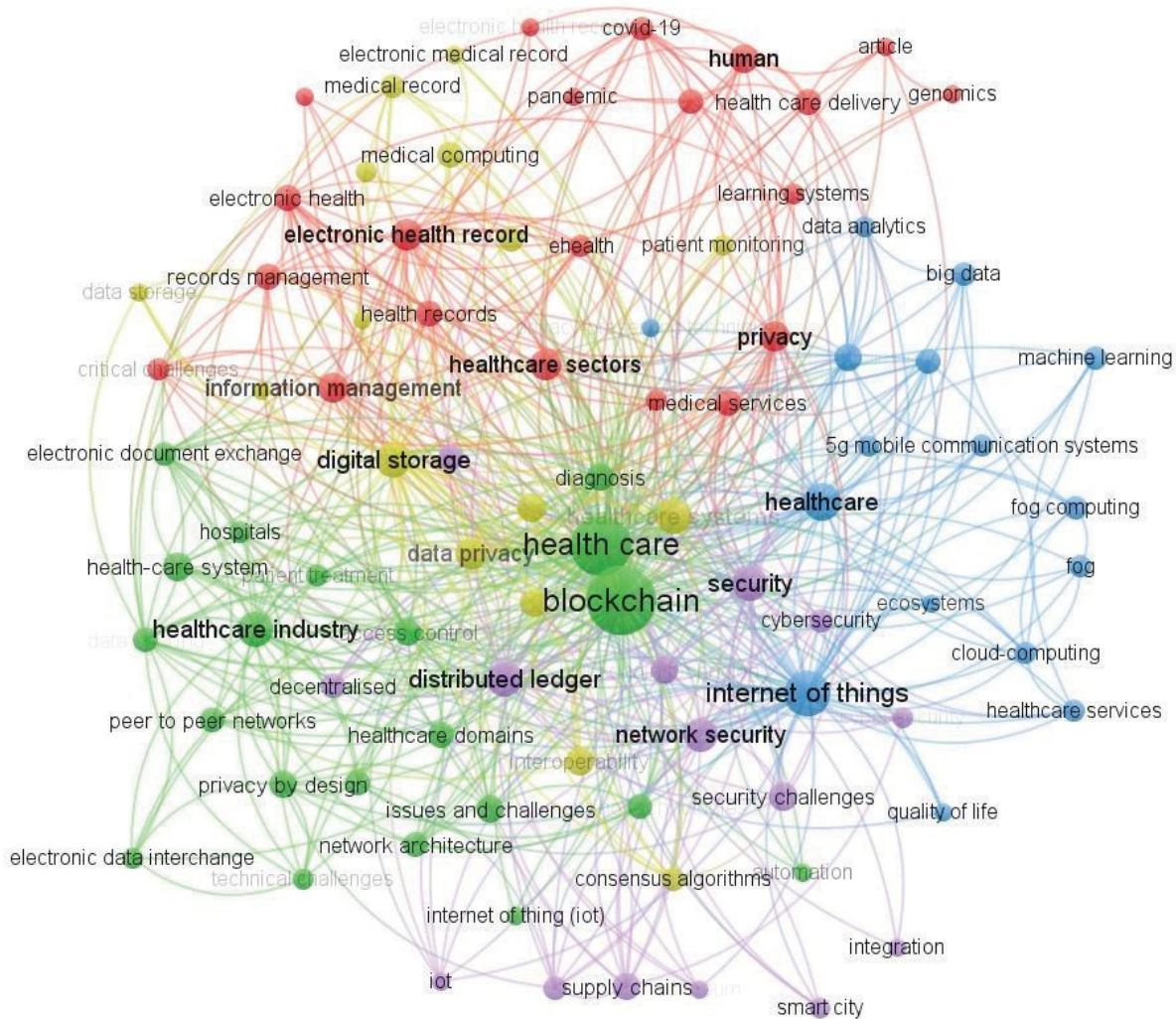


Abb. 7. Co-occurrence-Netzwerk von Index-Schlüsselwörtern mit einem Schwellenwert von 4, mit 89 von 990 Schlüsselwörtern, die den Schwellenwert erfüllen. Siehe Abbildung 1 für einen größeren Zusammenhang.

Tabelle 10. Die wichtigsten Themen zu den Herausforderungen der Blockchain im Gesundheitswesen.

ThemaNr.	Name des Themas	Schlüsselwörter*	Umfang des Themas (%)
1	Datenschutz und Datensicherheit	Gesundheitswesen, Blockchain, Sicherheit, Technologie, Daten, System, Gesundheit, Herausforderung, Lösung, Patient, Management, Datenschutz, Service, Nutzung, Anwendung	38.78
2	Integration mit IoT und intelligenten Geräten	Gesundheitswesen, Blockchain, System, Daten, IoT, Technologie, Smart, Herausforderung, Netzwerk, Problem, Service, Gerät, Medizin, Information, Integration	28.06
3	Interoperabilität	Blockchain, Technologie, Gesundheitswesen, Anwendung, Industrie, Herausforderung, System, Gesundheit, Potenzial, Datensatz, Daten, Domäne, Prozess, Entwicklung, Ziffer	14.80
4	Skalierbarkeit	Blockchain, Gesundheitswesen, Big Data, Technologie, Herausforderung, Anwendung, Industrie, IoT, Plattform, Service, Entwicklung, Auswertung, Daten, Modell, Patient	7.65
5	Steuerung	Blockchain, Daten, Gesundheitswesen, Sicherheit, Herausforderung, verwalten, Patient, Governance, Sicherheit, Technologie, dezentral, Konvergenz, Prozess, übernehmen, Design	5.61
6	Kosten	Blockchain, Gesundheitswesen, Technologie, Daten, Kosten, Herausforderung, Sicherheit, Effizienz, Verwaltung, Problem, Medizin, System, Server, Funktion, Smart Contract	5.10

*Die Wörter in jeder Liste sind nach ihrer Gewichtung geordnet. Die Themen wurden auf der Grundlage dieser gewichteten Begriffe ausgewählt, um ihre Bedeutung innerhalb jedes Themas zu bestimmen.

IoT: Internet der Dinge.

Tabelle 11. Wichtigste Autoren, Universitäten, Länder und Zeitschriften, die sich mit Blockchain-Herausforderungen im Gesundheitswesen befassen.

	Veröffentlichungen insgesamt	Zitate insgesamt
Autoren	<ul style="list-style-type: none"> • Jayaraman, R. • Salah, K. • Ellahham, S. 	<ul style="list-style-type: none"> • Choo, KKR. • Kumar, N. • Tanwar, S.
Universitäten	<ul style="list-style-type: none"> • Universität für Erdöl- und Energiestudien • Khalifa-Universität für Wissenschaft und Technologie 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Universität von Texas in San Antonio • Thapar-Institut für Ingenieurwesen und Technologie
Länder	<ul style="list-style-type: none"> • Indien • Vereinigte Staaten von Amerika • Pakistan 	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinigte Staaten • Indien • China
Fachzeitschriften	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zeitschrift für Netzwerk- und Computeranwendungen</i> • <i>Sensoren</i> • <i>Vorlesungsnotizen in Netzwerke und Systeme</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Journal of Network and Computer Applications (Zeitschrift für Netzwerk- und Computeranwendungen)</i> • <i>IEEE Zeitschrift für das Internet der Dinge</i> • <i>Sensoren</i>

Die Daten wurden im Februar 2024 auf der Grundlage von Scopus abgerufen.

Die Veröffentlichungen folgten einem sinusförmigen Muster mit einem Höhepunkt, der sich durch steigende Zitationsraten und anschließenden Rückgang auszeichnete. Anschließend wurden die produktivsten Autoren, Universitäten, Länder und Zeitschriften auf der Grundlage bibliometrischer Indikatoren ermittelt und vorgestellt. Außerdem wurden die Studien aufgeführt, die aufgrund ihrer einflussreichen Beiträge am häufigsten zitiert wurden. Tabelle 11 enthält eine Zusammenfassung der bibliometrischen Analyse auf der Grundlage der Gesamtveröffentlichungen und der Gesamtzitationen.

Auch McGhin und Kollegen¹⁹ und Monrat und Kollegen²⁰ werden als hoch zitierte Studien anerkannt, was ihre Bedeutung auf diesem Gebiet widerspiegelt. Darüber hinaus wurden sowohl Autoren- als auch Index-Schlüsselwörter für die Analyse des Auftretens von Schlüsselwörtern und des gleichzeitigen Auftretens von Schlüsselwörtern verwendet, wobei sich herausstellte, dass Sicherheit, Datenschutz und Interoperabilität zu den heißesten Themen in der Forschung gehören.

Die Themenmodellierung zeigt sechs vorherrschende Herausforderungen auf, die in der Literatur immer wieder genannt werden: Datenschutz/Sicherheit, Integration mit IoT und intelligenten Geräten, Interoperabilität, Skalierbarkeit, Governance und Kosten. Die Ergebnisse stimmen eng mit früheren Studien überein, wie z. B. Singh und Kollegen⁷, die Skalierbarkeit, Datenschutz, Governance, Standards, Eigentum und Kosten als die größten Herausforderungen bezeichneten. Während frühere Übersichtsstudien wie die von Ratta und Kollegen¹¹ die Herausforderungen untersuchten, die sich bei der Integration von Blockchain-Netzwerken mit IoT-Geräten ergeben, wird dies in dieser Studie als ein wichtiger Problembereich hervorgehoben, der die zunehmende Konvergenz von Blockchain und IoT bei Anwendungen im Gesundheitswesen widerspiegelt. Die Ergebnisse dieser Studie werden den Forschern dabei helfen, die offenen Fragen zu ermitteln, die weitere Untersuchungen erfordern, während die Branche danach strebt, das Versprechen der Blockchain-Technologie zu nutzen.

Diese Studie weist mehrere Einschränkungen auf, die in künftigen Arbeiten behoben werden müssen. Erstens: Diese Studie konzentrierte sich auf

auf die in Scopus indexierten Veröffentlichungen, so dass relevante Arbeiten aus anderen Datenbanken nicht berücksichtigt wurden. Zweitens: Obwohl die LDA-Themenmodellierung wertvolle Einblicke in die latente Struktur liefert, können fortgeschrittenere Themenmodellierungstechniken eingesetzt werden, um ein tieferes Verständnis der Literatur zu gewinnen.

Finanzierung

Diese Forschungsarbeit erhielt keine externe Finanzierung.

Interessenkonflikte

Keine Interessenkonflikte.

Mitwirkende

Dr. Mehraeen trug durch die Konzeption und Betreuung der Studie wesentlich zu deren Entwicklung bei. Darüber hinaus spielte er eine Schlüsselrolle bei der Durchsicht und Bearbeitung des Manuskripts, um die Qualität und Klarheit der endgültigen Arbeit zu verbessern.

Frau Mahmoudi war an der Planung und Durchführung der Studie beteiligt. Sie spielte eine wichtige Rolle bei der Datenerhebung und -analyse und stellte die Genauigkeit und Relevanz der Ergebnisse sicher. Sie übernahm auch die Verantwortung für das Verfassen des Manuskripts, die Interpretation der Ergebnisse und die Strukturierung der Arbeit.

Datenverfügbarkeitserklärung (DAS), gemeinsame Nutzung von Daten, Reproduzierbarkeit und Datenrepositorien.

Die Daten, die die Ergebnisse dieser Studie untermauern, stammen aus der Datenbank Scopus.

Anwendung von KI-generiertem Text oder verwandter Technologie

ChatGPT wurde verwendet, um das Manuskript bei Bedarf grammatikalisch zu verbessern.

Referenzen

1. Agrawal K, Aggarwal M, Tanwar S, Sharma G, Bokoro PN, Sharma R. An extensive blockchain based applications survey: tools, frameworks, opportunities, challenges and solutions. *IEEE Access*. 2022;10:116858–906. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3219160>
2. Attaran M. Blockchain technology in healthcare: challenges and opportunities. *Int J Healthcare Manag.* 2022;15(1):70–83. <https://doi.org/10.1080/20479700.2020.1843887>
3. Ahmed Teli T, Masoodi F, Editors. Blockchain im Gesundheitswesen: Herausforderungen und Möglichkeiten. Proceedings of the international conference on IoT based control networks & intelligent systems-ICICNIS; 2021 [cited 2024 Jul 1]. Verfügbar unter: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3882744
4. Duy PT, Hien DTT, Hien DH, Pham V-H, Editors. A survey on opportunities and challenges of Blockchain technology adoption for revolutionary innovation. Proceedings of the 9th International Symposium on Information and Communication Technology; 2018 [zitiert 2024 Jul 1]. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/329637834_A_survey_on_opportunities_and_challenges_of_Blockchain_technology_adoption_for_revolutionary_innovation
5. Mazlan AA, Daud SM, Sam SM, Abas H, Rasid SZA, Yusof MF. Herausforderungen bei der Skalierbarkeit von Blockchain-Systemen im Gesundheitswesen - eine systematische Übersicht. *IEEE Access*. 2020;8:23663-73.
6. AbuHalimeh A, Ali O. Comprehensive review for healthcare data quality challenges in blockchain technology. *Front Big Data*. 2023;6:1173620. <https://doi.org/10.3389/fdata.2023.1173620>
7. Singh D, Monga S, Tanwar S, Hong W-C, Sharma R, He Y-L. Adoption of blockchain technology in healthcare: challenges, solutions, and comparisons. *Appl Sci*. 2023;13(4):2380. <https://doi.org/10.3390/app13042380>
8. Taherdoost H. Privacy and security of blockchain in health-care: applications, challenges, and future perspectives. *Sci*. 2023;5(4):41. <https://doi.org/10.3390/sci5040041>
9. Kumar R, Arjunaditya, Singh D, Srinivasan K, Hu Y-C, editors. AI-powered blockchain technology for public health: a contemporary review, open challenges, and future research directions. *Health-care*. 2022;11:81. <https://doi.org/10.3390/healthcare11010081>
10. Sharma P, Jindal R, Borah MD. Ein Überblick über Blockchain-basierte Anwendungen und Herausforderungen. *Wirel Pers Commun*. 2022:1–43. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-09176-7>
11. Ratta P, Kaur A, Sharma S, Shabaz M, Dhiman G. Application of blockchain and internet of things in healthcare and medical sector: applications, challenges, and future perspectives. *J Food Qual*. 2021;2021(1):7608296. <https://doi.org/10.1155/2021/7608296>
12. Khatri S, Alzahrani FA, Ansari MTJ, Agrawal A, Kumar R, Khan RA. Eine systematische Analyse der Blockchain-Integration in den Bereich des Gesundheitswesens: Umfang und Herausforderungen. *IEEE Access*. 2021;9:84666-87. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3087608>
13. Goodell JW, Kumar S, Lim WM, Pattnaik D. Artificial intelligence and machine learning in finance: identifying foundations, themes, and research clusters from bibliometric analysis. *J Behav Exp Financ*. 2021;32:100577. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100577>
14. Jelodar H, Wang Y, Yuan C, Feng X, Jiang X, Li Y, et al. Latent Dirichlet allocation (LDA) and topic modeling: models, applications, a survey. *Multim Tools Appl*. 2019;78:15169-211. <https://doi.org/10.1007/s11042-018-6894-4>
15. Törnberg A, Törnberg P. Muslime im Social-Media-Diskurs: Kombination von Themenmodellierung und kritischer Diskursanalyse. *Discourse*. 2016;13:132-42. <https://doi.org/10.1016/j.dcm.2016.04.003>
16. Chan J, Dow SP, Schunn CD. Kommen die besten Designideen (wirklich) aus konzeptionell weit entfernten Inspirationsquellen? In: Sub-rahmanian E, Odumotu T, Tsao J, editors. *Engineering a Better Future*. Cham: Springer; 2018, S. 111-39.
17. Sohrabi B, Vanani IR, Shineh MB. Topic modeling and classification of cyberspace papers using text mining. *J Cyberspace Stud*. 2018;2(1):103-25.
18. Allahyari M, Kochut K, editors. Discovering coherent topics with entity topic models. 2016 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI). IEEE; 2016 [zitiert 2024 Jul 1]. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/311486508_Discovering_Coherent_Topics_with_Entity_Topic_Models
19. McGhin T, Choo K-KR, Liu CZ, He D. Blockchain in healthcare applications: research challenges and opportunities. *J Netw Comput Appl*. 2019;135:62-75. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.02.027>
20. Monrat AA, Schelén O, Andersson K. A survey of blockchain from the perspectives of applications, challenges, and opportunities. *IEEE Access*. 2019;7:117134–51. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2936094>
21. Juana A, Kango U, Singh SK, Abdussamad ZK, Ismail YL. Trends der Forschungsschlüsselwörter im Zusammenhang mit dem Netzwerk und den Verhandlungsfähigkeiten im digitalen Zeitalter: eine bibliometrische Übersicht. *Int J Prof Bus Rev*. 2023;8(6):e01027-e. <https://doi.org/10.26668/business-review/2023.v8i6.1027>
22. Yaqoob I, Salah K, Jayaraman R, Al-Hammadi Y. Blockchain für das Datenmanagement im Gesundheitswesen: Chancen, Herausforderungen und zukünftige Empfehlungen. *Neural Comput Appl*. 2022:1-16.
23. Oikonomou FP, Mantas G, Cox P, Bashashi F, Gil-Castiñeira F, Gonzalez J, editors. A blockchain-based architecture for secure IoT-based health monitoring systems. 2021 IEEE 26th International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD). IEEE; 2021 [zitiert 2024 Jul 1]. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/356822593_A_Blockchain-based_Architecture_for_Secure_IoT-based_Health_Monitoring_Systems
24. Pandey P, Litoriya R. Implementing healthcare services on a large scale: challenges and remedies based on blockchain technology. *Health Policy Technol*. 2020;9(1):69-78. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2020.01.004>
25. Zhang JZ, He W, Shetty S, Tian X, He Y, Behl A, et al. Under-standing governance and control challenges of blockchain technology in healthcare and energy sectors: a historical perspective. *J Manag Hist*. 2023. <https://doi.org/10.1108/JMH-12-2022-0086>
26. Gökalp E, Gökalp MO, Çoban S, Eren PE. Analyse der Chancen und Herausforderungen integrierter Blockchain-Technologien im Gesundheitswesen. Information systems: research, development, applications, education: 11th SIGSAND/PLAIS Euro Symposium 2018, Gdansk, Poland, September 20, 2018, Proceedings 11. 2018 [zitiert am. 2024 Jul 1]; S. 174-83. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/327229059_Analysing_Opportunities_and_Challenges_of_Integrated_Blockchain_Technologies_in_Healthcare

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 unter 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>.