

Ethik der Blockchain durch Design: Leitfaden für eine verantwortungsvolle Zukunft der Innovation im Gesundheitswesen

Muthu Ramachandran, PhD^{1,2}



¹Forti5 Tech Ltd., London, England; ²Centre for Augmented Intelligence and Data Science (CAIDS), School of Computing, College of Science, Engineering and Technology, University of South Africa, Pretoria, Südafrika

Korrespondierender Autor: Dr. Muthu Ramachandran, E-Mail: muthuram@ieee.org DOI:

<https://doi.org/10.30953/bhty.v7.362>

Zusammenfassung

Die rasante Entwicklung der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen bietet beispiellose Möglichkeiten für Fortschritte, wie z. B. die Verbesserung der Sicherheit von Patientendaten, dezentralisierte Systeme für vertrauenslose Abläufe und ein transparentes Lieferkettenmanagement. Da die Blockchain jedoch das Gesundheitswesen umgestaltet, bedarf es eines soliden ethischen Rahmens, der das Design und die Implementierung leitet. "Ethics of Blockchain by Design" betont die Einbettung ethischer Prinzipien in das Herzstück der Blockchain-Innovation, um das öffentliche Vertrauen, die Gerechtigkeit und den langfristigen gesellschaftlichen Nutzen zu fördern. In diesem Artikel schlägt der Autor eine Reihe von Best-Practice-Leitlinien für die Ethik von Blockchain by Design vor.

Klartext-Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden die ethischen Herausforderungen und Chancen des Einsatzes der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen untersucht, wobei die Notwendigkeit einer verantwortungsvollen Gestaltung betont wird. Blockchain kann nicht nur die Datensicherheit, die Transparenz und das Vertrauen der Patienten verbessern, sondern wirft auch Bedenken hinsichtlich Ungleichheit, Zugang und unbeabsichtigter Folgen auf. Der Autor schlägt einen ethischen Rahmen für die Entwicklung und Nutzung von Blockchain im Gesundheitswesen vor, der sicherstellt, dass sie mit Prinzipien wie Fairness, Inklusivität und Verantwortlichkeit übereinstimmt. Durch die Einbeziehung verschiedener Interessengruppen und die Priorisierung eines auf den Menschen ausgerichteten Designs zielt diese Studie darauf ab, Innovationen zu fördern, die Vorteile bringen und gleichzeitig den Schaden minimieren. Die Ergebnisse zeigen, wie wichtig es ist, Gerechtigkeit und gesellschaftliche Auswirkungen in der Gesundheitstechnologie zu berücksichtigen.

Diese Studie ist konzeptionell und enthält keine empirischen Daten oder fallspezifischen Anwendungen. Der vorgeschlagene ethische Rahmen basiert auf einer Synthese aus vorhandener Literatur und theoretischer Analyse, die möglicherweise nicht die gesamte Vielfalt der Perspektiven oder die Komplexität der realen Welt bei der Implementierung von Blockchain-Systemen in unterschiedlichen Kontexten des Gesundheitswesens erfasst. Zukünftige Arbeiten sollten feldspezifische Studien, praktische Implementierungen und von Interessengruppen betriebene Forschung berücksichtigen, um den Rahmen zu validieren und zu verfeinern und seine Anwendbarkeit in verschiedenen Gesundheitsumgebungen zu gewährleisten.

Eingereicht: November 12, 2024; Angenommen: November 26, 2024; Veröffentlicht: 16. Dezember 2024

Der ethische Imperativ in der Blockchain-Entwicklung

Die Anwendungen der Blockchain im Gesundheitswesen, von unbeweglichen Patientenakten bis hin zur effizienten Verwaltung klinischer Studien, verdeutlichen ihr transformatives Potenzial.^{1,2} Dieses Potenzial wirft jedoch erhebliche ethische Herausforderungen auf, unter anderem in Bezug auf Datenschutz, Patientenautonomie, Governance und Zugänglichkeit. Wie von Zwitter und Boisse-Despiaux hervorgehoben³ sind ethische Rahmenbedingungen unerlässlich, um sicherzustellen, dass

um sicherzustellen, dass neu entstehende Technologien nicht versehentlich denjenigen schaden, denen sie dienen sollen.

Um ethisch einwandfreie Systeme zu entwickeln, muss die Blockchain dem Datenschutz, dem gleichberechtigten Zugang und transparenten Governance-Strukturen Vorrang einräumen. Shah und De Filippi⁴ argumentieren, dass die Unveränderlichkeit von Daten, ein Merkmal der Unveränderbarkeit von Blockchain, ethische Bedenken hinsichtlich des Rechts von Patienten auf Änderung oder Löschung ihrer Daten aufwirft. Mechanismen, die die individuelle Autonomie respektieren und gleichzeitig das System

Transparenz und Sicherheit sind entscheidend. Abbildung 1 veranschaulicht die wichtigsten ethischen Dimensionen wie Datenschutz, Sicherheit, Governance, Datensouveränität und Inklusivität und zeigt, wie sie in einem Blockchain-System für das Gesundheitswesen miteinander verbunden sind.

Die ethischen Dimensionen des Blockchain-Designs - Datenschutz, Sicherheit, Governance, Datensouveränität und Inklusivität - sind eng miteinander verknüpft. Wie in Abbildung 1 dargestellt, hängt die Wirksamkeit ethischer Rahmenwerke davon ab, dass diese Dimensionen ganzheitlich und nicht isoliert betrachtet werden. Jede Komponente beeinflusst und formt die anderen, was die Notwendigkeit eines umfassenden, integrierten Ansatzes für das ethische Blockchain-Design unterstreicht.

Abbildung 1 veranschaulicht das Konzept einer *ethischen Blockchain im Gesundheitswesen* in Form eines zirkulären Modells, das die miteinander verbundenen Grundsätze und Ergebnisse darstellt. Im Zentrum steht die Hauptidee: die Nutzung der Blockchain-Technologie zur Bewältigung ethischer Herausforderungen im Gesundheitswesen. Um diesen Kern herum sind die *ethischen Kerndimensionen angesiedelt*, die ihre Umsetzung untermauern, darunter (patientengesteuerter Zugang zu ihren Daten), *Sicherheit* (Verschlüsselung und dezentrale Identitäten zum Schutz), *Governance* (intelligente Verträge, die einen Konsens zwischen den Beteiligten ermöglichen), *Inklusivität* (Sicherstellung der Zugänglichkeit auf mehreren Ebenen) und *Datensouveränität* (Einhaltung der lokalen Gesetze zur Datenspeicherung). Diese ethischen Dimensionen führen zu greifbaren *Ergebnissen*, wie z. B. ein größeres *Vertrauen der Patienten* in das System, die Einhaltung *gesetzlicher Vorschriften* und eine bessere *Zugänglichkeit* für die Nutzer. Dieses Modell bietet einen ganzheitlichen Rahmen für die ethische und effektive Integration von Blockchain in das Gesundheitswesen. Durch die Einbettung dieser Werte in den technologischen Kern können die Beteiligten sicherstellen, dass Blockchain-Lösungen im Gesundheitswesen Transparenz, Fairness und Menschenrechte wahren, das öffentliche Vertrauen fördern und die Patientenergebnisse verbessern.

Datenschutz, Sicherheit und Dezentralisierung

Datenschutz und Sicherheit stehen bei Blockchain-Anwendungen im Gesundheitswesen weiterhin an erster Stelle. Dagher et al.⁵ argumentieren, dass

der Schutz von Patientendaten vor Verstößen und Missbrauch robuste kryptografische Methoden und dezentralisierte Zugangskontrollmechanismen erfordert. Die Dezentralisierung stellt jedoch eine Herausforderung dar, was die gemeinsame Verantwortung und Kontrolle der Netzwerkteilnehmer angeht. Kumar et al.⁶ schlagen vor, dass ethische Rahmenbedingungen Kontrollen wie verschlüsselte Schlüssel, Pseudonymisierung und zustimmungsbasierte Smart Contracts umfassen müssen.

Dezentralisierte Architekturen geben den Patienten durch Transparenz und Datenkontrolle mehr Möglichkeiten. Wie Werbach feststellt,⁷ werfen dezentrale Systeme jedoch häufig ethische Fragen in Bezug auf Governance und Rechenschaftspflicht auf. Dezentrale autonome Organisationen (DAOs) können demokratische Governance-Modelle bieten, die Fairness, Rechenschaftspflicht und den Beitrag verschiedener Interessengruppen betonen. Die Einbeziehung von Erklärungsprinzipien für Blockchain-basierte Systeme, wie sie von Ramachandran untersucht wurden,^{8,9} ist wichtig, um sicherzustellen, dass Entscheidungen, die von autonomen Prozessen getroffen werden, von menschlichen Interessengruppen verstanden und bewertet werden können.

Angeleichung an internationale Vorschriften

Für die ethische und rechtliche Umsetzung von Blockchain-Systemen im Gesundheitswesen ist es von entscheidender Bedeutung, dass sie mit internationalen Vorschriften in Einklang stehen. Rahmenwerke wie die General Data Protection Regulation (GDPR) in Europa und der Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA)¹⁰ in den Vereinigten Staaten bieten strenge Richtlinien für Datenschutz und Privatsphäre. Indem sie diese gesetzlichen Anforderungen erfüllen, können Blockchain-Systeme ethische Grundsätze einhalten und gleichzeitig das Vertrauen zwischen den Beteiligten fördern.

GDPR-Einhaltung: Off-Chain-Speicherung und Patienteneinwilligung

Die Datenschutz-Grundverordnung schreibt vor, dass Einzelpersonen die Kontrolle über ihre personenbezogenen Daten haben müssen, einschließlich des "Rechts auf Vergessenwerden", was im Widerspruch zur unveränderlichen Natur der Blockchain steht.¹¹⁻¹³ Um dies in Einklang zu bringen, können ethische Blockchain-Rahmenwerke Folgendes übernehmen

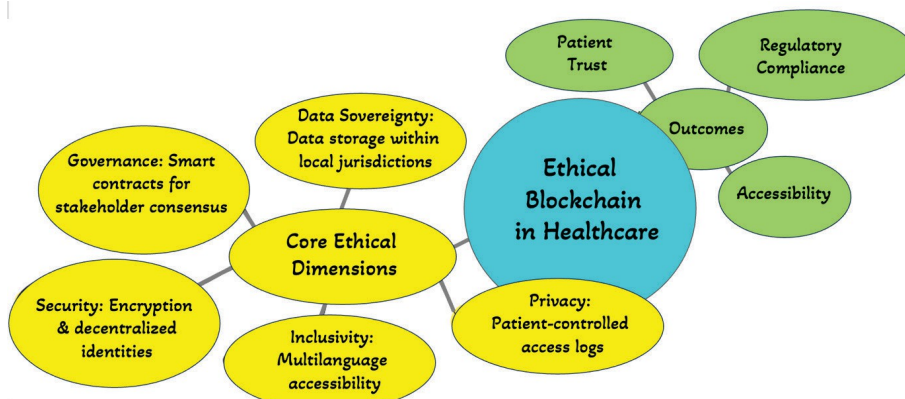


Abb. 1. Ethische Dimensionen von Blockchain by Design im Gesundheitswesen.

Off-Chain-Speicher für sensible Daten. In diesem Modell werden nur Referenzen oder Hashes der Daten auf der Blockchain gespeichert, während die eigentlichen Daten in einem sicheren, veränderbaren Speicher außerhalb der Kette liegen. Wenn Daten aktualisiert oder gelöscht werden müssen, wird der Hash veraltet, ohne die Integrität der Blockchain zu verändern.

Mechanismen zur Patienteneinwilligung sind eine weitere GDPR-konforme Funktion, die durch Blockchain ermöglicht wird. Patienten können den Zugang zu ihren Aufzeichnungen durch intelligente Verträge gewähren oder widerrufen, wodurch eine ausdrückliche, informierte Zustimmung für jede Datentransaktion sichergestellt wird. So kann ein Patient beispielsweise den Zugriff auf seine Gesundheitsdaten für eine bestimmte Dauer oder einen bestimmten Zweck gestatten, wodurch die Blockchain-Funktionalität mit den Grundsätzen der GDPR für Transparenz und Rechenschaftspflicht in Einklang gebracht wird.

HIPAA-Einhaltung: Verschlüsselung und erlaubter Zugriff

Der HIPAA konzentriert sich auf den Schutz geschützter Gesundheitsinformationen (PHI), indem er Schutzmaßnahmen wie Verschlüsselung und rollenbasierte Zugangskontrollen vorschreibt.¹⁴Blockchain-Systeme unterstützen von Haus aus die *Verschlüsselung* und stellen sicher, dass PHI nur für autorisierte Parteien zugänglich sind. Fortschrittliche Techniken wie die *homomorphe Verschlüsselung* ermöglichen es Gesundheitsdienstleistern, Berechnungen mit verschlüsselten Daten durchzuführen, ohne sensible Informationen preiszugeben, und so die Sicherheitsstandards des HIPAA einzuhalten.

Außerdem ermöglichen *Blockchain-Netzwerke mit Berechtigungen* einen rollenbasierten Zugriff. Im Gegensatz zu öffentlichen Blockchains stellen berechtigte Systeme sicher, dass nur verifizierte Beteiligte, wie Gesundheitsdienstleister, Patienten und Versicherer, mit den Daten interagieren können. Intelligente Verträge verbessern die Compliance durch die Automatisierung von Zugriffsberechtigungen und gewährleisten die Einhaltung des HIPAA-Mindeststandards.

Fallstudie: Estlands nationales Blockchain-System Estland ist weltweit führend bei Blockchain-gesteuerten Gesundheitssystemen und liefert ein praktisches Beispiel für die Einhaltung von Vorschriften in der Praxis.¹⁵Das eHealth-System des Landes nutzt Blockchain, um über 95 % der Gesundheitsdaten der Bürger zu sichern. Durch die Integration der *Off-Chain-Speicherung* sensibler Daten und der Blockchain-basierten Protokollierung zur Transparenz des Zugriffs passt Estland sein System an die Datenschutzgrundverordnung an und gewährleistet gleichzeitig das Vertrauen der Patienten. Die Bürgerinnen und Bürger können nachverfolgen, wer zu welchem Zweck auf ihre Daten zugegriffen hat, was ein Beispiel für einen menschenzentrierten Ansatz bei der Blockchain-Implementierung ist.

Datensouveränität, Inklusivität und Rechenschaftspflicht

Datensouveränität ist entscheidend für ethische Blockchain-Anwendungen. Haque et al.¹⁶und Lindman et al.¹⁷stellen fest, dass Patienten die Kontrolle über ihre Daten haben und über deren Verwendung entscheiden sollten, um Vertrauen und Autonomie zu fördern. Auch die Inklusion sollte ein Leitprinzip sein, um sicherzustellen, dass die Blockchain allen Bevölkerungsgruppen zugute kommt und bestehende

Ungleichheiten im Gesundheitswesen (z. B. Rahmenwerke wie das Quality Framework for Explainable Artificial Intelligence (AI))^{17,18}bieten Instrumente, um Zugänglichkeit und gleichberechtigtes Engagement zu gewährleisten.

Die Rechenschaftspflicht bleibt eine kritische Herausforderung in dezentralisierten Systemen, in denen die Verantwortung für Entscheidungen verstreut ist. Raval¹⁹stellt fest, dass ethische Rahmenkonzepte klare Strukturen für die Rechenschaftspflicht enthalten müssen, um sicherzustellen, dass sich die Teilnehmer des Netzwerks an die festgelegten Standards halten.

Best Practice-Leitlinien für die Ethik von Blockchain By Design

Zur Unterstützung einer ethischen Blockchain-Entwicklung im Gesundheitswesen schlägt Ramachandran^{8,9,18}die folgenden Best Practices vor, die auf etablierten Forschungsergebnissen und Rahmenwerken wie dem sicheren und nachhaltigen Software-Engineering-Framework für Blockchain-Anwendungen im Gesundheitswesen (S³EF-HBCA)⁵und KI-Blockchain-Frameworks¹⁸aufbauen und die folgenden Konzepte umfassen.

Grundsatz des Dateneigentums und der Einwilligung

Die Patienten sollten das Eigentum an ihren Daten behalten und die Kontrolle über deren Verwendung und Weitergabe behalten. In Blockchain-basierte Gesundheitsanwendungen eingebettete Zustimmungsmagementsysteme in Echtzeit sind eine Möglichkeit, die Patientenautonomie zu gewährleisten.

Mechanismen zur Wahrung der Privatsphäre

Die Einbeziehung von datenschutzfreundlichen kryptografischen Protokollen und Sicherheitsmaßnahmen gewährleistet, dass Patientendaten vertraulich und sicher bleiben.⁵Das S3EF-HBCA-Rahmenwerk konzentriert sich auf nachhaltige und sichere Blockchain-Systeme im Gesundheitswesen.⁸

Gerechter Zugang und Inklusion

Lindman et al.¹⁷stellen fest, dass Blockchain-Systeme für alle Bevölkerungsgruppen zugänglich sein müssen und dass der Abbau von Ungleichheiten in der Gesundheitsversorgung und die Gewährleistung von Inklusivität einen zentralen Wert darstellen. Dies steht im Einklang mit den ethischen Grundsätzen, die in erkläraren KI-Rahmenwerken zur Gewährleistung von Interpretierbarkeit und gerechter Entscheidungsfindung dargelegt sind.⁹

Transparente und rechenschaftspflichtige Governance

Governance-Mechanismen sollten transparent sein und eine demokratische Beteiligung aller Interessengruppen ermöglichen.^{3,7}Ethische Rahmenwerke sollten dezentralen, inklusiven Governance-Modellen wie DAOs den Vorzug geben.

Interoperabilität und nachhaltiges Design

Die Systeme müssen sich nahtlos in die bestehende Infrastruktur des Gesundheitswesens einfügen, ohne die Sicherheit oder Nachhaltigkeit zu beeinträchtigen. Ansätze wie integrierte KI-Blockchain-Frameworks können die Interoperabilität der Systeme verbessern und gleichzeitig den sicheren Datenaustausch fördern.¹⁸Abbildung 2 zeigt die "Best



Abb. 2. Best-Practice-Leitlinien für Blockchain-Ethik, die den vernetzten Rahmen veranschaulichen und die wichtigsten ethischen Dimensionen und Praktiken hervorheben.

Praxisleitlinien für Blockchain-Ethik" im Gesundheitswesen, dargestellt als vernetzter Rahmen, der die wichtigsten ethischen Dimensionen und Praktiken hervorhebt.

Die vorgeschlagenen Best Practices für eine ethische Blockchain-Entwicklung im Gesundheitswesen bieten einen umfassenden Rahmen für die Gestaltung, Umsetzung und Verwaltung von Blockchain-basierten Systemen. Durch die Verankerung der Grundsätze des Dateneigentums, des Datenschutzes, des gerechten Zugangs, der transparenten Governance und der nachhaltigen Interoperabilität stellen diese Leitlinien sicher, dass die Blockchain-Technologie in einer Weise genutzt wird, die die Patienten stärkt, sensible Informationen schützt und integrative und rechenschaftspflichtige Gesundheitsdienstleistungen fördert. Da die Einführung von Blockchain im medizinischen Bereich weiter zunimmt, wird die Einhaltung dieser ethischen Überlegungen entscheidend sein, um das volle transformative Potenzial dieser Technologie auszuschöpfen und gleichzeitig die Rechte und das Wohlergehen der Patienten zu schützen. Kontinuierliche Forschung und Zusammenarbeit zwischen Interessenvertretern des Gesundheitswesens, Technologen und Ethikern werden von entscheidender Bedeutung sein, um diese bewährten Praktiken weiter zu verfeinern und zu operationalisieren und letztlich die ethische Entwicklung von Blockchain im Gesundheitswesen zu gestalten.

Schlussfolgerung: Auf dem Weg zu einer ethischen Blockchain-Zukunft im Gesundheitswesen

"Ethics of Blockchain By Design" ruft Entwickler, Fachleute aus dem Gesundheitswesen, politische Entscheidungsträger und Interessengruppen zur Zusammenarbeit bei ethischen Innovationen auf. Tsanidis²⁰ schlägt vor, dass wir durch die Einbindung der Ethik in jede Phase der Entwicklung und Regulierung von Blockchain-Systemen die Patientenautonomie schützen, das Vertrauen fördern und das Potenzial der Blockchain für den sozialen Nutzen maximieren können.

Ethik ist kein Hindernis für Innovation, sondern ein Katalysator für eine verantwortungsvolle Technologieentwicklung. Sie stellt sicher, dass Blockchain-Systeme mit der Menschenwürde in Einklang stehen, die Mission "keinen Schaden anrichten" aufrechterhalten und die Gesundheitsergebnisse weltweit verbessern. Durch durchdachtes Design, ethische Governance und kontinuierliche Evaluierung können wir Blockchain-Lösungen entwickeln, die wirklich den Bedürfnissen der Patienten dienen.

Künftige Forschungsrichtungen

Während Blockchain ein transformatives Potenzial für das Gesundheitswesen bietet, stellt die globale Skalierung ethischer Lösungen eine große Herausforderung dar. Die künftige Forschung sollte sich auf mehrere Schlüsselbereiche konzentrieren.

Globale Skalierung ethischer Lösungen

Die Implementierung von Blockchain in verschiedenen Gesundheitssystemen erfordert die Berücksichtigung unterschiedlicher Infrastrukturen, technologischer Reifegrade und rechtlicher Rahmenbedingungen. Die Forschung sollte modulare und anpassungsfähige Blockchain-Frameworks erforschen, die sowohl auf ressourcenintensive als auch auf ressourcenarme Umgebungen zugeschnitten werden können. Dazu gehört auch die Vereinfachung der Bereitstellungsprozesse und die Senkung der Kosten, um die Zugänglichkeit zu gewährleisten.

Blockchain-Integration mit KI und dem Internet der Dinge

Die Integration von Blockchain mit neuen Technologien wie KI und dem Internet der Dinge (IoT) verspricht eine bessere Interoperabilität und prädiktive Analysen im Gesundheitswesen. Allerdings müssen ethische Erwägungen wie Verzerrungen in KI-Modellen oder Datenschutzrisiken bei IoT-Gerätedaten berücksichtigt werden. Künftige Studien sollten sich auf die Gestaltung von Governance-Rahmenwerken konzentrieren, die ein Gleichgewicht zwischen Innovation und ethischen Sicherheitsvorkehrungen herstellen. KI-gesteuerte Diagnosetools können beispielsweise Blockchain für den sicheren Datenaustausch und die Modelltransparenz nutzen.¹⁸

Gleichberechtigung und digitale Kluft angehen

Blockchain-Lösungen können bestehende Ungleichheiten verschärfen, wenn unterversorgte Bevölkerungsgruppen keinen Zugang zur notwendigen Technologie oder Infrastruktur haben. Die Forschung muss sich auf integrative Blockchain-Konzepte konzentrieren, die die *digitale Kluft* überwinden:

1. Unterstützung von Netzen mit geringer Bandbreite.
2. Entwicklung benutzerfreundlicher Schnittstellen für Bevölkerungsgruppen mit begrenzten digitalen Kenntnissen.
3. Zusammenarbeit mit Regierungen und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) zur Subventionierung des Zugangs zu Blockchain-basierten Gesundheitstools.

Indem sie sich mit diesen Bereichen befasst, kann die Gesundheitsgemeinschaft das Potenzial der Blockchain fördern und gleichzeitig sicherstellen, dass sie als gerechtes und ethisches Werkzeug für globale Gesundheitsinnovationen dient.

Finanzierung

Der Autor hat für die eingereichte Arbeit keine Unterstützung von einer Organisation erhalten.

Finanzielle und nicht-finanzielle Beziehungen und Aktivitäten

Dieser Artikel ist ein individueller Beitrag des Autors. Es gibt keine relevanten Beziehungen zu berichten.

Mitwirkende

Der Autor ist für alle Aspekte des Artikels verantwortlich.

Anwendung von KI-generiertem Text oder verwandter Technologie

ChatGPT4o wurde verwendet, um einige Abschnitte dieses Artikels auf grammatikalische Fehler zu überprüfen, umzuschreiben und Korrektur zu lesen.

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

Die Daten, die die Ergebnisse dieser Studie stützen, sind in der veröffentlichten Literatur frei zugänglich.

Referenzen

1. Kuo T-T, Kim H-E, Ohno-Machado L. Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. *J Am Med Inform Assoc.* 2017;24(6):1211-20. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocx068>
2. Engelhardt MA. Hitching healthcare to the blockchain: the promise and the challenges. *Blockchain Healthc Today.* 2017;1:1-10.
3. Zwitter A, Boisse-Despiaux M. Blockchain for humanitarian action and development aid. *J Int Hum Assist.* 2018;3(1):16. <https://doi.org/10.1186/s41018-018-0044-5>
4. Shah S, De Filippi P. Blockchain and data privacy: the role of trust and transparency in ethical data handling. *J Inform Tech-nol Ethics.* 2020;15(1):75-88.
5. Dagher GG, Mohler J, Milojkovic M, Marella PB. Ancile: privacy-preserving framework for access control and interoperability of electronic health records using blockchain technology. *Sustain Cities Soc.* 2018;39:283-97. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.02.014>
6. Kumar S, Smith R, Liao J. Privacy-preserving health information exchange with blockchain technology. *Health Inform J.* 2018;24(4):352-68.
7. Werbach K. *The blockchain and the new architecture of trust.* Cambridge, Massachusetts: MIT Press; 2018.
8. Ramachandran M. S3EF-HBCAs: secure and sustainable software engineering framework for healthcare blockchain applications. *Int J Blockchain Healthc Today.* 2023;6:286. <https://doi.org/10.30953/bhty.v6.286>
9. FACTA UNIVERSITATIS. Reihe: Elektronik und Energetik Vol. 37, Nr. 1, März Wales: IET Press; 2024, S. 169-193. England, und Schottland. Zugriff am 10. November 2024. <https://doi.org/10.2298/FUEE2401169>
10. Health Insurance Portability and Accountability Act von 1996. PUBLIC LAW 104-191, 104. Kongress [Internet]. Stellvertretender Sekretär für Planung und Bewertung; 1996 [zitiert am 29. November 2024]. Verfügbar unter: <https://aspe.hhs.gov/reports/health-insurance-portability-accountability-act-1996>
11. Voigt P, Von dem Bussche A. *Die EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO): ein praktischer Leitfaden.* Cham: Springer International Publishing; 2017.
12. Zyskind G, Nathan O, Pentland A. Decentralizing privacy: using blockchain to protect personal data. San Jose, CA: IEEE Security and Privacy Workshops; 2015, S. 180-184. <https://doi.org/10.1109/SPW.2015.27>
13. Finck M. Blockchain and the general data protection regulation: can distributed ledgers be squared with European Data Protection Law? *Eur Data Protect Law Rev.* 2019;4(1):38-68.
14. McGhin T, Choo KKR, Liu CZ, He D. Blockchain in health-care applications: research challenges and opportunities. *J Netw Comput Appl.* 2019;135:62-75. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.02.027>
15. Anthes G. Estland: ein Modell für E-Government. *Commun ACM.* 2015;58(6):18-20. <https://doi.org/10.1145/2754951>
16. Haque A, Milstein A, Fei-Fei L. Mit KI und Blockchain Licht ins Dunkel des Gesundheitswesens bringen: Ethik und Wirksamkeit. *J Health Ethics.* 2021;17(2):45-61.

17. Lindman J, Rossi M, Tuunainen VK. Chancen und Risiken von Blockchain-Technologien im Gesundheitswesen: eine systematische Übersicht. *Telemat Inform.* 2017;34(2):199-207. Boston, MA. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2017.185>
18. Ramachandran M. AI and blockchain framework for healthcare applications. *Facta Univ Ser Electr Energ.* 2024;37(1):169–93. <https://doi.org/10.2298/FUEE2401169R>
19. Raval S. Dezentralisierte Anwendungen: Harnessing Bitcoin's block-chain technology. O'Reilly Media; 2016.
20. Tsanidis C. Ethical frameworks for blockchain governance. *Technol Soc.* 2019;21(3):49-63.

Copyright-Eigentümerschaft: Dies ist ein frei zugänglicher 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>.