

## **Blockchain**

Einsatz im deutschen  
Gesundheitswesen

# Inhalt

Blockchain – Ein neues Modell für den Austausch von Patientendaten	3
Was ist eigentlich eine Blockchain?	5
Blockchain als Wegbereiter für eine sichere digitale Infrastruktur	9
Herausforderungen der Implementierung und weitere Überlegungen	16
Die Zukunft der Blockchain gestalten	19
Glossar	21
Ansprechpartner	22

Quo vadis Blockchain –  
Welche Möglichkeiten  
bietet die Blockchain-  
Technologie im deutschen  
Gesundheitswesen?  
Erläuterungen mit  
Beispielen und einem  
Vorgehensmodell.

# Blockchain – ein neues Modell für den Austausch von Patientendaten

In einem von **Blockchain** unterstützten Austausch von Patientendaten könnte sich der tatsächliche Nutzen der Interoperabilität zeigen. Blockchain-basierte Systeme können die Restriktionen und Kosten der derzeit an einem Datenaustausch involvierten Teilnehmer u.U. fast bis null reduzieren. Das amerikanische Forschungsprojekt „Precision Medicine Initiative, Patient Care and Outcomes Research“, kurz PCOR, und die amerikanische Roadmap zum Ausbau der Interoperabilität zählen zu den besonders verlockenden Anwendungsfällen für die Blockchain-Technologie in den USA. Aber auch in Deutschland wird die Interoperabilität forciert, z.B. durch die Gematik und das eHealth Gesetz, sodass diese Technologie auch hierzulande eine disruptive neue Lösung sein kann. Für diese und andere Bereiche mit hohem Potenzial ist ein Business Case von zentraler Bedeutung, insbesondere um die Vorteile einer verbesserten Datenintegrität, einer Dezentralisierung, der Vertraulichkeit und der reduzierten Transaktionskosten aufzuzeigen.

Der Austausch von Patientenakten und Gesundheitsinformationsdaten über das Integrating-the-Healthcare-Enterprise-Protokoll (IHE) ist ein wichtiger Bestandteil, um den Herausforderungen der Interoperabilität und der Zugriffsmöglichkeiten auf Patientenakten zu begegnen. In deutschen Krankenhäusern ist die Weitergabe von Daten immer noch eher die Ausnahme als die Regel und die mangelnde Interoperabilität ist dabei nach wie vor ein essenzielles Problem. Gegenwärtig stehen sowohl die Hersteller als auch die Nutzer von IT-Systemen vor der Aufgabe, eine medienbruchfreie und sichere Kommunikation zu gewährleisten. Die Informationsweitergabe über

Die Blockchain bietet ein vielversprechendes, neues, dezentrales Framework für eine verstärkte Integration von Patienten- und Gesundheitsinformationen über eine Reihe von Anwendungen und Akteuren.

Sektorengrenzen hinweg wird dadurch erschwert, dass Systeme unterschiedlicher Hersteller nicht oder nur mit erheblichem Aufwand miteinander kommunizieren können. Häufig bringen Systeme nicht die notwendigen technischen Voraussetzungen für eine Vernetzung mit und müssen über aufwendige Kommunikationslösungen und Enterprise-Bus-Architekturen verknüpft werden. Sowohl die technischen Schnittstellen als auch die übertragenen medizinischen Inhalte sind ebenfalls noch nicht vereinheitlicht.

Sicherlich ist das Krankenhaus-(IT-) Management für das Thema Interoperabilität in den letzten Jahren bereits deutlich stärker sensibilisiert worden, weil schon innerhalb der Einrichtungen eine Vernetzung verschiedenster Systeme notwendig ist. Eine organisationsinterne Standardisierung wird daher auch durch Investitionen weiter vorangetrieben. Die Einhaltung von Standards alleine sorgt jedoch nicht automatisch für Interoperabilität über Organisations- und Sektorengrenzen hinweg. Erst wenn eine technische Infrastruktur als Basis für einen sicheren Datenaustausch vorhanden ist und kooperierende Partner ihre medizinische Zusammenarbeit aufeinander abstimmen, können die Potenziale der Vernetzung genutzt werden.

Die Blockchain-Technologie stellt zwar keine Patentlösung für eine Datenstandardisierung oder Systemintegration dar, bietet aber ein vielversprechendes, neues, dezentrales Framework für eine verstärkte Integration von Gesundheitsinformatio-

nen über eine Reihe von Anwendern und Akteuren. Sie adressiert viele bestehende Schwachstellen und ermöglicht ein effizienteres, sichereres und zwischenstufenbereinigtes System.

	Heutige Schwachstellen beim Datenaustausch	Die Möglichkeiten der Blockchain
	Der Aufbau eines <b>Netzwerkes zum vertrauensvollen Austausch</b> von Daten ist abhängig von den jeweiligen Teilnehmern, die eine sichere Punkt-zu-Punkt Verbindung und eine Art „Buchführung“ aufbauen müssen, welche Daten ausgetauscht wurden.	Durch die Blockchain-Architektur einer dezentralen Datenbank und <b>kryptografische Funktionen</b> ist ein sicherer Datenaustausch gewährleistet, ohne komplex einzurichtende Punkt-zu-Punkt Verbindungen aufzubauen.
	Bei niedrigem Transaktionsvolumen erhöhen sich die <b>Kosten pro Transaktion</b> und damit verschlechtert sich das Kosten-Nutzen-Verhältnis.	<b>Reduzierte Transaktionskosten</b> – aufgrund der geringen Anzahl beteiligter IT Systeme und ergo der reduzierten Komplexität – sowie eine Verarbeitung nahezu in Echtzeit würden das System effizienter machen.
	Ein <b>MasterPatient-Index (MPI)</b> , ergibt sich aus der Anforderung, zahlreiche Patienten-IDs zwischen Systemen zu synchronisieren. Sofern der MPI jedoch direkt und unverschlüsselt einem Patienten öffentlich zugewiesen wird, kann das zu einem erheblichen Datenschutzproblem führen.	Ein <b>dezentrales Framework für digitale Patientenidentitäten</b> , das mit privaten und öffentlichen Schlüsseln Patientendaten kryptographisch sichert, bietet eine sicherere Methode zum Schutz der Patientendaten und
	<b>Verschiedene Datenstandards</b> behindern die Interoperabilität, weil Datensätze zwischen verschiedenen Systemen nicht kompatibel sind.	<b>Geteilte Daten forcieren Standardisierung</b> und ermöglichen zeitnahe netzwerkweite Aktualisierungen für alle Teilnehmer in der Blockchain.
	<b>Limitierter Zugriff auf Gesundheitsdaten der Bevölkerung</b> , da die heutigen Teilnehmer von (intersektoralen) Netzwerken sich meist auf eine begrenzte Anzahl von Anbietern wie Krankenhäuser und ambulante Dienste einer geografischen Region beschränken.	Durch den <b>dezentralen und sicheren Zugriff</b> wird ein Datenaustausch auch für weitere Akteure des Gesundheitsmarktes attraktiv und leichter umsetzbar, sodass Netzwerke signifikant größer werden könnten und auch bisher unbeteiligte Parteien, wie z.B. anliegende Regionen, Versicherungen oder Gesundheitsbehörden leichter teilnehmen könnten.
	<b>Komplexe Regeln und Benutzerrechte</b> hindern Organisationen daran, auf die richtigen Patientendaten zur richtigen Zeit zugreifen zu können.	<b>Smart Contracts in der Blockchain</b> schaffen eine konsistente, regelbasierte Methode für den Zugriff auf Patientendaten, für die die Teilnehmer eine Genehmigung erhalten können.

# Was ist eigentlich eine Blockchain?

Im Wesentlichen handelt es sich bei der Blockchain um ein dezentrales System zur Erfassung und Speicherung von Transaktionsdatensätzen bzw. genauer gesagt um eine geteilte Datenbank, die zwischen den Teilnehmern über eine Kette aus verbundenen Transaktionsblöcken synchronisiert wird.

Die Blockchain stützt sich dabei auf erprobte kryptografische Techniken, damit jeder Teilnehmer innerhalb eines Netzwerkes mit den anderen Parteien sicher und vertrauensvoll interagieren, also z.B. Informationen speichern, austauschen und auf Daten zugreifen kann. Dazu muss kein dediziertes Vertrauensverhältnis zwischen den Teilnehmern bestehen, es muss noch nicht einmal der eine Teilnehmer den anderen kennen. Bei einer Blockchain existiert keine zentrale Autorität oder Instanz, d.h., alle Akteure sind gleichberechtigt. Transaktionsdatensätze werden gespeichert und unter allen Netzwerkteilnehmern verteilt. Interaktionen mit der Blockchain sind für alle Teilnehmer erkennbar und bedürfen der Verifizierung durch das Netzwerk, bevor Informationen hinzugefügt werden können. Auf diese Weise ist eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen den Netzwerkteilnehmern möglich, während ein standardisiertes Protokoll alle Interaktionen erfasst.

Deloitte's Blockchain Framework dient als einfacher Leitfaden für Organisationen, die sich für den Einsatz dieser Technologie interessieren.<sup>1</sup> Die Beantwortung folgender vier Kernfragen kann als Orientierungshilfe bei der Entscheidungsfindung dienen:

Deloitte's Blockchain Framework dient als einfacher Leitfaden für Organisationen, die sich für den Einsatz der Blockchain-Technologie interessieren.<sup>1</sup>

1. Wann sollten Organisationen ein auf Blockchain basierendes Pilotprojekt einführen?
2. Wie sollten Anwendungsfälle gestaltet werden?
3. In welchen Fällen kann das System durch Smart Contracts ausgebaut werden?
4. Welche Art von Blockchain-System sollte aufgebaut werden – eine private oder public Blockchain bzw. ein Blockchain-Konsortium?

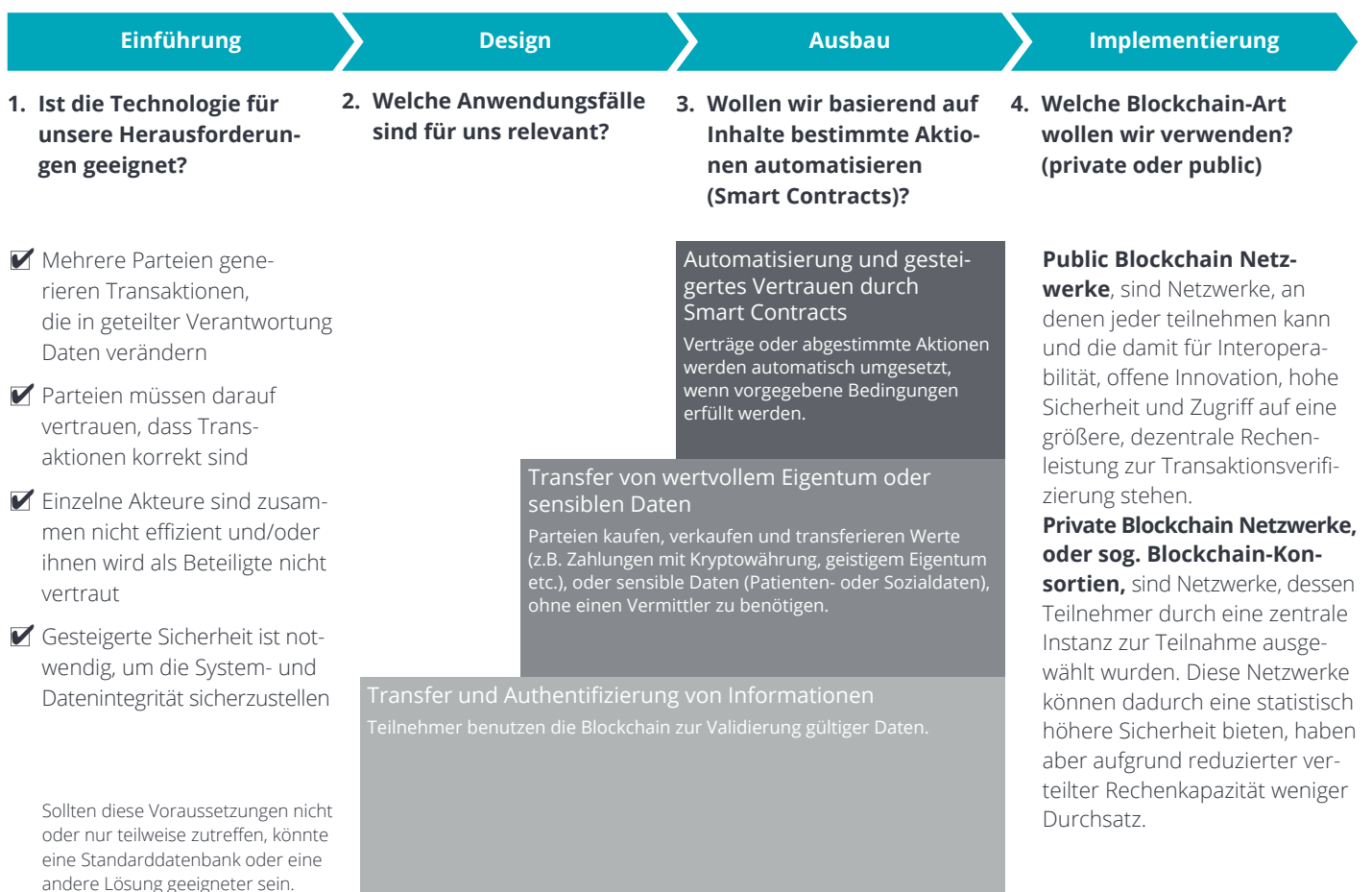
Für Organisationen, die diese Technologie erstmals einsetzen wollen, verwandelt der beschriebene Prozess aus vier Schritten dieses komplexe, sich schnell entwickelnde System in eine Reihe überschaubarer Entscheidungen.

Bevor Organisationen sich dazu entscheiden, Blockchain-Projekte zu starten, sollte die Frage geklärt werden, ob die Technologie für ihre Anforderungen geeignet ist. Nicht alle Herausforderungen einer IT-Systemkommunikation lassen sich mit einer Blockchain lösen. Die Vorteile kommen unter folgenden Umständen zum Tragen:

<sup>1</sup> Deloitte Consulting: LLP-Analyse.

1. Mehrere Parteien generieren Daten bzw. Transaktionen, die in geteilter Verantwortlichkeit verändert werden sollen.
2. Parteien müssen darauf vertrauen können, dass die Transaktionen korrekt sind.<sup>2</sup>
3. Die Akteure im Netzwerk vertrauen sich nicht untereinander oder agieren nicht effizient zusammen.
4. Es bedarf einer erhöhten Sicherheit, um die Integrität des gesamten Systems und der Daten zu gewährleisten.

Abb. 1 – Deloitte's Blockchain Framework



<sup>2</sup> Sollte diese Voraussetzung nicht erfüllt sein, ist eine gemeinsame Datenbank vielleicht eine geeignetere Lösung.

Für Organisationen im Gesundheitswesen, die sich für die Einführung einer Blockchain entschieden haben, besteht der nächste Schritt darin, die Anwendungsfälle zu gestalten. Es gilt zwei Anwendungsfälle zu beachten:

1. Die Verifizierung und Authentifizierung von Informationen oder
2. eine Übertragung von Daten.

In einem ersten Anwendungsschritt könnten Organisationen die Blockchain-Technologie nutzen, um eine digitale Identität, genetische Daten oder Medikationshistorien von Patienten (revisions) sicher zu speichern und bei Bedarf zu verifizieren. Prescript, ein von Deloitte Niederlande in Kooperation mit SNS Bank und Radbound entwickeltes Proof of Concept, sichert den Patienten ein vollständiges Eigentumsrecht über die eigene Akte und erlaubt ihnen, den Zugriff auf ihre Daten durch einen Teilnehmer der Blockchain zu gewähren oder zurückzuziehen.<sup>3</sup> Krankenhäuser können mit der Blockchain fälschungssichere Rezepte ausstellen, die nicht missbraucht (durch Verkauf, Kopie etc.) werden können.

In einer zukünftigen Ausbaustufe können Gesundheitsorganisationen die Technologie dafür nutzen, Dienstleistungen in Kryptowährungen auszugleichen und damit die Bezahlung ebenfalls sicher und nachvollziehbar zu gestalten.

In Kollaboration mit Loyyal hat Deloitte einen Prototypen entwickelt, der Anreize für gewünschte Verhaltensweisen unter Verwendung von Gamification und Prin-

Auch wenn die Blockchain über ein beträchtliches Potenzial verfügt, Interoperabilität, Sicherheit und Datenschutz zu verbessern, muss auf die Grenzen dieser Technologie hingewiesen werden.

zipien der Verhaltensökonomie schafft. Diesem Beispiel folgend könnten Patienten mit einem Gamification-Ansatz dafür gewonnen werden, Krankenhausleistungen per Kryptowährung zu begleichen und damit die Weiterentwicklung der Blockchain unterstützen.

In der dritten Stufe des Entscheidungsprozesses haben Organisationen die Möglichkeit, das System durch Smart Contracts zu verbessern. Diese lösen Automatismen aus, sobald bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Die Anwendung von Smart Contracts wird zunehmend komplexer, da Algorithmen verwendet werden, um Bedingungen festzulegen, z.B. wann Werte ausgetauscht, Informationen übertragen oder Ereignisse ausgelöst werden. Dies dient als Basis für immer weiter entwickelte Anwendungen der Blockchain-Technologie.

Um die Blockchain-Lösung schließlich zu implementieren, können Organisationen zwischen einer public wie etwa der Bitcoin-Blockchain oder einer private Lösung wählen, die den Zugriff auf eine vorher festgelegte Teilnehmergruppe beschränkt. Konsortien wie R3 im Finanzdienstleistungssektor experimentieren bereits seit Längerem mit public Blockchains. Und dies bereits sehr erfolgreich, denn R3 hat-

<sup>3</sup> Redman, Jamie (28. Mai 2016): Prescript Brings Medical Prescriptions to the Blockchain. Aufgerufen am 3. August, 2016, <https://news.bitcoin.com/prescript-blockchain-prescriptions/>.

kürzlich einen Transfer von Wertpapieren zwischen Banken abgeschlossen.<sup>4</sup>

Im Detail ist bei einer Implementierung ein Plattform-Konzept erforderlich, das die Auswahl eines Blockchain-Protokolls und der zugrunde liegenden Technologie beschreibt. Hier gibt es bereits erfolgreiche Konzepte. Initiativen wie z.B. Ethereum bieten die Möglichkeit, dezentralisierte Applikationen auf der Blockchain-Architektur aufzubringen. Dabei handelt es sich um ein führendes Blockchain-Protokoll, das sowohl für eine public als auch eine private Blockchain-Entwicklung geeignet ist.<sup>5</sup> Zusätzlich gibt es Hyperledger, ein Open-Source-Projekt der Linux Foundation, das eine Plattform für unternehmensbasierte Blockchain-Lösungen und andere Standards schaffen möchte.<sup>6</sup> Die Wahl des Blockchain-Protokolls ist wichtig, weil dieses das Spektrum möglicher Anwendungen und die Zahl der Teilnehmer beeinflusst, die Zugriff auf das Netzwerk haben.

Auch wenn die Blockchain über ein beträchtliches Potenzial verfügt, Interoperabilität, Sicherheit und Datenschutz zu verbessern, muss auf die Grenzen dieser Technologie hingewiesen werden. Die Blockchain stellt keinen Ersatz für Standard-Datenbanken dar. Die Lösungen sind auch nicht für große Datenmengen optimiert, die einen exklusiven Zugriff innerhalb einer einzigen Organisation erfordern. Die Blockchain-Systeme sind dazu konzipiert, bestimmte Transaktionsdaten zu speichern und in einem Netzwerk verschiedener Parteien zu teilen, in dem Transparenz und Datenschutz essenziell

sind. Das Deloitte Blockchain Framework hebt diese Voraussetzungen hervor.

Im deutschen Gesundheitsmarkt hat die Blockchain-Technologie disruptives Potenzial, die politischen und gesellschaftlichen Ziele des deutschen Gesundheitswesens durch den Aufbau einer Transaktionsschicht voranzubringen, auf der alle Akteure sicher zusammenarbeiten können. Eine bundesweite Interoperabilität von Patientendaten könnte durch ein Blockchain-Konsortium realisiert werden, das ein führendes Protokoll effizient einsetzt und eine standardisierte Transaktionsschicht für alle beteiligten Organisationen schaffen könnte.

Organisationen, die die Blockchain-Technologie evaluieren, kann das Deloitte Blockchain Framework als nützlicher Wegweiser in einem iterativen Entscheidungsprozess dienen. Es handelt sich allerdings nicht um eine vollständige und präskriptive Handlungsanweisung. Die aufgeführten vier Schritte sind als erste Unterstützung gedacht, damit Anforderungen, Beschränkungen und Alternativen bedacht werden, bevor kostspielige und zeitintensive Implementierungsversuche unternommen werden.

<sup>4</sup> Higgins, S. (3. März 2016): 40 Banks Trial Commercial Paper Trading in Latest R3 Blockchain Test. Abgerufen am 3. August 2016, <http://www.coindesk.com/r3-consortium-banks-blockchain-solutions/>.

<sup>5</sup> Ethereum. Abgerufen am 3. August 2016, <https://www.ethereum.org/>.

<sup>6</sup> Linux Foundation: What is the Hyperledger Project? Abgerufen am 3. August 2016, <https://hyperledger.org>.



# Blockchain als Wegbereiter für eine sichere digitale Infrastruktur

Das IT-Gremium des Gesundheitsministeriums der USA („ONC“) hat 2015 eine landesweite Interoperabilitäts-Roadmap veröffentlicht, um Richtlinien für eine landesweite Zusammenarbeit festzulegen. Auch im deutschen Gesundheitssystem nimmt die Verbesserung von Datenaustausch und -verfügbarkeit mithilfe von Interoperabilität und Standards in den letzten Jahren an Fahrt auf. Die Gesellschaft für Telematik-Anwendungen der Gesundheitskarte mbh, kurz gematik, nennt als übergeordnetes Ziel ihrer Initiative, dass „aktuelle Daten schnell und sicher verfügbar“ sind. Diese Zielsetzung möchte man durch eine Telematik-Infrastruktur erreichen, die sich gleichzeitig durch Sicherheit und Offenheit auszeichnet. Eine Verschlüsselung bei der Datenübertragung sowie konsistente Zugriffsrechte auf elektronische Gesundheitsinformationen sind die Kernpunkte der vorgesehenen Infrastruktur der gematik. Damit werden diverse Anwendungen unterstützt, wie zum Beispiel die Übermittlung von elektronischen Arztbriefen oder von elektronischen Patientenakten vom Leistungserbringer an den Patienten.<sup>7</sup>

Das eHealth-Gesetz der Bundesregierung geht mit den gematik-Zielen Hand in Hand. Einer der Schwerpunkte des Gesetzes ist die Etablierung eines modernen Stammdatenmanagements für Versicherte mit dem Ziel, für jederzeit aktuelle Patientendaten in den Arztpraxen zu sorgen. Damit soll auch der Leistungsmissbrauch zulasten der Beitragszahler eingeschränkt werden.<sup>8</sup>

All diese Ziele lassen sich mit einer Blockchain adressieren. Allerdings mögen derzeit solche Szenarien für viele Patienten noch nach Zukunftsmusik klingen. Vielmehr sind Gesundheitsakten gegen-

Derzeit sind Gesundheitsakten nicht miteinander verbunden und werden aufgrund einer fehlenden gemeinsamen technologischen Architektur und nicht eingehaltener Standards separat verwaltet.

wärtig nicht miteinander verbunden und werden dezentral verwaltet, weil keine gemeinsame technologische Infrastruktur existiert. Ebenso existieren keine Standards, anhand derer ein sicherer Transfer der sensiblen Daten unter den Akteuren im System möglich wäre. Jedes Mal, wenn eine medizinische Dienstleistung erbracht wird, aktualisiert der Gesundheitsdienstleister den eigenen klinischen Datensatz „seines“ Patienten. Diese Informationen umfassen die erbrachten Dienstleistungen wie etwa Behandlungsplan, Medikation und weitere medizinische Dokumentation. Traditionell werden diese Daten in einer Datenbank gehalten, die ausschließlich innerhalb der Organisation oder in einem definierten Netzwerk von Akteuren zugänglich ist.

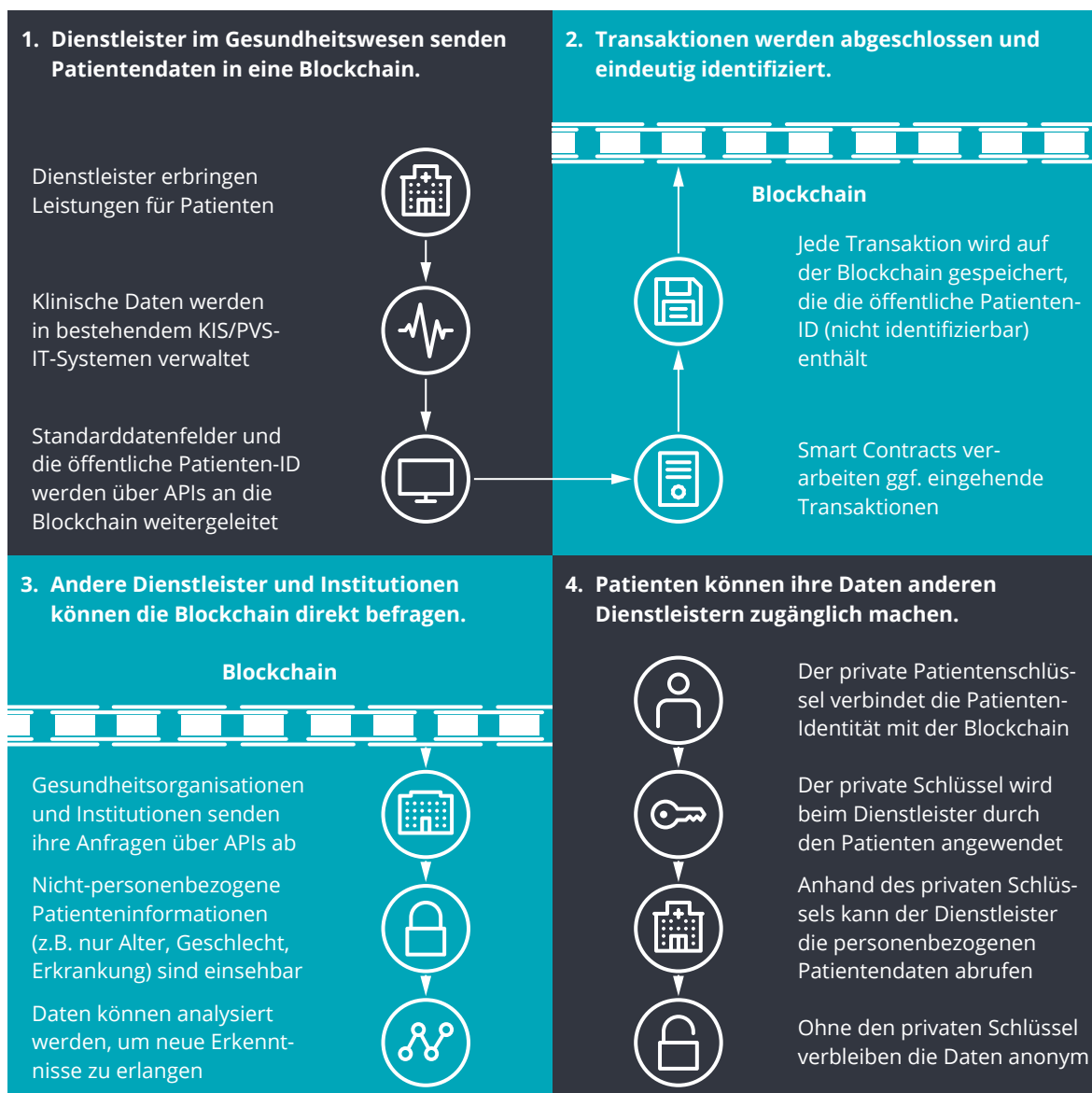
Genau hier findet sich ein perfekter Ansatz für eine Blockchain. In einem solchen Szenario könnten diese Dienstleister einen standardisierten Datensatz aus jeder Behandlung eines Patienten in ein landesweites Blockchain-System leiten, sodass „aktuelle Daten schnell und sicher verfügbar“ sind. An der Lösung würden sich dann private und gesetzliche Krankenkassen genauso wie niedergelassene Arztpraxen und Apotheken beteiligen.

Mithilfe einer Blockchain-Applikation sowie eines kryptografischen Schlüssels könnte der Patient den Zugriff auf seine Daten steuern.

<sup>7</sup> <https://www.gematik.de/cms/de/startseite/index.jsp>.

<sup>8</sup> <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/krankenversicherung/e-health-gesetz.html>.

Abb. 2 – Das Blockchain-Ökosystems im Gesundheitswesen



Weiterhin könnten „Metadaten“ der Blockchain bzw. deren Datensätze Informationen bereitstellen, die zusätzlich einen großen Nutzen bringen. Bei Metadaten handelt es sich um nicht-schützenswerte Informationen, die ausgewertet werden können, ohne einen Bezug auf einzelne Patienten herzustellen. Darauf hätten Gesundheitsorganisationen und Forschungsinstitute Zugriff und könnten damit ein enormes und wertvolles Informationspotenzial nutzen. Die in der Blockchain gespeicherten schützenswerten Informationen wären verschlüsselt und könnten nur durch den Patienten selbst mit seinem privaten kryptografischen Schlüssel wieder entschlüsselt werden. Somit hätten Patienten die Möglichkeit, ihre Informationen viel sicherer mit Dienstleistern im Gesundheitswesen auszutauschen.

Dieser Einsatz der Blockchain im Gesundheitswesen kann bei der Errichtung einer sicheren digitalen Infrastruktur, wie von der deutschen Bundesregierung forciert, behilflich sein und ein kollaboratives Ökosystem schaffen, in dem Informationen geteilt werden, um neue Erkenntnisse zur Verbesserung der Effizienz des Gesundheitssystems sowie der medizinischen Versorgung zu gewinnen.<sup>9</sup>

### Blockchain-Interoperabilität

Die Blockchain kann zwei Arten von Informationen speichern:

1. „On-Chain“-Daten, die direkt in der Blockchain gespeichert werden, oder
2. „Off-Chain“-Daten, bei denen Links in der Blockchain gespeichert werden, die als Pointer für Informationen dienen, die in separaten, traditionellen Datenbanken gespeichert sind.

Wenn medizinische Informationen direkt in der Blockchain gespeichert werden („On-Chain“), wird sichergestellt, dass diese Informationen komplett durch die Blockchain-Eigenschaften gesichert und sofort für diejenigen sichtbar sind, die über eine Zugriffserlaubnis verfügen. Jedoch verlangsamt die Speicherung von großen Dateien die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Blöcke und stellt mögliche Herausforderungen bei der Skalierung des Systems dar. Im Gegensatz dazu sind verschlüsselte Links („Off-Chain“) von minimaler Größe und werden aktiviert, sobald ein User mit dem korrekten privaten Zugangsschlüssel auf den Block zugreift und dem verschlüsselten Link zum separaten Speicherort der Informationen folgt.

Der Speicherplatz für abstrakte Daten wie Röntgen- oder MRT-Aufnahmen ist in der Blockchain stark eingeschränkt. Diese Datentypen benötigen Links zu einem separaten Speicherort. Dementsprechend sollte geprüft werden, wie die Daten gespeichert werden sollen, die sowohl technischen Beschränkungen unterliegen als auch sehr vertraulich sind.




<sup>9</sup> <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/krankenversicherung/e-health-gesetz/e-health.html>

Der Aufbau von Interoperabilität erfordert einen reibungslosen Zugriff auf Daten – sowohl lesend als auch schreibend. Dazu könnte die Blockchain als Transaktionsschicht dienen, um Daten unter der Verwendung eines einzigen, sicheren Systems schreiben und lesen zu können.

Die größte Effizienz ließe sich erreichen, wenn spezifische, standardisierte Datensätze auf der Blockchain für einen direkten, genehmigungspflichtigen Zugriff gespeichert und bei Bedarf durch Off-Chain-Links ergänzt würden.

Ein standardisierter Datensatz könnte Informationen wie demografische Daten (Geschlecht, Geburtsdatum, sonstige), Krankengeschichte (Vitalwerte, Impfungen, Eingriffe) und erbrachte Dienstleistungen (Leistungen und weitere Daten) beinhalten. Da in diesem Bereich Veränderungen stattfinden, werden weitere Untersuchungen und Analysen nötig sein, um festzulegen, wo und wie die verschiedenen Datentypen abgespeichert werden müssten.

Sobald ein standardisierter Satz an Patientendaten eingerichtet ist, können die spezifischen Datenfelder mit einem Smart Contract erzeugt werden. Damit lassen sich Regeln für die Verarbeitung und Speicherung von Informationen auf der Blockchain erstellen sowie erforderliche Genehmigungen bestimmen. Das bedeutet, dass bei jeder Patienteninteraktion Gesundheitsdienstleister Informationen an den Smart Contract leiten, welcher anhand der Vertragsparameter verifiziert, ob gültige Informationen eingegeben wurden. Der Smart Contract kann beispielsweise auch prüfen, ob alle Felder ausgefüllt wurden, bevor eine Speicherung in der Blockchain erfolgt, oder ob ein Feld einen bestimmten Datentyp enthält (z.B. numerischen Wert), um gültig zu sein. Sobald der Smart Contract validiert hat, dass die richtigen Datenfelder eingegeben wurden, leitet er die Transaktion zur Speicherung an die Blockchain weiter.

	On-Chain-Daten	Off-Chain-Daten
<b>Daten-typen</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standardisierte Datenfelder mit zusammenfassenden Angaben in Textform (z.B. Alter, Geschlecht)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umfangreiche medizinische Details (z.B. Dokumente) und abstrakte Datentypen (z.B. MRT-Aufnahmen, DNA-Daten etc.)</li> </ul>
<b>Pro</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daten für alle verbundenen Organisationen sofort sichtbar und lesbar; Blockchain als einzige Vertrauensquelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Speicherung aller Datenformate und -größen möglich</li> </ul>
<b>Kontra</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschränkung des Datentyps und des Volumen, das gespeichert werden kann</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daten sind nicht sofort sichtbar und für jede Akte ein Zugriff auf das Quellsystem einer Gesundheitsorganisation nötig</li> <li>Off-Chain-Micro-Services und zusätzliche Integrationsschichten notwendig</li> <li>Korruption von Informationen möglich</li> </ul>

### Blockchain stärkt die Datenintegrität und die digitale Identität von Patienten

Eine interoperable Blockchain kann die Datenintegrität stärken und gleichzeitig die digitalen Identitäten von Patienten schützen. In den USA gab es im Jahr 2015 bedingt durch IT-Sicherheitsvorfälle insgesamt 112 Millionen Datenschutzverletzungen bei Patientenakten.<sup>10</sup> Für 2016 wurde prognostiziert, dass jeder dritte Empfänger von Gesundheitsdienstleistungen einer Datenschutzverletzung zum Opfer fallen würde.<sup>11</sup> Die inhärenten Eigenschaften der Blockchain wie kryptografische öffentliche/private Zugangsschlüssel, Proof of Work sowie dezentrale Daten sorgen jedoch für ein neues Level an Integrität der Gesundheitsinformationen.

Jeder Teilnehmer, der mit dem Blockchain-Netzwerk verbunden ist, verfügt sowohl über einen geheimen, privaten als auch einen öffentlichen Zugangsschlüssel. Dieses Schlüsselpaar ist kryptografisch miteinander verbunden, sodass die vollumfängliche Entschlüsselung nur möglich ist, wenn der private Schlüssel gemeinsam mit dem öffentlichen verwendet wird. So kann nur über den privaten Schlüssel die Identität des Patienten dargestellt werden. Das Sicherungssystem der Blockchain über öffentliche/private Zugangsschlüssel schafft auch verschiedene Schichten zum Identitätsnachweis, d.h., Patienten können bei Bedarf nur bestimmte Attribute mit ausgewählten Dienstleistern innerhalb des Gesundheitökosystems teilen. Auf diese Weise werden nur die Daten zur Verfügung gestellt, die der Patient weitergeben

Die Transaktionsschicht der Blockchain könnte den Zugriff auf einen Datensatz standardisierter, anonymisierter Patienteninformationen ermöglichen, ohne die Vertraulichkeit der Patientendaten zu gefährden.

möchte bzw. die zur Behandlung notwendig sind.

Selbst wenn der private Zugangsschlüssel eines einzelnen Patienten in falsche Hände gerät, wird der Gesamtschaden dadurch eingeschränkt, dass der Angreifer jeden Patienten einzeln „angreifen“ müsste, um an die persönlichen Zugangsschlüssel für den Abruf der schützenswerten Daten einer Patientengruppe zu gelangen. Im Zeitalter regelmäßiger Angriffe auf die IT-Systeme eines Unternehmens schützt hier ein asynchrones Verschlüsselungsverfahren die Identitäten von Patienten, die zwischen oder innerhalb von Organisationen kommuniziert werden.

Des Weiteren können alle mit der Blockchain verbundenen Gesundheitsorganisationen ihre eigene Kopie des Patientendatensatzes aktualisieren und verwalten. Sollte für einen Block eine Änderung vorgesehen sein, müssten 51 Prozent der Netzwerkteilnehmer der Änderung zustimmen, da jede einzelne Kopie dieser Blockchain ein Update benötigen würde, um die Änderung zu bestätigen.

Diese Eigenschaft verbessert die Sicherheit und vermindert das Risiko böswilliger Aktivitäten, weil Änderungen umgehend

<sup>10</sup> U.S. Department of Health & Human Services – Office for Civil Rights (n.d.). Aufgerufen am 3. August 2016, [https://ocrportal.hhs.gov/ocr/breach/breach\\_report.jsf](https://ocrportal.hhs.gov/ocr/breach/breach_report.jsf).

<sup>11</sup> IBM 2015 Cost of Data Breach Study (2015). Aufgerufen am 3. August 2016, <https://securityintelligence.com/cost-of-a-data-breach-2015/>.

an das Netzwerk gesendet werden. Die dezentralen Blockchain-Kopien sorgen dafür, dass die Integrität der Daten beim Angriff auf ein einzelnes Blockchain-System nicht geschädigt wird.

**Die Blockchain ermöglicht eine reibungslose Konnektivität, die durch Smart Contracts und eine konsistente Autorisierung für den Abruf elektronischer Patientendaten unterstützt wird.**

In interoperablen Blockchains können Smart Contracts auch als Gateway zur Speicherung standardisierter Informationen erstellt werden, auf die Teilnehmer in der Blockchain sofort Zugriff haben. Dies kann durch die Implementierung einer auf Programmierschnittstellen (API) ausgerichteten Architektur zur Einführung der Smart Contracts erreicht werden. APIs werden veröffentlicht und allen teilnehmenden Organisationen, die mit der Blockchain verbunden sind, zur Verfügung gestellt – somit wird eine reibungslose Integration in die bestehenden Systeme der Organisationen ermöglicht. Wenn die Schnittstelle aufgerufen wird, transportiert sie die Inhalte der Patienteninteraktion auf den sich auf der Blockchain befindenden Smart Contract.

DuDurch diese API-Aufrufe können Organisationen direkt konkrete Blöcke auf der Chain abfragen oder definierte Abfrageparameter eingeben, z.B. alle Patienten im Alter über 25 Jahren mit einer bestimmten medizinischen Indikation in Norddeutschland. Die APIs können ein gemeinsames Portal speisen, auf das alle verbundenen Gesundheitsorganisationen Zugriff haben. Eine API-orientierte Struktur ermöglicht den Teilnehmern, sich weiterhin auf ihr

internes System zu konzentrieren und nur bestimmte Datenfelder weiterzuleiten.

**Blockchain ermöglicht Verbesserungen im Bereich innovative Patientenversorgung**

Die Transaktionsschicht der Blockchain kann einen sofortigen Zugriff auf einen umfassenden Pool standardisierter, nicht identifizierbarer Patienteninformationen ermöglichen. Diese können von einem breiten Spektrum an Akteuren genutzt werden, zum Beispiel für die Entwicklung und Erprobung von Innovationen im Bereich der Patientenversorgung. Die Blockchain kann hierzu als Integrationsplattform dienen, ohne dabei die Verantwortung für Speicherung und Datenstandardisierung zu übernehmen. Für Forschungseinrichtungen und andere Initiativen erzeugen die Informationen auf der Blockchain ein enormes Datenpotenzial, das zudem noch schnell nutzbar ist. Big Data Analytics und Cognitive-Computing-Ansätze können auf diesen Blockchain-Datensatz angewendet werden, um demografische Daten, genetische Marker und eine Reihe anderer Daten weiter zu agglomerieren und zu analysieren. Die Auswertungsergebnisse können wichtige Erkenntnisse liefern, die zu einer verbesserten, spezialisierten und flächendeckenden Patientenversorgung führen. Dieses Ziel verfolgt auch der Innovationsfonds des Bundesministeriums für Gesundheit. Mit 300 Millionen Euro fördert dieser in den Jahren 2016 bis 2019 innovative Versorgungsformen und patientennahe Versorgungsforschung, sodass es durchaus Blockchain-Projekte in diesem Rahmen geben könnte.<sup>12</sup> Die patientenzentrierte Versorgungsforschung kann sich die standardisierten Datensätze zunutze

machen, um klinische Forschung sowie die Forschung zu Patientensicherheit und zu unerwünschten Ereignissen zu betreiben. Außerdem können Forscher und Forschungseinrichtungen dank der Datenschutz- und Sicherheitseigenschaften der Blockchain auf gesicherte Informationsquellen zugreifen, die die Vertraulichkeit von Patientendaten für jeden Patienten aufrechterhalten. Ein Pool standardisierter, nicht identifizierbarer Patientendaten, wie ihn eine Blockchain vorhalten kann, kann Innovationen in der Patientenversorgung beschleunigen und quantifizierbar machen.

<sup>12</sup> <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/i/innovationsfonds.html>.



# Herausforderungen der Implementierung und weitere Überlegungen

Die Blockchain-Technologie bietet zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten für den Gesundheitssektor. Allerdings ist sie zum jetzigen Zeitpunkt weder vollständig ausgereift noch ein Patentrezept, das sofort angewendet werden kann. Zunächst einmal müssen viele technische, organisatorische und verhaltensökonomische Herausforderungen gelöst werden, bevor eine auf das Gesundheitswesen ausgerichtete Blockchain von den Gesundheitsdienstleistern angewendet werden kann.

## **Einschränkungen in der Skalierbarkeit: Kompromisse zwischen Transaktionsvolumen und Rechenleistung**

Das Blockchain Framework sieht vor, dass Organisationen zwischen einer private oder public Implementierung der Blockchain-Technologie wählen können. Public Blockchains sind deshalb reizvoll, weil sie einen breiteren Zugang sowie damit eine größere Rechenleistung über das gesamte Netzwerk ermöglichen. Gleichzeitig sehen sich bestehende, public Blockchains wie Ethereum oder Bitcoin Beschränkungen hinsichtlich des Transaktionsvolumens gegenüber. Heutzutage ist Bitcoin in der Lage etwa sieben Transaktionen pro Sekunde zu verarbeiten, wobei es über 10 Millionen User und 200.000 tägliche Transaktionen gibt.<sup>13</sup> Daher wird eine Weiterentwicklung der Technologie gefordert, sodass schnellere Verarbeitungszeiten realisiert werden können.

Andererseits sind private Blockchains zwar in der Lage, die Transaktionen schnell durchzuführen, können sich aber Einschränkungen bezüglich der Rechenleistung bedingt durch eine reduzierte Teilnehmerzahl gegenübersehen. Theorie-

Eine Blockchain-Lösung könnte zum Datenschutz beitragen, indem Identität, personenbezogene Daten und geschützte Gesundheitsinformationen getrennt und verschlüsselt werden.

tisch könnte das Gesundheitsministerium oder eine andere zentrale Instanz die erforderliche Rechenleistung für die Verarbeitung aller Blockchain-Transaktionen auf einer private Blockchain übernehmen. Das würde allerdings bedeuten, dass diese zentrale Instanz der Eigentümer der Blockchain wäre, was den Wertgedanken eines echten dezentralisierten Systems aufheben würde. Eine landesweite Blockchain mit einer großen Anzahl an Teilnehmern aus dem Gesundheitssektor würde das System nicht nur noch interoperabler, sondern gleichzeitig sicherer machen.

## **Datenstandardisierung und -umfang**

Organisationen sollten nicht nur die Vor- und Nachteile von private und public Blockchains abwägen, sondern auch bedenken, welche Informationen auf der Blockchain und welche extern gespeichert werden sollen. Bei in der Blockchain gespeicherten Gesundheitsinformationen könnte die Größe der gespeicherten Daten problematisch sein. Eine freie Eingabe von Daten wie etwa ärztlichen Attesten könnte zu unnötig großen Transaktionsgrößen führen, die sich negativ auf die Leistung der Blockchain auswirken könnten. Mit einem spezifischen und begrenzten Datensatz wie etwa demografischen Informationen, Krankengeschichten und DRG-Codes hingegen kann die Blockchain effizient arbeiten.

<sup>13</sup> Bitcoin – Daily Number of Transactions (n.d.). Aufgerufen am 3. August 2016, <http://www.coindesk.com/data/bitcoin-daily-transactions/>.

Um die Daten, die gespeichert werden, zu standardisieren und die Blockchain-Leistung zu steuern, sollte ein Regelwerk eine feste Vorgabe durch einen Smart Contract bieten, der klare Limits in punkto Daten, Größen und Formate definiert. In einigen Fällen können technische APIs die gespeicherten und übertragenen Informationen ver- und entknüpfen, um die Datengröße zu verkleinern. Letztendlich können Teilnehmer die Blockchain beschränken, sodass ausschließlich registrierte Organisationen Zugriff haben.

### **Einführung und Anreize für die Teilnahme**

Anreize sind erforderlich, damit die Blockchain erfolgreich ist. Auf technischer Ebene sollte bei einem Netzwerk, das aus miteinander verbundenen Computern (Knoten) besteht, die notwendige Rechenleistung gegeben sein, um Blocks zu kreieren. In einer public Blockchain wie Bitcoin animieren Anreize in Form von Kryptowährungen die Teilnehmer, ihre Rechenleistung dem Netzwerk zur Verfügung zu stellen. Im Falle von private Blockchains könnten die Teilnehmer durch finanzielle Anreize oder den Zugriff auf Blockchain-Daten im Gegenzug für Bearbeitungstransaktionen animiert werden.

### **Kosten für den Betrieb der Blockchain-Technologie**

Während die Blockchain-Technologie bei Transaktionen viele Vorteile eröffnet, sind die Kosten für den Betrieb eines solchen Systems noch nicht vollumfänglich bekannt. Gesundheitsdienstleister investieren viel Zeit und Geld in die Errichtung und Verwaltung traditioneller Informationssysteme und eines entsprechenden Datenaustauschs. Dafür sind Ressourcen für kontinuierliches Troubleshooting, das Aktualisieren von Anwendungen, Sicherungssysteme, Reporting- und Analyse-

Systeme und vieles mehr nötig. Die Open-Source-Technologie und die dezentrale Struktur der Blockchain können jedoch dabei behilflich sein, die Kosten dieser Vorgänge zu reduzieren. Sobald die Blockchain konfiguriert ist, funktionieren die Parameter, ohne dass regelmäßige Updates oder aufwendige Troubleshooting erforderlich wären. Da die Blockchain-Daten zusätzlich unveränderlich und bei allen Teilnehmern gespeichert sind, besteht keine Notwendigkeit für Wiederherstellungen im Fehler- oder Ausfall. Darüber hinaus könnte die transparente Informationsstruktur der Blockchain dafür sorgen, dass viele Integrationspunkte für den Datenaustausch und zeitaufwendiges Reporting nicht mehr notwendig sind.

Gleichzeitig verbraucht die Blockchain allerdings eine erhebliche Rechenleistung für die Transaktionsprozesse. Die Kosten ergeben sich aus dem Volumen und der Größe der im Netzwerk bearbeiteten Vorgänge und hängen weiter von der Art der Transaktion ab, die auf der Blockchain durchgeführt wird (z.B. Datenspeicherung vs. Verlinkung). Abgesehen von der Bitcoin-Blockchain gibt es nur wenige vergleichbare Lösungen in vollem Einsatz und somit lassen sich die möglichen Kosten für den Betrieb einer Blockchain in großem Umfang innerhalb eines privaten Unternehmens oder innerhalb eines Konsortiums aus Partnern nur schwer voraussagen. Um also den Finanzbedarf einer voll skalierten und auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnittenen Blockchain zu begreifen, bedarf es zielgerichteter Untersuchungen und gemeinsamer Richtlinien, um die Technologie auf iterative Weise zu testen.

### Regulatorische Überlegungen

Gesundheitspolitiker sollten eine enge Kooperation der Teilnehmer am Gesundheitsmarkt forcieren, um dessen Wachstum innerhalb der Grenzen des bestehenden regulatorischen Rahmens sowie der politischen Ziele zu beschleunigen. Teil der Überlegungen könnte die Auswirkung der dezentralen Speicherungsstruktur der Blockchain sein: Wem gehören die Daten (und wann ändert sich dieses Besitzverhältnis?) und wie wird der Zugriff unter Verwendung der Blockchain gewährt?

Wie schon im Abschnitt zur Interoperabilität thematisiert können Patienten bestimmte Datenattribute mit Gesundheitsdienstleistern auf Bedarfsbasis teilen, sodass der Patient die Verantwortung mitträgt.

Gleichzeitig bedarf das hohe Level der in der Blockchain gespeicherten Metadaten einer sorgfältigen Abwägung. Die Kombination aus demografischen Informationen mit Standortdaten könnte in der Theorie zu einer Triangulierung einer bestimmten Einzelperson führen. Ein Beispiel: Das Potenzial, eine Einzelperson mit einer seltenen Erkrankung zu identifizieren, könnte in einer ländlichen Gegend im Vergleich zu einem dicht bevölkerten, urbanen Zentrum größer sein. Diese Bedenken könnten teilweise durch eine private Blockchain gemindert werden.

Auch wenn Experimente mit Blockchains Fortschritte machen, müssen diese Fragen weiterhin sorgfältig untersucht werden.

# Die Zukunft der Blockchain gestalten

Die Blockchain-Technologie eröffnet einzigartige Chancen zur Komplexitätsreduzierung, ermöglicht eine vertrauensvolle Zusammenarbeit und schafft sichere, unveränderliche Daten. Um die Zukunft der Blockchain zu gestalten, sollte darüber nachgedacht werden, das gesamte Ökosystem zu analysieren und so ein Regelwerk zur Koordination von ersten Blockchain-Anwendern und zur Unterstützung eines Konsortiums zur Pilotierung zu etablieren.

## Communities und Foren des Ökosystems

Die Blockchain-Technologie macht rasante Fortschritte mit wöchentlich neuen Entwicklungen. Da so neue Anwendungen möglich werden, kann die Community der Teilnehmer eine wichtige Rolle spielen. Diese Akteure, wie etwa Gesundheitsdienstleister, Systemarchitekten, Life-Science Unternehmen, Start-ups und Wissenschaftler, sollten die Fortschritte diskutieren, Erfahrungswerte austauschen und ungeklärte Fragen besprechen. Zu diesem Zweck müsste ein Mechanismus zur Identifizierung von neuen vielversprechenden Teilnehmern etabliert und ein Forum gegründet werden, durch dessen Hilfe mit etablierten Organisationen der Austausch und die Koordination gemeinsamer Aktionen erfolgt.

## Etablierung eines Konsortiums für Testzwecke

Während die Blockchain im Gesundheitssektor Fortschritte macht, könnten wertvolle Erfahrungswerte aus dem Finanzsektor genutzt werden. R3 CEV ist ein Konsortium, das aus Vorreitern aus dem Finanzdienstleistungsgewerbe, Technologen und über 40 Finanzinstitutionen

besteht. Ein ähnliches Konsortium könnte den Austausch von elektronischen Krankenakten in neuen Blockchain-Studien unterstützen.

## Pilotprojekte durchführen

Pilotprojekte mit der Blockchain müssten durchgeführt werden, um festzustellen, was die Technologie leisten kann. Die Versuche sollten dabei eine Reihe komplexer Prozesse mit Transaktionen über mehrere Parteien inkludieren, die von der Erstellung bis zur Archivierung reichen. Eine möglichst frühzeitige Durchführung von Tests zu kompletten Transaktionszyklen kann den Entwicklern und den Entscheidungsträgern dabei helfen, Herausforderungen zu identifizieren, bevor die Blockchain eingeführt wird.

## Investition planen

Investitionen in die Blockchain-Technologie steigen, wie z.B. die 200 Mio. US-Dollar Fördergelder zeigen, die das Konsortium R3 für die Finanzierung von unternehmensbezogenen Blockchain-Experimenten bei der US-Regierung beantragt hat. Die Investition fällt aber im Vergleich relativ gering aus, wenn sich die geschätzten jährlichen Einsparungen von 20 Mrd. US-Dollar bewahrheiten.<sup>14</sup> Die potenziellen Effizienzen, Kosteneinsparungen und eine erhöhte Sicherheit könnten der US-Regierung und -Industrie große Summen sparen. Dies könnte auch ein Beispiel für die deutsche Regierung und Industrie sein. In Anbetracht begrenzter Ressourcen könnten diese Technologien wirksam für kurz- und mittelfristigen Nutzen sorgen. Zielgerichtete Versuche könnten evaluieren, wo die Blockchain-Technologie einen transformierenden Langzeitnutzen schaffen kann.

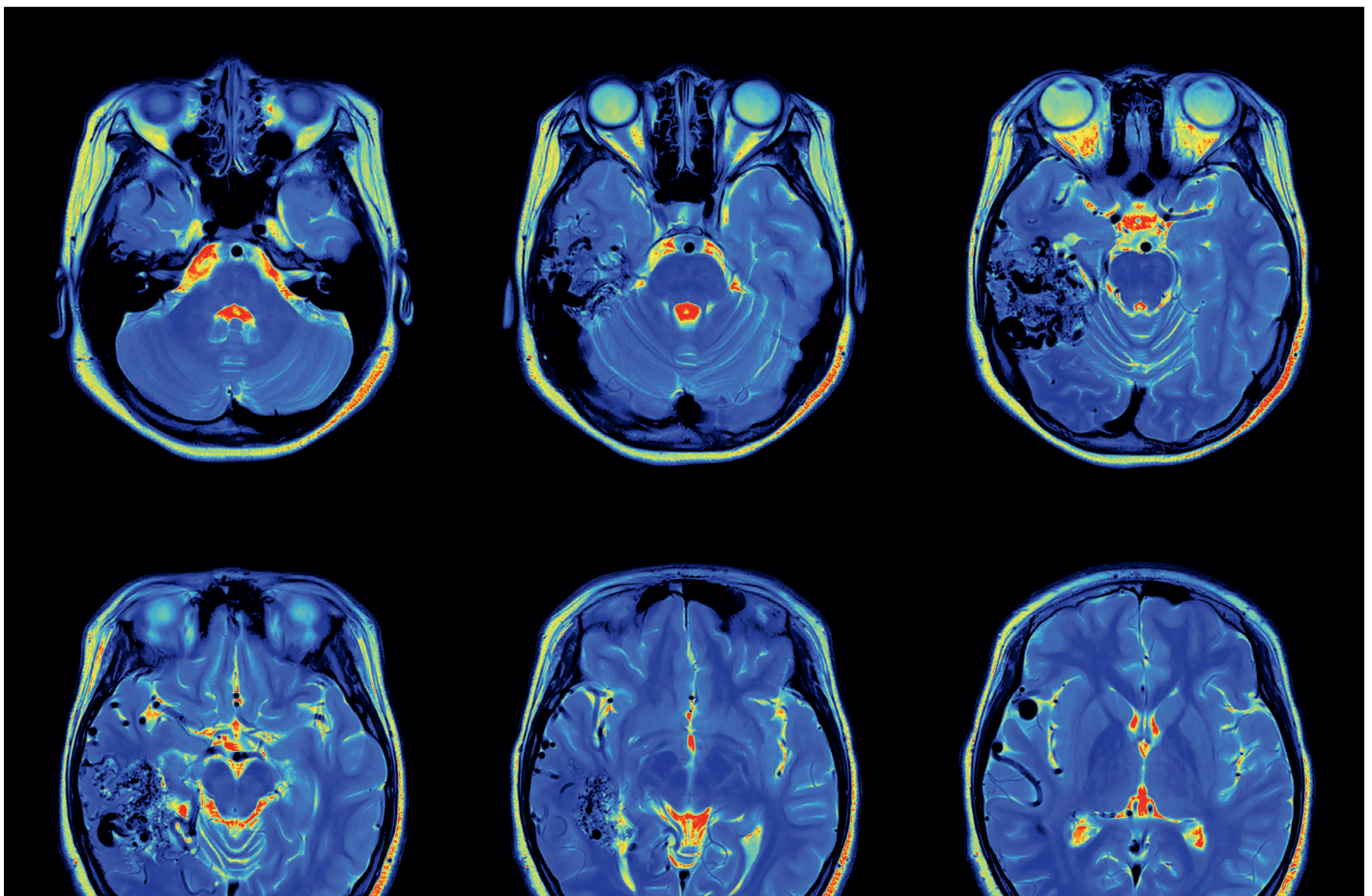
<sup>14</sup> Williams-Grut, O. (13. Mai 2016): Blockchain startup R3 is raising \$200 million from big banks – but one of them is 'throwing stones'. Aufgerufen am 3. August 2016, <http://www.businessinsider.com/blockchain-r3-raising-money-big-banks-pushback-2016-5>.

### Etablierung von Richtlinien einer Blockchain im Gesundheitssektor

Ähnlich wie beim Internet wächst das Potenzial der Blockchain mit der Anzahl an Netzwerkteilnehmern. Damit aber auch alle Teilnehmer einen Nutzen aus dem Netzwerk ziehen, bedarf es einer gemeinsamen Vorgehensweise. Richtlinien für eine Standardisierung und Datenspeicherung auf der Blockchain müssen geschaffen werden. Dabei muss festgelegt werden, welche Informationen auf der Blockchain oder extern und in welchem Format sie gespeichert werden sollten.

Auch wenn sich die Blockchain-Technologie noch im Entstehen befindet, bietet sie zahlreiche Möglichkeiten. Ein Blockchain-basierter, sicherer Austausch von Gesundheitsinformationen kann neue Einblicke in den Gesundheitszustand der Bevölkerung generieren und den Schritt in Richtung eines Value-based-Care-Systems unterstützen. Dank einer größeren Transparenz, eines größeren Vertrauens und leichteren Datenzugangs können somit auch Erkenntnisse bezüglich einer besseren Sicherheit, Effizienz, Qualität, Medikation usw. gesammelt werden.

Die Einsatzmöglichkeiten der Blockchain haben weitläufige und disruptive Auswirkungen für die Akteure des Gesundheitsökosystems. Die Kapitalisierung dieser Technologie hat das Potenzial, fragmentierte Systeme zu verbinden, neue Einblicke zu generieren und den Wert der medizinischen Behandlung zu ermitteln. Auf lange Sicht könnte ein landesweites Blockchain-Netzwerk die Effizienz verbessern und bessere Gesundheitsergebnisse für Patienten unterstützen.



# Glossar

## **Blockchain**

Ein geteilter, unveränderlicher Datensatz von Transaktionen, bestehend aus verbundenen Blöcken, der in einer dezentralen Datenbank gespeichert wird.

## **Private Blockchain**

B., bei der Teilnehmer von einer zentralen Instanz hinzugefügt werden müssen.

## **Public Blockchain**

B., mit der sich jeder verbinden kann.

## **Schlüssel**

Adressen, die zur Validierung und Absicherung von Transaktionen verwendet werden. Öffentliche Schlüssel können ausschließlich zur Verschlüsselung verwendet werden. Für das Entschlüsseln und Durchführen von Transaktionen ist ein privater Schlüssel nötig, mit dem der Accountbesitz verifiziert wird.

## **Knoten**

Ein mit dem Blockchain-Netzwerk verbundener Computer, der eine Kopie der öffentlichen Datenbank speichert.

## **Mining**

Der Prozess der Transaktionsvalidierung im Blockchain-Netzwerk.

# Ansprechpartner



**Dr. Sebastian Krolop**

Partner | Köln  
Life Sciences & Health Care Industry Lead  
Strategy & Operations  
Deloitte  
Tel: +49 (0)221 9732 4331  
skrolop@deloitte.de



**Florian Benthin**

Senior Manager | Hamburg  
Life Sciences & Health Care  
Technology Strategy & Architecture  
Deloitte  
Tel: +49 (0)40 32080 4803  
fbenthin@deloitte.de



**Theresa Koch-Büttner**

Manager | Berlin  
Life Sciences & Health Care  
Technology Strategy & Architecture  
Deloitte  
Tel: +49 (0)30 25468 5687  
tkoch-buettner@deloitte.de



**Dirk Siegel**

Partner | Frankfurt  
Leiter Deloitte Blockchain Institute  
Deloitte  
Tel: +49 (0)151 5800 2835  
disiegel@deloitte.de

Dieses White Paper wurde als Antwort auf den Ideenwettbewerb The Use of Blockchain in Health IT and Health-Related Research des Office of the National Coordinator for Health Information Technology (ONC) des Ministeriums für Gesundheitspflege und Soziale Dienste der Vereinigten Staaten entwickelt. Es wurde als eine der Siegerarbeiten aus über 70 Einreichungen von einem breiten Spektrum an Personen, Organisationen und Unternehmen, die allesamt Einsatzmöglichkeiten der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen beschrieben haben, ausgewählt.

#### **Autoren**

**RJ Krawiec**  
Principal

**Florian Quarre**  
Senior Manager

**Jason Killmeyer**  
Senior Consultant

**Dan Housman**  
Director

**Dr. Gregor-Konstantin Elbel**  
Partner

**Dan Barr**  
Manager

**Adam Israel**  
Consultant

**Mark White**  
Principal

**Allen Nesbitt**  
Manager

**Florian Benthin**  
Senior Manager

**Lindsay Tsai**  
Consultant

**Mariya Filipova**  
Senior Manager

**Kate Fedosova**  
Senior Consultant

**Dirk Siegel**  
Partner

**Theresa Euring**  
Manager

# Deloitte.

Deloitte bezieht sich auf Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“), eine „private company limited by guarantee“ (Gesellschaft mit beschränkter Haftung nach britischem Recht), ihr Netzwerk von Mitgliedsunternehmen und ihre verbundenen Unternehmen. DTTL und jedes ihrer Mitgliedsunternehmen sind rechtlich selbstständig und unabhängig. DTTL (auch „Deloitte Global“ genannt) erbringt selbst keine Leistungen gegenüber Mandanten. Eine detailliertere Beschreibung von DTTL und ihren Mitgliedsunternehmen finden Sie auf [www.deloitte.com/de/ueberUns](http://www.deloitte.com/de/ueberUns).

Deloitte bezieht sich auf Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“), eine „private company limited by guarantee“ (Gesellschaft mit beschränkter Haftung nach britischem Recht), ihr Netzwerk von Mitgliedsunternehmen und ihre verbundenen Unternehmen. DTTL und jedes ihrer Mitgliedsunternehmen sind rechtlich selbstständig und unabhängig. DTTL (auch „Deloitte Global“ genannt) erbringt selbst keine Leistungen gegenüber Mandanten. Eine detailliertere Beschreibung von DTTL und ihren Mitgliedsunternehmen finden Sie auf [www.deloitte.com/de/ueberUns](http://www.deloitte.com/de/ueberUns).

Deloitte erbringt Dienstleistungen in den Bereichen Wirtschaftsprüfung, Risk Advisory, Steuerberatung, Financial Advisory und Consulting für Unternehmen und Institutionen aus allen Wirtschaftszweigen; Rechtsberatung wird in Deutschland von Deloitte Legal erbracht. Mit einem weltweiten Netzwerk von Mitgliedsgesellschaften in mehr als 150 Ländern verbindet Deloitte herausragende Kompetenz mit erstklassigen Leistungen und unterstützt Kunden bei der Lösung ihrer komplexen unternehmerischen Herausforderungen. Making an impact that matters – für rund 263.900 Mitarbeiter von Deloitte ist dies gemeinsames Leitbild und individueller Anspruch zugleich.