



Schlussbericht zum Verbundvorhaben

Blockchain-basiertes Gesundheitsdatenmanagement für gesamtheitliche Gesundheitsprofile (BloG³)

im Rahmen der Förderbekanntmachung
„Digitale Plattformen: Interaktive Assistenzsysteme für den Menschen“

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Teilvorhaben:

„Gestaltung und Akzeptanz von Blockchain-basierten Gesundheitsdatenmanagementsystemen“

Förderkennzeichen: 16SV8371

Antragsteller:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Kaiserstr. 12
76131, Karlsruhe

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Ali Sunyaev
Tel: +49 721 608-46037
Fax: +49 721 608-46581
E-Mail: sunyaev@kit.edu



Inhaltsverzeichnis

I.	Kurze Darstellung	1
I.1	Aufgabenstellung	1
I.2	Voraussetzungen der Vorhabensdurchführung	2
I.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	2
I.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand	6
I.4.1	Wissenschaftlicher und technischer Stand zum Beginn des Vorhabens	6
I.4.2	Genutzte Konstruktionen, Verfahren, Schutzrechte	8
I.4.3	Verwendete Fachliteratur, Informations- und Dokumentationsdienste	8
II.	Eingehende Darstellung	9
II.1	Die erzielten Ergebnisse	9
II.2	Voraussichtlicher Nutzen / Verwertbarkeit der Ergebnisse	15
II.3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	16
II.4	Während der Durchführung bekannt gewordene Fortschritte bei anderen Stellen	17
II.5	Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse	18
	Literaturverzeichnis	19

I. Kurze Darstellung

I.1 Aufgabenstellung

Im Gesundheitswesen werden Informationen von unterschiedlichen Institutionen und Akteuren¹ erhoben und in heterogenen Systemen verteilt gespeichert. Diese Fragmentierung führt zu einem uneinheitlichen Bild der patientenbezogenen Gesundheitsdaten. Besonders beim Übergang der Patienten von einer stationären Behandlung im Krankenhaus zu Rehabilitationsmaßnahmen, Pflege oder der häuslichen Umgebung, sowie bei interdisziplinären Behandlungen durch verschiedene Akteure, entstehen Informationslücken und Medienbrüche. Zur Lösung dieses Problems sollte im Rahmen des Verbundvorhabens BloG³ eine digitale Plattform realisiert werden. Diese Plattform zielt darauf ab, Patienten trotz dezentraler Speicherung der Daten einen transparenten Zugang zu den eigenen Gesundheitsdaten zu ermöglichen. Dabei sollen die Daten einer Person stets eindeutig zugeordnet werden können, auch wenn sie von externen Systemen generiert und verwaltet werden. Im Mittelpunkt stehen Patienten, die die Kontrolle über den Zugriff auf ihre persönlichen Daten selbst übernehmen können. Dies erlaubt es den Patienten, zu entscheiden, welche Daten sie mit welchen Akteuren in ihrem Netzwerk teilen möchte.

Die geplante Lösung beinhaltet eine Software-Plattform mit einem Blockchain-basierten dezentralen Daten- und Zugriffsrechteverwaltungssystem. Dieses System soll den Mehrwert der Zusammenführung verschiedener Datenquellen widerspiegeln. Dazu wird ein Ökosystem zur Integration unterschiedlicher Systeme aufgebaut, einschließlich repräsentativer Systeme für das Behandlungs-, Entlass- und Nachsorgemanagement in Deutschland. Weiterhin wird eine Applikation für Patienten entwickelt, die als Schnittstelle zur Zugriffsverwaltung dient und es ermöglicht, Gesundheitsdaten einzusehen und durch Zusatzdienste zu erweitern.

Das Hauptziel des Teilvorhabens „Gestaltung und Akzeptanz von Blockchain-basierten Gesundheitsdatenmanagementsystemen“ besteht darin, einen Beitrag zur Gestaltung und Akzeptanz von Blockchain-basierten Plattformen im Gesundheitswesen zu leisten. Dementsprechend sind die zentralen Aufgaben wie folgt definiert:

- Identifikation von Anforderungen an die Architektur von Blockchain-Plattformen
- Gestaltung einer Systemarchitektur für eine Blockchain-basierte Plattform im Gesundheitswesen
- Untersuchung der Nutzerperspektiven und -wahrnehmung von verschiedenen Nutzergruppen im Gesundheitswesen (z. B. Patienten, medizinisches Fachpersonal)
- Erforschung von Anreizmechanismen zur kontinuierlichen Nutzung Blockchain-basierter Plattformen im Gesundheitswesen

Im Rahmen des Verbundvorhabens übernimmt das KIT eine Schnittstellenfunktion. In Zusammenarbeit mit Projektpartnern wird die Architektur der BloG³-Plattform konzipiert. Dabei liegt ein Fokus auf der Auswahl eines passenden Designs für die Distributed Ledger Technology (DLT) als Basis der Blockchain und auf der Erhebung von Anforderungen für sowohl die zu entwickelnden Teilsysteme als auch das Gesamtsystem, um die Nutzerakzeptanz sicherzustellen. Die Integration der entwickelten Teilsysteme zu einem

¹ Zur besseren Lesbarkeit wird in dem vorliegenden Bericht auf die gleichzeitige Verwendung männlicher, weiblicher und diverser Sprachformen verzichtet. Es wird das generische Maskulinum verwendet, wobei ausdrücklich alle Geschlechter gleichermaßen gemeint sind.

Gesamtsystem sowie die Schaffung der Demonstrator- und Evaluationsumgebung gehören ebenfalls zum Aufgabenbereich des KIT. Im Projektverlauf ist ein Teil der Blockchain-Plattform vom KIT zu betreiben, um das Gesamtsystem zu demonstrieren und die Evaluation durchzuführen. Ein Schwerpunkt des Teilvorhabens liegt auf der Evaluation des Gesamtsystems aus den Perspektiven Technik, Organisation und Nutzer. Dabei werden besonders die Akzeptanz des Systems in Form von Nutzerstudien und die Wirksamkeit möglicher Anreizmechanismen zur Nutzung des Systems untersucht.

I.2 Voraussetzungen der Vorhabensdurchführung

Die erfolgreiche Durchführung eines Vorhabens zur Gestaltung und Akzeptanz von Blockchain-basierten Gesundheitsdatenmanagementsystemen erfordert ein fundiertes Verständnis und eine sorgfältige Berücksichtigung verschiedener Aspekte. Von technischen Rahmenbedingungen über organisatorische Strukturen bis hin zu datenschutzbezogenen Anforderungen sind verschiedene Faktoren entscheidend, um eine ganzheitliche Lösung zu entwickeln, die sowohl den technologischen Herausforderungen als auch den ethischen und gesetzlichen Erwartungen gerecht wird. Im Folgenden werden die Voraussetzungen näher erläutert.

Aus der technischen Perspektive ist zunächst eine solide technische Expertise in den Bereichen DLT, Datenverschlüsselung und Zugriffsmanagement unerlässlich. Insbesondere ist ein Verständnis der möglichen Designs von Blockchains (z. B. Ethereum, Hyperledger Fabric), der zugehörigen Eigenschaften sowie ihrer Vor- und Nachteile für die Gesundheitsdatenverwaltung von wesentlicher Bedeutung. Die Expertise ist darüber hinaus mit der Bereitstellung der benötigten Ressourcen für die Plattformentwicklung und Systemintegration verbunden, einschließlich qualifizierter Entwickler und geeigneter technologischer Infrastruktur.

Die organisatorische Perspektive erfordert eine enge Zusammenarbeit und klare Struktur. Ein interdisziplinäres Team, das Experten aus den Bereichen Medizin, Informatik, Datenschutz, Benutzererfahrung und Projektmanagement umfasst, ist erforderlich, um die unterschiedlichen Anforderungen des Projekts zu erfüllen. Offene Kommunikation und enge Zusammenarbeit mit Projektpartnern sind notwendig, um Feedback zu erhalten und das Projekt in die gewünschte Richtung zu lenken. Zum Beispiel sind diverse bestehende Systeme in das BloG³-Gesamtsystem zu integrieren und nur die jeweiligen Projektpartner beherrschen die Kenntnisse ihrer eigenen bestehenden Systeme. Die Interoperabilität des Gesamtsystems und die erfolgreiche Integration setzt die reibungslose Zusammenarbeit innerhalb des Projekts voraus.

Auch die Datenschutzaspekte müssen sorgfältig berücksichtigt werden. Die Verarbeitung von Gesundheitsdaten unterliegt strengen Datenschutzbestimmungen (u.a., DSGVO). Die Plattform muss sich an die geltenden Datenschutzgesetze, unter anderen die Nutzerrechte halten (z. B., Rechte auf Datenlöschung, Ankunftsrecht) und Mechanismen zur Einholung und Verwaltung von Einwilligungen der Patienten implementieren.

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Im Rahmen des Verbundvorhabens waren insgesamt neun Arbeitspakete (APs) vorgesehen. Im Folgenden werden die Arbeitspakete jeweils beschrieben und insbesondere detailliert

dargelegt, welche Aufgaben das KIT im Rahmen der jeweiligen Arbeitspakete übernommen hat.

AP0: Projektmanagement und Querschnittsaktivitäten

Unter der hauptverantwortlichen Leitung des FZI Forschungszentrum Informatik (FZI) wurden in AP0 sämtliche Projektmanagement- und Querschnittsaktivitäten zusammengefasst. Die Ziele des AP beinhalteten die Gesamtkoordination aller Arbeiten, die Vor- und Nachbereitung regelmäßiger Projektkonferenzen und Konsortialtreffen, das Aufsetzen einer Infrastruktur zum Austausch von Teilergebnissen und Informationen zwischen den Projektpartnern, sowie sämtliche Tätigkeiten der Außendarstellung (z. B. Projektwebseite).

Die Tätigkeiten des KIT im Rahmen des AP0 beinhalteten die regelmäßige Mitwirkung an der Abstimmung zwischen Projektpartnern mit Fokus auf Technologieanforderungen und die Machbarkeit der Umsetzung (AP0.1) und eine Beteiligung an der Stakeholder- und Risikoanalyse, insbesondere im Hinblick auf die soziotechnischen Aspekte der zu konzipierenden Systemarchitektur (AP0.2).

AP1: Prozess- und Anforderungsanalyse

AP1 wurde unter der Leitung von Charité Universitätsmedizin Berlin (CUB) durchgeführt. Die Ziele des Arbeitspaketes beinhalteten die Analyse und formale Beschreibung der komplexen sektorenübergreifenden Betreuung von Tumorpatienten, inklusive des Entlass-, Behandlungs- und Nachsorgeprozesses. Hierbei sollten insbesondere die unterschiedlichen Rollen der einzelnen in dem Prozess involvierten Akteure hinsichtlich ihrer Aufgaben und Rechte aufgearbeitet werden. Des Weiteren war es ein Ziel von AP2 praxistaugliche Nutzeranforderungen an einen digitalen Datenaustausch und patientenspezifische Gesundheitsprofile für verschiedene Stakeholder (z. B., Patienten, Krankenhäuser, Pflegekräfte) zu erheben. Zudem sollte der aktuelle Stand vorhandener Soft- und Hardwareinfrastrukturen für das BloG³-Anwendungsszenario analysiert und die gesetzlichen Rahmenbedingungen (u.a. EU-DSGVO, § 630g BGB) aufgearbeitet werden. Schließlich beinhaltete AP2 die Entwicklung von Ethikanträgen und die Analyse der Auswirkungen der erhobenen Anforderungen auf den Behandlungs- und Pflegeprozess.

Die Aufgaben des KIT in AP1 beinhaltete die Beteiligung an der Ausarbeitung eines Ethikantrags, insbesondere im Hinblick auf die Nutzung von Patienteninformationen im Projekt vor dem Hintergrund von Datenschutzaspekten (AP1.1). Außerdem wurde eine Beteiligung des KIT an der Konzeption eines geeigneten Zugriffsrechtmanagementverfahrens unter Berücksichtigung von Datenschutzrahmenbedingungen beschlossen (AP1.3). Das KIT beteiligte sich weiterhin an der Analyse von Soft- und Hardware-Infrastrukturen im Projektumfeld, insbesondere um einen Überblick für die Integration zu einem Gesamtsystem in AP5 zu bekommen (AP1.5). Schließlich beteiligte sich das KIT an der systematischen Erhebung praxistauglicher Nutzeranforderungen mit besonderem Fokus auf Anforderungen an soziotechnische Systeme (AP1.11).

AP2: Systemkonzeption und -entwicklung für Blockchain, Service und Application Layer

AP2 wurde unter hauptverantwortlicher Leitung von der CircularTree GmbH (CT) durchgeführt. Ziel des Arbeitspaketes war es zunächst eine Auswahl eines passenden DLT-Designs unter

Berücksichtigung von Trade-Offs zu treffen (Kannengießer et al., 2020). Auf dieser Basis sollten Konzeptionen für die sichere Ablage von Zugangs- und Zugriffsinformationen auf Gesundheitsdaten, des Nutzer-, Rollen- und Zugriffsrechteverwaltungssystems, des Zugriffsverwaltungssystems für die Datenhaltungssysteme, und einer geeigneten API zur Abbildung der in AP1 erarbeiteten Prozesse auf Smart Contracts erarbeitet werden. Schließlich wurde eine prototypische Implementierung der konzipierten Lösung angestrebt.

Im Rahmen von AP2 übernahm das KIT unterschiedliche Aufgaben. Zunächst unterstützte das KIT die CT als Hauptverantwortliche bei der Analyse und Auswahl eines geeigneten DLT-Designs (AP2.1), bei der Bewertung und Auswahl von sicheren Informationsablagemöglichkeiten (AP2.2) und bei der Konzeption und Aufbau des Blockchain-Netzwerks im Hinblick auf die Integration des Gesamtsystems in AP 5 (AP2.6 & AP2.7). Außerdem unterstützte das KIT das FZI bei der Auswahl geeigneter Schnittstellen- und Datenformate für die Datenhaltungssysteme (AP2.3) und bei der Erarbeitung eines API-Konzepts zur Integration der einzelnen Teillösungen (AP2.4). Schließlich beteiligte sich das KIT an der Abstimmung der Schnittstellen, damit diese von der in AP2.4 erarbeiteten API eingebunden werden konnten (AP2.5).

AP3: Konzeption und Entwicklung der Serviceplattformen

AP3 wurde unter der Leitung von der nubedian GmbH (NUB) durchgeführt und befasste sich mit der Konzeption und prototypischen Entwicklung der Serviceplattformen. Insbesondere sollten im Rahmen von AP3 folgende Serviceplattformen konzipiert und entwickelt, bzw. erweitert werden: Entlassmanagement-Serviceplattform für das Krankenhaus (NUB), Pflegesoftware von der C&S Computer und Software GmbH (C&S), easierLife-System zur Anbindung medizinischer Sensor- /Akteursysteme von der easierLife GmbH (EL), und ITK HealthCloud zur Datenanalyse von der ITK Engineering GmbH (ITK). Das KIT war an den Arbeiten im Rahmen von AP3 nicht unmittelbar beteiligt, stand den Projektpartnern für Nachfragen aber selbstverständlich zur Verfügung.

AP4: Zugriffsmanagement und Patienten-App

Unter der Leitung von EL befassten sich die Arbeiten in AP4 insbesondere mit der Patienten-App. Hierfür sollte zunächst ein Konzept zur Abbildung der Dateneinsicht und des Zugriffsmanagements in einer mobilen Applikation, ein Anwendungs-Design auf Basis von Mockups, und ein sicherer Authentisierungs-, Authentifizierungs- und Autorisierungs-Mechanismus entwickelt werden. Schließlich wurde die konzipierte Lösung prototypisch umgesetzt, wobei insbesondere eine Schnittstelle zum Nutzer-/Rollen- sowie dem Zugriffsrechteverwaltungssystem über die Application Layer aus AP 2 implementiert werden sollte. Das KIT war an den Arbeiten in AP4 nicht unmittelbar beteiligt, stand den Projektpartnern für Nachfragen aber selbstverständlich zur Verfügung.

AP5: Integration der entwickelten Teilsysteme und Demonstratoraufbau

AP5 wurde unter hauptverantwortlicher Verantwortung des KIT durchgeführt. Inhaltlich beschäftigten sich die Arbeiten im Rahmen von AP5 mit der Integration der entwickelten Teilsysteme und dem Aufbau eines Demonstrators. Die Ziele von AP5 beinhalteten die Entwicklung eines Schnittstellen- und Integrationskonzepts, das Aufsetzen einer Evaluations- und Demonstrations-Umgebung, die Integration der in AP2-AP4 implementierten Teillösungen,

den Betrieb des Gesamtsystems, sowie die iterative Anpassung auf Basis von Evaluationsergebnissen. Schließlich war eine Dokumentation des Aufbaus und der Demonstrationsszenarien in Vorbereitung auf AP6 vorgesehen.

Das KIT übernahm die organisatorische Gesamtleitung von AP5 und übernahm darüber hinaus folgende Aufgaben. Zunächst organisierte und leitete das KIT Fokusgruppen-Workshops mit den beteiligten Projektpartnern zur gemeinsamen Entwicklung des Integrationskonzeptes (AP5.1). Außerdem hat das KIT die Evaluations- und Demonstrationsumgebung auf Basis des in AP2 konzipierten Systems und des in AP5.1 entwickelten Integrationskonzeptes aufgesetzt (AP5.2). Des Weiteren beteiligte sich das KIT an der Integration der erarbeiteten Teillösungen des Blockchain Layer, Service Layer und Application Layer zu einem Gesamtsystem in Form eines nutzbaren Demonstrators (AP5.4). Nach der Evaluation im AP6 organisierte das KIT einen Fokusgruppen-Workshop mit den beteiligten Projektpartnern zur gemeinsamen Diskussion der Evaluationsergebnisse, um Vorschlägen zur Anpassung des Demonstrators zu erarbeiten (AP5.9).

AP6: Evaluation

AP6 wurde unter Leitung des KIT durchgeführt und befasste sich inhaltlich mit der Evaluation des Gesamtsystems. Die Ziele des Arbeitspaketes beinhalten die technische Validierung des Systems anhand von Simulationen, eine Usability-Bewertung der Patienten-App, die Definition von Evaluationskriterien und die Durchführung einer Evaluationsstudie. Außerdem sollte eine Bewertung der Patienten-Compliance und möglicher Anreizsysteme vorgenommen werden und schließlich eine allgemeine Bewertung der Eignung der DLT für den Datenaustausch im Gesundheitswesen bzgl. Nutzen und Akzeptanz erfolgen.

Neben der Gesamtleitung von AP6 übernahm das KIT weitere umfangreiche inhaltliche Aufgaben. Zunächst organisierte und leitete das KIT Fokusgruppen-Workshops mit den beteiligten Projektpartnern zur gemeinsamen Entwicklung eines Testkonzepts (AP6.1). Außerdem führte das KIT gemeinsam mit den beteiligten Projektpartnern die technische Validierung des entwickelten Gesamtsystems (AP6.3) und eine Usability-Studie der relevanten Systembestandteile (AP6.4) durch. Weiterhin organisierte das KIT einen Fokusgruppen-Workshop mit den beteiligten Projektpartnern zur gemeinsamen Entwicklung von Evaluationskriterien (AP6.5) und einen Workshop zur gemeinsamen Entwicklung des Designs der Evaluationsstudie (AP6.6). Auf Basis der Ergebnisse aus AP6.5 und AP6.6 entwickelte das KIT schließlich einen Interview-Leitfaden (AP6.7) und begleitete die Evaluationsstudie in Form von semi-strukturierten Interviews mit allen Projektbeteiligten und Nutzern des Systems (AP6.8-AP6.10). Zum Abschluss des AP6 organisierte das KIT einen Fokusgruppen-Workshop mit allen Projektpartnern für den Austausch bisheriger Forschungsergebnisse und die Ableitung von Handlungsempfehlungen für den Einsatz von DLT im Gesundheitswesen (AP6.11).

AP7: Geschäftsmodell- und Governanceanalyse

AP7 wurde unter der Leitung von FUB durchgeführt. Die Zielsetzung von AP7 umfasste die Analyse etablierter intersektoraler Strukturen von Leistungserbringern in der aktuellen Versorgungsrealität sowie die Ableitung potenzieller Geschäftsmodellinnovationen durch die Blockchain-Lösung. Außerdem sollten mögliche ökonomische Implikationen abgeleitet und Veränderungen formeller und informeller Governance-Strukturen analysiert werden.

Schließlich galt es Handlungsempfehlungen auf Grundlage der jeweiligen Erhebungs-, Analyse- und Workshop Ergebnisse in einem Maßnahmenkatalog zusammenzufassen. Das KIT war an den Arbeiten im Rahmen von AP7 nicht beteiligt, stand den Projektpartnern für Nachfragen aber selbstverständlich zur Verfügung.

AP8: Transfer und Verwertung

Unter der Leitung von FUB beschäftigten sich die Arbeiten in AP8 mit Möglichkeiten von Transfer und Verwertung. Im besonderen Fokus stand die Analyse diverser Skalierungs-, Transfer- und Verwertungspotenziale der Blockchain-Lösung für Onkologie im deutschen Gesundheitswesen und die Analyse des notwendigen und sich sukzessive entwickelnden Service-/Innovations-Ökosystems aus Sicht diverser Stakeholder im deutschen Gesundheitssystem. Im Rahmen von AP8 unterstützte das KIT bei der Einbindung mit Experten und Erarbeitung relevanter Skalierungs-, Transfer- und Verwertungsoptionen (AP8.1). Außerdem unterstützte das KIT bei der Reflexion der Ergebnisse und Ableitung von Handlungsempfehlungen, insbesondere in Hinblick auf eine starke Akzeptanz von Patienten, Ärzten, und weiteren Stakeholdern (AP8.3).

I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Der ausführliche Stand der Wissenschaft und Technik ist in der Gesamtvorhabenbeschreibung dargestellt. Der für das Teilvorhaben relevante Teil ist nachfolgend beschrieben.

I.4.1 Wissenschaftlicher und technischer Stand zum Beginn des Vorhabens

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl von wissenschaftlichen Studien durchgeführt, um die Eignung von Blockchain-Technologien im Gesundheitssystem zu erforschen (Hussien et al. 2019). Veröffentlichte Literaturanalysen geben einen Überblick über Blockchain-Anwendungsfälle im Gesundheitswesen und konzentrieren sich dabei auf die Zwecke der Einführung von Blockchain, z. B. Zugangskontrolle, Interoperabilität, Datenintegrität (vgl. Kuo et al., 2017; Mackey et al., 2019). Häufig genannte Anwendungsszenarien für Blockchain im Gesundheitswesen sind dabei die Realisierung von Telegesundheitsdiensten, die Unterstützung biomedizinischer Forschung, die Verbesserung sicherer Versorgungsketten in der Pharmaindustrie, und die Verbreitung von patientenzentriertem Gesundheitsdatenmanagement (Hasselgren et al., 2020).

Die dynamische Landschaft der Blockchain-Lösungsentwicklung im Gesundheitswesen wird durch verschiedene Initiativen von Forschungseinrichtungen und Unternehmen geprägt. Ein bemerkenswertes Beispiel ist das Projekt MedRec am Massachusetts Institute of Technology (Azaria et al., 2016). Dieses Projekt zielt darauf ab, die Verwaltung und den Austausch von elektronischen Gesundheitsdaten mithilfe eines unveränderlichen Protokolls zur Vergabe von Authentifizierungsberechtigungen zu ermöglichen (Azaria et al., 2016). Die Plattform ermöglicht einen gemeinsamen Datenaustausch, der jedoch auch außerhalb der Blockchain synchronisiert werden kann. Die Technologie basiert auf dem Ethereum-Protokoll, das Proof-of-Work-Konsensverfahren nutzt. Dieses Konzept versucht, Forschungs- und Rechenressourcen für Transaktionen zu nutzen und bietet Anreize in Form von anonymisierten Daten für die Forschung. Auf Grundlage des MedRec Konzepts wurde das Unternehmen SimplyVital Health gegründet, das sich vorgenommen hat, die intersektorale

Kommunikation im Gesundheitswesen in den USA mithilfe des Health Nexus Blockchain-Protokolls zu verbessern (Damiani, 2017). Dieses Protokoll baut ebenfalls auf dem Ethereum-Netzwerk auf, verwendet jedoch "Health Cash" als Anreizmechanismus für Transaktionsgebühren. Dieser Ansatz eröffnet potenziell neue Umsatzquellen für sowohl Dienstleister als auch Patienten und strebt eine verbesserte Verwaltung von Gesundheitsdaten sowie darauf aufbauenden Analysemöglichkeiten für die Verbesserung der Pflege- bzw. Versorgungsqualität an, während gesetzliche Datenschutzbestimmungen wie der Health Insurance Portability and Accountability Act beachtet werden.

Das Projekt MediLedger setzt auf die Nutzung der Blockchain zur Rückverfolgbarkeit verschreibungspflichtiger Medikamente, um die Anforderungen des Drug Supply Chain Security Act zu erfüllen und die Eigentumsrechte von Medikamenten zu verfolgen. Die Arbeitsgruppe schlägt eine Permissioned Blockchain mit einem kryptographischen Zero-knowledge Proof vor (Reitwiessner, 2016). Um ein sicheres Blockchain-Netzwerk aufzubauen, wurde eine Systemarchitektur entwickelt, welche die Handhabung einer serialisierten Einheit ermöglicht. Die serialisierte Einheit kann als sog. non-fungible Token (NFT) übertragen werden, wobei die Übertragung an sich durch einen auf der Blockchain bereitgestellten Smart Contract geregelt wird. Das System stellt außerdem sicher, dass nur ein autorisierter Hersteller eines bestimmten Produkts seine eigenen serialisierten Einheiten auf der Blockchain bereitstellen kann.

Wie die angeführten Beispiele zeigen, beginnen internationale Organisationen damit das Potential dieser Technologie für das Gesundheitswesen zu erschließen. Meistens befinden sich diese Projekte aber in einem frühen Stadium, nur wenige erreichen bisher den Pilotstatus (Lacity, 2018). Deshalb muss die Übertragbarkeit der Potentiale dieser Lösungen auf das (deutsche) Gesundheitswesen weiter erforscht werden.

Die Entwicklung der DLT wie Blockchain-basierte Plattformen begründet den Auftakt in eine neue Form Zusammenarbeit zwischen Organisationen selbst und zwischen Organisationen und Endkonsumenten für die Digitalisierung. Diese Zusammenarbeit ist vor allem geprägt durch die Demokratisierung der Datennutzung und von der Schaffung von Transparenz. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage nach der Akzeptanz der DLT auf Seiten von Organisationen als auch auf Seiten der Endkonsumenten. Verschiedene Umfragen zwischen 2015 und 2018 berichten, dass bereits etwa 50 % aller befragten Konsumenten Bitcoin (Abramova & Böhme, 2016; Henry et al., 2018) und etwa 30 % die DLT unter dem Begriff Blockchain kennen (Inhoffen, 2017). Aus einer Analyse von Fallstudien und Interviews mit Experten in der DLT ergab sich ein Überblick von (potenziellen) Akzeptanztreibern im Finanzbereich (Folkinshteyn & Lennon, 2016), z. B. einfache Nutzbarkeit durch OpenSource der Software zum Aufsetzen von DLT und kostengünstige Transaktionen. Woodside et al. (2017) diskutieren den Stand der Einführung von DLT bei Unternehmen aus Managementsicht. Dabei wurden sowohl Treiber (z. B. Transparenz, Kosten, Benutzerkontrolle) als auch Herausforderungen (z. B. Regulierungsstatus, Privatsphäre und Sicherheit) bei der Einführung von DLT zusätzlich zu verbraucherorientierten Untersuchungen einbezogen. Die Adoptionsmotive von Unternehmen unterscheiden sich dabei jedoch von denen der Verbraucher. Dabei stellt sich auch die Frage nach der Bereitschaft und Flexibilität von Organisationen in Bezug auf Umstrukturierungen, die aufgrund des kollaborativen Charakters der DLT notwendig sind. Auf der Ebene der Anwendungen entwickeln Francisco and Swanson

(2018) ein konzeptionelles Modell zur Erklärung des Einsatzes von Supply Chains, dass insbesondere die Relevanz der Transparenz eines Systems herausstellt. In diesem Zusammenhang wurde Transparenz im Supply Chain Management als direkter Faktor erkannt, der US-amerikanische und indische Supply-Chain-Experten zur Nutzung von DLT veranlasst (Queiroz & Wamba, 2019). Überraschenderweise zeigt ihre Umfrage keinen signifikanten Effekt der Transparenz auf die Nutzungsabsicht und bestätigt nur teilweise die Relevanz einiger Akzeptanzkonstrukte (insb. von "Facilitating Conditions" und "Social influence") sowie das Vertrauen der Stakeholder eines Distributed Ledgers in die Akzeptanzabsicht. Als mögliche Ursache dafür nennen die Autoren ein geringes Bewusstsein für DLT und kulturelle Unterschiede. Zudem wurde die Akzeptanz von DLT bereits in anderen Kontexten untersucht, wie z. B. Kryptowährungen (Abramova & Böhme, 2016; Kumpajaya & Dhewanto, 2015).

Während sich in den zuvor genannten Anwendungsbereichen der DLT private Personen eine eher nachgelagerte Rolle spielen, stellt das Gesundheitswesen einen höchst sensiblen und signifikant anderen Anwendungsbereich der DLT dar. Patienten und der Schutz ihrer Privatsphäre stehen im Mittelpunkt des Systemdesigns und bedürfen besonderer Berücksichtigung bei der Anforderungsanalyse, um die Akzeptanz kostensparender und transparenzschaffender Systeme zu erhöhen.

I.4.2 Genutzte Konstruktionen, Verfahren, Schutzrechte

Sämtliche Projektergebnisse des KIT, die in diesem Teilvorhabens entwickelt und in Ergebnisdokumenten beschrieben sind, enthalten immer auch die relevanten Querverweise auf die genutzten Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte. Auf eine umfassende Auflistung wird an dieser Stelle daher bewusst verzichtet.

I.4.3 Verwendete Fachliteratur, Informations- und Dokumentationsdienste

Im Rahmen des Projektes wurde ein intensives Literaturstudium betrieben, um bspw. die grundlegenden Eigenschaften verschiedener DLT-Designs zu verstehen (Kannengießer et al., 2020), die bestehenden Blockchain-Lösungen im Gesundheitswesen zu ermitteln (Hasselgren et al., 2020; Hussien et al., 2019) und die Einflussfaktoren für die Nutzerakzeptanz innovativer Plattformen wie Blockchain-basierte Lösungen zu analysieren (Venkatesh et al., 2012). Gemäß den Richtlinien für eine gute wissenschaftliche Praxis wurde die verwendete Fachliteratur in allen Projektergebnissen und Veröffentlichungen an den entsprechenden Textstellen zitiert und kenntlich gemacht. Zur Unterstützung der systematischen Literaturanalyse wurden typische digitale Literaturdatenbanken der Fachbereiche Informatik, Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftswissenschaften genutzt, darunter bspw.:

- Elektronische Zeitschriftenbibliothek (EZB)
- Elektronische Publikationen des Springer Verlags
- AIS Electronic Library (AISeL)
- ACM Digital Library
- IEEE Xplore Digital Library
- EBSCOhost
- Science Direct

Weitergehende Informations- und Dokumentationsdienste wurden nicht in Anspruch genommen.

II. Eingehende Darstellung

Die Übersicht der Ergebnisse zum Forschungsprojekt BloG³ wird im Schlussbericht des FZI als Konsortialführung angeboten. Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse des Teilvorhabens des KIT dargestellt.

II.1 Die erzielten Ergebnisse

Arbeitspaket 1: Prozess- und Anforderungsanalyse

Auf Basis von diversen Expertenworkshops sind Entlass-, Behandlungs- und Nachsorgeprozesse beschrieben und praxistaugliche Nutzeranforderungen aus verschiedenen Stakeholderperspektiven erhoben worden. Insbesondere wurden Patienten der Charité durch eine Befragung mit den im Arbeitspaket 4 erstellten klickbaren Mockups zur Ermittlung der Nutzeranforderungen eingebunden. Das KIT hat die CUB bei dem Design von Mockups und der Umfrage, der Rekrutierung von Teilnehmern für die Umfrage, sowie der Ausarbeitung der rechtlichen Dokumente für die Ethikkommission unterstützt.

Daneben wurden mögliche Use Cases für den Einsatz von Blockchain in mehreren Konsortien-übergreifenden Workshops evaluiert und durch die Einbindung von Patientenvertretern des „Haus der Krebsselfhilfe“ und dem Patientenbeirat des Charité Comprehensive Cancer Center validiert. Hierbei ließ sich schließlich der lückenlose sektorübergreifende Datenzugriff priorisieren. Das KIT hat sich an der Analyse von Soft- und Hardware-Infrastrukturen im Projekt sowie Konzeption eines Zugriffsmanagementverfahrens in Hinblick auf die Anforderungen unterschiedlicher Stakeholder beteiligt. Die Details zu den einzelnen Ergebnissen werden in dem Bericht der CUB als Hauptverantwortlicher des APs und vom FZI als Konsortialführung beschrieben.

Arbeitspaket 2: Systemkonzeption und -entwicklung für Blockchain, Service und Application Layer

Im Rahmen dieses Arbeitspakets hat das KIT die CT als Hauptverantwortliche bei der Erarbeitung der Systemarchitektur unterstützt. Insbesondere hat das KIT vorhandene Blockchain-basierte Lösungen für das Zugriffsmanagement im Gesundheitswesen ausgewertet. Hinsichtlich der fachlichen und technischen Anforderungen wurde die Systemstruktur unter Beteiligung des KIT in mehreren Iterationen erarbeitet. Das BloG³-System besteht grundsätzlich aus vier wesentlichen Komponenten: Patienten-App, Identity Ledger, Mediator Network und Connector. Das finale Systemkonzept wird durch die Abbildung 1 nach dem C4-Modellstandard visualisiert. Hyperledger Indy wurde für die Umsetzung der vom World Wide Web Council (W3C) verabschiedeten Standards für Decentralized Identifiers (DIDs) und Verifiable Credentials (VCs) ausgewählt. Ein Demonstrator für das Mediator Network wurde von der CT entwickelt, wobei das KIT im Hinblick auf die Integration des Gesamtsystems unterstützt hat.

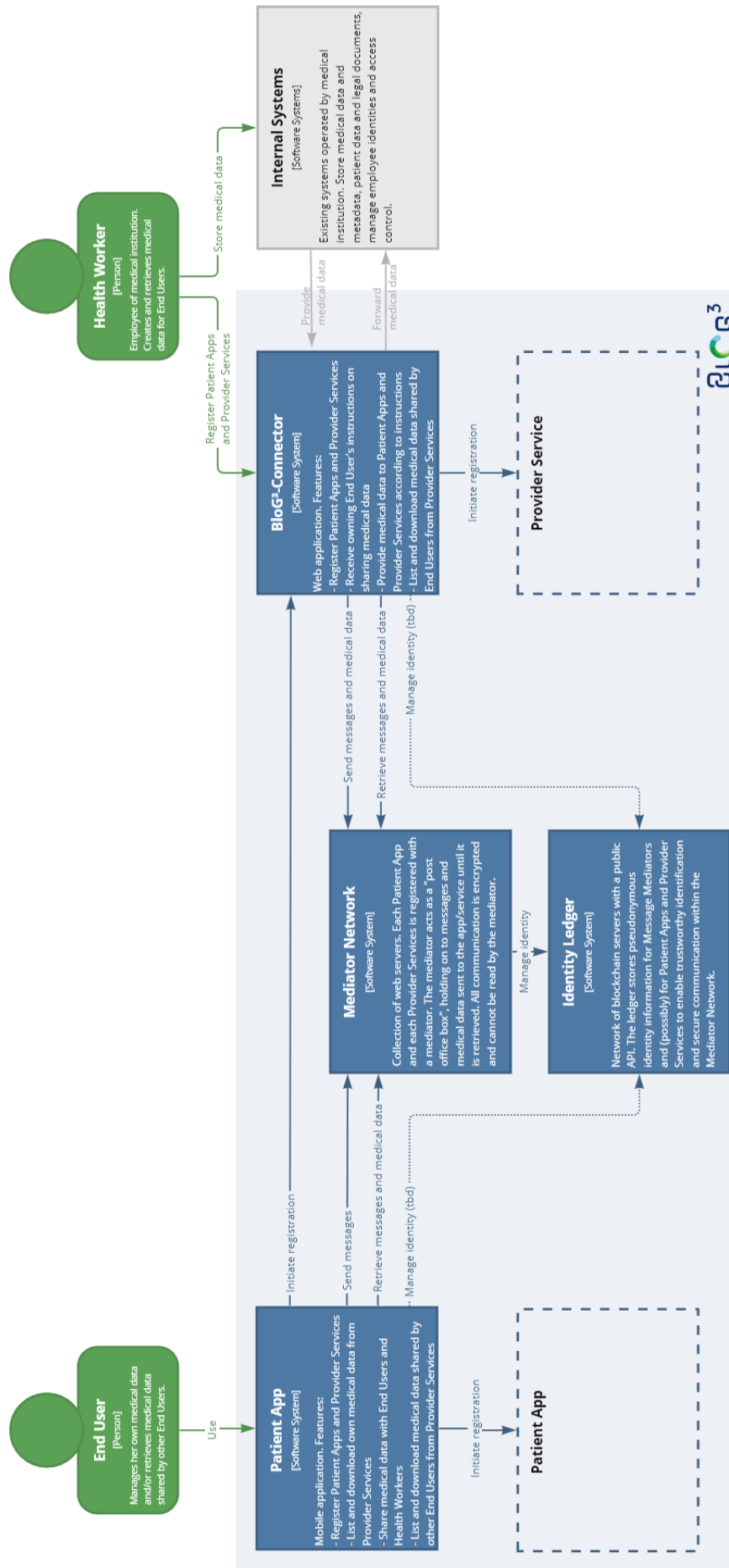


Abbildung 1: Das BloG³-Systemarchitektur nach dem C4-Modelstandard

Arbeitspaket 5: Integration

Anhand der im AP 1 identifizierten Use Cases wurden **Peer-to-Peer-Registrierung**, **Dokumenten-anfrage** und **-freigabe** als Hauptfunktionen des BloG³-Gesamtsystems definiert. Zur Aufnahme der Anforderungen für die Integration hat das KIT sechs Fokusgruppen-Workshops mit den betroffenen Projektpartnern auf Basis der gezielten Hauptfunktionen durchgeführt.

Darauf basierend hat das KIT das Integrationskonzept entworfen, in dem folgende Punkte festgelegt werden:

- **Datenstandard:** Die durch das BloG³-System auszutauschenden Daten werden gemäß dem **FHIR Standard** (Version: **Release #4** vom Oktober 2019) bereitgestellt. Die Übermittlung der bereitgestellten Daten sowie ihre Metadaten werden gemäß der Spezifikation für DIDComm-Messaging erfolgen.
- **Schnittstellen:** Die bestehenden IT-Systeme (wie z. B. HealthCloud, C&S Pflegesoftware) der Praxispartner werden via **RESTful API** mit dem BloG³-System integriert. Innerhalb des BloG³-Systems werden Aries Agents für die Kommunikation zwischen Hyperledger Indy und den Connector implementiert.
- **Nutzer-Identifikation:** In der Prototyp-Phase besitzt jeder Nutzer (z. B. Patienten, medizinische Institutionen, Pflegeeinrichtungen) einen QR-Code als Identifikationsnummer im BloG³-System. Ein Nutzer kann sich mit einem anderen Nutzer durch das Ab-scannen des QR-Codes des anderen Nutzers verbinden.

In Abbildung 2 sind die zu integrierenden Systeme mit den zu entwickelnden Schnittstellen dargestellt, was mit den betroffenen Projektpartnern abgestimmt wurde. Zur Implementierung des Integrationskonzepts hat das KIT ein wöchentliches Standup-

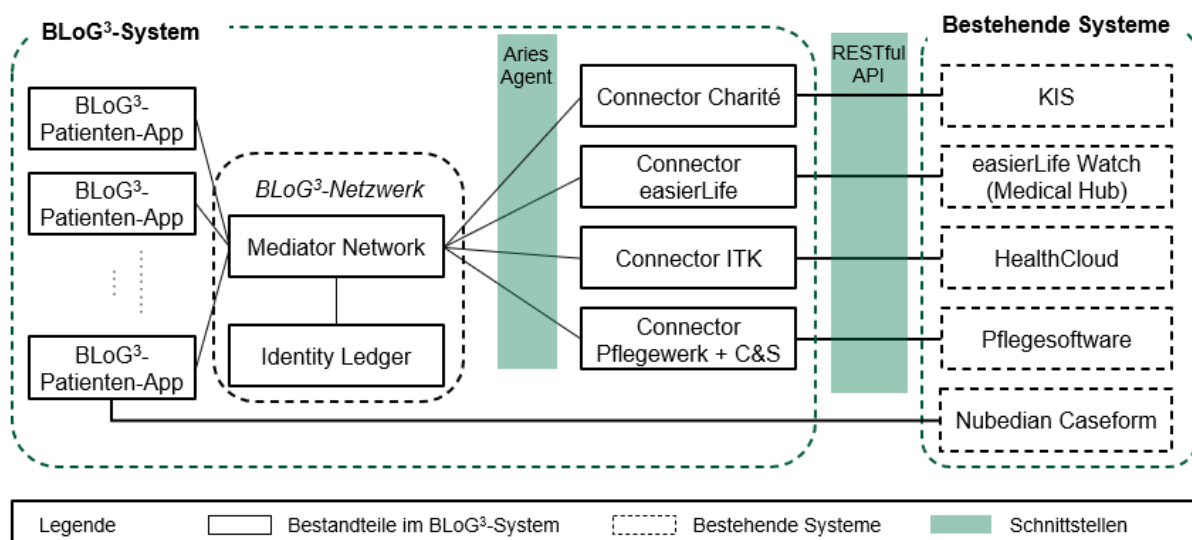


Abbildung 2: Überblick der zu integrierenden Systeme und definierten Schnittstellen

Meeting von Juni bis November 2022 organisiert, in dem alle involvierten Konsortialpartner den Implementierungsstand eigener Schnittstellen sowie Teilsysteme kommunizierten und

sich über mögliche Lösungsansätze für bestehende Hindernisse austauschten. Im Rahmen des AP5 wurden folgende Teilsysteme mit zugehörigen Schnittstellen implementiert und in das Gesamtsystem (siehe Abbildung 3) integriert:

- Ein prototypischer Connector „*Connector Pflegewerk*“ mit einer WebUI (Hauptentwickler: C&S) zur Freigabe der pflegerelevanten Unterlagen und zum Empfang der Patientendaten von anderen Teilnehmenden im BloG³-Netzwerk
- Ein prototypischer Connector „*Connector easierLife*“ mit einer WebUI (Hauptentwickler: EL) zur Freigabe der über die *easierLife Watch* erhobenen Vitaldaten
- Ein prototypischer Connector „*Connector ITK*“ mit einer Anmeldemaske (Hauptentwickler: ITK) zur Freigabe der über die Patienten-App gesammelten Tagebucheinträge sowie der statistischen Analyseberichte bestehender Gesundheitsdaten
- Eine in die Patienten-App integrierte WebUI von der Entlassmanagementplattform *CaseForm* (Hauptentwickler: NUB) zur Suche geeigneter Pflegeeinrichtungen

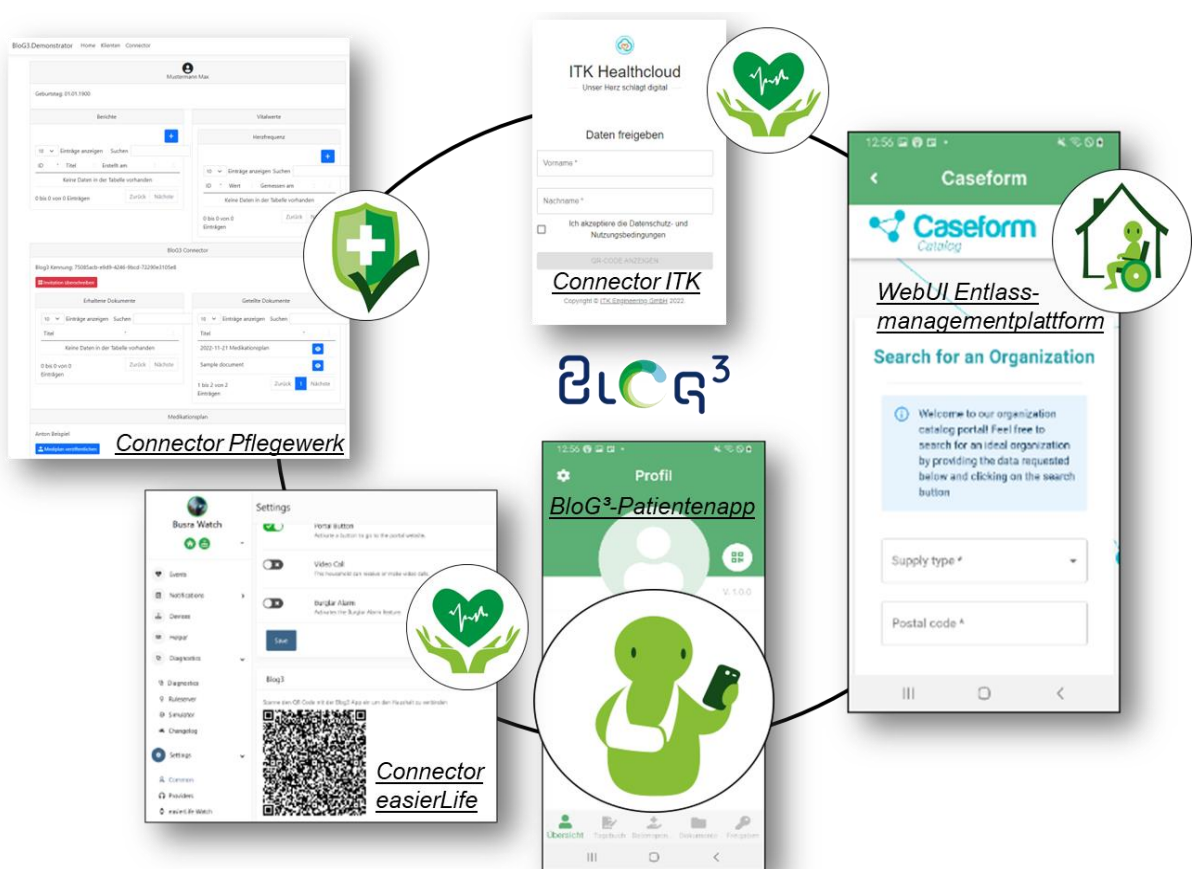


Abbildung 3: Integrierte Bestandteile des BloG³-Gesamtsystems

Über die implementierten Schnittstellen und Teilsysteme können die bestehenden Systeme der Konsortialpartner Pflegewerk, EL, ITK und NUB sowie die *Patienten-App* mit Hilfe des Blockchain-basierten Identitätsmanagementsystems miteinander verbunden werden. Zusammen mit dem FZI betreibt das KIT während der Integration (Arbeitspaket 5) und der Evaluation (Arbeitspaket 6) das Blockchain-Netzwerk als Demonstrationsumgebung, die

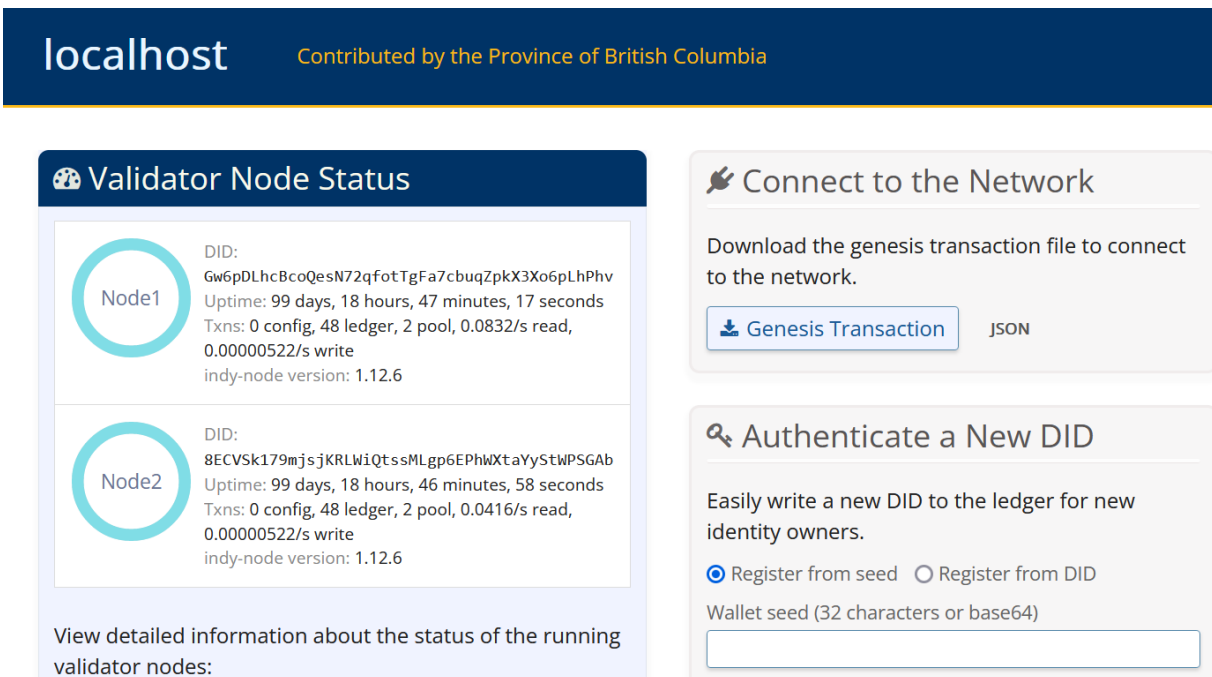


Abbildung 4: UI für das aufgesetzte Blockchain-Netzwerk im Betrieb

Arbeitspaket 6 – Evaluation

Die Evaluation des BloG³-Gesamtsystems besteht grundsätzlich aus drei Teilen: (1) technische Validierung (Unterarbeitspakete AP6.1 und AP6.2), (2) Usability-Bewertung (Unterarbeitspaket AP6.4) und (3) Bewertung der Rolle von Blockchain in der digitalen Transformation im Gesundheitswesen am Beispiel des Anwendungsszenarios des Entlassmanagements (Unterarbeitspakete AP6.5, 6.6 und 6.7).

Für die funktionale Validierung hat das KIT Testkonzepte für einzelne Teilsysteme (v.a. Patienten-App und die drei im AP5 implementierten Connector) auf Basis der zugehörigen User Story in Zusammenarbeit mit Projektpartnern erstellt. Anschließend hat das KIT zusammen mit dem FZI und der EL die technischen Funktionen des integrierten Gesamtsystems gemäß den Testkonzepten in einem ganztägigen Workshop validiert. Insbesondere wurde die Installation, Registrierung, Verbindung mit anderen Systemnutzer sowie Datenanfrage und -freigabe getestet. Die Testergebnisse wurden in Form eines Testberichts zusammengefasst (siehe Abbildung 5) und innerhalb des Konsortiums kommuniziert.

Die Usability-Auswertung wurde in Form von Nutzerbefragungen durchgeführt. Hinsichtlich der tatsächlichen Computer-Mensch-Interaktion im Gesamtsystem wurden sowohl die *Patienten-App* als auch die WebUI des *Connector Pflegewerk* und des *Connector easierLife* als Gegenstand der Usability-Studie berücksichtigt. In den Befragungen haben Teilnehmer das aufgeteilte Teilsystem (z. B. die *Patienten-App*) durch die Ausführung vordefinierter Aufgaben auszuprobieren. Nach jeder Aufgabe sind 10 Fragen mit einer 7-stufigen-Skala von Teilnehmern zu bewerten, um die Nutzerakzeptanz gegenüber des jeweiligen Teilsystems zu erfassen, während am Ende der Befragung 10 Fragen mit einer 5-stufigen Skala zur

Erhebung der Einstellungen gegenüber der Usability des dienen. Die zugehörigen Fragebögen hat das KIT auf Basis des Technology-Acceptance-Models (TAM) und der System-Usability-Scale (SUS) mit Hilfe von Konsortialpartnern erstellt. Die Fragebögen beinhalten diverse Aufgaben (zwei bis vier, je nach Teilsystem), die von Teilnehmenden der Studien auszuführen sind. Der Fragebogen für die *Patienten-App* wurde in LimeSurvey implementiert und mit Hilfe von der CUB und dem Pflegewerk zur direkten Befragung von Patienten verwendet. Der Fragebogen für die Connector wurde hingegen aufgrund der eingeschränkten Teilnehmeranzahl direkt per Mail an die Teilnehmer übermittelt. Bis zum Berichtszeitpunkt erhielten wir 36 gültige Befragungen von onkologischen Patienten als potenzielle Nutzer der *Patienten-App* und sieben gültige Befragungen von Mitarbeitern der Praxispartner als potenzielle Nutzer des *Connector Pflegewerk* und des *Connector easierLife*. Die Datensammlung der Usability-Studie ist bis Ende September 2023 geplant. Danach werden neben der subjektiv wahrgenommenen Gebrauchstauglichkeit auch

Themengebiet	Thema	ID	ANFORDERUNGEN		TESTKONZEPT			TESTERGEBNISSE
			Anforderungen	Priorisierungs-kategorie	Input	Testprozess	Erwarteter Output	
Authentisierung/Authentifizierung	Identitätsprüfung/Registrierung gegenüber Connector (Verknüpfung)	1	Als Patient möchte ich BloG ³ -Patientenapp erhalten und installieren können, um die BloG ³ Dienste nutzen zu können.	Must-have	1. Testperson, welche repräsentativ für die BloG ³ -Nutzergruppe ist 2. Ein Android-Smartphone 3. Link zur Installation der	1. Testperson versucht die App auf dem Smartphone zu installieren 2. Nach der Installation versucht die Testperson die App zu öffnen	1. Die App ist intuitiv zu installieren, z.B. aus dem App-Store 2. Nach abgeschlossener Installation, kann die Testperson	1. Funktioniert 2. Funktioniert (Zugriff auf Kamera und Dokumente müssen freigegeben werden)
		2	Als Patient möchte ich Zugriff auf mein medizinischen Daten bei einer entsprechenden Institution erhalten.	Must-have	1. Testperson, welche repräsentativ für die BloG ³ -Nutzergruppe ist 2. Patientenaccount in der BloG ³ -Patientenapp	1. Ein QR-Code für den Zugriff auf die Patientendaten der med. Einrichtung wird bereitgestellt. 2. Testperson versucht diesen QR-Code einzuscannen	1. Medizinische Institution wird als verbundene Institution in der App des Patienten angezeigt 2. Testperson wird im Connector der medizinischen	1. Funktioniert. (Zuerst wird "Negotiating" angezeigt. Nach refresh steht "connected" in der Anzeige)
	Login	3	Als Patient möchte ich mich gegenüber dem BloG ³ -Dienst authentisieren können, um bei einem Login die Echtheit meiner Identität nachweisen zu können und somit die Wahrscheinlichkeit einer	Must-have	1. Testperson, welche repräsentativ für die BloG ³ -Nutzergruppe ist 2. Patientenaccount in der BloG ³ -Patientenapp 3. Ein selbstdefiniertes Passwort für den	1. Testperson versucht sich mit eigenem Passwort bei der App einzuloggen	1. Testperson kann sich bei der App nur nach der Eingabe des richtigen Passworts einloggen. 2. Die App zeigt die Daten erst nach dem erfolgreichen Einloggen.	1. Funktioniert 2. Funktioniert
	Teilen der Identität	4	Als Patient möchte ich, dass die Verbindung zwischen meiner Identität und meinen Daten für Dritte, die keinen Zugriff haben, nicht ersichtlich wird, um meine Privatsphäre zu gewährleisten.	Must-have	1. Testperson 1, welche repräsentativ für die BloG ³ -Nutzergruppe ist 2. Patientenaccount in der BloG ³ -Patientenapp 3. Demo-Dritte, die keinen Zugriff auf Daten der	1. Demo-Dritte versucht Identität der Testperson zu finden 2. Demo-Dritte versucht Daten der Testperson zu finden	1. Demo-Dritte kann weder die Identität noch die Daten der Testperson finden.	1. Funktioniert
		5	Als Patient möchte ich, dass die Verbindung zwischen		1. Testperson 1, welche repräsentativ für die	1. Demo-Dritte versucht Identität der Testperson zu finden.	1. Demo-Dritte kann weder die Identität noch die Daten der	

Abbildung 5: Auszug des Testberichts für die funktionale Validierung (AP6.1&6.2)

mögliche Anreizmechanismen zur Nutzung des BloG³-Systems analysiert und die Ergebnisse in eine wissenschaftliche Arbeit zusammengefasst.

Aufgrund der fehlenden Anbindung des BloG³-Gesamtsystems an das klinische Informationssystem (KIS) der Charité und der datenschutzrechtlichen Einschränkungen hat das KIT ein Alternativstudiendesign für die Evaluationsstudie unter realmöglichen Bedingungen konzeptioniert. Nach Abstimmung innerhalb des Konsortiums werden (1) der Verlauf des BloG³-Projekts als ein repräsentativer Use Case für interorganizationale Kollaboration in der Digitalisierung im Gesundheitswesen und (2) die Mehrwerte des Blockchain-basierten Austauschs von Gesundheitsdaten im Hinblick auf diesen praktischen Einsatz im BloG³-Projekt durch Experteninterviews evaluiert. Nach dem Entwurf des Interviewleitfadens hat das KIT 18 Projektextperten mit unterschiedlichem Hintergrund (z. B., technisch, medizinisch, geschäftlich) eingeladen. Zwischen April und Juli 2023 hat das KIT 14 Interviews durchgeführt und transkribiert. Nach der Datenanalyse ist geplant, die Interaktionen zwischen relevanten Stakeholdern bei der Digitalisierung im Gesundheitswesen durch innovative Technologien wie Blockchain zu konzipieren und eine

wissenschaftliche Arbeit zur Präsentation der gewonnenen Ergebnisse zu erarbeiten.

II.2 Voraussichtlicher Nutzen / Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die erzielten Ergebnisse des BloG³-Projekts offenbaren ein vielversprechendes Potenzial zur Verbesserung der Nutzerakzeptanz von innovativen Plattformen und zur Förderung der Digitalisierung im Gesundheitswesen. Die Identifikation und Definition von möglichen Use Cases der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen hat eine klare Abgrenzung der Hauptfunktionen des BloG³-Gesamtsystems ermöglicht. Die implementierten Funktionen (d.h. Peer-to-Peer-Registrierung, Dokumentenanfragen und -freigaben) ermöglicht eine effiziente Identifikation von Nutzern und einen sicheren Datenaustausch zwischen verschiedenen Akteuren in einem dezentralen Umfeld. Das integrierte System und die gewonnenen Erkenntnisse durch die Systemevaluation aus Nutzerperspektiven kennzeichnen einen weiteren Schritt in Richtung eines praktischen und nutzerakzeptierbaren Einsatzes von der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen.

Die Verwertbarkeit dieses Systems zeigt sich in einem schrittweisen Ansatz. In einem kurz- bis mittelfristigen Zeitrahmen kann das BloG³-Gesamtsystem in einem abgegrenzten Setting, wie einer Modellregion, in der kurzen bis mittelfristigen Zeitspanne mit spezifischen Rahmenbedingungen, eingesetzt werden, um seine praktische Anwendbarkeit zu demonstrieren. Ebenso könnten einzelne Elemente und Funktionen des Systems innerhalb bereits bestehender oder geplanter Rahmenbedingungen, wie der (Modernisierung der) Telematikinfrastruktur (TI) und der elektronischen Patientenakte (ePA), Anwendung finden. Die konkreten Verwertungsmöglichkeiten des BloG³-systems befinden sich im Schlussbericht der FUB zum AP8.

Weitere Ergebnisse neben dem Gesamtsystem wie die identifizierten Anforderungen an Blockchain-basierte Lösungen, die konzipierte Systemarchitektur oder das Integrationskonzept können bei weiteren Forschungsprojekten Verwendung finden. Hierbei sei insbesondere auf zwei Forschungsprojekte hingewiesen: *NephroCAGE* (Nephrology Disease Cooperation between Canada and Germany for Applied AI) und *SPECK* (Systemische Optimierung der Wertschöpfungskette Fleisch am Beispiel der Schweinehaltung durch Entwicklung und Einbettung digitaler Werkzeuge). Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderte Forschungsprojekt *NephroCAGE* zielt auf die Zusammenführung von Trainingsdaten aus unterschiedlichen geografischen Regionen (Deutschland und Kanada) ab, indem ein multinationaler Pool klinischer Nephrologiedaten aufgebaut und evaluiert wird. Die erhobenen Anforderungen an die Datenintegration im Gesundheitswesen sowie das Verfahren zur technischen Validierung im BloG³-Projekt stellen eine passende Grundlage für das Systemdesign und -evaluation im *NephroCAGE*-Projekt dar.

Darüber hinaus wären die Ergebnisse vom BloG³-Projekt auch auf anderen Bereichen anwendbar, z. B. auf Industriekooperationen entlang einer Supply Chain, wo relevante Daten wieder in verschiedenen Systemen von unterschiedlichen Akteuren verteilt, verwaltet werden. Um die Produktivität, Qualität und Nachhaltigkeit von Lebensmitteln zu verbessern, streben die *SPECK*-Projektpartner eine digitale Lösung zur optimierten und tierindividuellen Rückverfolgbarkeit sowie zur kontinuierlichen Prozessdiagnostik und Prozesssteuerung

entlang der Wertschöpfungskette an. Die Fähigkeit, etablierte Normen wie DIDComm-Messaging zur Datenübertragung einzubinden und fragmentierte Daten über Schnittstellen durch RESTful API zu integrieren, findet sich im SPECK-Projekt in der Gewährleistung der Interoperabilität zwischen unterschiedlichen IT-Systemen entlang der Supply Chain wieder. Die Implementierung der Aries Agents zur Kommunikation zwischen Hyperledger Indy und den Connector eröffnet die SPECK eine Option zur technischen Realisierung.

Die Usability-Studie, durchgeführt mittels Nutzerbefragungen, liefert wertvolle Einblicke bezüglich der Nutzerfreundlichkeit und Akzeptanz der Blockchain-basierten Systeme. Die erlangten Daten aus dieser Studie, einschließlich der Analyse potenzieller Anreizmechanismen zur Nutzung des Systems, könnten dazu beitragen, die Verwendbarkeit und den Mehrwert der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen kontinuierlich zu verbessern.

Die geplanten Experteninterviews zur Evaluierung des Projektverlaufs von BloG³ als repräsentativer Use Case für interorganisationale Zusammenarbeit im Gesundheitssektor, sowie zur Beurteilung der Mehrwerte des Blockchain-basierten Datenaustauschs, unterstreichen die Absicht, die erreichten Ergebnisse umfassend zu bewerten. Die Diversität der eingeladenen Expertinnen und Experten mit vielfältigem Hintergrund ermöglicht eine umfassende Analyse der technischen, organisatorischen und nutzerorientierten Facetten dieses Vorhabens. Die Ergebnisse der Experteninterviews haben das Potenzial, Erkenntnisse über die effektive interorganisationale Zusammenarbeit innerhalb des Gesundheitssektors mithilfe der Blockchain-Technologie zu liefern.

II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Angesichts der gegenwärtigen Problematik im Gesundheitssektor und des aktuellen Forschungsstandes ist die Arbeit im BloG³-Projekt und in diesem Teilvorhaben relevant. Die heutige Gesundheitslandschaft in Deutschland ist geprägt von einer Fragmentierung von Gesundheitsdaten, die in verschiedenen Systemen von medizinischen Einrichtungen und Pflegeeinrichtungen gespeichert sind. Diese Fragmentierung erschwert den nahtlosen Austausch von Informationen zwischen den verschiedenen Akteuren im Gesundheitswesen, was zu Informationslücken und -brüchen, Doppelarbeit und ineffizienten Workflows führen kann. Patienten können somit Schwierigkeiten haben, eine konsistente Sicht auf ihre eigenen Gesundheitsdaten zu erhalten, während Ärzte und Pflegekräfte mit erschwerten Bedingungen für die Bereitstellung qualitativ hochwertiger Versorgung konfrontiert sein können.

Der aktuelle Forschungsstand zeigt, dass die Blockchain-Technologie das Potenzial hat, die oben genannten Probleme zu bewältigen, weil die Blockchain durch ihre inhärenten Eigenschaften (z. B., dezentrale Datenbankstruktur) einen sicheren Austausch von vertraulichen Informationen ermöglichen kann. In der bisherigen Forschung wurden verschiedene Ansätze untersucht, um die Herausforderungen im Gesundheitsdatenmanagement anzugehen und die Potenziale der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen zu nutzen. Einige Studien haben sich auf die Entwicklung dezentraler Plattformen konzentriert, die den sicheren Austausch von Gesundheitsdaten zwischen verschiedenen Partnern ermöglichen (vgl., Hylock & Zeng, 2019; Lee et al., 2020). Andere Arbeiten haben die Nutzung von Smart Contracts erforscht, um die Bedingungen für den

Datenzugriff und die Freigabe zu automatisieren (vgl., Dwivedi et al., 2019; Johnson et al., 2019). Trotz dieser Fortschritte können wenige Studien bisher den Pilotstatus erreichen (Lacity, 2018). Deshalb besteht weiterhin Bedarf an praxisorientierten Implementierungen und umfassenden Untersuchung, um die Akzeptanz solcher Lösungen zu erhöhen.

Die im Projekt durchgeführte iterative Entwicklung und stetige Einbindung von Praxisexperten im Medizinbereich war eine wirtschaftlich schonende Vorgehensweise, um das Integrationskonzept des dezentralen BloG³-Systems zu erproben und umzusetzen. Die ganzheitliche und disziplinübergreifende Herangehensweise vereint die technische, organisatorische und datenschutzbezogene Betrachtungsweise und erhöht Potenziale für einen langfristigen Einsatz.

Die Angemessenheit der Ergebnisse aus der Systemevaluation wird durch ihre wissenschaftliche Herangehensweise belegt. Die auf vordefinierten Aufgaben basierten Nutzerbefragungen ermöglicht Teilnehmern, die verschiedenen Aspekte und Funktionen der Systemkomponenten aktiv zu erkunden. Die Verwendung von etablierten Bewertungsskalen gemäß dem Technology-Acceptance-Model (TAM) und der System-Usability-Scale (SUS) stellt eine valide Grundlage dar, um sowohl die Nutzerakzeptanz als auch die wahrgenommene Usability der einzelnen Teilsysteme zu messen. Die Diversität der befragten Nutzergruppen (z. B., onkologische Patienten und Mitarbeiter der Praxispartner) trägt weiterhin zur Repräsentativität der Ergebnisse bei und ermöglicht eine breite Perspektive auf die Benutzerfreundlichkeit der Anwendungen.

II.4 Während der Durchführung bekannt gewordene Fortschritte bei anderen Stellen

Das KIT hat sowohl DLT-Lösungen im Gesundheitswesen auf dem Markt als auch neuste wissenschaftliche Veröffentlichungen in relevanten Bereichen beobachtet und analysiert, um Ergebnisse Dritter während des Vorhabens identifizieren und in das Projekt einfließen lassen zu können. Als nächstes werden zwei wichtigen Anwendungsbeispiele hervorgehoben.

Im Jahr 2020 wurde das Unternehmen Avaneer Health von einer Gruppe von Unternehmen, darunter Aetna (eine Tochtergesellschaft von CVS Health), Elevance Health, Cleveland Clinic, Health Care Service Corporation (HCSC), Merative, The PNC Financial Services Group Inc. und Sentara Healthcare, gegründet. Die Initiative umfasst die Entwicklung eines inklusiven Blockchain-basierten Netzwerks, das die Herausforderungen der Interoperabilität im Gesundheitswesen bewältigt und dadurch mehrere Mitglieder des Gesundheitsökosystems in einer hochsicheren, transparenten Umgebung unterstützen kann. Das System sollte sich darauf konzentrieren, die effiziente Abwicklung von Ansprüchen und Zahlungen, die sichere und reibungslose Austausch von Gesundheitsinformationen sowie die Aufrechterhaltung aktueller und genauer Anbieterverzeichnisse zu fördern. Die Kerntechnologien der Avaneer Health setzt auf eine Kombination aus Blockchain-Technologie und FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources), die auch im BloG³-Projekt berücksichtigt werden. Das aufzubauende dezentrale Netzwerk ermöglicht den Teilnehmern, in Echtzeit zusammenzuarbeiten und Daten sicher auszutauschen. Das Netzwerk soll einen effizienten Datenfluss im Gesundheitswesen unterstützen, um administrative Prozesse zu optimieren

und die Kosten zu senken. Da Avaneer Health sich noch in der Entwicklungsphase befindet, sind nicht viele technische Details auf dem Markt bis zum Berichtszeitpunkt verfügbar.

Die Corona-Pandemie eröffnet auch neue Optionen zur Nutzung der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen, unter anderem für die digitale Identitäten und Kontaktverfolgung. Solche Initiativen konzentrieren sich darauf, die Verwaltung von Gesundheitsdaten sicherer und effizienter zu gestalten, um die Pandemiebekämpfung zu unterstützen. Projekte wie der "IBM Digital Health Pass" und "CommonPass" ermöglichen es Einzelpersonen, ihre COVID-19-Statusinformationen auf der Blockchain sicher zu speichern und zu verifizieren. Dabei bleibt die Privatsphäre geschützt, während gleichzeitig die Authentizität der Informationen gewährleistet wird. Solche Projekte zielen in der Regel auch den sicheren Austausch von Gesundheitsdaten zwischen verschiedenen Organisationen und Behörden ab, um die Verbreitung des Virus zu verlangsamen. Diese Fortschritte stellen jedoch sowohl technische als auch rechtliche Herausforderungen dar, da Fragen des Datenschutzes, der Sicherheit und der Interoperabilität berücksichtigt werden müssen. Dennoch zeigen diese Initiativen das Potenzial von Blockchain auf, die Verwaltung von Gesundheitsdaten transparenter und sicherer zu gestalten und gleichzeitig die Kontrolle über diese Daten in die Hände der Einzelpersonen zu legen, was mit dem Kernkonzept des BloG³-Projekts im Einklang steht.

II.5 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

II.5.1 Erfolgte Veröffentlichungen

- Erler, C., Schinle, M., Dietrich, M., & Stork, W. (2022). Decision Model to Design a Blockchain-based System for Storing Sensitive Health Data
- Erler, C., Hu, S., Danelski, A., Stork, W., Sunyaev, A., & Gersch, M. (2023, February). Threat Modeling to Design a Decentralized Health Data Management Application. In *International Conference on Information Technology & Systems* (pp. 443-455). Cham: Springer International Publishing.

II.5.2 Geplante Veröffentlichungen

- Hu, S., Schmidt-Kraepelin, M., Thiebes, S., & Sunyaev, A. (2023). Mapping Distributed Ledger Technology Characteristics to Use Cases in Healthcare: A Structured Literature Review. Eingereicht in der Zeitschrift *ACM Transactions on Computing for Healthcare (HEALTH)*. Aktueller Stand: in der Befragungsrunde.
- Guse, R., Hu, S., Thiebes, S., Erler, C., Caridia, C., Sigler, C., Danelski, A., Gersch, M., & Sunyaev, A.: Understanding Patients' Acceptance of Blockchain Technology in Healthcare. Wird zeitnah in der Zeitschrift *Journal of Medical Internet Research* eingereicht
- Guse, R., Hu, S., Thiebes, S., & Sunyaev, A.: Interorganizational Collaboration in Digital Transformation: A Case Study of Blockchain-enabled Transformation in Healthcare. Wird zeitnah in der Zeitschrift *Business & Information Systems Engineering* eingereicht

Literaturverzeichnis

- Abramova, S., & Böhme, R. (2016). Perceived benefit and risk as multidimensional determinants of bitcoin use: A quantitative exploratory study. Proceedings of the 37th International Conference on Information Systems, Dublin, Ireland, December 11-14.
- Azaria, A., Ekblaw, A., Vieira, T., & Lippman, A. (2016). Medrec: Using blockchain for medical data access and permission management. 2nd International Conference on Open and Big Data (OBD), Vienna, Austria, August 22-24.
- Damiani, J. (2017). *SimplyVital Health Is Using Blockchain To Revolutionize Healthcare*. Verfügbar: <https://www.forbes.com/sites/jessedamiani/2017/11/06/simplyvital-health-blockchain-revolutionize-healthcare/>. [Abruf: August 24, 2023]
- Folkinshteyn, D., & Lennon, M. (2016). Braving Bitcoin: A technology acceptance model (TAM) analysis. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, 18(4), 220-249.
- Francisco, K., & Swanson, D. (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics*, 2(1), 2.
- Hasselgren, A., Kravetska, K., Gligoroski, D., Pedersen, S. A., & Faxvaag, A. (2020). Blockchain in healthcare and health sciences - A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, 134, 104040.
- Henry, C. S., Huynh, K. P., & Nicholls, G. (2018). Bitcoin awareness and usage in Canada. *Journal of Digital Banking*, 2(4), 311-337.
- Hussien, H. M., Yasin, S. M., Udzir, S. N. I., Zaidan, A. A., & Zaidan, B. B. (2019). A systematic review for enabling of develop a blockchain technology in healthcare application: taxonomy, substantially analysis, motivations, challenges, recommendations and future direction. *Journal of Medical Systems*, 43(10).
- Inhoffen, L. (2017). *Blockchain als nächste Stufe des Internets*. Verfügbar: <https://yougov.de/news/2017/09/04/blockchain-als-nachste-stufe-des-internets/>. [Abruf: August 24, 2023]
- Kannengießer, N., Lins, S., Dehling, T., & Sunyaev, A. (2020). Trade-offs between distributed ledger technology characteristics. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 53(2), 1-37.
- Kumpajaya, A., & Dhewanto, W. (2015). The acceptance of Bitcoin in Indonesia: extending TAM with IDT. *Journal of Business and Management*, 4(1), 28-38.
- Kuo, T.-T., Kim, H.-E., & Ohno-Machado, L. (2017). Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(6), 1211-1220.
- Lacity, M. C. (2018). Addressing key challenges to making enterprise blockchain applications a reality. *MIS Quarterly Executive*, 17(3), 201-222.
- Mackey, T. K., Kuo, T.-T., Gummadi, B., Clauson, K. A., Church, G., Grishin, D., Obbad, K., Barkovich, R., & Palombini, M. (2019). 'Fit-for-purpose?'—challenges and opportunities for applications of blockchain technology in the future of healthcare. *BMC medicine*, 17(1, Article 68).
- Queiroz, M. M., & Wamba, S. F. (2019). Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. *International Journal of Information Management*, 46, 70-82.
- Reitwiessner, C. (2016). *zkSNARKs in a nutshell*. Verfügbar: blog.ethereum.org/2016/12/05/zksnarks-in-a-nutshell/. [Abruf: August 24, 2023]
- Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 157-178.
- Woodside, J. M., Augustine Jr, F. K., & Giberson, W. (2017). Blockchain technology adoption status and strategies. *Journal of International Technology and Information Management*, 26(2), 65-93.

Kurzfassung des Schlussberichts zum Teilvorhaben „Gestaltung und Akzeptanz von Blockchain-basierten Gesundheitsdatenmanagementsystemen“ im Verbundvorhaben Blockchain-basiertes Gesundheitsdatenmanagement für gesamtheitliche Gesundheitsprofile (BloG³)

Die immer komplexere und fragmentierte Natur von Gesundheitsdaten in medizinischen Einrichtungen und Pflegeeinrichtungen stellt eine der drängendsten Herausforderungen im Gesundheitswesen dar. Die mangelnde Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen führt zu Informationsbrüchen und ineffizienten Abläufen, die letztlich die Patientenversorgung beeinträchtigen. Das Teilvorhaben "Gestaltung und Akzeptanz von Blockchain-basierten Gesundheitsdatenmanagementsystemen" im Rahmen des BloG³-Projekts zielt darauf ab, diesen Herausforderungen mit Hilfe der Blockchain-Technologie zu begegnen und die Akzeptanz solcher innovativen Systeme zu fördern. Im Folgenden wird ein Überblick über die Aufgabenstellung, den wissenschaftlichen und technischen Stand, den Ablauf des Teilvorhabens sowie die wesentlichen Ergebnisse gegeben.

Aufgabenstellung: Zur Bildung eines gesamtheitlichen Gesundheitsprofils für die einzelne Person sollte im Verbundvorhaben BloG³ eine digitale Plattform realisiert werden, die Patienten¹ trotz dezentraler Speicherung der Daten einen transparenten Zugang zu den eigenen Gesundheitsdaten ermöglichen sollte. Die Plattform sollte nicht nur die sichere Identifizierung von Nutzern, sondern auch den reibungslosen und geschützten Austausch von Gesundheitsdaten zwischen verschiedenen Akteuren unterstützen. Das Teilvorhaben konzentrierte sich darauf, diese digitale Plattform zu gestalten, indem es praxisorientiert Anforderungen an die Systemarchitektur durch eine systematische Vorgehensweise identifiziert. Eine weitere Kernaufgabe bestand darin, die Akzeptanz solcher Systeme in der Gesundheitsbranche zu erhöhen und dadurch den langfristigen Einsatz innovativer Lösungen zu fördern und die Digitalisierung des Gesundheitswesens voranzutreiben.

Wissenschaftlicher und technischer Hintergrund: In den vergangenen Jahren hat eine Vielzahl wissenschaftlicher Studien die Eignung von Blockchain-Technologien im Gesundheitssystem erforscht. Frühere Forschungsarbeiten geben Aufschluss über Anwendungsfälle von Blockchain im Gesundheitswesen, z. B. patientenzentriertes Gesundheitsdatenmanagement, biomedizinische Forschungsunterstützung, und sichere Pharmaversorgungsketten. Die dynamische Entwicklung von Blockchain-Lösungen im Gesundheitswesen zeigt sich in Initiativen von Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Bemerkenswerte Beispiele sind das MedRec-Projekt des Massachusetts Institute of Technology und das Health Nexus von SimplyVital Health, um die Authentifizierung und den Datenaustausch mittels eines unveränderlichen Protokolls zu ermöglichen und die sektorenübergreifende Kommunikation zu verbessern. Diese Initiativen verdeutlichen das Potenzial der Blockchain im

¹ Zur besseren Lesbarkeit wird in dem vorliegenden Bericht auf die gleichzeitige Verwendung männlicher, weiblicher und diverser Sprachformen verzichtet. Es wird das generische Maskulinum verwendet, wobei ausdrücklich alle Geschlechter gleichermaßen gemeint sind.

Gesundheitswesen. Doch viele Projekte stecken im Anfangsstadium oder Pilotstatus. Für den langfristigen Erfolg innovativer Technologien wie Blockchain ist die Untersuchung ihrer Nutzerakzeptanz von Bedeutung. Im Gesundheitswesen spielen der Patientenschutz und die Privatsphäre eine herausragende Rolle. Daher unterscheidet sich das Gesundheitswesen deutlich von anderen Anwendungsbereichen der Blockchain, wodurch die Anforderungen aus Nutzerperspektiven an das System besondere Berücksichtigung bedürfen.

Ablauf des Teilvorhabens: Das Teilvorhaben folgte einem iterativen Entwicklungsansatz, der eine kontinuierliche Zusammenarbeit mit Praxisexperten aus den medizinischen und technischen Bereichen einschloss. Die interdisziplinäre Herangehensweise vereinte technische, organisatorische und datenschutzbezogene Aspekte, um das Potenzial einer langfristigen Implementierung zu maximieren. Der schrittweise Ansatz ermöglichte es auch, das Integrationskonzept des dezentralen BloG³-Systems zu erproben und umzusetzen. Usability-Studien, die auf Nutzerbefragungen und etablierten Bewertungsskalen wie dem Technology Acceptance Model (TAM) und der System Usability Scale (SUS) basieren, lieferten Erkenntnisse zur Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz der entwickelten Systeme. Diese Erkenntnisse können dazu beitragen, die Benutzerfreundlichkeit von Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen kontinuierlich zu verbessern. Weitere Evaluationsstudien wurden auf Basis des Implementierungsstands des Gesamtsystems und der aktuellen Interessen von Projektpartnern entworfen und durchgeführt.

Wesentliche Ergebnisse: Das Teilvorhaben erzielte Ergebnisse, die das Potenzial der Blockchain-Technologie für das Gesundheitswesen verdeutlichen. Die implementierten Funktionen, einschließlich der sicheren Identifizierung von Nutzern und des effizienten Austauschs von Gesundheitsdaten, markieren Fortschritte auf dem Weg zu einer verbesserten Patientenversorgung und verstärkter Zusammenarbeit im Gesundheitssektor. Die erfolgreiche Integration etablierter Technologien wie DIDComm-Messaging und die Nutzung von Aries Agents zur Kommunikation zwischen Hyperledger Indy und den Connectoren stellten wichtige technische Meilensteine dar, die die Interoperabilität und die technische Umsetzbarkeit des Gesamtsystems demonstrierten. Die Ergebnisse der Usability-Studien, die durch Nutzerbefragungen gewonnen wurden, bieten wertvolle Einblicke in die Verwendbarkeit der Blockchain-Technologie. Zusätzlich liefern diese die Grundlage, den Mehrwert der Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen kontinuierlich zu verbessern. Die Experteninterviews mit Fachexperten aus verschiedenen Bereichen könnten zudem vertiefte Einblicke in die Effektivität der Blockchain-Technologie für die interorganisationale Zusammenarbeit im Gesundheitssektor liefern. Die Ergebnisse des Teilvorhabens haben das Potenzial, das Gesundheitswesen nachhaltig zu transformieren und könnten als Grundlage für ähnliche Ansätze in anderen Branchen dienen. Angesichts der Bedeutung datengetriebener Lösungen stellt das Teilvorhaben eine wegweisende Initiative dar, die die Akzeptanz von Blockchain-basierten Gesundheitsdatenmanagementsystemen vorantreibt und somit die Zukunft des Gesundheitswesens gestaltet.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Schlussbericht des Teilvorhabens „Gestaltung und Akzeptanz von Blockchain-basierten Gesundheitsdatenmanagementsystemen“ im Verbundvorhaben „Blockchain-basiertes Gesundheitsdatenmanagement für gesamtheitliche Gesundheitsprofile (BloG ³)“	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Sunyaev, Ali Thiebes, Scott Hu, Shanshan Guse, Richard	5. Abschlussdatum des Vorhabens 28. Februar 2023 6. Veröffentlichungsdatum 31. August 2023 7. Form der Publikation TIB
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Prof. Dr. Ali Sunyaev Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Kaiserstr. 12 76131, Karlsruhe	9. Ber. Nr. Durchführende Institution - 10. Förderkennzeichen 16SV8371 11. Seitenzahl 20
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 18 14. Tabellen 0 15. Abbildungen 5
16. Zusätzliche Angaben -	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) -	
18. Kurzfassung <p>Die steigende Komplexität und Fragmentierung von Gesundheitsdaten in medizinischen und Pflegeeinrichtungen stellt eine drängende Herausforderung dar. Mangelnde Interoperabilität zwischen Systemen führt zu Informationslücken und ineffizienten Abläufen, die die Patientenversorgung beeinträchtigen. Im Verbundvorhaben BloG³ wird die Blockchain-Technologie genutzt, um diese Probleme anzugehen und innovative Gesundheitsdatenmanagementsysteme zu fördern. Das Teilvorhaben "Gestaltung und Akzeptanz von Blockchain-basierten Gesundheitsdatenmanagementsystemen" im Verbundvorhaben BloG³ zielt darauf ab, eine Plattform für transparenten Zugang zu dezentral gespeicherten Gesundheitsdaten unter Berücksichtigung von praxisorientierten Anforderungen zu konzipieren, entwickeln und evaluieren.</p> <p>Die Arbeit im Teilvorhaben verfolgt einen iterativen Ansatz mit Expertenzusammenarbeit aus medizinischen und technischen Bereichen. Es kombinierte technische, organisatorische und datenschutzbezogene Aspekte, um eine langfristige Implementierung sicherzustellen. Die Integration von aktuellen Technologien wie DIDComm-Messaging und Aries Agents unter der Berücksichtigung von aktuellen Standards wie FHIR zeigte technische Machbarkeit von innovativen Lösungen. Usability-Studien mit etablierten Bewertungsskalen wurden durchgeführt, um die Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz zu bewerten. Eine weitere Evaluation fokussierte sich auf dem Projektverlauf, der die digitale Transformation im Gesundheitswesen reflektiert. Die Ergebnisse des Teilvorhabens haben das Potenzial, das Gesundheitswesen nachhaltig zu transformieren und könnten als Grundlage für ähnliche Ansätze in anderen Branchen dienen. Angesichts der Bedeutung datengetriebener Lösungen stellt das Teilvorhaben eine wegweisende Initiative dar, die die Akzeptanz von Blockchain-basierten Gesundheitsdatenmanagementsystemen vorantreibt und somit die Zukunft des Gesundheitswesens gestaltet.</p>	
19. Schlagwörter Blockchain, Distributed Ledger Technologie, Integration, Nutzerakzeptanz, Digitale Transformation	
20. Verlag TIB	21. Preis unbekannt