

Schlussbericht

zu IGF-Vorhaben Nr. 20951 N

Thema

Identifikation und Bewertung von Einsatzpotentialen für Blockchains in Logistik und SCM

Berichtszeitraum

01.12.2019 – 30.11.2021

Forschungsvereinigung

Bundesvereinigung Logistik (BVL) e. V.

Forschungseinrichtung(en)

TU Hamburg, Logistik, Unternehmensführung

Kühne Logistics University, Hamburg

Hamburg, 14.03.2022

Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Kersten

Prof. Dr. Moritz Petersen

Ort, Datum

Name und Unterschrift aller Projektleiterinnen und Projektleiter der
Forschungseinrichtung(en)



Übersicht – Inhalt

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Forschungsthema	8
Technischer Stand der Blockchain-Technologie.....	10
Ergebnisse des Forschungsprojekts.....	12
Gegenüberstellung der durchgeführten Arbeiten und des Ergebnisses mit den Zielen.....	70
Verwendung der Zuwendungen.....	72
Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	73
Innovativer Beitrag der Forschungsergebnisse	74
Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsvorhabens für KMU.....	75
Voraussichtlicher Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der KMU	76
Aussagen zur voraussichtlichen industriellen Umsetzung der F&E-Ergebnisse nach Projektende.....	76
Durchführende Forschungsstellen	82
Literaturverzeichnis.....	83

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	6
Forschungsthema	8
Technischer Stand der Blockchain-Technologie.....	10
Ergebnisse des Forschungsprojekts.....	12
Arbeitspaket 1: Analyse des Standes der Praxis und Forschung.....	12
Nachverfolgbarkeit von Gütern	14
Erhöhung der Transparenz.....	16
Dokumentation von Gütern.....	17
Dezentralisierung von Zugriffsmöglichkeiten	18
Unterstützung der Identifikation von Fälschungen.....	19
Automatisierung von administrativen Prozessen.....	20
Reduktion von Drittanbietern und Vermittlungsinstanzen	21
Analyse der Supply Chain Performance	22
Nachverfolgung von Nachhaltigkeitsinitiativen	23
Identifikation und Identitäten.....	24
Einbindung von „Internet of Things“-Geräten	25
Arbeitspaket 2: Entwicklung einer Anwendungsfall-Datenbank	27
Aufbau der Datenbank und Darstellung der einzelnen Einträge.....	27
Aufnahmekriterien der Datenbank	30
Implikationen aus der Anwendungsfall-Datenbank für KMU	30
Arbeitspaket 3: Qualitative Erhebung von Einsatzfeldern und Rahmenbedingungen im Logistik- und SCM-Kontext	32
Vorbereitung der Interviewstudie	32
Beschreibung des Interviewsamples	32
Ergebnisse der Interviewstudie.....	33
Zusammenfassung und Kommunikation	39
Arbeitspaket 4: Quantitative Validierung und Spezifizierung der Erhebung im Logistik- und SCM-Kontext	41
Vorbereitung der Umfrage	41
Durchführung der Umfrage.....	41
Ergebnisse.....	44

Zusammenfassung und Kommunikation	51
Arbeitspaket 5: Entwicklung eines Vorgehens zur systematischen Identifikation von Einsatzpotentialen.....	53
Vorgehensweise der Identifikation.....	53
Ergebnis.....	53
Arbeitspaket 6: Entwicklung eines Vorgehens zur Bewertung von Einsatzpotentialen	58
Abhängigkeiten und Vorgehen	58
Stand der Forschung	59
Ergebnis der Bewertung	61
Arbeitspaket 7: Implementierung und Validierung eines webbasierten Wissenswerkzeugs	63
Inhaltliche Entwicklung des Wissenswerkzeugs.....	63
Technische Umsetzung des Wissenswerkzeugs.....	66
Beispiele für Herangehensweisen	66
Evaluation des Wissenswerkzeugs	68
Arbeitspaket 8: Projektmanagement und Ergebnisverbreitung	69
Gegenüberstellung der durchgeführten Arbeiten und des Ergebnisses mit den Zielen.....	70
Verwendung der Zuwendungen.....	72
Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	73
Innovativer Beitrag der Forschungsergebnisse	74
Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsvorhabens für KMU.....	75
Voraussichtlicher Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der KMU	76
Aussagen zur voraussichtlichen industriellen Umsetzung der F&E-Ergebnisse nach Projektende.....	76
Wirtschaftliche/technische Erfolgsaussichten nach Projektende.....	76
Einschätzung der Finanzierbarkeit einer anschließenden industriellen Umsetzung	77
Transfermaßnahmen und Veröffentlichungen	78
Durchführende Forschungsstellen	82
Literaturverzeichnis.....	83

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigenschaften der Blockchain nach Hackius und Petersen (2017)	10
Abbildung 2: Anzahl der Literatur pro Jahr	13
Abbildung 3: Adressierte Anwendungsfälle	14
Abbildung 4: Feedback vom projektbegleitenden Ausschuss (n = 13)	27
Abbildung 5: Feedback vom PA zur Datenbankgestaltung (n=11)	28
Abbildung 6: Darstellung eines Projekts in der Datenbank.....	29
Abbildung 7: Überblick über die Branchen der Interviewpartner.....	33
Abbildung 8: Darstellung einer Ja/Nein-Frage in der Typeform-Plattform	42
Abbildung 9: Darstellung einer Multiple-Choice-Frage in der Typeform-Plattform.....	42
Abbildung 10: Darstellung einer Frage mit Likert-Skala in der Typeform-Plattform.....	43
Abbildung 11: Darstellung einer Matrixfrage in der Typeform-Plattform	43
Abbildung 12: Demographie der Umfrageteilnehmenden.....	44
Abbildung 13: Wahrnehmung von technischer Kompetenz	45
Abbildung 14: Wahrnehmung des Verständnisses des abzubildenden Arbeitsprozesses ...	46
Abbildung 15: Wahrnehmung der finanziellen Ressourcen	46
Abbildung 16: Wahrnehmung der Entwicklung eines Geschäftsmodells.....	47
Abbildung 17: Wahrnehmung der Motivation zur Teilnahme an einem Blockchain-Projekt..	47
Abbildung 18: Allgemeine Wahrnehmung von Teilnehmern mit Projektbeteiligung	48
Abbildung 19: Frage nach schlüsselfertigem Blockchain-System	49
Abbildung 20: Frage nach gewünschtem eigenem Beitrag	49
Abbildung 21: Frage nach Bedeutung von Großunternehmen	50
Abbildung 22: Reife der Blockchain-Technologie	50
Abbildung 23: Echte Anwendungsfälle und konkrete Vorteile	51
Abbildung 24: Schritte eines Vorgehens zur Identifikation von Einsatzpotentialen	54
Abbildung 25: Logischer Zusammenhang von Identifikation und Bewertung	58
Abbildung 26: Entscheidungsmodell nach Pedersen et al. (2019)	59
Abbildung 27: Entscheidungsmodell nach Koens und Poll (2018)	60
Abbildung 28: Elemente der Bewertung von Einsatzpotentialen	61
Abbildung 29: Bewertungspfad mit für die Blockchain-Technologie positivem Ergebnis.....	64
Abbildung 30: Entscheidungspfad zur Herangehensweise.....	65
Abbildung 31: Anzeige einer unbeantworteten Frage im ChainLog-Werkzeug	66
Abbildung 32: Informationstext zur Herangehensweise im ChainLog-Werkzeug	66
Abbildung 33: Beispielhafte Identifikation einer Herangehensweise	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Projekte in der ChainLog-Datenbank	30
Tabelle 2: Befragte Unternehmen in der Interviewstudie	33
Tabelle 3: Blockchain-Einsatzfelder für KMU	34
Tabelle 4: Charakterisierung der Rollen	38
Tabelle 5: Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse	71
Tabelle 6: Geplante spezifische Transfermaßnahmen während der Projektlaufzeit.....	78
Tabelle 7: Geplante spezifische Transfermaßnahmen nach Abschluss des Vorhabens	80

**Wir danken den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses
für Ihre Unterstützung:**

Dakosy Datenkommunikationssystem AG

Frachtcontor Junge & Co. GmbH

KRAHN Chemie GmbH

Kühne + Nagel (AG & CO.) KG

Lufthansa Industry Solutions AS GmbH

Medac GmbH

PALETTEN-SERVICE Hamburg AG

SHOT LOGISTICS GmbH

Sitra Spedition GmbH

Sovereign Speed GmbH

TOP Mehrwert-Logistik GmbH & Co. KG

Logistik-Initiative e.V.

Forschungsthema

„Transparenz“ ist eine seit Jahrzehnten artikulierte Anforderung an Lieferketten jeder Art (Bowersox et al. 2014; Abeyrante und Monfared 2016), und das nicht ohne Grund: Ist für alle Teilnehmer einer Lieferkette transparent einsehbar, welchen Zustand, Ursprung, Aufenthaltsort und Zielort ein Produkt hat, können Effizienz sowie Kundennutzen deutlich gesteigert werden. Im Lebensmittelsektor kann fehlende Transparenz sogar gesundheitliche Auswirkungen haben: So erkrankten 23 Millionen Menschen allein in Europa jährlich an verunreinigten Lebensmitteln (WHO 2015). Auch verursachten vermutlich bei Produktion oder Transport mit pathogenen E.coli-Bakterien kontaminierte Lebensmittel im Mai 2011 die sogenannte „EHEC-Epidemie“. Vor allem in Norddeutschland erkrankten rund 4000 Menschen schwer, 53 starben an den Folgen der Infektion (Appel et al. 2011). In solchen Situationen muss der Ursprung der kontaminierten Lebensmittel schnellstmöglich identifiziert werden, um eine weitere Ausbreitung einzudämmen. Die Rückverfolgung des Transportweges ist aber meist aufwendig oder gar nicht erst möglich, weil die Dokumentation in disjunkten Datenformaten vorliegt oder nicht existiert (Trienekens et al. 2012). Auch für Lieferketten von Ersatzteilen, Luxusgütern oder Medikamenten gilt, dass, insbesondere im globalen Kontext, für den Endverbraucher nicht mit Sicherheit festzustellen ist, welche Stationen ein Produkt passiert hat und ob es sich um ein Originalprodukt oder eine Fälschung handelt. Um den notwendigen Grad an Transparenz herzustellen, ist eine zentrale Datenaufzeichnung über die verschiedenen Stufen der Lieferkette hinweg erforderlich. Dieses Ziel ist jedoch mit zahlreichen organisatorischen und technischen Herausforderungen verknüpft, beispielsweise hinsichtlich eines geeigneten globalen Betreibers, Zugriffsrechten oder der Sicherheit gegen unbefugte Datenmanipulation.

Die aktuell besonders für die Logistik und das Supply Chain Management (SCM) viel diskutierte Blockchain-Technologie eröffnet für die Transparenzanforderung neue Möglichkeiten: An der Lieferkette beteiligte Partner arbeiten mit einem einzigen gemeinsamen Datensatz, der manipulationssicher in einer Blockchain abgelegt ist. Eine Blockchain ist vereinfacht als eine dezentrale und in zahlreichen offenen Implementierungsarten verfügbare Datenbank mit besonderen Eigenschaften zu verstehen, die vor allem im unternehmensübergreifenden Kontext Vorteile bieten. Neben Produzenten und Dienstleistern können auch Internet-of-Things(IoT)-Geräte die Daten ihrer Temperatur-, GPS- oder Schocksensoren in einer solchen dezentralen Datenbank ablegen.

Eine Blockchain ermöglicht einen transparenten Überblick über die Stationen einer Lieferkette, der nicht nur in Ausnahmesituationen wie einer Lebensmittelkontamination vorteilhaft ist. Vor allem bietet sie Supply Chain Managern und Logistikern eine zuverlässige Grundlage zur Planung und Steuerung ihrer täglichen Aktivitäten. Programmierbare Blockchains erlauben ferner durch sogenannte „Smart Contracts“ die automatisierte Abwicklung von einfachen Prozessschritten, wie beispielsweise das Auslösen von Zahlungen, wenn bestimmte vordefinierte Kriterien erfüllt sind. Trotz der zahlreichen (hier nur kurz angesprochenen) Möglichkeiten für ihren Einsatz befindet sich die Blockchain-Technologie nach wie vor in einem sehr frühen Entwicklungsstadium (Iansiti et al. 2017; Dujak und Sajter 2019; WEF 2019). Von der großen Vision einer vollständig transparenten Automatisierungsgrundlage ist der aktuelle Entwicklungsstand noch weit entfernt. Erst nach und nach kristallisieren sich kleinteiligere Anwendungsfelder heraus, für die eine Blockchain-Implementierung möglich und sinnvoll umsetzbar ist (Casino et al. 2019).

Vor diesem Hintergrund ist das *Forschungsthema* dieses Forschungsprojekts die unternehmensspezifische Entscheidungsfindung zur Anwendung von Blockchain in der Supply Chain. Angesichts des breiten Anwendungsspektrums sowie zahlreicher Implementierungsalternativen sollen insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) befähigt werden, vorhandene Potentiale zu identifizieren und strategische Entscheidungen bzgl. der Anwendung von Blockchain fundiert vorzubereiten.

Technischer Stand der Blockchain-Technologie

Der Informationsfluss ist eine zentrale Ressource in Logistik und SCM, da die Verfügbarkeit geeigneter Informationen Möglichkeiten zur Optimierung der Lieferkette eröffnet (Christopher 2011a). Einerseits sind Informationen – z. B. über den Status einer Sendung – als Planungsgrundlage für nachgelagerte Wertschöpfungsstufen erforderlich. Andererseits helfen sie auch den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen dabei, z. B. die Auftragsentwicklung besser zu antizipieren. Informationstransparenz über die gesamte Supply Chain könnte die Abstimmung aller Aktivitäten verbessern und damit letztlich Vorteile für alle beteiligten Unternehmen schaffen. Entsprechend ist Transparenz eine seit Langem artikulierte Anforderung an Supply Chains (Fawcett und Magnan 2002), die bis heute jedoch nicht umgesetzt ist (Montecchi et al. 2021). Die Informationstransparenz wird heute nach wie vor durch zahlreiche Medienbrüche und manuelle Prozesse behindert. Die Folgen lassen sich am Beispiel eines Containertransports verdeutlichen: Bei der Verschiffung eines Seefrachtcontainers mit verderblichen Gütern von Ostasien nach Europa sind bis zu 30 verschiedene Organisationen bzw. Personen am Prozess beteiligt. Sie tauschen zu ca. 200 verschiedenen Anlässen Informationen aus – oft in gedruckter Form. Die Kosten für die (manuelle) Bearbeitung der Unterlagen machen einen Anteil von 15 bis 20 % der Transportkosten aus (Groenfeldt 2017). Ein mangelhafter Informationsfluss erschwert damit nicht nur eine vorausschauende Planung, sondern hat auch signifikante Kostenauswirkungen.

Blockchain ist eine Technologie, die bedeutende Fortschritte für den Informationsaustausch zwischen den Partnern in einer Lieferkette verspricht. Sie wurde ursprünglich für die dezentrale Abwicklung von Finanztransaktionen entwickelt. Der bekannteste Anwendungsfall ist entsprechend die Kryptowährung Bitcoin. Auch die Anwendung für Prozesse von Logistik und SCM wird seit einiger Zeit diskutiert. Die Blockchain ist im Kern ein verteiltes digitales Transaktionsregister, dessen Einträge dank des Einsatzes kryptographischer Methoden nicht manipuliert werden können (Pilkington 2016; WEF 2019). Diese Erklärung enthält die drei wichtigsten Eigenschaften einer Blockchain: Sie ist dezentral, verifiziert und unveränderlich (siehe Abbildung 1).

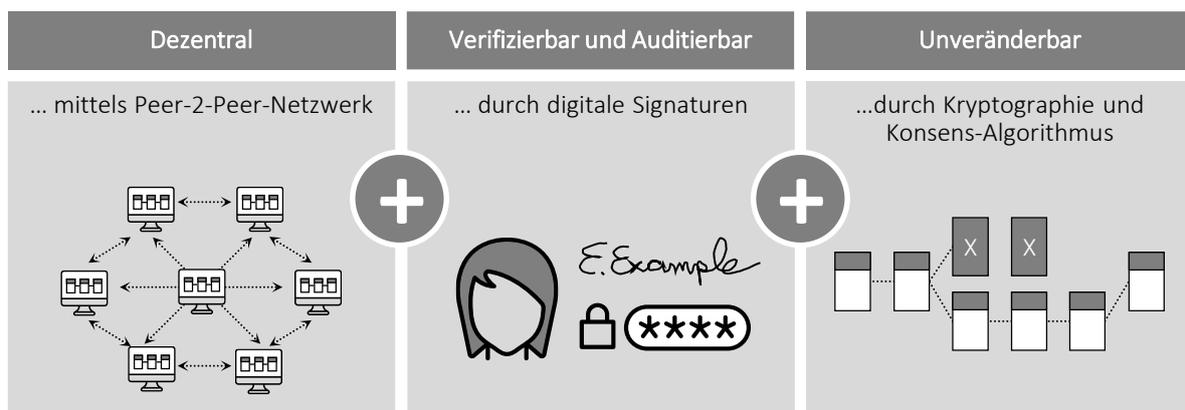


Abbildung 1: Eigenschaften der Blockchain nach Hackius und Petersen (2017)

- (1) Eine Blockchain ist dezentral, weil das Netzwerk von seinen Mitgliedern betrieben wird, ohne dass ein zentraler Mittelsmann wie eine Behörde oder eine Bank Vertrauen zwischen den Mitgliedern schaffen muss. Alle Mitglieder können eine eigene Kopie der

Blockchain lokal vorhalten. Um der Blockchain eine Transaktion hinzuzufügen, muss diese daher innerhalb des Peer-2-Peer-Netzwerks verteilt werden.

- (2) Eine Blockchain ist verifiziert und damit auditierbar, weil alle Mitglieder ihre Transaktionen mithilfe von Public-Private-Key-Kryptographie signieren, bevor sie mit dem Netzwerk geteilt werden. Deswegen kann nur der Besitzer des privaten Schlüssels eine Transaktion in seinem Namen initiieren.
- (3) Eine Blockchain ist durch einen Konsensalgorithmus unveränderlich und damit manipulationssicher: Eine oder mehrere Transaktionen werden zu einem neuen Block zusammengefasst. Alle Mitglieder des Netzwerks können die Transaktionen im Block verifizieren. Wird kein Konsens über die Gültigkeit des neuen Blocks erzielt, wird dieser abgelehnt. Andernfalls wird er der Kette hinzugefügt. Für jeden Block wird ein kryptographischer Hash erzeugt, der mit einem Fingerabdruck für Datenpakete verglichen werden kann. Auch enthält jeder Block in der Kette den Hash des vorherigen Blocks. Dadurch entsteht eine Verbindung zwischen den Blöcken, die eine Kette entstehen lässt – die Blockchain. Eine nachträgliche Änderung selbst nur einer einzelnen Transaktion würde nicht nur eine Änderung der lokalen Datensätze auf den meisten Geräten der Netzwerkmitglieder erfordern, sondern auch die Änderung des kryptographischen Hashs jedes einzelnen Blocks in der Kette.

Ein solch verteiltes System bietet Vorteile gegenüber zentralisierten Architekturen, da es allen Netzwerkmitgliedern die gleichen verifizierten Informationen zur Verfügung stellt. Es schafft Vertrauen zwischen den Parteien, indem es die Notwendigkeit für Vertrauen eliminiert (WEF 2019). Blockchain kann somit Transaktionen wie die Übertragung von Vermögenswerten zwischen zwei Parteien aufzeichnen, ohne dass ein vertrauenswürdiger Mittelsmann erforderlich ist. Bei den Vermögenswerten kann es sich z. B. um digitales Geld, aber auch um Emissionsgutschriften oder andere Eigentumsurkunden handeln (Tapscott und Tapscott 2018).

Ergebnisse des Forschungsprojekts

Die folgenden Abschnitte stellen die Ergebnisse des Forschungsprojekts, gegliedert nach den Arbeitspaketen 1 bis 8, vor.

Arbeitspaket 1: Analyse des Standes der Praxis und Forschung

Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Erhebung des Forschungsstandes vorgestellt. Um den aktuellen Stand der Veröffentlichungen zum Thema Blockchain in der Logistik und im Supply Chain Management ganzheitlich erfassen zu können, wurde eine systematische Literaturanalyse durchgeführt. Mithilfe dieser lässt sich die Literatur eindeutig und reproduzierbar darstellen, sodass sich der bestehende Literaturkörper identifizieren, evaluieren und zusammenfassen lässt (Fink 2014).

Diese Ausarbeitung stützt sich auf den Ansatz von Tranfield et al. (2003), da sich mit dessen Hilfe sowohl Defizite in der Forschungslandschaft identifizieren als auch Anknüpfungspunkte für weitere Forschungsarbeiten offenlegen lassen. Um die Ergebnisse zu generieren, wurden insgesamt drei Datenbanken für wissenschaftliche Literatur in die Analyse einbezogen. Dabei handelt es sich um die Datenbanken Scopus, Web of Knowledge und IEEE. Innerhalb dieser wurde mit der Suchanfrage („blockchain“ OR „distributed ledger“) AND („logistics“ OR „supply chain“) gearbeitet, um relevante Literatur für das Forschungsfeld zu identifizieren. Dabei bezieht sich der erste Teil der Datenbankabfrage auf das Thema Blockchain. Mithilfe der Kombination dieser Suchbegriffe lässt sich der wirtschaftliche Bereich abstecken, in dem der Stand der Technologie erhoben werden soll.

Insgesamt wurden mithilfe dieser Methodik 679 Publikationen (ohne Dopplungen) identifiziert. Die gesamte Anzahl an Publikationen wurde dann je nach Mehrwert für das Projekt in die Analyse aufgenommen oder davon ausgeschlossen. Für die Aufnahme in die Analyse galt als Hauptkriterium, dass die Publikationen sich vollumfänglich mit der Thematik „Logistik“ oder „Supply Chain“ befassen mussten. Oftmals wurden diese nur als Beispiele in technischen Publikationen aufgeführt. Nach Analyse auf Basis der Ausschlusskriterien wurden insgesamt 386 Titel in das Sample aufgenommen. Innerhalb dieses Samples finden sich Publikationen von 2016 bis 2020. Die Verteilung der Publikationen pro Jahr lässt sich in Abbildung 2 einsehen.

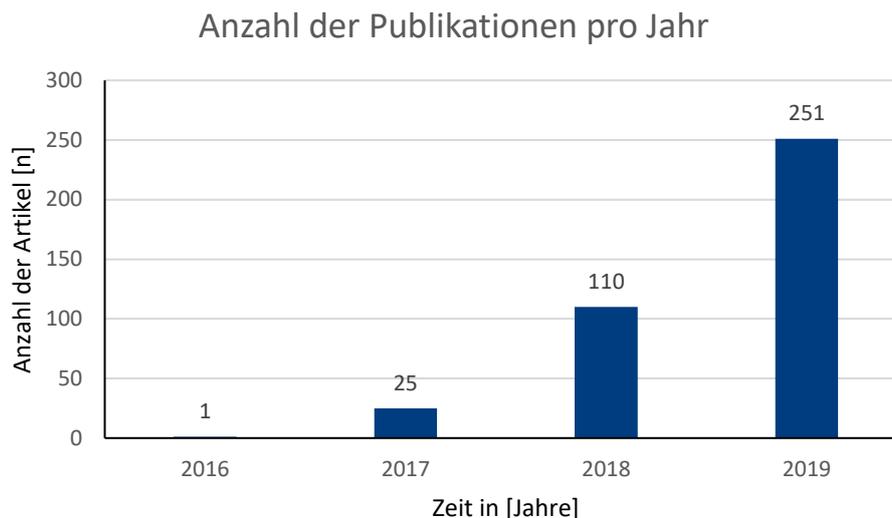


Abbildung 2: Anzahl der Literatur pro Jahr

Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, ist die Anzahl an Publikationen jährlich stark angestiegen. Die Aufschlüsselung des Samples zeigt, dass im Jahr 2016 nur eine Publikation im Sample vorhanden ist, wohingegen 2019 schon 251 Publikationen enthalten sind. Insgesamt lässt sich erahnen, dass sich das Wachstum an Publikationen pro Jahr exponentiell verhält. Sollte dieser Trend anhalten, wird sich 2020 eine weitere Erhöhung der Anzahl an Publikationen abzeichnen.

Um die zentrale Frage zu klären, welche Use Cases innerhalb der wissenschaftlichen Literatur adressiert werden, wurden alle 386 analysiert. Innerhalb von Abbildung 3 sind die Use Cases nach Häufigkeit der Nennung aufgeführt. Dabei wurden ausschließlich solche in die Analyse einbezogen, die mehr als 20 Nennungen in Publikationen aufweisen konnten.

In Abbildung 3 ist zu sehen, dass sich einige Use Cases von anderen aus dem Sample abheben. Es stechen vor allem die Use Cases „Nachverfolgbarkeit von Gütern“ mit 207 Nennungen, „Erhöhung der Transparenz“ mit 182 Nennungen sowie „Dokumentation von Gütern“ mit 135 Nennungen heraus. Alle anderen aufgeführten Use Cases haben weniger als 100 Nennungen, wobei auch dort die Use Cases „Dezentralisierung von Zugriffsmöglichkeiten“ mit 74 Nennungen sowie „Unterstützung der Identifikation von Fälschungen“ mit 71 Nennungen herausstechen. Im Folgenden werden alle in Abbildung 3 aufgeführten Use Cases kurz erläutert.

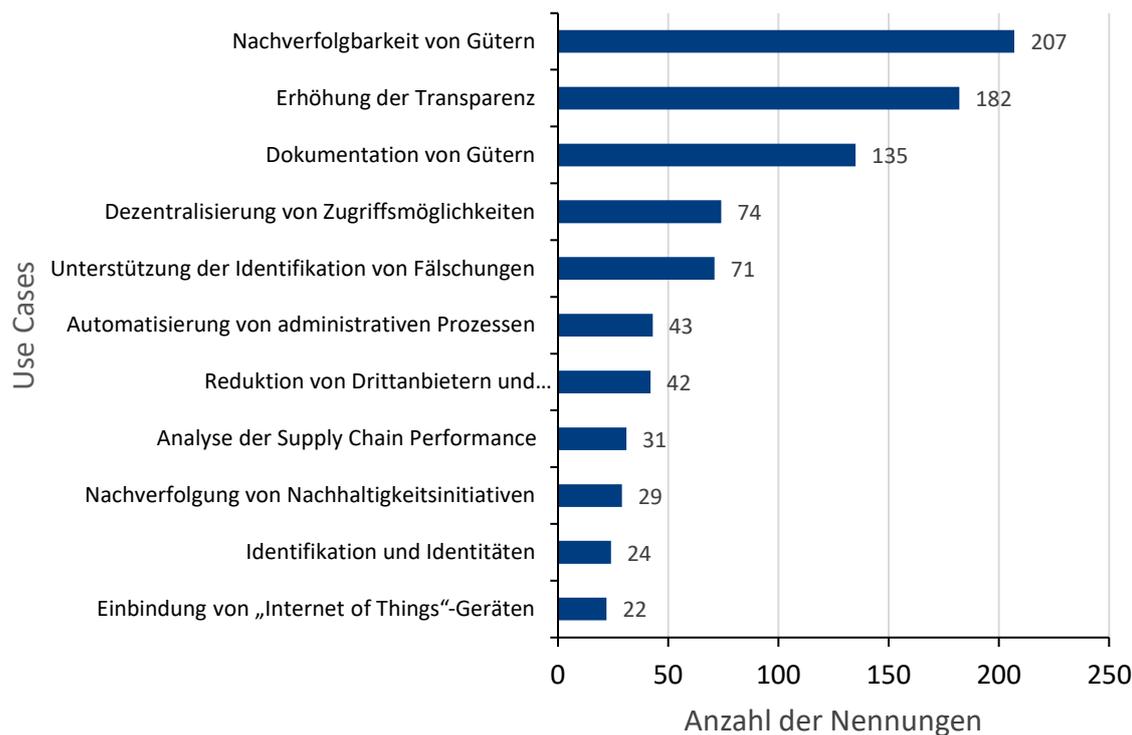


Abbildung 3: Adressierte Anwendungsfälle

Nachverfolgbarkeit von Gütern

Die Nachverfolgbarkeit von Gütern sicherzustellen ist eine der zentralen Aufgaben für die Logistik und das Supply Chain Management. Aktuelle Informationen über ein Produkt helfen nicht nur auf operativer, sondern auch auf strategischer Ebene. Sie erlauben beispielsweise einen besseren Umgang mit Problemen innerhalb der Lieferkette (Bowersox et al. 2010). Abhängig von der Zuständigkeit kann der Kommunikationsfluss zwischen vor- und nachgelagerten Supply-Chain-Partnern bei proaktiven Maßnahmen den Materialfluss verbessern (Christopher 2011b). Darüber hinaus verlangen Kunden zunehmend diese Informationen, um beispielsweise den Auftragsstatus zu verfolgen oder sich über die Herkunft des Produkts zu erkundigen (Bowersox et al. 2010; Kersten et al. 2017; Min 2019).

Die Blockchain-Technologie kann es ermöglichen, Informationen zur Nachverfolgung von Waren und Materialien zu speichern. Abhängig von der Konfiguration der Blockchain-Lösung können vor- und nachgelagerte Unternehmen vollständig oder teilweise auf diese digitalen Datensätze zugreifen. Ein Hauptvorteil einer dezentralisierten Infrastruktur wie Blockchain ist der gemeinsame Datenstand in der Supply Chain (Petersen et al. 2018; Saberi et al. 2019a). Sind die historischen Transaktionsdaten für alle Teilnehmer zugänglich, kann eine umfassende Historie des entsprechenden Produktes aufgezeigt werden (Imeri und Khadraoui 2018a; Hald und Kinra 2019).

Als gutes Beispiel für die Nachverfolgbarkeit von Gütern kann die Produktion von Elektronikbauteilen herangezogen werden, da diese global produziert, versandt und verkauft werden. Dies macht es jedoch unter Umständen schwierig, die Herkunft des vorliegenden Bauteils zu ermitteln. Damit dies dennoch gelingt, wäre es möglich, das Bauteil mit einem Tracker (beispielsweise NFC oder RFID) zu versehen und diesen Tracker an jedem Schritt in

der Supply Chain zu scannen. Dadurch, dass nur registrierte Devices Daten in die Blockchain schreiben dürfen, wird ein einheitlicher Versandweg gewährleistet. So ist zu jedem Zeitpunkt die Position des Gutes gesichert und die Herkunft abgespeichert (Cui et al. 2019).

Blockchain, als Erweiterung zu bestehenden Lösungen, kann aber beispielsweise auch die Lebensmittelsicherheit verbessern, indem Informationen zur Rückverfolgung bis auf die Zutatenebene bereitgestellt werden (Sander et al. 2018). Die Blockchain-Lösung kann dabei Daten liefern, die eine vollständige Rückverfolgung bis zur verantwortlichen Stelle nahezu in Echtzeit ermöglichen (Arena et al. 2019; Astill et al. 2019; Tian 2017). In der Pharmaindustrie kann die Rückverfolgung bis zum Originalhersteller von Medikamenten vor allem helfen, Fälschungen zu identifizieren sowie die Einhaltung von Kühlketten zu überwachen (Jayaraman et al. 2019; Molina et al. 2019).

Um die Nachverfolgbarkeit von Waren via Blockchain sicherzustellen, müssen alle an einer Supply Chain beteiligten Unternehmen die Daten in der Blockchain fortschreiben. Dies beinhaltet auch kleine und mittelständische Unternehmen in einer Zuliefererrolle. Gleichzeitig können auch die Kunden der KMU von der Nachverfolgbarkeit profitieren – Konsumenten werten die Informationen wie bereits dargestellt zunehmend als Vorteil. Die Einführung der Nachverfolgbarkeit von Produkten birgt für KMU also gegebenenfalls einen zusätzlichen Wettbewerbsvorteil, der mit Blockchain ohne einen zentralen Anbieter realisiert werden kann.

Beispiele zur *Nachverfolgbarkeit von Gütern*

IBM Food Trust

IBM Food Trust ist ein Projekt mit Start im Oktober 2018, das eine Softwarelösung zur Erhöhung der Transparenz in der Lebensmittelversorgung zum Ziel hat. Es stammt aus verschiedenen Pilotprojekten, die IBM mit Walmart durchgeführt hat, um die Herkunft von Lebensmitteln zurückzuverfolgen und so den Aufwand zu reduzieren, wenn kontaminierte Lebensmittel in den Umlauf geraten. IBM Food Trust nutzt dafür die Blockchain-Technologie, um den Teilnehmern im Netzwerk ein sicheres und verlässliches Nahrungsmittelsystem anzubieten, das die Digitalisierung von Transaktionen und Daten sowie deren Bereitstellung entlang der gesamten Supply Chain ermöglichen soll.

 ibm.com/de-de/blockchain/solutions/food-trust

OURZ

OURZ ist seit Februar 2018 ein Hamburger Technologie Start-up, das eine blockchainbasierte Plattform zur Offenlegung der Herkunft, Weiterverarbeitungsschritte und Lieferwege von Produkten anbietet. Damit möchte OURZ die Nachhaltigkeitsbewegung vor allem in der Lebensmittelindustrie weiter vorantreiben. Konkret arbeitet OURZ derzeit zumindest mit dem Kaffeekleinvertrieb Solino zusammen. Solino wiederum möchte die Lieferkette von äthiopischem Kaffee nachvollziehbar machen.

 ourz.world

Erhöhung der Transparenz

Die Erhöhung der Informationstransparenz entlang der Supply Chain kann eine Reduktion der Vorlaufzeiten, Losgrößen, Lieferengpässe und Transaktionskosten nach sich ziehen (Bowersox et al. 2010, S. 133). In der Literatur werden zwei Hauptvorteile beim Einsatz von Blockchain für die Erhöhung der Transparenz beschrieben: (1) Die Rückverfolgbarkeit von Produkten wird ermöglicht, wodurch die Kundenerfahrung verbessert sowie die Effizienz gesteigert werden kann, und (2) die Möglichkeit der digitalen Verifizierung von physischen Zertifikaten bzw. Dokumenten.

Durch die Implementierung von Blockchain in der Supply Chain kann jeder Schritt der Produktion, des Transports, der Montage oder des Hinzufügens von Zutaten aufgezeichnet werden. Dies ist die Grundlage für die Möglichkeit, das Produkt – virtuell – in seine Bestandteile zu zerlegen. In den untersuchten Beiträgen weisen die Autoren darauf hin, dass dies Endkunden ermöglichen würde, Produktionsschritte zu überprüfen und so z. B. Hersteller von Bestandteilen zurückzuverfolgen, Zertifikate zu überprüfen oder die Umweltauswirkungen zu bewerten (Queiroz und Fosso Wamba 2019; Rejeb et al. 2019; Saberi et al. 2019b; Lee und Pilkington 2017). Die neu gewonnene Transparenz dürfte sich auch normativ auf die Einhaltung von Versprechen gegenüber dem Endkunden auswirken sowie ein weniger opportunistisches Verhalten der Supply-Chain-Akteure bewirken, aufgrund einer möglichen öffentlichen Überwachung (Saberi et al. 2019a). Die erhöhte Rechenschaftspflicht kann die Effizienz, Leistung und Flexibilität der Supply Chain erhöhen, da die Informationen zur Handhabung irgendwann der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen (Kouhizadeh und Sarkis 2018; Saberi et al. 2019b; Casino et al. 2019). Die Qualität der Informationen kann wiederum durch die Verifizierung durch Dritte weiter verbessert werden, da Zertifikate zusätzlich signiert werden können. So kann beispielsweise ein Endkunde nicht nur in Erfahrung bringen, ob und wo ein Möbelstück aus FSC-zertifiziertem Holz hergestellt wurde, sondern auch die Gültigkeit des Zertifikats prüfen.

KMU könnten durch die Nutzung von Blockchain Prozesse dokumentieren und verfolgen, welche dieser Prozesse die eigene Unternehmung betreffen. Auf Basis zuverlässiger Daten können sie dann ihre Prozesse überwachen, automatisieren und optimieren. Entsprechend kann die Qualität des Warentransports gesteigert werden, und gleichzeitig können Ausschuss und Ineffizienzen minimiert werden. Außerdem können KMU so die gewünschte Transparenz der Supply Chains für Auftraggeber und Endkonsumenten digital bereitstellen, wodurch ein Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Marktteilnehmern geschaffen werden kann.

Beispiel zur Erhöhung der Transparenz

Everledger

Everledger wurde im Oktober 2015 gegründet und ist ein Technologiedienstleister, der Unternehmen dabei unterstützen will, eine sichere und lückenlose digitale Dokumentation über Herkunft, Charakteristika sowie Besitz von hochwertigen Gütern zu erstellen. Im Vordergrund steht dabei die von Everledger entwickelte Lösung für Diamanten. Darüber hinaus sind Lösungen für weitere Edelsteine, Weine oder auch Kunstwerke denkbar. Die durch Blockchain geschaffene Transparenz soll Unternehmen helfen, auf die wachsenden Erwartungen der Kunden an eine verantwortungsvolle und überprüfbare Beschaffung zu reagieren.

 everledger.io

Dokumentation von Gütern

Waren erfordern in der Regel eine Dokumentation, die beim Transport mitgeführt werden muss, z. B. zur Aufzeichnung von Prozessschritten, als Zahlungs- oder Eigentumsnachweis oder für Compliance- oder Zollprüfungen (Bowersox et al. 2010, S. 235). Der Anwendungsfall ähnelt bzw. ist zum Teil inbegriffen in der Nachverfolgung von Gütern, weil die Dokumentation oft eine Rückverfolgung erfordert (Abou Maroun et al. 2019). Nichtsdestoweniger gibt es spezifische Dokumentationsfälle für die Lebensmittelproduktion, Pharmazeutika sowie das verarbeitende Gewerbe. HACCP¹-Ansätze, z. B. ISO 22000, die in der Lebensmittelindustrie oft vorgeschrieben sind, erfordern eine Dokumentation für jeden Prozessschritt. Die Blockchain-Technologie kann als Grundlage für diese Dokumentationsverfahren entlang der gesamten Supply Chain genutzt werden (Chen und Wang 2019). In der Chemieindustrie könnte Blockchain die Berichterstattung über gefährliche Substanzen unterstützen, indem sie strukturierte Daten bis hinunter auf die Komponentenebene von Produktteilen liefert. In der Automobilbranche könnte eine Dokumentation den gesamten Lebenszyklus der Fahrzeuge enthalten, einschließlich Reparaturen oder solcher Daten, die für Versicherungsansprüche verwendet werden können.

¹ HACCP (hazard analysis and critical control points) bzw. Gefahrenanalyse und kritische Kontrollpunkte ist ein Konzept zur Prävention von Gefahren für Endkonsumenten, die aus dem Produktionsprozess von Lebensmitteln resultieren können.

Beispiele zur *Dokumentation von Gütern*

TradeLens

TradeLens ist ein seit August 2018 laufendes Kooperationsprojekt von Maersk und IBM mit dem Ziel, eine digitale Plattform für den globalen Handel und Supply Chain Management in Zusammenarbeit mit der Schifffahrtsindustrie aufzubauen. Die Supply-Chain-Plattform wird dabei durch die Blockchain-Technologie unterstützt. Diese soll einen Informationsaustausch sowie eine Zusammenarbeit über Lieferketten hinweg ermöglichen, um so gemeinsam die Effizienz des globalen Seetransports inklusive vor- und nachgelagerter Prozesse zu steigern. Alle involvierten Akteure, vom Sender über Reedereien, Spediteure, Hafen- oder Terminalbetreiber, Zollbehörden bis hin zum Empfänger sollen dafür Echtzeitzugriff auf Versanddaten, Dokumente und den aktuellen Standort der Sendung erhalten.

[🌐 tradelens.com](https://tradelens.com)

HANSEBLOC

HANSEBLOC ist ein Forschungsprojekt mit Start im April 2018, das sich zum Ziel gesetzt hat, den Austausch von Frachtdokumenten über die Blockchain-Technologie abzusichern. Konkret soll vermieden werden, dass die Frachtdaten wiederholt manuell in die Systeme der einzelnen Transportdienstleister eingegeben werden müssen. Darüber hinaus sollen automatisierte Abwicklungen von Frachtangeboten und Auftragsverhandlungen ermöglicht werden.

[🌐 hamburg-logistik.net/hansebloc](https://hamburg-logistik.net/hansebloc)

Dezentralisierung von Zugriffsmöglichkeiten

Der Zugriff auf Daten bedeutet in der Regel, Unternehmensdatenbanken abzufragen, um Informationen zu erhalten. Besonders größere Unternehmen legen ihre Daten mithilfe von ERP- und anderen Systemen ab. Diese ERP-Systeme sind üblicherweise nicht mit anderen Unternehmen vernetzt; die Aufnahme externer Daten in diese Systeme erfordert die Schaffung einer speziellen Schnittstelle. Diese Schnittstellen können entweder für Softwareanwendungen und Maschinen geeignet (APIs) sein oder eine Benutzeroberfläche bereitstellen, z. B. als Internetseite oder Smartphone-Anwendung. Die Erstellung dieser individuellen Schnittstellen ist allerdings mit Entwicklungs- und Wartungsaufwand verbunden.

Ein wesentliches Merkmal der Verwendung einer Blockchain-Lösung stellt das Peer-to-Peer-Netzwerk dar. Die Daten werden dabei auf mehrere Netzwerkknoten verteilt. In der Regel kann jeder Benutzende einen solchen Netzwerkknoten betreiben sowie eigene individuelle Schnittstellen für diesen Knoten erstellen. Die Zahl der notwendigen Schnittstellen reduziert sich also durch diese gemeinsame Nutzung eines Systems. Dies soll auch für weniger technologieaffine Akteure der Supply Chain eine Anbindung von Subsystemen möglich machen (Nærland et al. 2018; Hua et al. 2018). Außerdem können die Akteure so mit den eigenen IT-Systemen weiterarbeiten (Nærland et al. 2018; Rubio et al. 2018).

Insgesamt sollen Informationsasymmetrien verringert, das Informationsmanagement verbessert und Datensätze standardisiert werden können (Jabbar und Bjørn 2018; Swan 2018; Casino et al. 2019). Ferner könnten sogenannte „Smart Tags“ (z. B. RFID-/NFC-Tags oder QR-Codes) einfacher eingebunden werden und Schritte für Supply Chain Manager,

unabhängig von einer zentralen Infrastruktur, verifizierbar gemacht werden (Bencic et al. 2019; Figueroa et al. 2019).

Beispielprojekt zur *Dezentralisierung von Zugriffsmöglichkeiten*

Release Order based on Blockchain

Release Order based on Blockchain (ROboB) ist ein seit August 2018 laufendes Forschungsprojekt mit dem Ziel, die Freistellung im Seefrachtimport mithilfe der Blockchain-Technologie abzubilden. Der Prozess der Freistellung spielt beim Seefrachtimport eine zentrale Rolle. Die Freistellreferenz, die zwischen den beteiligten Parteien ausgetauscht wird, berechtigt ein Transportunternehmen dazu, einen Container vom Terminal abzuholen. Aufgrund des enormen Wertes der bewegten Waren entstehen hohe Anforderungen an die Zugriffsberechtigung sowie die Sicherheit des IT-Prozesses. Für den Freistellungsprozess existiert bisher kein durchgehender IT-gestützter Informationsfluss. Mithilfe der Blockchain kann jedoch eine gemeinsame, verlässliche und gleichzeitig dezentrale Datenbasis für die involvierten Akteure geschaffen werden. Im Rahmen des Projekts werden zwei alternative Vorgehensweisen in die bestehende Import-Plattform des Hamburger Hafens integriert und auf ihre Praxistauglichkeit – auch gegenüber der bestehenden Lösung – geprüft. Neben dem Nachweis der Machbarkeit soll das Projekt dazu beitragen, die Prozesse im Seehafen noch effizienter zu gestalten.

[🌐 dakosy.de/ueber-uns/forschungsprojekt-robob](https://dakosy.de/ueber-uns/forschungsprojekt-robob)

[🌐 tuhh.de/logu/forschung/projekte/logistik-und-supply-chain-management/robob.html](https://tuhh.de/logu/forschung/projekte/logistik-und-supply-chain-management/robob.html)

Unterstützung der Identifikation von Fälschungen

Produktfälschungen können, neben möglichen Verkaufseinbußen für den Hersteller, mit einem Risiko für Gesundheit und Sicherheit einhergehen, wenn Teile oder Materialien inkorrekt ausgewählt oder zusammengebaut werden. Die Blockchain-Technologie kann existierende Lösungen zur Reduktion von Produktfälschungen unterstützen und es schwieriger machen, diese in die Supply Chains einzubringen. Solche Lösungen wurden beispielsweise für Lebensmittel, Textilien, Diamanten, Ersatzteile oder Arzneimittel vorgestellt (Abelseth 2018; Li und Wang 2018; Cartier et al. 2018; R. Raj et al. 2019; Islam et al. 2018; Mandolla et al. 2019; Lam und Lei 2019).

In der Literatur wird darüber hinaus behauptet, dass Blockchain die Transparenz der Supply Chain erhöhen könne und so Abweichungen von üblichen Vorgehensweisen, beispielsweise durch Auditoren oder Behörden, leichter erkannt werden könnten (Mackey und Nayyar 2017). Abhängig von der Fragestellung können mithilfe der Blockchain beispielsweise den Zollbehörden produktspezifische Echtheitsmerkmale offengelegt werden, sodass diese gefälschte Produkte schneller identifizieren können (Sylim et al. 2018; Mackey und Nayyar 2017). Analog könnten solche Merkmale auch Endkunden bereitgestellt werden, damit diese Produkte vor der Nutzung prüfen können. Existierende Lösungen, die Matrix-Codes oder RFID-Tags nutzen, können mit Blockchain-basierten Daten verbessert werden (Hepp et al. 2018; Boehm et al. 2018; Vilkov und Tian 2019; Abelseth 2018).

Allerdings müssen diese Lösungen so angelegt werden, dass einfache Duplikate der validen Markierungen auch erkannt werden können. Dies erfordert eine durchgehende Abwicklungshistorie, also ein konsequentes Erfassen der Produkte (Boehm et al. 2018; Hepp et al. 2018). Darüber hinaus ist zu beachten, dass eine Blockchain keine systemimmanente Möglichkeit bietet, eingegebene Daten zu überprüfen (Cartier et al. 2018). Es ist beispielsweise unmöglich zu prüfen, ob der Inhalt einer wertvollen Weinflasche durch eine minderwertige Kopie ersetzt wurde – dafür werden sekundäre Echtheitsmerkmale, wie beispielsweise ein Siegel, benötigt.

Beispiel zur *Unterstützung der Identifikation von Fälschungen*

TBSx3

TBSx3 ist ein australisches Unternehmen mit Sitz in Sydney (Gründung im Juni 2017) sowie Anbieter einer Blockchain-Plattform mit dem Ziel, gefälschte oder gefährliche Produkte für die Endkunden zu vermeiden und vertrauensvolle Supply Chains zu schaffen. Die Plattform soll es den Teilnehmern einer Supply Chain ermöglichen, die entlang der Lieferkette transportierten Sendungen sowie die darin enthaltenen Waren eindeutig zu identifizieren und von der Produktion bis zum Endkunden zu verfolgen. Gleichzeitig sollen Informationen über den Ursprung der transportierten Waren fälschungssicher und kryptographisch verschlüsselt übertragen werden können. Einerseits soll so die Warenherkunft für Händler und Kunden am Ende der Transportkette überprüfbar gemacht werden, andererseits soll die Nachverfolgbarkeit den Herstellern die einfache Umsetzung von Produktrückrufen im Fall von Mängeln ermöglichen.

 tbsx3.com

Automatisierung von administrativen Prozessen

Die Automatisierung von administrativen Prozessen betrifft vor allem solche Vorgänge, bei denen bisher entweder papierbasierte Bestätigungen vorgelegt werden mussten, beispielsweise gestempelte Frachtpapiere, oder bei denen manuelle Eingriffe notwendig sind, wie die Umstellung von Maschinen. Durch die Verfügbarkeit der Daten zu Ereignissen entlang der Supply Chain lassen sich administrative Prozesse automatisieren. Die auf der Blockchain abgelegten Daten können dabei direkten Eingang in administrative Prozesse, beispielsweise in die Rechnungslegung oder Ausstellung von Papieren, finden (Roy et al. 2020; Zhang et al. 2020). Auch Folgeprozesse können davon profitieren. Maschinen, beispielsweise in automatisierten Fabriken, können die Informationen nutzen, um sich automatisch einzustellen oder beispielsweise die Rezeptur zu ändern – Vorgänge, die bis jetzt manuelle oder administrative Eingriffe benötigten (Queiroz et al. 2019; Rejeb et al. 2019; Westerkamp et al. 2019).

KMU könnten diese Daten in Zukunft nutzen, um interne Prozesse digital zu verknüpfen. Einerseits lassen sich so Prozesse verschlanken, andererseits auch schneller abwickeln. Darüber hinaus können Unsicherheit und Fehleranfälligkeit reduziert werden.

Beispiel zur *Automatisierung von administrativen Prozessen*

Blockchain for Energy

Blockchain for Energy arbeitet an dem Einsatz der Blockchain-Technologie für administrative Prozesse bei der Förderung von Öl und Gas. Das Projekt hat im Rahmen des „Offshore Operators Committee“, einem Dachverband der Förderindustrie, begonnen und zunächst im Rahmen eines Pilotprojekts versucht, den Abtransport von Schmutzwasser, das bei der Förderung anfällt, zu optimieren. Die anfallenden und abtransportierten Mengen werden im Rahmen des Piloten automatisch gemessen und auf dieser Basis werden die Rechnungen gestellt. Die Dauer des Bearbeitungsprozesses konnte damit von 90–120 auf 1–7 Tage reduziert werden. Die Blockchain schafft in diesem Prozess eine gemeinsame Datenbasis für den Betreiber der Förderanlage und die Transportunternehmen. Dieser Pilot wurde bereits Anfang 2020 abgeschlossen und als Erfolg bewertet; erst seit 2021 firmiert die Initiative unter dem Namen Blockchain for Energy.

 blockchainforenergy.net

Reduktion von Drittanbietern und Vermittlungsinstanzen

Supply Chains, aber auch Logistikprozesse, benötigen oft Dritte, um Leistungen zu vermitteln oder treuhänderisch Transaktionen zu überwachen. Die in der Folge entstehenden „Reibungen“ führen zur Reduktion von Effizienz, zu Kostensteigerungen und oft auch zu wirtschaftlicher Abhängigkeit.

Der Einsatz der Blockchain-Technologie kann die Anzahl dieser Drittanbieter reduzieren. Insbesondere solche Intermediäre, deren Geschäft sich auf treuhänderische Garantien bezieht, können durch Blockchain-Anwendungen ersetzt werden, insofern hier geeignete Smart-Contracts verwendet werden können (Queiroz et al. 2019; Malyavkina, I, L. et al. 2019). Welche Drittanbieter und auf welche Art diese reduziert werden können, hängt von der Branche ab: Intermediäre in der Lebensmittelbranche haben andere Aufgaben und Anforderungen als beispielsweise für pharmazeutische Produkte oder in der Vermittlung von Schiffsbeladungen (Mezquita et al. 2020; Chiacchio et al. 2019; Czachorowski et al. 2019).

KMU können auf zwei Arten profitieren: Einerseits kann enger mit Zulieferern zusammengearbeitet werden, wenn vorgeschaltete Intermediäre übersprungen werden können. Insbesondere wenn diese nur als Vermittler oder Garantiegeber auftreten, kann Blockchain eine Infrastruktur für die Hinterlegung dieser Garantien bieten. Andererseits können KMU in der Rolle des Lieferanten enger mit dem Kunden zusammenarbeiten, wenn die Möglichkeit besteht, nachgelagerte Vermittler zu überspringen. Die Komplexität und Risiken solcher neuen Zuliefernetzwerke müssen allerdings genau abgewogen werden und gegebenenfalls Eingang in das Vorgehen des Unternehmens finden.

Beispiel zur Reduktion von Drittanbietern und Vermittlungsinstanzen

Cacaoshares

Cacaoshares verkauft Anteile an Kakaobäumen direkt an Endkunden. Die im Lebensmitteleinzelhandel sonst üblichen Zwischenhändler werden durch nur ein Unternehmen ersetzt. Auch die Rolle des Kakaobauern ändert sich, da er nicht mehr auf eigene Rechnung Lebensmittel produziert, sondern nur Pflanzen anbaut, deren Früchte bereits dritten Parteien gehören. Das Startup Cacaoshares wurde 2017 in Japan ins Leben gerufen und vermittelt bislang nur Produkte aus Venezuela. Durch die direkte Verbindung von Bauern und Konsumenten ermöglicht das System auch einen Fokus auf soziale und ökologische Ziele, die im traditionellen Handel oft keinen Raum finden.

 cacaoshares.com

Analyse der Supply Chain Performance

Die datengestützte Analyse und Überwachung der Supply Chain Performance ist eine der Hauptaufgaben des Supply Chain Managements (Chopra und Meindl 2016, S. 56). Engpässe sollen vermieden und Möglichkeiten zur Verbesserung der Produktivität identifiziert werden (Bowersox et al. 2010, S. 97). Die Prozesse zur Aufdeckung solcher Engpässe erfolgen nicht ausschließlich auf quantitativer Basis, die Bewertung der ergriffenen Maßnahmen hingegen schon. Blockchain-basierte Prozesse ermöglichen eine solche Bewertung, da die Daten kontinuierlich und in einem strukturierten Format vorliegen.

Die Art der Verbesserung der Supply Chain Performance variiert in Abhängigkeit von der Branche. So kann beispielsweise die Lebensmittelindustrie von einem verringerten Verderb der Lebensmittel profitieren (Tan et al. 2018). Branchenübergreifend werden in der Literatur drei Hauptvorteile von Blockchain-Lösungen für die Analyse der Supply Chain Performance beschrieben: (1) die Verfügbarkeit von Daten in nahezu Echtzeit, (2) die Möglichkeit, Triebkräfte in der Supply Chain aktiv zu steuern und Risiken zu minimieren, und (3) die Schaffung einer Datenbasis für maschinelles Lernen.

Es wird angenommen, dass die schnelle Verfügbarkeit der Daten eine bessere Abschätzung von Liefer- und Transportzeiten ermöglicht (Kuhi et al. 2018; Meng und Qian 2018) oder bei der Überwachung verderblicher Waren unterstützen kann (Tan et al. 2018). Außerdem kann eine verbesserte Datenverfügbarkeit Vorlaufzeiten verkürzen und so Lieferungen beschleunigen, die Verwaltung der Bestände verbessern und ggf. ermöglichen, Materialströme früher umzulenken (Hald und Russo 2018; Kuhi et al. 2018; Tan et al. 2018). Durch die Verfügbarkeit von mehr Daten entlang der Supply Chain können auch die Algorithmen des maschinellen Lernens unterstützt werden, mit deren Hilfe passende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden können (Yong et al. 2019).

KMU können beispielsweise Ineffizienzen oder Wartezeiten reduzieren, um so die eigenen Kosten zu minimieren. Sie können zwar häufig keine umfangreichen technologischen Investitionen tätigen, müssen aber dennoch Erträge optimieren und Geschäftsprozesse rationalisieren. Blockchain kann hier eine kostengünstige Option sein, da dies nicht nur Optimierungen ermöglicht, sondern gleichzeitig auch als innovative Abgrenzung zum Wettbewerb wahrgenommen wird (Wong et al. 2020).

Beispiel zur *Analyse der Supply Chain Performance*

Ambrosus

Ambrosus ein in der Schweiz gegründetes Start-up (Gründung 2017) mit Hauptsitz in Belize, das ein Blockchain-gestütztes IoT-Netzwerk zur Verfolgung, Speicherung und Übertragung von Herstellungs- und Transportdaten entwickelt hat. Genutzt werden soll dies für Lebensmittel, Pharmazeutika, Chemikalien und andere sensible/teure Güter. Die kontinuierliche Erfassung von Zeit-, Temperatur-, Logistik- und Materialdaten soll eine verbesserte Qualitätssicherung und die Ausstellung von Qualitätsnachweisen für Vertriebspartner sowie Endkunden ermöglichen. Die Daten können darüber hinaus für Analysen genutzt werden, um so die Effizienz ihrer Supply Chains zu optimieren.

 ambrosus.com

Nachverfolgung von Nachhaltigkeitsinitiativen

Obwohl Hersteller und Logistikdienstleister in Nachhaltigkeitsinitiativen investieren, sind deren Effekte oft nicht nachvollziehbar. Noch schwieriger wird es, wenn beispielsweise Emissionsdaten produktgenau an in der Kette folgende Unternehmen weitergegeben werden sollen.

Die Nutzung von Blockchain könnte es möglich machen, besonders die ökologischen Aspekte besser zu quantifizieren (Saber et al. 2019b). Ferner ermöglicht sie es der dezentralen Datenhaltung, auch über soziale Aspekte entlang der Supply Chain rechenschaftsfähig und transparent zu bleiben (Venkatesh et al. 2020). Diese Forschungsrichtung ist allerdings noch sehr jung, sodass die meisten beschriebenen Fälle die Nachverfolgung von Nachhaltigkeitsinitiativen eher als einen Nebeneffekt der Supply-Chain-Transparenz betrachten (Lund et al. 2019; Tan et al. 2018; Thiruchelvam et al. 2018).

KMU können sich diesen Aspekt zunutze machen und Supply-Chain-Transparenzinitiativen noch umfangreicher mit Daten ausstatten. Nachhaltigkeitsstandards werden dann möglicherweise für Kunden sichtbarer. Andererseits können gegebenenfalls Maßnahmen ergriffen werden, falls sich in vorgelagerten Supply-Chain-Stufen problematische Entwicklungen zeigen.

Beispiel zur Nachverfolgung von Nachhaltigkeitsinitiativen

Bumble Bee Foods / Trace My Catch

„Trace my catch“ ist der Name einer Initiative des Dosenfischherstellers Bumble Bee Foods. Die Nutzung von Blockchain soll es ermöglichen, die Historie des Fisches in den Konservendosen nachzuvollziehen. Jede Thunfischdose wird mit einem Code versehen, den die Endkunden auf der Internetseite des Herstellers eingeben können. Hier erhalten sie dann Auskunft über Herkunft, Verarbeitung und Art des Fisches. Die Initiativen des Herstellers zur nachhaltigen Fischerei werden so für den Kunden greif- und nachvollziehbar.

Entstanden ist dieses Werkzeug in Zusammenarbeit mit dem Softwarehersteller SAP, der dafür seine proprietäre Blockchain-Implementierung nutzt. Die Nutzung dieser Lösung ist auf den Dosenfischhersteller beschränkt und wird von diesem zentral auf die Lieferanten ausgerollt.

[🌐 bumblebee.com/tracemycatch](https://bumblebee.com/tracemycatch)

Identifikation und Identitäten

Die Abwicklung von Logistik- und Supply-Chain-Prozessen erfordert wiederholt die Identifikation von Angestellten verschiedener Unternehmen. Viele Logistikprozesse verlassen sich hier entweder auf Insellösungen (beispielsweise hat der Hamburg Hafen seine eigenen Trucker-Karten) oder beschränken sich auf die Aufzeichnung von Identifikationsdaten (beispielsweise Passkopien oder Videoaufzeichnungen). Es kann dabei häufig nur im Nachhinein reagiert werden, wenn eine unberechtigte Person einen Vorgang ausgelöst oder durchgeführt hat.

Blockchain könnte digitale Identitäten über das gesamte Logistik- und Supply-Chain-Netzwerk hinweg anbieten. Die auf der Blockchain gespeicherten Identitäten können von den verschiedenen Teilnehmern signiert und um Informationen erweitert werden, um das Vertrauen in die einzelnen Identitäten zu steigern (Gao et al. 2018; Imeri und Khadraoui 2018b; Wust und Gervais 2018; Zhang et al. 2019). Diese Art der Identitätsverwaltung kann auch Vorteile für die Nutzenden haben: Nur die notwendigen Attribute müssen der prüfenden Stelle aufgedeckt werden – es entsteht kein vollständiger Verkehrsdatensatz (Imeri und Khadraoui 2018b).

Kleine und mittlere Unternehmen können dies nutzen, um Identifikations- und Berechtigungssysteme umzusetzen, ohne dabei Drittanbieter für den Betrieb zu nutzen (Gao et al. 2018; Imeri und Khadraoui 2018b). Diese Systeme könnten sowohl mit Berechtigungskarten als auch mit Smartphones arbeiten und unternehmensübergreifend genutzt werden.

Beispiel zur *Identifikation und Identitäten*

Serto

Das Projekt Serto bietet verschiedene Identitätsprodukte auf Basis der Ethereum-Blockchain an. Eine zu den ausgearbeiteten Smart Contracts gehörige Smartphone-Applikation ermöglicht es den Nutzenden, Identitätsdaten, Berechtigungen und Zertifikate eigenständig und unabhängig zu verwalten und zu teilen.

Unternehmen können nun auf diesen Smart Contracts aufbauen und Anmeldeinformationen anfordern, Transaktionen signieren lassen oder Zertifikate ausgeben, ohne dass die Nutzendendaten zentral gespeichert werden.

 serto.id

Einbindung von „Internet of Things“-Geräten

„Internet of Things“-Geräte, also Geräte wie Sensoren und Aktoren, die mit dem Internet verbunden sind, werden häufig eingesetzt, um Zustände zu überwachen und zu steuern. Gartner erwartet über 5,8 Milliarden IoT-Endpunkte im Jahr 2020, davon insgesamt über eine halbe Milliarde im Bereich Transport und Handel (Gartner 2019). Ein typischer Anwendungsfall in der Logistik ist die Überwachung der Kühlkette, der Standorte oder der falschen Handhabung von Sendungen. IoT-Geräte können wie jeder andere Computer mit der Blockchain interagieren und diese so als Ort nutzen, um Überwachungs- und Bewegungsdaten von Waren zu speichern. Diese Daten stehen so innerhalb kurzer Zeit für nachgelagerte Prozesse und Teilnehmer zur Verfügung. Der öffentliche Schlüssel des Gerätes wird dabei mit jeder Transaktion verknüpft. Durch die Unveränderbarkeit sind IoT-Daten dann auch als Teil einer Auditierung durch Aufsichtsbehörden oder für Endverbraucher nutzbar (Ahmad et al. 2019; Mistry et al. 2020). Caro et al. (2018) und Hulea et al. (2018) beschreiben Beispielumsetzungen für den Transport von Lebensmitteln bzw. Pharmazeutika und stellen fest, dass dies die Rückverfolgbarkeit verbessern würde. Die genaue Umsetzung ist jedoch vom Anwendungsfall abhängig, denn für die Nachverfolgung von Gütern wird ggf. eine andere Konfiguration nötig als für die Identifikation von Fälschungen.

Voraussetzung ist, dass genügend Datenpunkte zur Verfügung stehen und diese auch korrekt aufgenommen werden (Queiroz et al. 2019; Rejeb et al. 2019). Die Nutzung von Blockchain-Implementierungen erfordert außerdem eine gewisse Rechenleistung des Endgerätes. Sehr einfache, eher für das IoT geeignete Geräte können diese oft nicht bereitstellen (Casino et al. 2019; Hinckeldeyn und Kreutzfeldt 2018).

Auch KMU können IoT-Geräte in Verbindung mit der Blockchain-Technologie einsetzen, um so genauere Daten über den Verbleib von Gütern zu erhalten. Auf diese Weise können KMU ihren Kunden eine bessere Qualität bieten oder neue Leistungen erbringen, die bis dato eine größere Infrastruktur erfordern. Angesichts der aktuell notwendigen Rechenleistung übersteigt dieser Nutzen im Moment häufig noch die Kosten und ist deshalb vornehmlich in Branchen mit besonders sensiblen oder teuren Gütern empfehlenswert.

Beispiel zur *Einbindung von IoT-Geräten*

Modum

Modum ist ein Schweizer Start-up mit Sitz in Zug (Gründung im Januar 2016), das die Digitalisierung der Supply Chain vom fertigen Produkt bis hin zum Endkunden anstrebt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf sensiblen Gütern, wie Pharmazeutika, Medizinprodukten sowie verderblichen Lebensmitteln und Getränken.

Modum bietet Messgeräte inklusive der dazugehörigen Software an. Diese können zur Temperaturüberwachung von sensiblen Gütern genutzt werden, indem die Geräte diesen beige packt werden. Mithilfe der Blockchain-Technologie sollen die Messdaten unveränderbar abgelegt und so eine vertrauenswürdige Verbindung zwischen Artikel, Warentransport und Messgerät geschaffen werden. Je nach Produktkonfiguration sollen diese Daten in Echtzeit oder an bestimmten Übergabepunkten zur Verfügung stehen.

 modum.io

Insgesamt zeigt sich an dieser Stelle, dass zahlreiche Anwendungsfälle für Blockchain existieren und in der Forschung analysiert werden. Die Beispiele verdeutlichen, dass auch in der Praxis erste Projekte existieren. Ein detaillierterer Einblick in die Aktivitäten der Praxis wird im Rahmen des folgenden Arbeitspakets 2 ermöglicht.



Abbildung 5: Feedback vom PA zur Datenbankgestaltung (n=11)

Abbildung 6 zeigt den Eintrag für das Projekt „Carbon Block“. Dieser besteht im Kern aus zwei Komponenten. Links wird eine textuelle Beschreibung des Projekts angezeigt, die im Rahmen des ChainLog-Projekts verfasst wurde. Neben der eigentlichen Beschreibung des Projekts wird dort auch auf die Implikationen für kleine und mittlere Unternehmen Bezug genommen, um den Nutzenden eine Einordnung des Projekts zu ermöglichen. Auf der rechten Seite werden dann weitere Informationen über das Projekt bereitgestellt. Der wichtigste Aspekt dieser Komponente sind die Projekt-URLs, die es den Nutzenden erlauben, sich direkt mit dem beschriebenen Projekt auseinanderzusetzen und gegebenenfalls Kontakt aufzunehmen.

Carbon Block
✕

Projektbeschreibung
 Carbon Block ist ein kanadisches Unternehmen. Das Start-up hat es sich zum Ziel gesetzt, den Handel mit Klimakompensation (sogen. "carbon offset") auf der Blockchain zu automatisieren. Mithilfe von Sensorik wird die Einsparung von CO2-Emissionen (beispielsweise durch den Einsatz erneuerbarer Energien) gemessen und zum Verkauf angeboten. Andere Unternehmen können die Rechte an dieser Einsparung erwerben und damit ihren ökologischen Fußabdruck verbessern. Das System insgesamt wird als Produkt des StartUps CircularTree vertrieben.

Carbon Block ist der Gewinner des "StartUp-Autobahn"-Programms von Porsche und BASF. In diesem Kontext wurde die Technologie des StartUps bei einem Porsche-Zulieferer pilotiert.

Implikationen für kleine und mittlere Unternehmen
 KMU können sowohl als Käufer als auch als Verkäufer von Klimakompensationen am System teilnehmen.

Projekt URL

Projekt-Website
<https://carbonblock.io/>

Projektvideo StartUp-Autobahn
<https://www.youtube.com/watch?v=hIUNYDIF4oc&feature=youtu.be>

Hersteller-Website
<https://circulartree.com/carbonblock/>

Projekt-Status

Prototyp

Projekttyp

Softwareprodukt

Einsatzbereich

Automatisierung von administrativen Prozessen

Einbindung von IoT-Geräten

Nachverfolgbarkeit von Gütern

Nachverfolgung von Nachhaltigkeitsinitiativen

Implementierung

Unbekannt

Zuletzt geändert: 12.01.2021

Abbildung 6: Darstellung eines Projekts in der Datenbank

Um den Nutzenden einen adäquaten Umgang mit der Vielzahl von Projekten in der Datenbank zu ermöglichen, wird außerdem eine Filterfunktion bereitgestellt. Damit können der Status und/oder die Einsatzbereiche festgelegt und nur die entsprechenden Projekte angezeigt werden.

Aufnahmekriterien der Datenbank

Die Datenbank sollte eine Reihe von Projekten enthalten, die Blockchain-Lösungen in der Praxis in den Bereichen Logistik und Supply Chain Management entwickeln. Aufgenommen wurden deshalb ausschließlich Projekte, zu denen möglichst viele Informationen verfügbar sind und deren Systeme bereits in der Praxis eingesetzt worden sind. Voraussetzung war außerdem, dass Implikationen und Nutzungsmöglichkeiten für kleine und mittlere Unternehmen aufgezeigt werden können.

Aus der Diskussion mit dem PA wurde außerdem deutlich, dass die angewendete Blockchain-Implementierung von Interesse ist. Darüber hinaus war es den PA-Mitglieder wichtig zu verstehen, ob das Projekt ein kommerzielles Nutzungsangebot, frei verfügbare Software oder ein Forschungsergebnis ist. Besonders für kommerzielle Angebote wurde eine Verknüpfung zu einer Seite mit möglichen Ansprechpartnern gewünscht.

Nur die Projekte, für die die große Mehrheit dieser Informationen auch verfügbar war, wurden eingeschlossen. Neben diesen Kriterien war zusätzlich wichtig, dass die Projekte im Jahr 2020 noch Aktivität zeigten und nicht bereits beendet wurden.

Implikationen aus der Anwendungsfall-Datenbank für KMU

Im Arbeitspaket 1 wurden bereits 11 der insgesamt 42 Projekte in der Datenbank als Beispiele für die identifizierten Einsatzpotentiale vorgestellt. Als Beispieleintrag wurde im vorangehenden Abschnitt außerdem das Projekt „Carbon-Block“ gezeigt. Auf die Darstellung weiterer Beispielprojekte wird an dieser Stelle deswegen verzichtet. Tabelle 1 zeigt alle Projekte, die in der Datenbank näher beschrieben werden.

1. Ambrosus	15. Mobi-Initiative	29. SiLKe
2. BASF, Quantoz und Ahrma	16. Modum	30. SkyCell Behältnisse
3. Bumble Bee Foods	17. Naturipe	31. SmartLog
4. Carbon Block	18. OOC Wastewater Management	32. SustainBlock
5. Circulor	19. Open Mineral	33. T-Mining
6. COBILITY	20. OURZ	34. TATTOO Wine
7. Covantis	21. PartChain	35. TBSx3
8. DIBICHAIN	22. Provenance	36. TE-Food
9. Everledger	23. reciChain	37. Tracr
10. Fr8 Network	24. retraced	38. Tradelens
11. Hansebloc	25. RiskBlock	39. Ubirch Corona
12. IBM Food Trust	26. ROboB	40. VeChain
13. MediLedger	27. Serto Identitätswerkzeuge	41. Vinsent
14. Minespider	28. ShipChain	42. WWF-Fisch

Tabelle 1: Projekte in der ChainLog-Datenbank

Für KMU zeigt die Anwendungsfall-Datenbank die Fülle an bereits existierenden Blockchain-Projekten sowie -Anwendungsfällen. In der Regel bietet sich zudem die Möglichkeit, in verschiedenen Formen an den Projekten teilzunehmen. Die Datenbank kann deswegen auch sehr konkret zum Einstieg in die Blockchain-Thematik verwendet werden. Auf Ebene der ein-

zelenen Einträge wird für jedes Projekt beschrieben, was dieses konkrete Projekt für Implikationen für KMU hat. Eine genaue Herangehensweise wird allerdings nicht empfohlen, da die Herangehensweise primär von den Eigenschaften des jeweiligen KMU abhängig ist. In diesem Sinne kann die Datenbank den Ergebnissen der folgenden Arbeitspakete und insbesondere dem Entscheidungswerkzeug nicht vorgreifen. Dort wird allerdings an entsprechender Stelle auf die Datenbank Bezug genommen. Sie ist insofern ein wichtiger Bestandteil der Herangehensweise, die im Rahmen des Projekts insgesamt für KMU erarbeitet wurde.

Arbeitspaket 3: Qualitative Erhebung von Einsatzfeldern und Rahmenbedingungen im Logistik- und SCM-Kontext

Im Rahmen des dritten Arbeitspakets wurden mithilfe einer Interviewstudie Einsatzfelder und Rahmenbedingungen im Logistik- und SCM-Kontext erhoben. In den folgenden Abschnitten werden die Vorbereitung der Interviewstudie, die Durchführung, die Ergebnisse selbst sowie die abschließende Zusammenfassung und Kommunikation dieser vorgestellt.

Vorbereitung der Interviewstudie

Im Rahmen der Vorbereitung, vor allem innerhalb der im Arbeitspaket 1 durchgeführten Literaturanalyse, wurden die Grundthemen für den Interviewleitfaden entwickelt. Ebenfalls wurden aus den in AP2 identifizierten Projekten Beispiele und Use-Cases in die Entwicklung des Leitfadens einbezogen. Ziel der Interviewstudie ist es, eine empirische Fundierung für die zu entwickelnden Identifikations- und Bewertungsvorgehen zu schaffen. Damit werden die Grundlagen für die Arbeitspakete 5 und 6 geschaffen, wobei aber auch eine Arbeitsgrundlage für das Arbeitspaket 4 erstellt wird.

Für die Interviews wurden Unternehmen aus dem Blockchain-Umfeld befragt, mit bewusst keiner ausschließlichen Fokussierung auf Interviewpartner aus der Logistik und dem Supply Chain Management. Für die Interviews mit den teilnehmenden Unternehmen wurde der nachfolgende Fragenkatalog erarbeitet:

1. Einstiegsfragen
 - a. Was sind Ihre Aufgaben und Verantwortlichkeiten im Unternehmen?
 - b. Welcher Abteilung sind Sie zugeordnet und welche Rolle nimmt diese im Unternehmen ein?
2. Leitfragen (KMU/Blockchain)
 - a. Wie planen Sie/Ihre Kunden die Blockchain-Technologie in ihrem Unternehmen einzusetzen? Falls nein, sehen Sie Potentiale in der Blockchain-Technologie?
 - b. Wie sehen Sie die Chancen für Logistik-KMUs beim Einsatz der Blockchain-Technologie?
 - c. Wo sehen Sie Herausforderungen bzw. Barrieren für Logistik-KMUs beim Einsatz von Blockchain-Technologie?
 - d. Welche regulatorischen Einflüsse haben einen Effekt auf die Einführung der Blockchain-Technologie?
3. Abschlussfragen
 - a. Haben Sie noch Themen, die ich nicht angesprochen habe?
 - b. Wenn Sie sich drei Blockchain Projekte wünschen könnten, die Ihr Unternehmen vorantreiben sollte, welche wären das?

Beschreibung des Interviewsamples

Nach Auswertung der Literaturanalyse wurden die semistrukturierten Interviews mit 28 Unternehmen (siehe Tabelle 2) durchgeführt. Die Teilnehmer*innen für diese Interviews wurden teilweise infolge des projektbegleitenden Ausschusses und Vorträgen, aber auch über Social-Media-Plattformen wie LinkedIn oder Xing und die Logistik-Initiative Hamburg

angesprochen. Alle Interviews der Studie wurden per Videokonferenz oder Telefon, aufgrund der Covid-19-Pandemielage, durchgeführt. Dies erwies sich durchaus als vorteilhaft, da so auch Unternehmen aus anderen Regionen Deutschlands befragt werden konnten und ein größeres Sample erzielt wurde.

#	Unternehmen	Mitarbeiter	#	Unternehmen	Mitarbeiter
1	IT-Dienstleister	11–100	15	Hersteller	>1,000
2	Universität	>1,000	16	Logistikdienstleister	>1,000
3	IT-Dienstleister	101–1,000	17	IT-Dienstleister	1–10
4	Logistikdienstleister	11–100	18	IT-Dienstleister	11–100
5	IT-Dienstleister	101–1,000	19	IT-Dienstleister	11–100
6	Beratungsunternehmen	1–10	20	Logistikdienstleister	11–100
7	Blockchain Consulting Company	1–10	21	IT-Dienstleister	11–100
8	Blockchain Consulting Company	1–10	22	Logistics Authority	>1,000
9	Logistikvereinigung	11–100	23	IT-Dienstleister	11–100
10	Abfalldienstleister	>1,000	24	Logistikvereinigung	11–100
11	IT-Dienstleister	>1,000	25	IT-Dienstleister	11–100
12	IT-Dienstleister	11–100	26	Universität	>1,000
13	Hersteller	>1,000	27	Hersteller	>1,000
14	Blockchain Consulting Company	11–100	28	IT-Dienstleister	11-100

Tabelle 2: Befragte Unternehmen in der Interviewstudie

Während der Interviews wurde zunächst die Position des Interviewten herausgestellt und anschließend bisherige Projekte mit den Befragten durchgegangen. Aufgrund der Neuheit des Themenfelds wurden dann in einem zweiten Teil die Potentiale und Herausforderungen von SME bezüglich Blockchain nachgezeichnet. Ebenfalls wurden regulatorische Rahmenbedingungen mit den jeweiligen Befragten finalisiert. Abschließend wurden die Befragten gebeten, weitere offene Themen zu nennen und diese mit uns zu diskutieren.

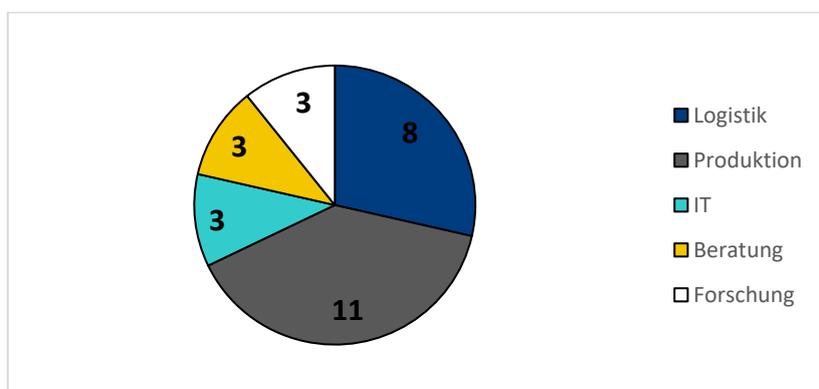


Abbildung 7: Überblick über die Branchen der Interviewpartner

In Abbildung 7 werden die Branchen der Unternehmen dargestellt, in denen die Befragten tätig sind. Dabei ist zu sehen, dass der Großteil der Befragten aus dem Feld der Informationstechnologie und der Logistik stammt, was den Bereich des Forschungsprojektes abdeckt. Darüber hinaus ist erkennbar, dass insgesamt die Hälfte alle Befragten aus den Branchen Logistik, Handel und Produktion kommen.

Ergebnisse der Interviewstudie

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Interviewstudie dargestellt. Dabei werden die folgenden Themen behandelt: 1) die möglichen Einsatzfelder und 2) Rahmenbedingungen

von Blockchain sowie die Identifikationsmöglichkeiten für KMU und darauffolgend 3) die möglichen Herangehensweisen.

Potentielle Einsatzfelder der Blockchain für KMU

Innerhalb der Interviewstudie konnten diverse Einsatzfelder, die sich für KMU eignen könnten, identifiziert werden. Diese sind in Tabelle 3 übersichtlich dargestellt. Darüber hinaus werden damit verbundene konkrete Beispiele für den Einsatz der Blockchain-Technologie genannt.

#	Blockchain-Einsatzfeld	Beispiele
1	Sicherstellung von Transportanforderungen	- Sichere Dokumentation von Transportdaten - Überprüfung von Anforderungen des Gefahrguttransports
2	Fälschungssichere Erfassung von Herkunftsdaten	- Nachverfolgbarkeit in der Kreislaufwirtschaft - Nachverfolgbarkeit von Waren für den Endkunden
3	Erhöhung der Transparenz entlang der Supply Chain	- Elektronische Herkunftszeugnisse - Echtheitskontrolle von Lebensmitteln
4	Zertifizierung der Partner und Produkte entlang der Supply Chain	- Zertifizierung von Bio-Siegeln - Erstellung von digitalen, zertifizierten Materialpässen
5	Fälschungssichere Digitalisierung von Dokumenten und Zertifikaten	- Gewährleistung der Einzigartigkeit von Führerscheinen, Identitätsnachweisen und Registerauszügen - Gewährleistung der Einzigartigkeit der BoL
6	Fälschungssichere Dokumentation von Frachtdaten	- Überwachung des Containergewichts für Versicherungsnachweise
7	Optimierung von Prozessen zwischen Supply-Chain-Partnern	- Erstellung und Weitergabe der BoL
8	Automatisierung der Übergabe von Gütern entlang Supply Chain	- Digitalisierung und Automatisierung des Freistellungsprozesses
9	Vereinfachte und sicherere Identifizierung von Supply-Chain-Teilnehmern	- Umsetzung der Self Sovereign Identity - Authentifizierung mit einer Trucker-Card

Tabelle 3: Blockchain-Einsatzfelder für KMU

Nach der Meinung der Experten kann der Einsatz der Blockchain-Technologie die Grundlage bilden, um Transportanforderungen sicherzustellen (1). Konkret wird hier angesprochen, dass die Blockchain benötigte Transportdokumente sichern kann, sodass beispielsweise Kühlzeiten unveränderbar abgelegt oder Gefahrguttransporte exakt dokumentiert werden können, damit klare Verantwortlichkeiten entstehen. Über den Anwendungsfall der Datenabsicherung hinaus wurde von den Teilnehmern der Interviewstudie auch die fälschungssichere Erfassung von Herkunftsdaten (2) angesprochen. Innerhalb dieses Anwendungsfalles wird diskutiert, wie das vollständige Tracking von Daten in der Supply Chain für KMU handhabbar gemacht werden kann. Dies wurde von den Experten vor steigendem Interesse der Endkunden beschrieben: „Wo kommen Produkte her? Wie werden sie hergestellt? Wie werden sie transportiert? Wie ist da der CO₂-Abdruck?“ und solche ähnlichen Geschichten.“ – #Interviewpartner 8. Um einen solchen Use Case zu ermöglichen, ist allerdings die Kooperationsbereitschaft in der gesamten Supply Chain nötig, in der jedes Unternehmen seine Daten teilen muss.

Auf der Basis der Zusammenarbeit ergibt sich der dritte Anwendungsfall: die Erhöhung der Transparenz (3). Sollten die angesprochenen Daten in eine Blockchain eingespielt worden sein, entsteht eine direkte Transparenz, nicht nur für den Endkunden, sondern auch für Zwischenhändler und Zulieferer. Damit einher geht das Teilen von Informationen zum Standort der Sendung sowie die darauf basierende Planung von logistischen Prozessen. Mithilfe dieser Informationen könnten gerade mittelständische Speditionen und Logistikdienstleister besser planen, zu welchem Zeitpunkt welche Menge von Gütern eintrifft, sowie ihre Kapazitäten exakter auswerten.

Wird bei den in der Supply Chain befindlichen Unternehmen auch nach Zertifikaten gefragt, ergibt sich der folgende Anwendungsfall: Zertifizierung der Partner und Produkte entlang der Supply Chain (4). In diesem Zusammenhang wurde von den Experten neben Nachhaltigkeitsinitiativen und Bio-Siegeln auch der digitale Materialpass genannt. Dies alles sind Beispiele, bei denen der Zertifikatsnachweis für KMU optimiert werden kann. Dabei kann allerdings nicht nur der Zertifizierungsprozess verbessert werden, sondern auch die Digitalisierung von Dokumenten (5). Hier wurde von den Experten oftmals das Beispiel des „Bill of Lading“ genannt, was auch in der Projektdatenbank angesprochen wurde, unter dem Anwendungsfall „Dokumentation von Gütern“. In den Interviews genannte Dokumente, die ebenfalls digitalisiert und auf der Blockchain abgewickelt werden könnten, sind Registerauszüge, Personendokumente von Mitarbeitern (Führerscheine) und Identitätsnachweise. Dies würde den Unternehmen eine Optimierung der operativen Prozesse ermöglichen.

Neben der angesprochenen Digitalisierung von Dokumenten wäre es für KMU speziell vorteilhaft, Frachtdaten fälschungssicher zu digitalisieren (6). Die Experten haben hier oftmals wichtige Größen wie das Containergewicht im Zusammenhang mit dem Versicherungsbereich genannt. Darüber hinaus sind laut den Interviewpartnern Dokumente oftmals fehlerbehaftet und müssen aufwendig korrigiert werden, was durch den Einsatz einer Blockchain vereinfacht werden müsste. Dieser Vorteil ist gerade für KMU spannend, da dadurch auch die Korrektheit der Daten schneller hergestellt werden könnte.

In Zusammenhang mit der Digitalisierung von Dokumenten stehen sowohl die „Optimierung von Prozessen zwischen Supply-Chain-Partnern“ (7) als auch die „Automatisierung der Übergabe von Gütern entlang der Supply Chain“ (8). Konkret werden in beiden Punkten die Erstellung und Weitergabe von Dokumenten angesprochen, da in den aktuellen Prozessen oftmals Optimierungspotential besteht. Als konkretes Beispiel wurden von den Experten häufig die Digitalisierung des Erstellungsprozesses für die „Bill of Lading“ sowie die Freistellungsprozesse in Luft- und Seefracht genannt. Diese Prozesse sind sehr zeitaufwendig und fehleranfällig, was laut den Experten durch die Nutzung einer Blockchain abgemildert werden könnte. Dies wäre gerade für Logistik-KMU durch eine geringere Fehlerrate bei den Dokumenten ein Vorteil.

Final wurde von den Experten die vereinfachte und sicherere Identifizierung von Supply-Chain-Teilnehmern genannt (9). Damit Unternehmen sich an Logistikknoten besser identifizieren können, wurden als konkrete Beispiele die Umsetzung der „Self-Sovereign Identity“ (Interviewpartner 1) und die Digitalisierung einer „Trucker-Card“ (Interviewpartner 5) genannt. Damit könnten sich die Mitarbeiter der Unternehmen schneller authentifizieren und die Unternehmen somit jeweilige operative Prozesse optimieren. Die Blockchain als verteilte

Datenbank bietet hier den Vorteil, dass viele verschiedene Unternehmen die gleiche Infrastruktur für die Identifikation verwenden und Interoperabilität ermöglicht wird.

Rahmenbedingungen der Blockchain für KMU

Neben den genannten Anwendungsfällen müssen die Rahmenbedingungen der Blockchain für KMU angesprochen werden. Diese teilen sich in unternehmensinterne, unternehmensexterne und regulatorische Rahmenbedingungen auf.

Unternehmensinterne Rahmenbedingungen der Blockchain für KMU

Unzureichende Digitalisierung, Ressourcen und fehlende Vernetzung

Ein sukzessiver Einzug der Digitalisierung ist bei den KMU zu beobachten (Kersten et al. 2017) und wurde auch von den Interviewpartnern als ein maßgebliches internes Hemmnis für den Einsatz der Blockchain-Technologie bei KMU gesehen. Dabei wurde von den Experten oftmals ein starkes Digitalisierungsgefälle zwischen den KMU und großen Unternehmen angesprochen, wobei genutzte Lösungen ebenfalls maßgeblich divergieren. Dieses Gefälle wird einerseits durch die grundsätzliche Aversion der Logistik-Branche gegenüber der Technologie begründet, andererseits aber auch durch die generelle Reserviertheit: *„Das ist halt eine technikaverse Branche. Das hat lange, lange gedauert, bis man überhaupt gemerkt hat, dass es viel cooler ist, E-Mails zu versenden, als das per Fax zu machen.“* – Interviewpartner 4. Außerdem werden regulatorische Hindernisse genannt, die die Digitalisierung (und damit auch die Einführung der Blockchain-Technologie) in der Branche behindern. Die Notwendigkeit dieser auf analoge Prozesse ausgelegten Regularien wird mit der Fälschungsanfälligkeit vieler Dokumente begründet: *„Das große Problem ist, dass diese Regularien eigentlich für eine nichtdigitale Ära entwickelt wurde bisher. Das heißt, man hat eigentlich so ein konventionelles Paper-based System genommen und dann versucht, im Zuge der Digitalisierung die Regularierung auch dementsprechend anzupassen und auszubauen.“* – Interviewpartner 8.

Neben der unzureichenden Digitalisierung hat jeder Interviewpartner auch unzureichende Ressourcen in KMU angesprochen. Dabei werden vor allem Know-how bezüglich Digitalisierung und Blockchain, Finanzen und Zeit beziehungsweise die Motivation zur Auseinandersetzung mit Digitalisierungsthemen als die drei übergreifenden Kategorien genannt. Beim Know-how wird vor allem allgemein fehlendes IT-Fachwissen erwähnt, sodass neue Technologien gerade Unternehmen der Logistikbranche abschrecken können: *„Gut ausgebildete Leute, die Ahnung von moderner Technologie haben, rennen nicht gerade in die nächstbeste kleine Speditionsklitsche“* – Interviewpartner 4. Mit dem fehlenden Fachwissen geht auch fehlendes Vertrauen in beziehungsweise eine Sorge vor der Komplexität der Blockchain-Technologie einher.

Des Weiteren werden fehlende finanzielle Ressourcen als interne Barriere genannt, was gerade im Logistik-Umfeld mit den geringen Margen von 1 bis 2 % zusammenhängt. Die Blockchain ist gerade in den frühen Entwicklungsphasen sehr kostenintensiv, was für KMU eine große Hürde darstellt. Diese finanziellen Einschränkungen werden auch daran verdeutlicht, dass sich KMU generell explorative Forschungsprojekte zur Testung des Potentials einer Technologie in der Regel nicht leisten können und hierfür auch keine Zeit vorhanden ist. Neben den Kosten kommt darüber hinaus noch die Konzentration auf das

Tagesgeschäft in den Fokus, da die Unternehmen in der Regel nicht das nötige Personal besitzen, um Mitarbeiter vom Tagesgeschäft abzuziehen.

Als weitere Rahmenbedingung wird die bisher noch nicht starke Vernetzung und Kooperation innerhalb der Logistik-Branche genannt. Die Experten nennen dabei vor allem eine fehlende wechselseitige Zusammenarbeit aufgrund des Konkurrenzgedankens und des Misstrauens. Da die Blockchain-Technologie eine unternehmensübergreifende Technologie ist, kann die Notwendigkeit der Vernetzung als Voraussetzung gesehen werden. Problem bei der Vernetzung ist allerdings, dass Unternehmen, die sich vernetzen wollen, keine Möglichkeiten dazu finden: *„Da könnte ich ja Geld dafür ausgeben, aber habe niemanden, mit dem ich mich vernetzen kann, weil der Rest noch gar nicht so weit ist [...]“* – Interviewpartner 4.

Unternehmensexterne Rahmenbedingungen der Blockchain für KMU

Neben den internen Barrieren wird die Einführung der Blockchain-Technologie auch von externen Faktoren beeinflusst. Dabei stehen vor allem die fehlende Übersicht und Aufklärung der KMU über die Blockchain-Technologie im Vordergrund. Aufgrund der hohen Anzahl an Informationen, Medienberichten über andere Anwendungen sowie Bestrebungen im Blockchain-Bereich ist es besonders schwierig für KMU, einen Überblick zu erhalten und zu behalten: *„Weil allein das Thema [Blockchain] ist so gigantisch. Da passiert so unglaublich viel. [...] Und so ein Mittelständler, der ja eigentlich ganz andere Aufgaben hat, als sich um sowas zu kümmern, der hat ein großes Problem.“* – Interviewpartner 1.

Neben der medialen Aufmerksamkeit von Kryptowährungen gibt es für den Logistik-Bereich verhältnismäßig wenige Informationen. Es fehlen für KMU einfache Erklärungen der Technologie selbst und vor allem auch konkrete Anwendungsfälle, die einen greifbaren Nutzen darstellen. Für bestimmte Geschäftsvorfälle sollten geeignete Blockchain-basierte Lösungen aufgezeigt werden, die mit konkreten Zahlen untermauert werden sollten, um über resultierende Chancen sowie etwaige Schwächen aufzuklären. Erfolgreiche Blockchain-Projekte könnten eine Art Signalwirkung auf die Logistik-Branche haben und so einen Kulturwandel einleiten.

Neben den fehlenden Informationen handelt es sich bei der Blockchain-Technologie auch um eine sehr junge Technologie. Es existieren derzeit wenige fertige Entwicklungen, die auf der Blockchain basieren, und wenige produktive Projekte (Arbeitspaket 2: Entwicklung einer Anwendungsfall-Datenbank). Fehlende Erfahrungsberichte aus großflächigen Studien hinsichtlich der Implementierung im Logistikumfeld verstärken den „nicht einsatzbereiten“ Status.

Neben dem genannten Status fehlen den Unternehmen auch Standardanwendungen und Best Practices hinsichtlich der Softwareentwicklung und des Netzwerkaufbaus. Es gibt derzeit keine bzw. kaum Blockchain-basierte Software, die unkompliziert und ohne große Investitionen im eigenen Unternehmen implementiert werden kann. Eine Implementierung ist im Gegenteil derzeit mit sehr hohem Aufwand verbunden und erfordert unter Umständen Veränderungen von grundlegenden Prozessen. Dies stellt Unternehmen jeglicher Größe vor eine Herausforderung, wobei kleinere Unternehmen in der Regel durch limitiertes technisches Know-how größere Schwierigkeiten damit haben. Dies zeigt sich vor allem durch technische Begebenheiten der Blockchain, was ein Experte bestärkt: *„If someone loses their keys, what*

happens? Well, this is the problem when you don't have a middleman holding all the keys.” – Interviewpartner 6.

Grundsätzlich sind KMU in der Logistik und Supply Chain vor allem auf Aufträge von großen Unternehmen angewiesen. In diesem Zusammenhang nehmen Logistikunternehmen meist die Rolle von Subunternehmern ein. Aufgrund dieser Abhängigkeiten können sich für KMU nicht beeinflussbare Situationen ergeben, sodass beispielsweise bestimmt wird, welche Systeme zum Datenaustausch genutzt werden. Durch dieses Machtgefüge könnten große Unternehmen auch die Blockchain-Technologie als Quasistandard in der Branche etablieren. Dies kann, wie beim Beispiel von Walmart, zum erzwungenen Eintritt in Blockchain-Systeme führen (Corkery und Popper 2018).

Herangehensweisen an die Blockchain-Technologie für KMU

Auf Basis der Experteninterviews konnten idealtypische Rollen von KMU zum Umgang mit der Blockchain identifiziert werden. Diese unterscheiden sich in ihren Zielen, Potentialen und Rahmenbedingungen. Praktiker können die im Folgenden genannten Idealtypen als Beispielpfade verstehen, um unternehmens- oder projektspezifische Strategien abzuleiten. In Tabelle 4 ist eine kurze Übersicht der Idealtypen gegeben.

	Rollen		
	Observer	Cooperator	Service Provider
Verbesserte IT-Anbindung an Partner und Erfüllung von Kundenanforderungen	X	X	X
Schaffung einer branchen- und unternehmensübergreifenden Lösung		X	X
Angebot einer Blockchain-Lösung als Dienstleistung			X

Tabelle 4: Charakterisierung der Rollen

Observer betrachten die aktuellen Marktentwicklungen und treten existierenden Blockchain-Lösungen von Konzernen, Konsortien oder Dienstleistern als passive Nutzer bei. Mithilfe dieser Anbindung versprechen sich Observer unternehmerische Vorteile, da diese sich besser an ihre Geschäftspartner anbinden können. Durch diese verbesserte IT-Anbindung können Observer besser mit ihren Partnern kommunizieren. Die Anforderungen für die Einrichtung dieser Anbindung sind gering, da das bestehende Unternehmenssystem lediglich mit der bestehenden Blockchain verbunden werden muss. Andererseits kann diese Verbindung auch unfreiwillig eingerichtet werden, wenn größere Unternehmen oder Konsortien ihre Partner dazu auffordern, in die Blockchain einzutreten. Ebenso könnten Kunden die Anforderung stellen, bessere Informationen über die zu erwerbenden Produkte zu erhalten, weswegen ein Eintritt in das Blockchain-Netzwerk vorteilhaft wäre. Damit können Observer die Vorteile des Blockchain-Netzwerks für ihre eigenen Prozesse nutzen – allerdings zu den Bedingungen der Netzwerkbetreiber. Die Observer können weder das Design der Blockchain-Lösung noch den Teilnehmerkreis beeinflussen. Sie benötigen für die Integration in die eigene IT-Landschaft weder große finanzielle Aufwendungen noch technische Expertise. Im Vergleich zu den

folgenden Rollen, den Cooperators und Service Providern, entwerfen die Observer keine eigene Lösung, sondern fokussieren sich auf ihr eigentliches Kerngeschäft.

Cooperators konzipieren und entwerfen in Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen branchen- oder unternehmensübergreifende Lösungen. Als Basis für diese Lösung wird die Blockchain als Technologie gewählt, um Vertrauen zwischen den jeweiligen Parteien zu schaffen. Damit eine solche branchen- oder unternehmensübergreifende Lösung umgesetzt werden kann, benötigen diese eine gewisse Reichweite, damit auch Großprojekte wie die Digitalisierung eines Konnossements, also der Bill of Lading (Arbeitspaket 2: Entwicklung einer Anwendungsfall-Datenbank), vollendet werden können. Durch die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen haben Cooperators den Vorteil, nicht mit vollem Ressourceneinsatz in die Entwicklung eines solchen Projektes gehen zu müssen, während durch die Teilung von Ressourcen für jedes einzelne Unternehmen das Risiko sinkt (im Vergleich zu einer Einzelentwicklung). Um diesen Vorteil zu erhalten, müssen die Beteiligten eines Projektes allerdings zusammenarbeiten. Gegenüber den Observern ergibt sich damit aber auch die Möglichkeit, sowohl die Blockchain-Lösung selbst als auch den Teilnehmerkreis zu beeinflussen. Die technische Umsetzung kann entweder von technisch versierten Mitgliedern des Konsortiums durchgeführt oder bei Dienstleistern beauftragt werden. Unternehmen, die mit anderen kooperieren, ist es vor allem wichtig, einfach andere Unternehmen in diese Lösung integrieren zu können, da bereits technische und organisatorische Grundlagen existieren. Damit können beispielsweise Observer in die Lösung integriert werden.

Service Provider sind die klaren Befürworter der Blockchain-Technologie und entwerfen ihr Geschäftsmodell auf dieser Basis. Innerhalb ihres Produktportfolios befinden sich sowohl Dienstleistungen auf Blockchain-Basis für andere Unternehmen als auch der Entwurf des Blockchain-Netzwerks selbst. Die auf der Blockchain neu angebotenen Dienstleistungen führen nicht ausschließlich zu einer Prozessoptimierung und Kosteneinsparung bei den Anwendern, sondern auch zu neuen Konzepten, die erst auf Basis der Blockchain möglich werden. Oftmals sind diese neuen Konzepte auf spezielle Anwendungsfälle in der Logistik ausgerichtet, wie etwa auf die Nachverfolgung von Gütern oder die Erhöhung der Transparenz in der Lieferkette (Arbeitspaket 1: Analyse des Standes der Praxis und Forschung). Damit Unternehmen sich in die Rolle des Service Providers begeben können, benötigen sie eine sehr ausgeprägte technische Kompetenz. Sie offerieren anderen Unternehmen die Potentiale einer Blockchain, wie die angesprochene Automatisierung von Prozessen oder die vereinfachte Kommunikation, nutzen diese aber nicht selbst. Unternehmen mit geringer technischer Affinität werden damit in die Lage versetzt, die Vorteile einer Blockchain-Lösung zu verwenden, ohne zusätzliches IT-Wissen aufbauen zu müssen. Die von dem Service Provider angebotenen Dienstleistungen können sowohl von den Observern als auch von den Cooperators in Anspruch genommen werden.

Zusammenfassung und Kommunikation

Insgesamt zeigt die Studie verschiedenste Aspekte auf. Auch für KMU gibt es diverse Anwendungsfälle der Blockchain-Technologie. Innerhalb der Studie konnten neun davon identifiziert werden, die jeweils Vorteile für Unternehmen in Logistik und Supply Chain mit sich bringen könnten. Um diese Anwendungsfälle umsetzen zu können, sind allerdings sowohl interne als auch externe Rahmenbedingungen erforderlich. Intern sind sowohl die Limitationen in Ressourcen und Digitalisierung als auch die fehlende und zum Teil nicht gewollte Vernetzung zu nennen. Extern wiederum konnten die fehlende Übersicht und Aufklärung der

KMU über die Blockchain-Technologie, die junge und unfertige Blockchain-Technologie an sich sowie ein Machtgefüge identifiziert werden. Aus diesen Anwendungsfällen und grundlegenden Rahmenbedingungen ließen sich Herangehensweisen ableiten, die sich in die der Observer, Cooperator und Service Provider unterteilen. Diese Ergebnisse wurden außerdem im Rahmen einer wissenschaftlichen Veröffentlichung kommuniziert.

Daraus ergeben sich auch Anknüpfungspunkte für die weitere Forschung. KMU können sich Blockchain-Projekten unterschiedlich nähern und nehmen je Projekt eine andere Rolle ein. Auch die Interaktion mit größeren Entitäten spielt hier eine Rolle, weswegen das Machtgefüge einen weiteren Forschungsbedarf darstellt. Darüber hinaus bleibt zu erforschen, wie die Unternehmensdynamik in Blockchain-Projekten funktioniert.

Die Ergebnisse der Umfrage wurden am 27.11.2020, 04.06.2021 und 29.10.2021 in den Projektbegleitenden Ausschüssen vorgestellt sowie in diversen Experteninterviews diskutiert. Darüber hinaus wurden sie in diversen Vorträgen präsentiert. Hinterfragt wurde dabei vor allem die Aufteilung der Rollen bei der Herangehensweise. Auch die identifizierten Anwendungsfälle wurden interessiert aufgenommen.

Die Rahmenbedingungen der Unternehmen und insbesondere die internen Einflussfaktoren wurden außerdem als wichtige Punkte angesprochen. Es wurde vor allem angemerkt, dass es für KMU erst einmal grundlegende Aufgaben innerhalb der Digitalisierung zu bearbeiten gilt, bevor sich mit der Blockchain beschäftigt werden kann. Ferner wurde oftmals auf allgemeine Probleme in der Logistik, wie den Fachkräftemangel, hingewiesen.

Arbeitspaket 4: Quantitative Validierung und Spezifizierung der Erhebung im Logistik- und SCM-Kontext

Im Rahmen des vierten Arbeitspakets wurden die Ergebnisse des dritten Arbeitspakets mithilfe einer Umfrage quantitativ validiert und mit dem projektbegleitenden Ausschuss gespiegelt. In den folgenden Abschnitten werden die Vorbereitung des Fragebogens, die Durchführung, die Ergebnisse der Umfrage sowie die abschließende Zusammenfassung und Kommunikation der Ergebnisse vorgestellt.

Vorbereitung der Umfrage

Im Rahmen der Vorbereitung wurden zunächst die Themen identifiziert, die die Umfrage adressiert. Entwickelt wurden dabei die folgenden Forschungsfragen:

- Was ist die Rolle eines KMUs in einem Blockchain-Projekt?
- Die Sicht von KMUs auf die Blockchain-Technologie
- Warum wurden Blockchain-Projekte bisher abgelehnt?
- Wie unterscheiden sich die Meinungen von Unternehmen mit Blockchain-Erfahrung zu Unternehmen ohne?

Aus diesen allgemeinen Fragestellungen wurden in einem iterativen Prozess konkrete Fragen abgeleitet und in Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlern validiert und überarbeitet. Insgesamt wurde ein Katalog von insgesamt 34 Fragen entwickelt. Die ersten 4 Fragen beziehen sich auf die Demographie der Teilnehmenden bzw. ihrer Unternehmen. Mit der vierten Frage (Erfahrung mit KMU-Blockchain-Projekt oder nicht) werden die Teilnehmenden in zwei Gruppen aufgeteilt, die verschiedene Fragen beantworten. Die Projektteilnehmenden werden nach ihren Erfahrungen befragt; andernfalls werden verwandte Fragen zu Erwartungen gestellt. Die relative hohe Zahl von 34 Fragen wird durch diese Aufteilung entschärft, da niemand alle Fragen beantworten muss.

Im weiteren Verlauf werden die beiden Gruppen wieder zusammengeführt und allgemeine Fragen gestellt. Dort werden verschiedene Aussagen zum Thema Blockchain vorgestellt und die Position der Teilnehmenden mit einer siebenstufigen Likert-Skala erhoben (Krosnick und Fabrigar 1997). Zudem werden die Teilnehmenden danach gefragt, ob die Teilnahme an einem Blockchain-Projekt bereits abgelehnt wurde (und wenn ja, warum).

Zielgruppe der Umfrage sind deutschsprachige Personen, die sich bereits mit der Blockchain-Technologie auseinandergesetzt haben. Der Fokus wurde dabei auf Mitarbeiter von KMU aus Logistik, Produktion oder Handel gelegt. Besonderer Schwerpunkt waren derartige KMU, die sich bereits mit der Blockchain beschäftigt haben, ohne ein detailliertes Projekt durchgeführt zu haben. Ziel der Umfrage ist unter anderem der Vergleich zwischen den Erwartungen an ein Projekt und den Erfahrungen in einem Projekt; für den ersteren Teil müssen Personen ohne konkrete Erfahrung befragt werden, die auch bei spezifischen Fragestellungen eine informierte Antwort geben können.

Durchführung der Umfrage

Die Umfrage wurde mithilfe der Typeform-Plattform durchgeführt. Ausschlaggebend für die Auswahl der Plattform waren zwei Gründe: Erstens präsentiert Typeform die Fragen für die Teilnehmenden in optisch ansprechender Weise und ermöglicht eine intuitive Bedienung auch auf mobilen Endgeräten. Zweitens ermöglicht die Plattform die flexible Anzeige von Fragen.

So kann auf Basis der Antwort auf eine Frage entschieden werden, welche Folgefrage dem Nutzenden angezeigt wird. Das nötige „Branching“ für Teilnehmer mit und ohne Projekterfahrung kann so umgesetzt werden. Für die einzelnen Fragen können verschiedene Typen verwendet werden. Möglich sind beispielsweise Ja/Nein-Fragen (Abbildung 8), Multiple-Choice-Fragen (Abbildung 9), Fragen mit Likert-Skala (Abbildung 10) und Matrixfragen (Abbildung 11).

- 4 → Hat Ihr Unternehmen bereits an einem Blockchain-Projekt mit Beteiligung eines KMU aus Produktion, Logistik oder Handel teilgenommen? *

Wir verstehen KMU in diesem Zusammenhang als Unternehmen mit bis zu 250 Mitarbeitern und bis zu 50 Mio. Euro Jahresumsatz aus Logistik, Produktion oder Handel. KMU aus anderen Branchen (beispielsweise IT-Dienstleistungen) sind ausdrücklich nicht gemeint.

 A Ja
 B Nein

Abbildung 8: Darstellung einer Ja/Nein-Frage in der Typeform-Plattform

- 5 → Was beschreibt den Anwendungsfall dieses Blockchain-Projekts am besten? *

Falls Sie an mehr als einem Blockchain-Projekt teilgenommen haben, beantworten Sie diese Frage bitte aus der Perspektive von einem dieser Projekte.

Wählen Sie so viele wie Sie möchten.

 A Rückverfolgbarkeit von Gütern
 B Datenaustausch zwischen Unternehmen
 C Finanzierung von Handel
 D Plattform für den Handel mit Gütern
 E Andere

Abbildung 9: Darstellung einer Multiple-Choice-Frage in der Typeform-Plattform

7 → Stimmen Sie der folgenden Aussage zu?

„Ein KMU aus Logistik, Produktion oder Handel hat seine **technische Kompetenz** in dem Bereich Blockchain in das Projekt eingebracht.“ *

KMU aus anderen Branchen (beispielsweise IT-Dienstleistungen) sind ausdrücklich nicht gemeint.

1	2	3	4	5	6	7	
Trifft gar nicht zu						Trifft voll und ganz zu	

Ok ✓

Abbildung 10: Darstellung einer Frage mit Likert-Skala in der Typeform-Plattform

17 → Wie viel haben die folgenden Aspekte zu Ihrer Motivation für das Blockchain-Projekt beigetragen? *

1 = Sehr wenig / 7 = Sehr viel

	1	2	3	4	5	6	7	Nicht zutreffend
Aktivitäten des Wettbewerbs	<input type="radio"/>							
Druck von Partnern/Kunden	<input type="radio"/>							
Erwartete Regulierung	<input type="radio"/>							
Prestige/Außenwirkung	<input type="radio"/>							
Mehrwert der Technologie	<input type="radio"/>							

Ok ✓

Abbildung 11: Darstellung einer Matrixfrage in der Typeform-Plattform

Entsprechend der Zielsetzung wurde die Umfrage im Netzwerk der beiden Forschungsstellen sowohl an verwandte Unternehmen als auch an bislang unbekannte Unternehmen mit Bezug zu deutschsprachigen Blockchain-Projekten gestreut. Ziel war dabei die Ansprache von Unternehmen beziehungsweise Personen, die sich in irgendeiner Form mit der Technologie auseinandergesetzt haben. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf Unternehmen gelegt, die sich nicht in Form eines konkreten Projekts mit der Technologie befasst haben. Im Zeitraum von Mai bis Juli 2021 wurden auf diese Weise insgesamt 80 Experten befragt.

Im Anschluss an die Erhebung wurden die Ergebnisse numerisch ausgewertet und zusätzlich statistisch untersucht. Insbesondere wurde dabei mithilfe der SPSS-Software eine multivariate

Analyse nach Field (2009) durchgeführt und Unterschiede zwischen Teilnehmergruppen mittels des Kruskal-Wallis-Tests sowie paariger Vergleiche untersucht.

Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Umfrage diskutiert. Dabei wird auf die gleichen Kategorien zurückgegriffen, die bereits in der Vorbereitung behandelt wurden. Die folgenden Abschnitte diskutieren deswegen die Demographie der insgesamt n = 80 Teilnehmer, deren Erfahrung bzw. Einschätzung (je nach Projekterfahrung), Motivation und Meinung zu allgemeinen Thesen variieren.

Demographie

Abbildung 12 zeigt die demographische Verteilung der Umfrageteilnehmer. Etwas mehr als die Hälfte der Unternehmen hat weniger als 250 Mitarbeiter; etwa ein Viertel der Unternehmen hingegen 250 bis 1000 Mitarbeiter. Große Unternehmen mit mehr als 1000 Mitarbeitern machen 22 % der Teilnehmenden aus. Beim Jahresumsatz zeigt sich dagegen ein etwas anderes Bild. So hat jeweils etwa ein Viertel der Unternehmen weniger als 2 bzw. 2 bis 10 Millionen Euro Jahresumsatz. Bei 20 % der Unternehmen reicht der Umsatz von 10 bis 50 Millionen Euro, und 10 % der Unternehmen haben einen Umsatz von 50 bis 25 Millionen Euro. Bei 20 % der Unternehmen handelt es sich um Großunternehmen mit mehr als 250 Millionen Euro Umsatz. Der Anteil der Großkonzerne ist deswegen nach Mitarbeitern und nach Jahresumsatz ähnlich. Bezüglich der Branche stammen 37 % der Teilnehmer aus Logistik und 26 % aus dem IT-Bereich. Wissenschaft (13 %) und Produktion (11 %) sind ebenfalls substantiell vertreten. Beratung und Handel (je 5 %) sind kaum vertreten. Damit sind allerdings fast alle Teilnehmer abgedeckt; nur 3 % gehören zu einer anderen Branche. Insgesamt lässt sich hier festhalten, dass die Umfrage Unternehmen aus den angestrebten Branchen und in den angestrebten Größen erreicht hat.

Unter den Teilnehmern haben 38 % (30 Unternehmen) bereits an einem Blockchain-Projekt mit Beteiligung eines KMU aus Logistik, Produktion oder Handel teilgenommen. Auf der Antwort auf diese Frage baut die Fallunterscheidung auf, die den Kern des nächsten Abschnitts ausmacht.

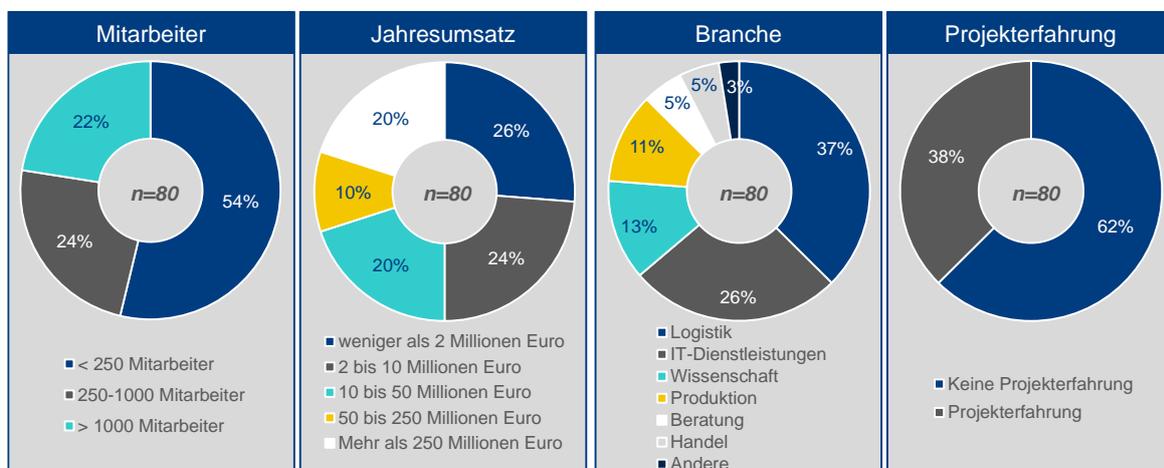


Abbildung 12: Demographie der Umfrageteilnehmenden

Erfahrung und Einschätzung

In diesem Abschnitt des Fragebogens wurden den Teilnehmern Fragen zur Erfahrung mit bestimmten Aspekten eines Blockchain-Projekts gestellt. Teilnehmer ohne Projekterfahrung wurden stattdessen nach ihrer Erwartung gefragt. Die folgenden Abbildungen zeigen jeweils die Antworten auf eine solche Frage. Dabei wird links die Erfahrung und rechts die Erwartung gezeigt. Da etwa zwei Drittel der Teilnehmer keine Projekterfahrung besitzen, sind auf den rechten Seiten jeweils deutlich mehr Antworten zu beobachten.

Abbildung 13 zeigt die Wahrnehmung von technischer Kompetenz in den Projekten. Es wird erwartet, dass die KMU hier einen deutlichen Beitrag leisten können. Die praktische Erfahrung steht dem allerdings entgegen. Die technische Kompetenz der KMU wird an dieser Stelle überschätzt.

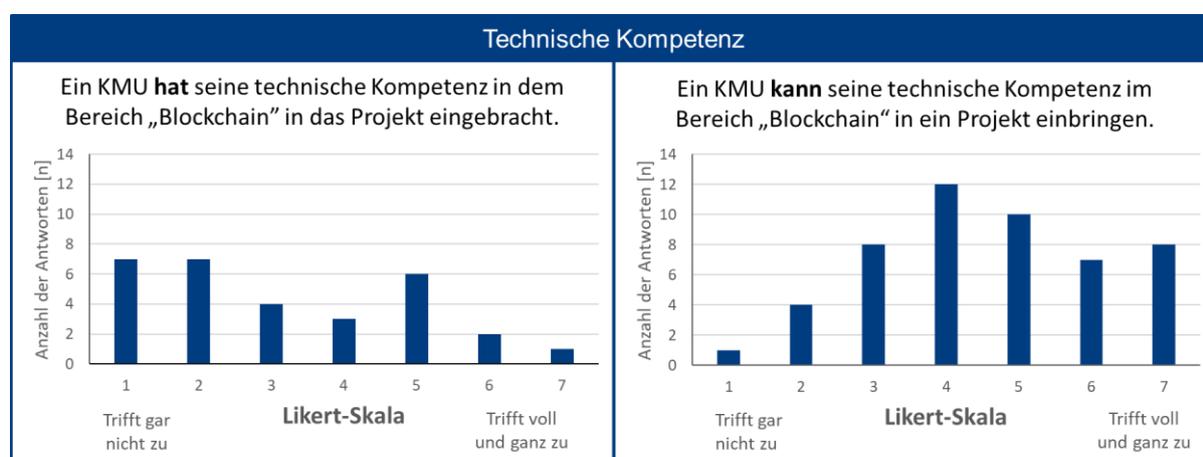


Abbildung 13: Wahrnehmung von technischer Kompetenz

Abbildung 14 zeigt die Wahrnehmung des Verständnisses des abzubildenden Arbeitsprozesses. KMU könnten hier ihr Fachwissen aus der jeweiligen Branche einbringen, um die Entwicklung eines technischen Systems zu unterstützen. Erwartung und Realität liegen hier nah beieinander. Im Gegensatz zur technischen Kompetenz besitzen die KMU offenbar beträchtliches Wissen in ihrem jeweiligen Fachbereich und bringen dieses auch in das Projekt ein.

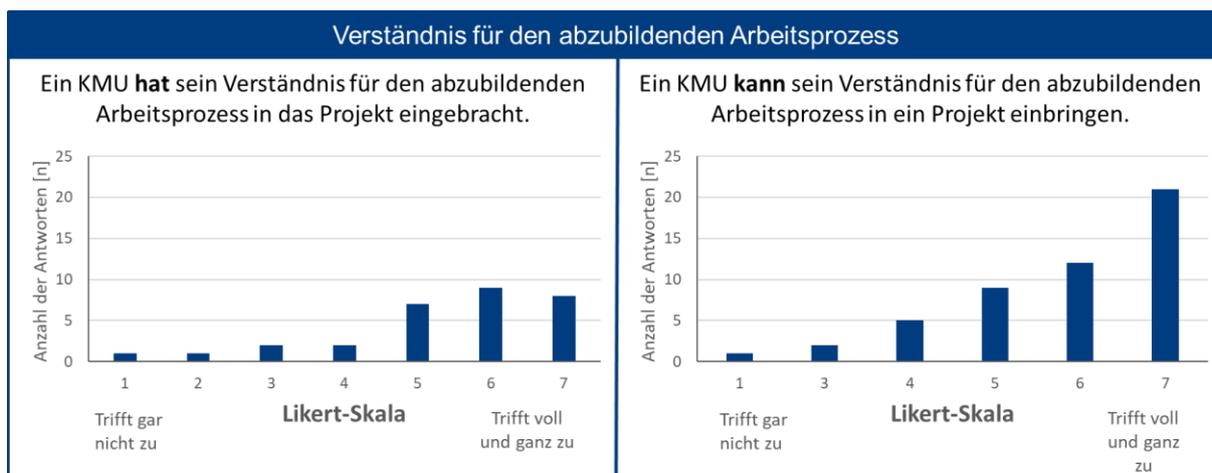


Abbildung 14: Wahrnehmung des Verständnisses für den abzubildenden Arbeitsprozess

Die Wahrnehmung zum Einsatz von finanziellen Ressourcen (Abbildung 15) zeigt dagegen wieder eine Überschätzung der KMU. Es werden hohe Erwartungen gestellt, bei den Teilnehmern mit Projekterfahrung sind die Antworten dagegen eher gleich als normal verteilt. In der Praxis scheinen die KMU nicht immer über entsprechende Ressourcen zu verfügen.

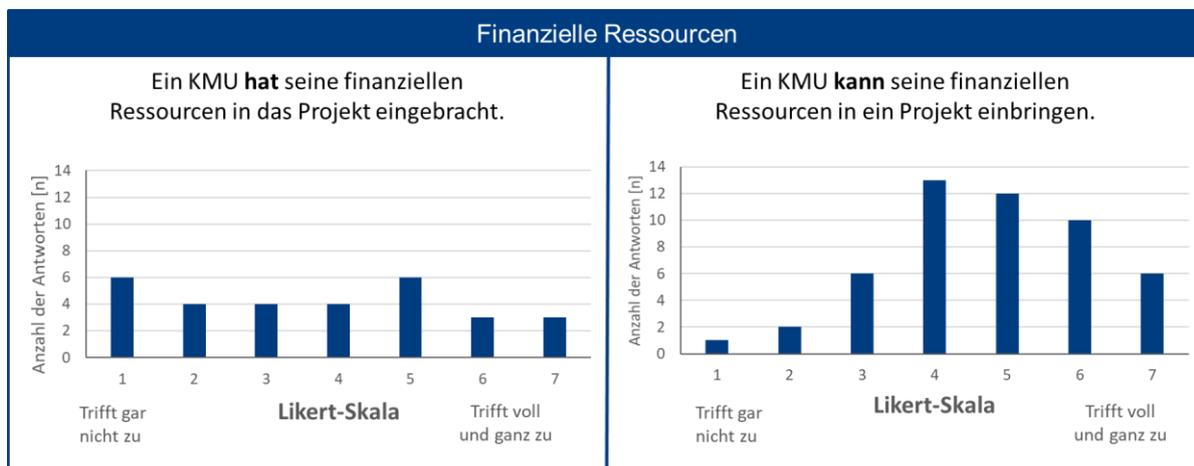


Abbildung 15: Wahrnehmung der finanziellen Ressourcen

Abbildung 16 zeigt die Wahrnehmung zum Beitrag der KMU zur Entwicklung eines Geschäftsmodells für das Blockchain-Projekt. Auch hier wird ein signifikanter Beitrag von den KMU erwartet, der in der Praxis nicht immer zu beobachten ist. Stattdessen zeigt sich ein diffuses Bild; in einigen Projekten gab es einen substanziellen Beitrag von KMU, in anderen dagegen nicht.

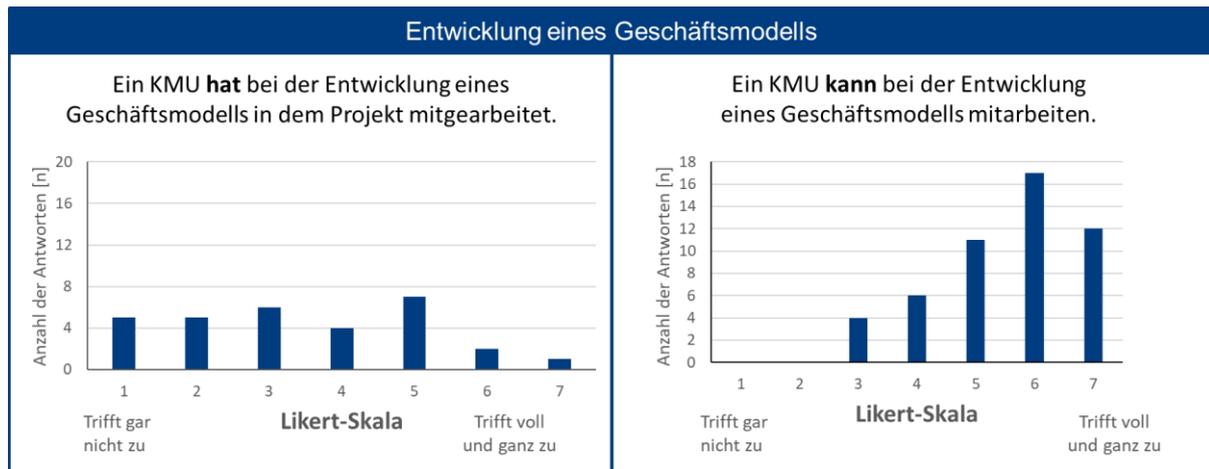


Abbildung 16: Wahrnehmung der Entwicklung eines Geschäftsmodells

Motivation

Ebenfalls von Interesse ist die Motivation der Unternehmen für eine Teilnahme an Blockchain-Projekten. Auch hier zeigt sich eine deutliche Diskrepanz zwischen Erwartung und Realität (Abbildung 17). Der Mehrwert der Technologie ist für beide Gruppen der entscheidende Aspekt, bei den anderen Aspekten bestehen hingegen Unterschiede. In der Erwartung haben Prestige/Außenwirkung, erwartete Regulierung, Druck von Partnern/Kunden sowie Aktivitäten des Wettbewerbs eine ähnliche Rolle, wobei der letzte Aspekt der am wenigsten bedeutsame ist. Bei realen Projekten besteht ein deutlicher Unterschied zwischen den Aspekten. Die Außenwirkung ist der nach dem Mehrwert der Technologie wichtigste Aspekt, gefolgt von den Aktivitäten des Wettbewerbs. Druck von Partnern und Kunden bzw. erwartete Regulierung spielen nur eine untergeordnete Rolle.

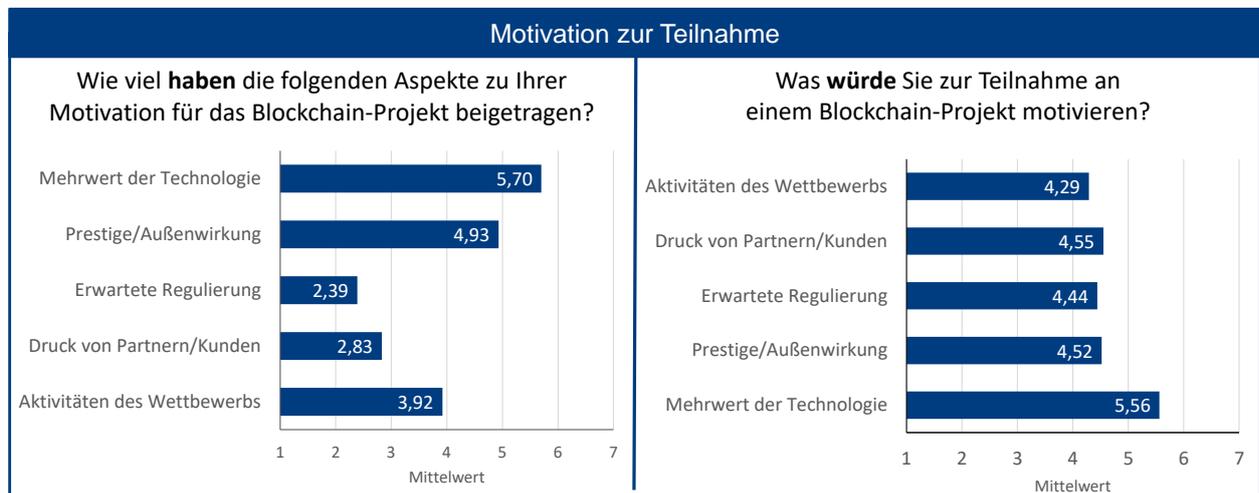


Abbildung 17: Wahrnehmung der Motivation zur Teilnahme an einem Blockchain-Projekt

Bei allen Teilnehmern der Umfrage wurde außerdem abgefragt, ob sich diese bereits gegen die Durchführung eines speziellen Blockchain-Systems entschieden haben. Dies ist bei 13 Teilnehmern der Fall. Häufigste Ursache dafür war die Wahrnehmung des Anwendungsfalls als unschlüssig (9-mal ausgewählt). Je 5-mal wurden fehlende Erfolgsaussicht und fehlende Ressourcen als Ursache angegeben. Die Abwesenheit eines starken Konsortiums (4 Fälle) sowie ein möglicher Verlust der Datenhoheit (2 Fälle) wurden ebenfalls genannt. Aufgrund der

geringen Zahl der Antworten wird auf eine graphische Darstellung dieser Detailantworten verzichtet; die Mehrfachnennung von Ursachen war möglich.

Projekte

Zusätzlich zu den oben dargestellten Themen wurden die Teilnehmer mit Projekterfahrung zu weiteren Aspekten befragt. Abbildung 18 zeigt zwei dieser Aspekte; Teilnehmer ohne Projekterfahrung haben keine vergleichbare Frage beantwortet. Die Abbildung unterscheidet sich deswegen strukturell von den vorangehenden. In der Wahrnehmung der Teilnehmer waren die teilnehmenden KMU von entscheidender Bedeutung für den Verlauf des Projekts. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den zum Teil negativen Einschätzungen in den vorangehenden Kategorien. Außerdem wird beobachtet, dass nur wenige Teilnehmer des Projekts tatsächlich technisches Fachwissen besitzen. Vor diesem Hintergrund ist fraglich, ob in den Projekten tatsächlich ein dezentrales System entsteht.

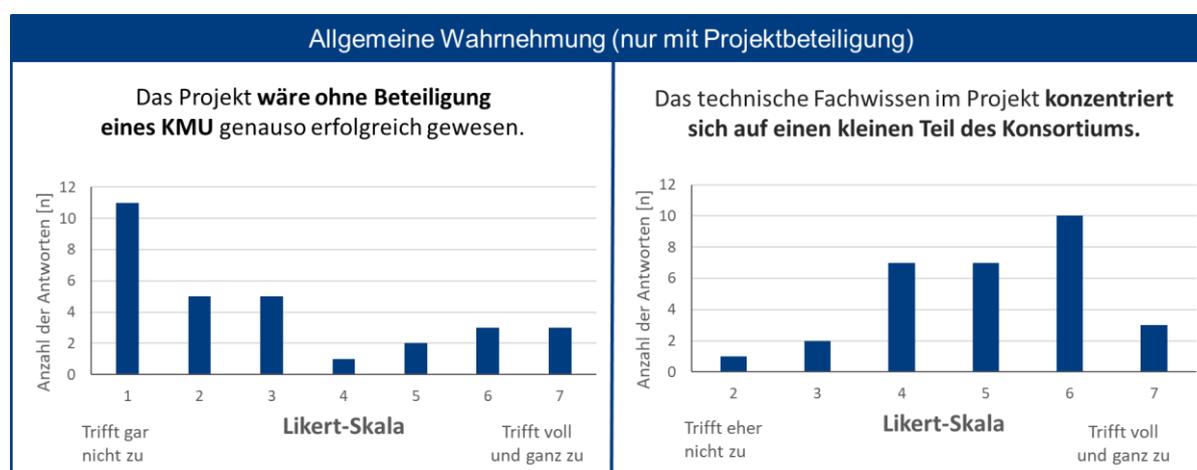


Abbildung 18: Allgemeine Wahrnehmung von Teilnehmern mit Projektbeteiligung

Außerdem wurde in diesem Kontext erhoben, dass 17 der insgesamt 30 von den Teilnehmern referenzierten Projekte noch laufen. Die Projekte basieren zumeist auf einem Konsortialvertrag (19 Fälle), in einigen Fällen aber auch auf einer losen Zusammenarbeit ohne Rechtsrahmen (7) oder auf einer Beauftragung durch ein Unternehmen (5). Die Projekte fokussieren zumeist den Datenaustausch zwischen Unternehmen (21 Projekte) oder die Rückverfolgbarkeit von Gütern (12 Projekte). Einzelne Projekte entwickeln eine Plattform für den Handel mit Gütern (3) oder eine dezentrale Plattform für Mobilitätsangebote bzw. allgemein ein System für die Logistik (je 1 Fall). Finanziert werden die Projekte meist durch öffentliche Fördermittel (20 Fälle) oder eigene Mittel (12 Fälle). In 5 Fällen wurde einer der Partner durch einen anderen beauftragt; ICO sind im Sample nicht anzutreffen. Für die Finanzierung wurde die Mehrfachnennung ausdrücklich erlaubt.

Allgemeine Thesen

Außerdem wurde die Position der Teilnehmer zu drei allgemeinen Thesen abgefragt, die in den folgenden Abbildungen gezeigt werden. Dabei wurde auf einer Skala von 1 bis 7 jeweils die Ablehnung (1) beziehungsweise Zustimmung (7) abgefragt. Abbildung 19 zeigt die erste Frage. Der Einsatz eines schlüsselfertigen Blockchain-Systems wird offenbar tendenziell abgelehnt, ist aber für einige Teilnehmer durchaus von Interesse.



Abbildung 19: Frage nach schlüsselfertigem Blockchain-System

Abbildung 20 zeigt die folgende Frage, bei der im Gegensatz dazu der Wunsch, eigene Beiträge zu den Blockchain-Projekten zu leisten, abgefragt wurde. Insgesamt wurde diese Frage sehr positiv beantwortet. Das bestätigt zunächst die Ergebnisse der vorangehenden Frage; kleine Diskrepanzen sind hier allerdings erkennbar. Nur sehr wenige Unternehmen wollen keinen Beitrag leisten. Offenbar besteht also auch bei schlüsselfertigen Lösungen der Wunsch, das System in gewissem Maße zu beeinflussen.

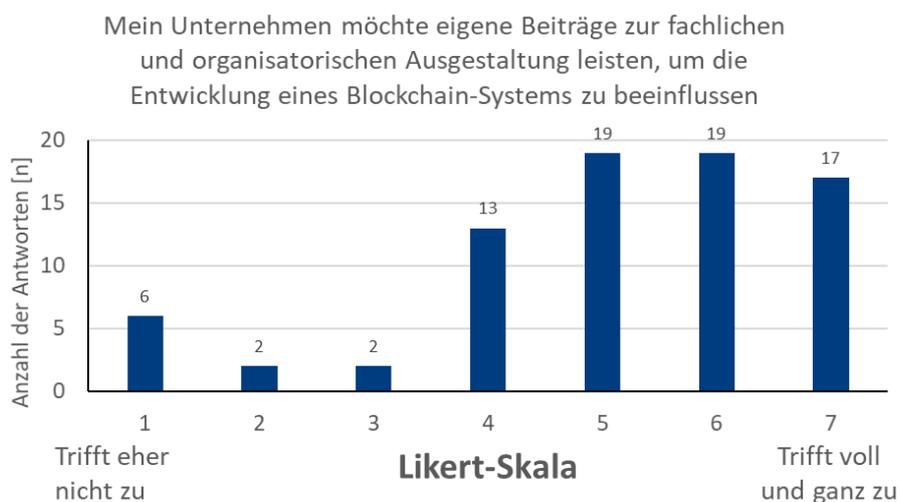


Abbildung 20: Frage nach gewünschtem eigenem Beitrag

Außerdem wurden die Teilnehmer nach einer Einschätzung der Bedeutung von großen Unternehmen gefragt. Abbildung 21 zeigt das Ergebnis. Eine klare Antwort lässt sich hieraus jedoch nicht herauslesen; insgesamt gibt es eine leichte Tendenz dazu, die Teilnahme eines großen Unternehmens an einem Blockchain-Projekt als Voraussetzung für dessen Erfolg zu sehen.

Wie wahrscheinlich ist es, dass ein Blockchain-Projekt ohne Beteiligung eines großen Unternehmens Erfolg hat?

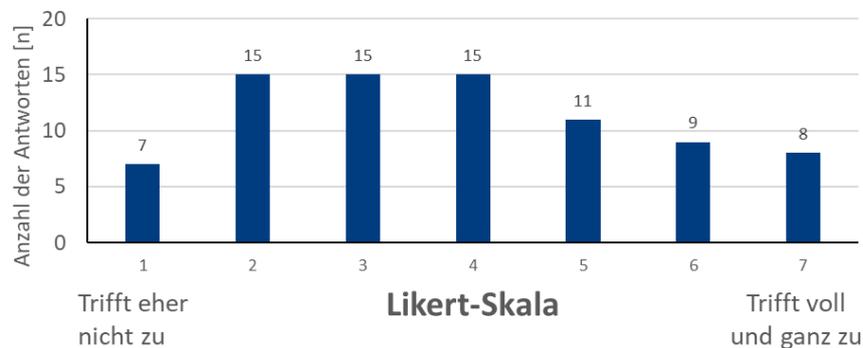


Abbildung 21: Frage nach Bedeutung von Großunternehmen

Die folgenden Abbildungen zeigen zwei Fragen zum Entwicklungsstand der Blockchain-Technologie. Abbildung 22 visualisiert die Aussage zum Reifegrad der Technologie für den Einsatz in Unternehmen. Die Teilnehmer stehen dieser Aussage tendenziell kritisch gegenüber; nicht wenige halten diesen Reifegrad für erreicht. Ein positiveres Bild zeigt sich bei der Frage nach echten Anwendungsfällen sowie konkreten Vorteilen (Abbildung 23). Die Aussage wird überwiegend positiv gesehen; nur wenige Teilnehmer bewerten sie kritisch. Insgesamt wird hier das Bild einer nutzbaren Technologie gezeichnet, für deren Einsatz allerdings noch ein gewisses Maß an Entwicklung nötig ist.

Die Blockchain-Technologie hat die nötige Reife für den Einsatz in Unternehmen erreicht

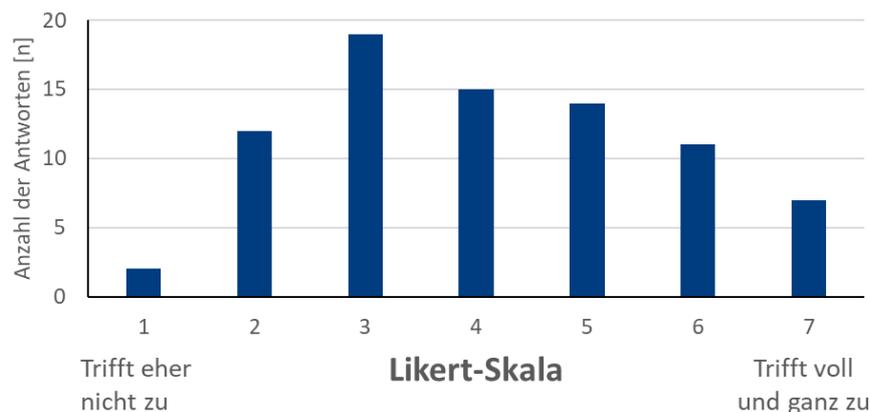


Abbildung 22: Reife der Blockchain-Technologie

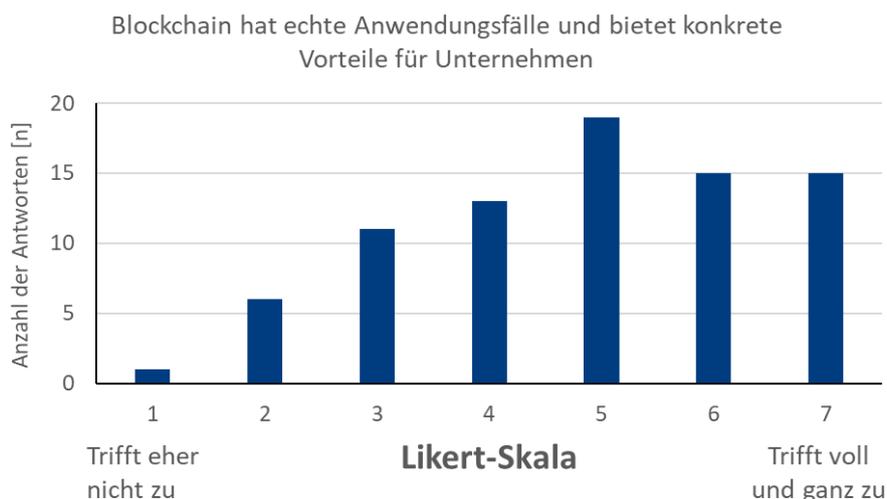


Abbildung 23: Echte Anwendungsfälle und konkrete Vorteile

Zusammenfassung und Kommunikation

Insgesamt zeigt die Studie verschiedenste Aspekte auf. KMU werden im Blockchain-Bereich häufig falsch eingeschätzt und dabei in der Regel unterschätzt, obgleich sie entscheidend für den Erfolg der Projekte sind. Sie sind in den Projekten allerdings kein Wissensträger. Allgemein neigen KMU in Logistik, Produktion und Handel dazu, vorhandene Systeme zu adaptieren, statt sie selbst auslegen zu wollen. Dementsprechend entstehen in der Praxis neue Intermediäre, die Systeme entwickeln und betreiben. Dem entgegen steht die große Bedeutung der dezentralen Technologie als Motivator für Projekte, die bei Teilnehmenden mit Projekterfahrung sogar (insignifikant) größer als in der Erwartungshaltung ist.

Daraus ergeben sich auch Anknüpfungspunkte für die weitere Forschung. KMU nehmen in Blockchain-Projekten offenbar eine entscheidende Rolle ein, obwohl sie bei einigen Themen eher am Rand stehen. Auch die Interaktionen mit größeren Entitäten ist hier von Bedeutung. Unabhängig von einzelnen Unternehmen ist auch das Ökosystem insgesamt, insbesondere im Hinblick auf neue Intermediäre, von Interesse.

Die Ergebnisse der Umfrage wurden am 23.08.2021 in einem Experten-Workshop diskutiert. Hinterfragt wurde dabei vor allem die genaue Erfahrung der Umfrageteilnehmenden. Auch die identifizierten Motivatoren wurden interessiert aufgenommen. Es wurde allerdings angemerkt, dass die Finanzierungsform ICO in Deutschland (und damit auch in der durchgeführten Erhebung) tendenziell unterrepräsentiert ist.

Die Größe der Unternehmen und die Art der Partnerschaft wurden außerdem als wichtige Einflussfaktoren angesprochen. Es wurde angemerkt, dass es für KMU schwierig sein könnte, sich in einem Projekt mit großen Partnern in gleichem Maße wie in einem KMU-Projekt einzubringen. Allgemein spielt die Dynamik im Projekt, wie beispielsweise der Urlaub einzelner Mitarbeiter, eine signifikante Rolle. KMU könnten die Blockchain-Technologie deswegen entweder explorativ in einer Nische selbst entwickeln und einsetzen oder existierende, von anderen gesetzte Standards im Blockchain-Bereich verwenden.

Die Ergebnisse des Arbeitspakets 4 bestätigen sowie ergänzen die Ergebnisse des Arbeitspakets 3 und fließen in die folgenden Arbeitspakete und insbesondere das

Arbeitspaket 7 ein. Fachlich hat die Umfrage neben der quantitativen Bestätigung vorhandener qualitativer Erkenntnisse aufgezeigt, wie verbreitet die im vorherigen Arbeitspaket entwickelten Herangehensweisen in der Praxis sind und welche Erwartungshaltungen gegenüber KMU in der Praxis existieren. Von den KMU wird ein hoher Wissensstand zur Blockchain-Technologie erwartet, den diese nicht besitzen. Die KMU tragen allerdings erwartungsgemäß ihr Prozesswissen zu den Projekten bei und sind als erste User wichtig, um Netzwerkeffekte anzustoßen. Diese Erkenntnisse sind entscheidend, um in den folgenden Arbeitspaketen Handlungsempfehlungen für KMU zu geben.

Arbeitspaket 5: Entwicklung eines Vorgehens zur systematischen Identifikation von Einsatzpotentialen

Für die systematische Identifikation von Einsatzpotentialen beziehungsweise Use Cases wurde ein dreistufiges Verfahren entwickelt. Abbildung 24 zeigt diese drei Schritte. In den folgenden Abschnitten werden die allgemeine Vorgehensweise sowie die drei Komponenten, namentlich die Betrachtung eines Beispiels, die ChainLog-Datenbank und der Einsatz von Kreativtechniken, näher beschrieben.

Vorgehensweise der Identifikation

Das Vorgehen wurde zunächst konzeptionell in Zusammenarbeit der Forschungsstellen entwickelt, im Rahmen eines Experten-Workshops weiterentwickelt und dort mit Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses validiert. Außerdem wurde das Vorgehen im Rahmen des Entscheidungswerkzeugs (Arbeitspaket 7) im projektbegleitenden Ausschuss präsentiert.

Bereits im Rahmen der konzeptionellen Entwicklung hat sich gezeigt, dass die Identifikation von Einsatzpotentialen in engem Zusammenhang mit der Bewertung von Einsatzpotentialen steht; das übergeordnete Ziel ist die Identifikation von *geeigneten* Einsatzpotentialen. Im Idealfall werden die entsprechenden Kriterien bereits bei der Identifikation berücksichtigt. Insbesondere im Kontext von Kreativtechniken besteht allerdings die Gefahr, dass der kreative Prozess durch eine Vielzahl von Kriterien behindert wird. Umgekehrt ist die Identifikation ungeeigneter Einsatzpotentiale ebenfalls nicht zielführend. Zur Auflösung dieses Zielkonflikts werden deswegen in der Identifikation bestehende Blockchain-Systeme sowie deren kreative Weiterentwicklung im Kontext der unternehmerischen Tätigkeiten der teilnehmenden KMU in den Fokus genommen, während bei der Bewertung von Einsatzpotentialen die technische Eignung der Blockchain und angemessene Herangehensweise im Vordergrund steht. Damit entsteht außerdem ein Anknüpfungspunkt für die Integration der Identifikation und Bewertung von Einsatzpotentialen im Rahmen des Entscheidungswerkzeugs im Arbeitspaket 7.

Dieser Logik folgend wurden die Ergebnisse der Arbeitspakete 5, 6 und 7 in einem integrierten Experten-Workshop präsentiert. Eine Beschreibung dieses Workshops erfolgt im Rahmen der Beschreibung des Arbeitspakets 7.

Ergebnis

Für die systematische Identifikation von Einsatzpotentialen beziehungsweise Use Cases wurde ein dreistufiges Verfahren entwickelt. Abbildung 24 zeigt diese drei Schritte. In den folgenden Abschnitten werden die drei Komponenten, namentlich die Auseinandersetzung mit einem Beispiel, die ChainLog-Datenbank und der Einsatz von Kreativtechniken, näher beschrieben.

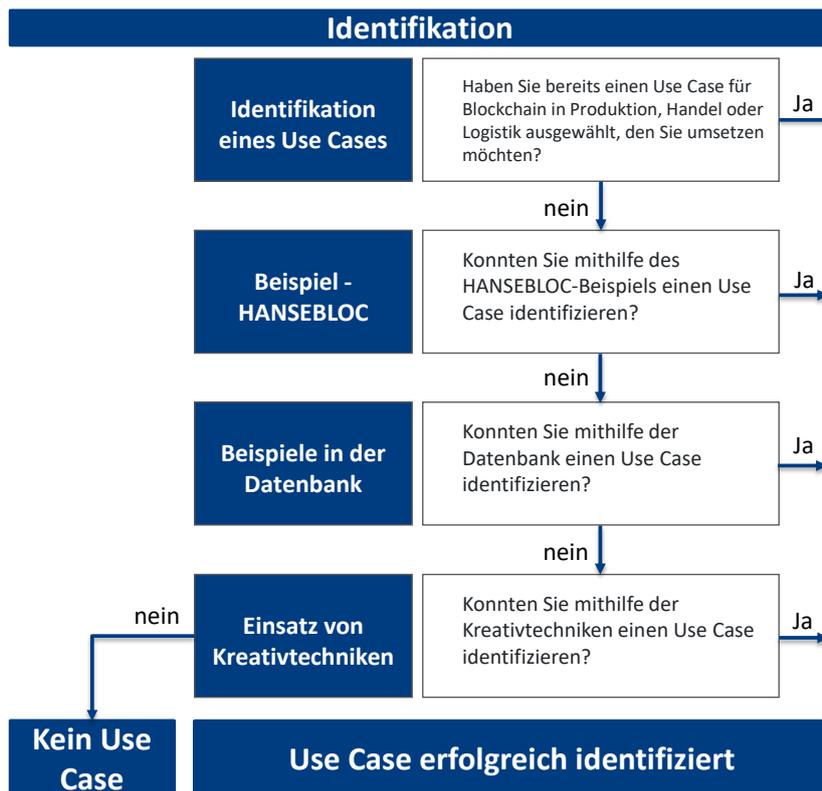


Abbildung 24: Schritte eines Vorgehens zur Identifikation von Einsatzpotentialen

Auseinandersetzung mit einem Beispiel

Der erste Schritt in der Identifikation von Einsatzpotentialen ist die tiefgehende Betrachtung eines Einzelfalls. Kommuniziert wird dadurch ein Einblick in ein spezielles Anwendungsfeld, vor allem aber ein Verständnis der Teilnahme und Abläufe in einem Blockchain-Projekt. Mögliche Parallelen zur Situation der Nutzenden erlauben die Identifikation von Einsatzpotentialen. Verwendet wurde dafür das HANSEBLOC-Projekt, an dem die KLU ebenfalls beteiligt war. Das Projekt wurde ausgewählt, da die KLU durch die Teilnahme Einblicke in die Projektabläufe gewinnen konnte und somit in der Zusammenarbeit mit interessierten KMU dazu in der Lage ist, detaillierte Auskünfte zum Projekt zu geben. Dieses Projekt wird in den folgenden Absätzen beschrieben.

HANSEBLOC ist ein Konsortium aus 11 mittelständischen Organisationen (4 Logistik-Unternehmen, 4 IT-Unternehmen, 2 Hochschulen, eine Clusterorganisation) und hat es sich zum Ziel gesetzt, den Austausch von Daten zwischen Logistikunternehmen zu digitalisieren und damit Prozesse zu vereinfachen. Die nötigen Grundlagen wurden von 2018 bis 2021 erforscht. Eine Kommerzialisierung des entwickelten Systems wird aktuell (Stand Herbst 2021) untersucht.

HANSEBLOC fokussiert den Logistiksektor, in dem häufig eine Vielzahl voneinander unbekannter, miteinander konkurrierender Unternehmen an einem Transportprozess zusammenwirkt. Komplexe Subunternehmerstrukturen sowie verschiedene Rechtsrahmen in den Ländern entlang der Transportkette erschweren die Situation weiter. HANSEBLOC überträgt Informationen über eine Fracht bzw. den Transportprozess über Unternehmensgrenzen und Subunternehmerstrukturen hinweg. Durch die elektronische

Dokumentation wird die traditionelle papierbasierte Dokumentation überflüssig. Informationen könnten in Zukunft dann immer genau dort zur Verfügung stehen, wo sie gebraucht werden.

Auch ohne Blockchain-Technologie wurden bereits Versuche unternommen, die Situation in der Logistik-Branche zu verbessern. Sogenannte EDI-Schnittstellen werden eingesetzt, erfordern aber den Aufbau einer direkten Verbindung zwischen zwei Unternehmen. Direkte Verbindungen zwischen sehr vielen Unternehmen haben sich nicht als kosteneffizient herausgestellt, sodass EDI nur vereinzelt zwischen großen und mittleren Unternehmen eingesetzt werden kann. Auch gemeinsame digitale Plattformen existieren; hier ist allerdings zu beobachten, dass die Betreiber der jeweiligen Plattformen eine Machtposition erhalten, die sie für eigene Profite ausnutzen, wodurch die Plattformen wiederum für andere Marktteilnehmer unattraktiv werden. HANSEBLOC hofft, diese Probleme durch die Verwendung einer dezentralen Blockchain zu vermeiden.

Auseinandersetzung mit der ChainLog-Datenbank

Durch die Auseinandersetzung mit einem Beispiel haben die Nutzenden bereits ein Verständnis für ein spezielles Blockchain-Projekt erlangt. Im zweiten Schritt soll dieses spezielle Wissen nun erweitert werden. Die ChainLog-Datenbank bietet zu diesem Zweck Einblicke in eine größere Anzahl von relevanten Projekten. Durch die Filterfunktion können die Nutzenden in ihrer Betrachtung Schwerpunkte auf den eigenen (oder auch einen fremden) Sektor legen und so ihr Verständnis über die Technologie vertiefen. Auch hier können Parallelen zur eigenen Situation entdeckt werden; in der größeren Menge sind allerdings möglicherweise bereits direkt relevante Projekte oder Projektpartner vorhanden. Für die Nutzenden bieten sich potentiell konkrete Anknüpfungspunkte an reale Projekte.

Die Inhalte der ChainLog-Datenbank wurden im entsprechenden Kapitel (Arbeitspaket 2: Entwicklung einer Anwendungsfall-Datenbank) bereits ausführlich beschrieben.

Kreativtechniken

Nachdem die Nutzenden in den vorangehenden Schritten den Blockchain-Sektor kennengelernt haben, wird im dritten und letzten Schritt die Kreativität der Nutzenden angeregt. Dafür werden drei Kreativtechniken vorgestellt, die zu diesem Zweck angewendet werden können. Im Unterschied zu den vorangehenden Schritten kann beziehungsweise sollte dieser Schritt nicht von einer Einzelperson am Computerarbeitsplatz ausgeführt werden, sondern mit weiteren Personen im jeweils angemessenen Kontext. Es ist zu empfehlen, dass auch diese anderen Personen zuvor die vorangehenden Schritte ausführen, um ein Verständnis des Blockchain-Sektors und möglicherweise bereits bei dieser Vorbereitung eigene Ideen zu entwickeln. Der für diesen dritten Schritt nötige Kontextwechsel ist als essentieller Teil des kreativen Prozesses anzusehen, denn bereits der Wechsel und der Austausch mit weiteren Personen können unabhängig von der gewählten Technik zum Erfolg führen.

In den folgenden drei Abschnitten werden die Kreativtechniken Design Thinking, Business Model Canvas und Lego Serious Play vorgestellt. Hierfür wurden drei grundverschiedene Herangehensweisen ausgewählt, um die Nutzung mehrerer Modelle zu ermöglichen sowie aufzuzeigen, wie breit gefächert Kreativtechniken sind. Durch diese Diversität soll außerdem sichergestellt werden, dass die Identifikationsstrategie für möglichst viele Personen anwendbar ist.

Design Thinking

Design Thinking ist eine Denk- und Arbeitsmethode für die Lösung komplexer Probleme. Hierbei soll ein interdisziplinäres Team in einer kreativen Atmosphäre mithilfe des Prozesses eine neuartige Lösung finden. Dabei wird ein fünfstufiger Prozess mit den Phasen Empathize, Define, Ideate, Prototype und Test verwendet. In der Empathize-Phase sollen die Teilnehmenden die Situation der Nutzenden nachempfinden und ein Gespür für das zu lösende Problem entwickeln. In der darauf folgenden Define-Phase werden die Bedürfnisse und Probleme der Nutzenden sowie die insgesamt gewonnenen Erkenntnisse definiert. Beim anschließenden Ideate werden dann Ideen gesammelt und explizit bisherige Annahmen über die Situation infrage gestellt. Die Prototype-Phase dient der Umsetzung von Lösungen, die in der letzten Phase getestet werden.

Das Design Thinking betont allerdings, dass diese fünf Phasen nicht notwendigerweise in dieser Reihenfolge ausgeführt werden müssen oder direkt zu einem Ergebnis führen. Es wird vielmehr davon ausgegangen, dass beispielsweise im Rahmen der Ideate-Phase neue Erkenntnisse über die Situation oder das Problem gewonnen werden, die eine Wiederholung der entsprechenden Phase erfordern. Im Rahmen eines iterativen Prozesses soll dann eine Lösung entwickelt werden. Zu beachten ist außerdem, dass Design Thinking auf eine Lösung für ein Problem abzielt, während für sie zunächst nur ein Anwendungsfall bzw. ein Problem identifiziert werden muss. Die Auseinandersetzung mit der Lösung erfolgt bei der Blockchain dann möglicherweise bereits mit Partnern oder anderen externen Parteien. Design Thinking ist dann als übergreifender Prozess zu verstehen, der ein Blockchain-Projekt insgesamt begleitet (Rowe 1994; Razzouk und Shute 2012).

Business Model Canvas

Business Model Canvas ist eine Technik aus dem Bereich des Managements. Er stellt die verschiedenen Aspekte eines Geschäftsmodells dar. Dafür wird eine Seite in die entsprechenden Felder aufgeteilt, die sich auf vier Gruppen verteilen. Die erste Gruppe, Infrastruktur, beinhaltet die entscheidenden Aktivitäten, Ressourcen und Partner, die das Unternehmen benötigt, um das Geschäftsmodell umzusetzen. Er erzeugt damit einen Mehrwert, der als zweite Gruppe im Zentrum des Business Model Canvas steht. Der Kunde als Empfänger dieses Mehrwerts macht die dritte Gruppe aus. Hier werden Vertriebskanäle, Kundenbeziehungen und Marktsegmente dargestellt. Verbunden werden diese Elemente von der letzten Gruppe, die die Finanzen beschreibt. Entscheidend sind hier die Kostenstruktur und die Umsätze. Dadurch ergibt sich ein Gesamtbild der Marktsituation eines Unternehmens bezogen auf ein Geschäftsmodell.

Der Business Model Canvas ist ein inhärent deskriptives Werkzeug; durch die Darstellung vieler verschiedener Komponenten ermöglicht er allerdings die Diskussion über deren Zusammenhänge und mögliche neue Verbindungen oder gänzlich neue Elemente. Häufig wird der Business Model Canvas auch eingesetzt, um die zukünftige Struktur eines Geschäftsmodells aufzuzeigen, die nicht oder noch nicht real existiert. Dabei bleibt der Business Model Canvas auf einer relativ abstrakten, betriebswirtschaftlichen Ebene, ohne konkrete technische Probleme zu beleuchten (Carter und Carter 2020; Sort und Nielsen 2018).

Lego Serious Play

Lego Serious Play basiert auf den Lego-Bausteinen, die als Kinderspielzeug große Verbreitung finden. Es wird seit den späten 90er-Jahren dazu verwendet, komplexe Sachverhalte optisch und haptisch verständlich darzustellen, Prototypen zu schaffen und neue Lösungen zu finden. Die Assoziation mit Spielzeug ist insofern gewünscht, als sie Teilnehmende aus etablierten Denkweisen löst und dazu anregt, kreativ an Situationen heranzugehen.

Die Methode verwendet tatsächlich Lego-Bausteine. Verschiedene Teilnehmer bauen unter Anleitung eines Moderators unabhängig voneinander Modelle von Problemen oder Lösungen. Sie präsentieren dann ihre jeweiligen Lego-Modelle sowie zugrundeliegenden Gedanken und diskutieren diese. Gemeinsam schaffen die Teilnehmer so ein neues Verständnis für eine Situation oder eine Lösung für ein Problem.

Von anderen Kreativtechniken unterscheidet sich Lego Serious Play durch den vermeintlich spielerischen Rahmen sowie die starke haptische Komponente in Form der Bausteine. Computersysteme oder Schreibmaterialien werden nicht benötigt, denn die haptische Komponente steht im Mittelpunkt (James 2013).

Arbeitspaket 6: Entwicklung eines Vorgehens zur Bewertung von Einsatzpotentialen

Gegenstand des Arbeitspakets 6 ist die Entwicklung eines Vorgehens zur Bewertung von Einsatzpotentialen. Das Arbeitspaket hängt direkt mit dem vorangehenden Arbeitspaket 5 zusammen, in dem Einsatzpotentiale identifiziert werden. In den folgenden drei Abschnitten werden diese Abhängigkeit, das Vorgehen im Projekt, die vorangehende Forschung sowie im Ergebnis die entwickelte Herangehensweise näher beschrieben.

Abhängigkeiten und Vorgehen

Wie bereits im Arbeitspaket 5 sowie im vorangehenden Abschnitt beschrieben, hängt die Bewertung eng mit der Identifikation eines Use Cases zusammen. Aus unternehmerischer Sicht ist besagte Identifikation mit positiver Bewertung oder die Nichtidentifikation eines Use Cases (sofern kein geeigneter existiert) das Ziel der Auseinandersetzung mit der Blockchain-Technologie. Identifikation und Bewertung eines Anwendungsfalls fließen in diesem engen Zusammenhang auch in das Wissenswerkzeug ein, das im Rahmen des AP7 entwickelt wurde. Dieser logische Zusammenhang wird in einfacher Form in Abbildung 25 dargestellt.

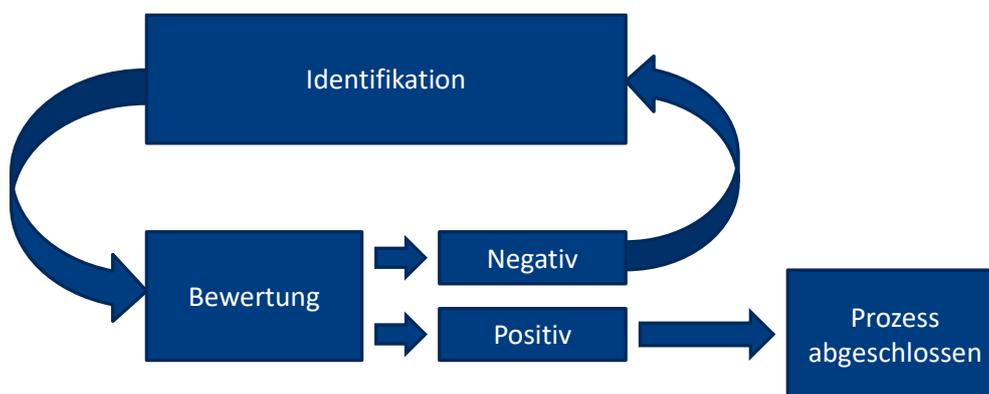


Abbildung 25: Logischer Zusammenhang von Identifikation und Bewertung

Im Verlauf des Projekts hat sich allerdings gezeigt, dass der Zusammenhang von Identifikation und Bewertung nicht auf das positive oder negative Ergebnis der Bewertung beschränkt ist, das möglicherweise eine erneute Identifikation erfordert. Vielmehr existiert ein qualitativer Zusammenhang zwischen der Bewertung und der Identifikation. Fällt die Bewertung negativ aus, so sind die fachlichen Gründe für diese Bewertung entscheidend für eine mögliche Überarbeitung des genauen Use Cases oder fließen in die Identifikation eines neuen Use Cases ein. Ziel der Bewertung ist deswegen kein ablehnendes Ergebnis, sondern eine möglichst konkrete Empfehlung für die erneute Identifikation. Quantitative Modelle wie eine Kosten-Nutzen-Rechnung sind allerdings nicht dafür geeignet, Ursachen für das jeweilige Ergebnis zu benennen. In diesem Zusammenhang wurde entschieden, dass die Bewertung von Use Cases auf qualitativer Ebene erfolgt.

Eine ähnlich gelagerte Problematik entsteht bei der Quantifizierung von Kosten für bestimmte Anwendungsfälle. Zusätzlich zur begrenzten technischen Reife zeichnet sich die Blockchain durch eine Zusammenarbeit mit einer potentiell großen Anzahl von Partnern aus. Welcher Anteil der Entwicklungs- und Betriebskosten von einem konkreten KMU getragen werden muss, ist deswegen nicht seriös abschätzbar und hängt stark von der Herangehensweise ab. Auch hier bietet sich eine qualitative Bewertung von Use Cases an.

Im Rahmen des Projekts wurde deswegen ein qualitatives Entscheidungsverfahren entwickelt. Dieses wurde konzeptionell von der TUHH in enger Abstimmung mit der KLU erarbeitet und auf Basis von Feedback iterativ weiterentwickelt. Das Konzept wurde außerdem mit Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses validiert.

Stand der Forschung

In der Literatur existieren diverse Modelle zur Bewertung von Einsatzpotentialen. Im Rahmen der wissenschaftlichen Auseinandersetzung wurden diverse Modelle gesichtet; an dieser Stelle werden zwei dieser Modelle exemplarisch vorgestellt.

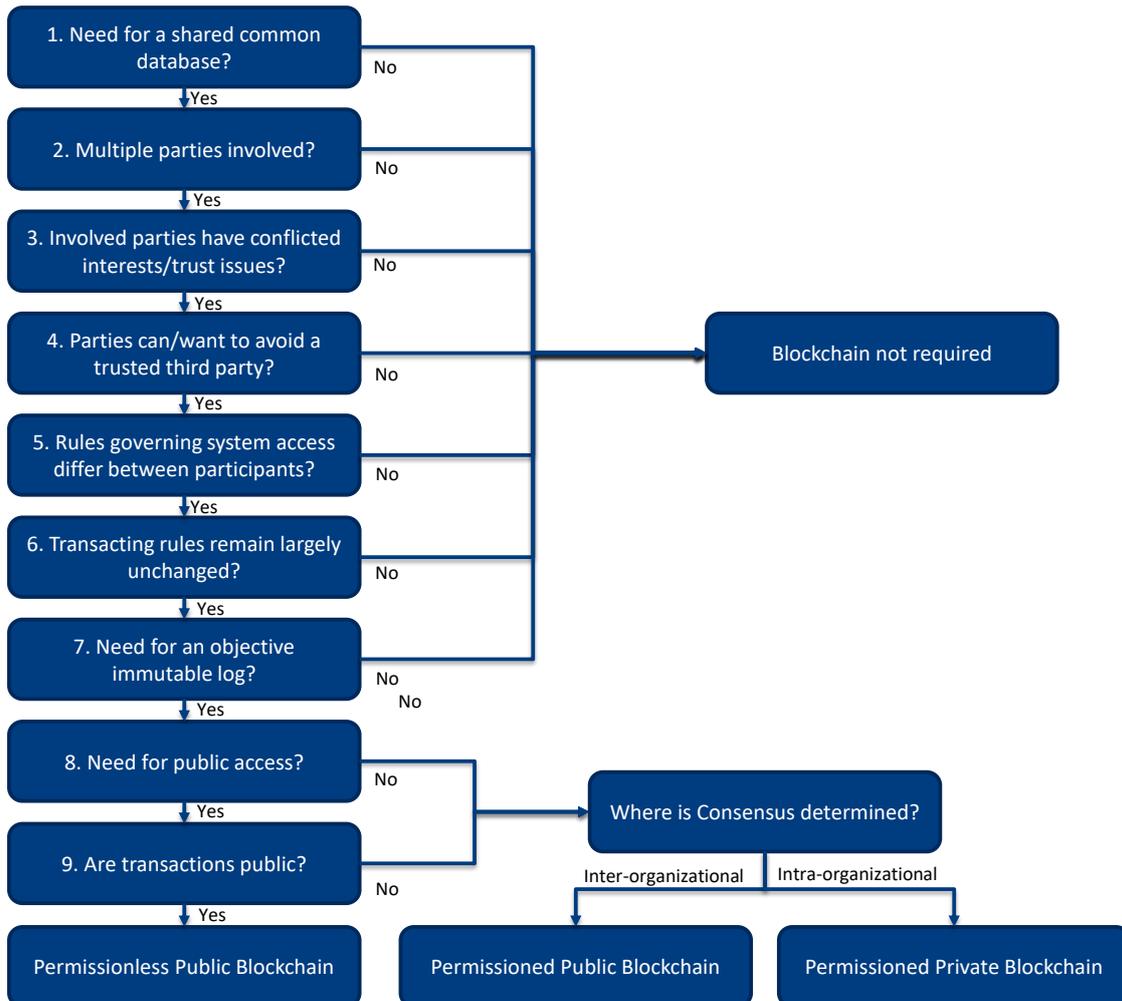


Abbildung 26: Entscheidungsmodell nach Pedersen et al. (2019)

Abbildung 26 zeigt ein solches Modell. Es ist mit 10 Schritten verhältnismäßig umfangreich und unterscheidet auch zwischen verschiedenen Blockchain-Typen. Da die Auswahl einer konkreten Blockchain-Technologie nicht Bestandteil des Projekts ist, werden die entsprechenden Elemente an dieser Stelle nicht diskutiert. Die verbleibenden 7 Schritte werden in Form von Fragen dargestellt. Sobald eine dieser Fragen negativ beantwortet wird, ist Blockchain nicht die geeignete Technologie.



Abbildung 27: Entscheidungsmodell nach Koens und Poll (2018)

Auch Abbildung 27 zeigt ein solches Modell. Es ist mit 9 Schritten ebenfalls sehr umfangreich und unterscheidet nicht nur zwischen Blockchain-Typen, sondern auch zwischen unterschiedlichen Datenbanken. Bei diesem Modell ist auffällig, dass keine Abbruchkriterien existieren, sondern auf verschiedene Datenbanktypen verwiesen wird. Sobald Schritt 4, also die mögliche Nutzung eines Drittanbieters, nicht möglich ist, wird die Verwendung der Distributed Ledger Technology empfohlen.

Das Modell beginnt mit der Frage nach einer gemeinsamen Datenbank sowie einer zweiten Frage nach der Existenz mehrerer Teilnehmer. Hier wird zunächst die Grundlage der Blockchain sichergestellt – eine Datenbank mit mehreren Teilnehmern. In der Folge wird dann das Thema Vertrauen adressiert. Haben die Partner gegenläufige Interessen, und könnten diese nicht auch durch eine dritte Partei aufgefangen werden? Wenn auf dieser Ebene Vertrauen herrscht, ist eine Blockchain ebenfalls nicht erforderlich. Die folgenden beiden Fragen beschäftigen sich dann mit den Zugangsrechten zum System. Haben verschiedene Partner an bestimmten Punkten des Systems verschiedene Zugangsrechte, und sind diese stabil? Auch an dieser Stelle eignet sich die Blockchain nur für spezielle Fälle. In der letzten

relevanten Frage wird auf den Bedarf für eine unveränderliche Speicherung aller Vorgänge im System eingegangen.

Ergebnis der Bewertung

Das im Ergebnis entwickelte Vorgehen für die Bewertung von Use Cases greift Elemente von diesem sowie anderen existierenden Modellen auf und macht sie für KMU greifbar. Die Elemente werden auf drei Gruppen aufgeteilt, die jeweils aus zwei Perspektiven betrachtet werden müssen. In der Folge werden die drei Gruppen Daten, Vertrauen und dritte Partei anhand der Perspektiven Technologie und Organisation diskutiert. Abbildung 28 zeigt die Elemente auf, die in eine Blockchain-Entscheidung einfließen sollten. Der Pfeil auf der rechten Seite deutet den zugehörigen Prozess an, der im Rahmen des AP6 entwickelt wurde. Der Prozess wird im Rahmen des AP7 als Entscheidungswerkzeug dargestellt. Die folgende Beschreibung dient primär der Beschreibung der Elemente; der prozessuale Aspekt der Bewertung wird im folgenden Kapitel zum A7 ausführlicher beschrieben.

	Technologie	Organisation
Daten	Müssen Daten gespeichert werden? Wird ein geteilter manipulationssicherer Zugang benötigt?	Sind mehrere Parteien am Prozess beteiligt?
Vertrauen	Müssen Funktionalitäten in der Blockchain kontrolliert werden? Ist Datensicherheit durch Redundanz erforderlich?	Vertrauen sich die Parteien? Haben alle Parteien dasselbe Interesse?
Trusted Third Party	Müssen Parteien untereinander Assets/Transaktionen übertragen?	Kann der abzubildende Prozess auch über eine Trusted Third Party abgebildet werden?
Blockchain-Entscheidung	Die Blockchain-Lösung muss zum Problem des Unternehmens passen und in die bestehende IT vom KMU. Wenn alle Fragen so beantwortet werden, dass die Blockchain sich eignet, kann sich für eine Herangehensweise entschieden werden.	



Abbildung 28: Elemente der Bewertung von Einsatzpotentialen

Im Bereich der Daten muss zunächst aus technologischer Sicht geprüft werden, ob mehrere Parteien gemeinsam Daten speichern sowie einsehen müssen und ob der Speicher manipulationssicher sein muss. Aus organisatorischer Sicht ist es dafür logischerweise erforderlich, dass überhaupt mehrere Teilnehmer am System vorhanden sind. Nur wenn all dies benötigt wird, ist eine Blockchain die korrekte Technologie für den konkreten Use Case.

Das Vertrauen ist primär eine organisatorische Kategorie. Nur wenn Misstrauen beziehungsweise verschiedene Interessenslagen zwischen den Partnern herrschen, ist die Blockchain als Technologie geeignet. Auf technischer Ebene schließen sich dabei entsprechende Fragestellungen an: Müssen die Funktionalitäten der benötigten Datenbank stets kontrolliert werden? Ist die redundante Speicherung von Informationen erforderlich?

Die dritte und letzte Gruppe setzt sich schließlich mit einer vertrauenswürdigen dritten Partei auseinander, die das vorliegende Problem ebenfalls lösen könnte. Dabei handelt es sich um eine Institution, die möglicherweise am Prozess teilnimmt beziehungsweise für diesen Zweck geschaffen wurde und das uneingeschränkte Vertrauen aller anderen Teilnehmer genießt. Sofern es eine solche Partei nicht gibt oder eine Partei das zu behandelnde Problem beheben könnte, ist eine Blockchain nicht die korrekte Technologie für den konkreten Use Case.

Entgegen der in der Literatur beschriebenen Verfahren, wie etwa nach Pedersen et al. (2019), wird keine konkrete Netzwerkstruktur für die Blockchain empfohlen beziehungsweise der vorliegende Use Case nicht in dieser Hinsicht bewertet. Da es sich bei der Blockchain-Technologie um eine unternehmensübergreifende Technologie handelt, KMU in der Regel begrenzte Ressourcen besitzen und durch externe Rahmenbedingungen limitiert sind, ist der Entwurf eines eigenen Blockchain-Netzwerks für KMU zumeist nur begrenzt möglich (siehe Herangehensweisen). Eine Fixierung auf bestimmte technische Ausprägungen erscheint deswegen zu diesem Zeitpunkt nicht sinnvoll.

Arbeitspaket 7: Implementierung und Validierung eines webbasierten Wissenswerkzeugs

Das webbasierte Wissenswerkzeug fasst die Ergebnisse der vorangehenden Arbeitspakete in einer einheitlichen Struktur zusammen und macht sie für Anwender außerhalb des wissenschaftlichen Bereichs zugänglich sowie verständlich. Die Darstellung der wissenschaftlichen Erkenntnisse wurde in diesem Rahmen entsprechend angepasst. Unter anderem wird das Wissenswerkzeug als „Entscheidungswerkzeug“ bezeichnet, um Unternehmer anzusprechen, die Unterstützung bei Entscheidungen im Umgang mit der Blockchain-Technologie benötigen bzw. erwarten. Ferner ist im Rahmen des Wissenswerkzeugs von Use Cases anstelle von Einsatzpotentialen die Rede, um die konkrete Umsetzung im Gegensatz zu theoretischem Potential zu betonen.

Das Wissenswerkzeug zielt auf die Identifikation, Bewertung und Herangehensweise eines bestimmten Einsatzpotentials beziehungsweise Use Cases ab. Es wird empfohlen, den Prozess des Werkzeugs mehrfach zu durchlaufen, um alle möglichen Einsatzpotentiale abzudecken. Die Bewertung sowie die Herangehensweise unterscheiden sich potentiell von Einsatzpotential zu Einsatzpotential; eine Gesamtempfehlung für ein Unternehmen ist daher nicht möglich.

Das Werkzeug ist im Internet unter www.ChainLog.de/entscheidungswerkzeug abrufbar. In den folgenden Abschnitten werden die inhaltliche Entwicklung, die technische Umsetzung sowie die anschließende Evaluation des Werkzeugs beschrieben.

Inhaltliche Entwicklung des Wissenswerkzeugs

Das Wissenswerkzeug unterstützt interessierte KMU im Umgang mit der Blockchain-Technologie und bedient sich dabei der Ergebnisse der vorangehenden Arbeitspakete. Um der Herangehensweise in der Wirtschaft gerecht zu werden, werden die Ergebnisse der Arbeitspakete allerdings in veränderter Reihenfolge dargestellt. Das Werkzeug beginnt mit der Identifikation von Einsatzpotentialen (Arbeitspaket 5), der Bewertung dieser Einsatzpotentiale (Arbeitspaket 6) und der Auswahl einer geeigneten Herangehensweise an die Umsetzung solcher Einsatzpotentiale (Arbeitspakete 3 und 4, im Rahmen der Inhalte des Arbeitspakets 6).

Die Identifikation von Einsatzpotentialen erfolgt durch den sequentiellen Einsatz der 3 im Arbeitspaket 5 entwickelten Schritte. Hierbei hat sich insbesondere die Auswahl verschiedener Kreativtechniken als wichtige Komponente herausgestellt, um das Entscheidungswerkzeug für verschiedene Personen nutzbar zu machen. Vor Beginn der Identifikation und nach jedem Schritt dieser kann der Nutzende auswählen, ob bereits ein Use Case identifiziert wurde. Ist dies der Fall, wird der Nutzende zur nächsten Phase (Bewertung) geführt. Ist dies dagegen nicht der Fall, wird stattdessen der nächste Schritt in der Identifikation angezeigt. Selbst wenn zum Schluss der Identifikation kein Use Case identifiziert werden konnte, ist die Blockchain-Technologie zu diesem Zeitpunkt nicht sinnvoll einsetzbar.

Im Rahmen der Bewertung wird festgestellt, ob die Blockchain tatsächlich die richtige Technologie für die Umsetzung des identifizierten Use Cases ist. Entsprechend der Ergebnisse des Arbeitspakets 6 erfolgt die Bewertung mit 3 Fragen zu den Themenkomplexen Daten, Vertrauen und Drittpartei. Nur wenn alle Fragen auf eine bestimmte Art und Weise (siehe Abbildung 29) beantwortet werden, ist die Blockchain-Technologie tatsächlich das

geeignete Mittel und der Nutzende wird im Rahmen der dritten Phase zur Herangehensweise beraten. Andernfalls sollte die Blockchain nicht eingesetzt werden.

Benötigen in Ihrem Use Case mehrere Parteien einen gemeinsamen, manipulationssicheren Datenspeicher?	<input checked="" type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Besteht ein Konkurrenzverhältnis zwischen den potentiellen Nutzenden des Systems?	<input checked="" type="radio"/> Ja	<input type="radio"/> Nein
Kann Ihr Use Case auch durch einen Mittelsmann (beispielsweise eine Bank) abgedeckt werden?	<input type="radio"/> Ja	<input checked="" type="radio"/> Nein

Abbildung 29: Bewertungspfad mit für die Blockchain-Technologie positivem Ergebnis

Die Darstellung der Herangehensweise basiert auf den Ergebnissen der Arbeitspakete 3 und 4. Im Rahmen der Arbeitspakete 5 und 6 wurde jeweils ein Vorgehen für die Durchführung der entsprechenden Arbeiten entwickelt, während in den Arbeitspaketen 3 und 4 die Rahmenbedingungen erhoben und analysiert wurden. Vor der Umsetzung des Wissenswerkzeugs war deswegen die Entwicklung eines logischen Entscheidungsbaums nötig, der die Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Aspekten berücksichtigt und einen klar strukturierten Prozess für die Nutzung des Werkzeugs festlegt. Besonderer Wert wurde dabei auf die Vermeidung redundanter Fragen gelegt, sodass Nutzende nur diejenigen Fragen beantworten müssen, die die Auswahl einer Herangehensweise in ihrer konkreten Situation tatsächlich beeinflussen. Die entsprechenden Pfadabhängigkeiten erfordern ein technisch komplexes Werkzeug sowie ein klares Konzept.

Abbildung 30 zeigt den Entscheidungspfad zur Herangehensweise. Getrennt wird dabei zunächst zwischen IT-Unternehmen und KMU aus Logistik, Produktion oder Handel, für die sich unterschiedliche Fragestellungen sowie unterschiedliche Möglichkeiten ergeben. Auf eine vollständige textuelle Darstellung aller Pfade wird an dieser Stelle verzichtet; die Inhalte können im Rahmen des öffentlich im Internet zugänglichen Entscheidungswerkzeugs am besten nachvollzogen werden. Zusätzlich werden die relevanten Kriterien in der entsprechenden wissenschaftlichen Veröffentlichung ausführlich dargestellt.

Technische Umsetzung des Wissenswerkzeugs

Das Wissenswerkzeug wurde mithilfe des Drupal-Webform-Moduls zur ChainLog-Website hinzugefügt. Ursprünglicher Zweck dieses Moduls ist die Verarbeitung von Fragebögen. ChainLog verwendet das Modul für die Anzeige von Fragen (Abbildung 31) und das Einblenden weiterer Formularelemente auf Basis der Antworten (Abbildung 32). Die ursprüngliche Darstellung von Webform wurde umfänglich bearbeitet, um die Anzeige von Informationen (im Gegensatz zur Beantwortung von Fragen und dem Speichern eines beantworteten Fragebogens) in den Vordergrund zu stellen.

Gehört ihr Unternehmen hauptsächlich der IT-Branche an?

Ja

Nein

Abbildung 31: Anzeige einer unbeantworteten Frage im ChainLog-Werkzeug

Durch die Auswahl einer Antwort kann der Nutzende weitere Fragen und Informationselemente einblenden. Die zuvor beantworteten Fragen bleiben dabei sichtbar, und vorangehende Antworten können jederzeit geändert werden. Der Nutzende kann dadurch flexibel ermitteln, wie bestimmte Umstände die eigene Situation im Blockchain-Markt beeinflussen und wie sich bestimmte Veränderungen auf die eigene Position auswirken könnten. Positive oder negative Antworten auf Fragen werden farblich hervorgehoben, um den Nutzenden die Navigation zu erleichtern.

Gehört ihr Unternehmen hauptsächlich der IT-Branche an?

Ja

Nein

Hat Ihr Unternehmen finanzielle Ressourcen für Innovationsprojekte?

Ja

Nein

Service Provider

Ein Service-Provider ist ein IT-Unternehmen, das Blockchain-Systeme an interessierte Unternehmen verkauft. Der Service Provider entwickelt Blockchain-Systeme, bindet sie an Bestandssysteme an und schult die Anwender im Umgang mit dem Blockchain-System. Häufig handelt es sich dabei um Auftragsarbeiten für andere Unternehmen, die die Blockchain-Technologie einsetzen möchten. Im Rahmen der Geschäftsanbahnung/Acquire tritt der Service Provider oft als "Evangelist" auf, der andere von der Bedeutung und dem Wert der Blockchain-Technologie überzeugt.

Abbildung 32: Informationstext zur Herangehensweise im ChainLog-Werkzeug

Beispiele für Herangehensweisen

Die Anwendung des Werkzeugs wird in der Folge anhand von zwei Beispielen illustriert. Das erste Beispiel bezieht sich auf ein mittelständisches Unternehmen im Logistiksektor, das noch keine detaillierte Vorstellung hat, wo die Blockchain eingesetzt werden könnte.

Dementsprechend wird die einleitende Frage nach einem entsprechenden Use Case negativ beantwortet. Die Einblicke in das HANSEBLOC-Projekt liefern keine weiteren Einblicke, sodass die zweite Frage ebenfalls verneint werden muss. Das daraufhin vorgeschlagene Studium der ChainLog-Datenbank führt ebenso nicht zum Erfolg, sodass auch die dritte Frage verneint werden muss. Der Einsatz der Kreativtechniken ist für den Nutzenden des Tools nicht sofort möglich. Nach Rücksprache mit dem Kompetenzzentrum der Universität Hamburg wird allerdings ein Workshop durchgeführt und ein ungefährender Anwendungsfall identifiziert. Zusammen mit dem Betreiber eines Zolllagerhauses, der dem Geschäftsführer persönlich bekannt ist, sollen Informationen über die Anlieferungen und Abholungen des Logistikunternehmens in diesem Lagerhaus ausgetauscht werden. Der Nutzende kehrt nun zum Tool zurück. Die vierte Frage kann bejaht werden – es wurde ein Anwendungsfall identifiziert! Das Werkzeug beginnt daraufhin mit der zweiten Phase, der Bewertung des Anwendungsfalls. Zunächst muss dafür festgestellt werden, ob in diesem Use Case mehrere Parteien einen gemeinsamen, manipulationssicheren Datenspeicher benötigen. Ein solcher Datenspeicher wird benötigt, sodass die Frage positiv beantwortet wird. Die zweite Frage zielt auf ein Konkurrenzverhältnis zwischen den potentiellen Nutzenden des Systems. Diese Frage muss verneint werden – die Nutzenden arbeiten zusammen und haben ein gutes persönliches Verhältnis.

Das Entscheidungswerkzeug beendet den Fragenkatalog an dieser Stelle, denn die Blockchain ist in diesem Anwendungsfall ungeeignet. Aufgrund des vertraulichen Verhältnisses ist eine traditionelle Datenbank oder eine Schnittstelle zwischen vorhandenen Datenbanken eine bessere Lösung für das vorliegende Problem. Diese Einschätzung ist allerdings eine Frage der Zielsetzung, denn die Frage zielt bewusst auf die potentiellen Nutzer des Systems ab. Wenn langfristig betrachtet weitere Unternehmen Teil des Netzwerks werden sollten, bestünde möglicherweise kein Vertrauensverhältnis mehr und die Blockchain-Technologie könnte sinnvoll sein. Dieses Beispiel macht deswegen auch deutlich, wie eng Identifikation und Bewertung eines Anwendungsfalls verknüpft sein sollten.

Als zweites Beispiel wird an dieser Stelle ein etwas größeres mittelständisches Unternehmen betrachtet, das bereits sehr klare Vorstellungen von der Blockchain hat. Das Unternehmen ist im produzierenden Gewerbe angesiedelt und möchte die Blockchain nutzen, um Produktinformationen sowie Lieferverträge mit Zulieferern auszutauschen. Perspektivisch sollen diese Zulieferer auch die Zulieferer der zweiten Ebene in das System integrieren, und das System soll insgesamt wachsen, da noch kein derartiges System existiert. Die einleitende Frage nach einem Anwendungsfall sowie die im ersten Beispiel diskutierten Fragen zur Bewertung können bejaht werden. Im Bereich der Bewertung stellt das Werkzeug dann eine dritte Frage mit Bezug auf die Umsetzung des Systems mit einem Mittelsmann. Ein solcher Mittelsmann wird aufgrund des extrem hohen Kostendrucks in der Branche keinesfalls gewünscht, da er eine marktbeherrschende Stellung einnehmen und gegenüber den Teilnehmern hohe Gebühren durchsetzen könnte. Das Werkzeug beendet die Bewertungsphase mit der entsprechenden Antwort und beginnt mit der Identifikation einer geeigneten Herangehensweise. Das System fragt die einleitend diskutierten Rahmenbedingungen des Projekts ab (siehe Abbildung 33) und empfiehlt auf dieser Basis die Herangehensweise eines Cooperators, der mit weiteren Partnern zusammen ein Blockchain-Projekt vorantreibt.

Gehört ihr Unternehmen hauptsächlich der IT-Branche an?	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Hat Ihr Unternehmen 50 oder mehr Mitarbeiter?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Gibt es ein Blockchain-Projekt, das Ihren Use Case bearbeitet?	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Sind Ihnen Partner bekannt, die ein ähnliches Problem mit Ihnen zusammen bearbeiten wollen?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Möchten Sie sich inhaltlich intensiv mit dem Thema Blockchain auseinandersetzen?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Hat Ihr Unternehmen finanzielle Ressourcen für Innovationsprojekte?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein

Abbildung 33: Beispielhafte Identifikation einer Herangehensweise

Bei den beiden im Rahmen der Beispiele vorgestellten Unternehmen könnte es sich theoretisch auch um ein und dasselbe Unternehmen (oder um zwei Unternehmen, die Teil eines Konzerns sind) handeln. Diese Betrachtung macht deutlich, dass das Werkzeug für jeden Anwendungsfall getrennt durchlaufen werden muss und für ein Unternehmen parallel verschiedene Herangehensweisen sinnvoll sein können.

Evaluation des Wissenswerkzeugs

Das Wissenswerkzeug wurde im Rahmen eines Workshops mit Partnern aus der Wirtschaft evaluiert und zu diesem Zweck am 21.09.2021 innerhalb eines Zoom-Meetings mit zwei Personen diskutiert. Nach einer Einleitung zum ChainLog-Projekt und einer Darstellung der vorangehenden Forschung, die zum Werkzeug geführt hat, wurde das Werkzeug selbst dargestellt und von den Teilnehmenden direkt getestet. Es wurde dabei insgesamt sehr positiv aufgenommen; Anknüpfungspunkte für die weitere Verwendung, entsprechende Vorträge und der Einbau einer Download-Funktion waren wesentliche Diskussionspunkte. Betont wurde dabei die Wichtigkeit der Reihenfolge der jeweiligen Fragen sowie die Rolle der technischen Kenntnisse der KMU (und deren genaue Formulierung im Werkzeug). Hinterfragt wurde lediglich, ob die gewählte Grenze von 50 Mitarbeitern geeignet ist, um KMU mit und ohne Einfluss auf andere Unternehmen in der Lieferkette voneinander abzugrenzen.

Außerdem wurde die Ergänzung der Texte um einen rechtlichen Disclaimer angeregt, um die Forschungsstellen vor theoretisch möglichen Klagen zu schützen. Im Anschluss an den Workshop wurden einige kleine textuelle Ergänzungen in das Werkzeug eingearbeitet. Größere Änderungen waren allerdings nicht erforderlich.

Arbeitspaket 8: Projektmanagement und Ergebnisverbreitung

Im Arbeitspaket 8 wurde das Projektmanagement betrieben und die Verbreitung der Ergebnisse und Erkenntnisse in der Industrie sowie auf wissenschaftlichen Tagungen und in Publikationen geplant. Ergebnisse des Arbeitspakets waren die Projektplanung und -organisation, die einzelnen Statusberichte (Stand der Arbeiten, Abweichungen durch den verspäteten Projektbeginn und Maßnahmen), die Veröffentlichungen in der wissenschaftlichen Community (z. B. ZWF oder Logistics Management) und die Erstellung sowie Pflege der Projekt-Website und Datenbank.

Aufgrund des verzögerten Projektstarts, der zeitlich in die Covid-19-Pandemie fiel, war die Bereitschaft von Unternehmen, an der Interviewstudie teilzunehmen, gesunken, sodass über das gesamte Projekt hinweg ein großer Aufwand im Projektmanagement betrieben werden musste. Hierbei hat die hohe Relevanz des Projektthemas positiv gewirkt, da auch externe Unternehmen an Projektstudien teilnahmen und PA-Tätigkeiten unterstützten. Darüber hinaus wurde in Deutschland flächendeckend die Kurzarbeit eingeführt, weshalb vereinbarte Interviewtermine mit Partnern nur virtuell und teilweise gar nicht stattfinden konnten. Diese Entwicklung wirkte sich neben dem verkleinerten PA ebenfalls negativ auf die Erreichung des gesteckten Ziels der vAWs (vorhabenbezogene Aufwendungen der Wirtschaft) aus.

Auf die Erstellung und Pflege der Projekthomepage, der Datenbank und des Entscheidungswerkzeugs wurde viel Wert gelegt, sodass die Internetpräsenz fortlaufend aktualisiert wurde und dort neben Informationen auch Zwischenergebnisse platziert werden konnten.

Zudem wurden die Erkenntnisse und Ergebnisse auf Fachkonferenzen präsentiert, diskutiert und in den folgenden wissenschaftlichen Publikationen veröffentlicht:

Twenhöven T., Reimers S. (2021): Buzz or Benefit? How to Deal with Blockchain as a Small Logistics Company, Logisym Magazine, URL: <https://logisym.org/logisym-supply-chain-magazine-november-2021/>

Reimers S., Twenhöven T., Petersen M., Kersten W. (2021): The Roles of Small and Medium-Sized Enterprises in Blockchain Adoption. In: Buscher U., Lasch R., Schönberger J. (eds.): Logistics Management. Lecture Notes in Logistics. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85843-8_1

Reimers S., Hackius N., Petersen M., Kersten W. „Blockchain für KMU“. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, vol. 116, no. 3, 2021, pp. 157–160. <https://doi.org/10.1515/zwf-2021-0031>

Darüber hinaus wird eine weitere Publikation bei einer angesehenen Zeitschrift eingereicht. Der Veröffentlichungszeitpunkt ist aufgrund der z. T. langwierigen Begutachtungsprozesse und Überarbeitungen nicht absehbar.

Twenhöven, T., Petersen, M., Ludwig, A. (2022). Blockchain Projects in Supply Chain Management and Logistics: A Review of the Current State and Future Development Implications (Arbeitstitel)

Gegenüberstellung der durchgeführten Arbeiten und des Ergebnisses mit den Zielen

Im Folgenden werden die geplanten Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete mit den tatsächlich erreichten Ergebnissen verglichen sowie eine Bewertung vorgenommen, ob eine entsprechende Übereinstimmung festgestellt werden kann (siehe Tabelle 5).

Arbeitspaket	Ziel	Erreichte Ergebnisse	Bewertung
AP1: Analyse des Standes der Praxis und Forschung	Einordnung des Projektes in den aktuellen Kontext von Wissenschaft und Praxis	Die zum Projektbeginn aktuelle Literatur wurde aufgearbeitet. Mithilfe einer systematischen Literaturrecherche wurden 679 Publikationen identifiziert. Diese wurden analysiert und in passende Anwendungsfälle überführt. Die Anwendungsfälle wurden mit Beispielen aus der Praxis illustriert.	Das Ziel wurde erreicht.
AP2: Entwicklung und kontinuierliches Kuratieren einer Anwendungsfall-Datenbank	Bereitstellung einer kuratierten, webbasierten Übersicht von Blockchain-Anwendungsfällen in Logistik und SCM	Eine entsprechende Datenbank wurde entwickelt, kontinuierlich mit Inhalten gefüllt und im Rahmen einer Internetpräsenz öffentlich verfügbar gemacht. Insgesamt wurden 42 relevante Projekte identifiziert.	Das Ziel wurde erreicht.
AP3: Qualitative Erhebung von Einsatzfeldern und Rahmenbedingungen im Logistik- und SCM-Kontext	Empirische Fundierung des zu entwickelnden Vorgehens	Eine entsprechende Interviewstudie mit 28 Interviews wurde durchgeführt, wobei sowohl Rahmenbedingungen als auch Herangehensweisen identifiziert werden konnten.	Das Ziel wurde erreicht.
AP4: Quantitative Validierung und Spezifizierung der Erhebung im Logistik- und SCM-Kontext	Konkretisierung der Ergebnisse des AP3 im Kontext von Logistik und SCM	Es wurde eine Umfrage mit 80 Teilnehmern durchgeführt, die die Rolle der KMU in Blockchain-Projekten konkretisiert.	Das Ziel wurde erreicht.

Arbeitspaket	Ziel	Erreichte Ergebnisse	Bewertung
AP5: Entwicklung eines Vorgehens zur systematischen Identifikation von Einsatzpotentialen	Unterstützung von Unternehmen bei der Entscheidungsfindung im Kontext von Blockchain	Es konnte ein Vorgehen entwickelt werden, mit dem KMU Blockchain-Lösungen für sich identifizieren können.	Das Ziel wurde erreicht.
AP6: Entwicklung eines Vorgehens zur Bewertung von Einsatzpotentialen	Unterstützung von Unternehmen bei der Entscheidungsfindung im Kontext von Blockchain	Es wurde ein Vorgehen entwickelt, mit dem KMU Blockchain-Lösungen für sich bewerten können. Darüber hinaus wurde zusätzlich zur Identifikation und Bewertung eine Herangehensweise entworfen.	Das Ziel wurde erreicht.
AP7: Implementierung und Validierung eines webbasierten Wissenswerkzeugs	Verfügbarmachung der entwickelten Vorgehensweisen über eine intuitiv nutzbare Online-Plattform	Eine intuitiv nutzbare Online-Plattform wurde mithilfe von Drupal, Webform und CSS-Programmierung entwickelt und mit den Inhalten der vorangehenden Arbeitspakete gefüllt im Internet bereitgestellt. Dieses Entscheidungswerkzeug wurde außerdem mit einem Experten-Workshop und dem projektbegleitenden Ausschuss validiert.	Das Ziel wurde erreicht.
AP8: Projektmanagement und Ergebnisverbreitung	Sicherstellung des Projekterfolgs sowie der effektiven Ergebnisverbreitung	Das Projekt wurde organisiert und strukturiert. Es wurden diverse Vorträge, Veranstaltungen, Publikationen und Treffen organisiert.	Das Ziel wurde erreicht.

Tabelle 5: Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sowohl die geplanten Teilziele als auch das Gesamtziel des Forschungsprojekts vollständig erreicht wurden.

Verwendung der Zuwendungen

Die rückwirkende Mitteilung des Projektstarts und die angespannte Situation bei der Anwerbung von qualifiziertem Personal (sowohl Wissenschaftliche Mitarbeiter als auch Studentische Hilfskräfte) sowie die Covid-19-Pandemie führten zunächst zu Verzögerungen im Prozessablauf und in der Mittelverwendung. Die zusätzlichen 0,9 PM im AP 7 der KLU sind notwendig geworden, weil die entsprechenden Arbeiten nicht von studentischen Hilfskräften durchgeführt werden konnten, sondern von wissenschaftlichen Mitarbeitern durchgeführt werden mussten. Dementsprechend ergibt sich in der Übersicht über die Tätigkeit der wissenschaftlichen Mitarbeiter zusätzliche Arbeitszeit. Im Projektjahr 2021 konnte dies durch eine kostenneutrale Verlängerung sowohl inhaltlich als auch ausgabenseitig kompensiert werden.

Wissenschaftlich-technisches Personal in den Jahren 2020 und 2021:

- Arbeitspaket 1: 4 Personenmonate (2 PM TUHH, 2 PM KLU)
- Arbeitspaket 2: 6 Personenmonate (3 PM TUHH, 3 PM KLU)
- Arbeitspaket 3: 4 Personenmonate (2 PM TUHH, 2 PM KLU)
- Arbeitspaket 4: 4 Personenmonate (2 PM TUHH, 2 PM KLU)
- Arbeitspaket 5: 8 Personenmonate (4 PM TUHH, 4 PM KLU)
- Arbeitspaket 6: 8 Personenmonate (4 PM TUHH, 4 PM KLU)
- Arbeitspaket 7: 6,9 Personenmonate (3 PM TUHH, 3,9 PM KLU)
- Arbeitspaket 8: 4 Personenmonate (2 PM TUHH, 2 PM KLU)

In Summe: TUHH: 22 Personenmonate; KLU: 22,9 Personenmonate
Geräte wurden nicht beschafft.

Leistungen Dritter wurden nicht in Anspruch genommen.

Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Blockchain-Lösungen stellen in der Logistik und der Supply Chain eine neue Infrastruktur für Informationen dar. Besonders KMU im Bereich der Logistikdienstleistungen und der Supply Chain nehmen in diesen Informationsnetzwerken aktuell oftmals eine schwächere Position ein, insbesondere im Hinblick auf eine nachhaltige Gestaltung der Datenaustauschstrukturen. Im Projekt sollte mittels eines mehrstufigen Vorgehens ein Entscheidungswerkzeug entwickelt werden, das die Nutzung der Technologie für KMU erleichtert. Zunächst ist es dementsprechend notwendig, einen ganzheitlichen Katalog an Anwendungen für die Blockchain zu entwickeln. Dieser muss in der Folge auf Implikationen und Rahmenbedingungen für KMU beschrieben werden.

Die geleisteten Arbeiten wurden durchgeführt, um ein wissenschaftlich fundiertes und zugleich für die praktische Anwendung in KMU geeignetes Entscheidungswerkzeug entwickeln zu können. Die Angemessenheit ergibt sich dementsprechend aus der Anwendung geeigneter wissenschaftlicher Methoden sowie der Befragung von Experten in der Praxis in angemessener Weise. So wurde innerhalb des Arbeitspakets 1 eine umfassende Analyse der wissenschaftlichen und praxisrelevanten Literatur durchgeführt. Die Erkenntnisse des Arbeitspakets 1 wurden dann im Arbeitspaket 2, der Gestaltung der Anwendungsfalldatenbank, und Arbeitspaket 3, der qualitativen Interviewstudie, verwendet. Innerhalb der Interviews wurden Erkenntnisse erhoben, die dann im Arbeitspaket 4 zur Gestaltung der quantitativen Befragung genutzt wurden. Die Grundgesamtheit der Ergebnisse wurde dann in den Arbeitspaketen 5 und 6 verwendet, um eine systematische Identifikation und Bewertung erstellen zu können. Final wurde im Arbeitspaket 7 ein webbasierter Demonstrator erstellt, der KMU die Möglichkeit bietet, Wissen zur Blockchain-Technologie und deren Praxiseinsatz zu erlangen. Das Werkzeug greift dabei auf die Ergebnisse der vorangehenden Arbeitspakete und insbesondere die Arbeitspakete 5 und 6 zurück.

Um die Ergebnisse aggregieren und generieren zu können, wurden mehrere wissenschaftliche Mitarbeiter beschäftigt. Mithilfe studentischer Hilfskräfte wurden die Tätigkeiten unterstützt. Die geleistete Arbeit entspricht in vollem Umfang dem begutachteten und bewilligten Antrag und war daher für die Durchführung des Vorhabens notwendig und angemessen.

Im Laufe des Projekts waren die geplanten projektbegleitenden Ausschüsse, Workshops, Vorträge und anderweitige Veranstaltungen aufgrund der Pandemie nicht immer in der geplanten beziehungsweise üblichen Weise möglich. Im Rahmen der Vorgaben des Projektträgers wurden deswegen hauptsächlich Online-Veranstaltungen durchgeführt. Trotz dieser Einschränkungen ist es gelungen, im Rahmen des Projekts mit vielen KMU in Kontakt zu treten und Ergebnisse zu kommunizieren. Dadurch konnte eine positive Wirkung des Projekts auf das Handeln von KMU sichergestellt und Projektergebnisse kommuniziert werden.

Innovativer Beitrag der Forschungsergebnisse

Die Forschungsergebnisse stellen eine strukturelle Herangehensweise an eine neue Technologie im Bereich Logistik und Supply Chain Management dar. Die bislang vorwiegend technologieorientierte Betrachtung der Blockchain-Technologie wird um eine systematische Identifikation von Anwendungsfällen und Bewertung einer Blockchain-Lösung ergänzt und ist in dieser Form innovativ. Darüber hinaus haben die Interviewstudie wie auch die Umfrage ergeben, dass die Einführung der Blockchain-Technologie viele Unternehmen betreffen kann. Vor allem sollten in die Auslegung von Blockchain-Lösungen kleine und mittlere Unternehmen frühzeitig einbezogen werden.

Im Projektverlauf konnte gezeigt werden, welche Vor- und Nachteile die Blockchain-Technologie für KMU haben kann. Die jeweiligen identifizierten Herangehensweisen bieten für Unternehmen eine Grundlage, um zu evaluieren, wie sie sich einem bevorstehenden Blockchain-Projekt nähern könnten. Eine Definition der Herangehensweisen gibt den Unternehmen einen Rahmen, an dem sie sich bei dieser neuen Technologie ausrichten könnten.

Die in der Datenbank zusammengefassten Best-Practice-Projektbeispiele stellen ferner einen wesentlichen innovativen Beitrag dar, da bisher keine strukturierte Zusammenfassung von Blockchain-Projekten, nach Kriterien und Anwendungsfällen filterbar, bestand. Mittels der Übersicht wird Unternehmen die Möglichkeit gegeben, erste konkrete Ableitungen von geeigneten Anwendungsfällen zu generieren.

Die Projektergebnisse wurden sowohl den am Projekt beteiligten Unternehmen als auch über die entwickelte Projektwebsite jedem interessierten Unternehmen (auch über den Projektausschuss hinaus) zur Verfügung gestellt. Diese Datenbank enthält eine breite Sammlung von bereits implementierten Blockchain-Projekten und ermöglicht es, sich somit konsolidiert über das Thema zu informieren.

Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsvorhabens für KMU

Obwohl die Logistikbranche in zunehmendem Maße wächst, leiden Logistikdienstleister vielfach unter scharfer Konkurrenz und nur geringen Gewinnmargen, da neue Anbieter kontinuierlich auf den Markt drängen (Anderson et al. 2011). Neue Dienstleistungen können ein Alleinstellungsmerkmal für den Kunden darstellen und somit die Kundenakquise und -bindung vereinfachen. Viele Großkonzerne haben daher bereits Projekte gestartet und diese aktiv in den Betrieb eingebunden.

Empirische Erhebungen belegen jedoch eine vergleichsweise geringe Investition von Unternehmen im Logistiksektor (Rohleder 2021). Innerhalb einer Studie der BITKOM wurden 652 Unternehmen befragt, wobei 87 % von ihnen sagten, dass sie sich noch nicht mit dem Einsatz der Blockchain-Technologie beschäftigt hätten. Entgegen diesen Zahlen gibt es diverse Blockchain-Projekte großer Marktteilnehmer, wie in Arbeitspaket 2 beschrieben, die sich mit der Blockchain-Technologie auseinandersetzen. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass die Projektergebnisse in der Praxis, gerade bei KMU, großen Anklang finden werden, zumal sich die Unternehmen dem Thema Blockchain mithilfe der entwickelten Methodik und Falldatenbank besser nähern können.

Da bei der Konzeption des Forschungsvorhabens besonderer Wert auf eine möglichst direkte Anwendbarkeit in der Praxis gelegt wurde, wurde der Ansatz eines webbasierten Wissenswerkzeugs zur Ergebniszusammenfassung gewählt. Dieses besteht zum einen aus einer Anwendungsfalldatenbank und zum anderen aus einem Entscheidungswerkzeug, anhand dessen sich Unternehmen für eine Vorgehensweise entscheiden können. Ziel war es, Fragen der Implementierung von Blockchain für KMU so aufzubereiten, dass die Wahl für das präferierte Vorgehen leichtfällt. Mithilfe des dreiteiligen Entscheidungsprozesses bestehend aus Identifikation, Bewertung und Herangehensweise können KMU fundierte Entscheidungen treffen, ohne sich in aufwendige Methoden einzuarbeiten. Dadurch wird eine bekannte Barriere für KMU bei der Einführung neuer Technologien wie Blockchain abgebaut, sodass mit einer hohen Verbreitung und Nutzung der Projektergebnisse in der Praxis zu rechnen ist.

Der umfassende Transfer in die Wirtschaft leistet hierzu einen wesentlichen Beitrag. Unternehmen werden sich aufgrund der einfachen Anwendbarkeit durch die Anwendungsfalldatenbank sowie der damit verbundenen Übersicht über die Projektergebnisse, die Unternehmen direkt im Entscheidungswerkzeug finden können, interessieren. Aufgrund der praktischen Relevanz der Fragestellung ist mit einer breiten Anwendung der Datenbank und des Konzepts für bis zu 3–5 Jahre nach Projektende zu rechnen. Eine definierte Herangehensweise an das Thema Blockchain ist für den Logistiksektor und den Supply-Chain-Bereich unabhängig einsetzbar. Somit kann mittel- bis langfristig ein wirtschaftlicher Erfolg in einer Vielzahl von KMU erwartet werden.

Voraussichtlicher Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der KMU

Die Blockchain-Technologie kann einen entscheidenden Faktor zur Erhaltung und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit darstellen (Arbeitspaket 3: Qualitative Erhebung von Einsatzfeldern und Rahmenbedingungen im Logistik- und SCM-Kontext). Doch aufgrund der hohen Kosten sowie des großen Risikos von Entscheidungen zur Investition in diese Technologie scheuen gerade KMU oftmals diese Investitionen in entsprechendem Maße.

Das webbasierte Entscheidungswerkzeug von ChainLog bietet eine Möglichkeit, bestehende Hürden bei der Entscheidungsfindung zur Blockchain-Technologie abzubauen. Durch die geschaffene Orientierung im Bereich Blockchain können KMU, ohne die Einbindung externer Ressourcen, frühzeitig Handlungsfelder für sich identifizieren. Mithilfe der Abkürzung des Prozesses zur Generierung von Informationen und der Unterstützung im Entscheidungsprozess kann ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis sowie ein kalkulierbareres Risiko erreicht werden. KMU im Bereich der Logistik und Supply Chain wird ein leistungsstarkes Werkzeug zur Verfügung gestellt, mit dem Orientierung im Bereich Blockchain generiert werden kann. Durch die systematische Evaluation, ob KMU einem Blockchain-Projekt beitreten sollten oder nicht, können diese mögliche Wettbewerbsvorteile besser einschätzen und umsetzen. Darüber hinaus können sie ebenfalls Orientierung darin finden, wie ein mögliches Projekt aussehen kann. Demnach stellt die Anwendung von ChainLog in der Logistik ein Konzept dar, das dem gesamten Wertschöpfungsprozess zugutekommt und dadurch die Wettbewerbsfähigkeit aller beteiligten Unternehmen stärkt. Da weiterhin Blockchain-Projekte entstehen, bietet sich für KMU das Potential, die Blockchain mithilfe der Projektergebnisse erfolgreich einzusetzen.

Aussagen zur voraussichtlichen industriellen Umsetzung der F&E-Ergebnisse nach Projektende

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes stellen ein effektives und effizientes Entscheidungswerkzeug zur Verfügung, um Entscheidungen von KMU bezüglich der Blockchain-Technologie in Logistik und Supply Chain fundiert zu treffen. Daher ist von einer schnellen Verbreitung sowie raschen industriellen Umsetzung der Forschungsergebnisse auszugehen.

Wirtschaftliche/technische Erfolgsaussichten nach Projektende

Die betrachteten Anwendungsfälle und Rahmenbedingungen für KMU haben gezeigt, dass die Implementierung des ChainLog-Entscheidungswerkzeugs und der Anwendungsfalldatenbank weitreichende Potentiale für Logistik und Supply Chain mit sich bringt (Arbeitspakete 2 und 7). Durch die Aufbereitung der Forschungsergebnisse im Abschlussbericht sowie die Darstellung der Datenbank und des Entscheidungswerkzeugs sollen weitere Unternehmen für die systematische Identifikation und Bewertung von Anwendungsfällen und für die Umsetzung einer darauffolgenden Herangehensweise gewonnen werden. Das entwickelte Konzept sowie die vorgestellten Anwendungsfälle wurden im Rahmen des Projekts evaluiert und als anwendbar bewertet. Es ist gewünscht, dass die Nutzer auch nach Projektende das Entscheidungswerkzeug verwenden und aktiv Fragen zur Weiterentwicklung einreichen. Aufgrund des kontinuierlichen Bedarfs an Orientierung im

Bereich der Blockchain-Technologie ist mit einer breiten Anwendung der Datenbank und des Entscheidungswerkzeugs bis zu 3–5 Jahre nach Projektende zu rechnen.

Einschätzung der Finanzierbarkeit einer anschließenden industriellen Umsetzung

Die im Projekt identifizierten Anwendungsfälle sowie die Konzepte zur Identifikation, Bewertung und Herangehensweise wurden mit Unternehmen des PA gemeinsam weiterentwickelt und validiert. Anschließend erfolgte eine Übertragung der Projektergebnisse in ein Entscheidungswerkzeug. Parallel zum Projekt wurde die Projektdatenbank kontinuierlich weiterentwickelt. Die Anwendungsorientierung und Praxistauglichkeit konnten durch die kontinuierliche Einbeziehung von Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses sichergestellt und über eine Validierung bestätigt werden.

Die Verwendung des Entscheidungswerkzeugs ermöglicht Unternehmen und insbesondere KMU eine aufwandsarme Orientierung im Blockchain-Bereich. Durch die webbasierte Aufbereitung sind für die erste Orientierung keinerlei Investitionen in Personal oder Wissensgenerierung notwendig. Investitionen für die Verwendung der Projektergebnisse sind für die Unternehmen nicht erforderlich.

Transfermaßnahmen und Veröffentlichungen

Tabelle 6: Geplante spezifische Transfermaßnahmen während der Projektlaufzeit

Maßnahme	Ort/Rahmen	Datum/Zeitraum	Fortschreibung
Erstellung einer Internetpräsenz für das Projekt	Internetpräsenz unter eigenständiger Domain (z. B. ChainLog.info)	Einrichtung bis Ende des 2. Monats der Projektlaufzeit, Ausbau in AP2 (Anwendungsfälle) sowie AP7 (webbasiertes Wissenswerkzeug)	Die Internetpräsenz ist unter https://ChainLog.de zu erreichen und enthält aktuelle Ergebnisse, die kontinuierlich fortgeschrieben werden.
Blog-Beiträge	Nutzung von Medium.com zur Erstellung eines international zugänglichen Blogs, ggf. Gastbeiträge in themenbezogenen Blogs	Bei der Erzielung passender Ergebnisse, nach der Aufbereitung der Anwendungsfälle	Die Blog-Beiträge erscheinen auf https://medium.com/@ChainLog
Vorstellung des Projektes auf praxisorientierten Veranstaltungen durch Vorträge und ggf. Poster	Gründung einer Gruppe auf meetup.com mit Sitz in Hamburg; Besuch von Veranstaltungen ähnlicher Interessensgruppen, bspw. „Innovationsforum Blockchain“, oder in Zusammenarbeit mit der Logistik Initiative Hamburg	Regelmäßig, etwa alle 3 Monate; Fokus auf Anlaufphase und Projektabschluss	Aufgrund der Pandemielage wurde auf die Gründung einer meetup-Gruppe verzichtet. Das Projekt wurde jedoch auf folgenden Veranstaltungen präsentiert: <ul style="list-style-type: none"> – Researcher-Workshop zur Digitalstrategie der BWVI am 05.12.2019 – 4th ForDigital Blockchain Workshop in Karlsruhe am 02.03.2020 (persönlich) – BVL Young Professionals Regionalmeeting am 30.06.2020 (digital) – Digital Logistics Online 2020 am 15.07.2020 (digital) – BVL Young Professionals Regionalmeeting am 23.09.2020 (digital) – Vorstellung im Digital Hub Hamburg am 24.02.2021

Maßnahme	Ort/Rahmen	Datum/Zeitraum	Fortschreibung
			– Digital Logistics Online 2021 am 20.05.2021 (digital)
Einbeziehung relevanter Multiplikatoren (Forschungsvereinigung BVL, Logistik-Initiative Hamburg, Innovationskontaktstelle Hamburg)	Ansprache im Rahmen der Bearbeitung der Arbeitspakete und gemeinsame Verbreitung der Ergebnisse	Im Rahmen der AP2 und AP3	Die BVL wurde einbezogen, das Projekt wurde auf 7 Veranstaltungen vorgestellt. Die Logistik-Initiative Hamburg hat an PA 1, PA 2, PA 3 und PA 4 teilgenommen und bei der Verbreitung der Ergebnisse unterstützt.
Gemeinsame Veranstaltungen mit dem Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hamburg	Einbindung in passende Veranstaltungen im Rahmen der Angebote für den norddeutschen Raum	Entsprechend der Planung des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hamburg	Erfolgt am: <ul style="list-style-type: none"> – Webinar am Tag der Logistik am 16.04.2020 (digital) – Webinar Kompetenzzentrum am 27.08.2020 (digital) – Webinar Kompetenzzentrum 29.10.2020 (digital) – Webinar Kompetenzzentrum 24.11.2021 (digital)
Verfassen von praxisnahen Zeitschriftenbeiträgen	Praxisnahe Zeitschriften mit entsprechender Ausrichtung, bspw. Industrie 4.0 Management, ZWF, DVZ, Logistik Heute	Bei der Erzielung passender (Teil-) Ergebnisse, Anschluss an AP4 und AP6	Twenhöven T., Reimers. S. (2021): Buzz or Benefit? How to Deal with Blockchain as a Small Logistics Company, Logisym Magazine, URL: https://logisym.org/logisym-supply-chain-magazine-november-2021/ Reimers S., Hackius N., Petersen M., Kersten W.: „Blockchain für KMU“. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, vol. 116, no. 3, 2021, pp. 157–160. https://doi.org/10.1515/zwf-2021-0031

Maßnahme	Ort/Rahmen	Datum/Zeitraum	Fortschreibung
Verfassen von wissenschaftlichen Beiträgen	Veröffentlichung bei der Hamburg International Conference of Logistics, über SSRN, sowie in ausgewählten Journals, bspw. Logistics Research oder IJPDLM	Bei der Erzielung passender (Teil-) Ergebnisse hoher wissenschaftlicher Relevanz, mit Abschluss des AP3 sowie AP4	Reimers S., Twenhöven T., Petersen M., Kersten W. (2021): The Roles of Small and Medium-Sized Enterprises in Blockchain Adoption. In: Buscher U., Lasch R., Schönberger J. (eds.): Logistics Management. Lecture Notes in Logistics. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85843-8_1 Geplant: Twenhöven, T., Petersen, M., Ludwig, A. (2022): Blockchain Projects in Supply Chain Management and Logistics: A Review of the Current State and Future Development Implications (Arbeitstitel)
Beiträge in Social Networks	Über Researchgate.de, Twitter sowie auf der Internetseite des Projektes	Bei der Erzielung passender (Teil-) Ergebnisse	Das Projekt wurde unter https://www.researchgate.net/project/ChainLog-Blockchain-in-SC-L-for-SME aufgesetzt.
Bereitstellung und Pflege der Anwendungsfall-Datenbank	Voraussichtlich als Teil der Internetpräsenz	Im Rahmen von AP2	42 Anwendungsbeispiele sind bereits unter https://ChainLog.de/datenbank abrufbar. Nicht alle existierenden Projekte aus der Praxis sind jedoch geeignet, da teilweise nicht genügend Informationen zu beschaffen sind.
Vier Sitzungen des Projektbegleitenden Ausschusses	Im Rahmen von Workshop-Sitzungen in den Forschungsstellen	Geplant jeweils zum Ende des Projektmonats 2, 9, 15 und 21	Der PA 1 fand am 17.06.2020 statt, PA 2 am 27.11.2020, PA 3 am 04.06.2021, PA 4 am 29.10.2021 – der Pandemielage geschuldet jeweils als digitale Veranstaltung.

Tabelle 7: Geplante spezifische Transfermaßnahmen nach Abschluss des Vorhabens

Maßnahme	Ort/Rahmen	Datum/Zeitraum	Fortschreibung
Pflege der Internetpräsenz des Projekts	Internetpräsenz unter eigenständiger Domain (z. B. ChainLog.info)	Bis 3 Jahre nach Projektende	Die Internetpräsenz ist unter https://ChainLog.de zu erreichen. Der Betrieb wurde im Rahmen einer Vereinbarung mit dem Domainprovider bis 27.02.2024 sichergestellt.

Maßnahme	Ort/Rahmen	Datum/Zeitraum	Fortschreibung
Pflege der Anwendungsfall-Datenbank	Voraussichtlich als Teil der Internetpräsenz	Bis 2 Jahre nach Projektende	Derzeit bis 2 Jahre nach Projektende geplant
Seminarangebot	TUHH und KLU, nach Vereinbarung	Bis 2 Jahre nach Projektende	Derzeit bis 2 Jahre nach Projektende geplant. Inhalte sind abhängig von den Ergebnissen des Projektes.
Integration in die Lehre	Vorlesungen und Seminare zu Logistik und SCM in den entsprechenden Programmen der TUHH und KLU	Bis 1 Jahr nach Projektende	Im Rahmen des Projektabschlusses geplant. Soll 2022 in die Neuplanung der Vorlesung <i>Organisation und Prozessmanagement</i> einfließen.
Verbreitung der Projektergebnisse in praxisnahen Veröffentlichungen	Beiträge in praxisnahen Zeitschriften (bspw. Industrie 4.0 Management, ZWF, BVL Magazin) und in Newslettern, bspw. der Logistik Initiative Hamburg	Bis 1 Jahr nach Projektende	Reimers, Sven, Hackius, Niels, Petersen, Moritz and Kersten, Wolfgang. „Blockchain für KMU“. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, vol. 116, no. 3, 2021, pp. 157–160. https://doi.org/10.1515/zwf-2021-0031
Veröffentlichung und Verbreitung des Schlussberichtes	Gemeinsam mit der Forschungsvereinigung BVL über Newsletter und die Bereitstellung auf der BVL-Homepage	Im Rahmen des Projektabschlusses	Wird im Anschluss an die Einreichung des Schlussberichtes bei der Forschungsvereinigung im Rahmen eines Blog-Beitrags veröffentlicht.

Durchführende Forschungsstellen

Das **Institut für Logistik und Unternehmensführung (LogU) an der Technischen Universität Hamburg (TUHH)** unter der Leitung von Professor Dr. Dr. h. c. Wolfgang Kersten fokussiert im Rahmen seiner Forschung besonders die Digitalisierung in Produktion, Logistik und Supply Chain Management sowie das Nachhaltigkeitsmanagement in Verbindung mit Innovationsmethoden. Aktuell betreut LogU mehrere Projekte zur Umsetzung von Digitalisierung in KMU. Darüber hinaus ist LogU Konsortialpartner des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Hamburg. In den Jahren 2017 und 2020 beschäftigte sich das LogU in einer groß angelegten Studie mit den Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management. Sowohl das Thema Data Analytics als auch Nachhaltigkeit standen dabei im Fokus der Betrachtung. In den vergangenen drei Jahren veröffentlichte das LogU zudem umfangreich durchgeführte wissenschaftliche Analysen zur Entwicklung von Nachhaltigkeitskennzahlen.

Das Institut ist u. a. in der Kommission Produktionswirtschaft des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft sowie in der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation vertreten und hat zahlreiche durch das BMWi geförderte Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung (AiF) sowie Projekte des BMVi erfolgreich realisiert.

Forschungsstelle	Technische Universität Hamburg Institut für Logistik und Unternehmensführung
Institutsleiter	Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Kersten
Projektleiter	Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Kersten
Anschrift	Am Schwarzenberg-Campus 4, 21073 Hamburg Tel.: +49 40 42878-3525, E-Mail: logu@tuhh.de

Das **Center for Sustainable Logistics and Supply Chains (CSLS) der Kühne Logistics University (KLU)** in Hamburg forscht und lehrt unter der Leitung von Professor Dr.-Ing. Moritz Petersen zum Thema nachhaltige Lieferketten. Zwei Arbeitsschwerpunkte sind organisatorische und technische Ansätze zur Dekarbonisierung der Logistik sowie die Anwendung neuer Technologien zur Verbesserung des Informationsflusses in Lieferketten – vor allem vor dem Hintergrund der Kreislaufwirtschaft. Prof. Petersen und sein Team verfügen über Projekterfahrungen in europäischen und nationalen Förderprogrammen wie Horizon2020 oder der Industriellen Gemeinschaftsforschung. Weiterhin beraten sie Unternehmen verschiedener Branchen und Größen zum Thema Dekarbonisierung. Darüber hinaus lehrt und forscht auch Professor Dr. Alan McKinnon – ein Pionier im Forschungsgebiet der nachhaltigen Logistik – am CSLS der KLU.

Forschungsstelle	Kühne Logistics University Center for Sustainable Logistics and Supply Chains (CSLS)
Leiter der FS	Prof. Dr. Thomas Strothotte
Projektleiter	Prof. Dr. Moritz Petersen
Anschrift	Großer Grasbrook 17, 20457 Hamburg Tel.: +49 40 328707-204, E-Mail: moritz.petersen@the-klu.org

Literaturverzeichnis

- Abelseth, Brian (2018): Blockchain Tracking and Cannabis Regulation: Developing a permissioned blockchain network to track Canada's cannabis supply chain. In: *DALHOUSIE JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY MANAGEMENT* 14.
- Abeyrante, S.; Monfared, R. (2016): Blockchain ready manufacturing Supply Chain using Distributed Ledger. In: *IJRET* 05 (09), S. 1–10. DOI: 10.15623/ijret.2016.0509001.
- Abou Maroun, E.; Daniel, J.; Zowghi, D.; Talaei-Khoei, A. (2019): Blockchain in Supply Chain Management: Australian Manufacturer Case Study. In: *Lecture Notes in Business Information Processing* 367, S. 93–107. DOI: 10.1007/978-3-030-32242-7_8.
- Ahmad, F.; Ahmad, Z.; Kerrache, C. A.; Kurugollu, F.; Adnane, A.; Barka, E. (2019): Blockchain in internet-of-things: Architecture, applications and research directions. In: *2019 International Conference on Computer and Information Sciences, ICCIS 2019*. DOI: 10.1109/ICCISci.2019.8716450.
- Anderson, Edward; Coltmann, T. I. M.; Devinny, Timothy.; Keating, Byrgon (2011): What drives the choice of a third-party logistics provider? In: *J Supply Chain Manag* 47 (2), S. 97–115. DOI: 10.1111/j.1745-493X.2011.03223.x.
- Appel, Bernd; Böhl, Gaby-Fleur; Greiner, Matthias; Lahrssen-Wiederholt, Monika; Hensel, Andreas (2011): EHEC Outbreak 2011. Investigation of the Outbreak Along the Food Chain. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bfr.bund.de/cm/350/ehec-outbreak-2011-investigation-of-the-outbreak-along-the-food-chain.pdf>.
- Arena, A.; Bianchini, A.; Perazzo, P.; Vallati, C.; Dini, G. (2019): BRUSCHETTA: An IoT blockchain-based framework for certifying extra virgin olive oil supply chain. In: *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Smart Computing, SMARTCOMP 2019*. DOI: 10.1109/SMARTCOMP.2019.00049.
- Astill, J.; Dara, R. A.; Campbell, M.; Farber, J. M.; Fraser, E. D. G.; Sharif, S.; Yada, R. Y. (2019): Transparency in food supply chains: A review of enabling technology solutions. In: *Trends in Food Science and Technology* 91, S. 240–247. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.07.024.
- Bencic, F. M.; Skocir, P.; Zarko, I. P. (2019): DL-Tags: DLT and Smart Tags for Decentralized, Privacy-Preserving, and Verifiable Supply Chain Management. In: *IEEE Access* 7, S. 46198–46209. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2909170.
- Boehm, Vanesco A. J.; Kim, Jong; Hong, James Won-Ki (2018): Holistic Tracking of Products on the Blockchain Using NFC and Verified Users. In: Brent ByungHoon Kang und Taesoo Kim (Hg.): Information security applications. 18th international conference, WISA 2017, Jeju Island, Korea, August 24–26, 2017: revised selected papers, Bd. 10763. WISA; World International Conference on Information Security and Application. Cham: Springer (Lecture Notes in Computer Science, 10763), S. 184–195. Online verfügbar unter https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85049424816&doi=10.1007%2f978-3-319-93563-8_16&partnerID=40&md5=23062437b093c81a06ed6f3bab0f69a3.
- Bowersox, Donald; David J. Closs; Bixby M. Cooper; John C. Bowersox (2014): Supply Chain Logistics Management. 5th ed. New York City: NY: McGraw-Hill.
- Bowersox, Donald J.; Closs, David J.; Cooper, M. Bixby (2010): Supply chain logistics management. 3rd international ed. New York: McGraw-Hill Higher Education.

- Caro, Miguel Pincheira; Ali, Muhammad Salek; Vecchio, Massimo; Giaffreda, Raffaele (2018): Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. In: 2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture – Tuscany (IOT Tuscany). 8–9 May 2018. IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture – Tuscany; Institute of Electrical and Electronics Engineers; IOT Tuscany. Piscataway, NJ: IEEE, S. 1–4. Online verfügbar unter <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85049345489&doi=10.1109%2fIOT-TUSCANY.2018.8373021&partnerID=40&md5=655ed03963f912ec351ea4e888d9bfc3>.
- Carter, Michelle; Carter, Chris (2020): The Creative Business Model Canvas. In: *SEJ* 16 (2), S. 141–158. DOI: 10.1108/SEJ-03-2019-0018.
- Cartier, Laurent E.; Ali, Saleem H.; Krzemnicki, Michael S. (2018): Blockchain, Chain of Custody and Trace Elements: An Overview of Tracking and Traceability Opportunities in the Gem Industry. In: *Journal of Gemmology* 36 (3), S. 212–227. DOI: 10.15506/JoG.2018.36.3.212.
- Casino, Fran; Dasaklis, Thomas K.; Patsakis, Constantinos (2019): A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. In: *Telematics and Informatics* 36, S. 55–81. DOI: 10.1016/j.tele.2018.11.006.
- Chen, T.; Wang, D. (2019): Combined application of blockchain technology in fractional calculus model of supply chain financial system. In: *Chaos, Solitons and Fractals*. DOI: 10.1016/j.chaos.2019.109461.
- Chiacchio, F.; D'Urso, D.; Compagno, L.; Chiarenza, M.; Velardita, L. (2019): Towards a Blockchain Based Traceability Process: A Case Study from Pharma Industry. In: *IFIP Advances in Information and Communication Technology* 566, S. 451–457. DOI: 10.1007/978-3-030-30000-5_56.
- Chopra, Sunil; Meindl, Peter (2016): Supply chain management. Strategy, planning, and operation. Sixth edition, global edition. Boston, Columbus, Indianapolis, New York, San Francisco, Amsterdam, Cape Town, Dubai, London, Madrid, Milan, Munich, Paris, Montréal, Toronto, Delhi, Mexico City, São Paulo, Sydney, Hong Kong, Seoul, Singapore, Taipei, Tokyo: Pearson (Always learning).
- Christopher, Martin (2011a): Logistics & supply chain management. 4. ed. Harlow: Financial Times Prentice Hall.
- Christopher, Martin (2011b): Logistics & supply chain management. 4. ed. Harlow: Financial Times Prentice Hall. Online verfügbar unter <http://lib.myilibrary.com/detail.asp?id=298351>.
- Corkery, Michael; Popper, Nathaniel (2018): From Farm to Blockchain: Walmart Tracks Its Lettuce. In: *The New York Times*. Online verfügbar unter <https://www.nytimes.com/2018/09/24/business/walmart-blockchain-lettuce.html>.
- Cui; Dixon; Guin; Dimase (2019): A Blockchain-Based Framework for Supply Chain Provenance. In: *IEEE Access* 7, S. 157113–157125. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2949951.
- Czachorowski, K.; Solesvik, M.; Kondratenko, Y. (2019): The application of blockchain technology in the maritime industry. In: *Studies in Systems, Decision and Control* 171, S. 561–577. DOI: 10.1007/978-3-030-00253-4_24.

Dujak, Davor; Sajter, Domagoj (2019): Blockchain Applications in Supply Chain. In: Arkadiusz Kawa und Anna Maryniak (Hg.): SMART Supply Network. Cham: Springer International Publishing (EcoProduction), S. 21–46.

Fawcett, Stanley E.; Magnan, Gregory M. (2002): The rhetoric and reality of supply chain integration. In: *IJPDLM* 32 (5), S. 339–361. DOI: 10.1108/09600030210436222.

Field, Andy P. (2009): Discovering statistics using SPSS. (and sex, drugs and rock 'n' roll). 3rd ed. Los Angeles: Sage Publications.

Figueroa, S.; Añorga, J.; Arrizabalaga, S. (2019): An attribute-based access control model in RFID systems based on blockchain decentralized applications for healthcare environments. In: *Computers* 8 (3). DOI: 10.3390/computers8030057.

Fink, Arlene (2014): Conducting research literature reviews. From the internet to paper. Fourth edition. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: SAGE.

Gao, Zhimin; Xu, Lei; Turner, Glenn; Patel, Brijesh; Diallo, Nour; Chen, Lin; Shi, Weidong (2018): Blockchain-based Identity Management with Mobile Device. In: CRYBLOCK '18. Proceedings of the 1st Workshop on Cryptocurrencies and Blockchains for Distributed Systems : June 15, 2018, Munich, Germany. International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. New York, New York: The Association for Computing Machinery, S. 66–70. Online verfügbar unter <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85051662243&doi=10.1145%2f3211933.3211945&partnerID=40&md5=250a173a829a50d850ef09ff8c7b8d0a>.

Gartner (2019): Gartner Says 5.8 Billion Enterprise and Automotive IoT Endpoints Will Be in Use in 2020. Online verfügbar unter <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-08-29-gartner-says-5-8-billion-enterprise-and-automotive-iot>.

Groenfeldt, Tom (2017): IBM And Maersk Apply Blockchain To Container Shipping. Hg. v. Forbes. Online verfügbar unter <https://www.forbes.com/sites/tomgroenfeldt/2017/03/05/ibm-and-maersk-apply-blockchain-to-container-shipping/>.

Hackius, Niels; Petersen, Moritz (2017): Blockchain in logistics and supply chain: trick or treat? DOI: 10.15480/882.1444.

Hald, Kim Sundtoft; Kinra, Aseem (2019): How the blockchain enables and constrains supply chain performance. In: *IJPDLM* 49 (4), S. 376–397. DOI: 10.1108/IJPDLM-02-2019-0063.

Hald, Kim Sundtoft; Russo, Lorenzo (2018): Blockchain Technology and Supply Chain Performance. In: The 30th NOFOMA Conference 2018. Syddansk Universitet. Institut for Entreprenørskab og Relationsledelse.

Hepp, Thomas; Wortner, Patrick; Schönhals, Alexander; Gipp, Bela (2018): Securing Physical Assets on the Blockchain. In: CRYBLOCK '18. Proceedings of the 1st Workshop on Cryptocurrencies and Blockchains for Distributed Systems : June 15, 2018, Munich, Germany. International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. New York, New York: The Association for Computing Machinery, S. 60–65. Online verfügbar unter <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85051628576&doi=10.1145%2f3211933.3211944&partnerID=40&md5=c1e1d150d74d519c87bd3940d6fbbba68>.

Hinckeldeyn, Johannes; Kreutzfeldt, Jochen (2018): (Short Paper) Developing a Smart Storage Container for a Blockchain-Based Supply Chain Application. In: 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT), S. 97–100.

Hua, Jing; Wang, Xiujuan; Kang, Mengzhen; Wang, Haoyu; Wang, Fei-Yue (2018): Blockchain Based Provenance for Agricultural Products: A Distributed Platform with Duplicated and Shared Bookkeeping. In: 2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), S. 97–101.

Hulea, Mihai; Rosu, Ovidiu; Miron, Radu; Astilean, Adina (2018): Pharmaceutical cold chain management: Platform based on a distributed ledger. In: Liviu Miclea, Ioan Stoian und Szilard Enyedi (Hg.): 2018 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR). THETA 21st edition : 24th–26th May, Cluj-Napoca, Romania : proceedings. [Piscataway, New Jersey]: IEEE, S. 531–533.

Iansiti, Marco; Lakhani; Karim R. (2017): The Truth About Blockchain. In: *Harvard Business Review* (95), S. 118–127.

Imeri; Khadraoui (2018a): The Security and Traceability of Shared Information in the Process of Transportation of Dangerous Goods. In: 2018 9th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS), S. 1–5.

Imeri, Adnan; Khadraoui, Djamel (2018b): The Security and Traceability of Shared Information in the Process of Transportation of Dangerous Goods. In: 2018 9th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS), S. 1–5.

Islam, Md Nazmul; Patii, Vinay C.; Kundu, Sandip (2018): On IC traceability via blockchain. In: 2018 International Symposium on VLSI Design, Automation and Test (VLSI-DAT). 16–19 April 2018. VLSI-DAT; International Symposium on VLSI Design, Automation and Test. Piscataway, NJ: IEEE, S. 1–4. Online verfügbar unter <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85049357841&doi=10.1109%2fVLSI-DAT.2018.8373269&partnerID=40&md5=20cc2a2c4a5a663862784d5328fe5e53>.

Jabbar, K.; Bjørn, P. (2018): Infrastructural grind: Introducing blockchain technology in the shipping domain. In: *Proceedings of the International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work*. DOI: 10.1145/3148330.3148345.

James, Alison Rosemary (2013): Lego Serious Play: a three-dimensional approach to learning development. In: *jdhe* (6). DOI: 10.47408/jdhe.v0i6.208.

Jayaraman, R.; Alhammedi, F.; Simsekler, M. C. E. (2019): Managing Product Recalls in Healthcare Supply Chain. In: *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2019-December*. DOI: 10.1109/IEEM.2018.8607403.

Kersten, Wolfgang; Seiter, Mischa; See, Birgit von; Hackius, Niels; Maurer, Timo (2017): Chancen der digitalen Transformation. Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management. Hamburg: DVV Media Group GmbH.

Koens, Tommy; Poll, Erik (2018): What Blockchain Alternative Do You Need? In: Joaquin Garcia-Alfaro, Jordi Herrera-Joancomartí, Giovanni Livraga und Ruben Rios (Hg.): Data Privacy Management, Cryptocurrencies and Blockchain Technology: ESORICS 2018 International Workshops, DPM 2018 and CBT 2018, Barcelona, Spain, September 6–7, 2018, Proceedings, Bd. 11025. 1st ed. 2018. Cham: Springer International Publishing : Imprint: Springer (Security and Cryptology), S. 113–129.

Kouhizadeh, Mahtab; Sarkis, Joseph (2018): Blockchain Practices, Potentials, and Perspectives in Greening Supply Chains. In: *Sustainability (Switzerland)* 10 (10), S. 3652. DOI: 10.3390/su10103652.

Krosnick, Jon A.; Fabrigar, Leandre R. (1997): Designing Rating Scales for Effective Measurement in Surveys. In: Lars Lyberg, Paul Biemer, Martin Collins, Edith de Leeuw, Cathryn Dippo, Norbert Schwarz und Dennis Trewin (Hg.): *Survey Measurement and Process Quality: Wiley (Wiley Series in Probability and Statistics)*, S. 141–164.

Kuhi, Kristijan; Kaare, Kati; Koppel, Ott (2018): Ensuring performance measurement integrity in logistics using blockchain. In: *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI 2018)*. 31 July–2 August 2018, Singapore. IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics; Institute of Electrical and Electronics Engineers; SOLI. Piscataway, NJ: IEEE, S. 256–261.

Lam, O. W. A.; Lei, Z. (2019): Textile and apparel supply chain with distributed ledger technology (DLT). In: *Proceedings – IEEE International Conference on Mobile Data Management 2019*-June. DOI: 10.1109/MDM.2019.000-4.

Lee, Jong-Hyouk; Pilkington, Marc (2017): How the Blockchain Revolution Will Reshape the Consumer Electronics Industry [Future Directions]. In: *IEEE Consumer Electron. Mag.* 6 (3), S. 19–23. DOI: 10.1109/MCE.2017.2684916.

Li, Jing; Wang, Xinyan (2018): Research on the Application of Blockchain in the Traceability System of Agricultural Products. In: *2018 2nd IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC)*, S. 2637–2640.

Lund, Eirik Harald; Jaccheri, Letizia; Li, Jingyue; Cico, Orges; Bai, Xiaoying (2019): Blockchain and Sustainability: A Systematic Mapping Study. In: *Proceedings – 2019 IEEE/ACM 2nd International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain, WETSEB 2019*, S. 16–23. DOI: 10.1109/WETSEB.2019.00009.

Mackey, Tim K.; Nayyar, Gaurvika (2017): A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines. In: *Expert Opinion on Drug Safety* 16 (5), S. 587–602. DOI: 10.1080/14740338.2017.1313227.

Malyavkina, I. L.; Savina, A. G.; Parshutina, I. G. (2019): Blockchain technology as the basis for digital transformation of the supply chain management system: benefits and implementation challenges. In: A. Nazarov (Hg.): *PROCEEDINGS OF THE 1ST INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE MODERN MANAGEMENT TRENDS AND THE DIGITAL ECONOMY: FROM REGIONAL DEVELOPMENT TO GLOBAL ECONOMIC GROWTH (MTDE 2019)*, Bd. 81. 29 AVENUE LAVMIERE, PARIS, 75019, FRANCE: ATLANTIS PRESS (AEBMR-Advances in Economics Business and Management Research), S. 10–15.

Mandolla, C.; Petruzzelli, A. M.; Percoco, G.; Urbinati, A. (2019): Building a digital twin for additive manufacturing through the exploitation of blockchain: A case analysis of the aircraft industry. In: *Computers in Industry* 109, S. 134–152. DOI: 10.1016/j.compind.2019.04.011.

Meng, Mark H.; Qian, Yaou (2018): A Blockchain Aided Metric for Predictive Delivery Performance in Supply Chain Management. In: *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI 2018)*. 31 July–2

August 2018, Singapore. IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics; Institute of Electrical and Electronics Engineers; SOLI. Piscataway, NJ: IEEE, S. 285–290.

Mezquita, Y.; González-Briones, A.; Casado-Vara, R.; Chamoso, P.; Prieto, J.; Corchado, J. M. (2020): Blockchain-based architecture: A MAS proposal for efficient agri-food supply chains. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing* 1006, S. 89–96. DOI: 10.1007/978-3-030-24097-4_11.

Min, H. (2019): Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. In: *Business Horizons* 62 (1), S. 35–45. DOI: 10.1016/j.bushor.2018.08.012.

Mistry, I.; Tanwar, S.; Tyagi, S.; Kumar, N. (2020): Blockchain for 5G-enabled IoT for industrial automation: A systematic review, solutions, and challenges. In: *Mechanical Systems and Signal Processing* 135. DOI: 10.1016/j.ymssp.2019.106382.

Molina, J. C.; Delgado, D. T.; Tarazona, G. (2019): Using blockchain for traceability in the drug supply chain. In: *Communications in Computer and Information Science* 1027, S. 536–548. DOI: 10.1007/978-3-030-21451-7_46.

Montecchi, Matteo; Plangger, Kirk; West, Douglas C. (2021): Supply chain transparency: A bibliometric review and research agenda. In: *International Journal of Production Economics* 238, S. 108152. DOI: 10.1016/j.ijpe.2021.108152.

Nærland, K.; Beck, R.; Müller-Bloch, C.; Palmund, S. (2018): Blockchain to Rule the Waves – Nascent Design Principles for Reducing Risk and Uncertainty in Decentralized Environments. In: *ICIS 2017: Transforming Society with Digital Innovation*. Online verfügbar unter <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85041720269&partnerID=40&md5=6b442cb5cbb6d920be916fb91b763edb>.

Pedersen, Asger B.; Risius, Marten; Beck, Roman (2019): A Ten-Step Decision Path to Determine When to Use Blockchain Technologies. In: *MISQE*, S. 99–115. DOI: 10.17705/2msqe.00010.

Petersen, Moritz; Hackius, Niels; See, Birgit von (2018): Mapping the sea of opportunities: Blockchain in supply chain and logistics. In: *it – Information Technology* 0 (0), S. 118. DOI: 10.1515/itit-2017-0031.

Pilkington, Marc (2016): Blockchain technology: principles and applications. In: F. Olleros und Majlinda Zhegu (Hg.): *Research Handbook on Digital Transformations*: Edward Elgar Publishing, S. 225–253.

Queiroz, M. M.; Fosso Wamba, S. (2019): Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. In: *International Journal of Information Management* 46, S. 70–82. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.021.

Queiroz, Maciel M.; Telles, Renato; Bonilla, Silvia H. (2019): Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. In: *SCM* 25 (2), S. 241–254. DOI: 10.1108/SCM-03-2018-0143.

R. Raj; N. Rai; S. Agarwal (2019): Anticounterfeiting in Pharmaceutical Supply Chain by establishing Proof of Ownership. In: *TENCON 2019 – 2019 IEEE Region 10 Conference (TENCON)*, S. 1572–1577.

- Razzouk, Rim; Shute, Valerie (2012): What Is Design Thinking and Why Is It Important? In: *Review of Educational Research* 82 (3), S. 330–348. DOI: 10.3102/0034654312457429.
- Rejeb, A.; Keogh, J. G.; Treiblmaier, H. (2019): Leveraging the Internet of Things and blockchain technology in Supply Chain Management. In: *Future Internet* 11 (7). DOI: 10.3390/fi11070161.
- Rohleder, Bernhard (2021): Blockchain. Wo steht die deutsche Wirtschaft? Hg. v. bitkom. Online verfügbar unter https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-07/bitkom-charts-blockchain-07-07-2021_final.pdf.
- Rowe, Peter G. (1994): Design thinking. 5th print. Cambridge, Mass., London: MIT Press.
- Roy, Sekhar Kumar; Ganguli, Runa; Goswami, Saptarsi (2020): Transformation of Supply Chain Provenance Using Blockchain—A Short Review. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing* 937, S. 583–593. DOI: 10.1007/978-981-13-7403-6_51.
- Rubio, María Alejandra; Tarazona, Giovanni Mauricio; Contreras, Leonardo (2018): Big Data and Blockchain Basis for Operating a New Archetype of Supply Chain. In: Ying Tan, Yuhui Shi und Qirong Tang (Hg.): Data mining and big data. Third International Conference, DMBD 2018, Shanghai, China, June 17–22, 2018: proceedings, Bd. 10943. DMBD; International Conference on Data Mining and Big Data. Cham: Springer (Lecture Notes in Computer Science, 10387), S. 659–669. Online verfügbar unter https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85049005798&doi=10.1007%2f978-3-319-93803-5_62&partnerID=40&md5=b957c58df73687a993f99e4144ecaa7f.
- Saberi, S.; Kouhizadeh, M.; Sarkis, J. (2019a): Blockchains and the Supply Chain: Findings from a Broad Study of Practitioners. In: *IEEE Eng. Manag. Rev.* 47 (3), S. 95–103. DOI: 10.1109/EMR.2019.2928264.
- Saberi, Sara; Kouhizadeh, Mahtab; Sarkis, Joseph; Shen, Lejia (2019b): Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. In: *International Journal of Production Research* 57 (7), S. 2117–2135. DOI: 10.1080/00207543.2018.1533261.
- Sander, Fabian; Semeijn, Janjaap; Mahr, Dominik (2018): The acceptance of blockchain technology in meat traceability and transparency. In: *British Food Journal* 120 (9), S. 2066–2079. DOI: 10.1108/BFJ-07-2017-0365.
- Sort, Jesper C.; Nielsen, Christian (2018): Using the business model canvas to improve investment processes. In: *JRME* 20 (1), S. 10–33. DOI: 10.1108/JRME-11-2016-0048.
- Swan, Melanie (2018): Blockchain for Business: Next-Generation Enterprise Artificial Intelligence Systems. In: *Advances in Computers*, Bd. 111: Elsevier, S. 121–162. Online verfügbar unter <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065245818300287>, zuletzt geprüft am 18.03.2021.
- Sylim, Patrick; Liu, Fang; Marcelo, Alvin; Fontelo, Paul (2018): Blockchain Technology for Detecting Falsified and Substandard Drugs in Distribution: Pharmaceutical Supply Chain Intervention. In: *JMIR RESEARCH PROTOCOLS* 7 (9). DOI: 10.2196/10163.
- Tan, Bowen; Yan, Jiaqi; Chen, Si; Liu, Xingchen (2018): The Impact of Blockchain on Food Supply Chain: The Case of Walmart. In: *Lecture Notes in Computer Science (including*

subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 11373, S. 167–177. DOI: 10.1007/978-3-030-05764-0_18.

Tapscott, Don; Tapscott, Alex (2018): *Blockchain revolution. How the technology behind Bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world*. First Portfolio/Penguin trade paperback edition. New York, NY: Portfolio/Penguin.

Thiruchelvam, V.; Mughisha, A. S.; Shahpasand, M.; Bamiah, M. (2018): Blockchain-based technology in the coffee supply chain trade: Case of Burundi coffee. In: *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering* 10 (3-2), S. 121–125. Online verfügbar unter <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85054469890&partnerID=40&md5=a8512530d914fcc5bf2e0ad222167794>.

Tian, Feng (2017): A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. In: J. Tang, J. Chen und X. Cai (Hg.): 2017 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICES SYSTEMS AND SERVICES MANAGEMENT (ICSSSM). Tsinghua Univ Chinese Univ Hong Kong IEEE Syst Man & Cybernet Soc. 345 E 47TH ST, NEW YORK, NY 10017 USA: IEEE (International Conference on Service Systems and Service Management). Online verfügbar unter <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85028598822&doi=10.1109%2fICSSSM.2017.7996119&partnerID=40&md5=a329ab484ce9648fc75735422a8c6516>.

Tranfield, David; Denyer, David; Smart, Palminder (2003): Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. In: *Br J Management* 14 (3), S. 207–222. DOI: 10.1111/1467-8551.00375.

Trienekens, J. H.; Wognum, P. M.; Beulens, A. J. M.; van der Vorst, J. G. A. J. (2012): Transparency in complex dynamic food supply chains. In: *Advanced Engineering Informatics* 26 (1), S. 55–65. DOI: 10.1016/j.aei.2011.07.007.

Venkatesh, V. G.; Kang, K.; Wang, B.; Zhong, R. Y.; Zhang, A. (2020): System architecture for blockchain based transparency of supply chain social sustainability. In: *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 63. DOI: 10.1016/j.rcim.2019.101896.

Vilkov, A.; Tian, G. (2019): Blockchain as a Solution to the Problem of Illegal Timber Trade between Russia and China: SWOT Analysis. In: *International Forestry Review* 21 (3), S. 385–400. DOI: 10.1505/146554819827293231.

WEF (2019): *Inclusive Deployment of Blockchain for Supply Chains: Part 1 – Introduction*. San Francisco: World Economic Forum.

Westerkamp, M.; Victor, F.; Küpper, A. (2019): Tracing manufacturing processes using blockchain-based token compositions. In: *Digital Communications and Networks*. DOI: 10.1016/j.dcan.2019.01.007.

WHO (2015): *WHO estimates of the global burden of foodborne diseases*. Geneva. Online verfügbar unter http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne_disease/fergreport/en/.

Wong, Lai-Wan; Leong, Lai-Ying; Hew, Jun-Jie; Tan, Garry Wei-Han; Ooi, Keng-Boon (2020): Time to seize the digital evolution: Adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs. In: *International Journal of Information Management* 52, S. 101997. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.005.

Wust, Karl; Gervais, Arthur (2018): Do you Need a Blockchain? In: 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT). Zug: IEEE, S. 45–54. Online verfügbar unter <https://ieeexplore.ieee.org/document/8525392/>, zuletzt geprüft am 18.03.2021.

Yong, B.; Shen, J.; Liu, X.; Li, F.; Chen, H.; Zhou, Q. (2019): An intelligent blockchain-based system for safe vaccine supply and supervision. In: *International Journal of Information Management*. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.10.009.

Zhang, A.; Zhong, R. Y.; Farooque, M.; Kang, K.; Venkatesh, V. G. (2020): Blockchain-based life cycle assessment: An implementation framework and system architecture. In: *Resources, Conservation and Recycling* 152. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104512.

Zhang, H.; Nakamura, T.; Sakurai, K. (2019): Security and trust issues on digital supply chain. In: *Proceedings – IEEE 17th International Conference on Dependable, Autonomic and Secure Computing, IEEE 17th International Conference on Pervasive Intelligence and Computing, IEEE 5th International Conference on Cloud and Big Data Computing, 4th Cyber Science and Technology Congress, DASC-PiCom-CBDCOM-CyberSciTech 2019*. DOI: 10.1109/DASC/PiCom/CBDCOM/CyberSciTech.2019.00069.