

Master-Thesis

Bedeutung der Blockchain-Technologie für das globale Supply Chain Management

**Identifikation von Implementierungsbarrieren und
Entwicklung praxisorientierter Adoptionsstrategien**

Christoph Schramm

M.Sc. Business Management

Vertiefung Digital Innovation & Business Transformation

Jahrgang 2021-III

1. Betreuer: Herr M.A. Johann Wachs

2. Betreuer: Herr M.Sc. Toni Heinze

Bearbeitungszeitraum von: 29.05.2024

bis: 27.06.2024



Selbständigkeitserklärung

Ich habe die vorliegende Master-Thesis selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß fremden Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Berlin, den 27.06.2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Schramm', with a long, sweeping horizontal stroke extending to the right.

Christoph Schramm

Zusammenfassung

Diese Masterarbeit untersucht die Anwendung der Blockchain-Technologie im globalen Supply Chain Management. Trotz eines hohen Potenzials zur Transformation von Lieferketten ist der Verbreitungsgrad der Technologie im Unternehmensumfeld bisher gering.

Mit der übergeordneten Forschungsfrage „*Wie könnte die weitreichende Adoption von Blockchain-Technologie für das globale Supply Chain Management erreicht werden?*“ zielt die Arbeit darauf ab, Potenzialbereiche, Barrieren und Herausforderungen sowie Strategien zur Erhöhung des Verbreitungsgrades ausführlich zu analysieren.

Empirische Forschung durch leitfadengestützte Experteninterviews dient als Grundlage für die Wissensgenerierung. Im Zuge einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring wurden sechzehn Experteninterviews mit relevanten Branchenvertretern analysiert und ausgewertet.

Der explorative Forschungsprozess führte zur Identifikation von neun Potenzialbereichen und sieben Kategorien für Barrieren und Herausforderungen. Zusätzlich wurde ein kohärenter Maßnahmenkatalog entwickelt, der praxisorientierte Strategien zur Förderung der Technologieadoption umfasst.

Die Masterarbeit kommt zu dem Ergebnis, dass Blockchain aufgrund eines komplexen Zusammenspiels verschiedener Faktoren bisher keine weitreichende Anwendung fand. Für die Zukunft besteht jedoch erhebliches Potenzial in den Bereichen der Nachhaltigkeit, der digitalen Transformation sowie der Erfüllung von Regulierungsvorgaben.

Durch die Einbeziehung verschiedener Branchen- und Unternehmensperspektiven sowie einer hohen Praxisnähe leisten die Ergebnisse einen relevanten Beitrag zum Verständnis der Blockchain-Technologie im Supply Chain Management und können Organisationen bei der Abwägung technologischer Entscheidungen unterstützen.

Abstract

This master's thesis analyzes the application of Blockchain technology in global Supply Chain Management. Despite its high potential for the transformation of supply chains, the enterprise adoption rate has remained low.

With the research question *"How could the widespread adoption of Blockchain technology for the global Supply Chain Management be achieved?"*, the aim is to thoroughly analyze the technological potential, barriers and challenges, as well as strategies to increase the adoption rate.

Empirical research through guided expert interviews serves as the foundation for knowledge generation. Following Mayring's framework for qualitative content analysis, sixteen expert interviews with relevant industry representatives were analyzed and evaluated.

The exploratory research process led to the identification of nine areas of potential and seven categories of barriers and challenges. Additionally, a coherent list of strategies was developed, encompassing practical strategies to promote future Blockchain adoption.

The thesis concludes that, although Blockchain has not yet seen widespread application due to a complex interplay of factors, it holds significant future potential in the areas of sustainability, digital transformation, and regulatory compliance.

By incorporating perspectives from various industries and maintaining a high degree of practical relevance, the findings of this research contribute significantly to understanding the role of Blockchain technology for Supply Chain Management and can support organizations in making informed technological decisions.

Vorwort

Die vorliegende Masterthesis ist für mich von besonderer Bedeutung, da sie ein Bindeglied zwischen meinem beruflichen Hintergrund im Supply Chain Management und meiner Faszination für digitale Technologien darstellt. Seitdem ich im Jahr 2017 zum ersten Mal auf Blockchain gestoßen bin, hat sich mein Interesse für die revolutionäre Technologie stetig vertieft. Diese fortwährende Begeisterung hat mich schließlich dazu motiviert, ihr Potenzial wissenschaftlich zu untersuchen.

Mein besonderer Dank gilt all jenen Menschen, ohne deren Unterstützung diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre.

Zuerst möchte ich mich aufrichtig bei den achtzehn Experten bedanken, die mir im Rahmen meiner Befragung wertvolle Einblicke in ihre Branchen, Erfahrungen und persönlichen Perspektiven gewährt haben. Ihre Expertise hat entscheidend zur Qualität dieser Untersuchung beigetragen. Es hat sich gezeigt, dass der Open Source Gedanke der Blockchain-Community, der einen Großteil ihres Erfolgs ausmacht, von den Experten gelebt wird und diese ihr Wissen trotz voller Terminkalender gern mit mir geteilt haben.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinem Erstgutachter, Herrn Johann Wachs, für seine kontinuierliche Unterstützung während unserer zahlreichen Telefonate bedanken. Seine kritischen Anmerkungen und Impulse haben mich stetig motiviert und einen maßgeblichen Einfluss auf diese Arbeit gehabt.

Ein letzter und ganz besonderer Dank geht an meine Partnerin Mirjam, die mich während dieses gesamten Projekts unermüdlich unterstützt hat. Ihre Geduld, ihr Verständnis und ihre ständige Ermutigung haben mir die Kraft gegeben, auch in den herausforderndsten Phasen an mich zu glauben und letztendlich eine Masterthesis einzureichen, auf die ich stolz bin.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
Gender-Hinweis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Ausgangssituation	1
1.2 Forschungsziel und Forschungsfragen	4
1.3 Methodisches Vorgehen und Aufbau der Arbeit	5
2 Theoretische Grundlagen des Supply Chain Managements.....	6
2.1 Definition und Abgrenzung.....	6
2.2 Ziele des Supply Chain Managements.....	8
2.3 Globalisierung als Einflussfaktor für das Supply Chain Management.....	11
2.4 Risiken und Herausforderungen des Supply Chain Managements.....	12
2.4.1 Klassische Betrachtung	13
2.4.2 Moderne Betrachtung	14
2.5 Digitale Transformation im Supply Chain Management.....	16
2.5.1 Entstehung des Digital Supply Chain Managements.....	16
2.5.2 Enabling-Technologien des Digital Supply Chain Managements ...	18
3 Theoretischer Hintergrund zu Distributed Ledger Technology und Blockchain.....	21
3.1 Grundlegende Prinzipien aus der Informatik	21
3.2 Kryptografische Grundlagen	23
3.2.1 Hashfunktionen.....	23
3.2.2 Merkle-Bäume	25
3.2.3 Asymmetrische Verschlüsselung und Digitale Signaturen.....	26
3.3 Abgrenzung von Distributed Ledger Technology, Blockchain und Kryptowährungen.....	28
3.3.1 Distributed Ledger Technology	28
3.3.2 Blockchain	30
3.3.3 Kryptowährungen und Bitcoin	32
3.3.4 Abgrenzung	33
3.4 Konsensmechanismen und Anreizstrukturen	34
3.5 Systematisierung von Blockchain-Systemen.....	37
3.6 Technologische Innovationen der Blockchain-Technologie	40
3.7 Wesentliche Merkmale von Blockchain-Technologie.....	43

4 Theoretischer Hintergrund zur Anwendung von Blockchain-Technologie in der Industrie und dem Supply Chain Management	45
4.1 Blockchain als eine Schlüsseltechnologie der Vierten Industriellen Revolution.....	45
4.2 Derzeitiger Adoptionsgrad	47
4.3 Enterprise-Blockchain	49
4.3.1 Plattformen	49
4.3.2 Technologieanbieter	51
4.3.3 Beratungsunternehmen	52
5 Methodisches Vorgehen.....	55
5.1 Aufbau und Begründung des Forschungsdesigns	55
5.2 Vorgehen zur Kenntnisgeneration.....	56
5.2.1 Verfahren der Expertenauswahl.....	56
5.2.2 Verfahren der Datenerhebung	58
5.2.3 Methodik der Datenanalyse und Datenauswertung	59
5.3 Aufbereitung der Forschungsergebnisse.....	61
6 Untersuchungsergebnisse und Transfer.....	62
6.1 Potenziale von Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management.....	62
6.2 Barrieren und Herausforderungen der Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management.....	68
6.3 Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management.....	76
6.3.1 Technologische Maßnahmen.....	76
6.3.2 Externe Maßnahmen	79
6.3.3 Maßnahmen zur Imageverbesserung	81
6.3.4 Maßnahmen für Datenmanagement und Datenverifizierung	82
6.3.5 Maßnahmen zur Definition und Priorisierung von Anwendungsfällen.....	84
6.3.6 Governance-Strategien.....	86
7 Diskussion und Fazit	87
7.1 Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfragen	87
7.2 Kritische Würdigung und Limitationen	91
7.3 Ausblick	92
Quellenverzeichnis	95
Anhang	112

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verlauf der Blockchain-Technologie entlang des Gartner Hype Cycles	2
Abbildung 2: Modell einer Wertkette nach Porter	6
Abbildung 3: Ziele des Supply Chain Managements	9
Abbildung 4: Risikobereiche des Supply Chain Managements	14
Abbildung 5: Zentrale und dezentrale Netzwerke.....	22
Abbildung 6: Eigenschaften von Hashfunktionen	24
Abbildung 7: Hashing-Vorgang in Blockchains.....	24
Abbildung 8: Aufbau eines Merkle-Baumes	25
Abbildung 9: Asymmetrische Verschlüsselung.....	27
Abbildung 10: Asymmetrische Verschlüsselung mit digitaler Signatur.....	27
Abbildung 11: Vergleich von zentralisierten und verteilten Datenbanken	30
Abbildung 12: Qualitativer Vergleich gängiger Konsensmechanismen.....	36
Abbildung 13: Ausprägungsarten von Blockchain-Systemen	37
Abbildung 14: Qualitativer Vergleich von zentralen und dezentralen Systemen ..	39
Abbildung 15: Funktionsweise einer Blockchain	44
Abbildung 16: Übersicht über die Anzahl der Interviewanfragen und -zusagen ..	58
Abbildung 17: Codesystem aus MAXQDA	60
Abbildung 18: Potenzialbereiche von Blockchain für das Supply Chain Management.....	62
Abbildung 19: Barrieren und Herausforderungen der Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management.....	69
Abbildung 20: Maßnahmen zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management.....	76

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
API	Application Programming Interface
BaaS	Blockchain-as-a-Service
BC	Blockchain
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
CRM	Customer Relationship Management
CSDDD	Corporate Sustainability Due Diligence Directive
DAO	Decentralized Autonomous Organization
DID	Decentralized Identifier
DLT	Distributed Ledger Technology
DPP	Digitaler Produktpass
DSC	Digital Supply Chain
DSCM	Digital Supply Chain Management
DSCT	Digital Supply Chain Twin
DT	Digital Twin
ECP	Ethereum Climate Platform
EF	Ethereum Foundation
EEA	Enterprise Ethereum Alliance
eIDAS	Verordnung über elektronische Identifizierung und Vertrauensdienste für elektronische Transaktionen
eIDs	Elektronische Identitäten
EOLM	End-of-Life Management
Eth	Ether
GLEIF	Global Legal Entity Identifier Foundation
GPS	Global Positioning System
IoT	Internet of Things
JIT	Just in Time
KI	Künstliche Intelligenz

OCR	Optical Character Recognition
RFID	Radio Frequency Identification
RSPO	Roundtable on Sustainable Palm Oil
SCM	Supply Chain Management
SHA	Secure Hash Algorithm
SRM	Supplier Relationship Management
SSI	Self-Sovereign Identity
TÜV	Technischer Überwachungsverein
W3C	World Wide Web Consortium
WEF	World Economic Forum
WWF	World Wide Fund for Nature
vLEI	Verifiable Legal Entity Identifier

Gender-Hinweis

Im Folgenden wird zur besseren Lesbarkeit nur die männliche Form verwendet. Es können jedoch sowohl männliche und weibliche Personen als auch Personen eines anderen Geschlechts gemeint sein.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Ausgangssituation

Mit der Erfindung der *Blockchain-Technologie* wurde eine der bedeutsamsten und meistdiskutierten digitalen Innovationen der letzten Jahre hervorgebracht.¹ Sie ist eine Fundamentaltechnologie des vierten Industriezeitalters und damit ebenso bedeutsam wie das Internet für die vorherige, dritte industrielle Revolution war.²

Blockchain erlaubt es Menschen und Organisationen, die sich nicht kennen oder vertrauen, eine kollektive Einigung zu finden und Informationen dauerhaft und unveränderbar, ohne eine übergeordnete Autorität aufzuzeichnen. Durch die Schaffung von dezentralem Vertrauen hat Blockchain das Potenzial, die Art und Weise zu revolutionieren, wie Informationen ausgetauscht und Transaktionen durchgeführt werden.³ Im Kern ist sie eine neue, dezentralisierte und globale Recheninfrastruktur, die viele bestehende Prozesse in Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft nachhaltig verändern kann.⁴

Getrieben durch eine rapide Wertsteigerung von Kryptowährungen wie Bitcoin und die daraus resultierende mediale Aufmerksamkeit, weckte die Blockchain-Technologie im Jahr 2017 weltweit öffentliches und wirtschaftliches Interesse.⁵

Das amerikanische Marktforschungsunternehmen *Gartner* veröffentlicht mit dem *Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies* eine jährliche Analyse der einflussreichsten Innovativtechnologien. In den Jahren 2016 und 2017 befand sich Blockchain laut Gartner auf dem Höhepunkt dieses Hypes, welcher üblicherweise mit überzogenen Prognosen und Erwartungen einhergeht. In den darauffolgenden Jahren konnten die Technologie diesen hohen Erwartungen nicht gerecht werden,

¹ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019). Online: <https://www.bmwk.de> (Stand 17.06.2024).

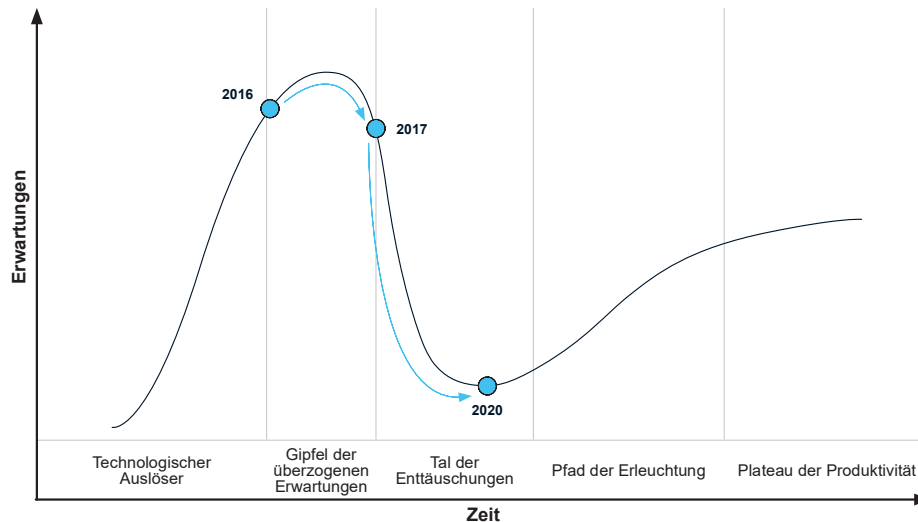
² Vgl. Herweijer et al. (2018), S. 4.

³ Vgl. Europäische Kommission (2022). Online: <https://digital-strategy.ec.europa.eu> (Stand 17.06.2024).

⁴ Vgl. Herweijer et al. (2018), S. 4.

⁵ Vgl. ZEIT ONLINE (2017). Online: <https://www.zeit.de> (Stand 18.06.2024).

weshalb ein rapider Abfall des Hypes und eine Ernüchterung über die tatsächlichen Anwendungsfelder folgten (Vgl. Abbildung 1).^{6,7,8} Nach dem initialen Enthusiasmus fand nun eine realistischere Evaluierung der technologischen Möglichkeiten und Grenzen statt.⁹



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Gartner Inc. (2022)

Abbildung 1: Verlauf der Blockchain-Technologie entlang des Gartner Hype Cycles

Eine Untersuchung des britischen Beratungsunternehmens *PwC* kam zu dem Ergebnis, dass die Technologie bis 2030 zu einem Bruttowelteinkommenszuwachs von nahezu zwei Billionen US-Dollar führen könnte.¹⁰ Derartige Prognosen haben dazu geführt, dass einflussreiche Institutionen wie das *World Economic Forum*, die *Europäische Union*, die *deutsche Bundesregierung* sowie zahlreiche multinationale Großkonzerne begonnen haben, ihr tatsächliches Potenzial in verschiedenen Wirtschaftsbereichen zu erforschen.^{11,12,13}

Neben dem Finanz- und Gesundheitssektor wurde das Supply Chain Management bereits früh als einer der relevantesten Anwendungsbereiche identifiziert.¹⁴ Supply Chains haben sich im Zuge der Globalisierung und der digitalen Transformation

⁶ Vgl. Forbes Magazine (2016). Online: <https://www.forbes.com> (Stand 18.06.2024).

⁷ Vgl. Gartner Inc. (2017). Online: <https://www.gartner.com> (Stand 18.06.2024).

⁸ Vgl. Gartner Inc. (2019). Online: <https://www.gartner.com> (Stand 18.06.2024).

⁹ Vgl. Gartner Inc. (2022). Online: <https://www.gartner.com> (Stand 18.06.2024).

¹⁰ Vgl. PwC (2020). Online: <https://www.pwc.com.cy> (Stand 18.06.2024).

¹¹ Vgl. World Economic Forum (2024). Online: <https://intelligence.weforum.org> (Stand 18.06.2024).

¹² Vgl. European Blockchain Association e.V. (2024). Online: <https://europeanblockchainassociation.org> (Stand 18.06.2024).

¹³ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019). Online: <https://www.bmwk.de> (Stand 17.06.2024).

¹⁴ Vgl. Grand View Research (2023). Online: <https://www.grandviewresearch.com> (Stand 18.06.2024).

von eindimensionalen Lieferketten zu komplexen Ökosystemen mit multiplen Beteiligten und Datenquellen entwickelt.¹⁵ Diese strukturell komplexen Netzwerke, sowie die verschiedenen Material-, Informations- und Finanzströme lassen sich durch die Blockchain-Technologie erheblich effizienter gestalten.¹⁶

Als vielversprechende Anwendungen der Technologie im Supply Chain Kontext gelten die Produktrückverfolgung mithilfe von *Track & Trace*, die Automatisierung von Prozessen sowie der Datenaustausch zwischen Lieferkettenteilnehmern. Die Blockchain dient in all diesen Fällen als geteilte Datenbank, deren Inhalt die *Single Source of Truth* darstellt, was bedeutet, dass alle Beteiligten auf eine einheitliche und unveränderliche Datenquelle zugreifen können.¹⁷

Im Jahr 2022 betrug der globale Markt für Blockchain-Anwendungen im Supply Chain Sektor rund 1,5 Milliarden US-Dollar und könnte Prognosen zufolge bis ins Jahr 2032 auf 75 Mrd. US-Dollar anwachsen.¹⁸

Trotz des offensichtlich erkennbaren Potenzials und der positiven Wachstumsaussichten lassen aktuelle Untersuchungen darauf schließen, dass eine flächendeckende Verbreitung und Umsetzung in der realen Wirtschaft bisher ausblieben.^{19,20}

Im Zuge früherer Forschung untersuchte der Autor dieser Masterthesis Blockchain-Pilotprojekte zur Optimierung von Lieferketten in der chemischen Industrie. Die Untersuchung kam zu dem Ergebnis, dass die Technologie zwar erhebliches Potenzial für das Supply Chain Management aufweist, die Projekte jedoch häufig kein ertragreiches Geschäftsmodell und keinen wirtschaftlichen Mehrwert generieren konnten.²¹

In den vergangenen Jahren wurde eine große Menge allgemeingültiger Literatur zur Erforschung von praktischen Anwendungsfeldern der Blockchain-Technologie in der Wirtschaft veröffentlicht. Es existieren jedoch nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen, welche die Diskrepanz zwischen Potenzial und Adoptionsgrad spezifisch für das Supply Chain Management analysieren und dabei technische,

¹⁵ Vgl. Baumann/ Supe (2018), S. 4.

¹⁶ Vgl. Roland Berger (2021). Online: <https://www.rolandberger.com> (Stand 18.06.2024).

¹⁷ Vgl. ebenda.

¹⁸ Vgl. The Brainy Insights (2023). Online: <https://www.thebrainyinsights.com> (Stand 18.06.2024).

¹⁹ Vgl. BITKOM (2023). Online: <https://www.bitkom.org> (Stand 21.06.2024).

²⁰ Vgl. Hanseatic Blockchain Institute (2024). Online: <https://www.w3now.de> (Stand 03.06.2024).

²¹ Vgl. Schramm (2024).

wirtschaftliche, gesellschaftliche und ideologische Implikationen berücksichtigen. Somit ergibt sich eine wichtige Forschungslücke und der Bedarf einer umfassenden wissenschaftlichen Analyse.

1.2 Forschungsziel und Forschungsfragen

Die vorliegende Masterarbeit soll einen Beitrag zur Schließung der identifizierten Forschungslücke leisten und zielt darauf ab, die Potenzialbereiche, Barrieren und Herausforderungen sowie die Strategien zur Erhöhung des Verbreitungsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management zu analysieren und darzustellen. Durch die Berücksichtigung des aktuellen technologischen Stands und die Entwicklung praxisnaher Empfehlungen für Unternehmen soll ein differenziertes Bild der Möglichkeiten und Grenzen der Technologie gezeichnet werden.

Das primäre Forschungsziel besteht darin, die Mechanismen und Bedingungen zu erörtern, welche eine weitreichende Etablierung ermöglichen. Damit wird die Antwort auf die leitende Forschungsfrage angestrebt: *„Wie könnte die weitreichende Adoption von Blockchain-Technologie für das globale Supply Chain Management erreicht werden?“*

Um eine vollumfängliche Untersuchung zu gewährleisten, wurden drei Hilfsfragen formuliert, die den Forschungsprozess als strukturierter Leitfaden begleiten. Diese untergeordneten Fragestellungen helfen dabei, die einzelnen Aspekte der Forschungsthematik zielgerichtet zu beleuchten und einen kohärenten Analyserahmen zu schaffen:

1. Welches Potenzial bietet die Blockchain-Technologie zur Erreichung unternehmerischer Ziele im Supply Chain Management?
2. Welche Herausforderungen und Barrieren hindern die Adoption im Unternehmensumfeld?
3. Welche Maßnahmen können Unternehmen ergreifen, um die Adoption von Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management zu fördern?

Durch die Festlegung des genannten Forschungsziels strebt diese Masterarbeit an, ein fundiertes Verständnis der dynamischen Wechselwirkungen zwischen Technologiepotentialen, Hindernissen und Strategien für die Blockchain-Implementierung im SCM-Kontext zu entwickeln. Somit sollen praktikable Lösungsansätze für die Industrie aufgezeigt werden.

1.3 Methodisches Vorgehen und Aufbau der Arbeit

Um die Problemstellung möglichst umfassend zu analysieren, wird eine Kombination aus primären und sekundären Forschungsmethoden angewendet.

Durch eine umfassende Literaturrecherche unter der Zuhilfenahme von Primär- und Sekundärquellen werden zunächst die theoretischen Grundlagen, welche für das Verständnis der Untersuchungsgegenstände notwendig sind, ausführlich erläutert. Dazu werden das Supply Chain Management, die Distributed Ledger Technology sowie die realwirtschaftlichen Anwendungen von Blockchain in drei thematisch aufeinander aufbauenden Abschnitten beleuchtet.

Neben den verständnisrelevanten und historischen Grundlagen liegt der Fokus auf der Betrachtung der innovativen Aspekte sowie der digitalen Transformationsprozesse, welche die Themenfelder prägen.

Anschließend wird das methodische Vorgehen für die Datenerhebung und Datenanalyse beschrieben. Aufgrund der Neuartigkeit des Forschungsgebietes wird ein explorativer Ansatz für die Erhebung von qualitativen Primärdaten gewählt. Dazu sollen ausgewählte Vertreter der sechs Perspektiven Industrie, Blockchain-Entwicklung, Beratungsbranche, Forschung, Presse sowie Verbände mit Hilfe leitfadengestützter Experteninterviews befragt werden.

Im darauffolgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Befragung mit Hilfe einer strukturierten Inhaltsanalyse aufbereitet. Damit wird die Betrachtung der Potenziale, Herausforderungen und Implementierungsstrategien sowie eine anschließende Beantwortung der Forschungsfragen angestrebt.

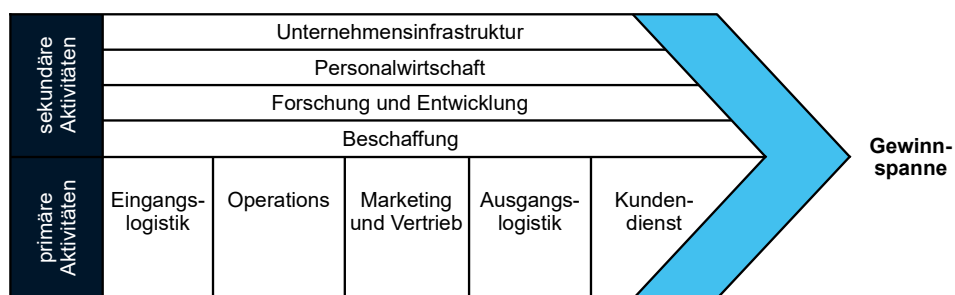
Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung zur zielgerichteten Beantwortung der Forschungsfragen, der kritischen Würdigung zur Darlegung der Grenzen und methodischen Herausforderungen sowie einem Ausblick auf potenzielle zukünftige Forschung.

2 Theoretische Grundlagen des Supply Chain Managements

Im Rahmen des folgenden Kapitels erfolgt eine Darstellung der theoretischen Hintergründe des Supply Chain Managements. Hierfür wird zunächst die Abgrenzung von der Logistik sowie eine begriffliche Definition anhand relevanter Literatur vorgenommen. Anschließend werden seine Ziele, Einflussfaktoren und Herausforderungen beschrieben, wobei klassische und neue Ansätze einbezogen werden. Abschließend wird mit der digitalen Transformation in Supply Chains ein wichtiger Innovationstreiber vorgestellt, wobei die Enabling-Technologien beschrieben werden, welche zu vernetzten Lieferketten beitragen.

2.1 Definition und Abgrenzung

Die *Logistik* ist ein betriebswirtschaftlicher Managementansatz, der sich mit der Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle von Warenflüssen sowie dazu gehörigen Informationen innerhalb von Unternehmen beschäftigt.²² Bei der Betrachtung der *Wertkette nach Porter* in Abbildung 2 wird deutlich, dass die Logistik zahlreiche Berührungspunkte mit unternehmensinternen Prozessen hat. Sie beeinflusst alle Faktoren des primären Bereichs direkt und die sekundären Aktivitäten Beschaffung, Forschung und Entwicklung sowie Unternehmensinfrastruktur indirekt.²³ Aufgrund dieser Überschneidungen mit anderen Prozessen und Abteilungen, wird die Logistik als *Querschnittsfunktion* bezeichnet.²⁴



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Porter (2014)

Abbildung 2: Modell einer Wertkette nach Porter

²² Vgl. Göbl (2019), S. 92.

²³ Porter (2014), S. 64.

²⁴ Vgl. Göbl (2019), S. 44.

Die Grundfunktionen und Ziele der Logistik werden von den Autoren Krampe et al. mithilfe der sieben *r* beschrieben und umfassen die Bereitstellung der richtigen Objekte, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, in der richtigen Menge, in der richtigen Qualität, mit den dazugehörigen Informationen, zum richtigen Preis.²⁵

Trotz unterschiedlicher Auffassungen zur präzisen Definition des Logistikbegriffs, sind sich die meisten Autoren darin einig, dass der Betrachtungsbereich eines logistischen Netzwerks auf dem Güterfluss vom vorgelagerten Lieferanten bis zum unmittelbar nachgelagerten Empfänger der Waren eines Unternehmens liegt.²⁶

Unter dem Supply Chain Management versteht man einen ganzheitlichen Ansatz, welcher die räumlich begrenzte Betrachtungsweise der Logistik erweitert und alle Warenflüsse vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden umfasst.²⁷ Diese umfangreiche Betrachtung der gesamten Lieferkette ermöglicht die Beobachtung, dass „der Absatz eines Produkts beim Endkunden sofort einen Bedarf (der entsprechenden Einsatzstoffe) beim Rohstofflieferanten“²⁸ auslöst. Dieses Phänomen wurde vom Informatiker *Jay Forrester* zuerst im Jahr 1958 beobachtet und als *Forrester Effekt* bezeichnet. Für das Supply Chain Management hat sich seitdem die Bezeichnung *Bullwhip-Effekt* durchgesetzt.²⁹ Die Reduzierung des Bullwhip-Effekts wird als einer der zentralen Beweggründe für die Notwendigkeit des Supply Chain Managements gesehen.³⁰

Neben der bloßen Bewegung und Steuerung von physischen Gütern werden im Supply Chain Management auch die Geld- und Finanzflüsse sowie die rechtlichen und formalen Verknüpfungen in Form von Verträgen und Vereinbarungen miteinander geschlossen.³¹

Durch die flächendeckende Verbreitung der SCM-Prinzipien in Lieferketten hat sich der Fokus von Unternehmen von ihrer individuellen Kompetenz zunehmend auf die kollektiven Kompetenzen des Netzwerks verschoben.³² Aus diesem Grund haben sich die Auseinandersetzung mit Beziehungen zu Kunden in Form des *Customer Relationship Management* (CRM) sowie das Management der Beziehungen

²⁵ Krampe et al. (2012), S. 22.

²⁶ Vgl. Göbl (2019), S. 92.

²⁷ Vgl. ebenda, S. 94.

²⁸ Ebenda.

²⁹ Vgl. Domański et al. (2009), S. 1.

³⁰ Vgl. Beer (2014), S. 3.

³¹ Vgl. Gomm/ Trumpfheller (2004), S. 54ff.

³² Vgl. Rohrhofer/ Staberhofer F. (2007), S. 37f.

zu Produzenten und Lieferanten, das *Supplier Relationship Management* (SRM), als wichtige Teilbereiche des SCM etabliert.³³ Die kollektive Zusammenarbeit von Unternehmen zur Optimierung von Warenflüssen und weiterführenden SCM-Aktivitäten, ergänzt um CRM und SRM, wird als *Supply Chain Collaboration* bezeichnet.³⁴

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Logistik den Bereich des SCM darstellt, der sich auf einen begrenzten Teil der Warenflüsse innerhalb einer Wertschöpfungskette bezieht und als Querschnittsfunktion zahlreiche Berührungspunkte mit Prozessen und Abteilungen innerhalb eines Unternehmens hat. Supply Chain Management ist ein ganzheitlicher Ansatz welcher alle Warenflüsse von der Rohstoffbeschaffung bis zum Endkunden, alle dazugehörigen Informations- und Finanzflüsse, die rechtlichen und formalen Verknüpfungen sowie das Management von Beziehungen in Form von CRM und SRM umfasst.

2.2 Ziele des Supply Chain Managements

Die Verkettung einzelner Marktteilnehmer durch Supply Chain Collaboration hat dazu geführt, dass der Vernetzungsgrad und die Leistungsfähigkeit von Lieferketten zu entscheidenden Erfolgsfaktoren für Unternehmen geworden sind.³⁵ Laut dem amerikanischen Strategieberatungsunternehmen *McKinsey & Company* haben sich die Prinzipien des Supply Chain Managements von simplen betrieblichen Notwendigkeiten zu strategischen Differenzierungswerkzeugen und einem Hauptfokusbereich des Top-Managements entwickelt.³⁶

Parallel zur steigenden Relevanz haben sich die Anforderungen und Ziele des SCM in Unternehmen verändert. Während Kosten, Zeiten und Qualität das traditionelle Zieldreieck bilden, wurden diese um die vier neuen Ziele Innovation, Liquidität, Risiko sowie Nachhaltigkeit erweitert (Vgl. Abbildung 3).³⁷

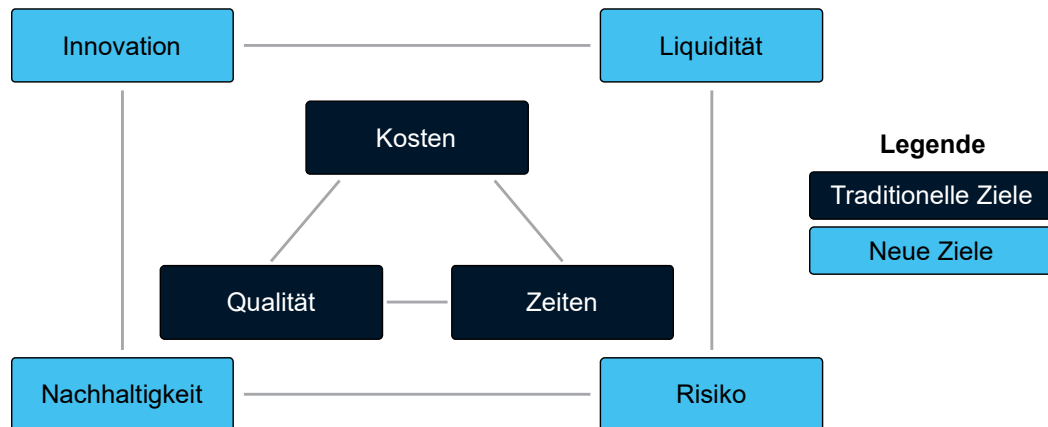
³³ Vgl. Göbl (2019), S. 96.

³⁴ Vgl. Trumpheller/ Hofmann (2004), S. 69ff.

³⁵ Vgl. Islam et al. (2023), S. 2508.

³⁶ Vgl. McKinsey & Company (2022). Online: <https://www.mckinsey.com> (Stand 01.04.2024).

³⁷ Vgl. Locker/ Grosse-Ruyken (2019), S. 16ff.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Locker/ Grosse-Ruyken (2019)

Abbildung 3: Ziele des Supply Chain Managements

Die *Minimierung der Kosten* ist eines der traditionellen Ziele des SCM. Dieses umfasst die Reduktion von Produktions-, Lager- und Transportkosten sowie die Optimierung der Beschaffung. Durch effiziente Planung und Steuerung können Unternehmen ihre Gesamtkosten senken und somit ihre Gewinnmargen erhöhen.³⁸

Ein weiteres traditionelles Ziel ist die *Minimierung der Durchlaufzeiten*. Dies beinhaltet die Reduktion der Zeit, die für die Beschaffung von Rohstoffen, die Produktionsprozesse sowie die Lieferung an den Händler oder Endkunden benötigt wird.³⁹

Eine weit verbreitete Strategie zur Minimierung der Durchlaufzeiten ist *Just in Time* (JIT). Diese Strategie steuert den Material- und Produktionsfluss so, dass Rohstoffe und Bauteile genau dann geliefert und verwendet werden, wenn sie in der Produktion benötigt werden. Durch die Senkung der Durchlaufzeiten mithilfe von JIT können Unternehmen Lagerbestände minimieren, Kosten senken und schneller auf Marktanforderungen reagieren, was ihre Wettbewerbsfähigkeit steigert.⁴⁰

Qualitätsziele, das dritte Element des traditionellen Zieldreiecks, können durch die Auswahl zuverlässiger Lieferanten, strenge Qualitätskontrollen sowie eine hohe Liefertreue in Bezug auf Termine und Mengen erreicht werden. Qualitätsführerschaft kann zudem ein entscheidender Wettbewerbsvorteil sein und sich positiv auf die Kundenzufriedenheit auswirken.⁴¹

³⁸ Vgl. Rashed (2010).

³⁹ Vgl. Anna (2010).

⁴⁰ Vgl. Wildemann (2001), S. 16.

⁴¹ Vgl. Hoffmann (2009).

Die *Förderung und Nutzung technologischer Innovationen* ist die erste der neuen Zielebenen im SCM. Technologische Innovationen ermöglichen eine Steigerung der Transparenz und Effizienz in Lieferketten, höhere Prozessautomatisierung sowie die Messung und Auswertung von Echtzeitdaten. Somit können Fehlerquoten und Kosten gesenkt und der Unternehmenserfolg gesteigert werden.⁴²

Das zweite neue Ziel ist die *Verbesserung der Liquidität*. Das SCM kann durch eine Reduktion von Lagerbeständen an Roh-, Halb- und Fertigprodukten sowie eine Erhöhung der Verbindlichkeiten zusätzliche Liquidität freisetzen, um beispielsweise Investitionen in Wachstumsbereiche zu ermöglichen.⁴³

Das intelligente *Management von Risiko* ist ein weiteres neues Ziel des SCM und kann positive Auswirkungen auf die strategische Flexibilität von Unternehmen haben. Durch die rechtzeitige Identifizierung potenzieller Störungen können Unternehmen schneller auf technologische, marktbedingte oder politische Veränderungen reagieren und Gegenmaßnahmen einleiten, bevor sie sich negativ auf den Unternehmenserfolg auswirken.⁴⁴

Der zunehmende Fokus auf Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung stellt die globale Wirtschaft vor neue Herausforderungen, weshalb *Nachhaltigkeit* das vierte neue Ziel des SCM darstellt. Durch die Optimierung von Lieferketten können Ressourcenverbrauch, Emissionen und Abfallproduktion reduziert werden. Unternehmen, die Nachhaltigkeitsstrategien in ihr SCM integrieren, können somit ihr Image verbessern, sich in der komplexen Regulierungslandschaft behaupten und Wettbewerbsvorteile erzielen.⁴⁵

Die Erweiterung der traditionellen Kosten-, Zeit- und Qualitätsziele um die modernen Ziele Innovation, Liquidität, Risiko und Nachhaltigkeit reflektiert die zunehmende Komplexität des Supply Chain Managements und die Dynamik der globalen Märkte, in dem es fungiert. Die Integration dieser neuen Ziele in ihre SCM-Prozesse ermöglicht Unternehmen nicht nur, effizienter zu arbeiten, sondern auch langfristig resilienter und wettbewerbsfähiger zu werden.

⁴² Vgl. Mohsen (2023), S. 789.

⁴³ Vgl. Locker/ Grosse-Ruyken (2019), S. 18.

⁴⁴ Vgl. Islam et al. (2023), S. 2513.

⁴⁵ Vgl. ebenda.

2.3 Globalisierung als Einflussfaktor für das Supply Chain Management

Die Globalisierung beschreibt „die raum-zeitliche Ausdehnung sozialer Praktiken über staatliche Grenzen, die Entstehung transnationaler Institutionen und Diffusion kultureller Muster.“⁴⁶ Abgesehen von ihrem starken Einfluss auf gesellschaftliche Strukturen hat die Globalisierung zu einer nachhaltigen Veränderung der Wirtschaft und des Handels geführt.⁴⁷

Die Entwicklung globaler Beschaffungs- und Logistikprozesse, das Aufkommen von Informations- und Kommunikationsplattformen, der zunehmende Ausbau leistungsfähiger Produktionsinfrastrukturen sowie die Verbreitung des Internets haben zur Erschaffung einer globalisierten Weltwirtschaft beigetragen. Heute sind Unternehmen nicht mehr nur auf ihren Heimatmarkt beschränkt, sondern können ihre Waren und Dienstleistungen international fertigen, absetzen und erbringen.⁴⁸

Produkte erreichen Endverbraucher über eine lange Kette von Unternehmen, welche typischerweise aus Herstellern, Logistikunternehmen und Einzelhändlern besteht. Die Strategien des Supply Chain Managements haben bei der Entwicklung dieses globalen Handelssystems eine wichtige Rolle gespielt und in einer enormen Effizienzsteigerung resultiert.⁴⁹

Zwei bedeutende geopolitischen Ereignisse der letzten Jahre, die *COVID-19-Pandemie* sowie der *Russland-Ukraine-Konflikt*, haben jedoch deutlich gemacht, dass ein derart hoher Vernetzungsgrad in Krisenzeiten negative Auswirkungen haben kann.⁵⁰

Während der COVID-19-Pandemie im Jahr 2020 ergriffen zahlreiche Regierungen weitreichende Maßnahmen zum Schutz ihrer Bevölkerungen. Viele Länder beschlossen ihre Grenzen temporär zu schließen, was zu Spannungen in Lieferketten führte, da die Produktions- und Transportabläufe von Gütern eingeschränkt wurden.⁵¹ Ein unerwarteter Anstieg der Nachfrage in Verbindung mit anhaltenden Produktionsunterbrechungen führte schließlich zu einem weltweiten Mangel an

⁴⁶ Mueller (2002), S. 8.

⁴⁷ Vgl. Dürrschmidt (2004), S. 12.

⁴⁸ Vgl. Lehmacher (2016), S. 11.

⁴⁹ Vgl. World Economic Forum (2022). Online: <https://www.weforum.org> (Stand 24.03.2024).

⁵⁰ Vgl. ebenda.

⁵¹ Vgl. ebenda.

Halbleitern. Da Mikrochips in einer Vielzahl von Endprodukten verbaut werden, hatte dieser Mangel weitreichende Auswirkungen auf die Produktion von Automobilen, Unterhaltungselektronik, Telekommunikationsinfrastruktur, medizinischen Geräten und Haushaltsgeräten.⁵²

Einen ähnlich verheerenden Einfluss auf globale Lieferketten hatte der Angriff Russlands auf die Ukraine im Februar 2022. Da vor Beginn des Konfliktes mehr als 600.000 Unternehmen von russischen oder ukrainischen Waren abhängig waren, wurde der weltweite Handel mit Öl, Gas, Getreide, Mais, Sonnenblumenkernen sowie Automobil- und Metallbauteilen negativ beeinflusst.⁵³ Neben der Störung von Warenflüssen führte der Konflikt zu Preiserhöhungen in den genannten Warengruppen sowie einer Energiepreiskrise in Europa. Der Konflikt beeinflusste somit Unternehmen und Verbraucher weltweit negativ.⁵⁴

Die Globalisierung hat das Supply Chain Management nachhaltig verändert, indem es zu Effizienzsteigerung beigetragen und Unternehmen den Zugang zu globalen Märkten ermöglicht hat. Gleichzeitig haben Ereignisse wie die COVID-19-Pandemie und der Russland-Ukraine-Konflikt deutlich gemacht, dass diese Vernetzung in Krisenzeiten zu erheblichen Störungen in Lieferketten führen kann, was eine der wichtigsten Herausforderungen des SCM darstellt.

Laut dem britischen Beratungsunternehmen *Accenture* waren die Ereignisse der letzten Jahre nur die erste Welle disruptiver Veränderungen, welche globale Lieferketten verändern, und ihre Resilienz mit einem *perpetual storm of disruption* auf die Probe stellen werden.⁵⁵ Das nächste Kapitel widmet sich den Herausforderungen für das SCM in einer globalisierten Welt.

2.4 Risiken und Herausforderungen des Supply Chain Managements

Wie zuvor bereits dargestellt, ist das SCM ein erweiterter und ganzheitlicher Ansatz der Logistik (Vgl. Kapitel 2.1). Viele der in der Fachliteratur beschriebenen Herausforderungen, entsprechen der klassischen Betrachtung und stehen in Verbindung mit den logistischen Aspekten des SCM. Die moderne Betrachtung erschafft ein umfassenderes Bild von Risiken und Herausforderungen, indem sie die

⁵² Vgl. Chris Baraniuk (2021). Online: <https://www.bbc.com> (Stand 01.04.2024).

⁵³ Vgl. Dun & Bradstreet (2022). Online: <https://www.dnb.com> (Stand 01.04.2024).

⁵⁴ Vgl. Paul J. Noble (2022). Online: <https://www.forbes.com> (Stand 01.04.2024).

⁵⁵ Vgl. Accenture (2023). Online: <https://www.accenture.com> (Stand 24.03.2024).

zahlreichen externen Umstände einer immer stärker globalisierten Welt mit einbezieht.

2.4.1 Klassische Betrachtung

Viele der traditionellen Herausforderungen des Supply Chain Managements haben ihren Schwerpunkt auf der Optimierung von Finanz- und Logistikprozessen. Nachfolgend werden beispielhaft vier dieser Herausforderungen, die Abwägung der *Make-or-Buy-Entscheidung*, das *Kundenanforderungsmanagement*, die *Verwaltung der Logistikinfrastruktur* sowie das *Beschaffungsmanagement*, betrachtet.⁵⁶

Die Make-or-Buy-Entscheidung umfasst im SCM die Wahl zwischen dem Aufbau einer Lieferkette mit Hilfe unternehmenseigener Ressourcen oder dem Zukauf der Logistikdienstleistung. Dazu ist eine umfangreiche wirtschaftliche Bewertung der Vor- und Nachteile beider Optionen erforderlich.⁵⁷

Das Kundenanforderungsmanagement stellt für das SCM eine bedeutende Herausforderung dar, weil die Erwartungen von Kunden in Bezug auf Servicequalität und Individualisierung stetig steigen. Da eine hohe Reaktionsfähigkeit auf die Bedürfnisse zu Kundenbindung und Umsatzsteigerung führt, sind kundenorientierte Initiativen und Verbesserungen entscheidend für die Erreichung von Profitabilität.⁵⁸

Die Planung und Optimierung der Logistikinfrastruktur ist in allen Unternehmen, welche über mehrere Standorte verfügen, notwendig. Da häufig verschiedene Abteilungen an logistischen Entscheidungen beteiligt sind, sind diese komplex und erfordern effiziente abteilungsübergreifende Zusammenarbeit und Kommunikation.⁵⁹

Die Herausforderungen im Beschaffungsmanagement bestehen darin, die Komplexität des Beschaffungsprozesses zu bewältigen und eine starke Beschaffungsinfrastruktur aufzubauen. Dazu gehören neben einer effizienten Organisationsstruktur, kompetente Mitarbeiter sowie die Einrichtung und Verwaltung von globalen Beschaffungsbüros.⁶⁰

⁵⁶ Vgl. Awad/ Nassar (2010).

⁵⁷ Vgl. Williamson (1981).

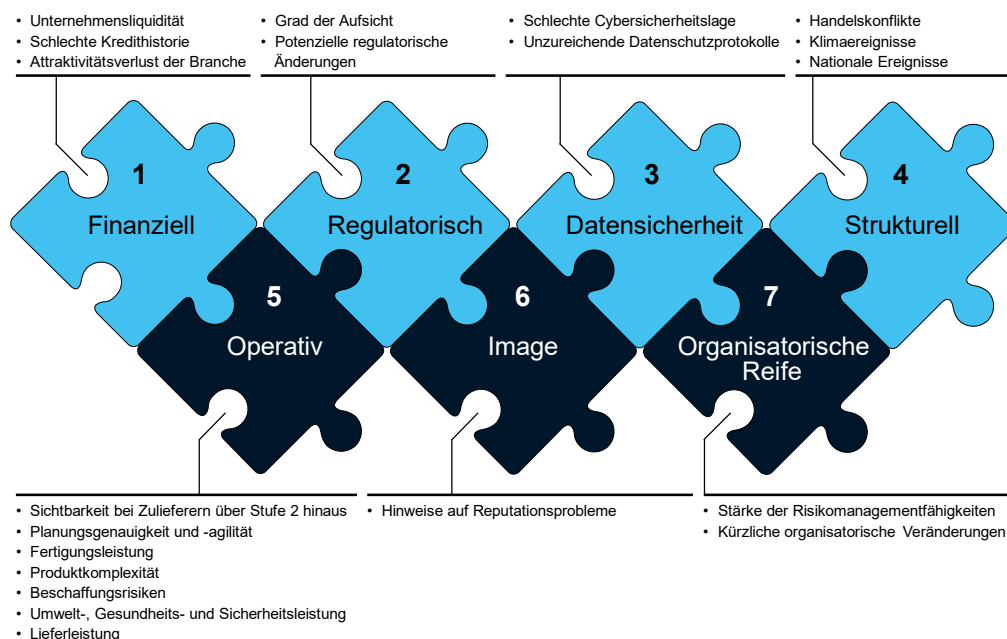
⁵⁸ Vgl. Boxall (1992).

⁵⁹ Vgl. Craft (2006).

⁶⁰ Vgl. Gunasekaran et al. (2004).

2.4.2 Moderne Betrachtung

Obwohl alle zuvor genannten Aspekte für Unternehmen nach wie vor eine wichtige Rolle spielen, ist eine Betrachtung dieser traditionellen SCM-Herausforderungen, in einer globalisierten Welt, nicht länger ausreichend. McKinsey hat ein umfassendes Modell für Risiken im Supply Chain Management der Zukunft entwickelt, welches in Abbildung 4 dargestellt ist. Es erweitert die bisher genannten Herausforderungen um jene, die durch die Globalisierung, die dynamischen Veränderungen in internationalen Märkten sowie den hohen Vernetzungsgrad der Wirtschaft entstanden sind.⁶¹



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an McKinsey & Company (2022)

Abbildung 4: Risikobereiche des Supply Chain Managements

Basierend auf dem Modell von McKinsey sind regulatorische Änderungen, Datensicherheit in Lieferketten und Klimaereignisse drei der aktuell relevantesten Herausforderungen.

In Bezug auf Regulierungsvorgaben müssen Unternehmen zunehmend potenzielle Änderungen berücksichtigen. Ein aktuelles Beispiel ist die europäische Lieferkettenrichtlinie *Corporate Sustainability Due Diligence Directive* (CSDDD), welche im Mai 2024 von der europäischen Union beschlossen wurde. Ziel dieser Richtlinie

⁶¹ Vgl. McKinsey & Company (2022). Online: <https://www.mckinsey.com> (Stand 01.04.2024).

ist es, nachhaltiges und verantwortungsbewusstes Verhalten von Unternehmen in ihren Geschäftsabläufen sowie entlang ihrer Wertschöpfungs- und Lieferketten zu fördern.⁶² Obwohl derartige Regulierungen einen gesamtgesellschaftlichen Mehrwert bieten, besteht eine Herausforderung darin, dass die betroffenen Unternehmen alle Kosten für die Einrichtung und den Betrieb des Sorgfaltspflichtprozesses selbst tragen müssen.⁶³

Mit zunehmender Vernetzung und Digitalisierung steigt auch die Bedeutung der Datensicherheit in Lieferketten. Laut einer Umfrage von *Statista* stieg die Anzahl der US-Unternehmen, die von Cyberattacken auf ihre Supply Chains betroffen waren seit 2017 um durchschnittlich 58% pro Jahr.⁶⁴ Ein Mangel an Cybersecurity-Expertise, unzureichende Datenschutzprotokolle oder veraltete IT-Systeme können somit erhebliche Risiken für die Integrität und Vertraulichkeit von Daten in Lieferketten darstellen.

Im Bereich der strukturellen Herausforderungen haben die Auswirkungen des Klimawandels sowie Klimaereignisse einen zunehmend verheerenden Einfluss auf vernetzte Lieferketten. Laut Sun et al. werden Ernteauffälle und wirtschaftliche Störungen die Versorgung mit Rohstoffen weltweit beeinträchtigen, wodurch es bis ins Jahr 2060 zu einem Wirtschaftsleistungsverlust von 3,75 Billionen bis 24,7 Billionen US-Dollar kommen wird.⁶⁵

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, müssen Unternehmen ihre Supply Chain Setups grundlegend überdenken und diese resilienter, agiler sowie nachhaltiger gestalten.⁶⁶ Eine wichtige Strategie dafür wird im nachfolgenden Kapitel dargestellt.

⁶² Vgl. European Commission (2024). Online: <https://commission.europa.eu> (Stand 27.05.2024).

⁶³ Vgl. ebenda.

⁶⁴ Vgl. Petrosyan (2024). Online: <https://www.statista.com> (Stand 27.05.2024).

⁶⁵ Vgl. Sun et al. (2024).

⁶⁶ Vgl. McKinsey & Company (2022). Online: <https://www.mckinsey.com> (Stand 01.04.2024).

2.5 Digitale Transformation im Supply Chain Management

Den heutigen Wirtschaftsakteuren stehen eine Vielzahl von Maßnahmen zur Bewältigung der beschriebenen Herausforderungen sowie der Steigerung der Resilienz, Agilität und Nachhaltigkeit ihrer Lieferketten zur Verfügung. Eines der größten Optimierungspotenziale bietet die digitale Transformation, mit Hilfe derer digitale Supply Chains umgesetzt werden können. Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über die Relevanz, die Entstehung sowie technologische Innovationstreiber des digitalen Supply Chain Managements.

2.5.1 Entstehung des Digital Supply Chain Managements

Die *Digitale Transformation in Supply Chains* bezeichnet den Einsatz moderner Technologien, um die Abläufe und Strukturen entlang der gesamten Lieferkette zu optimieren.⁶⁷ Viele namenhafte Akteure im Bereich des SCM sind sich über die Relevanz dieser Entwicklung einig.

Einer kürzlich durchgeführten Studie des *Supply Chain Management Reviews* zufolge, gehen über 64% der Befragten davon auf, dass die digitale Transformation einen maßgeblichen Einfluss auf die Gestaltung von zukünftigen Lieferketten haben wird. Weitere 31% erwarten immer noch einen signifikanten Einfluss.⁶⁸

McKinsey ist davon überzeugt, dass digitale Technologien ein notwendiges Werkzeug zur Erhöhung des Automatisierungsgrades und der Schaffung von Zukunftssicherheit von Lieferketten sein werden.⁶⁹

PwC bezeichnet digitale Technologien im SCM-Umfeld als Schlüssel um Schwachstellen entlang der Lieferkette zu identifizieren, während sie gleichzeitig dabei helfen können „die Komplexität und Fragmentierung der betrieblichen End-to-End-Prozesse zu überwinden.“⁷⁰

Auch der *Bitkom*, Deutschlands größter Digitalverband, beobachtet „einen dramatischen Ansteigen in der Komplexität und Dynamik [von Lieferketten], welcher eine enorme Herausforderung an das traditionelle Supply Chain Management stellt.“⁷¹

⁶⁷ Vgl. Mohsen (2023), S. 790.

⁶⁸ Vgl. Brown (2024). Online: Supply Chain Management Review (Stand 28.05.2024).

⁶⁹ Vgl. McKinsey & Company (2022). Online: <https://www.mckinsey.com> (Stand 01.04.2024).

⁷⁰ Vgl. PwC (2022). Online: <https://www.pwc.de> (Stand 28.05.2024).

⁷¹ Blumröder/ Martin (2014), S. 14.

Der Verband sieht großes Potenzial in der vollkommenen Digitalisierung von Lieferketten und geht davon aus, dass es aufgrund der enormen technologischen Weiterentwicklungen zukünftig immer mehr smarte Ansätze und Lösungen geben wird, um sämtliche Supply Chain Akteure miteinander zu verbinden.⁷²

Das Voranschreiten von digitalen Transformationsprozessen hat dazu geführt, dass sich die Bezeichnungen des *Digital Supply Chain Management* (DSCM) zunehmend etabliert.⁷³ Dieser Begriff bezieht sich auf die enge Verknüpfung zwischen Logistik und Digitalisierung, was zur Transformation von prozessspezifischen Abläufen in der Lieferkette führt.⁷⁴ Die Autoren Büyüközkan und Göçer definieren eine Digitale Supply Chain (DSC) wie folgt:

„Ein intelligentes, optimal angepasstes technologisches System, das auf der Fähigkeit basiert, große Datenmengen zu verarbeiten und exzellente Kooperation und Kommunikation für digitale Hardware, Software und Netzwerke zu ermöglichen. Dieses System unterstützt und synchronisiert die Interaktion zwischen Organisationen, indem es Dienstleistungen wertvoller, zugänglicher und erschwinglicher macht und konsistente, agile und effektive Ergebnisse liefert.“⁷⁵

Digitale Supply Chains sind geprägt von Geschwindigkeit, Flexibilität, globaler Konnektivität, Echtzeitdatenverarbeitung, Transparenz, Skalierbarkeit, Innovativität, Proaktivität sowie Umweltfreundlichkeit.⁷⁶

Die Weiterentwicklung vom traditionellen SCM zum DSCM stellt eine wesentliche Voraussetzung für die *Vierte Industrielle Revolution* dar. Diese bezeichnet die intelligente Vernetzung und Digitalisierung der industriellen Produktion sowie aller vor- und nachgelagerten Branchen durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien. Somit findet eine zunehmende Verschmelzung der realen und virtuellen Welt statt, in der Maschinen, Produkte und Menschen direkt miteinander interagieren. In der Literatur wird der Begriff *Industrie 4.0* synonym verwendet.^{77,78,79}

⁷² Vgl. Blumröder/ Martin (2014), S. 16.

⁷³ Vgl. Paksoy (2021), S. 15.

⁷⁴ Vgl. Dieaconescu, R.I., Belu, M.G., Paraschiv D.M./ Joldes (2022), S. 598.

⁷⁵ Eigene Übersetzung nach Büyüközkan/ Göçer (2018), S. 160.

⁷⁶ Vgl. Dieaconescu, R.I., Belu, M.G., Paraschiv D.M./ Joldes (2022), S. 599.

⁷⁷ Vgl. Hirsch-Kreinsen et al. (2022), S. 6.

⁷⁸ Vgl. Reinhart (2017), S. 10f.

⁷⁹ Vgl. Herweijer et al. (2017), S. 8.

2.5.2 Enabling-Technologien des Digital Supply Chain Managements

Als *Enabling-Technologien* werden Technologien bezeichnet, welche die Entwicklung oder Verbesserung anderer technologischer Felder und Prozesse ermöglichen. Sie dienen als Grundlage oder Plattform, auf der zukünftige Anwendungen aufbauen können.⁸⁰ Aufgrund des rasanten Voranschreitens der Digitalisierung werden ständig neue Technologien entwickelt, die ältere ablösen. Nachfolgend werden einige Technologien für digitale Lieferketten genannt, welche zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Thesis von Bedeutung sind und für ihr weiteres Verständnis eine wesentliche Rolle spielen. Alle aufgeführten Enabling-Technologien tragen maßgeblich zur Erschaffung digitaler Lieferketten bei.

- Internet der Dinge (IoT)
- Digitale Zwillinge (DT) und Digitale Supply Chain Zwillinge (DSCT)
- Künstliche Intelligenz (KI)
- Geotagging
- Distributed Ledger Technology (DLT) und Blockchain (BC)

Das *Internet der Dinge* (Internet of Things, IoT) ist ein Konzept zur Verbindung alltäglicher Objekte, Geräte oder Sensoren mit dem Internet, welches ihnen das autonome Sammeln und Austauschen von Daten ermöglicht. Diese intelligenten Geräte, welche als IoT-Geräte bezeichnet werden, ermöglichen die Überwachung und Analyse von Daten in Echtzeit sowie eine intelligente Entscheidungsfindung auf Basis dieser Echtzeitdaten.⁸¹ Im Supply Chain Management kann das IoT zu signifikanten Veränderungen führen, da es eine direkte Interaktion mit anderen Lieferkettenteilnehmern ermöglicht, wodurch Aufträge besser an die tatsächliche Nachfragekurve angepasst werden können. Die Lieferkette wird somit in eine Nachfragekette umgewandelt.⁸² Die Integration von IoT könnte somit zu mehr Effizienz, Sichtbarkeit und operativer Performance beitragen.⁸³

⁸⁰ Vgl. Wan et al. (2015), S. 136.

⁸¹ Vgl. Sallam et al. (2023), S. 4.

⁸² Vgl. Diaconescu, R.I., Belu, M.G., Paraschiv D.M./ Joldes (2022), S. 599.

⁸³ Vgl. Tu (2018), S. 150.

Ein *digitales Zwillingssystem* (Digital Twin, DT) ist eine digitale Darstellung der Daten, des Zustands, der Beziehungen und des Verhaltens eines physischen Objekts. Im Optimalfall kann somit jede Information, die durch die Inspektion eines physischen Produkts gewonnen werden könnte, auch von seinem Digitalen Zwilling abgerufen werden.⁸⁴ Die Anwendung digitaler Zwillinge im SCM wird als Digitaler Supply Chain Zwilling (Digital Supply Chain Twin, DSCT) bezeichnet. Ein DSCT stellt somit ein detailliertes Simulationsmodell einer tatsächlichen Lieferkette dar, welches das Verhalten und die Dynamik dieser vorhersagt, um mittel- und kurzfristige Entscheidungen zu treffen.⁸⁵

Künstliche Intelligenz (KI) ist die Fähigkeit von Maschinen, mit Menschen zu kommunizieren und deren Fähigkeiten, wie Argumentation, Lernen, Planung und Kreativität, zu imitieren.⁸⁶ Sie ermöglicht die Lösung von Problemen mit höherer Genauigkeit und Geschwindigkeit, auch wenn eine große Anzahl von komplexen Eingabedaten vorliegt.⁸⁷ Laut Toorajipour et al. bietet die netzwerkbasierende Natur des Supply Chain Managements und der Logistik einen natürlichen Rahmen zur Implementierung von KI, da große Datenmengen erzeugt werden und agile Entscheidungsprozesse notwendig sind. Somit kann KI zur Optimierung und Verbesserung der Netzwerkorchestrierung beitragen, die von Menschen allein nicht erreicht werden kann.⁸⁸

Geotagging ist der Prozess der Verknüpfung geografischer Längen- und Breitengrad-Koordinaten mit verschiedenen Medientypen wie Fotos, Videos, Websites oder Datensätzen.⁸⁹ Im SCM wird Geotagging zur Verfolgung und Verwaltung von Warenströmen eingesetzt, indem es die Echtzeitüberwachung von Lieferungen ermöglicht. Es kann außerdem zur Sicherstellung der Integrität von Sendungen verwendet werden, indem es deren Standortverlauf und Umgebungsbedingungen mithilfe von Geo-Locator-Geräten verfolgt. Durch Geotagging können so Manipulation oder Umleitungen verhindert werden.⁹⁰

⁸⁴ Vgl. Gerlach et al. (2021), S. 3.

⁸⁵ Vgl. Marmolejo-Saucedo et al. (2020), S. 653.

⁸⁶ Vgl. Schutzer (1990), S. 17.

⁸⁷ Vgl. Huin et al. (2003), S. 410.

⁸⁸ Vgl. Toorajipour et al. (2021), S. 511.

⁸⁹ Vgl. Valli/ Hannay (2010), S. 627ff.

⁹⁰ Vgl. Kandel et al. (2011), S. 2ff.

Distributed Ledger Technology kann als Bindeglied aller genannten Technologien fungieren und zu nahtlosen, transparenten und sicheren Lieferkette beitragen. Aufgrund ihrer besonderen Bedeutung für die vorliegende Arbeit werden ihre technologischen Grundlagen sowie ihre Relevanz für das SCM separat erläutert (Vgl. Kapitel 3; Vgl. Kapitel 4).

Die hier vorgestellten Enabling-Technologien stellen lediglich einen Ausschnitt verfügbarer technologischer Lösungen dar und können wesentliche Werkzeuge für den Übergang von traditionellen Lieferketten zum DSCM im Kontext der Vierten Industriellen Revolution sein. Es ist zu betonen, dass diese Technologien nicht isoliert voneinander existieren. Vielmehr kann erst ihre sinnvolle Kombination zu signifikanten Verbesserungen in der Effizienz und Effektivität von Supply Chains führen.⁹¹

⁹¹ Vgl. Herweijer et al. (2017), S. 10.

3 Theoretischer Hintergrund zu Distributed Ledger Technology und Blockchain

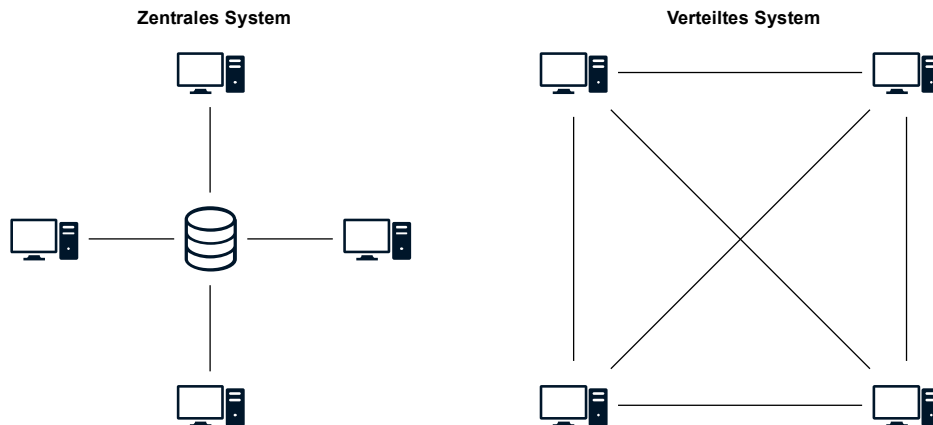
Nach der ausführlichen Betrachtung des Supply Chain Managements zielt das folgende Kapitel auf die Vermittlung der theoretischen Grundlagen von Distributed Ledger Technology und Blockchain ab. Dazu werden zunächst die relevanten Prinzipien aus der Informatik und Netzwerktheorie sowie die kryptografischen Grundlagen dargestellt. Daraufhin erfolgen eine klare Definition und Abgrenzung der beiden Begriffe, die Erläuterung von Konsensmechanismen, die Systematisierung unterschiedlicher Ausprägungen von Blockchain-Systemen sowie ein Überblick über technologische Innovationen. Abschließend werden alle wesentlichen Merkmale zusammengefasst, womit ein umfassendes Verständnis für die Funktionsweise der Technologie geschaffen wird.

3.1 Grundlegende Prinzipien aus der Informatik

Um Distributed Ledger Technology zu verstehen, müssen zunächst die grundlegende Begriffe Netzwerk, Knoten, Transaktion, Ledger, Konsens und Kryptografie aus der Informatik und der Netzwerktheorie definiert werden.

Ein *Netzwerk* ist die physikalische und logische Verbindung mehrerer Teilnehmer, die eine Kommunikation und einen Austausch von Ressourcen wie Rechenleistung, Speicher und Daten ermöglicht. *Zentrale Netzwerke* verfügen über einen zentralen Server, der alle Verbindungen und Datenflüsse im Netzwerk steuert. *Dezentrale* oder *verteilte Netzwerke* bestehen hingegen aus vielen zusammengeschlossenen Teilnehmern ohne zentrale Verwaltung oder Server. Die Daten und Rechenleistung sind auf viele gleichberechtigte Knoten verteilt, die direkt miteinander kommunizieren.⁹² Eine grafische Darstellung der beiden genannten Netzwerkarten befindet sich unter Abbildung 5.

⁹² Vgl. Kappes (2007), S. 105.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Hellwig et al. (2020), S. 11

Abbildung 5: Zentrale und dezentrale Netzwerke

Als *Knoten* werden die Teilnehmer eines Netzwerks bezeichnet. Sie dienen als End- oder Verbindungspunkt innerhalb dieser Systeme und sind somit ein elementarer Bestandteil aller Netzwerke.⁹³

Transaktionen haben den Zweck des Austausches von Daten oder digitalen Wertmarken zwischen den Knoten und können je nach Konfiguration des Netzwerks unterschiedliche Informationen, wie Absender, Empfänger, Betrag, Gebühr, Signatur oder Transaktions-ID enthalten.⁹⁴

Der Begriff *Ledger*, im Deutschen *Hauptbuch*, stammt aus dem Bankwesen und der Finanzbuchhaltung. Dort beschreibt er ein systematisches Register, das finanzielle Transaktionen oder andere Werte in chronologischer Reihenfolge erfasst. Ledger dienen in traditionellen Buchhaltungssystemen dazu, die Buchungen aller Geschäftsvorfälle eines Unternehmens zu dokumentieren. In verteilten Netzwerken werden *Distributed Ledger*, also *verteilte Kassenbücher*, verwendet, um alle Transaktionen des Netzwerks auf verschiedene Knoten zu verteilen. Der Ledger ist für alle Netzwerkteilnehmer einsehbar und gewährleistet die Transparenz und Unveränderlichkeit der Transaktionen.⁹⁵

Der Begriff *Konsens* beschreibt den Prozess, durch den die Knoten in einem dezentralen Netzwerk zu einer Übereinkunft über den aktuellen Zustand des Netz-

⁹³ Vgl. Hein et al. (2019), S. 8.

⁹⁴ Vgl. ebenda.

⁹⁵ Vgl. Kaulartz (2016), S. 474f.

werks gelangen. Da es keine zentrale Autorität gibt, welche die Transaktionen validiert und den Netzwerkzustand verwaltet, müssen die Knoten einen Konsens darüber erzielen, welche Transaktionen gültig sind und in welcher Reihenfolge sie dem Distributed Ledger hinzugefügt werden.⁹⁶

Kryptografie ist die Wissenschaft, welche sich mit der Entwicklung von Techniken zur sicheren Kommunikation beschäftigt. Dabei werden Informationen unter der Zuhilfenahme von mathematischen Algorithmen verschlüsselt bzw. entschlüsselt und so vor einem unberechtigten Zugriff geschützt.⁹⁷ Die Anwendung von Kryptografie ist eine fundamentale Eigenschaft aller auf Distributed Ledger Technology basierenden Systeme.

3.2 Kryptografische Grundlagen

Um ein tiefgehendes Verständnis über Distributed Ledger Technology und Blockchain zu ermöglichen, werden im folgenden Kapitel ihre kryptographischen Grundlagen dargestellt. Durch die Anwendung kryptographischer Methoden können Informationen verschlüsselt und vor unberechtigtem Zugriff geschützt werden.⁹⁸ Die drei grundlegenden Prinzipien der Kryptografie, welche in dezentralen Systemen angewendet werden, sind *Hash-Funktionen*, *Merkle-Bäume* sowie *Asymmetrische Verschlüsselung* mit Hilfe von *digitalen Signaturen*.

3.2.1 Hashfunktionen

Eine Hashfunktion ist eine mathematische Funktion, die eine beliebige Eingabe in einen festen Ausgabewert, den *Hash*, umwandelt.⁹⁹ Die Berechnung erfolgt durch einen Algorithmus, der unabhängig von der Eingabegröße stets einen Hash mit derselben Länge erzeugt, welcher die Eingabedaten eindeutig repräsentiert. Eine in der Praxis weit verbreitete Hashfunktion für DLT ist der *Secure Hash Algorithm* (SHA), bei dem ein beliebiger Input stets eine Ausgabe von 256 Bit erzeugt.¹⁰⁰ Eine Hashfunktion muss alle in Abbildung 6 genannten Eigenschaften erfüllen.

⁹⁶ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 8.

⁹⁷ Vgl. Hellmann (2018), S. 5.

⁹⁸ Vgl. ebenda.

⁹⁹ Vgl. ebenda, S. 49.

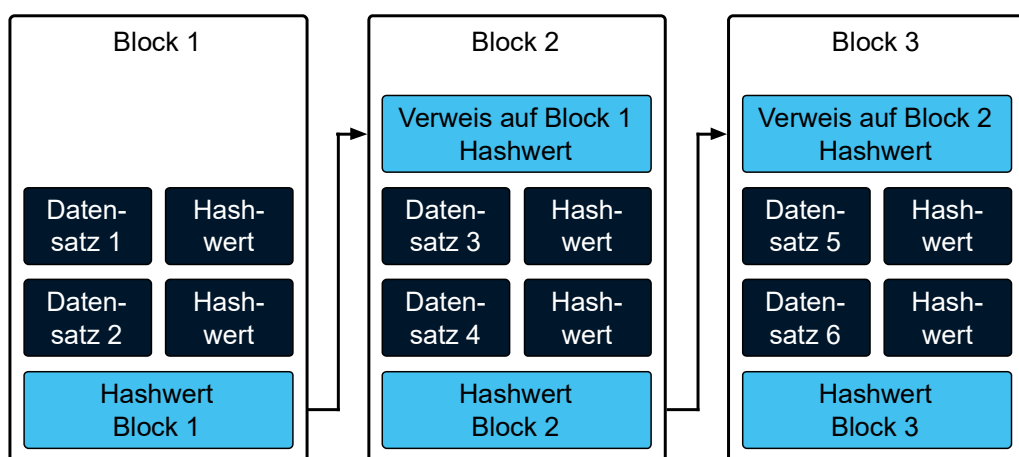
¹⁰⁰ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 19.

Eigenschaft	Erklärung
Determinismus	Die gleiche Eingabe liefert immer die gleiche Ausgabe.
Effizienz	Die Berechnung des Hashes erfolgt schnell und ressourcenschonend.
Vorabbildresistenz	Es ist praktisch unmöglich, die ursprüngliche Eingabe aus dem Hash zu rekonstruieren.
Kollisionsresistenz	Es ist äußerst unwahrscheinlich, dass zwei unterschiedliche Eingaben den gleichen Hash erzeugen.
Zweite Vorabbildresistenz	Es ist extrem schwierig, eine andere Eingabe zu finden, die denselben Hash wie eine gegebene Eingabe erzeugt.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bogensperger et al. (2018), S. 18

Abbildung 6: Eigenschaften von Hashfunktionen

Hashing wird in Blockchain-Anwendungen genutzt, um alle anfallenden Transaktionen und Blöcke zunächst in einen Hashwert zu überführen. Um eine Verknüpfung der Blöcke zu gewährleisten, enthält jeder Block den Hash des Vorhergehenden, wodurch eine unveränderliche und chronologische Kette von Blöcken erzeugt wird. Der Hash jeder Transaktion wird ebenfalls in ihrem Block gespeichert, was eine schnelle und sichere Verifizierung von Transaktionen ermöglicht.¹⁰¹ Eine grafische Darstellung der Verknüpfung von Blöcken mit Hilfe des Hashing-Vorgangs befindet sich unter Abbildung 7.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Burgwinkel (2017), S. 6

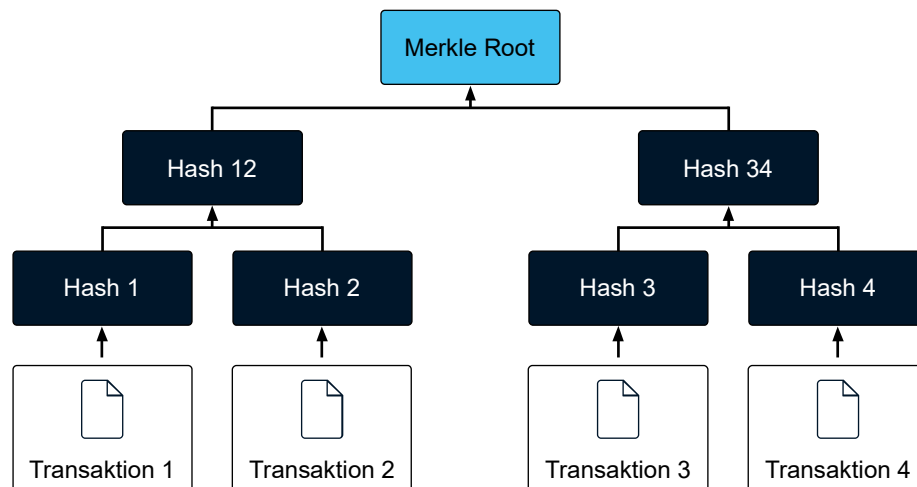
Abbildung 7: Hashing-Vorgang in Blockchains

¹⁰¹ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 18.

Um eine große Menge an anfallenden Transaktionen handhaben zu können, werden Merkle-Bäumen erstellt, welche nachfolgend erläutert werden.¹⁰²

3.2.2 Merkle-Bäume

Ein Merkle-Baum oder Hash-Baum ist eine Datenstruktur, welche die effiziente und sichere Verifikation großer Datenmengen ermöglicht.¹⁰³ In diesem Kapitel wird die Funktionsweise beispielhaft anhand des Merkle-Baums in Abbildung 8 beschrieben.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Nakamoto (2008)

Abbildung 8: Aufbau eines Merkle-Baumes

Vier Transaktionen bilden die unterste Ebene des Merkle-Baums. Jede dieser Transaktionen wird mit Hilfe einer Hashfunktion in einen eindeutigen Hash umgewandelt. Diese Hashwerte dienen als Blätter des Merkle-Baums.¹⁰⁴

Die Hashwerte der Transaktionen werden paarweise kombiniert und erneut gehasht, um die inneren Knoten des Merkle-Baums zu bilden. Somit entsteht *Hash 12* als Kombination aus *Hash 1* und *Hash 2* sowie *Hash 34* als Kombination aus *Hash 3* und *Hash 4*. Diese inneren Knoten repräsentieren eine Zwischenebene des Merkle-Baums. Eine erneute Hashoperation kombiniert *Hash 12* und *Hash 34* der inneren Knoten, um die *Merkle-Root* (Wurzelhash) zu erzeugen.¹⁰⁵

¹⁰² Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 18.

¹⁰³ Vgl. ebenda.

¹⁰⁴ Vgl. Ocariz Borde (2022), S. 3.

¹⁰⁵ Vgl. ebenda.

Diese Merkle-Root ist der oberste Knoten im Baum und repräsentiert den gesamten Datensatz. Durch eine Prüfung des Hashwertes der Merkle-Root kann festgestellt werden, ob es bei einem der darunterliegenden Hashes zu Änderungen kam. Das liegt daran, dass sich die Änderung eines einzelnen Hashs bis zur Merkle-Root fortsetzen würde, so dass auch dieser einen anderen Wert annimmt.¹⁰⁶

Es handelt sich hierbei um eine vereinfachte Abbildung, da in der Realität mehrere Zwischenebenen existieren können. Es werden dann so lange jeweils zwei Hashwerte zusammengefügt, bis der Ablauf nicht weiter fortsetzbar ist und eine Merkle-Root entsteht.¹⁰⁷

Merkle-Bäume werden in der Blockchain-Technologie zur Prüfung der Transaktionsgültigkeit angewendet, wodurch sie entscheidend zur Sicherheit und Unveränderlichkeit der Daten beitragen.¹⁰⁸ Zusätzlich ermöglicht diese Datenstruktur die Einsparung von Speicherplatz.¹⁰⁹

3.2.3 Asymmetrische Verschlüsselung und Digitale Signaturen

Bei der Verschlüsselung von Daten kann zwischen symmetrischen und asymmetrischen Verfahren unterschieden werden. Bei einem symmetrischen Verfahren wird derselbe Schlüssel für die Ver- und Entschlüsselung verwendet, wobei der Schlüssel geheim ist, und zwischen den Parteien ausgetauscht werden muss. Somit entsteht das Risiko, dass der Schlüssel von einer Drittpartei abgefangen wird, welche damit Zugriff auf die Informationen erhält.¹¹⁰

Die asymmetrische Verschlüsselung, auch bekannt als *Public-Key-Kryptographie*, verwendet ein Schlüsselpaar bestehend aus einem öffentlichen und einem privaten Schlüssel. Der öffentliche Schlüssel wird frei verteilt und dient zum Verschlüsseln von Nachrichten oder zur Verifikation digitaler Signaturen. Der private Schlüssel wird geheim gehalten und dient zum Entschlüsseln von Nachrichten oder zum Erstellen digitaler Signaturen. Durch die Trennung der Schlüssel müssen diese nicht ausgetauscht werden. Der Vorgang der asymmetrischen Verschlüsselung ist in Abbildung 9 grafisch dargestellt.

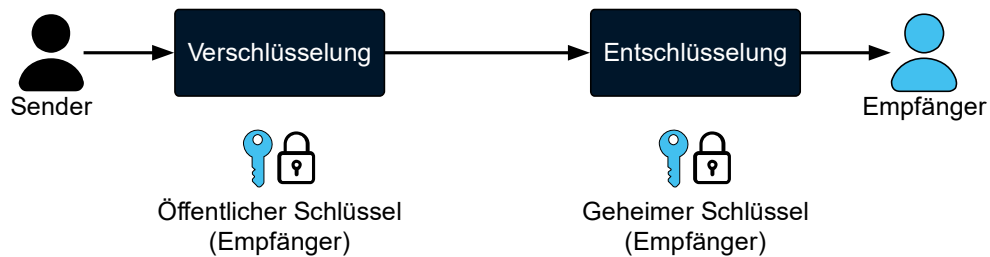
¹⁰⁶ Vgl. Ocariz Borde (2022), S. 4.

¹⁰⁷ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 19.

¹⁰⁸ Vgl. Fill/ Meier (2020), S. 8f.

¹⁰⁹ Vgl. Nakamoto (2008). Online: <https://bitcoin.org> (Stand 16.03.2024).

¹¹⁰ Vgl. Eckert (2018), S. 300.

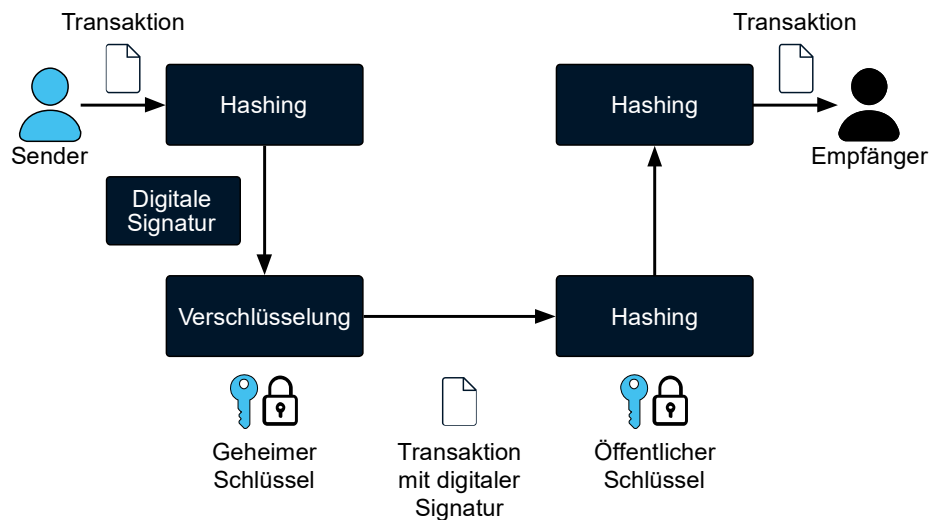


Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Wu et al. (2019), S. 20

Abbildung 9: Asymmetrische Verschlüsselung

In der Blockchain-Technologie wird asymmetrische Verschlüsselung eingesetzt, um Transaktionen zu autorisieren und Teilnehmer zu authentifizieren.¹¹¹ Darüber hinaus werden digitale Signaturen verwendet, um die Integrität und Authentizität gesendeter Transaktionen nachzuweisen. Digitale Signaturen basieren zusätzlich auf der Anwendung einer Hashfunktion, wie beispielsweise SHA-256.¹¹²

Das vollständige Verfahren der asymmetrischen Verschlüsselung, einschließlich der digitalen Signatur ist in Abbildung 10 dargestellt und wird nachfolgend erläutert.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Wu et al. (2019), S. 22

Abbildung 10: Asymmetrische Verschlüsselung mit digitaler Signatur

Zu Beginn eines Transaktionsvorgangs wird zunächst mit einer Hashfunktion ein Hash dieser Transaktion erzeugt. Dieser Hashwert wird anschließend mit dem ge-

¹¹¹ Vgl. Hellwig et al. (2020), S. 11.

¹¹² Vgl. Wu et al. (2019), S. 22f.

heimen Schlüssel des Senders verschlüsselt, was einer digitalen Signatur entspricht. Die Kombination aus Transaktion und der digitalen Signatur wird versendet. Nach Erhalt entschlüsselt der Empfänger die Signatur mit dem öffentlichen Schlüssel des Senders. Um die Authentizität der Transaktion zu verifizieren, berechnet der Empfänger den Hashwert der empfangenen Transaktion und vergleicht diesen mit dem entschlüsselten Hashwert. Bei Übereinstimmung der Werte kann Manipulation ausgeschlossen und sichergestellt werden, dass die Transaktion tatsächlich vom erwarteten Sender stammt.¹¹³

Asymmetrische Verschlüsselung und digitale Signaturen sind somit wesentliche Bestandteile der Blockchain-Technologie, welche die sichere Kommunikation zwischen den Knoten und die Authentifizierung von Transaktionen ermöglicht.

3.3 Abgrenzung von Distributed Ledger Technology, Blockchain und Kryptowährungen

Die Begriffe Distributed Ledger Technology, Blockchain und Kryptowährung haben sich im Technologieumfeld zu prominenten Termini entwickelt und sind in den allgemeinen Sprachgebrauch übergegangen. Da es an trennscharfen Definitionen der Begriffe mangelt, werden sie häufig missverstanden, missbraucht und falsch interpretiert.¹¹⁴ Um für diese Arbeit ein klares Verständnis der drei genannten Begriffe sowie ihrer Gemeinsamkeiten und Unterschieden zu schaffen, werden sie nachfolgend erläutert und voneinander abgegrenzt.

3.3.1 Distributed Ledger Technology

Das theoretische Konzept der Distributed Ledger Technologie wurde 1982 von Lamport et al. als eine Möglichkeit zur Lösung des *Byzantine Generals Problem* entwickelt und beschreibt, wie Computersysteme mit widersprüchlichen Informationen in einer *feindlichen Umgebung* umgehen.¹¹⁵ Eine feindliche Umgebung bezeichnet in diesem Kontext die Anwesenheit böswilliger Akteure innerhalb eines

¹¹³ Vgl. Wu et al. (2019), S. 22f.

¹¹⁴ Vgl. Rauchs et al. (2018), S. 7.

¹¹⁵ Vgl. Lamport et al. (1982).

Computersystems oder Netzwerks, welche das System untergraben, indem sie versuchen es auf eine nicht vorgesehene Weise zu nutzen.¹¹⁶

Im Wesentlichen ist ein DLT-Netzwerk ein Mehrparteiensystem, in dem die Teilnehmer eine Übereinkunft über einen Satz gemeinsamer Daten und deren Gültigkeit erreichen, ohne dass ein zentraler Koordinator erforderlich ist. Was DLT-Systeme von traditionellen verteilten Datenbanken unterscheidet, ist die Fähigkeit, die Datenintegrität des Systems in einer feindlichen Umgebung aufrechtzuerhalten.

Da keine formale Definition des DLT-Begriffes existiert, wird er in der Literatur häufig über seine spezifischen Eigenschaften definiert. Für die vorliegende Thesis wird die Definition von Rauchs et al. herangezogen, welche DLT mit den folgenden fünf Merkmalen beschreibt:¹¹⁷

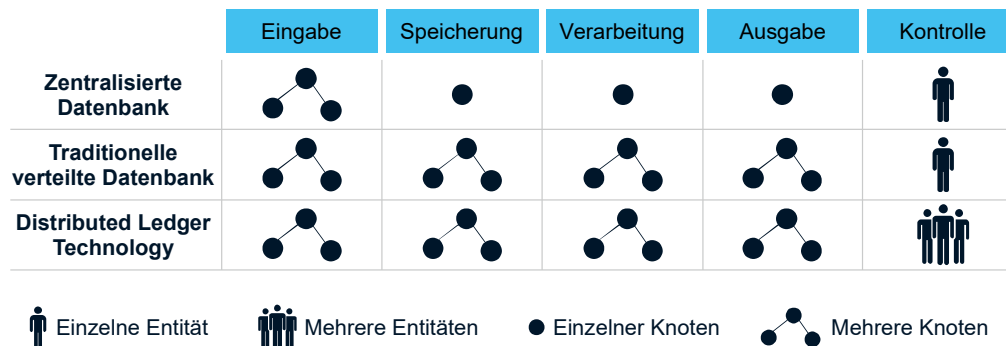
- DLT ist ein System verteilter, elektronischer Aufzeichnungen.
- Es erlaubt einer Gruppe unabhängiger Netzwerkteilnehmer einen Konsens über die Reihenfolge kryptografisch validierter Transaktionen zu erzielen.
- Die Aufzeichnungen der Transaktionshistorie werden durch die Replikation der Daten über mehrere Knoten hinweg beständig gemacht.
- Durch die Verknüpfung mit kryptografischen Hashes wird eine Manipulationssicherheit der Daten erzielt.
- Das gemeinsame Ergebnis des Abgleichs- und Konsensprozesses dient als die für das Netzwerk relevante Version dieser Aufzeichnungen und wird als Ledger bezeichnet.

DLT-Systeme können somit als *mehrparteiische Konsensmaschinen* angesehen werden, wodurch ihre enge Verwandtschaft mit Blockchain deutlich wird.¹¹⁸ Abbildung 11 zeigt einen Vergleich von DLT-Netzwerken mit zentralisierten sowie traditionellen verteilten Datenbanken.

¹¹⁶ Vgl. Rauchs et al. (2018), S. 22.

¹¹⁷ Vgl. ebenda, S. 24.

¹¹⁸ Vgl. ebenda, S. 22.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Rauchs et al. (2018), S. 23

Abbildung 11: Vergleich von zentralisierten und verteilten Datenbanken

3.3.2 Blockchain

Blockchain-Technologie kann als spezifische Untergruppe des breiteren DLT-Universums betrachtet werden.¹¹⁹ Wie DLT ist auch die Blockchain eine dezentral verteilte Datenbanktechnologie und beruht auf kryptographischen Prinzipien.¹²⁰ Der zentrale Unterschied ist, dass sie eine spezielle Datenstruktur verwendet, die aus einer Kette von hash-verknüpften Datenblöcken besteht.¹²¹

Das Konzept der Blockchain geht auf die Forschung im Bereich der Kryptografie in den frühen 1990er Jahren zurück. Die Autoren Haber & Stornetta sowie Bayer et al. untersuchten dafür die Nutzung einer kryptografisch verknüpften Kette von Datenblöcken, um digitale Informationen in verteilten Systemen effizient und sicher mit Zeitstempeln zu versehen.^{122,123}

Trotz dieser frühen Erforschung fand das Konzept der Blockchain wenig Beachtung, da es keine konkreten Anwendungsfälle gab.¹²⁴ Erst das 2008 publizierte Whitepaper *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* sowie die darin beschriebene Nutzung der Technologie als Grundlage für das Bitcoin-Protokoll verhalfen ihr zu mehr Aufmerksamkeit.¹²⁵ Obwohl es mittlerweile eine Vielzahl von

¹¹⁹ Vgl. Rauchs et al. (2018), S. 15.

¹²⁰ Vgl. Hein et al. (2019), S. 5.

¹²¹ Vgl. Rauchs et al. (2018), S. 15.

¹²² Vgl. Haber/ Stornetta (1991).

¹²³ Vgl. Bayer et al. (1993).

¹²⁴ Vgl. Rauchs et al. (2018), S. 15.

¹²⁵ Vgl. Nakamoto (2008). Online: <https://bitcoin.org> (Stand 16.03.2024).

Blockchain-Protokollen gibt, markiert das Bitcoin-Whitepaper den Ursprung der Technologie und stellt bis heute ihren bedeutendsten Anwendungsfall dar.

Genau wie DLT wird auch Blockchain in der Literatur häufig über ihre technologischen Merkmale definiert. Um sich einer formalen Definition anzunähern, werden im Zuge dieser theoretischen Einführung die folgenden sechs Merkmale für Blockchain-Systeme festgelegt:

- Blockchain ist eine verteilte Datenbanktechnologie, in der Einträge in Form von Blöcken gruppiert werden.¹²⁶
- Blöcke werden in chronologischer Reihenfolge durch die Anwendung kryptographischer Prinzipien miteinander verknüpft.¹²⁷
- Jeder Block enthält Aufzeichnungen valider Netzwerkaktivität in Form von Transaktionen, welche Daten oder digitale Wertmarken enthalten.¹²⁸
- Es findet eine direkte Verbindung und Synchronisation der Knoten untereinander statt, ohne eine zentrale Instanz zur Koordination.¹²⁹
- Jeder Knoten speichert eine Kopie der Blockchain in Form des Ledgers, so dass der Ausfall einzelner Knoten keinen Datenverlust verursacht.¹³⁰
- Netzteilnehmer stellen Hardware-Ressourcen zur Verfügung, um mit Hilfe von Konsensmechanismen eine Verifikation des Systemstatus zu ermöglichen.¹³¹

Beim Vergleich der Definitionen von DLT und Blockchain wird deutlich, dass diese sich zu großen Teilen überschneiden. Eine zentrale Unterscheidung ist die Tatsache, dass die Aufzeichnung von Daten in DLT-Systemen kontinuierlich, anstatt in Blöcken wie bei der Blockchain stattfindet.¹³² Weiterhin kann der Konsensmechanismus, mittels dessen die Knoten den Systemstatus koordinieren, als die grundlegende Innovation von Blockchain-Systemen gegenüber DLT-Systemen angesehen werden.¹³³

¹²⁶ Vgl. Walport (2015). Online: <https://assets.publishing.service.gov.uk> (Stand 31.05.2024).

¹²⁷ Vgl. ebenda.

¹²⁸ Vgl. Hein et al. (2019), S. 6.

¹²⁹ Vgl. Schoder/ Fischbach (2002), S. 587.

¹³⁰ Vgl. Schlatt et al. (2016), S. 7.

¹³¹ Vgl. Schollmeier (2002).

¹³² Vgl. Walport (2015). Online: <https://assets.publishing.service.gov.uk> (Stand 31.05.2024).

¹³³ Vgl. Bogart, S. and Rice, K. (2015). Online: <https://needham.bluematrix.com> (Stand 31.05.2024).

3.3.3 Kryptowährungen und Bitcoin

Obwohl sich die Blockchain-Technologie als vielversprechende Lösung in vielen Branchen etabliert hat, stellen Kryptowährungen ihren ersten und bis heute bekanntesten Anwendungsfall dar.¹³⁴ Nachfolgend wird die Entstehungsgeschichte und Funktionsweise von Kryptowährungen am Beispiel der bekanntesten digitalen Währung, Bitcoin, erläutert und eine Abgrenzung zum Blockchain-Begriff vorgenommen.

Kryptowährungen sind „Ausprägungen virtueller Währungen, die kryptografische Techniken für die sichere Autorisierung und Verifizierung von Transaktionen einsetzen und deshalb ohne zentrale Gegenpartei zur Abwicklung auskommen.“¹³⁵ In den letzten Jahren ist die Anzahl verfügbarer Kryptowährungen rapide angestiegen und liegt mittlerweile bei über 8.000 (Stand: April 2024).¹³⁶ Viele etablierte Institutionen und Experten des traditionellen Finanzsystems, wie die amerikanische Investmentbank *Goldman Sachs*, kritisieren die Verbreitung von digitalen Währungen, da sie überwiegend als spekulative Wertanlage genutzt würden und zahlreiche Risiken bestünden.^{137,138}

Trotz dieser Bedenken konnten Kryptowährungen eine Marktkapitalisierung von mehr als 2,5 Billionen US-Dollar erreichen.¹³⁹ Aufgrund seines *First-Mover-Vorteils* nimmt Bitcoin mit über 1,3 Billionen US-Dollar immer noch über die Hälfte der Gesamtkapitalisierung des Marktes für Kryptowährungen ein und gilt als der relevanteste Vertreter der Branche.¹⁴⁰

Bitcoin entstand aus dem Bestreben von Mitgliedern der *Cypherpunk-Bewegung*, eine digitale Währung, ohne die Notwendigkeit einer zentralen Vermittlungsinstanz zu entwickeln.¹⁴¹ Seine erste Erwähnung fand im Bitcoin-Whitepaper statt, welches vom bis heute unbekannten Autor *Satoshi Nakamoto* verfasst wurde.¹⁴²

Das Dokument erläutert die technischen Grundlagen der Kryptowährung sowie die zugrunde liegende Blockchain-Technologie. Nakamotos Überlegungen sahen ein

¹³⁴ Vgl. Wiefeling et al. (2017), S. 482.

¹³⁵ Fiedler et al. (2018), S. 752.

¹³⁶ Vgl. Statista Research Department (2024). Online: <https://de.statista.com> (Stand 31.05.2024).

¹³⁷ Vgl. Fiedler et al. (2018), S. 754.

¹³⁸ Vgl. Tobias Zander (2024). Online: <https://www.btc-echo.de> (Stand 31.05.2024).

¹³⁹ Vgl. Coinmarketcap (2024). Online: <https://coinmarketcap.com> (Stand 31.05.2024).

¹⁴⁰ Vgl. ebenda.

¹⁴¹ Vgl. Maihofer (2023). Online: <https://www.btc-echo.de> (Stand 16.03.2024).

¹⁴² Vgl. Nakamoto (2008). Online: <https://bitcoin.org> (Stand 16.03.2024).

Zahlungssystem vor, welches auf Kryptografie anstelle von Vertrauen basiert. Dadurch wird es zwei Parteien ermöglicht, direkt miteinander zu handeln, ohne dass es den Bedarf einer vertrauenswürdigen dritten Partei in Form von Banken gibt. Obwohl die Cypherpunks fast 30 Jahre an einer derartigen Technologie gearbeitet hatten, existierte bis zur Veröffentlichung des Bitcoin-Whitepapers keine digitale Währung, welche die Probleme der doppelten Ausgabe von Währungseinheiten (*Double Spending*) sowie des *byzantinischen Fehlers* lösen konnte.¹⁴³

Obwohl seit der Erfindung von Bitcoin viele neue Blockchain-Protokolle und weiterführende Anwendungsfelder der Technologie geschaffen wurden, markiert Nakamotos Whitepaper den Ursprung dieser Entwicklung. Das Bitcoin-Protokoll läuft trotz zahlreicher Kritik seit über 15 Jahren stabil und wurde weder gehackt noch anderweitig kompromittiert. Es kann somit als konzeptioneller Beweis für die Anwendbarkeit und Widerstandsfähigkeit der Blockchain-Technologie gesehen werden.¹⁴⁴

3.3.4 Abgrenzung

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Begriffe Distributed Ledger Technology, Blockchain und Kryptowährung über ihre spezifischen Eigenschaften definiert.

Es wurde deutlich, dass DLT-Systeme als mehrparteiische Konsensmaschinen fungieren, die eine Übereinkunft über gemeinsame Daten ohne zentrale Autorität ermöglichen. Blockchain-Technologie, eine spezifische Untergruppe der DLT, zeichnet sich durch ihre besondere Datenstruktur aus, in der Transaktionen in einer Kette von hash-verknüpften Blöcken organisiert werden.

Weiterhin wurde erarbeitet, dass Kryptowährungen, obwohl sie der bekannteste Anwendungsfall der Blockchain-Technologie sind, nur einen Teilbereich der möglichen Einsatzgebiete darstellen. Insbesondere Bitcoin hat durch seine Stabilität und Wertentwicklung die Grundlage für die Verbreitung und Weiterentwicklung des Technologiesegments gelegt.

Es ist für das Verständnis dieser Arbeit wichtig, zwischen den technologischen Anwendungen der Blockchain in der Industrie und dem SCM sowie ihrer Nutzung als

¹⁴³ Vgl. Swan (2015), S. 2.

¹⁴⁴ Vgl. Schlatt et al. (2016), S. 40.

Basis für Kryptowährungen zu unterscheiden. Daher bezieht sich der Begriff *Blockchain* in dieser Thesis überwiegend auf die technologischen Anwendungsfelder und nicht auf die Funktion im Kontext von Bitcoin und anderen Kryptowährungen. Diese klare Abgrenzung ist notwendig, um eine Betrachtung und Analyse der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten im Supply Chain Management zu ermöglichen.¹⁴⁵

3.4 Konsensmechanismen und Anreizstrukturen

Konsensmechanismen und *Anreizstrukturen* sind Komponenten um die Stabilität, Sicherheit und Langlebigkeit von Blockchain-Systemen zu gewährleisten.¹⁴⁶ Der Konsensmechanismus umfasst die Regeln und Algorithmen, die verwendet werden, um Einigung unter den Knoten über den aktuellen Zustand der Datenbank zu erzielen. Ihr Ziel ist es, sicherzustellen, dass alle gültigen Transaktionen in der Blockchain, auf kohärente Weise aufgezeichnet werden und double spending unterbunden wird.¹⁴⁷ Zu den bekanntesten Konsensmechanismen gehören *Proof of Work* (PoW), *Proof of Stake* (PoS) und *Proof of Authority* (PoA).

Die Belohnungen für die Teilnahme an einem Blockchain-Netzwerk, werden als Anreizstrukturen bezeichnet. Sie ermutigen die Teilnehmer, stets im besten Interesse des Netzwerks zu handeln und schrecken gleichzeitig bössartige Akteure ab. *Blockbelohnungen* und *Transaktionsgebühren* sind die gängigsten Anreizmechanismen und werden an die Knoten ausgeschüttet, welche neue Blöcke erstellen oder Transaktionen validieren.¹⁴⁸

Bei Blockchains mit einem PoW-Konsensmechanismus werden die Netzwerkteilnehmer als *Miner* bezeichnet. Sie validieren Transaktionen und erstellen neue Blöcke, indem sie dem System ihre Rechenleistung zur Lösung eines kryptografischen Problems bereitstellen. Für die investierte Rechenleistung, Energie und Zeit werden Miner mit den Transaktionsgebühren für die in einem Block enthaltenen Transaktionen sowie eine bestimmte Anzahl neu generierter Transaktionsobjekte, der Blockbelohnung, entschädigt. Um die Sicherheit des Netzwerks aufrechtzuerhalten und die Rate der Blockerstellung zu regulieren, wird der Schwierigkeitsgrad des PoW-Mechanismus fortlaufend angepasst. Diese kontinuierliche Anpassung

¹⁴⁵ Vgl. Schlatt et al. (2016), S. 40.

¹⁴⁶ Vgl. Hein et al. (2019), S. 12ff.

¹⁴⁷ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 19.

¹⁴⁸ Vgl. Hein et al. (2019), S. 12ff.

stellt sicher, dass die durchschnittliche Zeit zwischen der Erstellung von Blöcken stabil bleibt, unabhängig von der im Netzwerk verfügbaren Rechenleistung.¹⁴⁹

PoW war der erste funktionierende Konsensmechanismus und hat damit eine wichtige Grundlage für die Umsetzung von Blockchain-Technologie geschaffen. Er wurde von Satoshi Nakamoto im Zuge des Bitcoin Whitepapers erfunden und fand im Bitcoin-Protokoll seine erste Anwendung.^{150,151} Aufgrund des hohen Energieverbrauchs und dem daraus resultierenden Widerspruch zu globalen Nachhaltigkeitszielen wird die Nutzung von Proof of Work jedoch zunehmend kritisiert.¹⁵²

Der PoS-Konsensmechanismus wurde als nachhaltigere Alternative zu PoW in Bezug auf den hohen Energieverbrauch entwickelt. Es gibt hier weder einen Mining-Prozess noch Blockbelohnungen und die Knoten werden als *Validatoren* bezeichnet. Die Wahrscheinlichkeit, einen neuen Block hinzuzufügen, hängt vom Anteil (*Stake*) der Transaktionsobjekte ab, den ein Validator hält. Je größer der Stake ist, desto größer ist die Chance, den nächsten Block zu validieren. Der Anreiz für die Netzwerkteilnehmer besteht deshalb bei PoS-Blockchains ausschließlich in den Transaktionsgebühren, welche sie durch die Validierung erhalten.^{153,154,155}

Für die *Ethereum-Blockchain* konnte der Stromverbrauch des Netzwerkes durch einen Umstieg von PoW auf PoS um mehr als 99% reduziert werden. Gleichzeitig ist der CO₂-Ausstoß von 11 Millionen Tonnen auf 870 Tonnen pro Jahr gefallen.¹⁵⁶

Der PoA-Konsensmechanismus basiert auf Autorität, also der Identität und dem Ruf, seiner Netzwerkteilnehmer. Diese werden wie bei PoS als Validatoren bezeichnet und übernehmen die Validierung von Transaktionen und Blöcken. Im Gegensatz zu PoW und PoS sind die Validatoren nicht anonym, sondern vorab genehmigte und vertrauenswürdige Teilnehmer. Die Validatoren nutzen ihre Autorität als Vertrauensgrundlage, wodurch PoA-Blockchains eine hohe Effizienz und Geschwindigkeit bei der Transaktionsverarbeitung erzielen.^{157,158}

¹⁴⁹ Vgl. Hein et al. (2019), S. 9ff.

¹⁵⁰ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 34.

¹⁵¹ Vgl. Nakamoto (2008). Online: <https://bitcoin.org> (Stand 16.03.2024).

¹⁵² Vgl. Schinckus (2020).

¹⁵³ Vgl. Li et al. (2020), S. 2ff.

¹⁵⁴ Vgl. Hellwig et al. (2020), S. 63.

¹⁵⁵ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 39.

¹⁵⁶ Vgl. Kannenberg (2023). Online: <https://www.heise.de> (Stand 01.06.2024).

¹⁵⁷ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 42.

¹⁵⁸ Vgl. Manolache et al. (2022), S. 580ff.

Proof of Authority ist besonders geeignet für private Netzwerke oder Konsortien, in denen die Teilnehmer einander kennen und ein grundlegendes Maß an Vertrauen besteht. Obwohl der Mechanismus eine gewisse Zentralisierung mit sich bringt und weniger Anonymität bietet, zeichnet er sich durch eine hohe Energieeffizienz und geringe Betriebskosten aus, was ihn zu einer sinnvollen Lösung für Unternehmensnetzwerke und Supply-Chain-Anwendungen macht.¹⁵⁹ Gleichzeitig liegt für den PoA-Konsensmechanismus ein Widerspruch zwischen Zentralisierung und dem Blockchain-Grundethos der Dezentralisierung und Demokratisierung vor, welcher im weiteren Verlauf dieser Arbeit ausführlich diskutiert wird. (Vgl. Kapitel 3.5).

Unter Abbildung 12 befindet sich ein qualitativer Vergleich der drei vorgestellten Konsensmechanismen.

Eigenschaft	PoW	PoS	PoA
Knotenteilnahme und -identifikation	offen	offen	zugangsbeschränkt
Energieaufwand	hoch	mittel	gering
Manipulationsaufwand	< 51% der Rechenleistung	< 51% des eingesetzten Kapitals	< 33% der Stimmrechte
Transaktionsgeschwindigkeit	gering	hoch	hoch
Skalierbarkeit des Netzwerks	hoch	hoch	gering
Beispiel	Bitcoin	Ethereum	Hyperledger Fabric

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bogensperger et al. (2018), S. 44

Abbildung 12: Qualitativer Vergleich gängiger Konsensmechanismen

¹⁵⁹ Vgl. ebenda, S. 582f.

3.5 Systematisierung von Blockchain-Systemen

Eine grundlegende Klassifizierung von Blockchain-Netzwerken erfolgt anhand der Möglichkeit der Netzwerkteilnahme sowie der Partizipation am Konsensmechanismus. Hinsichtlich der Möglichkeit der Netzwerkteilnahme wird zwischen öffentlichen (*public*) und nicht öffentlichen Netzwerken (*private*) unterschieden. Die Beteiligung am Konsensmechanismus, also an der Validierung von Blöcken, kann entweder erlaubnisfrei (*permissionless*) oder erlaubnispflichtig (*permissioned*) sein. Aus diesen beiden Kriterien ergeben sich vier Ausprägungsarten, welche in Abbildung 13 dargestellt sind.¹⁶⁰

	Permissionless	Permissioned
Public	Netzwerkteilnahme: Unbeschränkt Partizipation am Konsensmechanismus: Unbeschränkt	Netzwerkteilnahme: Unbeschränkt Partizipation am Konsensmechanismus: Beschränkt
Private	Netzwerkteilnahme: Beschränkt Partizipation am Konsensmechanismus: Unbeschränkt	Netzwerkteilnahme: Beschränkt Partizipation am Konsensmechanismus: Beschränkt

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bogensperger et al. (2018), S. 13

Abbildung 13: Ausprägungsarten von Blockchain-Systemen

Neben der genannten Klassifizierung kann das Rollen- und Rechtemanagement einer Blockchain individuell definiert werden. In der Praxis haben sich vier Ausprägungsarten etabliert, welche nachfolgend erläutert werden.¹⁶¹

Öffentliche Blockchains schränken die Teilnahme am Netzwerk nicht ein und sind üblicherweise permissionless. Somit gibt es keine Möglichkeit zum Ausschluss einzelner Knoten und jeder kann an Lese-, Schreib- und Verifizierungsoperationen

¹⁶⁰ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 45.

¹⁶¹ Vgl. ebenda, S. 13.

teilnehmen.¹⁶² Die Vernetzung untereinander erfolgt *Peer-to-Peer*, also ohne zentralen Server.¹⁶³ Ein Großteil der bekannten Kryptowährungen, wie Bitcoin oder Ethereum sind Beispiele für öffentliche Blockchains.¹⁶⁴

Bei *privaten Blockchains* ist der Ledger nicht öffentlich zugänglich und die Zugriffsrechte werden von einer oder mehrerer zentraler Instanzen kontrolliert. Die am Netzwerk teilnehmenden Parteien sind einander in der Regel bekannt, wodurch gegenseitiges Vertrauen entsteht.¹⁶⁵ Da private Blockchains meist permissioned sind, ist die Teilnahme an der Konsensbildung und der Transaktionsvalidierung eingeschränkt.¹⁶⁶ Private Blockchains werden in bestimmten Fällen von Unternehmen präferiert, weil der Zugang zu sensiblen Daten kontrolliert werden kann und eine hohe Anpassungsfähigkeit an die Bedürfnisse der Organisation herrscht. Als Beispiel kann *Hyperledger-Fabric* der *Linux Foundation* genannt werden (Vgl. Kapitel 4.3.1).¹⁶⁷

Bei der *Konsortial-Blockchain* handelt es sich um eine abgewandelte Form des privaten Typs, bei der ein Konsortium aus mehreren Organisationen die Transaktionsvalidierung vornimmt. Die Konsensfindung erfolgt gemeinschaftlich durch einen Mehrheitsentscheid, wodurch eine höhere Dezentralisierung als bei privaten Netzwerken erzielt wird. In der Praxis werden Konsortial-Blockchains wie *R3 Corda* für die Abwicklung von Transaktionen und Prozessen zwischen Unternehmen genutzt (Vgl. Kapitel 4.3.1).^{168,169}

Die *hybriden Blockchains* kombinieren Elemente öffentlicher und privater Systeme. Sie verfügen „über eine öffentliche und eine private Ebene, wobei mit der öffentlichen Ebene mehrere private Blockchains verbunden sein können.“¹⁷⁰ Somit erlauben sie Organisationen, den Zugriff auf bestimmte Daten zu kontrollieren, um ihre Privatsphäre zu wahren. Sie werden üblicherweise in stark regulierten Branchen wie dem Gesundheits- oder Bankwesen eingesetzt.¹⁷¹

¹⁶² Vgl. Hellwig et al. (2020), S. 18.

¹⁶³ Vgl. Adam (2020), S. 20.

¹⁶⁴ Vgl. Hellwig et al. (2020), S. 18.

¹⁶⁵ Vgl. ebenda.

¹⁶⁶ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 14.

¹⁶⁷ Vgl. Hellwig et al. (2020), S. 19.

¹⁶⁸ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 14.

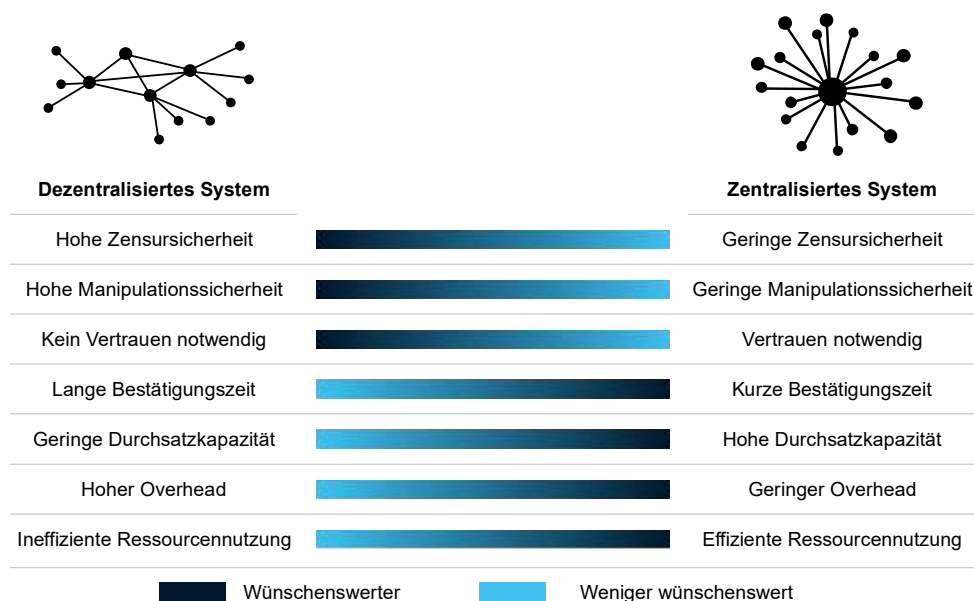
¹⁶⁹ Vgl. Corda (2024). Online: <https://corda.net> (Stand 17.04.2024).

¹⁷⁰ Bogensperger et al. (2018), S. 15.

¹⁷¹ Vgl. ebenda.

Wie bereits erläutert, stammt die Blockchain-Technologie aus dem Bitcoin-Protokoll und dem Bestreben, ein dezentrales Zahlungssystem, ohne die Notwendigkeit einer zentralen Vermittlungsinstanz zu entwickeln (Vgl. Kapitel 3.3.3). Deshalb gilt *Dezentralisierung* im DLT-Ökosystem bis heute als ein fundamentales Grundprinzip und wird dabei häufig als Selbstzweck und nicht als Mittel zum Zweck betrachtet. Einige Experten bezeichnen ausschließlich öffentliche und erlaubnisfreie Netzwerke als echte Blockchains, da diese das ursprüngliche Ethos der Technologie beibehalten. Jedoch ist bedingungslose Dezentralisierung mit vielen modernen Blockchain-Anwendungen schwer vereinbar, insbesondere wenn es um den Umgang mit sensiblen Unternehmens- oder Nutzerdaten geht.¹⁷²

Die Autoren Rauchs et al. vertreten die Auffassung, dass Dezentralisierung in DLT-Systemen nicht als binäre Eigenschaft, sondern als ein Spektrum angesehen werden sollte.¹⁷³ Abbildung 14 vergleicht zentrale und dezentrale Systemen anhand sieben relevanter Kriterien.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Rauchs et al. (2018), S. 16

Abbildung 14: Qualitativer Vergleich von zentralen und dezentralen Systemen

Aus der Abbildung geht hervor, dass bei der Wahl des Zentralisierungsgrades stets Kompromisse gemacht werden müssen. Die Wahl eines zentralisierten Systems

¹⁷² Vgl. Rauchs et al. (2018), S. 44ff.

¹⁷³ Vgl. ebenda, S. 44.

zur Priorisierung von geringen Validierungszeiten und hohen Transaktionsvolumen könnte sich negativ auf die Zensur- und Manipulationssicherheit auswirken. Ebenso kann die Wahl eines PoS-Konsensmechanismus anstatt Proof of Work zwar die Geschwindigkeit verbessern und den Energieverbrauch reduzieren, jedoch gleichzeitig die Anreize der Knoten beeinflussen und somit die Sicherheit und Manipulationsresistenz des Systems beeinträchtigen. Alternativ kann die Wahl eines öffentlichen und komplett dezentralen Systems die Sicherheit erhöhen sowie die Notwendigkeit von Vertrauen zwischen den Netzwerkteilnehmern reduzieren. Diese Vorteile gehen jedoch zulasten der Validierungsgeschwindigkeit und der maximalen Anzahl durchführbarer Transaktionen pro Sekunde.¹⁷⁴

Wie aus diesem Kapitel hervorgeht, können Blockchain-Netzwerke basierend auf der Möglichkeit der Netzwerkteilnahme und der Art der Partizipation am Konsensmechanismus klassifiziert werden. In der Praxis haben sich die vier Haupttypen der öffentlichen, privaten, konsortialen und hybriden Blockchains etabliert, von denen jeder spezifische Vorteile und Herausforderungen mit sich bringt. Während öffentliche Blockchains maximale Dezentralisierung und Transparenz bieten, erlauben private und konsortiale Blockchains bessere Kontroll- und Anpassungsmöglichkeiten. Die Entscheidung über den Dezentalisierungsgrad und die Wahl des Konsensmechanismus sollte deshalb auf einer gründlichen Analyse der spezifischen Anforderungen und Prioritäten des jeweiligen Anwendungsfalls basieren.

3.6 Technologische Innovationen der Blockchain-Technologie

Nachdem die Grundlagen von DLT und Blockchain-Technologie beschrieben wurden, soll nun ein Einblick in einige technologische Innovationen gegeben werden, welche für Anwendungen im Supply Chain Management relevant sind.

Smart Contracts sind ein integraler Bestandteil vieler Blockchain-Protokolle. Bei ihnen handelt es sich um automatisiert ausführbare Programme, welche in der Blockchain gespeichert werden und nicht von einer zentralen Instanz abhängig sind.¹⁷⁵ Smart Contracts können autonom feststellen, ob zuvor definierte Vertragsbedingungen erfüllt wurden und anschließend einen Vertrag selbständig ausfüh-

¹⁷⁴ Vgl. Rauchs et al. (2018), S. 46.

¹⁷⁵ Vgl. Hellwig et al. (2020), S. 75.

ren. Somit können Geschäftsprozesse, welche oft mit einem enormen bürokratischen Aufwand verbunden sind, vereinfacht oder sogar vollständig automatisiert werden.¹⁷⁶

Das Konzept wurde bereits 1996 durch *Nick Szabo* beschrieben und schließlich durch die Ethereum-Plattform erstmals realisiert.^{177,178} Smart Contracts ermöglichen die Anwendung und Optimierung von Blockchain-Lösungen in verschiedenen Branchen, wie dem Supply Chain Management sowie dem Immobilien- und Versicherungswesen.

Im Bereich der Finanzdienstleistungen haben Smart Contracts die Grundlage für *Decentralized Finance*, kurz *DeFi*, geschaffen. DeFi-Applikationen ermöglichen die automatisierte Abwicklung von Prozessen wie Kreditvergaben, Handelsverträgen und Versicherungen, ohne die Mitwirkung traditioneller Finanzintermediäre.¹⁷⁹ Eine verwandte Entwicklung sind *Central Bank Digital Currencies* (CBDC). Dabei handelt es sich um elektronisches Geld, das ähnlich wie Bargeld von einer Zentralbank ausgegeben wird und von Endnutzern in digitalen Bezahlvorgängen eingesetzt werden kann.¹⁸⁰ Mit der amerikanischen *FED*, sowie der europäischen *EZB* erforschen derzeit zwei der weltweit einflussreichsten Zentralbanken die Nutzung von digitalem Zentralbankengeld.^{181,182}

Decentralized Autonomous Organizations (DAO) repräsentieren einen weiteren innovativen Einsatz der Blockchain-Technologie. DAOs sind Organisationen deren organisatorische und operationelle Regeln mittels Smart Contracts definiert werden. Somit kann die Steuerung dezentral durch die Teilnehmer stattfinden, womit eine transparente und demokratische Entscheidungsfindung ohne zentrale Autorität ermöglicht wird.¹⁸³

Aufgrund der zunehmenden Anwendung von Blockchain-Technologie in realwirtschaftlichen Kontexten, in denen Einzelpersonen und Organisationen miteinander interagieren, haben sich digitale Identitäten zu einem Thema hoher Relevanz entwickelt. Ein *Decentralized Identifier* (DID) ist ein dezentraler digitaler Identifikator,

¹⁷⁶ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 45.

¹⁷⁷ Vgl. Szabo (1996).

¹⁷⁸ Vgl. Wood (2014). Online: <https://membres-ljk.imag.fr> (Stand 21.06.2024).

¹⁷⁹ Vgl. Harvey et al. (2021), S. 6.

¹⁸⁰ Vgl. Leucci (2024). Online: <https://www.edps.europa.eu> (Stand 04.06.2024).

¹⁸¹ Vgl. ebenda.

¹⁸² Vgl. Raskin/ Yermack (2016).

¹⁸³ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 52.

der eine Einzelperson, Organisation, abstrakte Entität oder IoT-Gerät eindeutig identifiziert. Im Gegensatz zu traditionellen Identifikatoren, die typischerweise eine zentrale Registrierungsbehörde erfordern, können DIDs ohne eine solche Autorität erstellt, kryptographisch verifiziert und in der Blockchain gespeichert werden. Das Prinzip wurde vom *World Wide Web Consortium (W3C)*, einem Gremium zur Standardisierung der Techniken im Internet, entwickelt.¹⁸⁴

Self-Sovereign Identity (SSI) baut auf der Architektur von DIDs auf und ist ein Konzept zur Selbstverwaltung von digitalen Identitäten mit Hilfe von Blockchain-Technologie. Es zielt darauf ab, Einzelpersonen die volle Souveränität über ihre digitalen Identitäten zu geben, ähnlich wie bei physischen Identitätsnachweisen. Dies bedeutet, dass Einzelpersonen ihre Identitätsdaten kontrollieren, verwalten und selbstbestimmt teilen können, ohne auf zentrale Behörden angewiesen zu sein.¹⁸⁵

Ein Vorreiter im Bereich der digitalen Identitäten für Unternehmen ist die *Global Legal Entity Identifier Foundation (GLEIF)*, eine supranationale gemeinnützige Organisation, die mit dem Auftrag der Identifikation von Rechtsträgern weltweit gegründet wurde. GLEIF hat mit dem *Verifiable Legal Entity Identifier (vLEI)* ein auf Kryptografie basierendes System für die dezentrale und automatisierte Validierung von Organisationsidentitäten entwickelt. Der vLEI erlaubt es Unternehmen, Berechtigungsnachweise an Mitarbeiter zu verteilen, womit diese ihre Zugehörigkeit zu einer Organisation nachweisen und im Auftrag dieser Transaktionen und Verträge abschließen können.^{186,187}

Zusammenfassend zeigen alle der genannten technologischen Innovationen deutlich auf, wie Blockchain-Technologie die Grundlage für mehr Sicherheit, Transparenz und Effizienz in den global vernetzten Lieferketten legen kann. Durch die fortlaufende Entwicklung und Integration von Lösungen wie Smart Contracts und digitalen Identitätskonzepten wie SSI und vLEI kann das Blockchain-Ökosystem eine Schlüsselrolle in der zukünftigen Orchestrierung und Optimierung von Supply Chain Prozessen spielen

¹⁸⁴ Vgl. World Wide Web Consortium (2022). Online: <https://www.w3.org> (Stand 05.06.2024).

¹⁸⁵ Vgl. Ahmed et al. (2022), S. 113440.

¹⁸⁶ Vgl. GLEIF (2024a). Online: <https://www.gleif.org> (Stand 05.06.2024).

¹⁸⁷ Vgl. GLEIF (2024b). Online: <https://www.gleif.org> (Stand 05.06.2024).

3.7 Wesentliche Merkmale von Blockchain-Technologie

Wie durch die bisherige theoretische Einführung deutlich wurde, stellt Blockchain einen innovativen Ansatz für die dezentrale Verwaltung von Daten und Informationen dar. Ihr Potenzial lässt sich anhand der vier zentralen Merkmale Dezentralität, Transparenz, Unveränderlichkeit und Sicherheit darstellen.

Dezentralität ist das erste wesentliche Merkmal von Blockchains. Im Gegensatz zu zentralisierten Systemen, bei denen eine zentrale Autorität die Kontrolle über die Daten und Transaktionen hat, wird bei einer verteilten Struktur auf eine Hierarchie verzichtet. Blockchain-Netzwerke ermöglichen somit die gleichberechtigte Teilnahme aller Knoten.¹⁸⁸ Dezentralität wird durch die Verwendung von Distributed Ledger Technology realisiert, welche sicherstellt, dass alle Teilnehmer Zugriff auf eine identische Kopie des Ledgers haben. Dies reduziert das Risiko eines zentralen Versagens und stärkt die Resilienz des Systems. Wie zuvor bereits erwähnt, sollte der spezifische Dezentralisierungsgrad eines Blockchain-Netzwerks als Spektrum betrachtet werden, das individuelle Anpassungen je nach Bedarf des Anwendungsfalls ermöglicht (Vgl. Kapitel 3.5).

Die Transparenz von Blockchain-Systemen ergibt sich aus der Verfügbarkeit der Transaktionshistorie für alle Netzwerkteilnehmer in einem Distributed Ledger. Alle Informationen werden dezentral über eine Vielzahl von teilnehmenden Parteien verteilt, anstatt in zentralen Datenbanken gespeichert zu werden.¹⁸⁹

Das dritte Merkmal von Blockchains ist die Unveränderlichkeit der gespeicherten Daten. Durch die Verkettung der Blöcke mittels kryptografischer Hashes wird jede Änderung an einem Block sofort in den nachfolgenden Blöcken sichtbar, was Manipulation vorbeugt (Vgl. Kapitel 3.2.1). Der dezentrale Aufbau des Netzwerkes unter der Verwendung von Konsensmechanismen und Anreizstrukturen stellt außerdem sicher, dass nur gültige Transaktionen in die Blockchain aufgenommen werden und Änderungen die Kontrolle über die Mehrheit des Netzwerks erfordern (Vgl. Kapitel 3.4).¹⁹⁰

Das Merkmal der Sicherheit wird durch die Kombination aus einem dezentralen Aufbau, Konsensmechanismen und kryptografischen Verschlüsselungsprinzipien

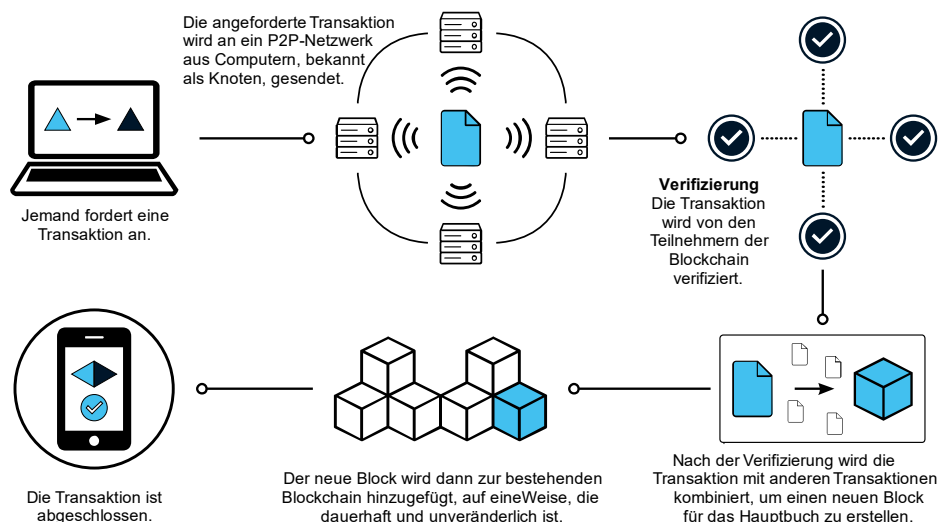
¹⁸⁸ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 9.

¹⁸⁹ Vgl. ebenda, S. 11.

¹⁹⁰ Vgl. ebenda.

erzielt. Die dezentrale Verteilung des Ledgers über ein Netzwerk von Knoten reduziert das Risiko zentraler Angriffspunkte. Selbst bei einer teilweisen Kompromittierung des Netzwerks bleiben die Daten auf den anderen Knoten sicher und unverändert.¹⁹¹ Konsensmechanismen stellen sicher, dass Netzwerkteilnehmer eine Übereinkunft über den aktuellen Zustand der Blockchain erzielen, bevor ein neuer Block hinzugefügt wird. Anreize wie Blockbelohnungen und Transaktionsgebühren motivieren die Teilnehmer, im besten Interesse des Netzwerks zu handeln (Vgl. Kapitel 3.4). Diese Mechanismen schützen vor betrügerischen Transaktionen, verhindern die doppelte Verwendung von Transaktionsobjekten und gewährleisten, dass nur gültige Blöcke zur Blockchain hinzugefügt werden. Die Verwendung von asymmetrischer Verschlüsselung und digitalen Signaturen sorgt dafür, dass Transaktionen authentifiziert und nicht von unbefugten Dritten manipuliert werden können (Vgl. Kapitel 3.2.3).

Die Kombination der vier beschriebenen Merkmale ermöglicht es, vertrauenswürdige, effiziente und sichere Systeme zu schaffen, die das Potenzial haben, traditionelle Geschäftsmodelle grundlegend zu verändern (Vgl. Abbildung 15). Durch den Einsatz von Konzepten wie Smart Contracts und digitalen Identitäten können Prozesse zunehmend automatisiert werden, wodurch vielversprechende Anwendungen im Supply Chain Management entstehen können.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Herweijer et al. (2018), S. 10

Abbildung 15: Funktionsweise einer Blockchain

¹⁹¹ Vgl. Bogensperger et al. (2018), S. 11.

4 Theoretischer Hintergrund zur Anwendung von Blockchain-Technologie in der Industrie und dem Supply Chain Management

Dieser theoretische Abschnitt beschäftigt sich mit der Relevanz der BC-Technologie für die Vierte Industriellen Revolution und das DSCM. Außerdem wird eine Einführung in das Segment der Enterprise-Blockchain gegeben, sowie eine kritische Analyse des aktuellen Adoptionsgrades der Technologie in Unternehmen vorgenommen. Somit kann dieses Kapitel als Bindeglied der beiden vorangegangenen Theoriekapitel gesehen werden und stellt gleichzeitig eine wichtige Grundlage für den anschließenden Forschungsprozess dar.

4.1 Blockchain als eine Schlüsseltechnologie der Vierten Industriellen Revolution

Durch die vorangegangenen Theorieabschnitte wurde deutlich, dass sich das Supply Chain Management durch die Globalisierung, die dynamischen Veränderungen in globalen Märkten sowie den hohen Vernetzungsgrad der Wirtschaft vor neuen Herausforderungen befindet (Vgl. Kapitel 2.4). Im Zuge der Vierten Industriellen Revolution haben Unternehmen ihre Lieferketten deshalb intelligent vernetzt, was zum Übergang vom traditionellen SCM zum DSCM geführt hat (Vgl. Kapitel 2.5). Die BC-Technologie kann für die Orchestrierung der Industrie 4.0 eine wichtige Schlüsseltechnologie darstellen, mit Hilfe derer Lieferketten noch resilienter, agiler sowie nachhaltiger werden.

In seiner 2018 veröffentlichten Publikation *Building Block(chain)s for a Better Planet* bezeichnet das World Economic Forum (WEF) die BC als eine Grundlagentechnologie für die vierte technologische Revolution, welche „viele existierende Prozesse in Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft zukünftig verändern könnte.“¹⁹²

Die Autoren erkannten im Supply Chain Management eines der wichtigsten Anwendungsfelder. So würden *see-through supply chains* (durchsichtige Lieferketten) ermöglichen, dass die vollständige Rückverfolgbarkeit von Produkten von der

¹⁹² Herweijer et al. (2018), S. 4.

Quelle bis zum Endverbraucher erreicht wird. Außerdem könnte ein dezentralisiertes und nachhaltiges Ressourcenmanagement die Informationsasymmetrien zwischen den Akteuren in Lieferketten beseitigen und mehr Transparenz schaffen. Mehr Nachhaltigkeit könnte in Lieferketten durch die Incentivierung von Zirkularität sowie die zunehmende Automatisierung von Transaktionen im Bereich der CO₂-Kompensation geschaffen werden.¹⁹³

Auch die Europäische Union hat in der BC bereits 2018 das Potenzial als eine mögliche Schlüsseltechnologie des nächsten Industriezeitalters vermutet. Die *#Blockchain4EU-Studie* kommt zu dem Ergebnis, dass die Technologie entscheidende Chancen bietet, indem sie jede digitalisierte Transaktion oder jeden digitalisierten Prozess aufzeichnet, sichert und überträgt, und somit potenziell große Teile der aktuellen industriellen Landschaft beeinflussen kann.¹⁹⁴

Ein 2023 veröffentlichter Fachdialog, welcher die BC-Strategie der deutschen Bundesregierung zusammenfasst, kommt zu folgenden Fazit:

„Die Blockchain-basierte Digitalisierung der nächsten Generation wird proaktive autonome Systeme hervorbringen. Dabei wird es sich um Maschinen und Algorithmen handeln, die noch bevor der Bedarf entsteht, autonom Prozesse initiieren und ausführen, um den zukünftigen Bedarf zu decken. Zu den ersten Anwendungsfeldern dieser autonomen Systeme werden „smart cities“ ebenso gehören wie optimierte Logistikketten, intelligente Energienetze, und dezentral organisierte Mobilitätskonzepte.“¹⁹⁵

Damit vertritt die deutsche Bundesregierung in Bezug auf die zukünftige Rolle von BC-Technologie für die Industrie eine ähnliche Auffassung wie das WEF und die EU.

Parallel zur Veröffentlichung der drei genannten Publikation haben zahlreiche Unternehmen und Organisationen die Technologie in ihre Lieferketten integriert und damit realwirtschaftliche Anwendungsfelder geschaffen. Welchen Adoptionsgrad Blockchain bis heute erzielen konnte, wird im folgenden Kapitel analysiert.

¹⁹³ Vgl. Herweijer et al. (2018), S. 5f.

¹⁹⁴ Vgl. Pólvara et al. (2018), S. 90.

¹⁹⁵ Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (2023), S. 11.

4.2 Derzeitiger Adoptionsgrad

Um einen Überblick über den derzeitigen Adoptionsgrad zu erlangen, werden in diesem Kapitel Studien und Berichte zur Verbreitung der Technologie in Deutschland, der DACH-Region, Europa sowie auf globaler Ebene beleuchtet. Aufgrund eines Mangels an spezifischen Untersuchungen für Implementierungen im Supply Chain Management, werden überwiegend branchenübergreifende Untersuchungen herangezogen. Alle nachfolgenden Ergebnisse sind zwischen den Jahren 2022 und 2024 entstanden und geben somit ein hochaktuelles Bild des Verbreitungsgrads wieder.

Eine Befragung von 653 deutschen Unternehmen des Bitkom kommt zu dem Ergebnis, dass derzeit 21% die BC-Technologie einsetzen oder sich in der Implementierungsphase für ein BC-Projekt befinden.¹⁹⁶

Eine weitere Perspektive auf den deutschen Markt gibt eine Studie von W3NOW. Dabei handelt es sich um ein Gemeinschaftsprojekt vom *Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz* (BMWK) und dem *Hanseatic Blockchain Institute*, mit dem Ziel, die Durchdringung der BC-Technologie in der deutschen Wirtschaft zu untersuchen. Der Bericht beschreibt eine zunehmende Implementierung der Technologie in verschiedenen Sektoren, wie Finanzdienstleistungen, Digitale Identitäten und Marketing.¹⁹⁷ Im Supply Chain Management beträgt die tatsächliche Nutzung derzeit 12%, was darauf hindeutet, „dass trotz des erkennbaren Potenzials und Interesses eine Herausforderung in der Umsetzung in die reale Wirtschaft besteht.“¹⁹⁸ Die Untersuchung zeigt außerdem, „dass die Konzeptualisierung und Beratung zwar voranschreiten, die praktische Anwendung aber noch hinter den Erwartungen zurückbleibt, was zukünftige Umsetzungsbemühungen erforderlich macht.“¹⁹⁹

Eine umfassende Untersuchung von Unternehmen in der DACH-Region des *Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung* kommt zu dem Ergebnis, dass BC immer noch als Nischentechnologie wahrgenommen wird und nur 0,88% der untersuchten Unternehmen sie derzeit einsetzen.²⁰⁰

¹⁹⁶ Vgl. BITKOM (2023). Online: <https://www.bitkom.org> (Stand 21.06.2024).

¹⁹⁷ Vgl. Hanseatic Blockchain Institute (2024). Online: <https://www.w3now.de> (Stand 03.06.2024).

¹⁹⁸ Ebenda.

¹⁹⁹ Ebenda.

²⁰⁰ Vgl. Gschnaidtner et al. (2024), S. 31f.

Auf europäischer Ebene hat das *EU Blockchain Observatory and Forum* die Adoption der Technologie in 32 europäischen Ländern sowie Liechtenstein, Norwegen, der Schweiz, Großbritannien und der Ukraine untersucht. Zusammenfassend spiegelt der Bericht eine Führungsrolle der EU im BC-Segment wider, womit sie zukünftig ein wichtiger Bestandteil der digitalen Wirtschaftsstrategie werden könnte. Der Markt ist von zunehmender technologischer Reife, strategischen Regulierungsinitiativen sowie einem dynamischen Wachstum gekennzeichnet.²⁰¹ Laut der Studie verfügt der deutsche Markt über ein aktives BC-Ökosystem, welches von robusten Regulierungen, innovativen Start-Ups, spezialisierten Abschlüssen und Ausbildungsprogrammen an Universitäten sowie einem Engagement im Bereich der Forschung und Technologieentwicklung geprägt ist.²⁰²

Laut eines systematischen Reviews der Autoren AlShamsi et al. zur globalen Verbreitung von BC-Technologie, findet sie in vielen Wirtschaftssektoren bisher kaum Einsatz. Das SCM sei jedoch einer der wenigen Bereiche, in denen bereits realwirtschaftliche Anwendungen verzeichnet werden könnten.²⁰³

Eine Dissertation des Autoren Hackius, welche die Verbreitung der BC spezifisch im Supply Chain Management untersucht, kommt zu dem Ergebnis, dass sich diese derzeit noch in einem sehr frühen Stadium befindet. Es gäbe zwar erhebliche Potenziale sowie ein großes Interesse seitens der Industrie, jedoch entwickeln sich realwirtschaftliche Anwendungen und Ökosysteme aufgrund erheblicher Herausforderungen nur langsam.²⁰⁴

Die Betrachtung der vorliegenden Untersuchungen verdeutlicht, dass BC anerkanntes Potenzial aufweist und wachsendes Interesse von Unternehmen auf nationaler sowie internationaler Ebene hervorruft. Derzeit befindet sich der Adoptionsgrad jedoch noch in einem frühen Stadium, weshalb die Technologie als Nischenanwendung klassifiziert werden kann. Vor Allem im SCM, müssen erhebliche praktische und technologische Hürden überwunden werden, bevor eine breitere Anwendbarkeit realisiert werden kann.

²⁰¹ Vgl. Giaglis et al. (2024), S. 7.

²⁰² Vgl. ebenda, S. 8f.

²⁰³ Vgl. AlShamsi et al. (2022), S. 12f.

²⁰⁴ Vgl. Hackius (2022), S. 153ff.

Trotz eines Mangels an Adoption hat sich für die Anwendung von BC-Technologie in Unternehmen ein weitreichendes Ökosystem etabliert, welches nachfolgend dargestellt wird.

4.3 Enterprise-Blockchain

Der Begriff *Enterprise-Blockchain* bezeichnet die Anwendung von BC-Technologie in Unternehmenskontexten.²⁰⁵ Aufgrund der Neuheit und hohen Komplexität der Technologie verfügen viele Unternehmen nicht über das notwendige Fachwissen, um eigene BC-basierte Netzwerke zu entwickeln. Als Antwort auf den steigenden Bedarf nach maßgeschneiderten Lösungen bieten spezialisierte Stiftungen, Technologieanbieter und Beratungsunternehmen den Firmen die Möglichkeit, umfassende Unterstützung und Dienstleistungen zu erhalten. Diese Unterstützung kann in Form der Vernetzung mit anderen interessierten Parteien, Beratungsdienstleistungen oder der Bereitstellung von *Blockchain-as-a-Service* (BaaS) stattfinden. Mit BaaS ermöglichen die Anbieter ihren Kunden BC-Netzwerke zu erstellen, zu hosten und zu verwalten, ohne dass diese eine zugrunde liegende Infrastruktur selbst aufbauen und verwalten müssen.²⁰⁶ Einige relevante Organisationen im BC-Ökosystem werden nachfolgend vorgestellt.

4.3.1 Plattformen

Ethereum ist eine dezentrale und quelloffene BC-Plattform, welche die Nutzung von Smart Contracts zur Entwicklung dezentrale Anwendungen ermöglicht und Ether (Eth) als Transaktionsobjekt verwendet. Ethereum hat durch technische Innovationen und die Förderung einer aktiven Entwicklercommunity maßgeblich zur Popularisierung und Weiterentwicklung der BC-Technologie beigetragen. Das Projekt hat somit den Weg für eine Vielzahl von dezentralen Anwendungen und neuen Geschäftsmodellen geebnet.²⁰⁷

Innerhalb des Ethereum-Ökosystems sind Organisationen wie die *Ethereum Foundation* (EF), die *Enterprise Ethereum Alliance* (EEA) sowie die *Ethereum Climate*

²⁰⁵ Vgl. Deloitte (2024b). Online: <https://www2.deloitte.com> (Stand 10.06.2024).

²⁰⁶ Vgl. Cointelegraph (2024). Online: <https://cointelegraph.com> (Stand 11.06.2024).

²⁰⁷ Vgl. Ethereum Foundation (2024). Online: <https://ethereum.foundation> (Stand 10.06.2024).

Platform (ECP) entstanden, welche die Technologie unterstützen und weiterentwickeln.

Die Ethereum Foundation ist eine gemeinnützige Organisation, welche die Entwicklung und Förderung von Ethereum unterstützt, insbesondere durch die Finanzierung von Forschungsprojekten und die Stärkung der Community.²⁰⁸

Die Enterprise Ethereum Alliance ist ein Zusammenschluss von Unternehmen, der darauf abzielt, die Anwendung von Ethereum in der Industrie zu fördern, indem Standards entwickelt werden. Sie arbeitet daran, führende Unternehmen zusammenzubringen, um die Interoperabilität und Skalierbarkeit von Ethereum zu verbessern und dessen Einsatz in verschiedenen Branchen zu unterstützen.²⁰⁹

Die Ethereum Climate Platform ist eine Initiative zur Reduzierung der Umweltauswirkungen von Ethereum und anderen BC-Technologien. Sie entwickelt und implementiert Strategien zur Senkung des Energieverbrauchs und fördert nachhaltige Praktiken innerhalb des Ethereum-Ökosystems durch Kooperationen mit Wissenschaftlern, Entwicklern und Umweltorganisationen.²¹⁰

Zusammen leisten die drei genannten Organisationen einen wichtigen Beitrag, um Ethereum technologisch zu verbessern und das Ökosystems mit Hilfe von strategischen Initiativen und Partnerschaften zu erweitern.

Die *Hyperledger-Foundation* ist eine Open Source Platform, welche von der Linux Foundation verwaltet wird. Ihre Mitglieder entwickeln seit der Gründung im Jahr 2015 ein quelloffenes Ökosystem für Enterprise-Blockchain Lösungen, womit sich die Organisation als ein wichtiger Partner vieler führender Unternehmen in diesem Segment etabliert hat.²¹¹ Mit *Hyperledger Fabric* hat die Stiftung ein Protokoll für private Blockchains entwickelt, welches eine modulare Architektur aufweist und Smart Contracts nutzt.²¹² Fabric wird aufgrund seiner modularen Architektur und hohen Anpassungsfähigkeit außerdem als Framework für viele BaaS-Lösungen genutzt. Da die Adoption von BC im SCM stetig zunimmt, hat sich innerhalb der Hyperledger-Foundation eine Supply Chain Interessengruppe gebildet, die regelmäßig über neue Anwendungsfälle berichtet.²¹³

²⁰⁸ Vgl. Ethereum.org (2024). Online: <https://ethereum.org> (Stand 10.06.2024).

²⁰⁹ Vgl. Enterprise Ethereum Alliance (2024). Online: <https://entethalliance.org> (Stand 10.06.2024).

²¹⁰ Vgl. Ethereum Climate Alliance (2024). Online: <https://ethereumclimate.com> (Stand 10.06.2024).

²¹¹ Vgl. Hyperledger Foundation (2024a). Online: <https://www.hyperledger.org> (Stand 07.06.2024).

²¹² Vgl. Hyperledger Foundation (2024b). Online: <https://www.hyperledger.org> (Stand 07.06.2024).

²¹³ Vgl. Klein et al. (2023). Online: <https://www.hyperledger.org> (Stand 19.04.2024).

Eine weitere wichtige Institution für Enterprise-Blockchain ist *R3*. Das Unternehmen wurde im Jahr 2014 als ein Konsortium von Banken gegründet, mit dem Ziel der Anwendung von BC-Lösungen im Finanzsektor. Mit *Corda* hat das Unternehmen eine Plattform für den Betrieb von privaten BC-Netzwerken mit einem hohen Fokus auf Sicherheit und Privatsphäre entwickelt.²¹⁴ Im SCM wird Corda eingesetzt, um die Inventar- und Produktverfolgungssysteme aller Lieferkettenteilnehmer zu verbinden und ihre Beschaffungs- und Zahlungsvorgänge zu automatisieren.²¹⁵

Ethereum, Hyperledger und R3 sind wichtige Plattformen im Bereich der Enterprise-Blockchain. Während sich die Hyperledger-Foundation und das R3-Konsortium überwiegend auf die Entwicklung von privaten und erlaubnispflichtigen Netzwerken fokussiert, ist Ethereum eine der bekanntesten öffentlichen und erlaubnisfreien Plattformen (Vgl. Kapitel 3.5).

4.3.2 Technologieanbieter

Technologieanbieter wie *Amazon Web Services (AWS)* und *IBM* bieten Enterprise-Blockchain Lösungen an, welche meist auf einer der zuvor genannten Plattformen aufbauen.

AWS ist ein US-amerikanischer Cloud-Computing-Anbieter und ein Tochterunternehmen des Online-Versandhändlers *Amazon*. AWS bietet seinen Kunden mit der *Amazon Managed Blockchain* eine Lösung zur Optimierung von Lieferketten durch Track & Trace an, welche direkt in die eigene Cloud-Infrastruktur integriert ist. Neben der automatisierten und manipulationssicheren Dokumentation aller Transaktionen unterstützt der Service auch die Integration von IoT-Geräten und bietet die Wahl zwischen verschiedenen Frameworks wie Hyperledger Fabric oder Ethereum.²¹⁶

Das amerikanische IT-Unternehmen *IBM* bietet umfassende Enterprise-Blockchain Lösungen an. Mit der *IBM Blockchain Platform* können Unternehmen die Nachverfolgbarkeit und Echtheit von Produkten gewährleisten, indem sie Smart Contracts nutzen.²¹⁷ IBM spielt als eines der Gründungsmitglieder außerdem eine zentrale Rolle in der Hyperledger-Community und verwendet das technische

²¹⁴ Vgl. R3 (2024). Online: <https://r3.com> (Stand 10.06.2024).

²¹⁵ Vgl. R3 (2020). Online: <https://cognizium.io> (Stand 10.06.2024).

²¹⁶ Vgl. Amazon Web Services (2024). Online: <https://aws.amazon.com> (Stand 07.06.2024).

²¹⁷ Vgl. IBM (2024a). Online: <https://www.ibm.com> (Stand 07.06.2024).

Grundgerüst von Hyperledger Fabric für seine IBM Blockchain Plattform, die als BaaS-Lösung angeboten wird.²¹⁸

Aufgrund seiner langen Historie im Blockchain-Ökosystem ist IBM an zahlreichen namenhaften Projekten beteiligt.

Ein Beispiel ist *TradeLens*, eine zusammen mit der weltweit größten Containerschiff-Reederei *Maersk* entwickelte digitale Supply Chain Lösung, die auf Hyperledger Fabric basiert. Ziel des Projekts war die Optimierung der globalen Schifffahrt durch die Bereitstellung von Versanddaten, Frachtinformationen, Handelsdokumenten, Sensormessungen und Zolldokumenten auf einer zentralen Plattform, womit diese jederzeit von allen Beteiligten eingesehen werden konnten. Trotz des Potenzials von TradeLens wurde das Projekt im Dezember 2022 eingestellt.²¹⁹

Mit dem *IBM Food Trust* hat das Unternehmen ein kollaboratives Netzwerk von Erzeugern, Verarbeitern, Großhändlern, Distributoren, Herstellern und Einzelhändlern in der Nahrungsmittellieferkette geschaffen, welche die Transparenz und Nachvollziehbarkeit in dieser verbessern soll.²²⁰

Zusätzlich zu AWS und IBM bieten auch das amerikanische Technologieunternehmen *Oracle* sowie der größte deutsche Softwarekonzern *SAP* eigenen auf Lieferketten spezialisierte BaaS-Lösungen an.^{221,222}

4.3.3 Beratungsunternehmen

Neben den Technologieunternehmen bieten zahlreiche namenhafte Beratungsunternehmen Knowhow und BaaS-Dienstleistungen an. Als *Big 4* werden die vier weltweit größten Wirtschaftsprüfungsgesellschaften *Deloitte*, *PwC*, *Ernst & Young* (EY) und *KPMG* bezeichnet, welche auch in den Bereichen Unternehmens- und Technologieberatung vertreten sind.

Deloitte unterstützt seine Kunden durch sein *Blockchain Institute* mit Expertise zur Technologie und bietet mit der *Deloitte TrustChain* eine individuelle Lösung zum Datenaustausch zwischen Unternehmen an.²²³ Mit der *Global Blockchain Survey*

²¹⁸ Vgl. IBM (2023). Online: <https://www.ibm.com> (Stand 11.06.2024).

²¹⁹ Vgl. A.P. Moller (2022). Online: <https://www.maersk.com> (Stand 11.06.2024).

²²⁰ Vgl. IBM (2024b). Online: <https://www.ibm.com> (Stand 07.06.2024).

²²¹ Vgl. Oracle (2024). Online: <https://www.oracle.com> (Stand 07.06.2024).

²²² Vgl. SAP (2024). Online: <https://www.sap.com> (Stand 07.06.2024).

²²³ Vgl. Deloitte (2024a). Online: <https://www2.deloitte.com> (Stand 10.06.2024).

führt das Unternehmen außerdem eine jährliche Studie zum Stand von digitalen Vermögenswerten durch.²²⁴

PwC prognostiziert, dass Blockchain-Implementierung bis 2030 einen globalen Wertschöpfungsbeitrag von bis zu 1,76 Billionen US-Dollar generieren könnte. Um sich in diesem Segment strategisch zu positionieren hat das Beratungshaus mit *Smart Trace* eine modulare Lösung für die Rückverfolgung in Lieferketten entwickelt, welche es Unternehmen in Verbindung mit umfangreichen Beratungsdienstleistungen anbietet.²²⁵ PwC hat außerdem das WEF bei der Erstellung der einflussreichen Publikation *Building Block(chain)s for a Better Planet* unterstützt (Vgl. Kapitel 4.1).²²⁶

Mit *EY Ops Chain* hat auch EY eine BC-Lösung für Lieferketten entwickelt. Das Tool ermöglicht die Abwicklung des vollständigen Geschäftslebenszyklus von der Auftragsvergabe, Bestellung, Erfüllung, Rechnungsstellung bis hin zur Zahlungsabwicklung.²²⁷

KPMG hat im Gegensatz zu seinen Konkurrenten keine eigene BC-Plattform in seinem Technologieportfolio. Das Unternehmen bietet seinen Kunden jedoch mit der Entwicklung von BC-Strategien sowie der Konzeption und Umsetzung von Projekten umfangreiche Dienstleistungen in diesem Segment an.²²⁸

Auch das IT-Beratungsunternehmen Accenture unterstützt Unternehmen bei der Planung und Implementierung von BC-Projekten und nutzt dabei seine Partnerschaften zur Hyperledger-Stiftung, dem R3-Konsortium sowie der Enterprise Ethereum Alliance.²²⁹ Ein Fokusbereich des britischen Beratungsunternehmens ist die Umsetzung von nachhaltigen, zirkulären Lieferketten mit Hilfe von BC-Technologie.²³⁰

Die US-amerikanische *Boston Consulting Group* (BCG), ein Mitglied der drei größten und renommiertesten Unternehmensberatungen weltweit, ist ebenfalls im BC-Segment vertreten. Die Tochtergesellschaft *BCG Platinion* unterstützt Kundenprojekte mit Strategieplanung, der Durchführung von Workshops, Proof of

²²⁴ Vgl. Deloitte (2021). Online: <https://www2.deloitte.com> (Stand 10.06.2024).

²²⁵ Vgl. PwC (2024). Online: <https://www.pwc.de> (Stand 10.06.2024).

²²⁶ Vgl. Herweijer et al. (2018).

²²⁷ Vgl. Ernst & Young (2024). Online: <https://www.ey.com> (Stand 10.06.2024).

²²⁸ Vgl. KPMG (2024). Online: <https://karriere.kpmg.de> (Stand 10.06.2024).

²²⁹ Vgl. Accenture (2024a). Online: <https://www.accenture.com> (Stand 10.06.2024).

²³⁰ Vgl. Accenture (2024b). Online: <https://www.accenture.com> (Stand 10.06.2024).

Concept Entwicklung sowie der Kommerzialisierung von BC-Geschäftsmodellen.²³¹ In Partnerschaft mit dem *World Wide Fund For Nature* (WWF) hat *BCG X*, ein Technologiearm des Beratungsunternehmens, eine Plattform zur Überprüfung und Förderung nachhaltiger Produktion in Lieferketten entwickelt. Die so entstandene *OpenSC-Plattform* nutzt BC und KI, um transparente, überprüfbare Daten zu erzeugen. Somit können Lieferkettenteilnehmer ihre Nachhaltigkeitsziele erreichen und das Vertrauen von Konsumenten, Partnern und Regulierungsbehörden wird gestärkt.²³²

Trotz der Neuheit und hohen Komplexität der BC-Technologie existieren Organisationen, die umfassendes Fachwissen und maßgeschneiderte Lösungen im Bereich Enterprise-Blockchain bereitstellen. Die genannten Technologieanbieter und Beratungsunternehmen gehören zu den wirtschaftlich erfolgreichsten Unternehmen der Welt und verfügen über Geschäftsbeziehungen in vielen wichtigen Industriezweigen. Ihr Engagement sowie das Anbieten von Beratungskompetenz können eine wichtige Voraussetzung für die weitere Verbreitung von Enterprise-Blockchain sein. Zudem dürfte ihre Beteiligung einen bedeutenden Marketingeffekt für die Technologie haben, indem sie das Vertrauen und die Akzeptanz in verschiedenen Branchen stärkt.

²³¹ Vgl. Boston Consulting Group (2024a). Online: <https://www.bcg.com> (Stand 10.06.2024).

²³² Vgl. Boston Consulting Group (2024b). Online: <https://www.bcg.com> (Stand 10.06.2024).

5 Methodisches Vorgehen

In diesem Kapitel wird das methodische Vorgehen für die Beantwortung der Forschungsfragen vorgestellt. Dazu wird zunächst der Aufbau des Forschungsdesigns erklärt und dessen Auswahl begründet. Anschließend werden die Prozessschritte der Datenerhebung, -analyse und -auswertung beschrieben.

5.1 Aufbau und Begründung des Forschungsdesigns

Das Ziel des methodischen Vorgehens dieser Masterthesis war es, die Informationen zur Beantwortung der im Voraus definierten Forschungsfragen zu beschaffen und systematisch aufzubereiten. Die primäre Forschungsfrage lautet: *„Wie könnte die weitreichende Adoption von Blockchain-Technologie für das globale Supply Chain Management erreicht werden?“* Die folgenden drei untergeordneten Fragen wurden formuliert, welche strukturell durch die Arbeit führen:

1. Welches Potenzial bietet die Blockchain-Technologie zur Erreichung unternehmerischer Ziele im Supply Chain Management?
2. Welche Herausforderungen und Barrieren hindern die Adoption im Unternehmensumfeld?
3. Welche Maßnahmen können Unternehmen ergreifen, um die Adoption von Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management zu fördern?

Da die BC-Technologie im SCM ein relativ neues und wenig erforschtes Gebiet ist, wurde ein exploratives Forschungsdesign gewählt. Damit sollen tiefe Einblicke und ein besseres Verständnis der zugrunde liegenden Mechanismen, Potenziale und Barrieren gewonnen werden. Innerhalb des explorativen Forschungsdesigns wurden zwei Forschungsmethoden gewählt: eine Primärdatenerhebung mit Hilfe leitfadengestützter Experteninterviews sowie eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring.

Bei Experteninterviews handelt es sich um eine qualitative Forschungsmethode, bei der Personen befragt werden, die über spezielles Wissen oder umfassende Erfahrungen in einem bestimmten Fachgebiet verfügen. Sie dienen der ausführli-

chen Exploration thematisch neuer oder unübersichtlicher Felder und der Sammlung von Handlungs- und Erfahrungswissen.²³³ Im Zuge der für diese Thesis geführten Interviews wurden Daten erhoben, welche die individuellen, praxisnahen Perspektiven und Erfahrungen der Befragten im Bereich der BC und dem SCM widerspiegeln.

Die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring stellt eine systematische Methode zur Auswertung von qualitativen Daten dar und ermöglicht es, aussagekräftige Kategorien, Muster und Erkenntnisse aus den Interviews zu extrahieren.²³⁴ Mayring selbst definiert diese wie folgt: „Die qualitative Inhaltsanalyse zielt darauf ab, fixierte Kommunikation systematisch und regelgeleitet zu analysieren. Dabei wird auch ein theoriegeleiteter Ansatz verfolgt, um Rückschlüsse auf bestimmte Aspekte der Kommunikation zu ziehen.“²³⁵

Die Anwendung der beiden genannten Forschungsmethoden zur Durchführung der Experteninterviews sowie deren Analyse und Auswertung wird nachfolgend detailliert beschrieben. Unter Anhang A befindet sich eine grafische Darstellung des Forschungsprozesses.

5.2 Vorgehen zur Kenntnisgeneration

Für die Erhebung von Primärdaten wurden leitfadengestützte Experteninterviews geführt, welche mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring ausgewertet wurden. Das Vorgehen gliedert sich in die Expertenauswahl, die Datenerhebung sowie die Datenanalyse und -auswertung.

5.2.1 Verfahren der Expertenauswahl

In der Sozialforschung werden Experten als Personen definiert, die über ein umfassendes Wissen und tiefgehende Erfahrungen in einem bestimmten Fachgebiet verfügen. Diese Expertise kann sich aus formaler Bildung, beruflicher Praxis oder einer Kombination beider Aspekte ergeben.²³⁶

²³³ Vgl. Bogner et al. (2002), S. 37f.

²³⁴ Vgl. Bacher/ Horwath (2011).

²³⁵ Mayring (2022), S. 13.

²³⁶ Vgl. Bogner (2014) (2014), S. 9.

Die Vorauswahl der Experten für diese Thesis erfolgte mit Hilfe von *Purposeful Sampling*, welches im Deutschen als zielgerichtetes Auswahlverfahren bezeichnet wird. Bei diesem Verfahren wird versucht bereits im Voraus der Befragung Interviewpartner zu identifizieren, welche für die Beantwortung der Forschungsfragen besonders relevant sind.²³⁷ Um sicherzustellen, dass die Interviewpartner über fundierte Kenntnisse und Erfahrungen in den Bereichen der BC-Technologie und dem SCM verfügen, wurden die folgenden Kriterien für die Expertenauswahl angewendet:

- Mindestens zwei Jahre Berufserfahrung in einer Position mit Fokus auf DLT oder Blockchain sowie Erfahrungen im Supply Chain Management.
- Veröffentlichungen oder Vorträge zum Thema DLT oder Blockchain im Supply Chain Management.
- Aktive Beteiligung an Projekten zur Implementierung von Blockchain-Technologie in Lieferketten.

Ein weiteres Auswahlkriterium war die individuelle Branchenperspektive. Im Rahmen dieser Thesis wird angestrebt, Experten mit möglichst diversen Hintergründen und Sichtweisen zu befragen. Deshalb wurden potenzielle Interviewpartner aus den Bereichen Industrie, Blockchain-Entwicklung, Beratungsbranche, Forschung, Presse sowie Verbänden kontaktiert.

Durch die beschriebene Vorauswahl wurden 117 Experten identifiziert, welche mindestens eines der genannten Kriterien erfüllen. Diese wurden mit Hilfe des sozialen Netzwerks LinkedIn, per E-Mail oder über den Instant-Messaging-Dienst Slack kontaktiert. Von den 117 kontaktierten Personen erklärten sich achtzehn zu Interviews bereit.

Eine Übersicht über die Anzahl der Anfragen und Zusagen, kategorisiert nach den sechs Branchenperspektiven, ist in Abbildung 16 dargestellt. Eine detaillierte Übersicht über alle kontaktierten Experten sowie weitere Informationen wie Namen, Tätigkeiten und Unternehmen befinden sich unter Anhang B.

²³⁷ Vgl. Patton (2002), S. 203.

Perspektive	Anzahl der Anfragen	Anzahl der Zusagen
Industrie	35	6
Blockchain-Entwicklung	19	5
Beratungsbranche	44	4
Forschung	12	2
Presse	2	1
Verbände	5	0
Summe	117	18

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 16: Übersicht über die Anzahl der Interviewanfragen und -zusagen

5.2.2 Verfahren der Datenerhebung

Um während der Gespräche mit den Experten Raum für flexible und offene Antworten zuzulassen, wurden halbstrukturierte Interviews durchgeführt. Zur Unterstützung der Gesprächsführung wurde ein Interviewleitfaden entwickelt, der es ermöglicht, dass alle relevanten Themenfelder besprochen werden. Die primäre Zielsetzung von leitfadengeführten, halbstrukturierten Interviews ist es nicht, den vom Leitfaden festgelegte Gesprächsverlauf zwangsläufig durchzusetzen. Vielmehr sollen die individuellen Erkenntnisse und Erfahrungen der Experten möglichst umfassend erhoben werden.²³⁸

Die Durchführung und Aufzeichnung der Experteninterviews erfolgten digital mit Hilfe der Videokonferenz-Software *Microsoft Teams*. Die Aufzeichnungen wurden durch die automatische Transkriptionsfunktion von Microsoft Teams in Textform überführt. Die Transkripte wurden anschließend manuell überarbeitet, um Fehler zu korrigieren, Füllwörter zu entfernen und die Lesbarkeit zu verbessern.

Um die Authentizität der Aussagen und sprachlichen Besonderheiten zu bewahren, wurden in englischer Sprache abgehaltene Interviews für die anschließende Datenanalyse und -auswertung nicht übersetzt. Die ausführlichen Transkripte der Experteninterviews befinden sich unter Angang D.

²³⁸ Vgl. Bogner et al. (2002), S. 38.

5.2.3 Methodik der Datenanalyse und Datenauswertung

Eine Evaluierung der Forschungsrelevanz aller durchgeführten Experteninterviews ergab, dass zwei der Gespräche nicht ausreichend signifikant waren. Aus diesem Grund wurden für die weiteren Schritte lediglich sechzehn Interviews herangezogen.

Wie bereits zu Beginn des Methodik Abschnitts erwähnt, erfolgte die Datenanalyse und -auswertung mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring. Diese zielt darauf ab, fixierte Kommunikation systematisch und regelgeleitet zu analysieren.²³⁹

Der erste Schritt der Datenanalyse ist die Schaffung eines aussagekräftigen Kategoriensystems, welches die wesentlichen Informationen der Interviews zusammenfasst und für die Beantwortung der Forschungsfragen auswertbar macht. Mayring unterscheidet dafür zwischen *induktiver* oder *deduktiver* Kategorienbildung.²⁴⁰

Bei der induktiven bzw. zusammenfassenden Kategorienbildung werden die Kategorien aus dem Datenmaterial heraus entwickelt. Sie werden also nicht vorab festgelegt, sondern entstehen im Verlauf der Analyse auf Basis der Inhalte des Textmaterials. Die deduktive bzw. strukturierte Kategorienbildung basiert hingegen auf vorab definierten Kategorien, die aus theoretischen Überlegungen oder früheren Forschungsergebnissen stammen. Die Kategorien werden dafür vor Beginn der Analyse festgelegt und dienen als Ordnungsschema, durch welches das Material analysiert wird.²⁴¹ Da beide Verfahren Vor- und Nachteile bieten, wurde für den hier beschriebenen Forschungsprozess eine Kombination aus induktiver und deduktiver Kategorienbildung verwendet.

Die Kategorienbildung, Codierung und Auswertung der Experteninterviews erfolgte mit Hilfe der qualitativen Datenanalyse-Software MAXQDA, welche von der Firma VERBI entwickelt wird. MAXQDA wurde gewählt, weil es eines der weltweit führenden Softwareprogramme für die qualitative Inhaltsanalyse ist und zusätzliche Funktionen wie die Erstellung und umfängliche Organisation von Interview Transkripten bietet.²⁴²

²³⁹ Vgl. Bacher/ Horwath (2011), S. 23.

²⁴⁰ Vgl. Mayring (2022), S. 53.

²⁴¹ Vgl. Bacher/ Horwath (2011), S. 23.

²⁴² Vgl. MAXQDA (2024). Online: <https://www.maxqda.com#!> (Stand 29.05.2024).

Der Vorgang der Kategorienbildung in MAXQDA erfolgte in einem dreistufigen Prozess, durch den Oberkategorien, Unterkategorien sowie Detailcodes gebildet wurden. Im ersten Prozessschritt wurden Oberkategorien mit Hilfe deduktiver Kategorienbildung entwickelt. Diese halfen bei der Strukturierung des Forschungsgegenstands und orientieren sich an den Forschungsfragen sowie dem Aufbau der Interviewleitfäden. Die Expertenaussagen wurden nach Argumenten zum *zukünftigen Potenzial, Barrieren der Adoption* sowie *Maßnahmen für die Erhöhung des Adoptionsgrades* von BC im SCM eingeteilt.

Aus dem ersten Prozessschritt der Kategorienbildung entstanden drei Oberkategorien, welche in Abbildung 17 aufgeführt sind. Eine detailliertere Abbildung des Codesystems mit allen Unterkategorien befindet sich unter Anhang E1.

Codes			685
>		Barrieren und Herausforderungen der Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management	249
>		Potenzial von Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management	307
>		Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management	129

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 17: Codesystem aus MAXQDA

Der zweite und dritte Prozessschritt der Kategorienbildung erfolgten induktiv, also basierend auf den vorliegenden Daten. Dazu wurden die Interview Transkripte systematisch analysiert und Detailcodes innerhalb der drei Oberkategorien erstellt. Nach der ersten Sichtung der Transkripte, wurden die Ergebnisse erneut überprüft, präzisiert und zusammengefasst. Anschließend wurden für thematisch zusammengehörige Detailcodes Unterkategorien gebildet. Um die Relevanz der Expertenaussagen in den Ergebnissen zu reflektieren, wurden mehrfach genannte Argumente mehrfach kodiert.

Als Ergebnis der drei beschriebenen Kategorienbildungsprozesse lag eine übersichtliche Darstellung der Expertenaussagen vor, welche auf die vorher definierten Forschungsfragen abgestimmt ist. In Summe wurden innerhalb der drei deduktiv erstellten Oberkategorien 22 Unterkategorien sowie 109 Detailcodes erstellt. Dieses umfassende Codierungsergebnis ermöglicht die systematische Auswertung der gewonnenen Primärdaten.

Im Anschluss an die Kategorienbildung wurden die Detailcodes innerhalb ihrer Unterkategorien nach der Häufigkeit ihrer Nennung sortiert. Dieselbe Sortierung

wurde innerhalb der drei Oberkategorien ebenfalls auf ihre darunterliegenden Unterkategorien angewendet. Durch diesen Prozessschritt wird die Relevanz der Expertenaussagen anhand der Sortierung durch die Codehäufigkeiten verdeutlicht.

5.3 Aufbereitung der Forschungsergebnisse

Zur Aufbereitung der Forschungsergebnisse wurde die *zusammenfassende Inhaltsanalyse nach Mayring* gewählt. Diese Methode ist ein Teil der qualitativen Inhaltsanalyse und zielt darauf ab, die wesentlichen Inhalte von Texten durch Zusammenfassungen zu extrahieren, ohne dabei die wesentlichen Informationen zu verlieren.²⁴³

Die Ergebnisse der Oberkategorien werden im Transferteil ausführlich analysiert und zusammengefasst, womit eine strukturierte und aussagekräftige Komprimierung der Expertenaussagen anhand der Forschungsfragen angestrebt wird. Aufgrund der hohen Anzahl durchgeführter Interviews und der daraus resultierenden großen Menge an Detailcodes konnten für die Auswertung der Untersuchungsergebnisse nicht alle Aussagen berücksichtigt werden. Für die Analyse der Potenziale und Barrieren werden deshalb die relevantesten Argumente jeder Unterkategorie auf Basis der Codehäufigkeiten ausgewählt und ausführlich beschrieben. Da die Maßnahmen zur Erhöhung des Adoptionsgrades die höchste praktische Forschungsrelevanz haben, werden alle Detailcodes ausgewertet.

Ergänzend zur schriftlichen Auswertung im Transferteil werden die Ergebnisse grafisch aufbereitet und in drei kohärenten Übersichten zu Verfügung gestellt. Diese fassen die wichtigsten Ergebnisse zusammen und sollen als praxisnahe Leitfäden für Unternehmen dienen.

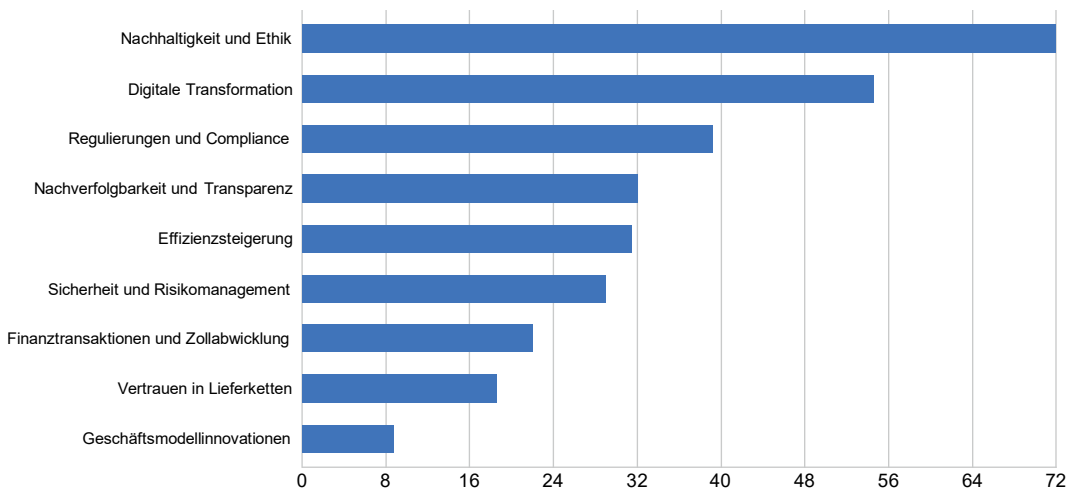
²⁴³ Vgl. Larcher (2010), S. 1ff.

6 Untersuchungsergebnisse und Transfer

Im folgenden Kapitel werden die Untersuchungsergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring vorgestellt. Dabei werden relevante Potenziale und Barrieren der Adoption identifiziert sowie praxisorientierte Maßnahmen zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management erarbeitet. Im Zuge einer strukturierten Aufarbeitung der Untersuchungsergebnisse wird damit die Beantwortung der Forschungsfragen angestrebt.

6.1 Potenziale von Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management

Durch die induktive Codierung wurden neun Unterkategorien in Bezug auf das Potenzial der BC-Technologie für Lieferketten gebildet. Abbildung 18 zeigt eine grafische Darstellung der Unterkategorien sowie ihre Codierungshäufigkeiten. Unter Anhang E2 befindet sich eine detaillierte Darstellung der gesamten Oberkategorie sowie aller Unterkategorien und Detailcodes aus MAXQDA. Die Anhänge F1 und F2 beinhalten eine grafische Übersicht der relevantesten Potenziale in deutscher und englischer Sprache.



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 18: Potenzialbereiche von Blockchain für das Supply Chain Management

Mit 72 Codierungen wurden Argumente im Bereich *Nachhaltigkeit und Ethik* von den Experten am häufigsten genannt. Dies deutet darauf hin, dass Nachhaltigkeit

in der Diskussion um BC-Technologie in Lieferketten eine übergeordnete Rolle spielt.

Der wichtigste Aspekt ist hierbei die *Beweisbarkeit der Nachhaltigkeit von Produkten*. Die Experten nutzen die BC beispielsweise, um nachhaltige Produktionsbedingungen von hochwertigen Holzerzeugnissen, nachhaltigem Flugzeugtreibstoff oder Automobilbauteilen gegenüber Kunden und Partnern nachzuweisen.^{244,245,246} Gleichzeitig können die Ergebnisse von CO₂-Emissionsmessungen entlang der gesamten Lieferkette gesammelt und unveränderbar in der BC gespeichert werden.²⁴⁷

Ein weiteres Potenzial ist die Nutzbarkeit von BC-Technologie für die Erstellung und Verwaltung von digitalen Produktpässen. Der *Digitale Produktpass* (DPP) ist ein zentrales Element der europäischen Kreislaufwirtschaftsstrategie und soll dazu beitragen, die Nachhaltigkeit von Produkten zu verbessern und Zirkularität zu fördern. Es wird erwartet, dass eine entsprechende Verordnung bis 2024 verabschiedet wird und die Anforderungen an den DPP bis 2027 in Kraft treten werden.²⁴⁸ Wie aus den Experteninterviews hervorging, bereiten sich viele Unternehmen darauf vor, BC-Systeme für die Erstellung dieser digitalen Nachweise zu nutzen. Aufgrund der Unveränderlichkeit der gespeicherten Daten kann die Kombination von BC-Systemen und digitalen Produktpässen ein wichtiges Werkzeug für die Beweisbarkeit von nachhaltigen Produktionsbedingungen für Unternehmen werden.^{249,250,251}

Zusätzlich zu den geplanten EU-Richtlinien wollen Unternehmen *Zirkularität* in ihren Lieferketten fördern und sehen in diesem Zusammenhang ein großes Potenzial in der BC-Technologie.²⁵² So können beispielsweise die Bauteile und Materialien, welche bei der Produktion von Automobilen zum Einsatz kommen, unverän-

²⁴⁴ Vgl. Anhang D3: Transkript Experteninterview, Industrie, Marco Linsenmann.

²⁴⁵ Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

²⁴⁶ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

²⁴⁷ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

²⁴⁸ Vgl. BMUV (2024). Online: <https://www.bmuv.de> (Stand 11.06.2024).

²⁴⁹ Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

²⁵⁰ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

²⁵¹ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

²⁵² Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

derbar in einer dezentralen BC-Datenbank gespeichert werden und den Recyclingvorgang am Ende des Produktlebenszyklus erheblich vereinfachen.^{253,254} Dieser Vorgang wird als *End-of-Life Management* (EOLM) bezeichnet und beschreibt den Prozess der Planung, Organisation und Überwachung der Aktivitäten, die am Ende der Lebensdauer eines Produkts oder Systems durchgeführt werden.²⁵⁵

Die zweite Unterkategorie, *Digitale Transformation*, wurde 54-mal kodiert. Die Experten sehen das größte Potenzial hier in der *Entwicklung und Implementierung digitaler Identitäten*, da somit die Akteure in digitalen Supply Chains ihre Identitäten zukünftig ohne die Notwendigkeit einer zentralen Instanz nachweisen können.^{256,257,258}

Ein weiteres wichtiges Argument im Bereich der digitalen Transformation ist die *Nutzung von Smart Contracts zur Automatisierung von Prozessen*. Anstatt wie bisher auf manuelle Verträge in Papierform angewiesen zu sein, können vorher festgelegte Bedingungen als Computercode in der BC abgelegt werden und den Vertrag bei Erfüllung dieser Bedingungen automatisch ausführen.^{259,260,261}

Die Kombination von vertrauensvollen, digitalen Identitäten und Smart Contracts kann zur erheblichen Beschleunigung der Handelsvorgänge in BC-basierten Lieferketten beitragen, da die Teilnehmer autonom und automatisiert miteinander handeln können.^{262,263}

Weiterhin wird die *Kombination von Blockchain und Künstlicher Intelligenz* von den Experten als möglicher Treiber der digitalen Transformation in Supply Chains gesehen. So können beispielsweise komplexe Schiffsrouten mit Hilfe von KI-Modellen optimiert werden oder autonome KI-Agenten im Auftrag von Unternehmen Verträge schließen, was zu erheblichen Produktivitätszuwächsen führen wird.^{264,265}

²⁵³ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

²⁵⁴ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

²⁵⁵ Vgl. Iakovou et al. (2009), S. 330.

²⁵⁶ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

²⁵⁷ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

²⁵⁸ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

²⁵⁹ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

²⁶⁰ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

²⁶¹ Vgl. Anhang D12: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Stefan Wiemers.

²⁶² Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

²⁶³ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

²⁶⁴ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

²⁶⁵ Vgl. Anhang D14: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Director für Consulting Services.

Mit 39 Codierungen zeigt die Unterkategorie *Regulierungen und Compliance*, dass die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und die Erfüllung von Compliance-Anforderungen ein weiteres wesentliches Potenzialfeld der BC-Technologie für Lieferketten darstellt.

Manuelle Supply Chain Audits durch Behörden oder Zertifizierungsträger wie den TÜV sind ein teurer und ineffizienter Vorgang.^{266,267} In BC-basierten Lieferketten können diese Vorgänge zunehmend digital ablaufen. Sobald der Auditor in das Netzwerk aufgenommen wird, kann er auf die unveränderbaren Daten auf der Blockchain zugreifen und die Einhaltung von Regulierungen und Compliance-Anforderungen überprüfen. Somit sinken die Kosten für Audits und eine kontinuierliche Echtzeitüberprüfung wird ermöglicht.^{268,269,270}

Wie aus den Interviews hervorgeht wird die Bedeutung der Einhaltung von Regulierungen und Compliance-Anforderungen weiter zunehmen, da derzeit zahlreiche neue Regulierungsentwürfe in den Bereichen Lieferketten, Finanzmärkte, Nachhaltigkeit und digitale Identitäten diskutiert werden.^{271,272,273}

Die Unterkategorie *Nachverfolgbarkeit und Transparenz* wurde 32-Mal kodiert. Damit wird verdeutlicht, dass die Fähigkeit der BC, eine lückenlose und unveränderbare Historie von Transaktionen bereitzustellen, als wertvoller Beitrag zur Optimierung von Handelsvorgängen angesehen wird.

Vor Allem in komplexen, globalen Lieferketten, welche sich über viele Zuliefererstufen erstrecken, gewinnt transparente Nachverfolgbarkeit zunehmend an Relevanz.²⁷⁴ Unternehmen müssen nachweisen können, unter welchen Bedingungen ihre Rohstoffe gewonnen wurden, weshalb die Unveränderlichkeit von BC-basierten Systemen erhebliche Vorteile bietet.^{275,276}

²⁶⁶ Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

²⁶⁷ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

²⁶⁸ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

²⁶⁹ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

²⁷⁰ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

²⁷¹ Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

²⁷² Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

²⁷³ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

²⁷⁴ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

²⁷⁵ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

²⁷⁶ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

Im Zuge des globalen Nachhaltigkeitstrends, verlangen auch Endverbraucher transparente Lieferketten und Herkunftsnachweise, da sich faire Produktionsbedingungen oder CO₂-Neutralität maßgeblich auf ihre Kaufentscheidungen auswirken.²⁷⁷

Argumente in der Unterkategorie *Effizienzsteigerung* sind mit 31 Codierungen ähnlich relevant. Das größte Potenzial zur Steigerung der Effizienz sehen die Experten in der *Prozessoptimierung durch Blockchain-Technologie*. Diese wird überwiegend durch die Digitalisierung von Supply Chain Daten sowie die Nutzung von Smart Contracts erzielt.^{278,279} Auch die *Beseitigung von Intermediären* zugunsten dezentral verwalteter Systeme kann zu erheblichen Kosteneinsparungen und Effizienzsteigerungen führen.^{280,281}

Innerhalb der Unterkategorie *Sicherheit und Risikomanagement* ist die *Unveränderlichkeit und Fälschungssicherheit von Daten* das meistgenannte Argument. Wie bereits zuvor dargestellt wurde, leitet sich dieses Argument von einem der wesentlichen Merkmale der BC-Technologie ab (Vgl. Kapitel 3.7). Die Akteure in BC-Netzwerken können sich laut den Experten auf die robusten kryptografischen Sicherheitsmechanismen verlassen und somit gegen Datenmanipulation und Cyberangriffe schützen. Dies ist besonders wichtig in Lieferketten, die oft komplex und global verteilt sind.^{282,283,284} Gleichzeitig kann Betrug in Form von Produktfälschungen, der Verschleierung von unlauteren Arbeitsbedingungen oder Greenwashing verhindert werden.^{285,286,287}

Die Unterkategorie *Finanztransaktionen und Zollabwicklung* wurde 22-mal kodiert. BC-Technologie birgt hierbei erhebliches *Innovationspotenzial im Bereich des digitalen Finanzwesens*, welches für das SCM zahlreiche Vorteile bietet. So können Smart Contracts in Lieferketten die finanziellen Details eines Vertrages beinhalten

²⁷⁷ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

²⁷⁸ Vgl. Anhang D7: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tobias Goodden.

²⁷⁹ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

²⁸⁰ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

²⁸¹ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

²⁸² Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

²⁸³ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

²⁸⁴ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

²⁸⁵ Vgl. Anhang D3: Transkript Experteninterview, Industrie, Marco Linsenmann.

²⁸⁶ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

²⁸⁷ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

und die Zahlungsabwicklung im Anschluss an eine erfolgreiche Lieferung automatisieren. Neben den Einkaufsabteilungen von Unternehmen selbst können zukünftig auch intelligente Fertigungsroboter die notwendigen Rohstoffe oder Bauteile für einen Produktionsprozess automatisch nachbestellen und bezahlen.²⁸⁸

Auch in Bezug auf *grenzüberschreitenden Warenverkehr* sehen einige der Experten erhebliches Potenzial für BC-Lösungen. Diese können Zollabwicklungsprozesse vereinfachen, indem alle beteiligten Parteien auf derselben Plattform miteinander interagieren und notwendige Dokumente unveränderbar in einem dezentralen Ledger gespeichert werden.^{289,290,291} Einen Machbarkeitsnachweis für eine solche Lösung hat das TradeLens-Projekt von IBM und Maersk gegeben (Vgl. Kapitel 4.3.2).

Die *Förderung von Vertrauen in Lieferketten* ist eine weitere Unterkategorie, welche aus den Interviews herausgearbeitet und 19-mal codiert wurde. In traditionellen Lieferketten ist ein grundsätzliches Vertrauen der Teilnehmer untereinander notwendig, um Handelsbeziehungen miteinander einzugehen. BC-Netzwerke ermöglichen es Parteien, die sich nicht kennen oder vertrauen, auf verlässliche Weise Transaktionen miteinander durchzuführen. Die Lösung dieses Vertrauensproblems und die Schaffung von dezentralem Vertrauen, stellt deshalb nach Aussagen der Experten ein erhebliches Potenzial von DLT und BC dar.^{292,293,294,295}

Das Potenzial für *Geschäftsmodellinnovationen* ist die finale Unterkategorie. Einige der befragten Experten arbeiten selbst an der Entwicklung von innovativen BC-Geschäftsmodellen. *John Hoopes* ist der Gründer von *Toucan-Protokoll*. Das Startup nutzt BC-Technologie um den Zugang zu Kohlenstoffmärkten zu demokratisieren, was es Einzelpersonen und Organisationen erleichtert, ihren Kohlenstoff-Fußabdruck auszugleichen.²⁹⁶ *Nitin Gavhane* ist der Gründer von *Impactility*, einer tokenbasierten Plattform zur Finanzierung von Nachhaltigkeitsprojekten.²⁹⁷ *Tobias Goodden* ist einer der Chefentwickler der Ethereum Climate Platform, welche sich

²⁸⁸ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

²⁸⁹ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

²⁹⁰ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

²⁹¹ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

²⁹² Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

²⁹³ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

²⁹⁴ Vgl. Anhang D14: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Director für Consulting Services.

²⁹⁵ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

²⁹⁶ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

²⁹⁷ Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

mit der Dezentralisierung des CO₂-Zertifikathandels sowie der Senkung der Umwelteinflüsse des Ethereum-Protokolls befasst (Vgl. Kapitel 4.3.1).²⁹⁸ Obwohl die drei genannten Unternehmen keine direkten Geschäftsmodellinnovationen für das SCM darstellen, heben die Experten das Potenzial der Blockchain in Bezug auf neue Geschäfts- und Betriebsmodelle in diesem Segment hervor.^{299,300,301}

Der Experte *Alexander Grünewald* hat sich im Zuge seiner eigenen Forschung am *Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik* mit BC-Geschäftsmodellen auseinandergesetzt. Er betont, dass häufig keine grundlegenden, neuen Geschäftsmodelle geschaffen werden, sondern die Technologie überwiegend zur Effizienzsteigerung oder der Eliminierung von Intermediären eingesetzt wird.³⁰²

Zusammengefasst konnten im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring neun Potenzialbereiche für BC-Technologie im Supply Chain Umfeld identifiziert werden. Die Experten schätzen Nachhaltigkeit und Ethik, Digitale Transformation, sowie Regulierungen und Compliance als die Bereiche ein, in denen Unternehmen am stärksten von dezentralen Technologien profitieren können. Es herrscht außerdem Einigkeit darüber, dass die Technologie den Höhepunkt ihres Reifegrades noch nicht erreicht hat und ein starkes Wachstum in Bezug auf Supply Chain Anwendungen bevorsteht.

6.2 Barrieren und Herausforderungen der Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management

Die Expertenaussagen zu den Barrieren und Herausforderungen der Adoption von DLT und BC im SCM wurden im Zuge der induktiven Kategoriebildung in sieben Unterkategorien eingeteilt. In diesem Kapitel werden die wichtigsten dieser Herausforderungen diskutiert. Das Balkendiagramm in Abbildung 19 zeigt alle Unterkategorien sowie ihre Codierungshäufigkeiten. Eine detaillierte Darstellung mit allen Detailcodes aus MAXQDA befindet sich im Anhang E3. Grafische Übersichten über die Ergebnisse sind in den Anhängen F3 und F4 zu finden.

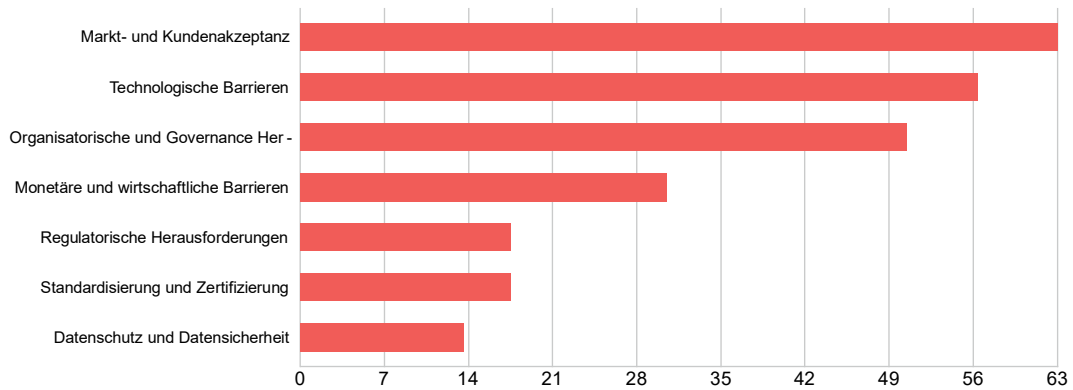
²⁹⁸ Vgl. Anhang D7: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tobias Goodden.

²⁹⁹ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

³⁰⁰ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

³⁰¹ Vgl. Anhang D14: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Director für Consulting Services.

³⁰² Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 19: Barrieren und Herausforderungen der Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management

Mit 63 Codierungen wurden Barrieren und Herausforderungen im Bereich der *Markt- und Kundenakzeptanz* am häufigsten genannt. Das größte Hemmnis für die Weiterentwicklung und Verbreitung stelle hierbei die schlechte öffentliche Wahrnehmung von Kryptowährungen dar. In den vergangenen Jahren haben eine Vielzahl von Skandalen und Betrugsversuchen sowie einige öffentlichkeitswirksame Gerichtverfahren gegen bekannte Kryptowährungsbörsen für zunehmendes Misstrauen der Allgemeinheit gegenüber den digitalen Währungen geführt.³⁰³ Da viele Verbraucher und Unternehmen durch mangelndes Fachwissen nicht in der Lage seien, zwischen Kryptowährungen, Distributed Ledger Technology und Blockchain zu unterscheiden, leide die zugrundeliegende Technologie unter dem Ruf von digitalen Währungen.^{304,305,306,307}

Auch die anhaltenden Preisschwankungen von Bitcoin würden sich negativ auf das Image von BC auswirken.^{308,309} Wie in Kapitel 3.3 erläutert wurde, sollte deshalb zwischen den technologischen Anwendungsfeldern der BC-Technologie in der Wirtschaft und ihrer Nutzung als Grundlage für Kryptowährungen unterschieden werden.

³⁰³ Vgl. Tagesschau (2022). Online: <https://www.tagesschau.de> (Stand 11.06.2024).

³⁰⁴ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

³⁰⁵ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

³⁰⁶ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

³⁰⁷ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

³⁰⁸ Vgl. Anhang D12: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Stefan Wiemers.

³⁰⁹ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

Eine weitere Herausforderung bestehe darin, die *relevanten Entscheidungsträger im Management, im Vorstand oder im Betriebsrat der Unternehmen von den Vorteilen und dem Potenzial der Blockchain-Technologie zu überzeugen*. Gerade große Firmen seien stark hierarchisch geführt, weshalb neue Technologien oder Projekte nicht ohne die Zustimmung von Entscheidungsträgern umgesetzt und finanziert werden können.^{310,311,312} Da es sich bei BC um eine Netzwerktechnologie handelt, muss sie von ganzen Lieferketten oder Branchen genutzt werden, um Vorteile für alle Beteiligten zu generieren. Dieses kooperative Ethos stehe im Gegensatz zum kompetitivem Denken vieler Unternehmen in der heutigen Wirtschaft, weshalb die Überzeugung der Entscheidungsträger nur langsam voranschreite.³¹³

Das *mangelnde technologische Verständnis der Allgemeinheit* sowie eine grundsätzliche *Skepsis gegenüber digitalen Technologien* sind weitere Barrieren, welche von den Experten im Bereich der Markt- und Kundenakzeptanz genannt wurden. Wie in Kapitel 3 verdeutlicht wurde, handelt es sich bei BC um ein neues und äußerst komplexes Technologiefeld. Die meisten Unternehmen und Endverbraucher seien deshalb noch nicht in der Lage dazu, ihr Potenzial zu erkennen oder nutzen weiterhin ihre vorhandene IT-Infrastruktur anstatt aufstrebende Technologien wie Blockchain.^{314,315,316}

Technologische Barrieren wurden mit 57 Codierungen als zweitwichtigster Herausforderungsbereich identifiziert. Hierbei wurden eine *mangelnde Skalierbarkeit*, *unzureichende Datenqualität* sowie *Schwierigkeiten bei der Integration in die bestehende IT-Infrastruktur* am häufigsten genannt.

Skalierbarkeit sei primär in öffentlichen Blockchains eine große Herausforderung, insbesondere wenn durch zunehmend globale Lieferketten große Datenmengen verarbeitet und über alle Knoten hinweg verteilt werden müssen.^{317,318} Hohe Transaktionsvolumen und geringe Bestätigungszeiten können häufig nur in zentralisier-

³¹⁰ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

³¹¹ Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

³¹² Vgl. Anhang D12: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Stefan Wiemers.

³¹³ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

³¹⁴ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

³¹⁵ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

³¹⁶ Vgl. Anhang D12: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Stefan Wiemers.

³¹⁷ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

³¹⁸ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

ten Netzwerken erreicht werden, weshalb eine Abwägung der spezifischen Anforderungen sowie das Maß an Dezentralisierung der BC-Infrastruktur notwendig ist (Vgl. Kapitel 3.5).³¹⁹

Unzureichende Datenqualität wurde von den Experten zwar als eine technologische Barriere genannt, diese trifft jedoch nicht nur in BC-Systemen auf.³²⁰ *Garbage in, Garbage out* bezeichnet ein weit verbreitetes Konzept aus der Informatik, das besagt, dass fehlerhafte, verzerrte oder minderwertige Eingangsdaten zu schlechten Ergebnissen oder Ausgaben führen werden.³²¹ Eine Ursache für schlechte Datenqualität in Blockchains sei die manuelle Eingabe von Informationen durch Menschen oder eine ineffiziente Implementierung von IoT-Geräten.³²² In beiden Fällen könne es zu Fehlern kommen, womit inkorrekte Daten in den Blöcken gespeichert werden. Diese fehlerhaften Daten können schließlich die Integrität des gesamten Systems gefährden.³²³

Die Integration von BC-Lösungen in bestehende IT-Infrastrukturen, welche auch als Legacy-Systeme bezeichnet werden, stellt eine weitere technologische Barriere dar. Diese Systeme haben sich in der Regel über lange Zeit etabliert und sind auf die spezifischen Anforderungen von Organisationen abgestimmt. Ein Umstieg auf BC-basierte Lösungen oder die Ergänzung der Legacy-Systeme um Software-Schnittstellen, sei deshalb komplex und könne häufig nur unter der Zuhilfenahme von umfangreichem Beratungsknowhow stattfinden.^{324,325} Im europäischen Wirtschaftsraum arbeiten viele große Industrieunternehmen mit SAP-Produkten, weshalb BC-Lösungen in der Regel mit diesen kompatibel sein müssen und umfangreiche Anpassungen der vorhandenen Systeme notwendig sind.³²⁶

Die Detailcodes für die Unterkategorie *Organisatorische und Governance Herausforderungen* wurden insgesamt 51-mal codiert. Die meistgenannte Schwierigkeit liege darin, dass *die Planung und Koordination von Blockchain-Systemen in Konsortien oder Gremien stattfindet*.³²⁷ Häufig haben die Beteiligten dieser Konsortien

³¹⁹ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

³²⁰ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

³²¹ Vgl. Ozminkowski (2021). Online: <https://towardsdatascience.com> (Stand 11.06.2024).

³²² Vgl. Anhang D7: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tobias Goodden.

³²³ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

³²⁴ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

³²⁵ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

³²⁶ Vgl. Anhang D12: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Stefan Wiemers.

³²⁷ Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

starke eigene Interessen, welche die Implementierung verlangsamen und verkomplizieren können.³²⁸ Aus den Aussagen der Experten wird deutlich, dass solche Netzwerke nur dann erfolgreich sind, wenn die Teilnehmer das Interesse der gesamten Wertschöpfungskette über oder zumindest auf dieselbe Stufe wie ihre eigenen unternehmerischen Ziele stellen.^{329,330}

Eine weitere organisatorische Herausforderung ist, dass *Blockchain-Technologie für große Unternehmen häufig noch zu experimentell* ist. Obwohl das Ökosystem um Distributed Ledger und BC-Technologie wächst und sich realwirtschaftliche Anwendungen zunehmend durchsetzen, ist der tatsächliche Adoptionsgrad im SCM immer noch gering (Vgl. Kapitel 4.2; Vgl. Kapitel 4.3). Globale Lieferketten seien in vielen Fällen in der Kontrolle von Großkonzernen, welche derzeit noch nicht dazu bereit sind, umfangreiche Investitionen in BC-Projekte zu tätigen oder ihre kompletten Logistikprozesse auf die BC zu übertragen.³³¹

Pilotprojekte in der Chemiebranche haben außerdem gezeigt, dass die Schaffung von Geschäftsmodellen sowie die Generierung eines monetären Mehrwertes häufig nicht gelingt, weshalb sich viele Großkonzerne aus dem BC-Segment zurückgezogen haben.^{332,333}

Mit 7 Codierungen ist die *Planung des Anwendungsfalls* die drittmeistgenannte organisatorische Herausforderung. Damit BC-Systeme ihr volles Potenzial ausschöpfen können, muss ein dezentrales Vertrauensproblem in der Lieferkette vorliegen, welches die Anwendungsfälle der Technologie begrenzt.³³⁴ Unternehmen haben in der Vergangenheit häufig versucht, die BC auch dann in SCM-Kontexten zu applizieren, wenn kein solches Vertrauensproblem vorlag. In diesen Fällen läge laut den Experten jedoch kein tatsächlicher Marktbedarf und kein tragfähiges Geschäftsmodell vor.^{335,336} Sobald eine Partei im Zentrum eines Systems existiert,

³²⁸ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

³²⁹ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

³³⁰ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

³³¹ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

³³² Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

³³³ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

³³⁴ Vgl. Anhang D14: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Director für Consulting Services.

³³⁵ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

³³⁶ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

welcher alle anderen Knoten vollständig vertrauen, ist eine zentralisierte Datenbank zur Verbindung der Lieferkettenteilnehmer die bessere und kosteneffizientere Lösung.³³⁷

Monetäre und wirtschaftliche Barrieren haben sich mit 51 Codierungen als weitere bedeutende Gruppe von Herausforderungen herausgestellt. Häufig sei das *Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse unklar*, da potenzielle zukünftige Einsparungen und der wirtschaftliche Mehrwert den erheblichen Anfangsinvestitionen und laufenden Kosten gegenüberstehen.^{338,339,340} Einige Unternehmen haben im Zuge von Analysen und Pilotprojekten bereits festgestellt, dass sie durch die Etablierung von BC-Technologie *keinen unmittelbaren wirtschaftlichen Mehrwert* erzielen können.^{341,342,343} Da sich aufstrebende Technologien aber nur dann durchsetzen, wenn sie sich auch monetarisieren lassen, seien viele Unternehmen derzeit noch nicht dazu bereit die Technologie zu adoptieren.³⁴⁴

Auch die *variablen und unvorhersehbaren Transaktionsgebühren* in öffentlichen BC-Netzwerken wie Ethereum können die Wirtschaftlichkeit von Projekten negativ beeinflussen. Diese Unsicherheit bei der Budgetplanung und Kostenkontrolle steht im Gegensatz zu den fixen Kosten für Legacy-Software.^{345,346}

Innerhalb der Unterkategorie der *regulatorischen Herausforderungen* ist der *Mangel an rechtlichen Rahmenbedingungen und Regulierungen* die meistgenannte Barriere. Um große Investitionen in die BC-Technologie zu tätigen, brauchen Unternehmen verbindliche Gesetze und Klarheit über die Rechtssicherheit von Informationen und Verträgen in dezentralen Systemen. Die zuständigen Behörden seien jedoch bei ihrer Beurteilung und der Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen für aufstrebende Technologien langsam und hemmen somit die Adoption.^{347,348} Derzeit gäbe es beispielsweise *keine klaren Richtlinien zur Rechtssi-*

³³⁷ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

³³⁸ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

³³⁹ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

³⁴⁰ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

³⁴¹ Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

³⁴² Vgl. Anhang D3: Transkript Experteninterview, Industrie, Marco Linsenmann.

³⁴³ Vgl. Anhang D14: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Director für Consulting Services.

³⁴⁴ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

³⁴⁵ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

³⁴⁶ Vgl. Anhang D7: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tobias Goodden.

³⁴⁷ Vgl. Anhang D7: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tobias Goodden.

³⁴⁸ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

cherheit von *Smart Contracts*, welche eine wichtige Voraussetzung zur Automatisierung von Lieferketten darstellen.³⁴⁹ Außerdem seien Zollbehörden in vielen Ländern gesetzlich dazu verpflichtet Papierdokumente auszustellen, was nicht mit den digitalisierten BC-Systemen vereinbar ist und deren Verbreitung bremst.³⁵⁰

Eine weitere regulatorische Herausforderung ist *das hohe Maß an Bürokratie auf behördlicher oder staatlicher Ebene*. Bürokratische Prozesse und langwierige Genehmigungsverfahren verzögern die Implementierung von innovativen BC-Projekten.³⁵¹ Aufgrund des globalen Charakters des SCM, müssen regulatorische Rahmenbedingungen außerdem über Landesgrenzen hinweg Rechtsicherheit bieten, was einen hohen Abstimmungsbedarf zwischen Behörden und Regierungen unterschiedlicher Länder voraussetzt.³⁵²

In Bezug auf die Unterkategorie *Standardisierungen und Zertifizierungen* nennen die Experten die *Komplexität durch erforderliche Abstimmungen innerhalb von Konsortien* als zentrale Herausforderung. Wie aus dem vorherigen Kapitel hervorgeht, kann BC-Technologie dezentrales Vertrauen schaffen und ermöglicht es Parteien, die sich nicht kennen oder vertrauen, auf vertrauenswürdige Weise in Konsortien miteinander zu interagieren (Vgl. Kapitel 6.1). Mögliche Ziele dieser Konsortien im SCM-Umfeld umfassen die Schaffung von Standardisierungen oder Zertifizierungen, welche das Handeln einer ganzen Lieferkette effizienter, transparenter und nachvollziehbarer gestalten. Ein Beispiel für ein traditionelles Konsortium ist der *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO), welcher sich die Verbesserung der Produktionsbedingungen sowie die Etablierung globaler Standards für Palmöl zur Aufgabe gemacht hat.³⁵³ Obwohl die BC-Technologie maßgeblich zur Etablierung innovativer SCM-Konsortien beitragen kann, stellt die Komplexität bei der Rollenverteilung von Teilnehmern eine erhebliche Herausforderung dar.^{354,355} Häufig vertreten die Mitglieder eines Konsortiums in erster Linie ihre eigenen Unternehmensinteressen, weshalb es zu erheblichen Machtkämpfen kommt.^{356,357,358}

³⁴⁹ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

³⁵⁰ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

³⁵¹ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

³⁵² Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

³⁵³ Vgl. RSPO (2024). Online: <https://rspo.org> (Stand 12.06.2024).

³⁵⁴ Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

³⁵⁵ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

³⁵⁶ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

³⁵⁷ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

³⁵⁸ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

Damit alle Teilnehmer eines Supply Chain Konsortiums sich wie beim RSPO auf bestimmte Regeln und Verhaltensweisen einigen, ist die *Etablierung einheitlicher Zertifizierungs- und Datenstandards* notwendig. Für Konsortien, welche auf DLT aufbauen, stellt die Etablierung dieser Standards eine weitere wichtige Herausforderung dar.³⁵⁹ Das Konsortium müsse sich erst über die eingesetzte Plattform, den Dezentalisierungsgrad, das Maß des Informationsaustausches sowie die Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen einig sein, bevor alle Teilnehmer profitieren können.³⁶⁰

Schließlich haben bestehende Konsortien und Zertifizierungsstandards wie der RSPO sich bereits bewährt und eine hohe Akzeptanz erreicht, weshalb die Etablierung neuer BC-basierter Industriestandards nur schwer möglich ist.³⁶¹

Die Kategorie *Datenschutz und Datensicherheit* wurde mit 13 Codierungen als geringstes, aber dennoch relevantes Themenfeld identifiziert. Wie zuvor bereits dargestellt, ist die Transparenz von Daten ein wichtiges Element von BC-Systemen, weil alle Netzwerkteilnehmer auf den Distributed Ledger zugreifen können (Vgl. Kapitel 3.7). Aus den Experteninterviews geht hervor, dass die meisten Unternehmen nicht dazu bereit sind, alle Daten in öffentlichen Blockchains zu speichern. Einerseits wäre dies nicht konform mit gängigen Datenschutzrichtlinien und andererseits wollen sie vertrauliche und wettbewerbsrelevante Daten nicht mit Konkurrenten teilen.^{362,363,364,365}

Die Schaffung einer Architektur, welche die gewünschten Vorteile für das Konsortium erzielt, jedoch gleichzeitig Datenschutzrichtlinien einhält und sensible Unternehmensdaten schützt, stellt deshalb eine zentrale Herausforderung für Enterprise-Blockchain dar.^{366,367}

Zusammenfassend wurden die akuten Herausforderungen für die Adoption von DLT und BC im Supply Chain Management im Zuge der qualitativen Inhaltsanalyse in sieben Unterkategorien eingeteilt und in diesem Kapitel systematisch analysiert.

³⁵⁹ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

³⁶⁰ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

³⁶¹ Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

³⁶² Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

³⁶³ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

³⁶⁴ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

³⁶⁵ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

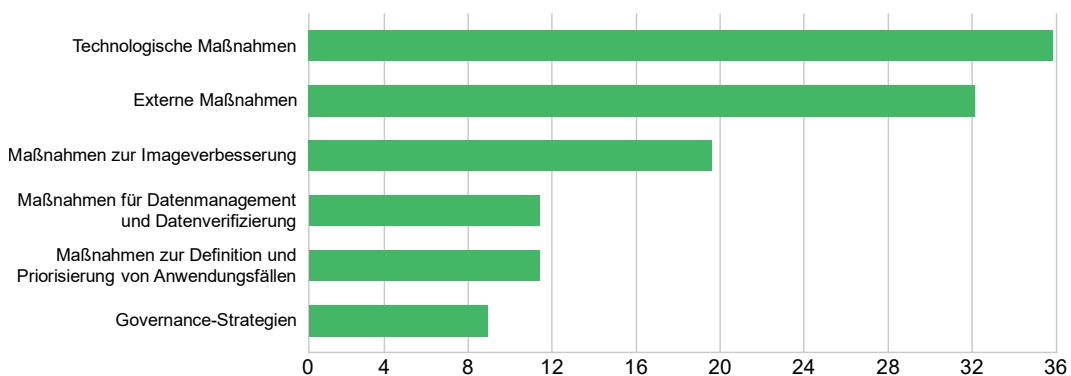
³⁶⁶ Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

³⁶⁷ Vgl. Anhang D12: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Stefan Wiemers.

Als relevanteste Bereiche wurden die fehlende Markt- und Kundenakzeptanz, technologische Barrieren sowie die Organisations- und Governance Herausforderungen festgestellt. Alle genannten Barrieren tragen dazu bei, dass die Technologie trotz ihres enormen Potenzials den prognostizierten Verbreitungsgrad noch nicht erreichen konnte.

6.3 Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management

Im folgenden Kapitel werden praxisrelevante Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung der Akzeptanz und Nutzung von Blockchain im Supply Chain Management beleuchtet. Die Expertenaussagen wurden durch induktive Kategoriebildung in sechs Unterkategorien eingeteilt, welche in Abbildung 20 aufgelistet sind.



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 20: Maßnahmen zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management

Unter Anhang E4 befindet sich eine detaillierte Übersicht über die komplette Oberkategorie mit ihren Unterkategorien und Detailcodes. Aufgrund der hohen praktischen Relevanz der hier vorgestellten Ergebnisse für diese Thesis werden alle sechs Unterkategorien nachfolgend ausführlich analysiert und erläutert. Unter Anhang F5 und F6 befinden sich grafische Zusammenfassungen der Ergebnisse dieses Kapitels in deutscher und englischer Sprache.

6.3.1 Technologische Maßnahmen

Die am häufigsten codierte Unterkategorie beinhaltet *technologische Maßnahmen zur Erhöhung der Blockchain-Adoption* und umfasst sieben Detailcodes.

Die *Verbesserung der Datenqualität durch den Einsatz von IoT-Geräten* wurde als die wichtigste technologische Maßnahme identifiziert. IoT-Geräte wie RFID-Chips, Kameras, Drohnen, Sensoren oder Smartphones können in Lieferketten eingesetzt werden um Informationen wie Bilder, GPS-Daten oder Messungen von CO₂, Temperatur oder Luftfeuchtigkeit aufzunehmen und automatisiert in der Blockchain zu speichern.^{368,369,370} Die Implementierung dieser Geräte erfordert zwar ein erhebliches Anfangsinvestment, jedoch verringern sie die Abhängigkeit von Menschen zur Eingabe von Daten, wodurch eine erhebliche Steigerung der Datenintegrität in den Systemen erzielt werden kann.^{371,372} Um die Manipulationssicherheit von IoT-Technologie zu gewährleisten, sollten außerdem physische sowie digitale Sicherheitsmechanismen eingesetzt werden.^{373,374}

Ein mit IoT verbundener Aspekt ist die *Automatisierung der Datenerfassung*. Neben intelligenten Geräten kann dazu *Optical Character Recognition (OCR)*, eine Technologie zur automatisierten Texterkennung in Bildern, verwendet werden.³⁷⁵ Die Automatisierung der Datenerfassung kann außerdem durch Programmierschnittstellen (APIs) sowie die Nutzung von Smart Contracts unterstützt werden. Automatisierte Systeme können große Datenmengen in kurzer Zeit verarbeiten, was die Reaktionsfähigkeit der Lieferketten verbessert.^{376,377}

Einige Experten sind der Meinung, dass es aufgrund der Komplexität des Supply Chain Managements sowie der individuellen Interessen der Lieferkettenteilnehmer viele verschiedene BC-Systeme geben wird. Aus diesem Grund ist die *Gewährleistung der Interoperabilität zwischen verschiedenen Blockchain-Systemen* eine weitere wichtige technologische Maßnahme. Die Entwicklung von Standards und

³⁶⁸ Vgl. Anhang D3: Transkript Experteninterview, Industrie, Marco Linsenmann.

³⁶⁹ Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

³⁷⁰ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

³⁷¹ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

³⁷² Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

³⁷³ Vgl. Anhang D7: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tobias Goodden.

³⁷⁴ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

³⁷⁵ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

³⁷⁶ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

³⁷⁷ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

Protokollen, die die Kommunikation und den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Plattformen ermöglichen, fördert somit die Flexibilität und Anwendbarkeit der Technologie.^{378,379,380}

Die mangelnde Skalierbarkeit von öffentlichen Blockchains wurde zuvor bereits als eine zentrale technologische Herausforderung dezentraler Systeme dargestellt (Vgl. Kapitel 6.2). Häufig sind öffentliche Systeme aufgrund zu geringer Transaktionsvolumen und hoher Transaktionskosten nicht in der Lage, die Anforderungen großer Netzwerke und Konsortien zu erfüllen.^{381,382} Die *Verbesserung der Skalierbarkeit von Blockchain-Lösungen* ist deshalb eine Strategie, um die Anwendbarkeit in Unternehmen zu erhöhen. Wie aus Kapitel 3.7 hervorgeht, werden BC-Ökosysteme fortlaufend um technologische Innovationen erweitert. Eine dieser Innovationen zur Erhöhung der Skalierbarkeit ist *Sharding*. Die Blockchain wird dabei in kleinere Partitionen, welche als *Shards* bezeichnet werden, aufgeteilt. Jede Shard kann eigenständig Transaktionen verarbeiten, wodurch die Gesamtleistung und Effizienz des Netzwerks gesteigert werden.³⁸³

Eine weitere technologische Maßnahme ist die *Förderung der digitalen Transformation in Lieferketten*. Trotz einer zunehmenden Digitalisierung des Supply Chain Managements arbeiten viele Unternehmen und Behörden noch mit physischen Dokumenten, weshalb manuelle Interventionen zur Abwicklung von Lieferkettenprozessen notwendig sind. Erst wenn eine bessere Infrastruktur zur Verwaltung digitaler Aufzeichnungen aufgebaut wird, können digitalisierte BC-Systeme eingesetzt werden.³⁸⁴ Gleichzeitig kann die Technologie einen wichtiger Einflussfaktor für das weitere Voranschreiten von digitalen Transformationsprozessen in Lieferketten werden.³⁸⁵

Die Interoperabilität mit Legacy-Systemen wie SAP stellt eine bedeutende Herausforderung für BC-Technologie dar (Vgl. Kapitel 6.2). Die *Erhöhung der Interoperabilität mit diesen bestehenden Systemen* wird von den Experten deshalb als wich-

³⁷⁸ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

³⁷⁹ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

³⁸⁰ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

³⁸¹ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

³⁸² Vgl. Anhang D7: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tobias Goodden.

³⁸³ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

³⁸⁴ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

³⁸⁵ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

tiger Schritt gesehen, um den Verbreitungsgrad zu erhöhen. In diesem Zusammenhang nimmt die Beratungsbranche eine wichtige Schlüsselfunktion ein, da sie Unternehmen bei der Prozessintegration unterstützt, womit der Widerstand gegen die neue Technologie sinkt, und die Implementierung erleichtert wird.^{386,387}

Die *Integration von Zahlungssystemen* (Cash Integration) in BC-basierte Supply Chain Lösungen wurde als weiteres wichtiges Thema identifiziert. Diese Maßnahme ermöglicht es, Zahlungsvorgänge automatisiert mit Hilfe von Smart Contracts auf der Blockchain abzuwickeln, was die Effizienz und Sicherheit von Transaktionen erhöht. Experten betonten, dass dies einen erheblichen Vorteil gegenüber traditionellen Supply Chain Lösungen darstellt und in globalen Lieferketten zu erheblichen Effizienzsteigerungen führen kann.^{388,389}

6.3.2 Externe Maßnahmen

Externe Maßnahmen umfassen die Entscheidungen und Entwicklungen, die außerhalb der Kontrolle einzelner Unternehmen liegen. Stattdessen liegen sie in der Verantwortung von Staaten, Behörden oder länderübergreifenden Institutionen. Innerhalb der Unterkategorie wurden vier Detailcodes erarbeitet.

Der *Aufbau sicherer und vertrauenswürdiger digitaler Identitäten* (eIDs) wird als Notwendigkeit angesehen, um BC-Implementierung voranzutreiben. Besonders in Anwendungsbereichen wie dem Supply Chain Management, dem Gesundheitswesen, der Mobilität oder der Industrie müssen digitale Identitäten von Personen, Geräten oder Organisationen erkennbar und vertrauenswürdig geregelt werden.³⁹⁰

Die *Verordnung über elektronische Identifizierung und Vertrauensdienste für elektronische Transaktionen* (eIDAS) bildet den rechtlichen Rahmen für eIDs in der EU. Sie legt gemeinsame Standards und Anforderungen für die Ausgabe, Nutzung und gegenseitige Anerkennung dieser fest.³⁹¹ Sobald sich die rechtlichen Rahmenbedingungen um digitale Identitäten gefestigt haben, können die Teilnehmer von BC-

³⁸⁶ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

³⁸⁷ Vgl. Anhang D12: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Stefan Wiemers.

³⁸⁸ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

³⁸⁹ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

³⁹⁰ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

³⁹¹ Vgl. Europäische Kommission (2024). Online: <https://digital-strategy.ec.europa.eu> (Stand 12.06.2024).

Netzwerken in einer vertrauenswürdigen Umgebung agieren, in der Manipulationen und unberechtigte Zugriffe sehr unwahrscheinlich sind.^{392,393}

Für das Supply Chain Management könnte GLEIF und das vLEI-Konzept eine wichtige Rolle spielen (Vgl. Kapitel 3.6). Das System erlaubt Unternehmen kryptografisch verifizierbare Berechtigungsnachweise an Mitarbeiter zu verteilen, womit sie ihre Zugehörigkeit zu einer Organisation nachweisen und im Auftrag dieser Transaktionen abschließen können. Der vLEI könnte somit als digitale Signatur für Smart Contracts eingesetzt werden.³⁹⁴

Die *Entwicklung und Implementierung von Daten- und Dokumentenstandards* ist eine weitere externe Maßnahme. Laut den Experten sind Standardisierungen eine Grundvoraussetzung für das DSCM, da sie die Zusammenarbeit entlang der ganzen Wertschöpfungskette regeln und die Vergleichbarkeit sowie den effizienten Austausch von Daten und Dokumenten ermöglichen.³⁹⁵ Sobald branchenübergreifende Standards entwickelt werden, können sich vollständig digitalisierte BC-Systeme etablieren, welche die Lieferkettenteilnehmer miteinander verbinden.³⁹⁶ Einheitliche Standards können außerdem die Interoperabilität zwischen verschiedenen BC-basierten Systemen erleichtern sowie eine bessere Integration in Legacy-Systeme ermöglichen.³⁹⁷

Die *Schaffung regulatorischer Rahmenbedingungen* ist die dritte externe Maßnahme. Obwohl Regulierungen wie die eIDAS-Verordnung, der digitale Produktpass, das *Entwaldungsfreie Lieferketten-Gesetz* oder die Corporate Sustainability Due Diligence Directive (Vgl. Kapitel 2.4.2) die betroffenen Unternehmen vor erhebliche Herausforderungen stellen, schaffen sie gleichzeitig regulatorische Klarheit und könnten die Notwendigkeit für BC erhöhen.^{398,399,400,401} Die Experten erwarten zukünftig noch mehr Druck von den Regulatoren, um nachhaltigere und

³⁹² Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

³⁹³ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

³⁹⁴ Vgl. Anhang D14: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Director für Consulting Services.

³⁹⁵ Vgl. ebenda.

³⁹⁶ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

³⁹⁷ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

³⁹⁸ Vgl. Europäische Kommission (2023). Online: <https://germany.representation.ec.europa.eu> (Stand 12.06.2024).

³⁹⁹ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

⁴⁰⁰ Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

⁴⁰¹ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

sozialere Lieferketten zu erreichen. Diese Anforderungen können ein wichtiger Treiber für BC-basierte Supply Chain Lösungen sein.^{402,403}

6.3.3 Maßnahmen zur Imageverbesserung

Insgesamt wurden aus den Interviews vier Maßnahmen zur *Verbesserung des Images* von DLT und BC erarbeitet. Diese dienen dazu, das Bewusstsein für die Vorteile der Technologie zu schärfen und Vorurteile abzubauen.

Ein wichtiger Aspekt zur Verbesserung des Images ist die Vermeidung des Begriffs *Blockchain* bei der Bezeichnung von Systemen, die auf dieser Technologie basieren. Experten haben festgestellt, dass der Begriff negative Assoziationen mit Kryptowährungen und spekulativen Investitionen hervorruft. Stattdessen sollen neutrale Begriffe wie Distributed Ledger Technology verwendet werden, um die Technologie als wertvolles Werkzeug für die digitale Transformation von Lieferketten darzustellen.^{404,405,406}

Eine weitere Strategie ist es, BC-basierte Lösungen zu implementieren, ohne die technischen Details an Kunden und Partner zu kommunizieren. So würden diese von den technologischen Vorteilen profitieren, ohne dass unerwünschte Verbindungen gemacht werden.^{407,408,409}

Die *Aufklärungsarbeit über die Vorteile dezentraler Technologien* ist ebenfalls entscheidend für die Verbesserung des Images. Es ist wichtig, dass Unternehmen und Verbraucher die Vorteile und Einsatzmöglichkeiten von BC zur Optimierung von Lieferketten verstehen. Ein besseres Verständnis sowie eine höhere Sensibilisierung in den Unternehmen könnten laut den Experten dann zu mehr Adoption führen.^{410,411}

Ein weiterer strategischer Ansatz in Bezug auf das Image ist die Nutzung des Marketingeffekts, den prominente Unternehmen und Organisationen haben. Aus den

⁴⁰² Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

⁴⁰³ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

⁴⁰⁴ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

⁴⁰⁵ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

⁴⁰⁶ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

⁴⁰⁷ Vgl. Anhang D1: Transkript Experteninterview, Industrie, Thomas J. Ackermann.

⁴⁰⁸ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

⁴⁰⁹ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

⁴¹⁰ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

⁴¹¹ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

Interviews geht hervor, dass die Adoption durch bekannte und vertrauenswürdige Unternehmen wie *BlackRock* oder IBM sowie mediale Berichterstattung darüber einen positiven Einfluss auf die Wahrnehmung der Technologie haben. Zukünftig können erfolgreiche Fallstudien von BC-Lösungen für das SCM als Vorbild dienen, um das Vertrauen in die Technologie zu stärken sowie den Verbreitungsgrad zu erhöhen.^{412,413}

Wie aus der vorangegangenen Analyse der Potenziale deutlich wurde, eignet sich BC in Lieferketten besonders zur Erreichung ökologischer und ethischer Ziele (Vgl. Kapitel 6.1). Laut der Experten können Unternehmen sie deshalb als nachhaltige Technologie einsetzen und vermarkten und somit Imagevorteile erzielen. Mit dem weiteren Voranschreiten des Nachhaltigkeitstrends und zunehmendem regulatorischen Druck könnte die Technologie somit in einem breiteren gesellschaftlichen Kontext verankert werden.^{414,415,416}

6.3.4 Maßnahmen für Datenmanagement und Datenverifizierung

Die Maßnahmen und Entscheidungen der Unterkategorie für *Datenmanagement und Datenverifizierung* zielen darauf ab, das richtige Protokoll und Netzwerkdesign für den geplanten Anwendungsfall auszuwählen.

Die Experten betonen, dass die *intelligente Abwägung zwischen öffentlicher und privater Blockchain* eine wichtige Entscheidung ist, welche von den spezifischen Anforderungen, Datenschutzbedürfnissen und der Risikobereitschaft der beteiligten Organisationen abhängig gemacht werden soll.⁴¹⁷

Wie aus der theoretischen Betrachtung dieser Arbeit hervorgeht, können BC-Netzwerke auf verschiedene Weise klassifiziert werden. Während öffentliche Blockchains ein hohes Maß an Dezentralisierung und Transparenz bieten, erlauben private und konsortiale Systeme bessere Kontroll- und Anpassungsmöglichkeiten sowie die Einhaltung strikter Datenschutzmaßnahmen (Vgl. Kapitel 3.5).

⁴¹² Vgl. Anhang D7: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tobias Goodden.

⁴¹³ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

⁴¹⁴ Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

⁴¹⁵ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

⁴¹⁶ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

⁴¹⁷ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

Die Interviews zeigen, dass die Meinungen zu den Netzwerkarten stark auseinandergehen. Einige Experten vertreten die Auffassung, dass die Vorzüge von öffentlichen Systemen, wie vollständige Dezentralität und Transparenz, überwiegen.^{418,419} Gerade in Anwendungsfällen mit einem hohen Datenschutzbedarf ist bedingungslose Transparenz jedoch häufig nicht die oberste Priorität, weshalb private Systeme dann bevorzugt werden.⁴²⁰

In der Praxis haben sich Konstrukte etabliert, in denen private und öffentliche Blockchains miteinander verknüpft werden. Dabei werden sensible Rohdaten in einer private BC gespeichert und gehasht. Anschließend werden die gehashten Informationen in einem öffentlichen Netzwerk abgelegt. Durch dieses Vorgehen können die Vorteile beider Ausprägungsarten kombiniert werden.^{421,422}

Eine weitere externe Maßnahme ist die *Verifizierung von Daten durch vertrauenswürdige Drittparteien*. Obwohl die Technologie aus dem dezentralen Ethos von Bitcoin entstanden ist, kann ein vollständiger Verzicht auf Intermediäre bei der Anwendung im SCM nicht gewährleistet werden.⁴²³ Die Drittparteien fungieren als unabhängige Prüfer, welche die Korrektheit und Authentizität, der gespeicherten Daten bestätigen und folglich das Vertrauen der Netzwerkteilnehmer in die Integrität des Systems erhöhen.⁴²⁴

Durch die Nutzung von eIDs können diese Drittparteien anonym bleiben und trotzdem eine hohe Vertrauenswürdigkeit bieten, indem sie ihre digitalen Identitäten durch das Netzwerk verifizieren lassen. Dies ermöglicht eine effiziente und sichere Datenverifizierung, ohne die Privatsphäre der Prüfer zu gefährden.⁴²⁵

Die dritte Maßnahme in dieser Unterkategorie ist die *Definition der zu speichernen Datenpunkte in der Blockchain*. Die Blockgröße eines BC-Systems begrenzt die Menge an Informationen und Transaktionen, welche in die Datenbank aufgenommen werden können. Außerdem ist die Speicherung von Informationen in dezentralen Systemen stets teurer und aufwendiger als bei zentralen Systemen, da Informationen über alle Knoten hinweg synchronisiert werden müssen.

⁴¹⁸ Vgl. Anhang D5: Transkript Experteninterview, Industrie, Peter Busch.

⁴¹⁹ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

⁴²⁰ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

⁴²¹ Vgl. Anhang D7: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tobias Goodden.

⁴²² Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

⁴²³ Vgl. Anhang D12: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Stefan Wiemers.

⁴²⁴ Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

⁴²⁵ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

Die Experten empfehlen, dass nur die unbedingt notwendigen Daten in einer BC abgelegt werden sollen.⁴²⁶ Weniger relevante Informationen können stattdessen in Nebensystemen mitgeführt werden.⁴²⁷ Mit einem klar definierten Rahmen für die zu speichernden Datenpunkte kann die BC effizient genutzt werden, ohne dass Netzwerkressourcen verschwendet, unnötige Datenmengen erzeugt oder die Transaktionsgeschwindigkeit beeinträchtigt wird.

6.3.5 Maßnahmen zur Definition und Priorisierung von Anwendungsfällen

Die klare *Definition und Priorisierung von Anwendungsfällen für Blockchain*, ist die fünfte Strategie- und Maßnahmenkategorie.

Wie zuvor bereits dargestellt, haben viele BC-Pilotprojekte in der chemischen Industrie und anderen Branchen es nicht geschafft, valide Geschäftsmodelle aufzubauen und einen monetären Mehrwert für die beteiligten Unternehmen zu generieren (Vgl. Kapitel 6.2). Ein möglicher Grund ist die Tatsache, dass viele gescheiterte Projekte aus dem Bestreben einzelner Marktteilnehmer entstanden sind. Da BC jedoch eine Netzwerktechnologie ist, funktioniert diese nur durch die kollaborative Zusammenarbeit mehrerer Marktteilnehmer oder eines ganzen Konsortiums.^{428,429}

Laut den Interviews ist die *Anwendung der Blockchain-Technologie auf Märkte, Ökosysteme oder Gremien anstatt auf einzelne Marktteilnehmer* deshalb eine entscheidende Maßnahme um den Erfolg zukünftiger Projekte zu gewährleisten und den Verbreitungsgrad zu erhöhen. Einige Experten sind außerdem der Meinung, dass die technische Umsetzung immer mehr in den Hintergrund rückt und der Aufbau des Ökosystems sowie das effektive Management von Beziehungen innerhalb der Konsortien an Bedeutung gewinnt.^{430,431,432} Dies trifft vor allem im SCM zu, wo Lieferanten, Kunden und Wettbewerber im selben Netzwerk miteinander interagieren.⁴³³

⁴²⁶ Vgl. Anhang D4: Transkript Experteninterview, Industrie, Senior Experte für Blockchain Anwendungen.

⁴²⁷ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

⁴²⁸ Vgl. Anhang D2: Transkript Experteninterview, Industrie, Projektleiter für Sustainability.

⁴²⁹ Vgl. Anhang D6: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, John Hoopes.

⁴³⁰ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

⁴³¹ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

⁴³² Vgl. Anhang D14: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Director für Consulting Services.

⁴³³ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

Die *Schaffung von Anreizen für alle Lieferkettenteilnehmer* spielt bei der Planung von Anwendungsfällen ebenfalls eine bedeutende Rolle. Am Ende einer BC-basierten Lieferkette stehen die Verbraucher, die Produkte von Unternehmen kaufen, die direkt mit ihnen in Kontakt stehen. Um jedoch die komplette Lieferkette mit Hilfe von BC abzubilden, müssen Daten entlang der ganzen Wertschöpfungskette gesammelt werden. Die zwischengeschalteten Parteien wie Rohstofflieferanten, Minenunternehmen oder Bauern haben jedoch keinen direkten Mehrwert durch das bloße Bereitstellen dieser Daten.⁴³⁴

Die Experten betonen, dass für alle Akteure einer Supply Chain, vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden, Anreize geschaffen werden müssen, um einen messbaren Mehrwert für jede Partei zu generieren. Diese Anreize können beispielsweise durch die Implementierung von Token-Systemen oder durch eine finanzielle Vergütung für die Teilnahme geschaffen werden. Die korrekte Incentivierung aller Teilnehmer wirkt sich schließlich positiv auf die Beteiligung an BC-basierten Geschäftsmodellen aus.^{435,436,437}

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der *gezielte Einsatz der BC-Technologie in geeigneten Anwendungsbereichen*, da nicht jede Anwendung im SCM für die Implementierung einer solchen Lösung geeignet ist. Dezentrale Netzwerke funktionieren besonders dann gut, wenn Daten zwischen mehreren Parteien ausgetauscht werden müssen, die sich gegenseitig nicht vollständig vertrauen.⁴³⁸ Zusätzlich sollte ein ausreichend hohes Potenzial sowie ein monetarisierbares Geschäftsmodell vorliegen, um das hohe Anfangsinvestment zu rechtfertigen.⁴³⁹

Durch die Fokussierung auf geeignete Anwendungsbereiche können Unternehmen sicherstellen, dass die Implementierung der Technologie erfolgreich verläuft und der Verbreitungsgrad weiterhin zunimmt.

⁴³⁴ Vgl. Anhang D9: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Product Owner für Digitale Produktpässe.

⁴³⁵ Vgl. ebenda.

⁴³⁶ Vgl. Anhang D13: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Kaj Burchardi.

⁴³⁷ Vgl. Anhang D16: Transkript Experteninterview, Presse, Sven Wagenknecht.

⁴³⁸ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

⁴³⁹ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

6.3.6 Governance-Strategien

Governance-Strategien sind systematische Ansätze und Richtlinien, die Organisationen entwickeln und implementieren, um ihre Entscheidungsprozesse, Verantwortlichkeiten und Verhaltensweisen zu steuern und zu überwachen.⁴⁴⁰ Bei der Implementierung von BC-Technologie im SCM spielen diese aufgrund der hohen Komplexität von Lieferketten und Konsortien eine wichtige Rolle.⁴⁴¹

Die Experten definieren den *Aufbau robuster Governance-Strukturen* als wichtigste Maßnahme. Dies erfordert die Entwicklung klarer Anreizmechanismen sowie die sorgfältige Vorbereitung von Beziehungen und Vereinbarungen zwischen den beteiligten Parteien. Das Vertrauen innerhalb eines BC-Ökosystems kann nur durch den effektiven Einsatz von Smart Contracts, Mechanismen zur Validierung und die Sanktionierung von Datenfehlern gewährleistet werden. Die Anwendung von BC-Technologien sollte außerdem nur dann in Betracht gezogen werden, wenn ein tatsächliches Vertrauensproblem vorliegt und die Technologie einen klaren Mehrwert für alle Beteiligten bietet. Die Etablierung effektiver Governance-Strukturen kann somit entscheidend zur Definition klarer Rollen und Verantwortlichkeiten sowie der Schaffung transparenter Kommunikationsprozesse beitragen.^{442, 443, 444, 445}

Ein weiterer wichtiger Aspekt für Governance ist der *Aufbau von Blockchain-Kompetenzen in Unternehmen*, da der Mangel an spezifischem Knowhow derzeit noch eine bedeutende Hürde darstellt.⁴⁴⁶ Um die Vorteile der Technologie voll auszuschöpfen und Projekte umsetzen zu können, müssen Unternehmen sicherstellen, dass ihre Mitarbeiter über das notwendige Fachwissen und die technischen Fähigkeiten verfügen. Dazu können externe Schulungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten genutzt werden. Außerdem müssen Organisationen dedizierte Teams aufbauen, um ihre Innovationskraft zu stärken und die erfolgreiche Integration von BC-Technologie in ihre Geschäftsprozesse zu unterstützen.^{447, 448}

⁴⁴⁰ Vgl. Benz et al. (2007), S. 27.

⁴⁴¹ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

⁴⁴² Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

⁴⁴³ Vgl. Anhang D11: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership.

⁴⁴⁴ Vgl. Anhang D14: Transkript Experteninterview, Beratungsbranche, Senior Director für Consulting Services.

⁴⁴⁵ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

⁴⁴⁶ Vgl. Anhang D10: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Tomaz Sedej.

⁴⁴⁷ Vgl. Anhang D8: Transkript Experteninterview, Blockchain-Entwicklung, Nitin Gavhane.

⁴⁴⁸ Vgl. Anhang D15: Transkript Experteninterview, Forschung, Alexander Grünewald.

7 Diskussion und Fazit

In diesem abschließenden Kapitel erfolgen die Diskussion und Zusammenfassung der Kernelemente dieser Arbeit. Dafür werden zunächst alle Kapitel rekapituliert und ein Resümee der Untersuchungsergebnisse erstellt. Darauf aufbauend werden die im Voraus definierten Forschungsfragen nach Möglichkeit beantwortet. Im Rahmen der kritischen Würdigung wird außerdem auf die Herausforderungen sowie die Einschränkungen des Forschungsprozesses eingegangen. Weiterhin wird ein Ausblick auf potenzielle zukünftige Forschung sowie die mögliche Anwendbarkeit der erarbeiteten Erkenntnisse für das Supply Chain Management in Unternehmen gegeben.

7.1 Zusammenfassung und Beantwortung der Forschungsfragen

Die vorliegende Masterthesis beschäftigte sich mit der zielgerichteten Untersuchung der Adoption von Blockchain im Kontext des Supply Chain Managements. Obwohl die Technologie das Potenzial aufweist, globale Lieferketten als Schlüsseltechnologie der Vierten Industriellen Revolution grundlegend zu transformieren, ist ihr derzeitiger Verbreitungsgrad im Unternehmensumfeld noch gering.

Die Arbeit wurde von einer primären Forschungsfrage sowie drei untergeordneten Hilfsfragen geleitet. Diese hatten die Analyse der Potenziale, die Feststellung der Adoptionsbarrieren und Herausforderungen sowie der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zum Ziel. Mit der übergeordneten Forschungsfrage *„Wie könnte die weitreichende Adoption von Blockchain-Technologie für das globale Supply Chain Management erreicht werden?“* lag der Fokus auf einer umfassenden Betrachtung aller spezifischen Aspekte des Untersuchungsgegenstandes.

Die theoretische Einführung erfolgte in drei thematisch aufeinander aufbauenden Abschnitten. Der erste Theorieabschnitt widmete sich dem Supply Chain Management und beleuchtete relevante Ziele, Einflussfaktoren und Herausforderungen dieser betrieblichen Querschnittsfunktion. Im Zuge der Betrachtung der digitalen Transformation in Supply Chains als wichtigen Impulsgeber wurde ein Übergang zu einer der relevantesten Enabling-Technologien, der Distributed Ledger Technology, geschaffen.

Im zweiten Theorieabschnitt wurde die Blockchain als spezifische Untergruppe der Distributed Ledger Technology definiert und ihre technologischen Grundprinzipien

erläutert, womit ein umfassendes Verständnis für ihre Funktionsweise geschaffen wurde.

Der dritte theoretische Abschnitt führte in das Segment der Enterprise-Blockchain ein und verdeutlichte die Relevanz dieser für die Industrie 4.0 sowie das Digital Supply Chain Management. Zusätzlich wurde eine kritische Analyse des derzeitigen Adoptionsgrads durchgeführt und festgestellt, dass sich dieser noch in einem frühen Stadium befindet. Damit wurde die Relevanz des Forschungsziels dieser Arbeit verdeutlicht.

Mit Hilfe von empirischer qualitativer Forschung wurde im Anschluss an die theoretische Einführung die Beantwortung der Forschungsfragen angestrebt. Um eine ganzheitliche Betrachtung der Anwendung von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management zu erreichen, wurde versucht, die sechs Perspektiven Industrie, Blockchain-Entwicklung, Beratungsbranche, Forschung, Presse sowie Verbände zu beleuchten. Als Ergebnis der zielgerichteten Vorauswahl von Experten sowie eines umfassenden Interviewprozesses, lagen sechzehn Transkripte vor, welche als Datengrundlage für die anschließende Datenanalyse und Datenauswertung in drei Transferabschnitten dienten.

Das erste Transferkapitel beschäftigte sich mit dem Potenzial der Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management, wobei im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse neun Potenzialbereiche identifiziert werden konnten. Es wurde verdeutlicht, dass Lieferketten im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Ethik, digitale Transformationsprozesse sowie Regulierungen und Compliance besonders stark von Blockchain-Adoption profitieren können. Aus der Analyse ging außerdem hervor, dass die Experten der Technologie ein starkes Wachstumspotenzial zuschreiben und der Meinung sind, dass sie den Höhepunkt ihres Reifegrades noch nicht erreicht hat. Die erste Hilfsfrage wurde somit beantwortet.

Im zweiten Transferkapitel wurden die Barrieren und Herausforderungen analysiert, welche die Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management hindern. Durch die Inhaltsanalyse wurden sieben Unterkategorien ermittelt, welche die vielfältigen Herausforderungen für Unternehmen verdeutlichen. Die fehlende Markt- und Kundenakzeptanz, technologische Barrieren sowie die Organisations- und Governance Herausforderungen können als besonders relevant eingeschätzt werden. Die zweite Hilfsfrage wurde somit ebenfalls beantwortet.

Das dritte Transferkapitel beinhaltet praxisorientierte Strategien zur Erhöhung der Anwendbarkeit von Blockchain-Technologie im unternehmensinternen Supply Chain Management. Insgesamt wurden 22 Maßnahmen erarbeitet, welche in sechs Unterkategorien eingeteilt und ausführlich beschrieben wurden. Diese Strategien können dazu beitragen die Datenintegrität von Blockchain-Systemen zu erhöhen, die Reaktionsfähigkeit der zugrundeliegenden Lieferketten zu verbessern, die Akzeptanz der Technologien zu fördern sowie ihre Adoption voranzutreiben. Die Ergebnisse wurden in einem kohärenten Maßnahmenkatalog festgehalten, welcher für Unternehmen als ein praxisnahes Implementierungsframework dienen kann. Durch die Erarbeitung und umfassende Erläuterung der genannten Maßnahmen und Strategien wurde die dritte Forschungsfrage beantwortet.

Die Ergebnisse der drei Transferabschnitte wurden um drei grafische Übersichten ergänzt, welche die wichtigsten Erkenntnisse prägnant zusammenfassen.

Durch die umfassende Analyse von Potenzialbereichen und Herausforderungen sowie der Erarbeitung von Implementierungsstrategien konnten alle drei Hilfsfragen in den Transferkapiteln hinreichend beantwortet werden. Mit Hilfe dieser Erkenntnisse wird nun angestrebt die einleitend beschriebene Diskrepanz zwischen Potenzial und Adoptionsgrad von Blockchain im Supply Chain Management zu begründen.

Wie aus der theoretischen Einführung sowie den Experteninterviews hervorging, sind viele Organisationen und Experten nach wie vor vom hohen Potenzial dezentraler Netzwerktechnologien für Supply Chain Anwendungen überzeugt. Dennoch hat sich gezeigt, dass die Adoption im Enterprise-Segment länger dauert als vor einigen Jahren prognostiziert wurde.

Eine mögliche Ursache ist, dass viele der beschriebenen Barrieren während der initialen Betrachtung der Blockchain-Technologie noch nicht präsent waren. Ein Beispiel für eine unvorhersehbare Herausforderung ist das schlechte Image von Kryptowährungen, welches sich negativ auf die Blockchain ausgewirkt hat. Zur Hochphase des Blockchain-Hypes im Jahr 2017 waren Kryptowährungen äußerst beliebt. Ihr Ruf hat sich erst durch zahlreiche Skandale sowie die daraus resultierende mediale Berichterstattung verschlechtert, was zum damaligen Zeitpunkt nicht abschätzbar war.

Auch technologische Barrieren wie die mangelnde Skalierbarkeit, unzureichende Datenqualität oder Schwierigkeiten bei der Integration in Legacy-Systeme konnten

vor wenigen Jahren nicht vorhergesehen werden. Viele Unternehmen sind diesen erst während der praktischen Erprobung der Technologie in Pilotprojekten begegnet.

Eine weitere unvorhersehbare Entwicklung ist die enorme Relevanz von Regulierungen und rechtlichen Rahmenbedingungen für die Anwendbarkeit von Blockchain in Lieferketten. Es scheint, als wären frühere Untersuchungen von einer geringeren Relevanz dieser regulatorischen Barrieren ausgegangen. Es hat sich gezeigt, dass Behörden aufgrund der hohen Komplexität und Neuheit der Technologie viel Zeit brauchen, um die notwendigen Rahmenbedingungen für Enterprise-Adoption zu schaffen.

Eine zweite mögliche Ursache für die Ungleichheit von Potenzial und Adoption ist, dass die Verbreitungsgeschwindigkeit und Relevanz der Blockchain-Technologie während des initialen Hypes überschätzt wurde, während die Herausforderungen unterschätzt wurden. Wie der Gartner Hype Cycle zeigt, durchlaufen alle innovativen Technologien verschiedene Reifegradphasen (Vgl. Kapitel 1.1). Während der anfänglichen Phasen werden unrealistisch hohe Erwartungen geweckt, die oft nicht sofort erfüllt werden können. Dies führt zu einer anschließenden Desillusionierung, in der die tatsächlichen Herausforderungen klarer werden und die Begeisterung abnimmt. Wie im Zuge dieser wissenschaftlichen Arbeit deutlich wurde, hat Blockchain-Technologie alle Phasen des Hype Cycles durchlaufen. Parallel dazu sind neuere Technologiefelder wie Künstliche Intelligenz in den Fokus von Unternehmen gerückt und haben die Blockchain in ihrer Relevanz verdrängt.

Eine dritte Ursache ist die interne Organisationskultur und die fehlende Bereitschaft zur Veränderung in großen Unternehmen. Globale Lieferketten werden primär von Großkonzernen kontrolliert, welche noch nicht bereit dazu sind eine Technologie wie die Blockchain vollumfänglich zur tiefgreifenden Umgestaltung ihrer Supply Chain Prozesse anzuwenden.

Schließlich dürfen auch ökonomische Faktoren und die weltwirtschaftliche Lage als vierte Ursache nicht vernachlässigt werden. Die Implementierung und der Betrieb von innovativen Technologien sind mit erheblichen Kosten verbunden. Einige der geopolitischen Entwicklungen der letzten Jahre haben zu starker Inflation, Preissteigerungen sowie langanhaltenden Krisen in vielen Wirtschaftsbereichen geführt. Unternehmen haben sich deshalb zunehmend auf ihr Kerngeschäft zurückorientiert, weshalb die Investition in Innovativtechnologien wie Blockchain teilweise eingestellt wurde.

Durch eine Betrachtung dieser vier Ursachen wird deutlich, dass die Disproportionalität zwischen Potenzial und Adoptionsgrad der Blockchain-Technologie im Supply Chain Management auf einem komplexen Zusammenspiel von technologischen, organisationalen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen sowie regulatorischen Faktoren beruht, welche der Diskrepanz zugrunde liegen.

Das Forschungsziel dieser Masterarbeit wurde erreicht, indem ein wichtiger Beitrag zur Schließung der zu Beginn identifizierten Forschungslücke geleistet und die vier Forschungsfragen beantwortet wurden. Durch die Einbeziehung verschiedener Branchen- und Unternehmensperspektiven sowie der praxisorientierten Ausrichtung, leisten die Ergebnisse einen relevanten Beitrag für die Förderung der Blockchain-Adoption in globalen Lieferketten und unterstützen Unternehmen bei der Abwägung technologischer Entscheidungen.

7.2 Kritische Würdigung und Limitationen

Im Rahmen der kritischen Würdigung wird auf die Forschungsgrenzen und methodische Limitationen der vorliegenden Masterthesis eingegangen.

Eine wesentliche Herausforderung war der Zugang zu relevanten Experten, wodurch eine begrenzte Anzahl an auswertbaren Interviews als Datengrundlage zur Verfügung stand. Weiterhin ist die Verteilung der einbezogenen Perspektiven ungleichmäßig, wobei Forschung und Presse nur mit zwei bzw. einem Experten vertreten sind und somit unterrepräsentiert bleiben. Zudem fehlt mit den Verbänden eine wichtige Perspektive in der Untersuchung, die wertvolle und differenzierte Einblicke hätte bieten können. Durch eine größere Anzahl von Experten sowie eine gleichmäßige Verteilung auf die Perspektiven hätten die Datengrundlage und die resultierenden Ergebnisse eine höhere Aussagekraft erlangt. Folglich können die Befragungsergebnisse nur als bedingt repräsentativ angesehen werden.

Es ist zu beachten, dass die Bereitschaft zur Teilnahme an den Interviews möglicherweise von der Einstellung zu Blockchain-Technologie beeinflusst wurde. Experten, die der Technologie positiv gegenüberstehen und in diesem Bereich tätig sind, könnten eher bereit gewesen sein, an der Befragung teilzunehmen. Dies könnte zu einer positiven Verzerrung der Ergebnisse geführt haben.

Die Verwendung eines strukturierten Interviewleitfadens zur Lenkung der Experteninterviews wurde bewusst entschieden, um die Gespräche zu führen und die

Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Allerdings kann dieser Leitfaden die Ergebnisse beeinflussen, indem bestimmte Themen stärker betont wurden als andere.

Die Subjektivität der Codierung stellt eine signifikante Herausforderung dar. Trotz der Bemühungen, den Codierungsvorgang durch anerkannte Forschungsmethodik so objektiv wie möglich zu gestalten, kann die Interpretation der Daten durch den Verfasser zu einer Verzerrung führen. Dies könnte die Neutralität und die Validität der Ergebnisse beeinträchtigen.

Obwohl für die Auswertung der Codierungsergebnisse die relevantesten Argumente jeder Unterkategorie auf Basis der Codehäufigkeiten herangezogen wurden, konnte aufgrund des begrenzten Umfangs dieser Arbeit keine vollständige Betrachtung aller Ergebnisse stattfinden. Zudem fehlen branchenspezifische Analyseergebnisse, da das Forschungsdesign Experten mit verschiedenen Branchenspektiven und Hintergründen einbezogen hat, um ein umfassendes Bild über die Supply Chain Anwendungen von Blockchain zu erhalten. Die unternehmerische Praxis jeder Branche weist spezifische Besonderheiten und Herausforderungen auf, die in dieser Arbeit nicht beleuchtet wurden.

Eine finale Limitation ist die enorme Komplexität und schnelllebige Natur des technologischen Umfelds. Insbesondere die Entwicklungen im Bereich der Distributed Ledger Technology und Blockchain sind rasant, weshalb die Erkenntnisse dieser Arbeit nur eine Momentaufnahme darstellen. Zukünftige technologische Fortschritte und Weiterentwicklung des Ökosystems können somit die Relevanz und Gültigkeit der präsentierten Ergebnisse beeinträchtigen.

Trotz der beschriebenen Limitationen bietet die Masterthesis wertvolle Beiträge zum Verständnis der Adoption von Blockchain für Lieferketten und stellt eine solide Basis für weitere Forschung und Praxisanwendungen dar.

7.3 Ausblick

Die vorliegende Forschungsarbeit hat mit der Diskrepanz zwischen Potenzial und Adoptionsgrad der Blockchain-Technologie im Supply Chain Management eine bedeutende Forschungslücke der Betriebswirtschaft und des Innovationsmanagements identifiziert. Durch die Analyse von Adoptionsbarrieren und die Erarbeitung praxisnaher Empfehlungen für Unternehmen trägt die Arbeit dazu bei, diese For-

schungslücke zu schließen und ein differenziertes Bild der zukünftigen Entwicklung zu zeichnen. Im Folgenden werden potenzielle Forschungsfelder skizziert, die zur Weiterentwicklung dieses Themengebiets beitragen können.

Ein vielversprechender Ansatz zur Vertiefung der Forschung ist die Erweiterung der Expertenbasis. Zukünftige Studien sollten eine größere und diversifizierte Gruppe von Experten einbeziehen, um eine repräsentative Datenbasis zu schaffen. Insbesondere die Einbindung von Vertretern aus Verbänden, Regulierungsbehörden, staatlichen Organisationen und zusätzlichen Branchen könnte differenzierte Einblicke und umfassendere Ergebnisse liefern. Diese Perspektiven könnten dazu beitragen, die bisher identifizierten Adoptionsbarrieren besser zu verstehen und gezielte Maßnahmen für die Überwindung zu entwickeln.

Ein weiteres wichtiges Forschungsfeld sind branchenspezifische Analysen. Zukünftige Forschung könnte sich auf spezifische Branchen konzentrieren, um deren individuelle Herausforderungen und Besonderheiten bei der technologischen Implementierung zu untersuchen. Detaillierte Fallstudien könnten wertvolle Erkenntnisse für die Praxis liefern und zur Entwicklung maßgeschneiderter Lösungen beitragen, die den spezifischen Anforderungen und Bedingungen einzelner Branchen gerecht werden.

Schließlich ist die Entwicklung klarer regulatorischer Rahmenbedingungen essenziell für die Erweiterung des Enterprise-Blockchain-Ökosystems. Regierungen und Regulierungsbehörden sollten mit der Industrie, den Technologieanbietern sowie Beratungsunternehmen zusammenarbeiten, um Regelungen zu schaffen, die Innovation fördern und gleichzeitig rechtliche Sicherheit bieten.

Rapide Weiterentwicklungen im Supply Chain Management und der Distributed Ledger Technology werden auch in Zukunft neue Möglichkeiten und Herausforderungen mit sich bringen. Insbesondere das Voranschreiten des Nachhaltigkeitstrends sowie die Integration von Blockchain mit anderen aufkommenden Technologien wie Künstlicher Intelligenz bieten großes Potenzial für innovative Anwendungen in Lieferketten. Zukünftige Forschung sollte diese Entwicklungen untersuchen, um neue Anwendungsfälle zu identifizieren.

Letztendlich liegt es in der Verantwortung von Unternehmen und Organisationen, die vielversprechende Technologie zur Verbesserung von Transparenz, Effizienz und Sicherheit ihrer Lieferkettenprozesse einzusetzen. Erst durch weitere gezielte

Forschung und eine umfangreiche Anwendung können die vorhandenen Herausforderungen überwunden werden, um das volle Potenzial der Blockchain als Schlüsseltechnologie der Vierten Industriellen Revolution und als Katalysator für resilientere, agilere sowie nachhaltigere Lieferketten zu entfalten.

Quellenverzeichnis

Literaturquellen

Adam, K. (2020): Blockchain-Technologie für Unternehmensprozesse. Sinnvolle Anwendung der neuen Technologie in Unternehmen. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.

Ahmed, M.R./ Islam, A.K.M.M./ Shatabda, S./ Islam, S. (2022): Blockchain-Based Identity Management System and Self-Sovereign Identity Ecosystem: A Comprehensive Survey. IEEE access, 10, S. 113436–113481.

AlShamsi, M./ Al-Emran, M./ Shaalan, K. (2022): A Systematic Review on Blockchain Adoption. Applied Sciences, 12, (9), S. 4245.

Anna, J. (2010): Effizienzsteigerung durch optimierte Logistikprozesse: Der Mix macht es – Outsourcing als fester Bestandteil der Strategie. Vortrag BME Symposium Berlin, 2010.

Awad, H./ Nassar, M. (2010): Supply Chain Integration: Definition and Challenges. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists.

Bacher, J./ Horwath, I. (2011): Einführung in die Qualitative Sozialforschung. Johannes Kepler Universität, Linz.

Baumann, K./ Supe, J. (2018): Blockchain als Treiber des modernen Supply Chain Management 4.0. BearingPoint.

Bayer, D./ Haber, S./ Stornetta, W.S. (1993): Improving the Efficiency and Reliability of Digital Time-Stamping. In: Renato Capocelli, Alfredo de Santis und Ugo Vaccaro (Hg.): Sequences II. New York, NY: Springer New York, S. 329–334.

Beer, A. (2014): Der Bullwhip-Effekt in einem komplexen Produktionsnetzwerk. Wiesbaden: Springer Gabler.

Benz, A./ Lütz, S./ Schimank, U./ Simonis, G. (2007): Handbuch Governance. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Blumröder, S./ Martin, B. (2014): Leitfaden Digitale Supply Chain. Hg. v. BITKOM. Berlin.

Bogensperger, A./ Zeiselmaier, A./ Hinterstocker, M. (2018): Die Blockchain-Technologie. Chance zur Transformation der Energieversorgung?

Bogner, A. (2014): Interviews mit Experten. Eine praxisorientierte Einführung. Wiesbaden: Springer Verlag.

Bogner, A./ Littig, B./ Menz, W. (2002): Das Experteninterview. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Boxall, P.F. (1992): Strategic Human Resource Management: the beginning of a new theoretical sophistication? Human Resource Management Journal, 2, (3), S. 60–79.

Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (2023): Potenziale von Distributed-Ledger-Technologien für die Wirtschaft. WIK-Consult GmbH (Hg.).

Burgwinkel, D. (2017): Blockchaintechnologie und deren Funktionsweise verstehen. In: Daniel Burgwinkel (Hg.): Blockchain technology. Berlin, Boston: De Gruyter, S. 3–50.

Büyükoçkan, G./ Göçer, F. (2018): Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. Computers in Industry, 97, S. 157–177.

Craft, N. (2006): Process integration in the supply chain. Volvo IT business process innovation research, 37, (8), S. 112.

Dieaconescu, R.I., Belu, M.G., Paraschiv D.M./ Joldes, C. (2022): Supply Chain Digital Transformation. In: R. Pamfilie, V. Dinu, C. Vasiliu, D. Pleșea und L. Tăchiciu (Hg.): 8th BASIQ International Conference on New Trends in Sustainable Business and Consumption, 25-27 May 2022. Bucharest: ASE, S. 597–604.

Domański, R./ Hadaś, L./ Cyplik, P./ Fertsch, M. (2009): Analysis of the forrester effect (Bullwhip effect) in the distribution network. Electronic Scientific Journal of Logistics, 2009, (3).

Dun & Bradstreet (2022): Russia-Ukraine Crisis. Online: <https://www.dnb.com/perspectives/russia-ukraine-impacts-global-supply-chain.html> (Stand 01.04.2024).

- Dürschmidt, J. (2004): Globalisierung. 2. Auflage. Bielefeld: Transcript-Verlag.
- Eckert, C. (2018): IT-Sicherheit: Konzepte - Verfahren - Protokolle. 10. Aufl. Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg.
- Fiedler, S./ Gern, K.-J./ Stolzenburg, U. (2018): Kryptowährungen – Geld der Zukunft? Wirtschaftsdienst, 98, (10), S. 752–754.
- Fill, H.-G./ Meier, A. (2020): Blockchain. Grundlagen, Anwendungsszenarien und Nutzungspotenziale. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Gerlach, B./ Zarnitz, S./ Nitsche, B./ Straube, F. (2021): Digital Supply Chain Twins - Conceptual Clarification, Use Cases and Benefits. Logistics, 5, (4).
- Giaglis, G./ Dionysopoulos, L./ Charalambous, M./ Damvakeraki, T./ Kostopoulos, N./ Sarafidis, N. et al. (2024): EU Blockchain Ecosystem Developments Report. Hg. v. The European Union Blockchain Observatory & Forum.
- Göbl, M. (2019): Logistik Als Erfolgspotenzial - the Power of Logistics. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg. in Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Gomm, M./ Trumpfheller, M. (2004): Netzwerke in der Logistik. In: Hans-Christian Pfohl (Hg.): Netzkompetenz in Supply Chains. Grundlagen und Umsetzung. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler, S. 43–65.
- Gschnaidtner, C./ Dehghan, R./ Hottenrott, H./ Schwierzy, J. (2024): Adoption and Diffusion of Blockchain Technology. Discussion Paper. ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- Gunasekaran, A./ Patel, C./ McGaughey, R.E. (2004): A framework for supply chain performance measurement. International Journal of Production Economics, 87, (3), S. 333–347.
- Haber, S./ Stornetta, W.S. (1991): How to time-stamp a digital document. J. Cryptology, 3, (2), S. 99–111.
- Hackius, N. (2022): Blockchain adoption in supply chain management and logistics. Dissertation. Technische Universität Hamburg.

Harvey, C.R./ Ramachandran, A./ Santoro, J. (2021): DeFi and the Future of Finance. Hoboken: John Wiley & Sons P&T.

Hein, C./ Wellbrock, W./ Hein, C. (2019): Rechtliche Herausforderungen von Blockchain-Anwendungen. Straf-, Datenschutz- und Zivilrecht. Wiesbaden: Springer Gabler.

Hellmann, R. (2018): IT-Sicherheit. Eine Einführung. Berlin: Walter de Gruyter GmbH.

Hellwig, D./ Huchzermeier, A./ Karlic, G. (2020): Build Your Own Blockchain. A Practical Guide to Distributed Ledger Technology. Cham: Springer International Publishing AG.

Herweijer, C./ Combes, B./ Swanborough, J./ Davies, M./ Hanania, J./ Fields, K. et al. (2018): Building Block(chain)s for a Better Planet. World Economic Forum.

Herweijer, C./ Howard, S./ Leape, J./ Rao-Monari, U./ Arora, S./ Boccaletti, G. et al. (2017): Harnessing the Fourth Industrial Revolution for the Earth. World Economic Forum in collaboration with PwC and Stanford Woods Institute for the Environment.

Hirsch-Kreinsen, H./ Kubach, U./ Stark, R./ Wichert, G. von/ Litsche, S./ Sedlmeir, J./ Steglich, S. (2022): Themenfelder Industrie 4.0 - Forschungs- und Entwicklungsbedarfe für die erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0. Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.

Hoffmann, K. (2009): Der Beitrag der Supply Chain zur Ertragsoptimierung des Unternehmens. Vortrag Working Capital Masters Berlin, 02.11.2009.

Huin, S.F./ Luong, L./ Abhary, K. (2003): Knowledge-based tool for planning of enterprise resources in ASEAN SMEs. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 19, (5), S. 409–414.

Iakovou, E./ Moussiopoulos, N./ Xanthopoulos, A./ Achillas, C./ Michailidis, N./ Chatzipanagioti, M. et al. (2009): A methodological framework for end-of-life management of electronic products. Resources, Conservation and Recycling, 53, (6), S. 329–339.

Islam, M.R.I./ Monjur, M.E.I./ Akon, T. (2023): Supply Chain Management and Logistics: How Important Interconnection Is for Business Success. Open Journal of Business and Management, 11, (05), S. 2505–2524.

Kandel, C./ Klumpp, M./ Keusgen, T. (2011): GPS based Track and Trace for Transparent and Sustainable Global Supply Chains. In: K.-D. Thoben, V. Stich und A. Imtiaz (Hg.): Proceedings of the 17th International Conference on Concurrent Enterprising. International Conference on Concurrent Enterprising. Aachen, Deutschland, 20-22 Juni 2011.

Kappes, M. (2007): Netzwerk- und Datensicherheit. Eine praktische Einführung. Wiesbaden: Teubner.

Kaulartz, M. (2016): Die Blockchain-Technologie. Computer und Recht, 32, (7), S. 474–480.

Klaus, P. (2007): Steuerung von Supply Chains. Strategien, Methoden, Beispiele. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler.

Krampe, H./ Lucke, H.-J./ Schenk, M. (2012): Grundlagen der Logistik. Einführung in Theorie und Praxis logistischer Systeme. 4. Auflage. München: Huss-Verlag GmbH.

Lamport, L./ Shostak, R./ Pease, M. (1982): The Byzantine Generals Problem. ACM Transactions on Programming Languages and Systems, 4, (3), S. 382–401.

Larcher, M. (2010): Zusammenfassende Inhaltsanalyse nach Mayring – Überlegungen zu einer QDA-Software unterstützten Anwendung. Universität für Bodenkultur Wien. Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften.

Lehmacher, W. (2016): Globale Supply Chain. Technischer Fortschritt, Transformation und Circular Economy. 1. Aufl. 2016. Wiesbaden: Springer Gabler.

Li, A./ Wei, X./ He, Z. (2020): Robust Proof of Stake: A New Consensus Protocol for Sustainable Blockchain Systems. Sustainability, 12, (7), S. 2824.

Locker, A./ Grosse-Ruyken, P.T. (2019): Chefsache Finanzen in Einkauf und Supply Chain. Millionenwerte schaffen im digitalen Zeitalter. 3., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Gabler.

Manolache, M.A./ Manolache, S./ Tapus, N. (2022): Decision Making using the Blockchain Proof of Authority Consensus. *Procedia Computer Science*, 199, S. 580–588.

Marmolejo-Saucedo, J.A./ Hurtado-Hernandez, M./ Suarez-Valdes, R. (2020): Digital Twins in Supply Chain Management: A Brief Literature Review. In: Pandian Vasant (Hg.): *Intelligent Computing and Optimization. Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Computing and Optimization 2019*. Unter Mitarbeit von Ivan Zelinka und Gerhard Wilhelm Weber. Cham: Springer International Publishing AG, S. 653–661.

Mayring, P. (2022): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 13. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz.

Mohsen, B.M. (2023): Developments of Digital Technologies Related to Supply Chain Management. *Procedia Computer Science*, 220, S. 788–795.

Mueller, K. (2002): *Globalisierung*. Frankfurt, New York: Campus.

Ocáriz Borde, H.S. de (2022): *An Overview of Trees in Blockchain Technology: Merkle Trees and Merkle Patricia Tries*. University of Cambridge, Cambridge, England.

Paksoy, T. (2021): *Logistics 4. 0. Digital Transformation of Supply Chain Management*. Milton: Taylor & Francis Group.

Patton, M. (2002): *Qualitative Evaluation and Research Methods*. 2. Auflage. New York: SAGE Publications.

Pfohl, H.-C. (2004): *Netzkompetenz in Supply Chains. Grundlagen und Umsetzung*. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler.

Pólvora, A./ Lourenço, J.S./ Nascimento, S. (2018): *#Blockchain4EU. Blockchain for industrial transformations*. Luxembourg: Publications Office.

Porter, M.E. (2014): *Wettbewerbsvorteile. Spitzenleistungen erreichen und behaupten = (Competitive Advantage)*. 8. Auflage. Frankfurt am Main, New York: Campus Verlag.

Rashed, S. (2010): Collaborating to evolve sourcing into the organizational productivity champion. Vortrag BME Symposium, 10.11.2010.

Raskin, M./ Yermack, D. (2016): Digital Currencies, Decentralized Ledgers, and the Future of Central Banking. National Bureau of Economic Research.

Rauchs, M./ Glidden, A./ Gordon, B./ Pieters, G.C./ Recanatini, M./ Rostand, F. et al. (2018): Distributed Ledger Technology Systems: A Conceptual Framework. SSRN Electronic Journal.

Reinhart, G. (2017): Handbuch Industrie 4.0. Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik. München: Carl Hanser Verlag.

Rohrhofer, E./ Staberhofer F. (2007): Ganzheitliches Supply Chain Management. In: Peter Klaus (Hg.): Steuerung von Supply Chains. Strategien, Methoden, Beispiele. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler (Lehrbuch), S. 27–72.

Sallam, K./ Mohamed, M./ Wagdy Mohamed, A. (2023): Internet of Things (IoT) in Supply Chain Management: Challenges, Opportunities, and Best Practices. Sustainable Machine Intelligence Journal, 2, (3), S. 1–32.

Schinckus, C. (2020): The good, the bad and the ugly: An overview of the sustainability of blockchain technology. Energy Research & Social Science, (69).

Schlatt, V./ Schweizer, A./ Urbach, N./ Fridgen, G. (2016): Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT.

Schoder, D./ Fischbach, K. (2002): Peer-to-Peer. Wirtschaftsinformatik, 44, (6), S. 587–589.

Schollmeier, R. (2002): A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications. In: Proceedings First International Conference on Peer-to-Peer Computing. Linköping, Sweden, 27-29 Aug. 2001: IEEE Computer Society, S. 101–102.

Schutzer, D. (1990): Business expert systems: The competitive edge. Expert Systems with Applications, 1, (1), S. 17–21.

Sun, Y./ Zhu, S./ Wang, D./ Duan, J./ Lu, H./ Yin, H. et al. (2024): Global supply chains amplify economic costs of future extreme heat risk. *Nature*, 627, (8005), S. 797–804.

Swan, M. (2015): *Blockchain. Blueprint for a new economy*. First edition. Beijing, Cambridge, Farnham, Köln, Sebastopol, Tokyo: O'Reilly.

Szabo, N. (1996): Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. *Extropy Journal of Transhuman Thought*, 16.

Toorajipour, R./ Sohrabpour, V./ Nazarpour, A./ Oghazi, P./ Fischl, M. (2021): Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 122, S. 502–517.

Trumpfheller, M./ Hofmann, E. (2004): Supply Chain Relationship Management. In: Hans-Christian Pfohl (Hg.): *Netzkompetenz in Supply Chains. Grundlagen und Umsetzung*. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler, S. 67–91.

Tu, M. (2018): An exploratory study of Internet of Things (IoT) adoption intention in logistics and supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, 29, (1), S. 131–151.

Valli, C./ Hannay, P. (2010): Geotagging Where Cyberspace Comes to Your Place. In: 2010 International Conference on Security & Management, S. 627–632.

Wan, J./ Cai, H./ Zhou, K. (2015): Industrie 4.0: Enabling technologies. In: *Proceedings of 2015 International Conference on Intelligent Computing and Internet of Things*. Harbin, China, 17.01. - 18.01.2015: Institute of Electrical and Electronics Engineers, S. 135–140.

Wiefling, S./ Lo Iacono, L./ Sandbrink, F. (2017): Anwendung der Blockchain außerhalb von Geldwährungen. *Datenschutz und Datensicherheit*, 41, (8), S. 482–486.

Wildemann, H. (2001): *Das Just-in-time-Konzept. Produktion und Zulieferung auf Abruf*. 5. Auflage. München: TCW Transfer-Centrum-Verl.

Williamson, O.E. (1981): The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach. *American Journal of Sociology*, 87, (3), S. 548–577.

Wood, G. (2014): Ethereum: a secure decentralised generalised transaction ledger (EIP- 150 REVISION). ETHCORE. Online: <https://membres-ljk.imag.fr/Jean-Guil-laume.Dumas/Enseignements/ProjetsCrypto/Ethereum/ethereum-yellow-paper.pdf> (Stand 21.06.2024).

Wu, B./ Zou, Z./ Song, D. (2019): Learn Ethereum. Build your own decentralized applications with Ethereum and smart contracts. Birmingham, Mumbai: Packt.

Internetquellen

A.P. Moller (2022): Maersk and IBM to discontinue TradeLens, a blockchain-enabled global trade platform. Online: <https://www.maersk.com/news/articles/2022/11/29/maersk-and-ibm-to-discontinue-tradelens> (Stand 11.06.2024).

Accenture (2023): Supply chain disruption. Online: <https://www.accenture.com/us-en/insights/consulting/supply-chain-disruption> (Stand 24.03.2024).

Accenture (2024a): Blockchain services. Online: <https://www.accenture.com/de-de/services/blockchain/blockchain-index> (Stand 10.06.2024).

Accenture (2024b): Circular supply chain. Online: <https://www.accenture.com/us-en/services/blockchain/circular-supply-chain> (Stand 10.06.2024).

Amazon Web Services (2024): Blockchain for Supply Chain: Track and Trace. Online: <https://aws.amazon.com/de/blockchain/blockchain-for-supply-chain-track-and-trace/> (Stand 07.06.2024).

BITKOM (2023): Blockchain – Wo steht die deutsche Wirtschaft. Online: <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2023-10/Bitkom-Charts-Blockchain-2023.pdf> (Stand 21.06.2024).

Bogart, S. and Rice, K. (2015): The Blockchain Report: Welcome to the Internet of Value. Online: https://needham.bluematrix.com/sellside/EmailDocViewer?encrypt=4aaafaf1-d76e-4ee3-9406-7d0ad3c0d019&mime=pdf&co=needham&id=sbogart@needhamco.com&source=mail&utm_content=buffer0b432&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer (Stand 31.05.2024).

Boston Consulting Group (2024a): Blockchain. Online: <https://www.bcg.com/capabilities/digital-technology-data/blockchain> (Stand 10.06.2024).

Boston Consulting Group (2024b): Greener Supply Chains - Verified by AI and Blockchain. Online: <https://www.bcg.com/x/mark-your-moment/blockchain-social-good> (Stand 10.06.2024).

Brown, M. (2024): Preparing for 2024 supply chain challenges and priorities. Supply Chain Management Review. Online: Supply Chain Management Review (Stand 28.05.2024).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2024): Was ist ein digitaler Produktpass? Online: <https://www.bmuv.de/faq/was-ist-ein-digitaler-produktpass> (Stand 11.06.2024).

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019): Blockchain-Strategie der Bundesregierung. Online: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-strategie.html> (Stand 17.06.2024).

Chris Baraniuk (2021): Why is there a chip shortage? BBC. Online: <https://www.bbc.com/news/business-58230388> (Stand 01.04.2024).

Coinmarketcap (2024): Today's Cryptocurrency Prices by Market Cap. Online: <https://coinmarketcap.com/> (Stand 31.05.2024).

Cointelegraph (2024): Blockchain-as-a-service (BaaS): An overview. Online: <https://cointelegraph.com/learn/blockchain-as-a-service-baas> (Stand 11.06.2024).

Corda (2024): Corda - The open permissioned distributed application platform. Online: <https://corda.net/> (Stand 17.04.2024).

Deloitte (2021): Deloitte's 2021 Global Blockchain Survey. Online: <https://www2.deloitte.com/xe/en/insights/topics/understanding-blockchain-potential/global-blockchain-survey.html> (Stand 10.06.2024).

Deloitte (2024a): Blockchain Institute. Online: <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/innovation/topics/blockchain.html> (Stand 10.06.2024).

Deloitte (2024b): Enterprise Blockchain. Online: <https://www2.deloitte.com/dk/da/pages/technology/nextgen-blockchain.html> (Stand 10.06.2024).

Enterprise Ethereum Alliance (2024): About. Online: <https://entethalliance.org/> (Stand 10.06.2024).

Ernst & Young (2024): Blockchain solutions. Online: https://www.ey.com/en_us/services/blockchain/platforms (Stand 10.06.2024).

Ethereum Climate Alliance (2024): Mitigating CO2 at scale. Online: <https://ethereumclimate.com/home> (Stand 10.06.2024).

Ethereum Foundation (2024): What is Ethereum. Online: <https://ethereum.foundation/ethereum> (Stand 10.06.2024).

Ethereum.org (2024): Über die Ethereum Foundation. Online: <https://ethereum.org/de/foundation/> (Stand 10.06.2024).

Europäische Kommission (2022): Blockchain-Strategie. Online: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/blockchain-strategy> (Stand 17.06.2024).

Europäische Kommission (2023): Entwaldungsfreie Lieferketten: Neue Regeln in Kraft, 18 Monate Übergangsfrist. Online: https://germany.representation.ec.europa.eu/news/entwaldungsfreie-lieferketten-neue-regeln-kraft-18-monate-ubergangsfrist-2023-06-29_de (Stand 12.06.2024).

Europäische Kommission (2024): eIDAS-Verordnung. Online: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/eidas-regulation> (Stand 12.06.2024).

European Blockchain Association e.V. (2024): Empowering The European Blockchain Ecosystem. Online: <https://europeanblockchainassociation.org/> (Stand 18.06.2024).

European Commission (2024): Corporate sustainability due diligence. Online: https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/corporate-sustainability-due-diligence_en (Stand 27.05.2024).

Forbes Magazine (2016): Gartner Hype Cycle For Emerging Technologies, 2016 Adds Blockchain & Machine Learning For First Time. Online: <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2016/08/21/gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2016-adds-blockchain-machine-learning-for-first-time/> (Stand 18.06.2024).

Gartner Inc. (2017): Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017. Online: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017> (Stand 18.06.2024).

Gartner Inc. (2019): Gartner 2019 Hype Cycle Shows Most Blockchain Technologies Are Still Five to 10 Years Away From Transformational Impact. Online: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-10-08-gartner-2019->

hype-cycle-shows-most-blockchain-technologies-are-still-five-to-10-years-away-from-transformational-impact (Stand 18.06.2024).

Gartner Inc. (2022): Metaverse, Web3 and Crypto: Separating Blockchain Hype from Reality. Online: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-08-30-metaverse-web3-and-crypto-separating-blockchain-hype-from-reality> (Stand 18.06.2024).

GLEIF (2024a): Das ist GLEIF. Online: <https://www.gleif.org/de/about/this-is-gleif> (Stand 05.06.2024).

GLEIF (2024b): Einführung des digitalisierten und kryptografisch verifizierbaren LEI (vLEI). Online: <https://www.gleif.org/de/vlei/introducing-the-verifiable-lei-vlei> (Stand 05.06.2024).

Grand View Research (2023): Blockchain Technology Market Size. Online: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/blockchain-technology-market> (Stand 18.06.2024).

Hanseatic Blockchain Institute (2024): Stand der Blockchain Adoption in der deutschen Wirtschaft. Online: <https://www.w3now.de/wp-content/uploads/2024/03/W3NOW-MINI-REPORT.pdf> (Stand 03.06.2024).

Hyperledger Foundation (2024a): Building better together. Online: <https://www.hyperledger.org/> (Stand 07.06.2024).

Hyperledger Foundation (2024b): Hyperledger Fabric. Online: <https://www.hyperledger.org/projects/fabric> (Stand 07.06.2024).

IBM (2023): IBM Blockchain Platform: Hyperledger Fabric Support Edition. Online: <https://www.ibm.com/de-de/products/blockchain-platform-hyperledger-fabric> (Stand 11.06.2024).

IBM (2024a): Blockchain-Lösungen für die Lieferkette. Online: <https://www.ibm.com/de-de/blockchain-supply-chain> (Stand 07.06.2024).

IBM (2024b): IBM Sterling Supply Chain Intelligence Suite: Food Trust. Online: <https://www.ibm.com/de-de/products/supply-chain-intelligence-suite/food-trust> (Stand 07.06.2024).

Kannenberg, A. (2023): Ethereum: Deutlich weniger Stromverbrauch nach Umstieg auf Proof-of-Stake. Heise. Online: <https://www.heise.de/news/Ethereum-Deutlich-weniger-Stromverbrauch-nach-Umstieg-auf-Proof-of-Stake-7464273.html> (Stand 01.06.2024).

Klein, T./ Noel, A./ Frosinini, A./ Pribich, J./ Thompson, N. (2023): Hyperledger in Action. Hyperledger Foundation. Online: <https://www.hyperledger.org/hyperledger-supply-chain-finance-ebook-2023> (Stand 19.04.2024).

KPMG (2024): Blockchain-Lösungen bei KPMG. Online: <https://karriere.kpmg.de/blog/innovation-und-tech/blockchain-loesungen-bei-kpmg.html> (Stand 10.06.2024).

Leucci, S. (2024): Central Bank Digital Currency. European Data Protection Supervisor. An official website of the European Union. Online: https://www.edps.europa.eu/press-publications/publications/techsonar/central-bank-digital-currency_en (Stand 04.06.2024).

Maihofer, G. (2023): Die rebellischen Cypherpunks: Ohne sie gäbe es kein Bitcoin. BTC Echo. Online: <https://www.btc-echo.de/news/die-rebellischen-cypherpunks-ohne-sie-gaebe-es-kein-bitcoin-173275/> (Stand 16.03.2024).

MAXQDA (2024): Die #1 Software für qualitative Inhaltsanalyse. Online: https://www.maxqda.com/de/software-inhaltsanalyse?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwpNuyBhCuARIsANJqL9OB4ulkJHbxMWnqW91L5mn3zGd_LZBV6TZv3NXFFPxFL7loo-WyA0UEaAvEWEALw_wcB#! (Stand 29.05.2024).

McKinsey & Company (2022): Future-proofing the supply chain. McKinsey & Company. Online: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/future-proofing-the-supply-chain> (Stand 01.04.2024).

Nakamoto, S. (2008): Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Online: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Stand 16.03.2024).

Oracle (2024): Oracle Blockchain. Online: <https://www.oracle.com/de/blockchain/oracle-blockchain-platform-cloud-service> (Stand 07.06.2024).

Ozminkowski, R. (2021): Garbage In, Garbage Out. Online: <https://towardsdatascience.com/garbage-in-garbage-out-721b5b299bc1> (Stand 11.06.2024).

Paul J. Noble (2022): The Ukraine-Russia War's Impact On The Supply Chain: Why MRO Optimization Is A Top Priority. Forbes. Online: <https://www.forbes.com/sites/paulnoble/2022/05/12/the-ukraine-russia-wars-impact-on-the-supply-chain-why-mro-optimization-is-a-top-priority/?sh=448d00df6d2e> (Stand 01.04.2024).

Petrosyan, A. (2024): Annual number of entities impacted in supply chain cyber attacks in the United States from 2017 to 2023. Statista. Online: <https://www.statista.com/statistics/1367208/us-annual-number-of-entities-impacted-supply-chain-attacks/> (Stand 27.05.2024).

PwC (2020): Time for trust. Online: <https://www.pwc.com.cy/en/issues/assets/blockchain-time-for-trust.pdf> (Stand 18.06.2024).

PwC (2022): Working Capital Report 2021/22. Online: <https://www.pwc.de/de/deals/working-capital-report.html> (Stand 28.05.2024).

PwC (2024): Blockchain in der Lieferkette. Online: <https://www.pwc.de/de/strategie-organisation-prozesse-systeme/operations/supply-chain-management/blockchain-in-der-lieferkette.html> (Stand 10.06.2024).

R3 (2020): Corda for Supply Chain Management. Online: <https://cognizium.io/uploads/resources/R3%20Corda%20-%20Corda%20for%20Supply%20Chain%20Management%20-%202020.pdf> (Stand 10.06.2024).

R3 (2024): About Us. Online: <https://r3.com/company/> (Stand 10.06.2024).

Roland Berger (2021): Mehr als nur ein Hype: Mit Blockchain-Technologien zu mehr Effizienz im Supply-Chain-Management. Roland Berger. Online: <https://www.rolandberger.com/de/Insights/Publications/Potenzial-auch-für-die-Industrie-Blockchain-abseits-von-Kryptowährungen.html> (Stand 18.06.2024).

RSPO (2024): Eine globale Partnerschaft für nachhaltiges Palmöl. Online: <https://rspo.org/de/> (Stand 12.06.2024).

SAP (2024): What is blockchain technology? Online: <https://www.sap.com/products/artificial-intelligence/what-is-blockchain.html> (Stand 07.06.2024).

Schramm, C. (2024): Potenzial von Blockchain für Lieferketten in der chemischen Industrie. Analyse von Pilotprojekten und Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für die Zukunft. Studienarbeit. Steinbeis University - Schools of Next Practices, Berlin.

Statista Research Department (2024): Anzahl verfügbarer Kryptowährungen weltweit in ausgewählten Monaten von Juni 2013 bis April 2024. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1018542/umfrage/anzahl-unterschiedlicher-kryptowaehrungen/> (Stand 31.05.2024).

Tagesschau (2022): Kryptobranche in schweren Turbulenzen. Online: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/finanzen/kryptoboerse-bitfront-pleite-bitcoin-101.html> (Stand 11.06.2024).

The Brainy Insights (2023): Blockchain Supply Chain Market. Online: <https://www.thebrainyinsights.com/report/blockchain-supply-chain-market-13906> (Stand 18.06.2024).

Tobias Zander (2024): Goldman Sachs zeigt sich Krypto-skeptisch. BTC-ECHO. Online: <https://www.btc-echo.de/schlagzeilen/goldman-sachs-zeigt-sich-krypto-skeptisch-181783/> (Stand 31.05.2024).

Walport, M. (2015): Distributed Ledger Technology: beyond block chain. A report by the UK Government Chief Scientific Adviser. Online: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf (Stand 31.05.2024).

World Economic Forum (2022): The big challenges for supply chains in 2022. Online: <https://www.weforum.org/agenda/2022/01/challenges-supply-chains-covid19-2022/> (Stand 24.03.2024).

World Economic Forum (2024): Blockchain. Online: <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb00000038qmPEAQ/key-issues/a1Gb00000044ElpEAE> (Stand 18.06.2024).

World Wide Web Consortium (2022): Decentralized Identifiers (DIDs) v1.0. Online: <https://www.w3.org/TR/did-core/> (Stand 05.06.2024).

ZEIT ONLINE (2017): Ein Hype aus dem Nichts. Online:
<https://www.zeit.de/2017/47/bitcoin-digitalwaehrung-hype-blase> (Stand
18.06.2024).

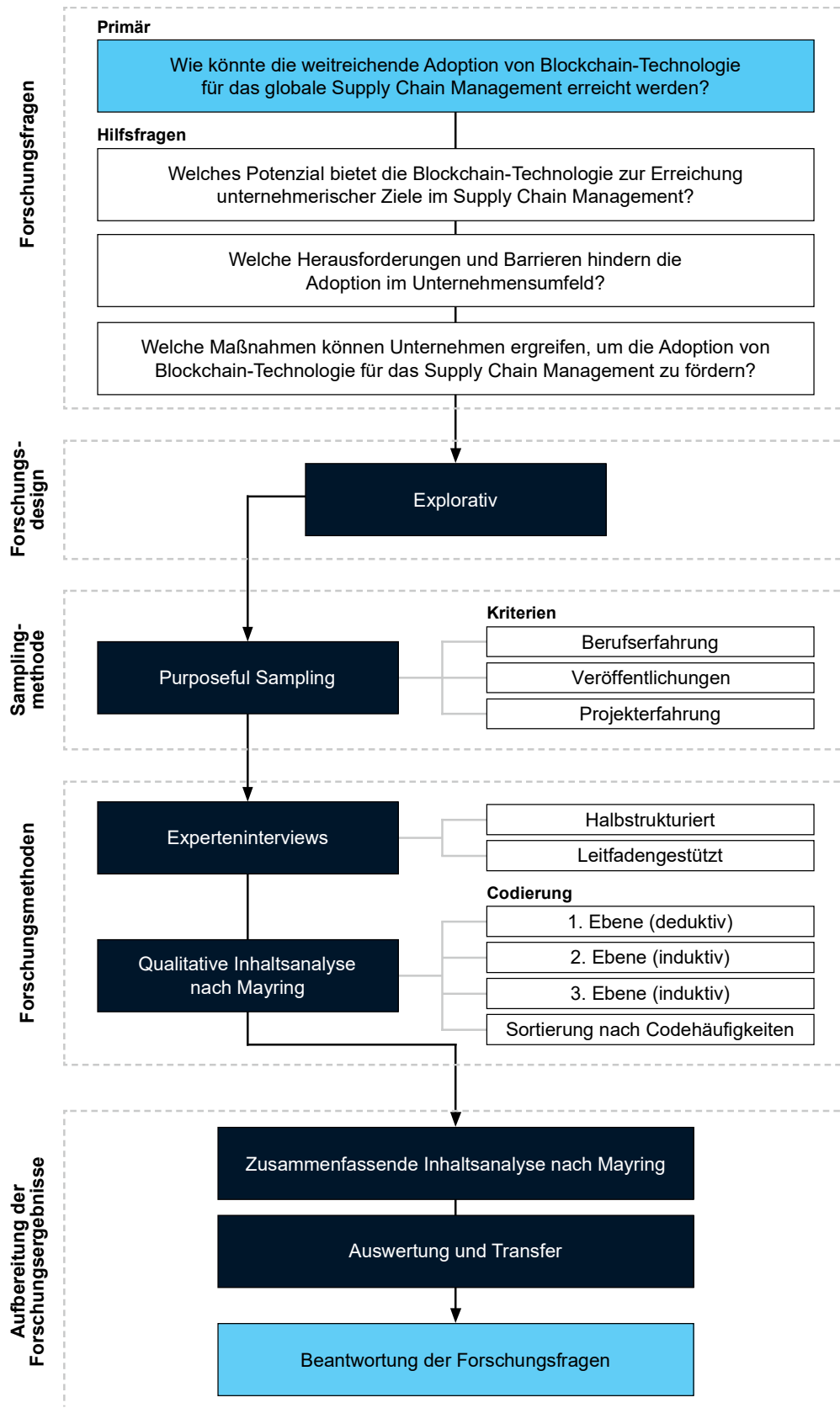
Anhang

Anhangsverzeichnis

Nummer	Inhalt	Seite
A	Grafische Darstellung des Forschungsprozesses	114
B	Expertenübersicht	115
B1	Übersicht der kontaktierten Experten	115
B2	Übersicht der interviewten Experten	118
C	Interviewleitfäden	119
C1	Interviewleitfaden, Deutsch	119
C2	Interviewleitfaden, Englisch	121
D	Experteninterviews	123
D1	Industrie: Thomas J. Ackermann	123
D2	Industrie: Projektleiter für Sustainability	135
D3	Industrie: Marco Linsenmann	142
D4	Industrie: Senior Experte für Blockchain Anwendungen	148
D5	Industrie: Peter Busch	155
D6	Blockchain-Entwicklung: John Hoopes	164
D7	Blockchain-Entwicklung: Tobias Goodden	174
D8	Blockchain-Entwicklung: Nitin Gavhane	183
D9	Blockchain-Entwicklung: Product Owner für Digitale Produktpässe	191
D10	Blockchain-Entwicklung: Tomaz Sedej	200
D11	Beratungsbranche: Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership	212
D12	Beratungsbranche: Stefan Wiemers	220
D13	Beratungsbranche: Kaj Burchardi	227

D14	Beratungsbranche: Senior Director für Consulting Services	235
D15	Forschung: Alexander Grünewald	239
D16	Presse: Sven Wagenknecht	249
E	Codierungsergebnisse in MAXQDA	257
E1	Codesystem Übersicht in MAXQDA	257
E2	Codesystem Potenziale in MAXQDA	258
E3	Codesystem Barrieren in MAXQDA	259
E4	Codesystem Maßnahmen in MAXQDA	260
F	Grafische Darstellung der Ergebnisse	261
F1	Potenzialbereiche von Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management	261
F2	Areas of Potential for Blockchain Technology in Supply Chain Management	262
F3	Barrieren und Herausforderungen für die Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management	263
F4	Barriers and Challenges for the Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain Management	264
F5	Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung des Adoptionsgrads von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management	265
F6	Measures and Strategies to increase the Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain Management	266

Anhang A: Grafische Darstellung des Forschungsprozesses



Anhang B: Expertenübersicht

Anhang B1: Übersicht der kontaktierten Experten

Anfrage Nummer	Perspektive	Institution oder Unternehmen	Name des Experten	Tätigkeit	Datum der Kontaktaufnahme	Kanal der Kontaktaufnahme	Status	Kommentar	Anonymität	Einverständniserklärung
1	Beratungsbranche	Roland Berger	Miki Fabian F.	Consultant	08.04.2024	LinkedIn	Absage			
2	Forschung	Blockchain Research Lab	Dr. Lennart Ante	CEO	08.04.2024	LinkedIn	Absage			
3	Presse	Blockmagazin	Lukas Fiedler	Herausgeber des Blockmagazins	08.04.2024	LinkedIn	Absage			
4	Industrie	Blocksize Capital GmbH	Lucas Zaehring	Head of Blocksize Climate solutions	08.04.2024	LinkedIn	Absage			
5	Industrie	Selbstständig	Thomas J. Ackermann	Erfinder und Visionär	08.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
6	Beratungsbranche	IT-Beratungsunternehmen (anonymisiert)	Beth (anonymisiert)	Senior Manager for Web 3.0 and Digital Ownership	08.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Ja	-
7	Verband	Bitkom e.V.	Benedikt Faupel	Bereichsleiter Blockchain	08.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
8	Blockchain-Entwicklung	Luna Vision	Katharina Zeuch	CEO & Gründerin	08.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
9	Beratungsbranche	bankon Management Consulting	Kai Baumann	Manager	08.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
10	Industrie	Michael Page	Aaron Büttner	Blockchain und DLT Strategist	08.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
11	Blockchain-Entwicklung	Smart Blockchain (selbstständig)	Alex Reinhardt	Gründer	08.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
12	Forschung	Blockchain Research Institute	Don Tapscott	Co-Founder & Executive Chairman	08.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
13	Industrie	Particula	Carsten Hermann	Co-Founder & CTO	08.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
14	Industrie	Gubbi AG	Philip Filhol	Head of Products	08.04.2024	BerChain Slack	Keine Antwort			
15	Industrie	PharmaTrace	Dr. Issame Outaleb	Founder and CEO	10.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
16	Beratungsbranche	PwC	Stefan Schrauf	Partner	10.04.2024	E-Mail	Keine Antwort			
17	Beratungsbranche	PwC	Husen Kapasi	Senior Manager - SC Digital Twin and Enterprise Blockchain	10.04.2024	E-Mail	Keine Antwort			
18	Beratungsbranche	McKinsey	Michael Chui	Partner, McKinsey Global Institute	10.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
19	Blockchain-Entwicklung	Bext 360	Daniel Jones	CEO	10.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
20	Blockchain-Entwicklung	EZ Lab	Massimo Morbiato	CEO	10.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
21	Forschung	Blockchain Research Institute	Kirsten D Sandberg	Editor-in-Chief	11.04.2024	LinkedIn	Absage			
22	Forschung	Technische Universität Dortmund	Dominik Bons	Team Lead - Blockchain Technology in SCM	11.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
23	Industrie	IBM	Marco Gauer	Procurement Manager	11.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
24	Industrie	IBM	Oliver Raymond	Supply Chain Consultant - Blockchain Practice	11.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
25	Blockchain-Entwicklung	Bext 360	Niki Lewis	Chief Sustainability Officer	11.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
26	Beratungsbranche	Accenture	Andrea Czikorova	Technology Associate Manager	11.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
27	Industrie	MSD	Alexandru POPA	Associate Director	11.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
28	Beratungsbranche	Sheffield University Management School	Matthew Hinchliffe	Doctoral Researcher	11.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
29	Forschung	Fraunhofer IML	Alexander Grünewald	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	11.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
30	Verband	Blockchain Europe, Bundesblock	Daniel Heinen	Beiratsmitglied	11.04.2024	LinkedIn	Absage			
31	Blockchain-Entwicklung	Toucan Protocol	John Hoopes IV	Gründer und Co-Chair, Web3 Climate Action Working Group	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
32	Forschung	EU Enough Project	Fatemeh Esmaelinezhadta	Researcher	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt	Nicht relevant	Nein	Nein
33	Blockchain-Entwicklung	Climate Collective	Anna Lerner Nesbitt	CEO	12.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
34	Blockchain-Entwicklung	Ethereum Climate Platform	Steven Haft	Managing Director and Board Director	12.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
35	Blockchain-Entwicklung	Ethereum Climate Platform	Bill Kentrup	Managing Director and President	12.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
36	Blockchain-Entwicklung	Ethereum Climate Platform	Anna Lerner	Managing Director	12.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
37	Blockchain-Entwicklung	Ethereum Climate Platform	Dave Sandor	Board Director	12.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
38	Blockchain-Entwicklung	Ethereum Climate Platform	Michael Sheren	Board Director	12.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
39	Blockchain-Entwicklung	Ethereum Climate Platform	Clemens Wan	Tech Co-Lead	12.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
40	Blockchain-Entwicklung	Ethereum Climate Platform	Iris Van Kerckhove	Marketing Lead	12.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
41	Blockchain-Entwicklung	Impactility	Nitin Gavhane	Founder, Technologist	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
42	Beratungsbranche	targetPI, LogBook, Location Master Data	Stefan Wiemers	Digital Procurement Expert, Certified Bitcoin Professional	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
43	Blockchain-Entwicklung	Blockchain Company (anonymisiert)	Sairaju (anonymisiert)	Product Owner and Portfolio Associate	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Ja	-
44	Blockchain-Entwicklung	Ethereum Climate Platform	Tobias Goodden	Tech Co-Lead	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
45	Industrie	BASF SE	Tara Badri	Driver of Digital Innovation Ventures and Ecosystems	15.04.2024	LinkedIn	Absage			

Anfrage Nummer	Perspektive	Institution oder Unternehmen	Name des Experten	Tätigkeit	Datum der Kontaktaufnahme	Kanal der Kontaktaufnahme	Status	Kommentar	Anonymität	Einverständniserklärung
46	Beratungsbranche	Gartner	Sohard Aggarwal	Manufacturing Lead	16.04.2024	LinkedIn	Absage			
47	Beratungsbranche	Gartner	Roberto Messina	Account Executive Supply Chain and Procurement	16.04.2024	LinkedIn	Absage			
48	Beratungsbranche	Gartner	Ludovica Turconi	Account Executive	16.04.2024	LinkedIn	Absage			
49	Forschung	Technische Universität Dortmund	Michael Henke	Chair of Enterprise Logistics	16.04.2024	LinkedIn	Absage			
50	Industrie	Chemieunternehmen	(anonymisiert)	Projektleiter für den Bereich Sustainability	16.04.2024	E-Mail	Erledigt		Ja	-
51	Beratungsbranche	Gartner	Genoveva Rosillo Medem	Account Manager	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
52	Beratungsbranche	Gartner	Juergen Weiss	Group Vice President	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
53	Beratungsbranche	Gartner	Philipp Steller	Associate Director	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
54	Beratungsbranche	Gartner	Cole Flashenberg	Product Innovation Manager	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
55	Industrie	SAP	Alexander Haas	Principal Business Enterprise Consultant	16.04.2024	LinkedIn	Erledigt	Nicht relevant	Nein	Nein
56	Beratungsbranche	MHP – A Porsche Company	Deniz Sarier	Innovation- & Project Manager	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
57	Verband	Bundesblock	Moritz Böhmcke-Schwafert		16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
58	Forschung	Fraunhofer FOKUS	Manfred Hauswirth	Managing Director / CEO	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
59	Presse	BTC-ECHO	Sven Wagenknecht	Editor-in-Chief and Co-Founder	16.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
60	Industrie	VeChain	Miguel Ángel Rojo Fernández	Principal Engineer	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
61	Industrie	VeChain	Tom Weijtmans	Community Builders Ambassador	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
62	Industrie	Bosch Digital	Yousof Alsatom	Director of Innovation	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
63	Industrie	Microsoft	André Liesenfeld	Author and Blockchain Professional	16.04.2024	LinkedIn	Absage			
64	Beratungsbranche	IT-Beratungsunternehmen (anonymisiert)	Dr. Ralf Herrmann	Senior Director Consulting Services	16.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Ja	-
65	Beratungsbranche	Gartner	Soumy Naudiyal	Market Research Specialist	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
66	Verband	The Linux Foundation	Daniela Barbosa	Blockchain and Identity and Hyperledger Executive Director	16.04.2024	LinkedIn	Absage			
67	Industrie	Bosch	Peter Busch	Product Owner Distributed Ledger Technologies Mobility	16.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
68	Beratungsbranche	Gartner	Barbara Nowara	Digital Marketer	16.04.2024	LinkedIn	Absage			
69	Beratungsbranche	Gartner	Jit Hinchman	Ambassador Supply Chain Community	16.04.2024	LinkedIn	Absage			
70	Verband	Bundesblock	Sebastian Becker	Geschäftsführer	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
71	Forschung	Blockchain Competence Center Mittweida	Andreas Iltner	Direktor	16.04.2024	LinkedIn	Absage			
72	Industrie	Microsoft	Dieter Schule	Strategy Advisor	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
73	Industrie	Microsoft	Yan-Chen Caren Østengen	Technology Lead	16.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
74	Industrie	DB Systel GmbH	Dr. Michael Kuperberg	Chief Blockchain Architect	17.04.2024	LinkedIn	Absage			
75	Industrie	Siemens	Maximilian Weinhold	Chief Product Owner Digital Battery Passport	17.04.2024	LinkedIn	Absage			
76	Industrie	BMW	Andre Luckow	Head of Innovation and Emerging Technologies	17.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
77	Industrie	BMW	Johannes Klepsch	Product Owner Emerging Technologies	17.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
78	Industrie	BMW	Felix Gerbig	Blockchain Specialist	17.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
79	Industrie	Deutsche Post DHL	Nana Bit-Avrachim	Senior Manager Blockchain Center of Excellence	17.04.2024	LinkedIn	Absage			
80	Industrie	DB Systel GmbH	Sviatoslav Butskiy	Consultant Blockchain & DLT Solutions	17.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
81	Industrie	DB Schenker	Dieter Sellner	Head of Digital Business	17.04.2024	LinkedIn	Absage			
82	Industrie	Siemens	Steeve B.	Global Head / Director - Digital Transformation Consulting	17.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
83	Industrie	Siemens	Thomas Westermayer	Head of Procurement	17.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
84	Industrie	Continental AG	Zaimen W	Plant Operations Manager	17.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
85	Industrie	Continental AG	Dirk Petermann	Head of Corporate IT Strategy Smart Factory	17.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
86	Industrie	Mercedes Benz AG	Silas Rutschmann	Researcher for Future Customer Software Innovations	17.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
87	Industrie	Logistikunternehmen (anonymisiert)	Suraj (anonymisiert)	Senior Expert Blockchain	17.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Ja	-
88	Industrie	Deutsche Post DHL	Dr. Bejoy Jacob	VP, Group Centre of Excellence - Blockchain	17.04.2024	LinkedIn	Absage			
89	Blockchain-Entwicklung	Hyperledger Foundation	Tomaz Sedej	Ecosystem Manager	18.04.2024	E-Mail	Erledigt		Nein	Nein
90	Forschung	Blockchain Research Institute	Alex Tapscott	Gründer und Autor	18.04.2024	LinkedIn	Absage			

Anfrage Nummer	Perspektive	Institution oder Unternehmen	Name des Experten	Tätigkeit	Datum der Kontaktaufnahme	Kanal der Kontaktaufnahme	Status	Kommentar	Anonymität	Einverständniserklärung
91	Beratungsbranche	BCG	Dr. Sabrina Masur	Consultant	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
92	Beratungsbranche	BCG	Leonardo Altieri	Core member of Digital BCG	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
93	Beratungsbranche	BCG	Marco-Tariq Badur	Consultant	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
94	Beratungsbranche	BCG	Jan Philipp Bender	Managing Director and Partner	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
95	Beratungsbranche	BCG	Akash Bhatia	Partner and Managing Director	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
96	Beratungsbranche	Porsche Consulting	Andreas Kaselowsky	Senior Consultant	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
97	Beratungsbranche	Capgemini Invent	Dr. Steffen Reidt	Head of Technology Innovation	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
98	Beratungsbranche	Capgemini Invent	Marc Schmid	Manager Digital Identities & Blockchain	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
99	Beratungsbranche	Capgemini	Jörg Junghanns	Vice President - Global Supply Chain Orchestration	18.04.2024	LinkedIn	Absage			
100	Beratungsbranche	Capgemini Invent	Frank Teichmann	Head of Blockchain Network and Business Strategy DACH	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
101	Beratungsbranche	Capgemini Invent	Frank Arnold	VP Intelligent Supply Chain Germany	18.04.2024	LinkedIn	Absage			
102	Beratungsbranche	Capgemini	Frank Orlinski	Senior Project Manager	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
103	Beratungsbranche	Capgemini Invent	Eugen Luft	Lead Blockchain Solution Architect	18.04.2024	LinkedIn	Absage			
104	Beratungsbranche	Capgemini Invent	Ingrid Kirschner	Senior Consultant, Enterprise Transformation	18.04.2024	LinkedIn	Absage			
105	Beratungsbranche	Capgemini Invent	Philipp Wagner	Vice President, Head of Enterprise Data & Analytics	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
106	Beratungsbranche	Capgemini Invent	Pavel Romanenko	Senior Manager Enterprise Transformation	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
107	Beratungsbranche	Deloitte	Tobias Brenner	Senior Manager for Emerging Technologie	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
108	Beratungsbranche	Deloitte	Kim Schneider	Enterprise Blockchain Lead	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
109	Beratungsbranche	PwC	Husen Kapasi	Blockchain Lead	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
110	Beratungsbranche	PwC	Kurt Fields	US Blockchain Lead	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
111	Beratungsbranche	PwC	Mayeul Dupuy	Senior Blockchain Consultant	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
112	Beratungsbranche	BCG Platinion	Kaj Burchardi	Head of Emerging Technologies	18.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
113	Beratungsbranche	mm1 Consulting	Philip Alexander Balz	Manager	18.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
114	Industrie	Blockchain Trust Solutions AG	Marco Linsenmann	Executive Partner	22.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
115	Forschung	Blockchain Competence Center Mittweida	Dr. Volker Wannack	Leiter für Blockchain in der Energiewirtschaft	22.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
116	Forschung	Blockchain Competence Center Mittweida	Mario Oettler	Research Assistant	22.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			
117	Blockchain-Entwicklung	Allinfra	Bill Kentrup	Co-founder & Head of Origination	27.04.2024	LinkedIn	Keine Antwort			

Anhang B2: Übersicht der interviewten Experten

Anfrage Nummer	Perspektive	Institution oder Unternehmen	Name des Experten	Tätigkeit	Datum der Kontaktaufnahme	Kanal der Kontaktaufnahme	Status	Kommentar	Anonymität	Einverständniserklärung
1	Industrie	Selbstständig	Thomas J. Ackermann	Erfinder und Visionär	08.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
2	Beratungsbranche	IT-Beratungsunternehmen (anonymisiert)	Beth (anonymisiert)	Senior Manager for Web 3.0 and Digital Ownership	08.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Ja	-
3	Forschung	Fraunhofer IML	Alexander Grünewald	Wissenschaftlicher Mitarbeiter	11.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
4	Blockchain-Entwicklung	Toucan Protocol und World Economic Forum	John Hoopes IV	Gründer und Co-Chair, Web3 Climate Action Working Group	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
5	Forschung	EU Enough Project	Fatemeh Esmailnezhadta	Researcher	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt	Nicht relevant	Nein	Nein
6	Blockchain-Entwicklung	Impactility	Nitin Gavhane	Founder, Technologist	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
7	Beratungsbranche	targetPI, LogBook, Location Master Data	Stefan Wiemers	Digital Procurement Expert, Certified Bitcoin Professional	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
8	Blockchain-Entwicklung	Blockchain Technology Company (anonymisiert)	Sairaju (anonymisiert)	Product Owner and Portfolio Associate	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Ja	-
9	Blockchain-Entwicklung	Ethereum Climate Platform	Tobias Goodden	Tech Co-Lead	12.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
10	Industrie	Unternehmen aus der chemischen Industrie	(anonymisiert)	Projektleiter für den Bereich Sustainability	16.04.2024	E-Mail	Erledigt		Ja	-
11	Industrie	SAP	Alexander Haas	Principal Business Enterprise Consultant	16.04.2024	LinkedIn	Erledigt	Nicht relevant	Nein	Nein
12	Presse	BTC-ECHO	Sven Wagenknecht	Editor-in-Chief and Co-Founder	16.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
13	Beratungsbranche	IT-Beratungsunternehmen (anonymisiert)	Dr. Ralf Herrmann	Senior Director Consulting Services	16.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Ja	-
14	Industrie	Bosch	Peter Busch	Product Owner Distributed Ledger Technologies Mobility	16.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
15	Industrie	Logistikunternehmen (anonymisiert)	Suraj (anonymisiert)	Senior Expert Blockchain	17.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Ja	-
16	Blockchain-Entwicklung	Hyperledger Foundation	Tomaz Sedej	Ecosystem Manager	18.04.2024	E-Mail	Erledigt		Nein	Nein
17	Beratungsbranche	BCG Platinion	Kaj Burchardi	Head of Emerging Technologies	18.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja
18	Industrie	Blockchain Trust Solutions AG	Marco Linsenmann	Executive Partner	22.04.2024	LinkedIn	Erledigt		Nein	Ja

Anhang C: Interviewleitfäden

Anhang C1: Interviewleitfaden, Deutsch

Einleitung

Kurze Erläuterung des Zwecks der Befragung, Zusicherung der Vertraulichkeit der Antworten, Geschätzte Dauer der Befragung.

Demografisch Fragen

1. Bei welchem Unternehmen oder welcher Organisation sind sie beschäftigt und welche Rolle nehmen sie dort ein?
2. Können Sie Ihre Erfahrungen mit Blockchain-Projekten beschreiben? Welches spezifischen Projekt haben Sie begleitet oder durchgeführt?

Potenzial von Blockchain-Technologie

3. Wie beurteilen Sie das generelle Potenzial der Blockchain-Technologie, um Supply Chain Prozessen zu optimieren? Welche konkreten Vorteile sehen Sie?
4. Welche Probleme können Blockchain basierte Lösungen lösen, welche von anderen Systemen nicht gelöst werden können? Welcher konkrete Mehrwert entsteht?

Zeithorizont

5. In der Fachliteratur herrscht Uneinigkeit zur Wahrscheinlichkeit sowie dem Zeithorizont einer vollständigen Marktdurchdringung von Blockchain. Wie schätzen sie dies persönlich ein? Wann wird Blockchain ihrer Meinung nach einen vollständigen Reifegrad erreichen und sich zum Industriestandard entwickeln? Warum haben Sie diese Meinung?

Nachhaltigkeit

6. Wie sehen sie persönlich das Potenzial von Blockchain in Bezug auf Nachhaltigkeit und Zirkularität?
7. Auf welche Weise unterstützt Blockchain Ihr Unternehmen oder ihre Branche bei der Verfolgung und Erreichung von Nachhaltigkeitszielen? Wie könnte sich dies in Zukunft entwickeln?

8. Haben sich in ihrem Unternehmen oder ihrer Branche durch den Einsatz von Blockchain neuen Geschäftsmodelle in Bezug auf Nachhaltigkeit ergeben? Wenn ja, welche?

Herausforderungen

9. Die Einführung von Blockchain-Lösungen ist mit zahlreichen Herausforderungen verbunden. Welche sind auf Basis ihrer Erfahrungen die größten Herausforderungen?
10. Wie gewährleisten sie in den von Ihnen betreuten Blockchain-Projekten hohe Datenqualität und -verfügbarkeit?
11. Wie gestaltet sich die Integration in bestehende Systeme? Welche primären Herausforderungen gibt es?
12. Wie gehen Sie mit der Herausforderung der Standardisierung und Interoperabilität in Blockchain-Projekten um?

Empfehlungen

13. Welche Empfehlungen würden Sie Unternehmen geben, die erwägen, Blockchain-Technologie in ihre Supply Chain Prozesse zu integrieren?

Abschluss

Möglichkeit weitere Gedanken oder Kommentare zu teilen, Dank für die Teilnahme.

Anhang C2: Interviewleitfaden, Englisch

Introduction

Brief explanation of the purpose of the survey, assurance of confidentiality of responses, estimated duration of the survey.

Demographic questions

1. At which company or organization are you employed, and what's your current role?
2. Can you describe your experiences with blockchain projects? Which specific projects have you supervised or conducted?

Potenzial of Blockchain-Technology

3. How do you assess the general potential of blockchain technology to optimize supply chain processes? What specific benefits do you see?
4. In your opinion, what problems can blockchain-based solutions solve that other systems cannot? What specific added value is created?

State of the industry

5. Academic literature shows disagreement regarding the likelihood and the time frame for wider blockchain adoption. What's the current state of the industry from your perspective?

Sustainability

6. How do you personally view the potential of blockchain with respect to sustainability and circularity?
7. In what ways does blockchain support your company or industry in tracking and achieving sustainability goals? How could this evolve in the future?
8. Have any new business models related to sustainability emerged in your company or industry through the use of blockchain? If so, what are they?

Challenges

9. The implementation of blockchain solutions is associated with numerous challenges. From your experience, which are the biggest challenges?
10. How do you ensure high data quality and availability in the blockchain projects you manage?

11. How is the integration into existing systems managed? What are the primary challenges involved?
12. How do you handle the challenge of standardization and interoperability in blockchain projects?

Recommendations

13. What recommendations would you give to companies considering integrating blockchain technology into their supply chain processes?

Conclusion

Opportunity to share any additional thoughts or comments, thank you for participating.

Anhang D: Experteninterviews

Anhang D1: Industrie: Thomas J. Ackermann

Einverständniserklärung

Kategorie	Information
Thema der Masterthesis	Anwendung von Blockchain-Technologie für Supply Chain Management und Nachhaltigkeit
Interviewte Person	Herr Thomas J. Ackermann
Interviewer	Christoph Schramm
Datum	10.04.2024
Weitere Informationen	Das Interview wird mit Hilfe von Microsoft Teams durchgeführt.

Ich erkläre mich dazu bereit, im Rahmen der benannten Masterthesis als Experte an einer Befragung teilzunehmen.

Ich bin damit einverstanden, dass das Interview mit Hilfe von Microsoft Teams aufgezeichnet und durch Christoph Schramm transkribiert wird. Die Aufzeichnung wird temporär gespeichert und zum Projektende am 01.09.2024 gelöscht. Das Transkript des Interviews wird nicht anonymisiert, d.h. mit Angabe meines Namens und meines Werdegangs gespeichert und verwendet.

Ich bin damit einverstanden, dass einzelne Sätze aus dem Transkript mit meiner Person in Verbindung gebracht werden und als Material für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden können. Des Weiteren stimme ich zu, dass dieses Transkript im Anhang der Masterthesis von Christoph Schramm erscheinen und für Gutachter seiner Arbeit, sowie Mitarbeitende der Steinbeis-Next Hochschule einsehbar ist.


Meine Teilnahme an der Erhebung und meine Zustimmung zur Verwendung der Daten sind freiwillig. Ein Widerruf der Zustimmung ist jederzeit möglich. Durch Verweigerung oder Widerruf entstehen mir keine Nachteile. Ich habe das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung und Löschung, Einschränkung der Verarbeitung, Widerspruch gegen die weitere Verarbeitung sowie auf Datenübertragbarkeit meiner personenbezogenen Daten.

Unter diesen Bedingungen erkläre ich mich bereit, das Interview zu geben, und bin damit einverstanden, dass es aufgezeichnet, verschriftlicht, ausgewertet und verwendet wird.

(elektronisch
unterschrieben)

10.04.2024

Thomas J. Ackermann

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Schramm', is written over a horizontal line.

10.04.2024

Christoph Schramm

Transkript Experteninterview

mit Herrn Thomas Ackermann, Erfinder und Unternehmer im Bereich Blockchain, Cybersecurity, AI und Quantum Computing

[0:05] **S1:** Hallo Herr Ackermann. Können Sie mit einer kurzen Vorstellung ihrer Person beginnen?

[0:08] **S2:** Ja, hallo ich bin Thomas Ackermann. Ich betreibe digitale Technologien schon seit vielen, vielen Jahren. Ich hab damit während des Studiums angefangen, Ende der 80er Jahre mit meiner ersten Firma. Ich wollte unbedingt was im Internet machen damals. Konnte aber nicht, weil das hier in Deutschland keiner hören wollte und bin dann Anfang der 90er ins Silicon Valley gewechselt. [...] Ich konnte dann in vielen großen Unternehmen arbeiten und habe festgestellt, dass ich so mit meinen Vorstellungen, was ich gerne beruflich mache, mich immer schon mit Zukunftstechnologien beschäftigt habe. [...]

Auch parallel die ganze Blockchain Sache verfolgt, weil das natürlich eine spannende Technologie ist. Da habe ich auch durchaus starke eigene Meinung und verstehe mich als Evangelist. Ich denke auch, dass Blockchain-Technologie generell eine größere Revolution ist als das Internet. Beim Internet war das ja schon in den 80er Jahren so, dass viele die sich damit beschäftigt haben, gesagt haben: „Das kann sich nur durchsetzen.“ Also das Internet ist so einfach, das kann gar nicht anders als sich durchzusetzen.

Und das gleiche glaub ich auch von der Blockchain, auch wenn es ein bisschen enttäuschend ist, wie langsam das geht. Zugegebenermaßen ging das beim Internet auch langsam, seitdem es Mitte der 1950er Jahre im Pentagon erfunden wurde. Es hat lange gedauert bis Mitte der 90er die breiten Massen erreicht hat. Und da sind wir noch im Blockchain Bereich noch weit von entfernt. [...] Ich habe dann an unterschiedlichen Startups in dem Bereich gearbeitet und bin darüber mit der Technologie in Berührung gekommen.

[7:25] **S1:** Danke für die ausführliche Vorstellung. Der erste große Block, der für mich interessant ist, ist das generelle Potenzial von Blockchain Technologie. Ich habe mit Leuten gesprochen, die sagen, dass Blockchain in fünf Jahren überall sein wird. Und es gibt Leute, die sagen, das Potenzial wird völlig überschätzt. Wir werden das gar nicht oder nur vereinzelt nutzen. Wie würden Sie das generelle

Potential von Blockchain-Technologie für Supply Chain Prozesse einschätzen und welche konkreten Vorteile gibt es ihrer Meinung nach?

[8:41] **S2:** Ok also, ich bin da in dieser Angelegenheit sicherlich sowas wie ein Purist. Da kann man schöne Parallelen ziehen zum Internet und der Entwicklung des Internets. Als das neu war haben die Leute erkannt, dass man sehr viel Geld damit verdienen kann. Aber das Internet ist ja nicht proprietär, das kann jeder nutzen und das kostet keine Lizenzgebühren. Aber daran kann man kein Geld verdienen, oder? Die Menschen haben damals noch nicht so gesehen, wie man damit Geld verdienen könnte.

Und dann sind, solche Sachen passiert wie AOL, das ist eine völlig eigene Welt gebaut hat die mit dem Internet gar nichts zu tun hatte und den Leuten gesagt hat: Hier für 14,95€ im Monat. habt ihr Zugang zum Internet. Das ist das Internet. [...]

Und etwas ähnliches ist auch mit der Blockchain passiert. Es gab am Anfang nur eine Blockchain - die Bitcoin-Blockchain. Und da haben sich dann genau dieselben Tendenzen entwickelt. Menschen wollen grundsätzlich immer Geld verdienen. Das ist ja auch nicht grundsätzlich schlecht. Und deswegen gab es dann diese ganzen alternativen Blockchains, die natürlich technisch nicht so ausgereift sind und schon oft gehackt wurden.

Also das nächst Größte ist ja Ethereum. Da sind schon hunderte von Millionen von Dollar durch Hacking verloren gegangen. [...] Das ist einfach nur technische Unausgereiftheit, weil es nicht ausgetestet ist. Jetzt gibt es eine Blockchain die hauptsächlich dadurch bekannt ist, dass die Leute damit spekulieren. Obwohl das mit der eigentlichen Technologie wenig zu tun hat. Und dann gibt es hunderte von parallelen Alternativ-Blockchains. Und die meisten Leute, auch IT-Spezialisten, sind mit dieser neuen Technologie einfach überfordert und wissen nicht, wie sie das einschätzen sollen.

Dass diese Alternativen auf diesem Proof of Stake Konzept laufen, ist kein Standard. Jede Blockchain hat einen eigenen Proof of Stake, der völlig unterschiedlich funktioniert und nicht mal mehr im Ansatz die Sicherheit von Proof of Work hat. Aber es gibt wenige, die das noch wirklich verstehen. [...]

Das sind leider Faktoren, die der Durchsetzung der eigentlichen Blockchain-Technologie an sich im Wege stehen. Wenn man so viel erklären muss, kommt man gar nicht mehr zu den eigentlichen Vorteilen der Technologie, die sich gerade für

Supply Chain natürlich anbietet. [...] Man muss halt abgrenzen zwischen Spekulationen und Technologie. [...]

Also Supply Chain Management ist natürlich eine ganz offensichtliche Sache. Wenn man Smart Contracts hat, kann man die ganze Sache automatisieren. Man kann sie standardisieren. Man kann alle Spiele auf eine einzige Plattform holen. Also wenn ich jetzt einen Container von der Fabrik in China bis nach Europa zum Kunden schicke, kann ich diesen per Blockchain komplett verfolgen. Mit allen Zoll- und Versicherungsthemen oder Redereien. Und damit voll automatisch abwickeln auf einer einzigen Plattform, die auch noch dazu noch nie gehackt worden ist.

Also das ist die einzige Technologie, die wir überhaupt haben in der ganzen Computer Industrie, die bisher noch nicht gehackt worden ist. Ich spreche allerdings nur von der Bitcoin Blockchain. Die anderen sind alle schon mal irgendwie gehackt worden oder sogar ganz gewaltig. Und aus diesen Gründen bietet sich das einfach an.

[14:28] **S1:** Das ist auf jeden Fall schon eine interessante Sichtweise. Nun gibt es ja auch Lösungen, die nicht Blockchain basiert sind, aber dieselben Probleme lösen. Also Datenökosysteme wo alle Lieferanten reingeholt werden und dieselbe Sprache gesprochen wird, Daten automatisch übertragen werden und so weiter. Was sind denn die konkreten Vorteile von einer Blockchain basierten Lösung, welche von alternativen Systemen nicht gelöst werden können?

[15:48] **S2:** Da sollte man einen Schritt zurückgehen und sich fragen: „Was wollen wir eigentlich für die Zukunft? Was wollen wir damit erreichen?“ Und wenn man sich das mal so anguckt und die Erfahrungen mit dazu nimmt, welche man über die letzten 30 Jahre so gemacht hat mit solchen Technologien. Und sieht mit welchen Schritten die ganze Digitalisierung weitergeht, dass beschleunigt sich ja immer mehr und wir wollen ja alles Mögliche digitalisieren und von den Computern abhängig machen.

Dann muss man sich überlegen: „Wollen wir wirklich weiterhin so proprietäre Lösungen haben, die von einer Firma oder von einem kleinen Verband kontrolliert werden?“ Das bedeutet automatisch, dass alle anderen, die da nicht reinpassen, an dieser Technologie nicht teilhaben können. Oder aber sich dem unterordnen müssen bzw. Lizenzgebühren bezahlen. Und sowas ist ein überholtes Modell. Schon allein deswegen, weil es schwierig ist, andere davon zu überzeugen, auf einem globalen Level zu partizipieren. Warum sollen wir das eine machen und

nicht unser eigenes Ding? Und schon haben wir wieder 1000 verschiedene Lösungen, die untereinander nicht kompatibel sind oder nur mit Ach und Krach, Datenaustauschformate haben.

Deswegen könnte man sich ja überlegen, egal welche Technologie das nun ist, dass man eine Technologie aussucht, die tatsächlich genau wie das Internet lizenzfrei ist, also Open Source. Also eine Technologie, die ja keinem so richtig gehört, man aber eine sehr große Armee von Entwicklern hat. Die besten der besten. Das ist also eine Software, die auch sehr qualitativ hochwertig ist und jeder kann sie benutzen. Jeder kann gleichmäßig mitwirken und keiner wird ausgeschlossen.

Das Hyperledger-Projekt der Linux Foundation ist da ein sehr gutes Beispiel. Die müssen zwar eine Menge Kompromisse machen dabei. Und das schmeckt nicht allen immer so richtig. [...] Aber das ist zumindest ein praktisches Beispiel wie man eine Technologie nutzen kann, das ist sogar noch Blockchain. Das ist zumindest mal ein Lösungsansatz, an dem alle partizipieren können, weil es eben Open Source ist. Ich glaube, wenn man das von so einem rudimentären Player aus betrachtet, ist die Zukunftssicherheit eine Grundvoraussetzung. Denn es wird aufgrund fortschreitenden Digitalisierung immer schwieriger werden, Partner davon zu überzeugen, da mitzumachen. [...]

Das heißt also, zentralisierte Lösungen sind schon zum Scheitern verurteilt, wenn man es dann weiter ausbauen will. Man kann auch keine Zollbehörde, Versicherung, Redereien oder so davon überzeugen eine einzelne Lösung für einen Kunden zu machen oder eine Gruppe von Kunden, wenn das nicht für alle anwendbar ist.

Wenn man aber jetzt so eine Open Source Technologie hat, ist das erheblich einfacher. Man hat auch einen größeren Pool von Entwicklern, welche die Applikation dafür zu entwickeln. Also das Frontend, damit die Leute es benutzerfreundlich einsetzen können. Deswegen bietet sich das eigentlich an, nicht diese proprietären Lösungen zu machen. Sondern zu sagen, das ist die alte Welt, das lassen wir Mal hinter uns. Wir gucken in die Zukunft und überlegen was funktioniert denn in 5, 10 und 20 Jahren. Man muss ja ein bisschen weiterdenken. Blockchain ist eine Sache für Open Source Technologien.

Im Supply Chain Management fallen wir da nicht irgendwelche Sachen ein, die da schon größer oder bekannter sind. Solche Lösungen würden sich ja auch nur auf

die Supply Chain selber konzentrieren. Wenn man eine Blockchain Technologie hat, hat man dann gleichzeitig auch das ganze Finanzwesen mit inbegriffen. Das heißt ich kann auch automatische Verträge abwickeln, bezahlen und solche Sachen. Das wäre mit so einer normalen Supply Chain Solution nicht oder nur umständlich machbar.

Und ich will ja auch nicht, wenn ich 20 Jahre weiterdenke, das auf dem Fiat System basieren lassen. Das wird noch lange da sein, aber das hat ja ein paar fundamentale Probleme. Und diese fundamentalen Probleme werden der Zukunftsentwicklung auf jeden Fall im Wege stehen. Ein ganz praktisches Beispiel: Wenn ich mir alle Banken und Finanzinstitute weltweit angucke, gibt es eine zukünftige Kundengruppe, welche diese überhaupt nicht bedienen können.

[21:37] **S1:** Wahrscheinlich, die Maschinenkunden, oder?

[21:40] **S2:** Genau. Intelligente Roboter die in der Fertigung arbeiten. KI enabled agents die Konstruktionsabläufe kontrollieren und selber Teile ordern und bezahlen können. Die können nicht, auch wenn sie intelligent genug sind, einfach zur Deutschen Bank gehen und ein Konto eröffnen. Das Beispiel ist ein bisschen überzogen, aber bringt den Punkt rüber.

Mit der Blockchain kann ich das heute schon. Ob ich eine Wallet eröffne als Dune, also als Mensch, oder als Computer ist völlig egal und sie funktionieren völlig gleich und haben auch keinerlei Einschränkungen. Warum nicht dann so eine Technologie nutzen, die schon da ist?

Alle Argumente, die man irgendwie finden kann, schreien alle: Blockchain. Und idealerweise die Blockchain, die am meisten getestet und genutzt wurde. Man muss natürlich zugeben, dass ja nicht alles rosig ist. Da könnte man die Spekulation der Währung nennen, weil das natürlich den Wert ständig verändert. Und das ist natürlich für praktische Anwendungen im Geschäftsbetrieb nicht gut. Dafür müsste man eine Lösung finden.

Das Bitcoin Protokoll hat sich halt etabliert. Ich kann aber auch eine andere Währung auf derselben Blockchain betreiben. Die also einen stabileren Wert hat, der sich nicht so dramatisch verändert, keine künstliche Verknappung hat und solche Sachen. Das ist technisch machbar.

Die andere Frage ist die Durchsatzkapazität, also transaction processing capacity. Die Blockchain ist nicht dafür ausgelegt worden mit sehr hohen Transaktionsvolumina umzugehen. [...] Wenn ich das vergleiche mit den üblichen Finanzsystemen der Wall Street oder im Handel dann liegen diese Welten auseinander. [...] Aber man kann die bestehenden Bitcoin Blockchain auch dafür nutzen sehr viel höhere Transaktionsvolumina abzuwickeln. Und damit meine ich nicht Lightning. Das ist nämlich nicht besonders praktisch und auch nicht sehr skalierbar. Letztendlich lassen sich aber die beiden großen Probleme, die der Weiterentwicklung heute im Wege stehen, auch relativ leicht lösen.

[24:52] **S1:** Okay, verstehe. Speziell dieser Open Source Gedanke ist natürlich interessant. Es scheint so, als hätte sich Hyperledger speziell für das Supply Chain Management als eine Art Standard im Enterprise Bereich durchgesetzt. Oder sehe ich das falsch?

[25:15] **S2:** Ja, das Projekt ist bestimmt bekannt, aber Hyperledger ist kein Standard. Das ist nur eine Formation in der unterschiedlichen Unternehmen, die meisten aus dem proprietären Bereich, je nach Unternehmensgröße ordentlich Geld rein pumpen, um zu versuchen, innerhalb dieses Projektes, die eigenen Interessen am besten einzubauen. [...] Das heißt also, es gibt da kaum Standards bisher. Es geht mehr um den Gedanken Blockchain zu unterstützen und alle Spieler, auch wenn die meisten davon mit eigenen Interessen mitspielen, alle an einem Tisch zu haben. Und das ist natürlich eine gute Sache. Bis zu einem wirklichen Standard wird es noch eine sehr lange Zeit dauern, bis diese Parteien sich auf irgendwas einigen können, was dem Gedanken von Blockchain und dem Gedanken dieser Foundation auch wirklich entspricht. [...]

[28:44] **S1:** Okay, verstehe. Bei meinem nächsten Punkt geht es um den Zeithorizont für Blockchain-Adoption. Wann wird Blockchain ihrer Meinung nach ihren vollständigen Reifegrad erreichen? [...]

[29:50] **S2:** [...] Das ist natürlich alles total spekulativ. Ich glaube, dass wir im Moment in einer Phase sind, wo sich alle Leute, die sich mit diesem Bereich in irgendeiner Form befassen, fragen, was man damit in den letzten 15 Jahren erreicht hat. Wir haben versucht, alle anderen davon zu überzeugen, was das für eine tolle Technologie ist und dass sie alles verändern kann und sehr wahrscheinlich auch verändern wird. Wir sind aber nicht sehr weit gekommen.

Also wir machen immer noch ein paar Projekte, die Technologie selber ist reifer geworden und besser getestet. Wir haben gelernt, was alles nicht funktioniert. Von diesen 1400 alternativen Blockchain gibt es noch 200 oder 300, die anderen sind schon alle weg. Inklusive der Kryptowährungen, die damit einher gingen. Das hat sich also alles schon konsolidiert. Aber bei der Durchsetzung und Anwendung der ganzen Technologien hat sich nicht viel getan. [...]

Bitcoin kann man hier mit seiner Wertentwicklung sicher als ein Erfolgsprojekt werten. Man kann sagen, dass die Bitcoin-Blockchain die größte Bank der Welt ist, also vom Volumen als auch der Anzahl der Nutzer und Konten. [...] Abgesehen von diesen Fakten haben wir aber nicht viel erreicht.

Aber wenn wir jetzt Praktisches damit machen, würden. Also den Leuten einfache Werkzeuge in der Hand geben, ohne dass sie verstehen müssen, dass das tatsächlich eine Blockchain-Lösung im Hintergrund ist, könnte sich viel verändern. Wenn diese Lösung dann noch Open Source ist oder eine Lösung ist, für die ich keine Lizenzgebühren zahlen muss, wäre das umso besser. Also eine Lösung die völlig offen ist, so wie das Internet. [...]

Die Blockchain kann aber natürlich viel mehr als das Internet. Ich glaube, dass sich in den nächsten Jahren beispielsweise solche Lösungen für Supply Chain durchsetzen werden. Die Funktionen sind alle schon da, in der Blockchain, und ich muss sie nur noch nutzbar machen. Das heißt, der Aufwand solcher Applikationen, ist nicht so groß. Ich muss nicht mal groß auf Security achten, weil die Security in der Blockchain selbst steckt. Und ich erstelle bloß ein Frontend und kann das im Prinzip durch eine ganze Supply Chain verteilen. Vom Hersteller in China, über die der Fabrik, den Zoll, Exporteure, Reedereien, Fluggesellschaften und so weiter, also die ganze Logistikkette. Und kann das mit Versicherungsverträgen und Transportverträgen verbinden und diese automatisch abwickeln.

Ich muss die Technologie dazu nicht verstehen, wenn die Lösungen benutzerfreundlich genug sind. Man kann das natürlich völlig automatisieren, aber das ist dann eher der nächste Schritt. Man muss den Teilnehmern noch ein bisschen Kontrolle geben und das Gefühl, dass sie eine Kontrolle darüber haben. [...]

Man könnte sich auch eine Blockchain als Bank vorstellen. Die Technologie wurde seit 10 Jahren und noch nie gehackt, was bedeutet, dass sie super sicher ist. Und der entscheidende Vorteil dieser Bank Anwendung ist, dass sie extrem billig ist. Die Kosten für Banken für Überweisungen sind nämlich unglaublich hoch, bis zu

5€. Man muss Personal, Kontrollpersonal, Kontrolle des Kontrollpersonals, alte Legacy-Systeme und solche Sachen beachten. Wenn man die gleiche Transaktionen in der Bitcoin Blockchain macht, sind die Kosten 5 Stellen in ihrem Komma. Das ist ein gewaltiger Unterschied. [...]

Und wenn dann die Gruppe der Maschinenkunden immer weiterwachsen wird, dann kann hier ein echtes Potenzial entstehen. Viele von denen haben sogar heute schon genügend Möglichkeiten automatisch am Fließband nachzubestellen. Das heißt also die Nachfrage ist jetzt schon da, kann aber nicht wirklich vernünftig bedient werden. Aber es ist ganz offensichtlich absehbar, dass das natürlich exponentiell steigen wird. Und dann haben die Legacy-Systeme Probleme mit hohen Kosten, viel Personal und können da gar nicht konkurrieren.

Das heißt, daraus jetzt eine Zeitschiene abzuleiten, ist natürlich schwierig. Ich glaube, dass wir innerhalb der nächsten 10 Jahre so ein paar Blockchain-Anwendungen haben werden. Ohne dass den Leuten wirklich bewusst ist, dass sie da auf einer Blockchain arbeiten, allerdings die Vorteile kennen. Ich glaube, das wird sich wohl in den nächsten 10 Jahren durchsetzen. Hoffentlich deutlich schneller als das, aber ich bin vorsichtig geworden. [...]

Ich denke, und das sind natürlich eine ganz persönliche Einstellung von mir, dass die Technologie gut ist und zu vielversprechend, als dass sie sich nicht durchsetzen wird. [...] Es dauert allerdings nur, die Leute davon zu überzeugen.

[44:28] **S1:** Danke für die umfangreiche Einschätzung. [...]

[46:21] **S2:** Man muss aber auch sehen, dass solche Themen wie Compliance bei großen Unternehmen sehr wichtig sind. Und sowas lässt sich mit Blockchain auch sehr gut lösen und automatisieren. [...] Insofern könnte ich mir vorstellen, dass auch traditionelle und größere Unternehmen sehr, sehr viel Geld sparen könnten. Und damit könnten auch gewaltige Wettbewerbsvorteile entstehen. Man muss einfach nur die richtigen Leute auf den richtigen Etagen davon überzeugen können, dass man damit Geld sparen oder sehr viel Geld verdienen kann. [...]

[48:40] **S1:** Ja okay, mal schauen wie sich das in den nächsten Jahren entwickelt. Der nächste Block, über den ich gern sprechen würde, ist Nachhaltigkeit. [...] Sehen Sie Blockchain als eine sinnvolle Einsatzmöglichkeit für Anwendungen im Bereich der Nachhaltigkeit und Zirkularität?

[49:43] **S2:** Das ist ja eine Sache die im positiven und negativen genannt wird. Auf der positiven Seite steht, dass man zum Beispiel nachweisen kann, wo Produkte herkommen. [...] Wenn man also zum Beispiel wertvolle Rohstoffe wie Tiekholz mit der Blockchain verwaltet, kann, dadurch die Natur geschützt werden.

Als Nachteil wird oft gesagt, dass Blockchain unglaublich viel Energie verbraucht. [...] Eine andere Sachen ist natürlich, dass man kaum andere Rohstoffe braucht, um das Ganze zu betreiben. Wenn man sich eine Supply Chain anschaut, wird diese häufig mit etlichen verschiedenen Systemen betrieben, die alle parallel arbeiten. Das ist natürlich eine wahnsinnige Verschwendung von Ressourcen in Form von Computern, Maschinen und Rohstoffen. Im Vergleich zu einer Blockchain, wo man nur ein simples Front End oder Mobiltelefon braucht. [...] Also, da gibt es gute Argumente, zu sagen, es ist tatsächlich so nachhaltig, wie es erscheint.

[54:18] **S1:** [...] Das letzte Thema, was für mich relevant wäre sind die Herausforderungen. Was sind ihrer Meinung nach die Herausforderungen, welche aufkommen, wenn man Blockchain-Systeme etabliert?

[59:35] **S2:** Ja also es gibt natürlich mehrere Herausforderungen, ganz klar. Die Leute davon zu überzeugen, die Technologie zu nutzen und zu finanzieren, bleibt meiner Meinung nach eine der größten. Die Leute, die über große Projekte entscheiden, verstehen häufig die Technologie nicht. Und es ist immer eine Herausforderung, diese Entscheider so davon zu überzeugen, dass sie Budgets freischaleten. Im Vergleich sind das natürlich immer noch kleine Summen, welche dem Potenzial gegenüberstehen.

Technisch gibt es eigentlich sehr wenige Herausforderungen. Im Moment ist die Skalierung tatsächlich noch eine davon, aber sie lässt sich relativ einfach lösen, sobald man den Bedarf dafür hat. [...]

Und die andere Herausforderung ist die menschliche Natur. Der Mensch ist einfach nicht dafür gemacht Veränderungen leichtfertig zu akzeptieren. Die meisten wehren sich gegen grobe Veränderungen, die ihr eigenes Leben möglicherweise massiv beeinflussen könnten. Auch wenn diese Beeinflussung positiv ist. [...]

In Bezug auf Daten würde ich sagen, dass es weniger das Problem ist die Daten zu verifizieren. Mit Digital Twins ist das zum Beispiel problemlos möglich. Wo es aber oft Probleme geben kann, ist mit dem Datenschutz in manchen Ländern. [...]

Das ist echt eine Herausforderung mit viel Bürokratie, die auch Funktionen einschränken. [...] Es ist natürlich absolut valide, dass man Daten auch schützt, das wird auch eine Herausforderung bleiben. Weil der Missbrauch von Daten jetzt schon enorm ist und das sicherlich nicht besser wird, trotz der ganzen Gesetzgebungen. [...]

[1:14:08] **S1:** Sie haben alle meine Fragen beantwortet. Vielen Dank für das angenehme Interview, ich werde die Aufzeichnung jetzt beenden.

[1:14:15] **S2:** Okay. Alles Gute Herr Schramm.

Anhang D2: Industrie: Projektleiter für Sustainability

Transkript Experteninterview

mit Projektleiter für den Bereich Sustainability (anonymisiert), chemische Industrie

[0:05] **S1:** Hallo. Ich freue mich über die Möglichkeit das Thema Blockchain mit dir zu besprechen. Was sind deine Berührungspunkte mit Blockchain-Technologie bei der [deinem Unternehmen]?

[0:08] **S2:** Es gab eine KDC (Key Digital Capability) für das Thema Blockchain um 2017 und 2018 rum. Um mal zu schauen, ob es Use Cases für [uns] gibt. Und es hat sich vor zweieinhalb bis drei Jahren auch eine KDC für das Thema Sustainability herauskristallisiert.

Und wir haben die KDC letztes Jahr aufgeteilt, weil das Thema Sustainability so groß ist. Das heißt, eine KDC fokussiert sich auf Circularity, also Circular Economy. Wie können Digitalisierung oder digitale Technologien dafür eingesetzt werden, die Kreislaufwirtschaft zu unterstützen?

Und auf der anderen Seite gibt es eine KDC für das Thema End-to-End-Traceability, also die Rückverfolgbarkeit vom Ausgangspunkt eines Materials oder eines Produkts hin zu dem tatsächlichen Endprodukt beim Konsumenten.

Und hier ist das Thema Blockchain essenziell. Wir haben gefragt, wie kann man diese Rückverfolgbarkeit sicherstellen? Wie kann man auch eine Fälschungssicherheit sicherstellen? Und das sind auch die Beispiele, die öffentlich einsehbar sind. Zum Beispiel das Thema Baumwolle, was in Griechenland durchgeführt wurde. Und das Funding oder diese Unterstützung kam eben aus der KDC heraus.

[1:31] **S1:** Okay. Warst du in Bezug auf Blockchain aktiv involviert? Also an einem Projekt beteiligt oder war das immer eher als Außenstehender? Wie kann ich mir das vorstellen?

[1:42] **S2:** Meine Aufgabe war unter anderem die Aufteilung der KDC Sustainability in die zwei KDC Cluster Circularity sowie End-to-End-Traceability. Ich war verantwortlich, um diese KDC-Cluster zu steuern, deshalb war ich nicht operativ in den einzelnen Projekten tätig. Meine Aufgabe war eher die Steuerung. Macht ein Projekt Sinn? Was für andere Stakeholder gibt es innerhalb der Company, welche

dafür relevant sein könnten? Wen kann man ansprechen, wenn es darum geht, was für eine Technologie wir verwenden? Möchten wir eine Blockchain basierte Lösung verwenden? Inhouse vs. extern? Was für externe Provider gibt es?

Wir hatten Anfang gedacht, dass man in dem Umfeld eigentlich nur mit Startups zusammenarbeiten kann. Wir haben aber jetzt festgestellt, dass auch größere Tech Companies, also klassisch Microsoft, IBM, AWS auch in das Themenfeld reingehen und verschiedene Use Cases schon durchgeführt haben. Also genau in der Entscheidung war ich dann involviert.

Ich war aber nicht in Griechenland bei dem Beispiel Baumwolle vor Ort und habe mit den Farmern gesprochen. Sondern ich habe eher versucht das Ganze aus einer strategischeren Perspektive zu betrachten, zu evaluieren und dann auch zu kommentieren.

[3:25] **S1:** Okay. Das ist für mich eine sehr interessante Sichtweise, weil ich bereits mit den Leuten gesprochen habe, die operativ in den Projekten involviert waren. [...] Deswegen würde mich zuerst interessieren, wie du das generelle Potenzial von Blockchain für Rückverfolgbarkeit und Sustainability einschätzt. Gibt es einen konkreten Mehrwert, den die Technologie bietet, im Vergleich zu anderen Technologien?

[4:45] **S2:** Ich würde es so einschätzen, dass insbesondere Digitaltechnologien oft in Zyklen kommen. Und man hat einen Hochpunkt des Zyklus für Blockchain im Jahr 2017 bzw. 2018 gesehen. Das war sehr technologiegetrieben. Das heißt wir haben gesehen, dass eine Technologie wie Blockchain verschiedene Vorteile hat und wir uns gefragt haben, was wir für Use Cases finden können. Der Ansatz war also technologiegetrieben: Wir gehen aus der Digitaleinheit zum Geschäftsbereich und bieten eine tolle Technologie an. Die kann uns unterstützen. Aber ihr müsst uns sagen, für was sie euch unterstützen kann. Das sind die Benefits, das sind die Vorteile, wo ihr die Technologie anwenden könnt.

Das Ergebnis war dann, dass man die Geschäftsbereiche in Pilotprojekte gedrückt hat. Man hatte dann auch verschiedene Kooperationen. Ich glaube mit Berkeley hatte man eine Kooperation und eine Art Blockchain Lab aufgebaut. Gerade im Silicon Valley hatte das Thema einen absoluten Boom um die Jahre 2017 und 2018 herum. Und am Ende war hinter einem konkreten Mehrwert, dass ich am Ende des Tages ein Geschäftsmodell baue und dieses monetär ertragreich ist, ein großes Fragezeichen dahinter.

Das hat man anfangs ein bisschen ausgeblendet. Wir hatten die Technologie und wir haben versucht sie anzuwenden. Und dann haben wir gemerkt, dass die Geschäftsbereiche keine richtigen Geschäftsmodelle identifizieren. Dass auch im Kundenumfeld niemand bereit ist mehr zu bezahlen. Also diesen Mehrwert konkret auch in einen monetären Betrag umzuwandeln.

Und dann ist das Thema wieder ein bisschen abgeflacht und Personen sind gegangen. Gerade bei solchen Themen, ist es wichtig zu sagen, dass sie sehr personenabhängig sind. Also ob man Personen hat die Ressourcen frei haben, um sich mit dem Thema zu beschäftigen und ob die Personen auch einen gewissen Drive haben solche Themen umzusetzen. Dann war das Thema weniger relevant. Die Person ging auch und plötzlich war das Thema für zwei bis drei Jahre eigentlich nicht mehr existent.

Und jetzt kam es aber durch das Thema Sustainability wieder. Wir haben verschiedene Anforderungen und insbesondere regulatorische Anforderungen. Und wie können wir denn die regulatorischen Anforderungen umsetzen? Was gibt es für Möglichkeiten?

Als Beispiel fällt mir hier Palmkernöl ein. Wir können immer Auditoren physisch nach Malaysia oder nach Indonesien senden. Oder wir können versuchen, das ganze digital abzubilden. Und dann ergibt sich die Frage welche Ersparnisse sich ergeben, wenn wir es digital abbilden. Gibt es dann eine höhere Transparenz oder eine Fälschungssicherheit? Weil wir eben nicht von Personen abhängig sind. Gibt es überhaupt eine Kostenersparnis?

Im Zuge von Corona war reisen dann auch plötzlich mit viel Aufwand und Geld verbunden. Dann hatte man plötzlich keinen Technologiestruck mehr, sondern eine konkrete Anforderung aus dem Geschäft. Das war eigentlich dann der Anfang, dass man sich Technologien wie Blockchain wieder anschaut.

Nach wie bin ich aber der Meinung, dass sie in vielen Unternehmensbereichen als nice to have angesehen wird. Warum? Weil gerade, wenn es um das Thema Rückverfolgbarkeit geht, schon verschiedene Standards im Markt etabliert sind. Bei Palmöl gibt es beispielsweise RSPO (Roundtable for Sustainable Palm Kernel Oil). Das ist ein Zertifizierer und der ist im Markt akzeptiert. Und dadurch werden vielleicht die Vorteile, die eine Blockchain-Lösung bietet, nicht wirklich gesehen, weil man sagt, dass der ganze Markt diesem Zertifizierern vertraut. Und niemand ist bereit, mehr Geld auszugeben oder hat wirklich den Bedarf auf eine andere Lösung umzusteigen. [...]

Und dann wird es ganz schwierig, wenn niemand im Markt diesen wirklichen Pull hat. Wir können es also zwar technisch liefern, es gibt gewisse Vorteile, aber Niemand ist bereit, dafür zu bezahlen. Oder es gibt auch keine regulatorischen Anforderungen. Solange der Zertifizierer im Markt ist und anerkannt wird, gibt es häufig keinen Bedarf. Und das ist eine Situation, in der wir heute noch sind.

Geschäftsbereich versuchen sich aufgrund der aktuellen Energiepreiskrise wieder auf ihr Kerngeschäft zu fokussieren. Und solche explorativen Themen werden eher hintenangestellt. Und jetzt bleibt abzuwarten, ob der Hype wieder vorbeigeht, oder es aufgrund von regulatorischen Anforderungen und der gesellschaftlichen Stimmung weiterhin einen Bedarf gibt. Da sind wir gerade. Also so ist zumindest mein Eindruck. [...] Aus der generellen strategischen Perspektive kann die Technologie im Sustainability Umfeld Vorteile bieten. Die Herausforderung ist sie aus monetärer oder regulatorischer Sicht im Markt zu etablieren.

[10:42] **S1:** Verstehe. Das deckt sich komplett mit den Erkenntnissen der vorherigen Gespräche. Dass Sustainability der eine Anwendungsbereich zu sein scheint, wo man langfristig auch Vorteile sieht. [...] Das heißt eine Möglichkeit bestünde darin, dass beispielsweise der RSPO auf eine Blockchain basierte Lösung setzt und der ganze Markt sich dahin bewegt? Dann würde man als [Unternehmen] gezwungen sein mit teilzunehmen?

[11:03] **S2:** Absolut. Dann hätten wir den Vorteil, dass man Diskussionen bezüglich der Ausgestaltung der Technologie mitgestalten könnte, da man eben schon Erfahrungswerte hat. Das ist allerdings genau der Aspekt. Häufig sind solche Entscheidungen abhängig von einem Konsortium oder Gremium. Deshalb wären wir aktuell in einer Position, dass wir es mitgestalten könnten, wir aber nicht den Push haben, dieses Konsortium zu bewegen. Das ist die große Herausforderung.

[12:05] **S1:** Das heißt, die Verantwortung liegt nicht bei [euch als Unternehmen]?

[12:09] **S2:** Genau. Sie liegt nicht bei [uns]. [Unser Unternehmen] ist nur Teil dieses Konsortiums. Und vielleicht liegt die Verantwortung auch nicht bei uns in der Digitalisierungseinheit. Wir sind eine Serviceeinheit und wir haben eine Servicefunktion. Wir können euch die technische Lösung zur Verfügung stellen und sie technisch umsetzen. Aber der Business Case muss aus dem Geschäftsbereich kommen. Wir können euch nichts diktieren, wir haben keine Governance Funktion. Wir können es den Geschäftseinheiten nur anbieten, aber die Rechnung muss am

Ende des Tages das Geschäft bezahlen. Und das passiert nur, wenn eine regulatorische Anforderung oder eine ganz klare Kundenanforderung vorliegt.

[13:00] **S1:** Okay, danke. Ich verstehe es also so, dass Blockchain momentan als eine automatisierte, digitale Lösung verstanden werden kann und einer manuellen Auditierung gegenübersteht. Heißt das, dass man heute Leute vor Ort hat, die dann Audits durchführen? Oder auch Behörden?

[13:21] **S2:** Ich würde sagen überwiegend läuft das so ab, ja. Gerade wenn wir uns solche Wertschöpfungsketten wie Kakao, Kaffee oder Palmöl anschauen. Da hast du oftmals die Herausforderungen, dass du in ländlichen Gegenden unterwegs bist. [...] Und gerade da gestaltet sich der Aufbau von Infrastruktur natürlich schwierig. Da hast du keine Konzerne.

Bei [uns als Unternehmen], unseren Kunden und den Retailern ist man, was die IT-Infrastruktur angeht, häufig auf einer Wellenlänge. Aber diese vorgeschalteten Teile, wie Plantagen, sind oftmals in Communities organisiert. Und eine Herausforderung ist, dass man da nicht auf Augenhöhe sprechen kann. Das heißt, dass man einen Auditor entsendet, der nach Ecuador fliegt, und sich die Situation vor Ort anschaut. Oder es gibt vielleicht vor Ort Zertifizierer und Auditoren, die das machen. Aber es ist Stand heute viel manueller und physischer Aufwand.

[14:48] **S1:** Ja okay. Die komplette Automatisierung dieser Prozesse schien ja auch lange das große Wertversprechen der Blockchain-Technologie gewesen zu sein. Aber irgendwie muss schließlich auch gewährleistet werden, dass die Daten, die in der Blockchain landen, auch wahr sind.

[15:11] **S2:** Genau. Wenn wir eine Blockchain verwenden, haben wir im Optimalfall eine gewisse Fälschungssicherheit und eine strukturierte Art der Datenerhebung. Wenn du aber in einer ländlichen Gegend bist, weißt du häufig nicht wirklich was passiert. Was passiert in Malaysia auf dem Palmkernöl Feld? Eine Möglichkeit zur Lösung dieses Problems, mit der [wir uns] beschäftigt haben, ist die Auswertung von bereitgestellten Daten mit Hilfe von KI und Big Data. Also sie mit Hilfe digitaler Lösungen zu überprüfen. Wir haben nämlich häufig eine Menge Daten in der Blockchain, aber keine Authentifizierung für diese.

Wir haben aber festgestellt, dass das ist ein Thema ist, was wir nicht inhouse aufbauen können. Deshalb nehmen wir diese Themen, gehen zu einem Startup oder

größeren Unternehmen und arbeiten gemeinsam an einer Lösung. [...] Wie können wir also unsere konkreten Problemstellungen mit Hilfe eines externen Providers lösen?

[17:55] **S1:** Super, danke für den Einblick. Ein Thema habe ich noch, welches du bereits erwähnt hast: Zirkularität. [...] Ist das gerade so ein, heißes Thema im Sustainability Umfeld?

[18:46] **S2:** Ja. Aktuell ist die Reduktion von CO2 der Hauptaspekt, da drehen sich alle drum. Wie kann ich meinen CO2-Fußabdruck reduzieren und wie kann ich den messen? [...] Also das ist Thema Nummer eins, weil es am offensichtlichsten ist.

Und dann würde ich sagen, dass sich ganz viel Richtung Zirkularität bewegt. Das ist so das zweite größte Thema. Die interagieren natürlich, weil sobald ich einen zirkulären Kunststoff nehme, verbrauche ich weniger CO2. [...]

Dazu gehört dann auch Design for Circularity, also wie kann ich Zirkularität schon früh in der Produktplanung mit einbauen. [...] Auch in der in der EU geht, was die Regulatorik angeht, vieles in Richtung Circularity. Es ist also ein superwichtiges Thema. Deshalb haben wir damals auch diese KDC aufgeteilt. Und das kann auch ein Use Case für Blockchains sein.

[21:23] **S1:** Okay, verstehe. Also um das für mich zusammenzufassen klingt es so, als wäre ein Potential von Blockchain vor Allem für Zirkularität und Sustainability vorhanden, aber ist nicht so richtig klar, ob und in welcher Form sich die Technologie durchsetzt wird.

[21:35] **S2:** Ja, absolut. Und wichtig ist, dass diese Themen in Konsortien und Gremien entschieden werden. Dass nicht ein Unternehmen oder eine Wertschöpfungskette eigenständig entscheiden kann, sondern dass es immer in diesen Konsortien erfolgt. Ein Beispiel für ein solches Konsortium im Automotive Umfeld ist Cathena X. Die haben eine Technologie namens EDC (Eclipse Data Space Connector) entwickelt, was ein Format zum Datenaustausch ist. Also Blockchain ähnliche Technologie, die als Standard etabliert wird.

Das bedeutet, dass jeder der Teil von Cathena X ist oder werden möchte, sich auf diesen Standard berufen muss. Genau dasselbe betrifft den RSPO. Wenn die sagen, dass ihre Zertifizierung Blockchain basiert erfolgt, dann muss jeder dem folgen. Das heißt, Potenzial für Blockchain ist da. Die Steuerung und Einführung wird aber nicht auf Unternehmensebene, sondern auf Konsortialebene erfolgen. [...]

[23:05] **S1:** Das ist natürlich interessant, weil das eigentlich dem dezentralen Ethos der Blockchain widerspricht. Ist man bei Enterprise Blockchain Blockchains zwangsläufig weiter von Dezentralität entfernt?

[23:32] **S2:** Man müsste natürlich schauen, wie die Blockchain Struktur oder Architektur aufgebaut ist und inwieweit ich Dezentralität sicherstellen kann. Ich möchte Daten im Normalfall nur an unmittelbare Kunden oder unmittelbare Lieferanten weitergeben. [...] Ansonsten ergibt sich vollkommene Transparenz, die ich auf Unternehmensebene vermeiden möchte. Wie kann ich das Ganze also architektonisch so umsetzen, dass Dezentralität und Datensicherheit gesichert werden? [...] Standardisierung wird da wahrscheinlich der Schlüssel sein.

[24:29] **S2:** Sehr spannend. Meine Fragen wurden alle beantwortet und ich würde jetzt die Aufzeichnung beenden. Vielen Dank für das ausführliche Interview.

[24:35] **S1:** Gern.

Anhang D3: Industrie: Marco Linsenmann

Einverständniserklärung

Kategorie	Information
Thema der Masterthesis	Anwendung von Blockchain-Technologie für Supply Chain Management und Nachhaltigkeit
Interviewte Person	Herr Marco Linsenmann
Interviewer	Christoph Schramm
Datum	02.05.2024
Weitere Informationen	Das Interview wird mit Hilfe von Microsoft Teams durchgeführt.

Ich erkläre mich dazu bereit, im Rahmen der benannten Masterthesis als Experte an einer Befragung teilzunehmen.

Ich bin damit einverstanden, dass das Interview mit Hilfe von Microsoft Teams aufgezeichnet und durch Christoph Schramm transkribiert wird. Die Aufzeichnung wird temporär gespeichert und zum Projektende am 01.09.2024 gelöscht. Das Transkript des Interviews wird nicht anonymisiert, d.h. mit Angabe meines Namens und meines Werdegangs gespeichert und verwendet.

Ich bin damit einverstanden, dass einzelne Sätze aus dem Transkript mit meiner Person in Verbindung gebracht werden und als Material für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden können. Des Weiteren stimme ich zu, dass dieses Transkript im Anhang der Masterthesis von Christoph Schramm erscheinen und für Gutachter seiner Arbeit, sowie Mitarbeitende der Steinbeis-Next Hochschule einsehbar ist.

Meine Teilnahme an der Erhebung und meine Zustimmung zur Verwendung der Daten sind freiwillig. Ein Widerruf der Zustimmung ist jederzeit möglich. Durch Verweigerung oder Widerruf entstehen mir keine Nachteile. Ich habe das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung und Löschung, Einschränkung der Verarbeitung, Widerspruch gegen die weitere Verarbeitung sowie auf Datenübertragbarkeit meiner personenbezogenen Daten.

Unter diesen Bedingungen erkläre ich mich bereit, das Interview zu geben, und bin damit einverstanden, dass es aufgezeichnet, verschriftlicht, ausgewertet und verwendet wird.



02.05.2024

Marco Linsenmann



02.05.2024

Christoph Schramm

Transkript Experteninterview

mit Herrn Marco Linsenmann, Executive Partner bei Blockchain Trust Solutions
AG

[0:00] **S1:** Hallo Herr Linsenmann. Können Sie sich bitte kurz vorstellen und sagen, inwieweit Sie bisher mit Blockchain in Berührung gekommen sind? [...]

[0:20] **S2:** Ich bin von Haus Informatiker. Ich habe früher selbst Software entwickelt, also war ganz normaler Softwareentwickler. [...] Seit 15 Jahren kümmere ich mich um das Thema Produktdigitalisierung im weitesten Sinne. [...] Es geht auch darum die Originalität von Produkten nachzuweisen, gegen Produktfälschungen vorzugehen. Damit kommen sie ins Thema Lieferkettensorgfaltspflichtgesetz oder auch Supply Chain. Wo kommt mein Produkt eigentlich her? Und wenn Sie Produktdigitalisierung weiterdenken, dann kann ich damit wahnsinnig viele der aktuellen Anforderungen abdecken. Ob das jetzt der digitale Produktpass ist, Zurückverfolgbarkeit, Supply Chain Informationen oder Track and Trace ist. [...]

Ich bin in einer Firma engagiert, da leite ich gerade ein Softwareentwicklungsprojekt und das geht in Richtung Nachhaltigkeit. Da geht es darum, die Herkunft von Holz nachzuweisen. Also die Rückverfolgbarkeit vom Haus, vom Möbelstück, bis zur Försterei und bis zum Baum.

Das ist auch eine typische Blockchain-Anwendung wie ich finde, wie es Sinn ergibt. Die Datenhaltung passiert oldschool mit einer SQL-Datenbank, aber man hasht die relevanten Informationen in die Blockchain. Damit man, wenn es hart auf hart kommt, sicherstellen kann, dass man den Beweis für Echtheit vorliegen hat und das ist nicht fälschbar. [...]

[15:14] **S1:** Das klingt ganz eindeutig nach einer nachhaltigkeitsgetriebenen Geschichte. Ist das aus einem Bedarf heraus entstanden oder hat man erst die Technologie entwickelt?

[15:40] **S2:** Es handelt sich hier um ein Startup, das seit ungefähr 3 Jahren in der Schweiz am Markt ist. Der Bedarf ist weniger aus der Nachhaltigkeit geboren, sondern vielmehr wirtschaftlicher Natur.

Firmen verkaufen Holzprodukte oft zu einem sehr hohen Preis, weil sie bestimmte Eigenschaften aufweisen. [...] Und obwohl sie für viel Geld verkauft werden, sind sie trotzdem manchmal aus Rumänien importiert. Und da entsteht einfach eine

Lücke und dieses Startup hat sich zur Aufgabe gemacht, diese zu schließen. Also die volle Transparenz vom Schlag des Baumes bis zur Verarbeitung auf der Baustelle oder im Möbelstück rückverfolgbar zu machen.

Das hat mit Nachhaltigkeit wenig zu tun, aber Effekte, die mit einfließen. Ob das jetzt der gespeicherte CO₂-Gehalt ist, der gemessen wird oder die Tatsache, dass nicht nachhaltig produzierte Waren aus Rumänien weniger leicht vertrieben werden können. [...]

[17:49] **S1:** Wie werden die Daten bei der Lösung eingespeist? Über Smartphones oder über irgendwelche Sensoren?

[17:58] **S2:** Das ist in meinen Augen die Crux dieser ganzen Geschichte. Also am Baum fängst du an und machst ein Foto und mit den Fotos sind die GPS-Koordinaten verknüpft. [...] So nimmt das Tracking seinen Anfang. Jetzt wird das Holz geschlagen, gestapelt, irgendwann geht es zur Sägerei.

Bei der Sägerei muss man jetzt schon eher auf Treu und Glauben zu agieren. Die bekommen den Holzstamm zersägt ihn, schicken ihn an den nächsten Weiterverarbeiter. Und da müssen alle Beteiligten das Tracking selbst übernehmen. Hier ist ganz klar ein Einfallstor für Missbrauch. Die Organisationen, die an diesem Projekt mitwirken, haben sich einer Selbstverpflichtung unterlegt. Das heißt, sie erlauben eine unangekündigte, jederzeitige Kontrolle durch eine Institution, welche die Prozesse überprüft. [...]

Also die Sensorik und RFID-Chips am Baum funktionieren immer nur bis zur Sägerei. Ab da wird es schwierig. [...] Und es geht ja weiter. Von der Sägerei bis zum Weiterverarbeiter und von da aus vielleicht zum nächsten Weiterverarbeiter und von dem gehst du dann zum Projekt. Die Vorgänge sind, dass die Ware, die du bekommst, weiterverarbeitet wird und diese Übergaben werden über die App geregelt. [...] So entsteht eine fortlaufende Kette der Übergabepunkte, welche wir in der Blockchain haben. Und die laufen über Swiss DLT. [...]

[20:49] **S1:** Das heißt, da war sicherlich auch viel Überzeugungsarbeit notwendig, um die ganzen Player nach und nach reinzuholen?

[20:57] **S2:** Ja das war mega aufwendig. Und da spielt es auch keine Rolle, ob das Blockchain ist oder nicht. Das sind Leute, die arbeiten mit ihren Händen und jetzt

sollst du denen ein Handy in die Hand drücken, dass sie irgendwas zusätzlich machen. Also der Überzeugungsaufwand ist viel grösser als die reine technische Umsetzung.

Das betrifft auf die Neukundenakquise. Du kannst eine Försterei als Kunden gewinnen, du kannst aber auch Wiederverarbeiter oder Sägemühlen gewinnen. Egal, wer in dieser Kette als Stakeholder mit einspringt, alle Stakeholder leisten einen Beitrag dazu. Aber jeden Einzelnen zu überzeugen, ist ein enormer Aufwand. Denn sie haben letztendlich viel Arbeit, aber keinen wirklichen Mehrwert. Natürlich kann man beweisen, dass es Schweizer Holz ist, aber einen finanziellen Mehrwert gibt es momentan nicht.

[22:18] **S1:** Das könnte sich aber vielleicht in Zukunft ändern, wenn Verbraucher solche Lösungen fordern, oder?

[22:26] **S2:** Ja absolut. Und das ist eigentlich genau der Knackpunkt. Der Verbraucher hat es in der Hand, was hinten raus passiert. [...] Das Entscheidende in Bezug auf die Blockchain ist halt, dass du dich auf diese Informationen, die in den Blöcken gespeichert werden, verlassen kannst. Nur deswegen setze ich auf die Blockchain. Es gibt auch noch ein paar andere Gründe, was beispielsweise die Interoperabilität betrifft, aber im Großen und Ganzen ist es einfach eine super Technologie, um fälschungssicher Daten zu speichern.

[23:10] **S1:** Okay. Was sind neben der Datenqualität, die man halt gewährleisten muss, weitere Probleme bei der Arbeit mit der Technologie? [...]

[23:31] **S2:** Ich finde das Ganze noch nicht smart genug. [...] Gerade die Arbeit mit Smart Contracts ist teilweise sehr kompliziert und andere Lösungen sind viel intuitiver. [...] Und dass du auch wenig Entwickler findest für den Kram.

Ich finde es trotzdem sehr spannend Blockchain anzuwenden. Auf dem Papier schaut es immer ganz nett aus, aber in der Realität kommen dann ganz andere Probleme auf einen zu. [...] Das liegt aber auch daran, weil es neu ist. Wenn du dann erstmal so ein System hast und du kennst es und du hast die Vorteile im Griff, dann ist es schon ganz cool.

[27:23] **S1:** Mhm ja, diese Vorteile scheinen mit einem gewissen Preis in Form der erhöhten Komplexität zu kommen.

[27:33] **S2:** Ja, so ist es.

[27:34] **S1:** Meine Fragen wurden alle beantwortet. Vielen Dank für den Einblick und einen schönen Abend noch.

[27:37] **S2:** Gern Christoph.

Anhang D4: Industrie: Senior Experte für Blockchain Anwendungen

Expert Interview Transcript

with Senior Expert for Blockchain applications at large logistics company (anonymized)

[0:07] **S1:** Hello Suraj. Could you start by introducing yourself and telling me how you are connected to blockchain technology?

[0:15] **S2:** Yeah, sure. I've been working for [a large logistics company] one way or the other for 20 years now. [...] In the last five years, I've been primarily focusing on the digitalization aspect of things. [...] Every digitalization initiative that we run will probably fall into a few categories.

One would be the whole topic of operation efficiencies. You could think about digitalization initiatives in warehouses, moving stuff around or automated picking, packing and all that stuff. Then comes the area of customer experience. So how do we have better customer experiences? Things like a digital customer journey for whenever someone wants to buy a service from [my company]. And the other aspect is basically focusing on the employee safety. Especially because we work in warehouses, you have forklifts and so on. [...]

And after doing mainly IoT related topics in my company for a while I started exploring the blockchain space. [...] So, we looked at the different categories and then decided where we wanted to use blockchain. I have to make a very clear distinction between visibility, transparency and traceability here.

If you're looking just for typical visibility. Questions like where is my shipment? When is it going to reach me? You don't require a blockchain for it. But then again, when you're looking at transparency it makes a lot more sense, especially related to our customers.

If you're for example looking at the automotive sector, you have to monitor up to Tier 4 suppliers. If you're looking at the aviation sector, you have to monitor up to Tier 11 suppliers. So how do you ensure that you have got the complete transparency about which component, which part of the component has come from which supplier? And that is a very good use case of blockchain. And of course, traceability

with the whole EU deforestation regulations and the rise of the digital product passport. Sustainability in general is an area where we see a lot of blockchain based technology and that's where I've been working on for the last 18 months. [...]

[5:42] **S1:** [...] You mentioned that in the automotive and aviation supply chains companies need to look at Tier 4 or Tier 11 suppliers. What are the current solutions to make sure that everything is going as planned in those deep supply chains?

[6:43] **S2:** I think it's an initiative from Boeing where they themselves have gotten into a blockchain based network and everyone who is in the supply chain network of Boeing is part of the network and contributing towards it. So that is what I've heard about the airline industry. [...]

And when it comes to automotive industry there are a lot of initiatives that are going on around the sector. That's a bit closer to me because I used to work with a lot of customers from the automobile sector as compared to the aviation sector.

But again, what is the role of [my company] there? I'm gonna say one of the most important things for us is the brand name that goes with [our company], right? We know that once we start collaborating, then it also encourages everyone else in the supply chain industry to jump on board. [...] So, depends on what are the customer needs, what sectors, what are the regulations around it and then depending on case-to-case basis we decide to participate or not.

[8:08] **S1:** Okay great. How do you see the industry right now? Do you feel like it's on an upward trend and how has it developed in the last couple of years? [...]

[8:31] **S2:** I sometimes feel one of the biggest aspects of blockchain that never gets talked about is the whole topic of automation. And that's why I think the whole concept of smart contracts is so beautiful. It could be used for invoicing and auditing and those are such big topics.

You have dedicated freight bill auditors who are supposed to find out discrepancies in what gets invoiced and then they make money out of it. And now if you start using a technology like blockchain, you slowly but steadily get rid of the intermediaries. And that's where sometimes people feel threatened. Because once it's on the blockchain there's no way that you can hide stuff, right? Everything gets audited.

So, I am pretty confident that blockchain as the technology would continue to grow, especially with a lot of regulations around it. I mentioned the EU deforestation regulation. It's something which is really going to change the way how things get imported into Europe. The whole topic of digital product passports which has been driven heavily by the automotive sector. [...]

Also, what I have noticed is a lot of customs authorities are going there. You would have read about Dubai Customs, Egyptian Customs, Uganda, Abu Dhabi. Slowly and steadily, you have a lot of customs authorities move to a more blockchain based network because of all the benefits that it is bringing. The ecommerce companies as well as us forwarders or couriers would have to then collaborate with these companies and become part of the network.

I'm pretty hopeful that in three to five years you will see a lot more use cases and especially sustainable use cases.

[10:52] **S1:** Do you sometimes also have negative reactions of people because they connect blockchain to all the things that happened with cryptocurrency in the past?

[11:05] **S2:** Yeah. The first five minutes that we spend whenever we are approaching a new customer is always about that. That we are not launching our own cryptocurrency.

But we collaborate with any customer that believes that blockchain is a technology for them. And I think that is the role which every supply chain logistics provider should focus on. On the collaboration aspect of it. Because at the end of the day our job is to move things from point A to point B in the right conditions in the right time, at the right cost. That's what the customers expect us to do. [...]

If you look at the end-to-end value chain, there are different actors that play a role. For me in supply chain logistics, their main focus should be on transportation and wherever necessary, then collaborate with any technological enhancements.

[12:09] **S1:** Are you following companies into using blockchain technology or are you also actively providing it for customers?

[12:30] **S2:** For us, we've decided that we should be playing the collaborative role. We as [a logistics company] would not be able to lead a network. The good thing is that we are quite big, so people believe a lot of things that we do. But then that

also goes against us because there's no way that we'll be able to prove neutrality given the brand name that we have. There's no point in trying to fight against it. Instead, we use things to our advantage. It's our brand that counts and that's the reason why we sometimes collaborate. [...]

[13:13] **S1:** [...] What have you seen in terms of public vs. private chains? Is there a general trend within companies you work with?

[13:57] **S2:** I don't have any statistics as such. The tendency seems to be not using public chains to protect sensitive data. And to focus instead on having an enterprise private blockchain network as compared to a public one.

And I think that is where everyone needs to acknowledge the fact that we will under no condition just have one network. There's going to be number of networks and I think the whole topic of interoperability and the exchange of data between blockchains is going to become extremely important. And then how do you actually build a network around individual blockchain networks? [...]

[16:28] **S1:** Yeah, that makes a lot of sense. You mentioned sustainability. Where do you see the potential for sustainability applications of blockchain?

[16:43] **S2:** One of the examples where [my company] could benefit in the future would be the whole topic of sustainable aviation fuel. Of course, we run our own planes for the express business and then we are looking heavily into sustainable aviation fuel. There are certifications that go around it and I think that could be a really good use case for blockchain.

When you have an issuer of certifications that confirms to our customers, that we are making sustainable decisions. So, they also can claim that their supply chain is green because [we as a logistics partner] are using sustainable aviation fuel. To prove and document everything which could never be tampered with is a really good use case.

The other topic would be reuse, remanufacture, recycle and so on. I think that is something where it is very easy to build these kinds of concepts when you have a blockchain network in place. If you look at the automotive sector there will slowly but steadily be a lot more regulations towards more reusable materials and recycling. [...]

I think these are all really good use cases for the industry, but it depends on the sector, and it would require someone from the sector to lead these kinds of initiatives and also government regulations around it. [...]

[19:10] **S1:** Okay great. I want to speak a bit about the implementation challenges. Data quality seems to be one of them. Is [your company] testing IoT devices so that the data is not altered or of better quality?

[19:36] **S2:** Yeah, the issue of data quality is not a blockchain specific problem. It's a general problem that's been there for ages. A lot of emphasis is on how we can digitalize a lot more steps to reduce manual interventions.

That problem is going to be there because [my company] doesn't own all the data. There's a lot of data entry points which we do not directly have a control of because they come from various sources like customers, ocean carriers, road carriers and so on. [...]

From my experience with the Dubai customs, you set up the smart contracts in such a way that all data validations and data checks are done up front. [...] It's going to be a very painful journey, but it's going to be a fruitful one. Because then people will start to understand the poor quality of data that comes in.

And one of the biggest aspects that people are missing is that because of poor data quality the amount of time that gets wasted for redoing stuff and manual corrections is a pretty large.

But again, I don't think it's a blockchain related topic, but you could really use smart contracts to ensure that you don't have junk data that goes into the blockchain network. And how can you further improve it? There could be a lot of AI (Artificial Intelligence) around it. You could build a logic by looking at the data patterns and then flag stuff before it gets put on the blockchain network. At the end you would have blockchain, AI and IoT all coming together to really drive digital transformation for the industry.

[21:50] **S1:** It feels like this is the first time that the technology would really be there for that, right? Everyone has a smartphone and images are automatically geotagged and all that.

[22:02] **S2:** Exactly. And another example is that we have people who are actually typing in data. You use your mobile phones to scan images and then use OCR

technology to auto capture the data. It's a combination of technologies which is going to make a difference. And blockchain itself is not going to solve all world problems just like any other single technology. [...]

You should really focus on where you should use blockchain, right? For example, let's say we want to put the data from an IoT device on a blockchain. But look at the amount of data that you get from IoT devices. My shipment lasts two months for an ocean freight shipment. Even if you get 48 data points and each one has got temperature readings and pressure readings, you're looking at humongous amount of data.

The question is: Does all that data need to be on a blockchain? Or do you need only the excursions on it? So, this decision on what goes on a blockchain is also very critical and I think that is a decision that needs to be done up front. [...] If there is a particular point where it is going to violate the contractual obligations that we have towards a customer or it's going to create a legal scenario that's the best chance that you put a blockchain. If for example, I have a commitment that there will be never a temperature excursion, then the customers can demand to share the data via a blockchain solution. [...]

[24:55] **S1:** That makes total sense, not all data needs to be distributed. Is the actual development work for blockchain solutions much more complex than for other solutions?

[25:13] **S2:** It depends. I don't think the choice of the language is such a barrier. I've always seen technology as a catalyst and so something which is just going to act as a catalyst cannot be a showstopper for me to run my business. I personally don't believe the technology, or the technical challenges around prevent the adoption. [...]

For example, let's say every customer or every participant has a node on its own. So, you need money for the infrastructure. You need money for people to support the infrastructure. These are the topics which companies should take into consideration to evaluate if it makes sense. [...]

We always think from a customer perspective. Every time we invest in technology, the question is, will you as a user be willing to pay that additional €1.00 to us for

the benefit that it brings? It's going to be a balance between technology enhancements versus return on investment. Because if the customer says our service is too expensive, then such technologies cannot sustain.

[29:43] **S1:** What I have noticed is that some companies don't tell their customers that it's a blockchain based solutions. They just show them the benefits. [...] As a user you don't have to know it's a decentralized database or not.

[30:16] **S2:** Correct. When we talk to the customers, we never tell them what technology goes in because they're not interested. We move stuff from point A to point B, right time, right cost, right condition. And that is what matters, and that is what the customers expect from [our company].

[30:37] **S1:** Yeah, cool. I'll stop the recording here, thanks for taking the time.

[30:16] **S2:** You are welcome, Christoph.

Anhang D5: Industrie: Peter Busch

Einverständniserklärung

Kategorie	Information
Thema der Masterthesis	Anwendung von Blockchain-Technologie für Supply Chain Management und Nachhaltigkeit
Interviewte Person	Herr Peter Busch
Interviewer	Christoph Schramm
Datum	13.05.2024
Weitere Informationen	Das Interview wird mit Hilfe von Microsoft Teams durchgeführt.

Ich erkläre mich dazu bereit, im Rahmen der benannten Masterthesis als Experte an einer Befragung teilzunehmen.

Ich bin damit einverstanden, dass das Interview mit Hilfe von Microsoft Teams aufgezeichnet und durch Christoph Schramm transkribiert wird. Die Aufzeichnung wird temporär gespeichert und zum Projektende am 01.09.2024 gelöscht. Das Transkript des Interviews wird nicht anonymisiert, d.h. mit Angabe meines Namens und meines Werdegangs gespeichert und verwendet.

Ich bin damit einverstanden, dass einzelne Sätze aus dem Transkript mit meiner Person in Verbindung gebracht werden und als Material für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden können. Des Weiteren stimme ich zu, dass dieses Transkript im Anhang der Masterthesis von Christoph Schramm erscheinen und für Gutachter seiner Arbeit, sowie Mitarbeitende der Steinbeis-Next Hochschule einsehbar ist.

Meine Teilnahme an der Erhebung und meine Zustimmung zur Verwendung der Daten sind freiwillig. Ein Widerruf der Zustimmung ist jederzeit möglich. Durch Verweigerung oder Widerruf entstehen mir keine Nachteile. Ich habe das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung und Löschung, Einschränkung der Verarbeitung, Widerspruch gegen die weitere Verarbeitung sowie auf Datenübertragbarkeit meiner personenbezogenen Daten.

Unter diesen Bedingungen erkläre ich mich bereit, das Interview zu geben, und bin damit einverstanden, dass es aufgezeichnet, verschriftlicht, ausgewertet und verwendet wird.

pki, BOSCH, DE, P, E, Peter.Busch
Digitally signed by pki,
BOSCH, DE, P, E, Peter.Busch
Date: 2024.05.13 14:41:50
+02'00'

13.05.2024

Peter Busch



13.05.2024

Christoph Schramm

Transkript Experteninterview

mit Herrn Peter Busch, Product Owner Distributed Ledger Technologies Mobility
bei Bosch

[0:06] **S1:** Hallo Herr Busch. Können Sie sich bitte kurz vorstellen und erklären, wie ihre Berührungspunkte mit Blockchain sind?

[0:16] **S2:** Ja gern. Ich bin Peter Busch und von Haus aus Wirtschaftsinformatiker. Mittlerweile seit 19 Jahren beim Bosch und habe hier die Aufgabe neue Technologien zu bewerten und zu scouten als Teil der Automotive Strategy für Mobility. [...] Eine zunehmende Wichtigkeit sind dabei die Daten. Also welche Daten verwenden wir und wo kommen diese Daten her? Und vor allem auch wem können wir vertrauen, in Bezug auf Daten? Das ist einer der Gründe, warum wir sehr stark in die dezentralen Technologien, also in die Blockchain reinschauen.

Vom Titel Herr bin ich Global Product Owner für DLT (Distributed Ledger Technologies). Also explizit nicht Blockchain weil wir unter DLT deutlich mehr verstehen als nur die Bitcoin-Blockchain. [...]

Bei Bosch hatten wir ein strategisches Projekt, für welches ich ebenfalls der Product Owner war. Das Projekte nannte sich Economy of Things und lief von 2017 bis 2022. In diesem haben wir uns als Bosch Konzern sehr stark mit Blockchain-Technologie auseinandergesetzt.

[2:12] **S1:** Okay, vielen Dank für die Vorstellung. Ist der Grund warum die Technologie innerhalb von Bosch als DLT bezeichnet wird, dass man sie von Kryptowährungen abgrenzen möchte gegenüber dem Vorstand und anderen Stakeholdern?

[2:33] **S2:** Ganz genau, das ist der Hauptgrund. Es ist ein sehr politisches Thema. Viele sehen häufig nur die Schlagzeilen in den Hauptmedien und die beschäftigen sich natürlich am liebsten mit Skandalen und Betrug. [...] Davon möchten wir uns mit dem Begriff DLT abgrenzen.

[2:50] **S1:** Okay, verstehe. Können sie damit anfangen aus ihrer Sicht zu erklären, warum DLT für Lieferketten eine so sinnvolle Lösung darstellt?

[3:39] **S2:** Der Hauptgrund ist natürlich der Trust. Wem kann man Vertrauen, wenn es um Daten innerhalb einer Supply Chain geht? Oder auch wo kommen meine

Rohstoffe her? Das kann man halt in einer dezentralen Blockchain viel besser, viel sicherer abspeichern. Durch diese Immutability kann auch nichts nachträglich verändert werden, wenn die Blockchain richtig aufgesetzt wurde.

Ein weiteres Thema ist, dass verschiedene Parteien miteinander arbeiten können, die sich nicht unbedingt verstehen oder nicht unbedingt vertrauen. Das spielt vor allem beim Handel über Ländergrenzen hinweg eine Rolle. Dann kann man über solche kryptografisch abgesicherte Netze Daten so austauschen, dass jeder mitarbeiten kann. Auch wenn nicht immer bekannt ist, wer denn auf der anderen Seite sitzt. Von daher ist so ein unveränderbares und vertrauensloses System notwendig. Wenn man wissen will, wo die Daten oder Rohstoffe wirklich herkommen Was ist von Anfang an damit passiert? Ohne dass ich Third Parties trauen muss, denen ich ja nicht unbedingt vertrauen will.

[4:58] **S1:** Bosch ist meines Wissens nach auch bei dem Cathena X Projekt involviert, richtig? Was ist der Unterschied von DLT und solchen Lösungen?

[5:05] **S2:** Ja, korrekt. Interessanterweise war eigentlich gedacht, dass Cathena X auch eine DLT-Lösung verwendet. Gerade hier im Industriekontext haben wir sehr viele Konkurrenten die miteinander arbeiten müssen. Und wenn jetzt zum Beispiel der Autobauer über sehr viele Zuliefererstufen verfügt, dann will ich natürlich nicht, dass die unterschiedlichen Zweige zu viel voneinander mitbekommen. Und da kann man natürlich diese datensparsame Haltung bei DLTs nutzen.

Das bedeutet dass Konkurrenten Daten nicht bekommen, wie wenn sie beispielsweise auf zentralen Datenbanken nebeneinander liegen. Das kann alles gehackt werden. Dem ganzen kommt auch wieder eine ganz neue Bedeutung zu, durch die ganzen Cybersecurity Angriffe. Wo man als Unternehmen erpresst werden kann, weil andere ihre Daten hacken. Und wenn die wichtigen Daten dezentral gelagert sind, kann dies nicht mehr ohne Weiteres passieren. Das ist ein weiterer extrem wichtiger Aspekt, den wir bei Datenhaltung ansehen würden.

Das klassische Beispiel, das eigentlich immernoch sehr schön zum Erklären taugt, ist das Schürfen von Diamanten. Wo kommen Diamanten eher? Wie kann ich sicherstellen, dass diese nicht durch Kinderarbeit geschürft wurden oder aus Minen in Krisengebieten kommen? Das kann vor Ort mit einem Eintrag in der Blockchain und der Verfolgung der Lieferkette sichergestellt werden. Und das wird immer wichtiger bei immer mehr Rohstoffen in der Zukunft.

Ich meine das Thema ist definitiv eingeschlafen und das habe ich nicht nur bei der BASF mitbekommen, sondern auch bei anderen großen Unternehmen. Weil es einfach auch zu komplex, zu kompliziert und zu politisch war. Aber nach wie vor ist Blockchain eine gute Anwendung, überall da wo es um Trust geht.

[7:25] **S1:** Wissen Sie was der Grund war, warum man sich bei Cathena X gegen eine Blockchain-Lösung entschieden hat? [...] Konnte man das Konsortium einfach nicht überzeugen?

[7:45] **S2:** Das Konsortium war schon überzeugt. Wir als Bosch haben da ordentlich Druck gemacht und auch sehr viel Technik und Expertise reingebracht. Das Thema wurde verwässert und ausgesessen. Und wir haben sehr viele Partner dabei, welche in die Supply Chain ihre eigenen Tools mit einbringen und somit als Third Party sehr gut Geld damit verdienen. Da wurde dann genug Lobbyarbeit betrieben, dass man diese dezentralen Themen gar nicht braucht. Es lief doch alles schon wunderbar. Und dann hatten viele der Beteiligten auch Angst. Das wäre zu viel Aufwand und die Komplexität wird zu hoch. Und man verliert ja auch eine gewisse Kontrolle und Macht durch die nicht mehr komplett kontrollierbaren Daten. Irgendwann ist man da nicht mehr weiter gekommen.

Ein weiteres Thema waren halt auch diese spezifischen Machtverhältnisse von Autobauern und Lieferanten. Ein Autobauer kann schon ganz anders Druck ausüben auf einen Supplier, wenn er gewisse Machtmittel hat, um ihn auszuspielen, gegenüber den Konkurrenten. Und in dezentralen Netzen, wo alles klar definiert ist und du nicht mehr sehen kannst, wer wem, was liefert, fiel diese Macht weg. Also auch hier: Politik.

[9:08] **S1:** Okay, verstehe. Meine nächste Frage bezieht sich auf das Thema Enterprise Blockchain. Es scheint ja so, dass vom dezentralen Ethos der Blockchain-Technologie im Unternehmensumfeld nicht mehr viel übrig geblieben ist. Wie sehen Sie und ihr Unternehmen das? Setzt man eher auf Private Blockchains oder hybride Lösungen?

[9:58] **S2:** Das ist auch ein riesiges Thema, was tatsächlich noch nicht wirklich gelöst ist. Also das Hyperledger Thema ist durch würde ich sagen. Diese Konsortial-Blockchains sind zu aufwendig und zu komplex, um sie in einer Firma zu installieren, nur um Privacy zu behalten. Und dann muss man wiederum die anderen Netzwerkteilnehmer trainieren und sie überzeugen, die Lösung zu

etablieren. Und man hat trotzdem nicht die Vorteile, die eine Public Blockchain hat. [...]

Wir hatten vor Kurzem ein Gespräch mit einem der Hauptverantwortlichen, der damals für Hyperledger zuständig war, gesprochen. Er hat uns auch nochmal bestätigt, dass der Trend zur Zeit wieder deutlich stärker in den Bereich Public Blockchain mit mehr Anonymität geht. Um halt auch die hauptsächlichen Werte zu vertreten.

Nichtsdestotrotz es gibt völlig verschieden Ausrichtungen von dezentralen Systemen. Und wir [als Bosch] konzentrieren uns auf größere, möglichst verteilte, dezentrale Systeme. Wo der Konsensmechanismus so gestaltet ist, dass er möglichst breit, dezentral und ohne die Kontrolle von zentralen Instanzen erfolgt. Von daher geht das ganz klar in Richtung Public. Mehr Dezentralität und mehr Anonymität ist uns wichtiger als es nur in einem konsortionalen Umfeld nutzen zu können. [...]

Man muss aber sagen, dass Hyperledger neue Produkte entwickelt, die deutlich geeigneter sind. Gerade im Bereich dezentrale digitale Identitäten. [...] Vor allem auch der Schritt in Richtung Linux Foundation war ein guter, womit man auch ein bisschen weggekommen ist von dieser IBM-Lastigkeit. Deswegen war meine Kritik hauptsächlich auf Hyperledger Fabric bezogen, wo die Private Blockchain im Vordergrund stand.

[12:45] **S1:** Ja okay, verstehe. [...] Wie ist ihrer Meinung nach der Stand der Blockchain-Technologie? Und wo geht es vielleicht noch hin? Haben wir noch viel Raum für Entwicklungen?

[13:25] **S2:** Unbedingt. Wie gesagt gibt es ganz neuartige Entwicklungen. Bitcoin oder Ethereum sind einfach da, die bleiben. Gerade Trading oder dezentrale Währungen sind die Themen, die man mit Blockchain verbindet. Die werden auch nicht so schnell verschwinden.

Aber was uns vorantreibt, ist die Weiterentwicklung von dezentralen Systemen. Und wir arbeiten in diesem Bereich auch mit Firmen zusammen, welche die nächsten Generationen von Blockchains betreiben. Vor allem im Bereich Cosmos, wo sehr stark das Staking im Vordergrund steht. Wir beschäftigen uns auch sehr stark mit Fetch.ai und der ASI-Thematik. Alles was mit künstlicher Intelligenz zutun hat, braucht in Zukunft dezentrale Systeme. [...]

Die Thematik, mit der wir uns in den letzten drei Jahren beschäftigt haben war also nicht mehr das allgemeine Thema Blockchain, sondern eine dezentrale Struktur, die es mir erlaubt, dezentrale digitale Entitäten zu verwenden. Ob es für Personen, für die Geräte oder für Organisationen ist. Das ist ein sehr wichtiger Anwendungsbereich, der für Supply Chain, Health, Mobility oder die Industrie relevant ist. Man muss immer wissen, wer welche Identität hat und wer was darf. Regierungen sagen zunehmend auch, dass Identitäten nicht mehr nur von einer Apple ID oder Google ID mitgebracht werden dürfen. Das muss in Zukunft auch dezentral oder demokratisch kontrolliert möglich sein. Die sagen nicht explizit, dass dafür Blockchain genutzt werden muss, aber auf jedem Fall eine verteilte Technologie. Und wir sind mit mehreren Partnern dabei, das auch mit dezentralen Technologien umzusetzen.

Und gerade die Verbindung mit AI schreit natürlich nach Dezentralisierung. Weil man nicht möchte, dass alle Daten und Auswertungen der Modelle über Open AI oder sonstige zentrale Modelle geregelt werden. Wir sehen ja was mit Google passiert. Ich bekomme genau die Suchergebnisse der Anbieter, die am meisten bezahlt haben. Und wenn es dann um Safety and Security geht, wenn es um Sicherheit auf den Straßen geht, dann muss ich vertrauen können. Ich möchte nicht dafür bezahlen müssen um Sicherheit zu bekommen, sondern das muss einfach dezentral geregelt sein. Und das geht einfach am besten mit dezentralen System und Technologien.

[16:30] **S1:** Welche Rolle spielt im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung das Thema Regulatorik?

[16:46] **S2:** Eine sehr große. Man muss nicht unbedingt ein großer Freund von Regulation sein, aber wir haben in den letzten Jahren gesehen, dass der Markt es nicht richtet. Wenn man sich das Silicon Valley oder China anschaut, sind das alles ganz seltsame Entwicklungen. Wenn man die sozialen Netzwerke oder großen Cloud-Technologien anschaut sind diese alle privatwirtschaftlich und eine zentrale Kontrollinstanz steckt dahinter. Und oftmals sind das keine schönen Ausgänge oder Entwicklungen.

Wir arbeiten sehr eng mit den EU-Gremien zusammen. Und da kamen jetzt einige sehr wichtige Regulation auf den Weg, ohne die es einfach nicht geht. Wer darf digital Entitäten ausgeben? Wer darf damit was bestimmen und wer hat dann welche Macht auf dem Markt? Wer darf ausgeschlossen werden oder nicht

ausgeschlossen werden? [...] Auch Google, Apple und Amazon werden sich in Zukunft daran halten müssen. Entweder sie fürchten die Strafen, die immer radikaler werden oder auch grundsätzlich den Marktzugang. Das geht dann über einen regulierten Markt und man kann da auch mit hybriden Systemen arbeiten. [...]

[18:40] **S1:** Das heißt, sobald dieses Identitätsthema geklärt ist, könnte das auch zu einem neuen Aufschwung an Supply Chain Applikationen führen?

[18:54] **S2:** Könnte man sich vorstellen. Weil da ist es auch extrem wichtig, dass ich weiß mit wem ich handle und wer hinter eine Identität steckt. Wir wissen ja auch, dass in den nächsten Jahrzehnten die Krisen weiter um sich schlagen werden. Wenn solche Dinge wie seltene Erden oder auch Wasser immer wichtiger und knapper werden. Da braucht man eine ganz klare Ansage von Regulierungsbehörden. [...]

[19:48] **S1:** Spielt der Bereich Nachhaltigkeit in Bezug auf DLT eine große Rolle?

[20:02] **S2:** Unbedingt. [...] Wenn ich beweisen können muss, dass meine Flotte bestimmte Nachhaltigkeitsaspekte einhält, dann kann ich das sehr gut mit dezentralen Systemen machen. Gerade da wo Regierungen den Unternehmen wie Bosch, VW oder Mercedes glauben müssen. Sie können das bewiesen bekommen, indem man es über dezentrale digitale Identitäten, Algorithmen und per Kryptographie sicherstellen kann. Und das ist ein großes Thema. Immer mehr Sachen gehen in diese Richtung, dass ich zum Beispiel nur noch einen Verbrenner auf die Straße bringen kann, der ganz klar die Sustainability Messwerte einhält.

[21:15] **S1:** Ah okay, spanned. Geht es dann auch zukünftig mehr in Richtung Zirkularität? Also Produkte die wieder in den Kreislauf eingeführt werden?

[21:25] **S2:** Ganz genau. Wenn ich genau weiß, wo die Sachen herkommen und den Lebenslauf nachverfolgen kann, kann ich sie per End-of-Life Management wieder einführen. Und ich brauche dazu kein Vertrauen, sondern habe den Beweis, dass man genau nachvollziehen kann, wer was gemacht hat. Und ich kann natürlich auch deutlich besser recyceln.

[21:51] **S1:** Meine letzte Frage ist zum Thema Herausforderungen. Wir hatten ja schon den Punkt mit den fehlenden Regulierungen. Kennen Sie noch weitere Aspekte, welche die Weiterentwicklung momentan zurückhalten?

[21:56] **S2:** Ganz klar der fehlende Wissensstand in vielen Kreisen und die Tatsache, dass dadurch Unsicherheit und Zweifel entstehen. Gerade auch im Zuge entsprechender Schlagzeilen wie die FTX-Pleite. Also die öffentliche Meinung und das geht auch in Richtung Sustainability. Wenn also nicht zwischen Bitcoin Mining, dezentralen digitalen Identitäten oder anderen dezentralen Feldern unterschieden wird.

Und dann natürlich hat auch die Reife von Systemen, die immer noch nicht das können, was sie versprechen. Die Infrastruktur muss einfach noch deutlich besser ausgebaut werden. Diese Hybriden Cloud Systeme müssen kommen, dass man nicht immer nur einen zentralen Anbieter hat, sondern dass auch Dezentralität mit aufgenommen wird. [...]

Auch bei Identitätsthemen wie GLEIF muss es noch stärker in Richtung Dezentralität gehen. Das ist zur Zeit noch zu stark proprietär und zentral aufgestellt, weil nur eine Betreiberfirma dahinter steckt. Die EU favorisiert zur Zeit einen Standard, der in Richtung Self Sovereign Identity geht. Der würde sich anbieten auch da verwendet zu werden um die Entwicklung voranzutreiben. [...]

[24:23] **S1:** Ja okay, verstehe. Für meine Fragen wäre es das. Ich bedanke mich für das Interview und wünsche Ihnen noch einen angenehmen Tag.

[24:31] **S2:** Danke auch für das Gespräch und viel Erfolg für die Thesis.

[24:37] **S1:** Vielen Dank.

Anhang D6: Blockchain-Entwicklung: John Hoopes

Declaration of consent

Category	Information
Topic of the thesis	Application of Blockchain Technology for Supply Chain Management and Sustainability
Interviewee	Mr. John Hoopes IV
Interviewer	Christoph Schramm
Date	15.04.2024
Further information	The interview will be conducted using Microsoft Teams.

I hereby agree to participate as an expert in an interview for this Master's thesis.

I consent to the interview being recorded via Microsoft Teams and transcribed by Christoph Schramm. The recording will be temporarily stored and deleted at the end of the project on September 1, 2024. The transcript of the interview will be stored, used and will contain identification of my name and my career background. It will not be anonymized.

I agree that individual sentences from the transcript may be associated with my person and used as material for scientific purposes. Furthermore, I consent to this transcript being included in the appendix of the Master's thesis by Christoph Schramm and being accessible to reviewers of his work, as well as to staff members of Steinbeis-Next University.

My participation in this survey and my consent to the use of the data are voluntary. Consent can be withdrawn at any time, and refusal or withdrawal will not disadvantage me in any way. I have the right to access, correct, block, and delete my personal data, restrict its processing, object to further processing, and the transfer of my data.

Under these conditions, I agree to give the interview and consent to it being recorded, transcribed, evaluated, and used.



15.04.2024,

John Hoopes IV



15.04.2024

Christoph Schramm

Expert Interview Transcript

with Mr. John Hoopes IV, Co-Founder of Toucan Protocol and Co-Chair of the
World Economic Forum Web3 Climate Action Working Group

[0:00] **S1:** Hi John. [...] Could you start by introducing yourself and telling me about what you do?

[1:29] **S2:** Alright, so I can introduce myself. My name is John. I'm based in London. And I guess the most relevant things for this conversation: I've been working in Web 3.0, Blockchain, Crypto, whatever you wanna call it for last 7 years or so. Very early on I became quite interested into what Blockchain could do to improve Supply Chain Transparency.

When I actually first got interested in Web 3.0, I was working at an international NGO studying Maritime Security and getting curious about, you know, how global Supply Chains were set up. How international shipping worked. [...] And how tech enabled solutions could help us there.

I came to do a master's at UCL in a course called Spatial Data Science and visualization. I did a lot of my research topics on maritime security and maritime trade, but also at the same time went even deeper on blockchain and smart contracts. [...]

As I see it, blockchains can be most usefully thought of as tools that can be applied on the level of markets, as opposed to tools for individual market actors, right? This sort of globally accessible database that allows for coordination between loosely coordinated entities in a supply chain or, you know, across economies, across different geographic jurisdictions and so on.

I did a couple of research projects into supply chain concepts. The first crypto hackathon I went to, I worked on a project where we were looking at supply chain traceability for diamonds using ERC 721 tokens because this was right when ERC 721 had just come out. And actually, not even just diamonds, but other commodities that could be kind of mixed around.

So since then, I cofounded a digital climate tech startup called *Toucan Protocol*, which is one of the leading projects working on Digital Carbon Markets and applying tools to centralized finance to improve the way carbon trading happens. That has its own sort of supply chain. The digital supply chain for where the credits come

from, how they were handled through their life cycle. And then when they we eventually retire.

Ultimately Toucan is a digital carbon credit transparency play. And accessibility play. A lot of complementing technologies to digital supply chains came up in Toucan.

Another project that I've been working on since my master's actually is called Astral Protocol, which is focused on decentralized geospatial computing technology. So, this is how do we work with spatial location data, satellite imagery, Maps location claims or location proofs, all within the decentralized computing context. So that's been a really interesting project and there's a lot of supply chain and traceability use cases for the technologies I've been working on there.

I co-chaired the Web 3.0 Climate Action Working Group at the *World Economic Forum* last year. This is where I wrote this study called *Blockchain for scaling climate action*. That's kind of this the long and the short of my relevant background, I guess.

[5:17] **S1:** Cool, very interesting. I also read that paper that you just mentioned. The first question would be: How do you assess the potential of blockchain for supply chain processes? And what specific benefits do you see, especially regarding blockchain? Meaning what can blockchain do that other solutions can't?

[5:45] **S2:** Well, it's tricky, right? There's my answer in theory, and then there an answer in practice.

My thinking here changed from thinking of this from a technological perspective to a more commercial perspective. What's actually realistic or feasible, right? [...] I think the first thing is really, you know, what's the use case and is this an appropriate use case for blockchain? The answer typically is "no". Including for most of the use cases I've seen people put together for supply chain traceability products.

This is quite a complicated technology to build with. There are also real challenges around privacy, you know. By their nature, blockchains are publicly accessible databases so putting sensitive information on a blockchain is not really sensible. There's the whole emerging world of *Zero Knowledge Proof*, which is really quite interesting, and I think might have interesting use cases for supply chain.

So yeah, one of the litmus tests I ask is: "Is this a situation where there are multiple uncoordinated, maybe even competing market actors that have to all work together?" This is why I think supply chain is interesting, right? You have some sort of physical good or commodity that moves through the supply chain and you might be handing it from one company to another company to another company to another company. And keeping track of the digital record or digital twin of that product as it moves through the supply chain that's a kind of market wide use case.

There's not necessarily any one company that has the market power to enforce all the companies in their supply chain to adhere to or use one particular digital system. I wanna acknowledge that from what I understand the major corporates do have that market power and often do say: "Hey if you want to sell into Walmart, you've got to make sure from the very beginning, the raw commodity production, are registering in the system that we provide." But if you're trying to create a system or application that isn't backed by a big player like that, then that might be an interesting use case for blockchains.

But you kind of touched on it, right? Working with blockchains and doing so in a way that's compliant as things transit this super complex regulatory landscape of all these different countries that gets very, very tricky. [...]

You have this sort of interesting thing where there are a bunch of startups that are working on this and then a lot of times big supply chains are dominated by big corporates, right? Corporates might say, oh, cool, let's have our innovation department look at these startups. But like, no big Fortune 500 company is gonna bet their whole supply chain on a startup.

So I think it's still quite early in the maturation of the technology. That said, I have heard an interesting thing. Apparently, Microsoft has saved some huge amount of dollars by moving their internal Supply Chain Management onto blockchain. But Microsoft is a big enough company that blockchain makes sense.

[10:59] **S1:** Alright, that's seems like a big move from Microsoft, and I'll look into it. In my own organization we have a project going on inside the cotton blockchain and cotton is a very sensitive commodity. From the cotton seed to the T-shirt, it takes like 2 years and then there is all those moving parts along the chain. And with blockchain you can check the shirts and see that it is organic cotton, it was made without child labor and so on. Which is basically what you said. That it has

to be a very complicated supply chain where a lot of stakeholders are involved, right?

[11:49] **S2:** Yeah, yeah. And one other thing I'll say is when you're thinking about the potential. I've gotten a little bit jaded. So now we're supposed to get the cotton farmers to be taking pictures with an app? In theory, it's amazing. Like we pull the diamond out of the ground and it's all registered and stuff. But it just feels like that's not really how the world works.

So, I think there are some exciting prototypes or pilots you could run. But the idea of it actually disrupting an industry to the extent that it's capable of I guess I'm curious if you've seen anything like that. I was really excited about private blockchains like Corda and Hyperledger. A bit less now because it just feels like if you've got enough of a consortium to be building on a private blockchain, maybe you could just use a server and avoid all the complications of working with consensus algorithms and blockchain. But again, you know, I haven't really sat in on the conversations that are being had between the big institutions. [...] I don't know. I've avoided the enterprise blockchain space for a little while.

[13:34] **S1:** Okay. So, the cotton blockchain is also on Hyperledger. But it is apparently also very early in its development. Basically, they try to make sure that the data that is put on the blockchain is actually true and of high quality. And the farmers could potentially benefit from making more sustainable decisions like using solar energy and stuff like that.

You also touched on my second question saying we're still quite early in the maturity of the technology. I mean we had this big hype a couple of years ago and then it kind of died down a bit. But I feel like there is a lot of stuff happening when you really start to dive into it. Because right now I'm speaking with a lot of people and there's a lot of development actually happening. How do you see is the state of the industry? And how long will it be until we have widespread adoption, if we ever have that?

[14:58] **S2:** Well, I guess I should start by saying this isn't really my native territory. I've been interested in supply chain stuff with blockchains for a long time, but for the last three years I've kind of diverged into more of the sustainability work. That said, I do think there are some really interesting crossovers that I could talk about in a second.

I guess it's tough for me to say. The truth is a lot of these big corporates have probably been looking at this for a long time now, like years. In that sense it feels like the risks reduced a bit because their teams get more familiar with the technology. They keep the stride of developments from other companies or other places. But at the same time, I also feel like risks have compounded because of all the shenanigans. That kind of roil around the crypto side of blockchain. Meaning that blockchains get painted with kind of the same brush.

I also think that to some extent blockchains maybe are tying their shoelaces together by kind of creating these much more financialized Internet infrastructures. If I was BASF and someone pitched me to build a supply chain application on Ethereum. And they said: "Cool how much is it gonna cost?" They said: "Well, that actually depends. It depends on the network usage." As a large company I don't want to think about that. I want to know what's my fixed field operating this infrastructure per month, and I sign a contract. In that sense it's a bit of a paradigm shift from what people are used to. And I think that probably holds it back.

I do see some really exciting innovations in the much more forward-thinking side. A friend of mine is building a supply chain protocol accounting for the contributions that different participants in the creation of a product make, towards creating that product. And therefore, tokenizing ownership of the contributions to that product. So that when it gets sold in a tokenized form down the line, the compensation can be appropriately distributed to the contributors.

That's a place where people are taking advantage of the fact that with smart contracts you have this very fine degree of record keeping. And that can make for really, really interesting, very sophisticated applications that weren't really possible before. Do I think I see that being adopted in a widespread way? No, not anytime soon.

Now all this said, I guess I'd say probably the most exciting and promising use cases for supply chain traceability applications that use blockchain is labelling commodities and being able to demonstrate to the end buyer that they were green or sustainably produced. That could be from the energy usage, input commodities or the attachment of carbon offsets that were applied to a specific batch of the commodities. Then all this could be wrapped up in some sort of label that gets attached to it. But I think ultimately it comes down to how challenging it is to connect the digital to the physical in a really durable way, right?

I think the crypto or Web 3.0 community can tie their own shoelaces together through this decentralization maximalism. “We can’t trust anybody. We need to have some perfectly trustless way of measuring all this.” And the truth is, that the whole world runs on trust. Companies have more than their reputations on statements that they make about the origins of the things they produce. There are legal implications to that. And so, it seems unrealistic to think that’s gonna change any time soon. And there’s not gonna be this onslaught of companies piling into blockchain based applications. Unless they can offer really tangible product features and benefits over existing applications without a lot of the complexity and overhead of using this new technology. And I really haven’t seen that. This stuff needs to be running under the hood and most people don’t even know what’s going on.

So, I don’t what the state of it is. I’ve kept coming back and realizing that in a lot of ways it all comes down to liability and insurance. And if suddenly there’s a way that people can reduce their liability by using blockchain, then I think that would be a compelling thing to say: “Hey, this is actually gonna lower our insurance premiums. This is gonna lower our legal risk.” [...]

[22:47] **S1:** Yeah, that’s also what I heard from one of the project leads. The whole bureaucracy of import and export is immense when you ship products globally. And if blockchain could reduce this just a tiny bit, this could really make a difference. Or it could never happen really.

[23:19] **S2:** Yeah. And I wonder too, what does blockchain have to do with this? I mean, I could see an application that uses blockchain, but is it really necessary? One of the tests that I’ve learned to apply is: “Does this application try to adjust the incentives of its users?” And if the answer is “no”, then most likely a database will work just fine. [...]

[24:26] **S1:** Okay, great. Maybe we can go away from this supply chain topic because I know you’re more into sustainability. What’s the reason for blockchain being so useful for sustainability?

[24:55] **S2:** Well, I just spent the last half hour kind of talking about how difficult it will be for blockchains to impact sustainability and supply chains. But I think there is one major way.

Like when you’re talking about an iPhone, this has inputs from how many thousands of companies, right? From all over the world. There’s so much complexity in

that supply chain. And if you wanted to create a system where you could have some degree of auditing for the compliance, morality, or ethics of the supply chain, blockchain probably would be necessary. And I can definitely imagine some sort of automated data tracking system for that. It'd come down to a set of standards that different participants in the supply chain would adhere to as they register information about what they are passing on to their customers. And then ultimately that could get rolled up into a rating or whatever. Without blockchains, I don't think that's possible, with blockchains it might be. But it's extremely difficult, mostly because of the incredibly high switching costs. Getting those tens of thousands of suppliers that all feed into an iPhone to all adopt this new system sounds really, really difficult. Short of government regulations. Or Apple could make it happen. But I'm sure Apple has a lot of a lot of things in place to make sure that there's transparency in the supply chain. Even if they don't pass that transparency on to the consumer, right?

So, my focus for the last few years was on Carbon credits and carbon markets, right? At Toucan, we've built infrastructure to improve how carbon markets work. And the main kind of improvement innovation that we brought to the market was how easy it is to access carbon credits. In a financial market sense.

Right now, buying carbon credits is a complicated process. You have to call someone up or mail them and then it takes a couple days. And with Toucan we connected carbon credits to the decentralized finance infrastructure using smart contracts. Suddenly you could buy and sell carbon credits on decentralized exchange and it's one click. Within a couple seconds the carbon credits are in your account. It's not supply chain in the sense that you're talking about it. But from a financial perspective and from a corporate sustainability perspective, there's a lot of fair criticism of the carbon offsetting practice. [...] A carbon project might produce a carbon credit and sells it to some financier or intermediary who then holds it for five years and then sells it for 10, 15 or 20 times what they pay for it.

But the corporate that buys it doesn't know that, right? There's no transparency into the price history or the transaction history of the credit. So, it's a digital supply chain question. Suddenly you can see the full transaction history of the credit. You could see what the price was at any given point in time. That's one way that we brought transparency to carbon markets.

Another one is how we improved data accessibility for the evidence that is supplied back to the issuer of the carbon credit. There are a lot of supply chain applications

where I want to be able to show that a commodity like cotton was produced in an ethical way, right? You could imagine a system where the farmer has to submit evidence that they picked this particular lot of cotton on a particular day in a particular place. Maybe that comes in as a photo that they took on a smartphone that's geotagged. In the realm of the carbon markets, this is called MRV - monitoring, reporting and verification. There's a lot of excitement now on digital techniques for conducting MRV in carbon markets or carbon crediting systems. I think there's a lot of potential for decentralized technologies to help with that. [...]

So why is blockchain so good for sustainability? Financial innovations. There are really hyper efficient global financial tools that are being built with smart contracts. And then some of the principles of Web 3.0, right? Like independent verification, standardization and interoperability. That opens up a lot of interesting channels for innovation.

[32:19] **S1:** I've not heard of any carbon credit solution using Blockchain so that's pretty cool. [...] You've touched on all of my questions, so I don't want steal much more of your time. It was very interesting and helpful talking to you. Thanks a lot for taking the time and then all the best with your ventures.

[33:48] **S2:** Yeah, I appreciate it. Great meeting you and keep me posted on how it all goes.

[33:55] **S1:** Yeah, I will do. Thanks a lot.

[33:57] **S2:** Cheers.

Anhang D7: Blockchain-Entwicklung: Tobias Goodden

Declaration of consent

Category	Information
Topic of the thesis	Application of Blockchain Technology for Supply Chain Management and Sustainability
Interviewee	Mr. Tobias Goodden
Interviewer	Christoph Schramm
Date	22.04.2024
Further information	The interview will be conducted using Microsoft Teams.

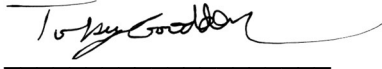
I hereby agree to participate as an expert in an interview for this Master's thesis.

I consent to the interview being recorded via Microsoft Teams and transcribed by Christoph Schramm. The recording will be temporarily stored and deleted at the end of the project on September 1, 2024. The transcript of the interview will be stored, used and will contain identification of my name and my career background. It will not be anonymized.

I agree that individual sentences from the transcript may be associated with my person and used as material for scientific purposes. Furthermore, I consent to this transcript being included in the appendix of the Master's thesis by Christoph Schramm and being accessible to reviewers of his work, as well as to staff members of Steinbeis-Next University.

My participation in this survey and my consent to the use of the data are voluntary. Consent can be withdrawn at any time, and refusal or withdrawal will not disadvantage me in any way. I have the right to access, correct, block, and delete my personal data, restrict its processing, object to further processing, and the transfer of my data.

Under these conditions, I agree to give the interview and consent to it being recorded, transcribed, evaluated, and used.



22.04.2024

Tobias Goodden



22.04.2024

Christoph Schramm

Expert Interview Transcript

with Mr. Tobias Goodden, Tech Co-Lead for the Ethereum Climate Platform and Product Manager at Allinfra

[0:00] **S1:** Hi Toby. Could you start by telling me a bit about yourself?

[0:05] **S2:** Yeah sure. So, I'm Toby. I come from an engineering background. I started out in Stockholm and worked for Fordham, which is a large energy utility company. There I worked in the innovation hub for several years from 2016 after graduation and a strong focus there was on distributed energy resources, storage and also blockchain technology. And how blockchain technology could be used to facilitate a modern electricity system with lots of decentralized resources. And then this opportunity came along with Allinfra. I'm a product manager now at that company with a focus more on environmental financial products. So, carbon credit creation, renewable energy certificates. These sort of things. Allinfra is also one of the cofounders of the Ethereum climate platform, along with consensus and some other players. During my time at Allinfra I became Tech Co lead of the Ethereum climate platform.

[2:55] **S1:** Cool. That's quite a journey. Just for clarification: Do you have any background related to supply chain specifically or more most towards sustainability?

[3:12] **S2:** Yeah. I mean, I guess it's sometimes interconnected, right? I mean, we're looking at forward carbon credits. So essentially, we are looking at the forward delivery of carbon credits. I guess it's not so much supply chain, but it's somewhat related there.

And then with Energy Web, we were looking at sustainable aviation fuel. So, I guess that was much more supply chain related actually. So, all the way from crop creation through to actually the delivery of the aviation fuel. And then improving certain amount of fuel was used for example.

[3:53] **S1:** Okay, no worries. So, then I will just gear my questions more towards sustainability. Where do you see the potential and also the specific benefits for blockchain in terms of sustainability?

[4:31] **S2:** I think in the sustainability sector as a whole, the main problem is green-washing, double counting, double spending and also the fact that all of these standard bodies are very local, you know. I mean, you do have some international bodies like Vera, but in general you have a lot of these standards that are very local. And then I guess the problem is how do you know that globally that this claim that I'm making is not being counted somewhere else or used somewhere else? So that's one aspect. So, the double counting thing on a global scale is pretty big.

And actually, as you mentioned supply chain, I just was thinking that we have done some work with shipping fleets and shipping vessels. There's this new European tax that they're bringing in. And that companies have to analyze their entire emissions throughout all of the ports that they stop at. And so, a global ledger there is obviously very useful.

And then the other thing about blockchain is the complete provenance trail. One thing that Allinfra focuses heavily on is recording data from the source. We have tamper proof IoT devices that record data from any sustainability asset. But let's say it's like a wind farm for example. And then we record that. We have two methods. One is we record it onto a private chain and then we aggregate from the private chain onto the public chain.

But recently what we've actually done is we've used *zero knowledge proof roll ups*, which I'm not sure you've come across. That's a great way of scaling. So obviously Ethereum has some scalability issues, there's lots of gas fees. So, what people have found is they can create these sort of Layer 2 solutions or roll ups where they roll up a whole batch of data and then create a zero knowledge proof which is using these very complex mathematics circuits to basically create certain hash outputs, like cryptographic outputs. That can be used to verify the content was correct, but we're not giving away the source content, right? So then just that hash can then be recorded on chain and then that obviously helps with efficiency. It's a much faster, high throughput system. [...]

[7:51] **S1:** Pretty cool, I have to do some research into that for sure. [...] I want to jump into one question regarding the state of the industry. Where do you see it personally and where does Blockchain go from here?

[8:33] **S2:** Yeah, I think it followed that *Gartner Hype Cycle* perfectly. When I started in 2016, blockchain was the savior of every single industry and everything was going to be put on it. And then we were studying all of the amazing ways and all of

these things that we could do, particularly in the energy sector. That's almost eight years ago now. And now it's finally at a place where we have the tech to actually have blockchain efficient enough to be used for the energy sector. Because the energy sector is a lot of granulated data with high throughput. You need very low transaction fees and a very high data throughput. So, we are getting there now and the ecosystem is expanding.

I think now people are calling it RWAs (reward assets) and DePin (Decentralized Physical Infrastructure). So now it's got cool names associated with it, which is really helping the hype again. But I think this time we're getting to a place where real things can happen.

There were major blockers before like enterprise adoption, that's always been a massive issue. And these new smart wallets, these smart accounts are quite a new thing. It's a new Ethereum Standard. They released it in the last six months and it's actually going to revolutionize the game. You're going to be able to have username, password, 2FA, KYC all associated with your Web 3.0 wallet. So, you're not going to have enterprises creating these public private key pairs, which they're terrified of for somewhat fair reasons. These sorts of things are really gonna help enterprise adoption.

So, I feel like we are now in a place where the tech is there. And I think what we're kind of waiting on now is the industry and regulations and the existing gatekeepers to this space to open up and say: "Actually we're willing to accept this technology."

One example is our work with Gold Standard and Vera, who are the carbon credits standard bodies for the voluntary carbon market. And we're basically trying to work with them to prove that actually we can use technology such as IoT, zero knowledge proofs and blockchain to very efficiently record data at the source and generate credits on chain. These tokenized credits.

And I think obviously gold standard has a very good reputation. That's why they want to be careful and make sure everything works. There's lots of tests going on. But I think when we can prove actually that we don't need all of these manual reading reports, we don't need all this to be very manual and heavy on the admin overhead. We can actually automate a lot of this.

It's called DMRV. So MRV is monitoring, reporting and verification. And we're at a stage now where we have the tech to do DMRV which is digital MRV. And I think when we can prove to the right people that the technology is there, I think we're

gonna see massive strides in this space. Less greenwashing, way more efficiency, less barriers to entry. And then we're gonna have a lot more credits tokenized on chain.

Just one other thing is, it's not just Web 3.0. For example, if you had a forestry project before and you're trying to prove that you've expanded the mangrove, the forest and the carbon density of the trees and the canopies. You've got boots on the ground measuring with, you know, calipers and measuring sticks and all these sorts of things, trying to find a trend over five years. Whereas now you have drones, satellites, computer imaging and AI.

Basically, once we get to an accurate enough degree, you can have very accurate, cheap, and fast data collection, you know, not on the two or three-year level but on the monthly level. And then have the correct provenance chain to then deliver that straight into carbon credits. I think technology wise we're very close and I think it's now proving itself in a way, where we can shift a lot of the trust into the tech.

[13:12] **S1:** It's cool to hear that the technology can finally be used as it should be. [...] And I think as you said when the first big enterprises go in the industry, many will follow very quickly after.

[14:18] **S2:** Yeah, absolutely. We found the same with some of our clients. [...] But yeah, as soon as the first big name adopts it, then it's gonna open up gates for sure.

[14:34] **S1:** You mentioned the whole carbon credit ecosystem. Have you seen any new business models being launched using blockchain in the sustainability realm? Or are there any that you can think of?

[14:51] **S2:** Well, yeah. I mean, the Ethereum Climate Platform is, is a new business model. So, we basically have a strong pipeline of carbon products from around the world. And we are then tokenizing the forward carbon credits for the right to these future tokens. And then basically creating a marketplace where those can be bid on and bought. And essentially what we're doing is we're providing pre-funding to these climate projects. So, they get the capital upfront. Because often there's a two-to-four-year delay before they get any funds, which is a huge barrier to entry. We're basically trying to bridge that gap. And I think, you know, obviously tokenizing opens up a lot of liquidity and a lot of fast movement there.

And then also the fund itself is also tokenized. Your equity in the fund or your LP interest is also tokenized. So, you can buy, you can exit at a later date, you can trade your rights to the fund quickly. And then the third one is the digital monitoring, reporting and verification. Even if that can't yet be used directly for tokenization, we have to go through manual steps. Still, we can present to the end user or the investor very up to date data feeds from these climate projects.

So that's definitely one and I think also some of our partners like Toucan and Solid-world, they have an interesting model where they're basically doing a lot of pooling. So, they are pooling together similar types of projects, let's say forestry in you know East Asia or something, right? Forestry projects or biochar projects in North America. They haven't quite got to that granularity yet, but I think that's the end goal. Pull them together and then collect similarly valued tokens and then you can have a lot of liquidity. So, you can have a certain buyer, let's say Volkswagen comes along. Instead of having deals and contracts with each individual project, they can just enter this pool. Purchase a whole bunch and retire them on chain. I think that's quite a cool business model as well.

At the moment there's a lot of carbon buyers that like to be somewhat selective with their projects. I think it needs to have a critical mass where there can be large enough pools of a similar type with enough liquidity for that to really take off. But yeah, I think those are quite cool business models as well.

[17:23] **S1:** I spoke to one of the cofounders of Toucan a couple of days ago, so it's funny that you mentioned them. [...] You're probably aware of the of the challenges of Blockchain technology. The three big ones that I've encountered so far are data quality, the integration into existing systems and standardization as well. Regarding the first one, the *garbage in, garbage out problem* this is. Do you guys have a solution for that?

[19:21] **S2:** That's a great question. So that's always a problem. One of the ways is that we actually do have our own IoT devices where we install some sort of Python library inside them. And if it's tampered with, the whole decentralized identifier is reset. So that's one way that we guarantee what's coming off of that is accurate. But of course, it's not sufficient to say that every IoT device is going to be one that we've implanted ourselves with the original manufacturer. So, there's always gonna be that slight barrier between when the data comes on chain, how can you prove it's not tampered with?

But I think decentralized IDs, so the DID space, I think is quite interesting and it's done a lot of work in tamper proofing. But it's not completely foolproof. So that's still a risk. And especially with these carbon credits, you're taking data points from hundreds of different sources. Some of them aren't even on site. For some of them you have to rely on the local market operator to give you an accurate emission factor of the grid.

And often if you're working in the developing world, you don't always have a functional API that you can connect to and have 100% accurate data feed, right? They might just give you one number for the last six months. It all depends on where you are in the world. There are obviously some markets where you can get really clean API connections and a really high throughput of data. And there's obviously some where you have to have a bit of trust in the data that they're giving you.

So that definitely is an issue. But I think DID's will be a solution. And the fact that all of these countries are slowly getting more and more digital and having better data standardization and, you know, functional APIs. I think that is becoming less and less of an issue.

[21:38] **S1:** So maybe in 20 years if we have IoT devices all over the place and everything is managed correctly then this wouldn't be a problem anymore, right? The data quality would obviously improve.

[21:52] **S2:** Yeah, IoT devices and these sorts of DID's. In theory, they should be able to indicate if the device has been tampered with. If it's been reset, for example, then the ID will reset. And these IDs almost function a bit like private keys. Those are good steps.

[22:16] **S1:** Alright, got it. Is it somewhat hard to connect to legacy systems? Meaning what are the challenges with the integration into existing systems?

[22:33] **S2:** It's very tough. [...]

We've worked in Japan, where we have a J-credit system, and that system isn't extremely digital. And we are basically tokenizing J-credits and trying to take some data from the system and feed some data back in. And that that's been really, really challenging. But again, that could be solved with an upgrade of the system. [...]

Onboarding enterprise is always a huge challenge because they have their existing enterprise login systems and access management hierarchies. And I think if they

could be a solution that could feed directly into like Microsoft Azure ID and just seamlessly have that login experience migrated over to Web 3.0. That would add a lot of faith to organizations that want to onboard their users who don't want to deal with private keys, cryptocurrencies, wallets, and these sorts of things.

So yeah, I think with enterprise systems, there's some work to be done still to make that a seamless and trusted and sort of safe single sign on experience, I guess.

[24:07] **S1:** Are there any other big challenges you see often?

[24:17] **S2:** I mean the whole data throughput one is massive. I'm sure you're aware of the gas fees on that which are sort of horrendous. There's obviously a lot of work going on for these zero knowledge rollups and those are helping. But then you have, you know, fragmentation. So, the Ethereum system is very fragmented with 20 different layer two solutions which are now trying to solve scalability issues. How do you solve that fragmentation problem? Do you move to a new chain that's coming up? Or do you just hope that one of these wins out and you stick with that one? So, I think it's very expensive at the moment. It's very expensive to throughput a lot of data on the public chain. Maybe the ZK roll ups will be the answer. Something like Linea for example. Cost effective and private. But yeah, it remains to be seen. A lot of those are in the early stages.

[25:20] **S1:** I see. Well, that's it for my questions. I'll stop the recording here. Thanks for your time and all the insights.

Anhang D8: Blockchain-Entwicklung: Nitin Gavhane

Declaration of consent

Category	Information
Topic of the thesis	Application of Blockchain Technology for Supply Chain Management and Sustainability
Interviewee	Mr. Nitin Gavhane
Interviewer	Christoph Schramm
Date	23.04.2024
Further information	The interview will be conducted using Microsoft Teams.

I hereby agree to participate as an expert in an interview for this Master's thesis.

I consent to the interview being recorded via Microsoft Teams and transcribed by Christoph Schramm. The recording will be temporarily stored and deleted at the end of the project on September 1, 2024. The transcript of the interview will be stored, used and will contain identification of my name and my career background. It will not be anonymized.

I agree that individual sentences from the transcript may be associated with my person and used as material for scientific purposes. Furthermore, I consent to this transcript being included in the appendix of the Master's thesis by Christoph Schramm and being accessible to reviewers of his work, as well as to staff members of Steinbeis-Next University.

My participation in this survey and my consent to the use of the data are voluntary. Consent can be withdrawn at any time, and refusal or withdrawal will not disadvantage me in any way. I have the right to access, correct, block, and delete my personal data, restrict its processing, object to further processing, and the transfer of my data.

Under these conditions, I agree to give the interview and consent to it being recorded, transcribed, evaluated, and used.

Nitin Gavhane

23.04.2024

Nitin Gavhane

C.S.

23.04.2024

Christoph Schramm

Expert Interview Transcript

with Mr. Nitin Gavhane, Founder of Impactility and former Blockchain Technology
Lead for Shell

[0:00] **S1:** Hello Nitin. Thanks for taking the time for this interview. Could you start by introducing yourself and telling me a bit about your background?

[0:09] **S2:** So, Christoph, I'm a technologist. I spent like 17 years in the industry. Back in the days I studied distributed systems. My first job was with the Commercial Super Computing Centre in India. Then joined shell. I was part of their innovation department. [...] Shell applies digital technologies for their R&D innovation related projects and even for the business-critical applications. [...] So we ended up starting Shells Blockchain Centre of Expertise in 2017. After that I moved to Energy Way Foundation as lead architect and was very much instrumental in launching the network. We did some really good projects around the power market.

And in 2021, after three years of working with Energy Web, I left the full-time job and decided to start my own company - Impactility. We are a sustainability and circularity focused emerging digital tech startup. We focus on how we can bring traceability and transparency to different climate action related initiatives. So currently we are focusing on 2 main things: plastic and biochar. As both of them are serious problems. We really need to put mechanisms in place for recycling as much as possible.

Things are very different in the global south compared to Europe. Europe has a very sophisticated waste management system. But the population is not that big. But with bigger population you have bigger problems and that's why you see a lot of landfills, water bodies getting contaminated with plastic and that's why we are passionate about it. [...]

[2:44] **S1:** Thanks for the introduction and that's a very cool project. [...] How do you access the potential of blockchain technology for supply chain processes and what are the specific benefits that you see? Because you mentioned that it's a good application for those things.

[3:41] **S2:** Yeah. So, there are several reasons why you would adopt technology like this. Blockchain is one of the enabler technologies for this new class of smart

supply chains, right? But apart from that, there are two things basically driving some innovation in supply chains and logistic.

There's a regulatory push and there is a consumer pull. The regulatory push is because we want a product passport for different kinds of products. If you look at EU digital product passport requirements, they want all of the electronics, textile and consumer goods to be labelled with some sort of a label which gives more awareness to the consumer what they are consuming. The ESG labels, right?

So, when you have this finished code, you know, they are manufactured by certain OEMs or manufacturers. They have suppliers. Then the suppliers are sourcing some of the raw materials from their suppliers, so the value chains are deep, right? And when you are calculating the product carbon footprint, you really need to know how these different players in the value chain are responsibly reusing, recycling or managing their environmental footprint, right? So for me, the role of blockchain for supply chain is one that it helps you to create those digital product passport which are verifiable, auditable and trustable, right?

And I can go into the primitives like, you know, tokenization and smart contracts. Now you have Zero Knowledge Proves which helps you to connect the dots for data coming from different values chain players. [...] Is that a helpful?

[6:02] **S1:** Yeah, definitely. [...] So in the future the whole product passport will be created automatically using blockchains?

[6:31] **S2:** Not automatic. [...] Companies want to know how much of the plastic they procure is recycled plastic, right? So, there are two sources of the feedstock which companies get from their suppliers. Basically, if it is virgin feedstock it is coming from reservoirs or traditional oil and gas companies. If it is recycled feedstock, it is coming from landfills or waste management companies, right? It's not guaranteed that all of these players will be on the same platform, right? That they're using the same ERP system, right? The reason you want to use blockchain is that even if they're using different systems, how can we guarantee that they're talking about the same thing? They're not tampering their information, right?

[8:07] **S1:** Okay, I see. [...] As someone working in the blockchain industry, what would you say the state is right now? Where are we regarding the adoption and is there still a lot of room to grow for the technology itself?

[8:51] **S2:** I think the technology has come to a state where, you know, enterprises are adopting blockchain, right? Almost name any big enterprises, they have blockchain teams working for them, right?

Take Shell's example, they are one of the leading oil and gas companies. Back in the days, they launched 2 joined ventures, which were leveraging blockchain technology. Shell supported Energy Web foundation. Two years back we launched Avalia. It's a book and claim platform for sustainable aviation fuel. Last year, we launched digital product passport for critical equipment. [...]

There are other examples as well. Starbucks is using blockchain for their customer loyalty program, right? I mean, in the cryptocurrency space you already see a lot of noise because of the ETFs. So, with that data I would say that everyone is convinced that it's an enabler technology.

Since we are in Germany self-sufficient data is also very important. Digital identity and verifiable credentials are also killer use cases for blockchain. But that's more, you know, the technology focus. There are a lot of applications being developed which are leveraging blockchain as an enabler technology.

[11:06] **S1:** Thanks for the detailed answer on that. [...] I want to go into the sustainability realm a bit. You mentioned your startup is in the sustainability and circularity area, right? What's the one killer feature of blockchain for those kinds of applications?

[12:16] **S2:** Yeah, so that's decentralized identity, tokenization, and smart contracts. I would say they go hand in hand together, but they are the building blocks. They really help you to design a new class of solutions.

[12:40] **S1:** Can you think of any new business models that have been created with blockchain? [...]

[12:56] **S2:** I mean, we don't have any new business model. What I told you is that we are a passion driven, purpose driven company, right? We really want to focus on how we can leverage technologies like blockchain to solve some of the problems in plastic management or CDR markets, right? So, it's not something new as in unique. There are so many players trying to do it. [...]

Look at decentralized finance. They are literally trying to replicate the traditional banking infrastructure, without needing centralized systems, right? The way you

can leverage blockchain is by improve existing business processes. You can reimagine existing processes or you can create new business model, right? And that new business model depends on what kind of business you are into, right? [...] Does that help?

[14:43] **S1:** Yeah, it does. [...]

[15:20] **S2:** [...] If you check, Shell has already created two new platforms. These are completely new business models. [...] I mean, it wouldn't be enough to say you can create new B2B or B2C business models, right? It needs a bit more context as in who is your customer right? It's a pretty generic question.

[16:10] **S1:** Yeah, you're right. I guess if the last area that I wanna get into is the challenges of blockchain. Can you think of any major challenges during the implementation?

[16:34] **S2:** I get this question quite often. Some of them are related to user experience, right? Traditional enterprises are not used to the kind of infrastructure required for blockchain related applications. They are not used to managing the public key and private key. They're still figuring it out how they set up this new infrastructure for managing that right. If it involves cryptocurrencies or your application involves dealing with tokens, then you really need to go through whether the token is secure and whether that token has utility, right? So that is the point where you get a lot of pushbacks. So, the innovation starts getting killed by your legal or compliance department. [...]

The nature of blockchain is that the core infrastructure is decentralized. You don't know where some of these validators are residing, right? And then the legal teams will ask you who validated my transaction? How do I ensure these validators are not in sanctioned countries? So, you need to do a lot of hand holding and education to the legal department. These are the real challenges. Everyone is convinced on the value of the technology but now the challenges around adoption for enterprises arise, right? Some big organizations are slowly getting there, but you really need dedicated teams within a company to convince how they should be adopting blockchain.

[18:36] **S1:** Yeah, definitely. I have one specific challenge that comes up over and over again in interviews, which is the data quality. Because there is this *garbage*

in, garbage out problem, right? How do you deal with ensuring high data quality?
[...]

[19:54] **S2:** I mean we're working on biochar, right? So, we're implementing something called SDMRV (digital measurement, reporting and verification) of the attributes you create. Be it carbon dioxide removal or something else. This is not a new problem, right? This is not a problem because you are leveraging blockchain. You will have the same problem if you don't use blockchain, right?

So, you can deploy some sophisticated solutions which are scalable. Meaning you deploy cameras, drones, have high resolution satellite imaging. There are always tradeoffs. Like how much investment you want to do to have that sophisticated verification. Or can you incentivize farmers to put the right data and make sure that there is some sort of a bounty program. Someone could challenge farmers and prove them wrong, right?

When you're designing these kinds of systems, you always need to think of what is the trade off in that solution, right? Whether I need to optimize it for cost or optimize it for scale, right? It's not a blockchain problem, it's a general one. How do you want to source that data on the digital platform. And if you put the right incentives in place, you can get the right data.

Now the half part of your question is, why someone should trust that data on a blockchain, right? If there's some smart contract and there is an Oracle feed coming from the farmer, right? It's part of the governance, it's more than technology. So, when you set up this kind of thing you say I'm giving a right set of incentives to the farmers. Someone can challenge them. They can help us to validate that data. And if that data is not correct, I'm going to lower the reputation of that farmer. So next time that when that farmer gives me some data, I'm explicitly going to revalidate that data, right? [...]

In biochar there is high resolution site imaging already. We are working with some farmers where they use carbon sinks. You often rely on just a phone and then the software in the phone captures latitude, longitude. It has a camera, so it looks at the flame. Based on the color of the flame you know that there is nothing wrong with the feedstock. You have time stamps. You have enough data, so you can start trusting the quality of the input, right? [...] But there are always trade-offs. If you introduce sophisticated technology, are you really getting equivalent value out of it?

[24:18] **S1:** Yeah, I see. [...] That's it for my questions, thanks for taking the time and I'll stop the recording now.

[24:43] **S2:** You're welcome.

Anhang D9: Blockchain-Entwicklung: Product Owner für Digitale Produktpässe

Expert Interview Transcript

with Product Owner for Digital Product Passports at Blockchain Technology Company (anonymized)

[0:00] **S1:** Hi Sairaju. Could you start by introducing yourself and telling me what you do? [...]

[1:47] **S2:** Yeah, I'm Sairaju. I'm from India. I moved to Sweden around four years ago. I did my Master's in sustainable production development here in Stockholm, Sweden. And my background is pretty much connected with digital technologies. Implementing them in traditional production, manufacturing, supply chain and logistics set ups. And evaluating the potential and implementation challenges. So as part of that I tried out data analytics, machine learning and I've also got an opportunity to work on blockchain implementation for wood traceability at IKEA. That was my master's thesis, focusing on implementing blockchain for traceability and compliance purposes in the wood furniture supply chain. [...]

And then I started with [my current company], which is a leading Nordic blockchain company. Right now, I work as a product owner and product portfolio associate. I'm leading the development of digital product passports, which is going to be the next regulatory concept coming in the EU. Every product must in future carry a digital product passport and I'm leading the development of it. Which is pretty much concerning textile supply chains and battery supply chains. [...] I possess some understanding about blockchain and its application in supply chain in general on a high level.

[4:06] **S1:** Okay, thanks for the introduction. [...] As a starting question, because you said you had multiple touch points with blockchain before: How do you access the general potential of blockchain technology in the supply chain realm? And what are the specific benefits that that you see?

[5:00] **S2:** If you look at current traditional supply chains, the known problem is that they are complex, and they are nonlinear most of the times. And they are global. So, when dealing with supply chains that are nonlinear, complex and global, there

is lot of issues that are associated with delays. Issues that arise due to conflicts. Issues that arise due to lack of trust.

And still, most of the supply chains operate on a paper basis using paper documentation. No digest version is available. I mean in some sectors or some portions of the supply chain you can find a digest version. Because some companies having good infrastructures and are somewhat digital, but most of them are still operating on paper-based documentations. So, when there are paper based documentations, there is always a chance that data can be manipulated, and data can be lost. And sometimes data can be asymmetric. All this could create challenges in optimizing the supply chain and meeting the demand.

What blockchain could do here is that it could help transferring the paper-based documentation practices into digital documentation. Blockchain is basically a shared distributed ledger which is collection of records, and it keeps on connecting all the information based on blocks. [...] So, whatever is collected on blockchain is available, easily connecting all the previous information, current information and upcoming information. And it is immutable. Once the information goes into blockchain, it cannot be manipulated. Even if someone tries to manipulate it, it is recorded again, so it helps in avoiding malpractices or avoiding counterfeiting activities that are associated with data.

And it would also build up trust because the information that is flowing through blockchain is verified through a consensus. And no fraudulent transactions or no fraud activities could come in the picture. It is highly secured, and in that way, it could also help in creating smart contracts which could automate existing processes, reduce the downtime or improve operation efficiency. This could indirectly or directly have an effect on the trust. If there is any conflict that arises, and the information is available on blockchain, conflicts can be minimized, and it is easy to identify who has done wrong things.

[8:49] **S1:** Thanks for that very detailed answer.

[8:51] **S2:** And the implementation of blockchain could also be a starting point for digital transformation in companies or establishing digital supply chains, right? So, this could help in making the transformation faster by creating digital records. Those digital data is accumulated at one place, and it can be used to perform data analytics for informed and better decision-making in business.

It could also help in feeding the data for artificial intelligence and machine learning algorithms, which could help in creating new ways of working. Solving existing supply chain production challenges. And if you look at it from a sustainable point of view, storing information on blockchain could help to identify the actors who work with illegal products or who consistently put the wrong data or wrong materials into the market.

Every part of the step is traceable the trust in consumers can be uplifted when all the information can be recorded on blockchain starting from raw material origin to the finished product. And everything is shown to consumers to make sure that the process is transparent, the products are transparent, and the information is transparent.

[10:30] **S1:** Yeah. What I'm trying to gather as well is where the state of the industry is. [...] From someone who's working in blockchain, where do you see the state of the industry right now?

[11:16] **S2:** When I was doing my thesis like two years ago, I was in the same way, reaching out how the situation of blockchain is how the applications in supply chain are going. People still think that blockchain is something that is associated with cryptocurrencies. There is not much awareness about the fact that blockchain has much more to offer. It's not just about cryptocurrencies, but it can offer lots of applications in supply chain, banking, healthcare and also in real estate. But still some people's understanding towards blockchain is still stuck at cryptocurrencies and Bitcoin.

There was a peak which happened like three to four years ago where many enterprises were looking into blockchain and trying to explore. As part of that IBM has done a case study with Walmart of tracing mangos and tracing food in supply chains. There are some popular use cases, but I'm not sure whether they're still in process or they are shut. Because at the end there are a lot of challenges associated with blockchain.

What happened afterwards is, that most of the companies, have started to explore the technology. Many companies have started their journeys in understanding it. Good to know that some companies like IKEA have done studies to basically evaluate their position, their capabilities and what blockchain has to offer for them. So, there was a rise in exploring and exploiting the potential in the form of prestudies, and some companies have done also pilots, but no real successful implementation

on a big scale has happened, yet. But small-scale implementations, pilots, pre studies have been successful is what my understanding is. Scaling up these implementations I'm not sure if someone has done it so far. [...]

But I do believe that in the future, a lot of challenges associated with blockchain would be solved and it becomes an easy thing to do and awareness about blockchain, knowledge about blockchain would also be in a better state. People would start exploiting the technology in a better way. There were concerns that blockchains would consume a lot of electricity and emissions. But a couple of years back the Ethereum merge happened, right? Ethereum has moved to proof of stake and that has brought down the emission consumption by almost 95%.

There are several other challenges that need to be fixed with respect to scalability and so on. So based on that, we will probably see much better implementation in the coming years.

[15:30] **S1:** Okay great. How do you see the potential of blockchain in the area of sustainability and circularity? [...]

[16:00] **S2:** OK, let's do it this way. We can discuss about 3 aspects of sustainability. The economic, environmental, and social aspects.

Let's look at economic aspects of sustainability first. [...] First and foremost, it could reduce all the delays in supply chains and improve the processes that are slow. It could also reduce operational issues. So basically, blockchain could streamline these processes. It could help in achieving supply chain mapping and supply chain visibility. So, to have better control for the manufacturers or the businesses over their products, their information, their process.

Right now, there is no complete visibility of the supply chain. Visibility could help to promote business growth, business brand growth and achieve more customers. Also, the costs associated with compliance at the moment are quite high. When blockchain comes in the picture compliance processes could get streamlined and they near real time compliance could be achieved. [...] So, some sort of revenue could be created, or they could get benefited by cutting down existing costs associated with waste, damage and operational inefficiencies.

Next it could also bring in potential for generating new business opportunities with respect to circular economy or circular business models through digital transformation and circular transformation in supply chains. It could also help to work with

governments and certification authorities through issuing verifiable credentials or self-sovereign identities. This could streamline the entire verification process of compliance in a faster and more transparent way.

So, regarding new business opportunities I would say cutting down costs, cutting down the losses due to operational inefficiencies, delays, conflicts in supply chains and gaining brand growth and business growth could be economic dimension of sustainability.

Now when we move to an environment of sustainability, this is where it becomes more interesting for the consumers as they nowadays demand the proof of origin, traceability information and that the products which they are buying are sustainable and ecologically safe. With blockchain, data about every step of the supply chain is available and could therefore give trust to consumers to choose the products which are sustainable and avoid the products which are not sustainable.

And it can also help mitigating the carbon emissions. What does this mean? Right now, there is no proper supply chain mapping or no proper life cycle mapping to understand the entire product flow and all the data points. What gets measured will automatically get managed, right? Through blockchain, at every point we could help the suppliers or the stakeholders involved in the value chain to provide the right amount of data. This could help in calculating the emissions associated with the product at every step. This could give us a better picture to understand the overall emissions associated with one product in each journey, starting with raw material, transportation, production and inventory at every phase. What are the emissions associated can be easily calculated when the data gets streamlined and data gets collected at every point. This way it could boost environmental sustainability.

Now as digital product passports are going to be the next thing, blockchain could help in achieving circular economies or increase practices for circular economy. So digital product passport applications that are built on blockchain would help to store the information forever. The current traceability systems are Web 2.0 based. What happens with all that information if the manufacturer is gone? All the information associated with products which are in the market could be lost. But with blockchain the data is stored across multiple nodes or computers in the network, right? There is nothing like a single point of failure. Even if the operator is lost or a manufacturer shuts down their business the data remains. The data exists on a

blockchain. This could help in recycling and circular economy practices because the challenge for circular economic practices is that lack of data. [...]

Now to move towards social sustainability aspects, this is something which is very critical. Everyone is often concerned about environmental and economic sustainability, but I do believe this is a very important aspect. In future blockchain can be connected to the operational processes. There are cases where child labor is involved. Certifications and auditing are critical to ensure that social working conditions are good. And these certifications and auditing practices that are connected through blockchain could bring us more transparency and could make them more accountable. There is no way that people can manipulate. [...] It can also be made sure that the accountability would grow, and those certifications associated with brittle working conditions could be proven using blockchain. I think in the future it can also be connected with the work life of an employee. [...]

[24:21] **S1:** There's a lot of lot of things to unpack and I also have to do a bit of research on a couple of things you said. [...] The last area where I want to pick your brain in are the challenges. What are some common ones you come across regularly?

[25:18] **S2:** Yes, it's a good thing to know about the challenges. I guess blockchain has a very strong potential to revolutionize and transform the supply chains for better society and sustainability practices. However, there are a lot of barriers and challenges associated with it.

Blockchain is a technology which is collecting and storing data, right? But when there is no data to flow into the blockchain and it has no meaning it doesn't make sense. Let's say there are ten actors involved in the value chain, and if two actors are not sharing the information, then the connectivity is lost, right? So first and foremost, I agree that lack of data to put onto the blockchain could be a challenge which could hinder the implementation.

The second thing is the authenticity of the data. I said blockchain is trustworthy platform, but it can also carry bad data. *Garbage in, garbage out*, right? Like how do you make sure that right data goes into the blockchain?

Another one is more of an outside challenge. I would say that physical to digital product or asset conversion is generally a problem. How do you make sure the physical product that is flowing is the same product that is digitally represented on

blockchain? [...] So, making sure to correctly link physical to digital products is very important. Through data carriers like QR codes that are connected with products and can be scanned instead of human entry.

The next challenges come mostly from the acceptance point of view. If you look at most of the supply chain stakeholders or suppliers, they have very limited infrastructure and they may not even have the possibility to implement blockchain. It should be said that a certain amount of infrastructure is needed to connect to other stakeholders. The willingness from the suppliers to accept this is a challenge. Because it could make them accountable, it could make them do the right practices, it could make them be transparent, right? Which could again affect their income and revenues. So, their acceptance and willingness to change towards a blockchain based system is really low. That is something that possesses a big challenge.

Next, I would say that blockchain is not a general solution that you can bring in and implement for your company's benefit. They have to be implemented across the ecosystem, not in one individual company or business. Because various actors involved in the value chain have to work together. Sometimes you have to work together with your competitors to make sure that the supplier ecosystem is right, and the consumer ecosystem is right. When companies start seeing this from a pure business point of view and they want the advantages of using blockchain themselves, it doesn't work. They have to look after everyone in the supply chain and support them to transform traditional Web 2.0 based practices into Web 3.0 practices. Then only everyone in the value chain could have benefits and it could help with the successful implementation.

Next thing is the right number of incentives has to be provided for everyone who is sharing data in the blockchain. [...] When you look at the business manufacturers, when they make the products with all the traceability information, consumers pay for everything. Who is getting the benefit here is ultimately the brand or business that is in direct contact with consumers. But you need to collect data from everyone in the value chain. From the raw material miner or farmer and they often don't get anything for sharing the data, right? So there has to be a certain set of incentives on and the businesses gain has to be shared by everyone to boost the participation of sharing the right data and educating them.

Another challenge you can see from a resource point of view is the lack of experts. Blockchain experts and developers who can code and are also experts in supply chain. People who have an equal understanding of both blockchain capabilities

and supply chain situations and supply chain capabilities are very rare. [...] Finding talent and raising awareness to create such kind of skilled people who can understand things from both perspectives could ease the implementation.

From a technology point of view, the biggest problem is scalability. Blockchains work really good in a small network, because the number of transactions is low. But how do you make sure they work even when such a huge scale of global supply chain information is flowing through the blockchain? There will definitely be issues with the transaction time and transaction delays or scalability of the technology. So that is the biggest problem at the moment. How to address scalability. There are some solutions like it at [my company]. We have Chromia which is a relational blockchain which uses sharding. Sharding is a mechanism to improve scalability.

After scalability, the next problem that arises is transaction fees and gas fees. Every actor in the supply chain has to sign a transaction and they have to pay a small amount of gas fee for this transaction. Which of course hinders the implementation, right? For me as a supplier it is a burden to collect data for raw materials, it is a burden to share data in the right way and for sharing I need to pay a certain amount of money. Why would I do that? I would simply sell the product without any paper documentation even. So, this kind of challenge would come when talking about gas fees and at [my company] we have a mechanism that skips gas fee so everyone can make transactions. Everyone can share information without any hazard and that is one advantage of our blockchain I would say. [...]

Next, if you talk about the business challenges, it is business data privacy. I'm ready to share my data, but most of the blocks are in a public blockchains, right? Anyone can inquire it which means that my competitors can access my data. Which is confidential. My competitors can know my business. Who are my suppliers and how do you stop that? Business data privacy means making sure that business confidential information remains private. At the same time, public information remains public is a challenge. There are new technologies, algorithms or mechanisms that have been developed, like zero knowledge proofs, symmetric and asymmetric encryption to make sure business data privacy still works. But still people assume if it is a public blockchain the data is not kept private or secured. [...]

So yes, I think I've covered pretty much different types of challenges.

[35:22] **S1:** Yeah, you definitely did. Thanks for that. [...] Alright. I've got no more questions, you answered all of them. Thanks a lot for your insights and I would just stop the recording here.

[37:03] **S2:** Thanks Christoph.

Anhang D10: Blockchain-Entwicklung: Tomaz Sedej

Declaration of consent (E-mail)

Interview follow-up



Tomaz Sedej <tsedej@contractor.linuxfoundation.org>
An Christoph Schramm

Sie haben am 06.05.2024 19:09 auf diese Nachricht geantwortet.

Blockchain conceptual framework.pdf
3 MB

Antworten · Allen antworten · Weiterleiten · Mo 29.04.2024 21:00

Hi Christoph,

It was nice speaking with you today, and thank you for the introductory email! I will follow up with Abhijeet and Suzanne.

Here is also the follow-up I promised:

Presentation about Challenges in Designing blockchain consortia: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=UMQD7BeV0Nc>. It's done by one of our members, Zeeve, and I think it's a pretty nice overview of the "blockers" and might serve as an inspiration for your subsequent research into that.

Here is also the link to the [Case Studies](#), and particularly the Circular case study (studies) I mentioned - there are actually two of them:

<https://www.hyperledger.org/case-studies/materials-traceability-leader-circular-expands-hyperledger-fabric-based-solution-to-underpin-digital-battery-passports>

and

<https://www.hyperledger.org/case-studies/tantalum-case-study>

And here is the Fujitsu Case Study about Botanical Water Exchange: <https://www.hyperledger.org/case-studies/fujitsu-bwt-case-study>

Also, if you'd like to learn more about the use of Hyperledger technology within sustainability space, you're welcome to join our [Climate Action and Accounting Special Interest Group](#).

And finally, I have attached the "DLT Conceptual Framework" from Cambridge Center of Alternative Finance I mentioned. It's a bit older (from 2018), but I think the definitions of blockchain design choices are still very good and relevant.

Regarding the document you sent (my consent for transcribing and publication), I realized I don't have access to the printer, so it's tricky for me to print and sign it. But as mentioned, you are welcome to transcribe the interview, and just please send it to me for a review before publishing. Will this email consent work?

Thank you,

--

Tomaz Sedej
Ecosystem Manager, Hyperledger Foundation
Hosted by The Linux Foundation
Website: <http://hyperledger.org>
[Book a meeting with me](#)

Expert Interview Transcript

with Tomaz Sedej, Ecosystem Manager at the Hyperledger Foundation

[0:03] **S1:** Hi Tomaz. Could you start by introducing yourself and telling me how you are connected to Blockchain?

[0:14] **S2:** Yeah absolutely. My name is Tomaz. Originally, I'm from Slovenia but I worked in Copenhagen, Denmark since 2011 and now I'm in Boston. I work at the Hyperledger Foundation as an ecosystem manager. [...] I started in blockchain from a general point of interest, I would say probably around 2014 or 2015. Not as much in crypto, but more on the technology side. There wasn't a lot of applications at the time, right? And then all of a sudden in 2017 everything was about blockchain, right? Like today it's about AI basically. [...] So back then blockchain had a big hype, even for the things that did not really need a blockchain, right? The general narrative was: Before we had paper, now we have blockchain.

But anyways, at the end of 2017 I started doing my PhD on the topic of enterprise blockchain and I was looking specifically into supply chains and how the governance, interoperability, value creation and things like that are organized within these consortia. In my own research I divided the supply chain into two different areas because it's a broad topic.

One was the provenance tracking, something like IBM Food Trust. Basically, how do you track a shipment of any sort of good throughout the supply chain, right? And you record this data and then it's supposed to be trustworthy.

The other aspect that I was researching, and it was actually the core of my research within the supply chain is what I called the supply chain orchestration. And these are the platforms that connect many different parties on one platform.

One of the reasons that I started my research doing that was because I was in Denmark. And Maersk and IBM started this big project called TradeLens, which is unfortunately shut down now. But it was, you know, one of the poster children for enterprise blockchain, especially within supply chains.

And at the peak TradeLens was processing about 2/3 of the global container shipments. One of the things within the blockchain which is relevant to Supply Chain orchestration and provenance tracking is that you have multiple parties on the chain, right? And often if you want to increase industry efficiencies, you will need

the collaboration between these parties, not only between suppliers and customers, but also with the competitors, right? And that's when blockchain really makes sense. Because it's a technology that enables this distributed trust. And that's maybe one of the paramount things that are interesting in using the blockchain in such a setting. Because it allows partners that don't necessarily know and trust each other to transact in a trustworthy manner. [...]

Before you build this sort of solution you often have to organize relationships before it. So, there are still things that exist outside of technology itself. It's really just as trustless as you design it. [...] We all know the 51% attacks and if you only have two nodes or one node that's run by one party then blockchain doesn't do much right? You might as well have a server somewhere. It's cheaper because we've been using it for 30 years. It's faster probably and it's less experimental just in general. It's important to find the right fit for the technology. [...]

Should I maybe do a quick intro of Hyperledger?

[5:01] **S1:** Definitely, that would be great.

[5:28] **S2:** Yeah, just so you know how we work. Because there's often a lot of misconceptions just because we are the biggest enterprise blockchain that's used by big companies like IBM, Oracle and Fujitsu and also a lot of startups. People think that we are a big for-profit company. But in fact, our total headcount for the whole world is 9 people and we are an open-source community. We are a part of the Linux Foundation. In simple terms, we're the blockchain part of the Linux Foundation.

So how we operate is that we basically offer an open-source code. You can go on our GitHub and get all of the code you want. And that was done by companies that have contributed their code to us. So Hyperledger Fabric is one of the most used enterprise blockchains right now. [...]

It was initially contributed by IBM and then IBM built Food Trust on it. It was the TradeLens that I was mentioning before. It was built on Hyperledger Fabric. Oracle is using Hyperledger Fabric. Fujitsu is using Hyperledger Fabric.

And in fact, there has been an uptick in the last year or maybe two years regarding usage for Central Bank Digital Currencies. And when we're talking about those the Central Bank of Nigeria is using Hyper Ledger Fabric, the Central Bank of France is using it for their experimentation. As we know, it's still not live.

So that's Hyperledger Fabric. But apart from it, we actually have three more ledgers. One is Hyperledger Basu, which is an Ethereum client. It's geared more towards hybrid blockchains. And it's actually being used more and more, there has been a huge uptick. Because the market is sort of recognizing the value of these public blockchains. Or maybe for companies, I guess hybrid is the way to go right now. There has also been a lot of work done with Besu in terms of CBDCs. So, one of our members is the Central Bank of Norway. There they're using it for three years already. And in this Nordic spirit, they just published all of their work on GitHub, so anybody can go there and see exactly what they've been doing. And the Central Bank of Brazil also announced that they'll be using it for their CBDC and so on. [...]

And then we also have Hyperledger Indy, which is a distributed ledger specifically focused on digital identities and Iroha, which is a multi-purpose distributed ledger. And then apart from these, we have a bunch of different tools which we really don't have time to go into now. But I'm happy to share some resources if you'd like. Maybe I'll just highlight Cacti because it's an interoperability framework and that's one of the big topics that we have today. How will the different chains interoperate between each other, right?

We spoke about having different parties involved on the network, but often one company is building something on one blockchain and the other one is building something on a different one. And you need to have some connection, right? Some people believe that there will be just one network at the end. At Hyperledger we do think that there are going to be a lot of different ones and that they sometimes need to be connected, right? So that's a little bit of background of the technology. [...]

I'm happy to elaborate on any of these points. [...]

[10:58] **S1:** Yeah, for sure. The first topic I want to talk about is why blockchain is such a good solution for supply chains. Because I guess after finance it's the one that is named the most. [...] Could you elaborate the specific benefits of the technology that differentiate it from other solutions?

[11:17] **S2:** Yeah, of course. I agree that finance and supply chain that are on the forefront. One thing I would add is also digital identity or distributed identity, which is really sort of the cornerstone of all the things. Because if you want to trade with somebody, you need to have an identity that's trustworthy. If you want to move

goods as part of a supply chain you need something that's trustworthy, right? So, I agree with that supply chain is one of the big ones. I would just add digital identity.

Now why would blockchain be used in supply chain? [...] I'm putting on my academic hat on a little bit more than just my Hyperledger hat. What you've heard in the previous years is that it's immutable, there's a verifiable audit trail, you can't change it, it's all secure, there's no single point of failure and so on. And that's fine. But that was a lot of marketing material because, you know, people just want to get people on the blockchain. But I would like to say that it really depends on the specifics of your use case, right? So why would you want to have blockchain? Why don't you want to have some relational database that's been used for so long?

And let me let me illustrate that with the TradeLens example just because I did a lot of research on it, and it was sort of the prominent use case of blockchain in supply chain. The reason is that the global container shipping industry is very inefficient, and some research has shown that moving the paper documentation that follows a container costs the same amount of money as actually moving that container. Because that documentation is shipped by a courier and not done with the container, right? [...] There is a video of this courier stuck in a traffic jam in middle of Nairobi and the ship is waiting for him in the port. And for every hour you pay a huge amount of money, and it's extremely expensive. I think they charge around 200 or 250 dollars per container. And then if you have 200 containers waiting for a guy that's stuck in traffic, it's seriously inefficient. [...]

We had computers forever, so why is this still being planned manually? So partially it's because of legacy systems. [...] They're also using a lot of fax machines. But you could theoretically have some sort of server. When everybody just uploads the data why send a courier? The shipper can input the data, it goes to the customs, they check it, they verify it, and they send it forward, right? And that's all nice and well but the problem here comes if we're talking about big companies like Adidas, Mercedes, or Carlsberg. [...] They are using a number of different carriers just because they cover different routes, they have more favorable prices, or they own individual contracts. And having just a solution for one ocean carrier, is really useless for vast majority of the shippers, right? So, what you need is a common solution for a lot of different shippers and they are competitors. [...]

And then all of a sudden, blockchain came along and it and it presented a great solution to exchange data between these parties that don't really know each other

or don't necessarily trust each other. And that was how the whole thing started and this is one of the most interesting cases in in global shipping.

And if we are talking about the provenance, so how can you ensure that something is sourced responsibly and so on? [...] We have a couple of case studies for that. For example, there's a company as one of our members which is called Circular. Initially they created a solution for tracking rare minerals from mines to end consumers. These are often sourced in conflict areas. There could be slave labor or child labor, right? They developed a solution that would automatically upload this data. So, it's verified that all of these minerals are sourced under OECD conditions. And now they recently expanded their solution to also have it used as a battery passport. You might know that this new EU legislation is coming for the product passports? They did one solution for EV battery passports.

So, I think one of the many reasons why you would want to use blockchain. You have this security and distributed trust, where parties that do not necessarily trust each other can collaborate. And you have the prevention of a single point of failure, right?

Now, if you don't mind, I would like to have a little bit more of an academic discussion and just say what the drawbacks are. I think now it's much clearer that it's not the silver bullet for everything. If there's no lack of trust between different parties that have to collaborate with each other, the use of blockchain itself is a little bit questionable, right?

And another thing is the oracle or the gateway problem. And that's basically when we are talking about the assets that are recorded on the blockchain and their difference to the actual real-world asset. [...] When we're talking about Bitcoin or any other cryptocurrency, they don't exist, right? You don't have a golden Bitcoin in your hand. But when you're talking about a container, you still have this oracle problem because these assets do not exist on a blockchain, right? You can say that it's in the middle of Amsterdam, but it's really in Burkina Faso and then you do need to have a way to verify that. I'm not saying it's an insurmountable obstacle, but it still needs to be verified, right? So, it should be clear because we always say it's trustless technology. But it's not trustless just because it's technology, but only when it's designed properly.

[...]

I just wanted to say regarding sustainability that you're absolutely right in saying that it has a lot of potential for that. And you know, honestly at the beginning there were a lot of concerns about the opposite, that the blockchain will contribute to pollution and global warming just because of this very intensive proof of work algorithm. Which is being addressed by the different consensus mechanisms, like proof of stake and so on.

But now there have been a lot of different initiatives on how to use blockchain for the sustainable practices. One is for sure the provenance and making sure there's a social impact. That people get properly compensated for their work, right? So that's what the UN has been doing a lot and a lot of our members as well. To have this proof that that certain materials that we in the west consume are being ethically sourced and the people are properly compensated.

And on the other hand, there has also been a large amount of work being done in terms of carbon emissions. [...] Trading carbon credit is a pretty big area where blockchain is being used because the carbon credit is, in a sense, an NFT, right? An NFT that you can basically change and prove that this is the amount of the greenhouse gas emissions that you released and how you offset them. So that's a lot of stuff that has been going on in this space. [...]

And in fact, if you don't mind, I can just add to what we spoke about with TradeLens before. [...] One of the things there is obviously that you use less paper and a lot of other communications and so on. But even more significant for the carbon emissions would be that if you have a common information infrastructure, you're able to optimize your shipments, right? So, the first one is what I told you before when the guy is standing in traffic and the ship is waiting in the port. Now the ship is not waiting in the port anymore. Shipment containers and these big ships are contributing significantly to the carbon emissions. They sail the world half empty just because you have this optimization problem, right? If you have great data on it, potentially with the help of AI, you could optimize these shipments. And you can significantly reduce pollution there.

[26:58] **S1:** Yeah. Cool. That's a very detailed answer you gave there. Thanks a lot. You mentioned all those very exciting projects, at big companies, but also startups. I believe the big hype from a couple of years ago still died down a bit and there has been a lot of development behind closed doors. So, what would you say

is the state of the industry? What's the state of blockchain in general and do we still have a lot of potential to grow in the future?

[28:02] **S2:** It's a good question. I think there is a couple of thoughts that I would like to say about it. In 2017 or 2018 the hype was unfortunately because of the crypto craze, right? It was really about trying to get rich quick and that's always what attracts people. But as you say, there were a lot of companies and organizations that were slowly and steadily building something that they believe was the real value. [...] And of course, you know, bubbles are there, bubbles burst and then all of a sudden, a lot of money was pulled out. The whole craze and the whole hype around it were not necessarily bad. Because a lot of investors put money inside that allowed companies that were serious about it [...] to build some sort of infrastructures for some useful things. And most of the ones that were actually creating some sort of value are still here, right? They helped and developed this space.

In short, I still believe there is a lot of potential in blockchain. You know, I think for the payments themselves absolutely. [...] For the ones that are actually building stuff on it, I think it's progressing quite nicely. So, one of the big things that I alluded to earlier was the Central Bank Digital Currencies, right? There are no live ones yet and they're not as used as they should be. But the central banks are looking into it, right? They're still developing it and see if it can benefit them. [...] So that's one of the use cases.

And a digital identity is a different one. Just earlier today we had a webinar with INATBA, the International Association for Trusted Blockchain Applications and one of the guests was the CTO from the United Nations Joint Pension Fund. And he was saying how they developed a blockchain for their digital identity, basically for identifying former employees that are around the world to receive their pensions. [...]

So that is one area where blockchain is still being used a lot. One more thing to mention here, it's that it's not only about blockchain, but also very much about the integrating with other technologies. So how they verify the person also through retina scans or fingerprints. So, in biometrics, along with the blockchain, you can basically see that this is the correct person.

So anyway, what I'm trying to say is that I think there is a future for people building something serious, but for speculation it's always going to go up and down, right? [...]

And finally, the one thing that's been talked about a lot in the last week was also decentralized AI. So again, now it's all about AI, right? The thing is that training AI models is quite expensive, and the problem is that the companies that are already rich, like Google and Microsoft have the most data and the money to train the models. The CEO of Stability AI, which is one of the most prominent AI companies, said that we won't solve centralized AI with more centralized AI. And he started to look into decentralized AI which would use blockchain. [...] So maybe we're getting some traction in blockchain there.

[35:21] **S1:** Yeah, it's interesting how technologies merge. [...] But we'll see how that goes. [...] Can you name some more of the biggest challenges that come up in projects that are using Hyperledger?

[36:40] **S2:** Yeah, I can tell you generally about what the challenges are. [...] One thing that at least early blockchain projects had was the value proposition and the business model. I guess that's less of a problem now, but it's still something that needs to be considered. You need the viable business model. So, you actually need to have a good proposition because a lot of these projects were just started because they got a lot of money, but they didn't have a real value for stakeholders.

Another thing that's often discussed is the governance issue. [...] Because as I mentioned, the most valuable solutions for the use of blockchain are the ones that need to connect different parties that do not necessarily have aligned interests. So, you do need to have some considerations before you start using the blockchain, right? You need to have the contracts and the agreement in place of how I am sharing data with you or how much data am I sharing with you. And finally, who will monetize this data because that is also an issue. [...]

I would say building this network is the biggest challenge that you typically run into. So how can you solve that? It's by having better governance solutions, right? [...] So, these governance issues and basically how to build a network is almost always what people run into. [...]

Finally, I want to mention the interoperability concerns. Because if you're building this network and you're trying to get a lot of parties on board, especially with new technologies like this, you have to convince them that they're not about to have another sunk investment. [...] So, it's also the technical considerations that should be taken into account there.

Then of course, there's other things like lack of talent as you always need to have good talent.

Regulatory hurdles as well, right? If we return to supply chain the customs are always the big bottleneck of global supply chains. [...] And as you know, governments are often slow. [...] So even though you have a valid solution and a proof of something on the blockchain, if the government does not accept it and wants to have paper documentation there's a big problem. That's why I would say that regulation is another important part to be considered. [...]

[43:32] **S1:** The original idea of blockchain was really decentralization, right? And it seems like as soon as you go into the enterprise space, you have to become centralized. Isn't that counterintuitive?

[44:03] **S2:** Yeah, I understand what you mean. I think it's a very valid point. And honestly, a lot of people, especially Bitcoin hardliners or Bitcoin maximalist would say that permissioned blockchains are not blockchains at all. [...] The whole point of decentralization was to have this censorship resistance. [...] There's a very cool paper from the Cambridge Centre from Distributed Finance. They're discussing this level of centralization or decentralization on a continuum. So, Bitcoin would be absolutely decentralized, whereas you have some very centralized solutions, right? And then there are a lot of solutions that exist in between. It's not a dichotomy. It's not either or. [...]

And I think that's how the whole thing started, to have some sort of accountability. Which means that basically you can't take advantage of some properties of blockchain. It's still distributed between different members of an organisation, so there's no single point of failure. If you have one node hacked the other node persists, right? It's still safe but it's not as decentralized anymore as you rightfully pointed out. And it's also sort of a mindset thing, because if you're talking about a consortium of companies and they're competitors you need to have some sort of safeguards in place. For them to feel more comfortable about it. [...]

Now today you actually have a lot of work already being done on public chains. I mentioned Hyper Ledger Basu, which is really an Ethereum client. You do have this security that's being assured by the public chain, but still allow some level of privacy. Ernst and Young has been going into the virtual private blockchain which is like a VPN and therefore a private channel on a public network. That's some shift

that is occurring now, but back in the day it was difficult to say that you're just going to have a public blockchain just because of the competitive nature of business.

And if we talk about Bitcoin, which is absolutely decentralized it's really for the people and a libertarian technology. [...] I don't need the bank. I don't need anybody in the middle to take a cut of our money. But if we're talking about the companies they're dealing with unknown entities. This takes us a little bit back to regulation. How do you know you're not funding terrorists there, right?

It takes us also to trustworthiness. It's trustless technology in so far as I can send you money but is it really fully trustless? If you send me some goods and I say I didn't get them, and you don't know whether I'm lying or not. That's why I think the fully permissionless public blockchains are at this point a bit tricky to use for organizations. Especially for full profit ones but also for nonprofit.

[48:50] **S1:** Yeah, and they also come with things like gas fees and low speed, right? [...]

[48:55] **S2:** Exactly, yes.

[49:13] **S1:** Just one more thing. Are you aware of more centralized solutions like Cathena X? [...] What's your stance regarding those kinds of solutions?

[49:57] **S2:** [...] Whenever you're talking about some sort of industry solution, to have interoperability or to have any sort of solution like that, you need to have standardization. You need to agree on standards and in that sense, it doesn't matter if it's a blockchain enabled solution or not. But you know anytime you want to have a solution for the whole industry, this industry needs to agree on certain topics first and then you can trade. [...]

And because you said it's a consortium of these big companies, you know, that's totally fine. There were probably some agreements in the background about who shares what data and who shares them how, right? Now if you need to use a blockchain for that, I don't know because I don't know the project well enough. [...] But I would go back to what I said earlier. If some sort of distributed trust is needed as enabled by the technology, then yes, it would be great to have it. If you can cover it in a regular contract and make sure that you can believe the other parties, it's absolutely fine.

I think the main problem would be if this would be run by BMW alone. And then you would say to Mercedes and to Toyota: “Yeah, give me your data.” Now if it's a consortium, I think the model is very similar but in the technological area is a little bit different.

So, Christoph, it's been a pleasure. I have to run for another meeting, but if you'd like to talk some more, I'm happy to jump on a call another day as well. [...]

[53:00] **S1:** Thanks for the offer. I'll transcribe it first and then I will let you know if I have any more questions. [...] Well, thank you so much for this, I really enjoyed our conversation.

[54:25] **S2:** Thanks a lot, Christoph, and good luck with your project.

[54:32] **S1:** Thanks. Have a good day. Bye.

[54:33] **S2:** Thank you. Bye.

Anhang D11: Beratungsbranche: Senior Manager für Web 3.0 und Digital Ownership

Expert Interview Transcript

with Senior Manager for Web 3.0 and Digital Ownership, Technology Consulting Firm (anonymized)

[0:04] **S1:** Hi Beth. Maybe you can start by introducing yourself. That would be great.

[0:13] **S2:** Sure. I'm Beth. [...] I've been with the company for 9 years now and moved through different technological areas and ended up inside [a technology accelerator program]. Within [my company], this program focusses on rapid application development. Eight to ten weeks of custom application development using emerging technologies. Within [my company], they're the part where things start to move out of the labs and go to our clients and actually start building out. One of those new technologies at the time was blockchain. I got the opportunity to work on some financial projects as well as two Hyperledger projects which [my company] is a core maintainer for - Bevel and Cacti. And so, from there I started working with the blockchain. [...]

[2:10] **S1:** That's pretty cool. That also answered my second question regarding your experiences in blockchain. [...] Could you maybe start explaining what the potential of blockchain technology is regarding supply chain processes? Are there specific benefits that you see?

[2:47] **S2:** Yeah, I think there's still a lot of potential there.

What we found out at [my company] is that it's not the simplest technology to implement because you are dealing with, you know, distributed data. You're distributing the data among multiple parties and that adds complexity in terms of how much tech you need to set up. Though there are accelerators like Bevel that simplify things for you and make it easier on the tech side. But you're dealing with complexity because of the groups who have to work together for the governance of whatever the consortium or organization is that's working with the technology.

So, it's not the simplest approach, but where you get the benefit is that you are providing a platform where parties who don't fully trust each other are able to share

data and ensure the trust in that data. Because everybody has a copy of it, they understand how it arrived and they are able to in some cases simplify the process of sharing it among the parties by abstracting it into the technology and removing some of the people who may have been middle players in the system.

So, I think there's a lot of benefits to it. There's some complexity to it. And one of the things we do with our clients is talk them through the pros and cons. Does it make sense? Are you in a situation where you have to share data among multiple parties who don't fully trust each other? If so, then yes, this is a time where you can look at blockchain and figure out if it really works for your use case.

And so, when it comes to supply chains, this is absolutely one of the key areas where we see multiple parties who have to work together. And now with a lot of the regulation that's coming out about, you know, ensuring that there's no forced labor in the supply chain, ensuring that materials are sustainably gathered and used throughout the entire supply chain, there's a lot of data that needs to be shared among multiple parties. To verify and to validate that all those conditions are being met. Both from the regulatory perspective and also the corporate governance, corporate citizenship or ESG goals that companies are setting for themselves. So yeah, I think there's a lot of potential there.

[5:16] **S1:** Okay, great. That sounds very cool. During my research I also came across projects where there are data ecosystems that do similar things, but they're not using blockchain. What are the specific benefits of blockchain solutions that other systems can't do? [...]

[5:48] **S2:** It's really the data distribution. That everybody's able to have their own copy of it and the way that you're able to apply rules to it through Smart Contracts. The way that you're able to codify the rules around the data recording and distribution. And so there are a lot of cases where that is the differentiator, that blockchain is able to provide. And therefore, enabling the trust in the system.

[6:19] **S1:** Okay, perfect. So, the second question would be about the state of the blockchain industry. In the literature views on that differ widely. What's the time frame of blockchain adoption from your personal view? Will it ever see widespread adoption?

[7:12] **S2:** Well, it depends on what you mean by full adaptation. I do think that it is still continuing to grow. It definitely had some ebbs and flows in popularity. The

blockchain practice at [my company] has been around for a while now and so we've seen it go up and go down. And I don't think that it will in the end replace the full Internet, which I think some people had envisioned.

You know, moving from the current standard Internet protocols to something that's more of the distributed data that could happen with the blockchain. I think it will operate as a technology that's available, but I don't think it will become the main way that we distribute information. Like I was saying earlier, there is complexity that comes along with working with it and in some cases, there are simpler methodologies where it wouldn't make sense to use it. Even if you're sharing data among multiple parties. If you have somebody at the core of the system who you do fully trust, then it's a lot simpler just to set up a database within one organization than it would be to set up distributed nodes to distribute the data.

So, I don't see blockchain ever replacing databases fully or replacing the existing Internet. But I think that it will continue to operate as an available tool that makes a lot of sense in a lot of cases.

In terms of the full market adaptation of that particular tool, I think there's still a lot of potential for growth. The three main areas where we're seeing it right now in projects that I'm working on with my company is supply chain of course, which we talked a bit about.

Identity. We have a lot of teams who are working on decentralized identity projects and with a lot of the regulations that are coming up around eID especially within the EU. There's a lot of groups who are working on those with the different consortiums that are actually working on implementing it. To test out some of the theories, to prove what the best approach to it is in order to get all that in place for when the regulations go into effect. That all the businesses and companies will have to interact with that. So, for identity, they're still in the testing and creating the guidelines phase and it will grow, I think. [...] As they actually start working through the implementation process, I think there'll be a lot of upticks in the identity area over the next few years.

And the other area that we're seeing a lot of work in is finance. Right now, there's a lot going on with the digital euro. So, the wholesale central bank digital currency as well as some work on the retail side. And so, we've been working with a lot of groups, different clients and different implementations around that. There are similar projects with the Digital Pound Foundation and the Digital Dollar Project. For

example, the Bundesbank is doing their trigger program. Meaning that they've been onboarding banks, and now they're getting ready to look at onboarding more FinTech's and other commercial partners into it. This is all in its growth stage.

There's a lot of companies that have implemented in actual production areas as well. One public project that [my company] worked on is the Sustainable Aviation Fuel IATA project with Shell. And so that's fully in production now and is an ongoing thing. There's another one the Tracr project with De Beers that's in production for their systems and they're looking at onboarding other partners. So, it's not that everything is coming in the future, but I think there's still a lot of growth to come in those areas. We talked about the Universal Wallet managing your identity, money and objects. And so, identity and money are fairly straightforward, and then objects we've seen the most with the supply chain. So yeah, active projects in all of those areas and a lot of growth still to come.

[12:14] **S1:** It's very interesting because there was this very big hype in 2017 and then the more I speak with people now, people like you, I see how much development has been going on behind the curtain. And that's not really public news all the time. But there's a lot going on.

I want to move into the areas of sustainability and circularity because I know that a lot of projects inside my own company are in that realm. [...] How do you personally see the potential of blockchain in area of sustainability and circularity? Do you think this is a big thing for blockchain technology?

[13:28] **S2:** Yeah, absolutely. A lot of the interest from our clients in this space is driven by some of the regulations that are coming into effect regarding the tracing of the carbon footprint of products. [...] We're seeing that people want to collect data and be able to trace it through the system. The other area where we've seen a good amount of interest is the market for trading certificates of some sort. And figuring out what data needs to be collected in order to make the certificates valid. We have a practice within our company, that's focused on the carbon credit market. So, it's been really interesting working with them and getting to learn more about how they approach it in the different organizations they're working with. Yeah. So definitely a lot of interest from our clients for a number of reasons at sustainability and using blockchain to track the data. [...]

A company that we've been talking to a lot for various projects recently is Expansive. They're pretty interesting. They are blockchain based, using digital assets and

enabling sustainable certificates from a number of different markets. So, they have a carbon solution as in carbon certificates. But they also have water renewable energy and fuels as well. And they spun off an arm of their company. I think it was last summer called Future that works with companies to help them collect the data that they would need to be able to create a certificate. So yeah, just a really interesting approach to having the registries where you'd actually trade the certificates versus the way that you collect the data to back up the certificate. Because, you know, having copies of the data and distributed among multiple parties is one thing. But how do you actually get the data that you're going to put into the registries is another very big part of the issue.

[17:12] **S1:** Thanks for sharing that project, I'll look into it. One of the questions I had is if there are any new like business models which are created with Blockchain.

[17:35] **S2:** Well, another one would be Circularise. [...] They're looking at a lot at the EU product passport and what needs to be done to support that.

They have a blockchain component but it's not the toll of it. Because one of the big questions when it comes to these systems is you want the data to be public. Transparency is a large part of what you're doing here. But how do you also preserve sensitive corporate data? And something that we've seen in a few different cases, and Circularise is a version of this, is storing the data off chain but then hashing it and storing the hash on chain. And so, when you provide the full certificate off chain to somebody, they're able to run the same thing against it, check if the hash that they get corresponds to what's on chain. Yes, there are some interesting questions around mixing transparency with privacy. As always with blockchain. I mean that's like a lot of what's going on there.

[18:57] **S1:** That definitely looks interesting. [...] What do you think about solutions like Cathena X, meaning solutions that are pretty much doing the exact same thing as some Blockchain applications without using blockchain. They're not decentralized anymore, right?

[19:49] **S2:** Well within [my company] we talk a lot about private permissioned networks or less governed networks as we call them. So, there is a certain level of governance. But for a lot of our enterprise clients the question is if they comfortable with a system where there's nobody who they can go to if they have a problem. If you have an issue, with some of the fully public things there are people who can

help you with portions of it, especially around the technology. But if there's an error or you revealed something that you shouldn't have. Are you able to deal with that?

Last year we actually put together a blockchain enablement framework for our clients. And they can work through it as they consider working with one of the public networks. What are the risk areas that you need to consider and determine how you want to address it. Or are you comfortable with the risk that is introduced by working with one of the public networks? So that's been an interesting exercise that we've been able to do several times now. We have a full spreadsheet that we go through and collect the data in the different areas and determine the level of risk. Do you want to lower your risk in certain areas, or do you officially accept that and sign it off? So, it's a very interesting set of discussions to have with people and organizations.

[21:43] **S1:** Cool, thanks for the insight. The last block for me would really be the challenges connected with the implementation of blockchain technology. [...] One of the big ones seems to be data quality. Is there a way that you typically try to make sure that data quality is high?

[22:25] **S2:** It's a general challenge in IT. We see it with blockchain systems, we see it in machine learning AI systems, you see it in traditional BI dashboards. You know, *junk in, junk out*. If you put that data into the system, you're going to get bad results, and so it's applying a lot of the same data quality approaches that we use across the board. With the size of [my company], of course, we have a group that's focused on data quality. And we're able to bring them in when we're working with clients and setting up these projects to make sure that we have as much high-quality data as possible.

One is the actual quality of the data itself. Like is it clean data that you can feed into the system? And then the other is the source of the data valid? And how can you enhance that? And so, with supply chain as much as possible, try to introduce IoT, sensors and things that are not relying on a human to record the data. As much as possible try to automate that process. Also, to automate the data ingestion as much as possible so that you're able to feed directly into an API instead of having to do a batch process. Much less like a handwritten record that needs to be manually data entered into the system. So just trying to automate as much as possible to remove the possibility of introducing human errors into the data. And also,

to give you the consistency over time, if you're collecting that sort of real-world physical data.

[24:23] **S1:** I see. How do you manage the integration into existing systems? [...]

[24:41] **S2:** So that's kind of, you know, a large part of [my company's] core work. System integration. Not just blockchain but across the board. If you get a new SAP system in a company, how do you get all the data flowing into it? Any HR, any sales system, all of those sorts of things. I was talking to a client recently who needed a materials supply chain tracking system put into place for a number of reasons. And so, we're talking to them about blockchain options for that. And they're like: "We have two different SAP systems set up. Are you able to do this?" Yes, we've got people for that. We'll find the right connections.

And it's also been interesting. We work with a lot of startups, you know, companies in this space who have new and innovative approaches and we have some different programs that help identify ones that are good matches for us and for our clients. And then we're able to help bring them to our clients and introduce them and help with those integrations. Because we do have the teams that can do that. So that really is one of the largest things as I've been working with more and more of these blockchain partner companies. We need to integrate with some of these corporate systems. How do we do that?

[26:25] **S1:** Alright, I see. So, you have those two big problems: data quality and system integration. Are there any other big challenges in blockchain projects that come up all the time? Can you think of any?

[26:40] **S2:** Yeah. Well, the other big area is just the network integration. Because you have to integrate these enterprise systems that have potentially massive firewalls set up. And so just figuring out what you have to do, to let all the different systems speak to each other. It's complicated enough getting the different systems within an enterprise talking to each other. So, when you're setting up a blockchain, you're essentially doing systems integration across enterprise, across companies. Yeah, that and then the human element of it, the governance component. Getting all the different players in the system to work well together. And we have some methodologies and frameworks that we've, you know, kind of been able to refine over time as we're bringing the different people together. A large part of it is iden-

tifying the specific roles that the different organizations will play and who's responsible for what. [...] So, we're just making sure that's all very clear, well defined and that everybody's aware of it and has agreed to it. Working through the human element of the technology.

[28:14] **S1:** Yeah, that's one argument I also hear a lot. The human element and that you have to convince people that this is a good technology. And it seems like you have to push it on them sometimes.

[28:30] **S2:** Yeah, within [my company] it's under our innovation umbrella. The technology has now been around for a while and has been pretty battle tested, but it's still something that people either aren't familiar with, or they have a negative impression because of some of the public permissioned or less governed networks and the various scandals associated with those.

[28:57] **S1:** Yeah, that's a big, big problem, right?

[29:04] **S2:** Yeah.

[29:05] **S1:** Well, I mean that's it really for my questions. You touched on a lot of things, and I have all the information I need. Thanks for your time.

Anhang D12: Beratungsbranche: Stefan Wiemers

Einverständniserklärung

Kategorie	Information
Thema der Masterthesis	Anwendung von Blockchain-Technologie für Supply Chain Management und Nachhaltigkeit
Interviewte Person	Herr Stefan Wiemers
Interviewer	Christoph Schramm
Datum	25.04.2024
Weitere Informationen	Das Interview wird mit Hilfe von Microsoft Teams durchgeführt.

Ich erkläre mich dazu bereit, im Rahmen der benannten Masterthesis als Experte an einer Befragung teilzunehmen.

Ich bin damit einverstanden, dass das Interview mit Hilfe von Microsoft Teams aufgezeichnet und durch Christoph Schramm transkribiert wird. Die Aufzeichnung wird temporär gespeichert und zum Projektende am 01.09.2024 gelöscht. Das Transkript des Interviews wird nicht anonymisiert, d.h. mit Angabe meines Namens und meines Werdegangs gespeichert und verwendet.

Ich bin damit einverstanden, dass einzelne Sätze aus dem Transkript mit meiner Person in Verbindung gebracht werden und als Material für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden können. Des Weiteren stimme ich zu, dass dieses Transkript im Anhang der Masterthesis von Christoph Schramm erscheinen und für Gutachter seiner Arbeit, sowie Mitarbeitende der Steinbeis-Next Hochschule einsehbar ist.

Meine Teilnahme an der Erhebung und meine Zustimmung zur Verwendung der Daten sind freiwillig. Ein Widerruf der Zustimmung ist jederzeit möglich. Durch Verweigerung oder Widerruf entstehen mir keine Nachteile. Ich habe das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung und Löschung, Einschränkung der Verarbeitung, Widerspruch gegen die weitere Verarbeitung sowie auf Datenübertragbarkeit meiner personenbezogenen Daten.

Unter diesen Bedingungen erkläre ich mich bereit, das Interview zu geben, und bin damit einverstanden, dass es aufgezeichnet, verschriftlicht, ausgewertet und verwendet wird.



25.04.2024

Stefan Wiemers



25.04.2024

Christoph Schramm

Transkript Experteninterview

mit Herrn Stefan Wiemers, Experte für Digitalen Einkauf & Risiko Management

[1:12] **S1:** Hallo Herr Wiemers. Könnten Sie bitte mit einer kurzen Vorstellung ihrer Person beginnen?

[1:09] **S2:** Mein Name ist Stefan Wiemers. Ich bin seit 2010 im digitalen Einkauf und Supply Chain unterwegs. [...] Und durch meine Affinität zum Digitalen habe ich mich auch mit dem Blockchain Thema relativ frühzeitig beschäftigt und das Ganze verfolgt. Dann habe ich 2020 in der Schweiz auch den Blockchain-Manager Kurs absolviert. Zwei Startups aus der Schweiz habe ich auch unterstützt, was das Thema Blockchain betrifft. [...]

[3:20] **S1:** [...] Sie haben erwähnt, dass Sie zwei Blockchain Startups unterstützt haben. Was waren das für Unternehmen?

[4:04] **S2:** Bei dem einen haben wir eine Blockchain agnostische Lösung aufgebaut, die verschiedenste Use Cases hatte. Sowohl Finanzdienstleistungen, Real Estate aber auch Automotive oder Industrielösungen. Das heißt wir hatten eine eigens entwickelte Blockchain aufgebaut und uns nicht auf Ethereum oder Bitcoin fokussiert. Da ging es quasi, um die Transparenz und die Dokumentationsthemen abzudecken. Und in zweiter Instanz das Thema *Barter*, also Tauschgeschäfte. Dass ich beispielsweise ein Investment tätigen kann und dann sehe, wie es sich entwickelt. [...]

[5:13] **S1:** Spannend. Ich würde einfach mal einsteigen mit der Frage wie es um das Potenzial von Blockchain Technologie aussieht, und zwar konkret, um Supply Chain Prozesse zu optimieren. Wo sehen Sie die konkreten Vorteile der Technologie?

[5:25] **S2:** Also ich denke, wir können da schonmal mit einem wichtigen Faktor beginnen, nämlich Transparenz und Rückverfolgbarkeit. Der ist aus meiner Sicht sehr stark ausgeprägt. Woher kommen meine Materialien überhaupt? Es kann auch dann die Lieferwege transparent nachverfolgen oder auch gegebenenfalls die Existenz einer Unternehmung innerhalb einer Lieferkette von unabhängigen Dritten bestätigen lassen. Also, dass ich in dieses dezentralisierte Hauptbuch schauen kann. Wie sind so die Warenbewegungen, wie werden sie aufgezeichnet? Ich denke, das ist ein Punkt – Transparenz und Rückverfolgbarkeit.

Dann haben wir natürlich die Themen von Sicherheit, Trust und Reliability. Dass ich mich auf die Daten natürlich auch entsprechend verlassen kann. Und einen Punkt, den ich da auch immer ganz gerne sehe, gerade für Supply Chains und Lieferantenbewertungen ist das Thema Smart Contracts. Also wie können auch automatisierte Verhandlungsprozesse ablaufen innerhalb einer Supply Chain? Und hab natürlich dahingehend, um das zusammenzufassen, auf der einen Seite über diese Vertrauenswürdigkeit und, dass ich mich auf die Daten entsprechend verlassen kann, natürlich auch ein besseres Krisenmanagement. Ich kann schneller reagieren, Waren umleiten. [...]

Die Frage ist natürlich, wie setze ich das Ganze digital um. Habe ich eine zentralisierte Datenbank, die ich einfach nur hashe und dann den Hash in den Block schreibe? Oder welche Informationen nehme ich mit rein? Das spielt dann auch beim Thema Skalierbarkeit mit rein. Also wie kann ich diese riesigen Mengen an Datenpunkten dann entsprechend verarbeiten? Weil natürlich die Nutzung und Speicherung natürlich immer noch teurer ist als bei einer zentralisierten Datenbank.

[7:49] **S1:** Das Thema der Datensicherheit spielt da sicher auch eine große Rolle, oder? Gerade bei unternehmensrelevanten Daten? [...]

[8:18] **S2:** Exakt. Da gab es auch in der Vergangenheit diverse Modelle. Wir haben wirklich nur das in der Blockchain gespeichert, was wirklich relevant und wichtig war. Und diverse Attribute, die eine konkrete Location betreffen wurden halt in der zentralisierten Datenbank gespeichert. Und diese Attribute wurden dann nur gehasht in die Blockchain übertragen.

[8:43] **S1:** Ja, sehr gut. Wie ist denn ihrer Meinung nach der aktuelle Stand der Blockchain-Entwicklung? [...]

[9:50] **S2:** Das ist superschwer einzuschätzen. Also auf der einen Seite haben wir den Punkt, dass die Technologie aus Sicht der Fachbereiche sehr stark helfen kann, um Transparenz und Vertrauen aufzubauen. Aus Sicht des End Anwenders ist die Technologie erstmal egal. Hauptsache es funktioniert, ob es eine zentrale Datenbank ist oder Blockchain-Technologie. Und ich glaube einfach, dass der Fokus in den IT-Abteilungen der Industrieunternehmen sehr stark auf den Bestandstools liegt, weniger darauf ein Thema wie Blockchain auszuprobieren. Weil es einfach noch ein höheres Investment fordert. Häufig ist auch ein mangelndes

Verständnis für neue Technologien bzw. kein Wille oder Mut zur Veränderbarkeit der bestehenden Architektur da.

Ich glaube ein weiterer kritischer Punkt ist einfach, dass Blockchain sehr stark mit dem Thema Bitcoin in Verbindung gebracht wird. Sobald der Bitcoin negativ in den Schlagzeilen ist, dann setze ich auch nicht auf die Technologie. Wenn wir also erfolgreiche Anwendungsfälle nicht mehr publik machen, befürchte ich, dass die Technologie weiterhin im Hintergrund agieren wird. Das heißt sie wird entwickelt, es gibt diverse Weiterentwicklungen, aber sie werden nicht den Durchdringungsgrad sehen, den man sich vielleicht 2017 erhofft hat. [...]

Wir haben dazu auch mal einen Artikel geschrieben, in dem wir für den Einkauf oder die Supply Chain einen Anwendungsfall definieren wollten. Ein mögliches Thema war eine Werkzeugdatenbank aufzubauen. Häufig gibt es in Insolvenzfällen die Frage, wem das Werkzeug eigentlich gehört. [...] Das heißt, das Werkzeug, bekommt einen Tag, damit es auch wirklich eindeutig nachvollzogen werden kann. Und auch da ist der Punkt, dass wenn ich diese Veränderungsbereitschaft nicht mitbringe, dann ist eine Umsetzung in zentralen Datenbanken deutlich einfacher und kostengünstiger für Unternehmen.

[13:15] **S1:** Sie haben Cathena X erwähnt. [...] Das ist aber keine Blockchain-Lösung, richtig?

[13:28] **S2:** Exakt. Was ich aber mit Cathena X meinte, ist dass da eine komplette Branche, versucht, ein einheitliches Netzwerk aufzubauen. Und wenn ich das dann natürlich auch mit so einer Blockchain-Technologie machen würde, dann habe ich natürlich diesen Trigger, den ich brauche. Das könnte ich dann vermarkten und darüber mehr und mehr Player anziehen. [...]

[15:03] **S1:** Okay verstehe. Ich würde jetzt ganz gern in den Bereich der Nachhaltigkeit gehen. [...] Wie sehen Sie das Potenzial von Blockchain in diesem Zusammenhang?

[15:48] **S2:** Der erste Punkt, der konträr zu dem Nachhaltigkeitsthema steht, ist natürlich die Wahl der Blockchain Technologie. Also eine Bitcoin-Blockchain würde ich nie mit Nachhaltigkeit in Verbindung bringen, weil sie einfach zu hohe Energiekosten mit sich bringt.

Nichtsdestotrotz habe ich natürlich, wenn ich in Richtung Zirkularität gehe, die Punkt von Vertrauen und Transparenz. Stimmen die Nachhaltigkeitsaussagen, die

jemand trifft, wirklich? Ist mein Produkt wirklich CO2-neutral? Wenn dieser Nachweis auf der Blockchain abliegt, kann ich dem auch vertrauen. Und somit habe ich da eine Funktion für Verbraucher und Behörden, die das jederzeit nachweisen können. Nicht nur wie ein Produkt gefertigt ist, sondern auch welche Inhaltsstoffe drin sind. [...] Im Zusammenhang mit dem digitalen Produktpass ist das ein riesiges Thema.

Neben der Nachhaltigkeit ist das Thema SSID (Self-sovereign Identity) interessant. Dass ich also meine eigene Persönlichkeit in die Blockchain bringe und dort Zertifikate und Zeugnisse ablege. [...]

[18:15] **S1:** Was mich jetzt auf jeden Fall noch interessiert sind die Herausforderungen bei der Implementierung von Blockchain-Lösungen. Gibt es ihrer Meinung nach konkrete Herausforderungen, welche die Weiterentwicklung und flächendeckende Verbreitung hindern?

[18:40] **S2:** Das Thema der internen IT-Strategie. Wenn Unternehmen beispielsweise eine SAP First Strategie haben, also dass alle Technologien, die ich einführe, mit SAP kompatibel sein müssen. Dann ist man natürlich extrem limitiert, was das Potential von disruptiven Technologien oder innovativen Themen betrifft.

Damit stark zusammenhängend ist das Thema Ressourcen und Kapazität. Die wenigsten Unternehmen, haben heute schon Blockchain-Spezialisten in ihren eigenen Reihen, um so ein Thema überhaupt ganzheitlich anzugehen. Ich denke, das sind die größten Herausforderungen.

Eine Herausforderung bei jeder Implementierung, zumindest bei uns in Deutschland und auch in Frankreich, ist sicherlich der Betriebsrat. Wie stark kann ich mit der Blockchain-Technologie beim Betriebsrat punkten? Im Vergleich zu einer sicheren, vertrauensvollen SAAS-Lösung. [...]

[20:59] **S1:** Vielen Dank. Was aus meinen vorherigen Gesprächen hervorging, ist das Problem der Datenqualität und Datenverfügbarkeit im Sinne von *Garbage In, Garbage Out*. Also warum soll ich denn überhaupt glauben und vertrauen, dass die Daten in der Blockchain stimmen und vertrauenswürdig sind? Gibt es aus ihrer Erfahrung Ansätze zur Lösung dieses Problems?

[21:34] **S2:** Die Ansätze zu Lösungen, die wir uns überlegt haben, kann ich nur mit Hilfe einer Drittpartei abwickeln. [...] Gerade zur Erhöhung der Datenqualität in

Supply Chains brauche ich halt immer eine dritte Partei, welche die Daten zusätzlich bestätigt. [...]

[22:55] **S1:** Im Supply Chain Management gibt es ja auch zunehmende die Überlegungen, dass man mehr und mehr mit IOT-Devices arbeitet, welche die Daten direkt einspeisen.

[23:10] **S2:** Hier kommt es wieder extrem auf den Use Case an und auf die Frage, was ich an Daten aufnehmen möchte. [...] Aber für bestimmte Anwendungsfälle macht das durchaus Sinn. [...]

[24:19] **S1:** Mit meinen Fragen bin ich durch. Haben sie noch Anmerkungen oder Gedanken?

[24:35] **S2:** Um das nochmal zusammenzufassen: Das Thema Smart Contracts kann in der kompletten Supply Chain helfen. [...] Ich denke auch, dass eine generelle Offenheit gegenüber neuen Technologien in Unternehmen eine große Rolle spielt. [...]

[29:54] **S1:** Ich bedanke mich für das ausführliche Interview und ich würde jetzt die Aufnahme beenden.

[30:05] **S2:** Vielen Dank auch Herr Schramm.

Anhang D13: Beratungsbranche: Kaj Burchardi

Einverständniserklärung

Kategorie	Information
Thema der Masterthesis	Anwendung von Blockchain-Technologie für Supply Chain Management und Nachhaltigkeit
Interviewte Person	Herr Kaj Burchardi
Interviewer	Christoph Schramm
Datum	02.05.2024
Weitere Informationen	Das Interview wird mit Hilfe von Microsoft Teams durchgeführt.

Ich erkläre mich dazu bereit, im Rahmen der benannten Masterthesis als Experte an einer Befragung teilzunehmen.

Ich bin damit einverstanden, dass das Interview mit Hilfe von Microsoft Teams aufgezeichnet und durch Christoph Schramm transkribiert wird. Die Aufzeichnung wird temporär gespeichert und zum Projektende am 01.09.2024 gelöscht. Das Transkript des Interviews wird nicht anonymisiert, d.h. mit Angabe meines Namens und meines Werdegangs gespeichert und verwendet.

Ich bin damit einverstanden, dass einzelne Sätze aus dem Transkript mit meiner Person in Verbindung gebracht werden und als Material für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden können. Des Weiteren stimme ich zu, dass dieses Transkript im Anhang der Masterthesis von Christoph Schramm erscheinen und für Gutachter seiner Arbeit, sowie Mitarbeitende der Steinbeis-Next Hochschule einsehbar ist.

Meine Teilnahme an der Erhebung und meine Zustimmung zur Verwendung der Daten sind freiwillig. Ein Widerruf der Zustimmung ist jederzeit möglich. Durch Verweigerung oder Widerruf entstehen mir keine Nachteile. Ich habe das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung und Löschung, Einschränkung der Verarbeitung, Widerspruch gegen die weitere Verarbeitung sowie auf Datenübertragbarkeit meiner personenbezogenen Daten.

Unter diesen Bedingungen erkläre ich mich bereit, das Interview zu geben, und bin damit einverstanden, dass es aufgezeichnet, verschriftlicht, ausgewertet und verwendet wird.



02.05.2024

Kaj Burchardi



02.05.2024

Christoph Schramm

Expert Interview Transcript

with Kaj Burchardi, Managing Director and Head of Emerging Technology at BCG
Platinion

[0:00] **S1:** Okay, the recording is running now. Could you start by introducing yourself and telling me how you are connected to blockchain?

[0:32] **S2:** [...] My name is Kaj Burchardi, managing director with BCG Platinion, the technology arm of BCG. I'm in consulting for more than 22 years, only working on technology related topics, primarily banking and insurance. Stepped into the blockchain topic 2015, so rather early on and never got lost of it since then. I'm the global lead for this topic within BCG and we set up a team of around 100 experts around the world in a virtual manner. Executed 150 projects in various forms.

As we speak there are a couple of interesting key use cases which are primarily driven by client demand. One is tokenization of assets more in the financial sector. Everything around CBDC (Central Bank Digital Currency), stable coins and the like. Given the new regulation, also SSID. So digital IDs are coming slower now into the picture as well. And then we have elements around carbon credit and product carbon footprint, where blockchain is used as a single source of truth and immutable ledger for the certification of the carbon footprint of products. And obviously from the past still a little bit of supply chain tracking and tracing elements. So, these are currently the use cases. We see the biggest demand in the financial sector, but also industrial goods, consumer goods, logistics and so on.

[2:14] **S1:** I see. Does that mean that supply chain is getting less and less important in this area? Because you said it's a use case from the past.

[2:25] **S2:** No. I'd say the Track & Trace use case was a no brainer at the beginning. And given that you had not a lot of regulations from the financial regulator perspective. And with a lot of uncertainty back in the day, it was a natural starting point. Now what we also see is, especially on the logistics side, that it's not only about the technology, but much more about the surrounding of it. One element is, that the moment you can achieve a standardization of digitization, especially on the data standards, you get already half of the benefits. And if it's then also based on blockchain then you get the other half of it.

But the standardization of data is one key element. The second piece and that's even more challenging let's say is: How do you get from an individual idea of a company with a single node [...] to a real ecosystem. It's one thing to convince their competitors, and potentially the clients of the clients or their suppliers of the suppliers.

But it's also on the individual company side, a complete mindset shift away from "It's my platform and I don't wanna have my competitors on it." Because normally if they do it, there should be benefits for the company, right? And I don't wanna have my competitors getting the benefits as well. But if you have that mindset, Blockchain doesn't work. Blockchain is a network technology and in order to get to real benefits partially for the company, but also especially for the industry, you have to move from a competition mindset to a coopetition mindset. Yes, you compete, but you also collaborate for the greater good of the industry. And in many companies, I'd say, especially in the board level, that is a big step mentally. And these are a couple of really big challenges which have nothing to do with the technology.

[5:14] **S1:** And have you seen any industry or any part of an industry where it decided collectively to move to blockchain technology?

[5:26] **S2:** There are a few, let's say, attempts. Farmer Ledger, as an example, is an interesting one, where a number of competitors joined. They had logistics providers, they had universities, hospitals, medical institutions and so on in order to use the blockchain capabilities to create more secure and easier to share data on medical records. Data around trials and so on. The idea is brilliant, because it's a perfect use case for this technology. But what I heard is that on the governance side, how to steer in which direction is very difficult. To answer your question, have I really seen something that totally kicked off? No. And it's not because of the technology in my view.

We work with a couple of different consortia setups, and I think when you have a general agreement on collaboration the next level challenge is then to specify the direction. Everyone has, in that sense, their own interest. Is further standardization of data relevant? Or is it interoperability between networks? Or what's the best tokenization platform? Or sorting out all the regulation questions? The debate is about what's next. And am I my willing for a topic which is maybe second or third priority for me to still pay money? [...] Yeah, because my key topic is potentially coming only in one year. And the fundamental questions are: Do you get early

enough benefits in order to keep investing? And do you believe that in this setup you will come to your personal benefits as well, in a reasonable time frame?

I'd say these are the fundamental challenges. But this is exactly the same thing for any ecosystem play. Same thing. So, there's no big difference from a blockchain or technology perspective. The moment you have one master, so one super strong company which has market power, it's relatively easy. Because there's clearly one person or one company who is deciding where to go. And the others often have a chance to debate and give suggestions but not to decide.

[9:12] **S1:** Yeah, I guess that also mirrors what I've seen in my own company. [...] Finding key partners or a group of partners who are also believing in the technology is very hard. [...]

My next question is geared towards the hype cycles which blockchain followed very closely. Where do you see the state of the industry right now? Do you feel like there is still room to grow for the technology?

[10:18] **S2:** I think you have to differentiate and deaverage this question by industry and by use case. Let's go to logistics. It became very calm. Very quiet, right?

I know that Deutsche Post is doing quite a bit in that one. FedEx in a way as well. They have platforms but to what extent they kicked off massively in terms of the next use cases, I'm not sure. In the financial sector, I think there are two elements. Tokenization of assets and here on both ways: Standard securities, so bonds, stocks and so on. And real-world asset like real estate, ships and commodities. On the security side, real traction is coming in. But it will take a bit of time given you have two elements.

Even though the companies would like to move faster, the regulators are just nowhere in understanding and debating about risk and controls and all that stuff. And that is slowing down the process. But also, we have clearly analyzed that there are real business cases. That means a cost reduction potential of 40 to 60%. But it will take time. But I think some companies see they have to keep on going because otherwise a disruptive fintech comes up as soon as the regulator has made up their mind and then takes over with a completely new modern setup. And it takes time to enhance your capabilities in that field quite a bit. There is continuous movement.

The second piece where we see quite a bit of traction is by the central banks and regulators. But especially the CBDC and the debate about a stable coin. About

90% of all central banks in the world are searching for that one. The ECB, and therefore the local central banks in Europe, are now heavily working on that one. I think there's still quite a bit of debate on how they design of the digital euro will look like. But there's a high probability that it will come in the next couple of years.

The carbon credit and carbon footprint elements are very interesting, but very young still. And here I think you will more or less see what has happened in other use cases. Different companies will put in pilots to try out. And it depends a bit on the success of these pilots and their capability to create a network effect if it's really kicking in. If it's kicking in, then it can be fast. With the CO2 price and the validation of sustainability being required for a product and so on, there is a real need to validate and to prove. And therefore, the technology makes a ton of sense. But again, here it's more the network question. Given that everyone has a willingness to prove everyone has the ESG angle clearly in their mind. But it's not like the regulator is forcing you yet to prove it. If potentially the regulators are changing and therefore also forcing you, then it might create an additional dynamic for the technology.

[15:02] **S1:** So, the whole CO2 topic could be a potential use in the future?

[15:08] **S2:** Yeah, yeah. I mean, we implemented the PCF (product carbon footprint) together with Gloeckner last year. Publicly available and known. I think based on that one, we have proven it works. You sometimes have to differentiate between taking really green energy or are you doing mass balancing? But that's on the data source side. [...] It requires sometimes quite a bit of investment at the data source side or metric manufacturing side with the secured senders and so on. And yeah, it's technically feasible. Given that otherwise you do not necessarily have a certified level of PCF. There are benefits. The question is if companies are willing to go to that step already and create an ecosystem around it without necessarily the push from the regulator. Because it comes with investment. Given that potentially you have the opportunity to really make a business case out of it. So, if I have a green product versus a brown product the green product is from a production cost perspective, typically more expensive. But I have lower cost in my carbon credits against the cheaper brown product with higher carbon credit. So, the carbon credits price is definitely a driver for this business case. The moment the price will go up, the business case may hold and then it makes much more sense for clients to

prove that they have a green product and can prove it. That's kind of where I would say this situation is.

[17:35] **S1:** Makes sense. It sounds like regulations are a big driver for adoption. What I'm wondering sometimes is also if the hype around cryptocurrencies is also a driver. [...]

[18:00] **S2:** In the media, yes, sure. [...] They crypto price has literally no impact on PCF logics or logistics logics, even the tokenization of securities logic, right? There is no correlation on that one. What's happening on the ECB side and in the financial sector is driving their thinking much more. So, the capital markets in general. [...] But it's generally more about the technology and the underlying infrastructure. [...] That's also where everyone in this value chain is relatively nervous because the decision of a regulator can change the entire value chain of an industry pretty heavily.

[20:32] **S1:** Alright, I see. I want to talk about challenges for a bit. One challenge that came up in all the projects I've looked at is data quality, especially in a logistic side. And making sure that the data that's going on the blockchain is actually true and viable. What do you think about this problem?

[21:02] **S2:** Yeah, especially in industries where you do not necessarily have a data standard. I mean, you have GS1 in your area, right? But it's still a relatively high level. And not everyone is in the same way adhering to it. The data structure is one element, the data quality is the other one, so all data fields are being filled. And maybe third. If you have the first two right, are the data fields filled with the right data? And can you temper it before you actually put it on the blockchain? All are completely true. The first ones are general digitization challenges, which you have no matter if you use blockchain or not. The moment you want to digitize a product or process and automate it, you need to get this under control.

The third one, so the security or the correctness of data before it's being stored on the blockchain, there you can actually do something. There are, for example, secured sensors. So, sensors with a security chip which you cannot alter, or which are at least very tough to be altered because the security element is in the chip. In the sensor as such, meaning that the sensor is directly encrypted and therefore you can trust much more, what's going on the blockchain. But again, it requires investments in order to do that. Another question, which is again not necessarily

something particular to blockchain is, that the moment something is on the blockchain, it can only be altered when you do a contra transaction. You cannot change the entry. We are more dependent on the correctness of data which is coming in. [...]

[25:08] **S1:** There's one more thing that just came to my mind because I spoke to someone from the Hyperledger project recently. Blockchain came obviously out of the Bitcoin protocol, where decentralization is the ethos and it feels like as soon as we move into enterprise protocols, it gets more and more centralized, right? Because you need some authority to prove data. Do you see a big problem there?

[25:39] **S2:** This perspective is understandable. I think from 5-8 years ago this has changed quite a bit. When we talked to companies around 2018 with regards to blockchain in an enterprise set up, it was exactly this mental model. "We have to control it. We cannot put it on any public blockchain. It needs a brief private ledger."

It seems to be repetition of how it was with the Internet. Same thing. The mental perception and understanding of the situation have, I think, changed a bit. So even enterprises are more open to consider public blockchains in one way or the other. It doesn't mean that you put all your private data on that one. But in the combination of for example layer 1 and layer 2, only the hash on the public chain and stuff like that, right? And so there are new setups. Also, because the technology has evolved.

There is also more understanding of the benefits of a more public setup than a private one, especially towards the ecosystem play. Companies understand this better now than five to eight years ago, yeah. You find it even partially at banks, that they put securities on a public edger. And not anymore on a private one like R3 Corda. Some of these are now on Ethereum, right? Because it's possible and it depends what you put on there. But also, in order to benefit from interoperability questions. And if you can still secure it, it makes a ton of sense.

[28:06] **S1:** Well, that's it for my questions. Thanks a lot, that was very helpful. [...]

[28:22] **S2:** You are welcome.

Anhang D14: Beratungsbranche: Senior Director für Consulting Services

Transkript Experteninterview

mit Senior Director für Consulting Services in einem IT-Beratungs- und Marktforschungsunternehmen (anonymisiert)

[0:00] **S1:** Hallo Herr Herrmann. Können Sie mit einer kurzen Vorstellung beginnen und den Bezug zu Blockchain herstellen?

[0:04] **S2:** Ich war einige Jahre bei IBM und habe viele Projekte dort betreut. Seit fünf oder sechs Jahren bin ich bei [meinem derzeitigen Arbeitgeber], einem großen Beratungsunternehmen. Mein Background ist sehr breit. Ich habe sehr viel mit Digitalisierung gemacht und habe mich auch mit Blockchain-Technologie sehr intensiv auseinandergesetzt seit ungefähr 8 Jahren. Sowohl privat als auch als Teil von Kundenprojekten. [...]

Aber heute ist das Thema Supply Chain Management. Und, da gibt es aus meiner Sicht eine entscheidende Frage. Warum sind Marco Polo, WeTrade, Bavaria, das Joint Venture zwischen IBM und Maersk (TradeLens) gescheitert?

Und darauf gibt es relativ einfache Antwort. Weil man zum einen die Governance nicht richtig aufgebaut hat und dann auch die Technologie missbrauchen wollte. Man hat versucht, die dezentrale Technologie zentral zu beherrschen. Man hat den Fehler gemacht, dass beispielsweise zwei Firmen eine Blockchain aufgebaut haben und die Daten besitzen. Das funktioniert so nicht. Man muss verstehen, Blockchain-Technologie ist sehr disruptiv und verändert eigentlich die Operation Modelle, das heißt wie Unternehmen zusammenarbeiten. Und es ist nicht nur für ein Unternehmen, sondern es geht um ganze Ökosysteme. Und da hat man eben versucht, die alten Operating Modelle mit der neuen Technologie abzubilden. Das hat dann zwar zu sehr großen Investitionen, aber zu keinen messbaren Ergebnis geführt. Das ist ein Problem.

Das zweite Problem ist, dass Blockchain nicht alle Probleme des Supply Chain Managements lösen kann. Selbst wenn man diese vollständig mit Hilfe von Blockchain-Technologie digitalisiert, hat man immer noch das Problem wie man zum Beispiel Verträge unterschreibt. Wie stellt man sicher, dass die Counterparty tatsächlich die ist, mit der ich eigentlich handeln will? Wenn ich dann also eine digitale

Supply Chain habe, aber diese mit Papierdokumenten unterlegt ist, dann habe ich natürlich nur sehr limitiert den Wert realisiert, den ich realisieren kann.

[4:16] **S1:** Ich finde es interessant, dass man bei Blockchain immer den Widerspruch zwischen einer dezentralen Technologie hat, die aber letztendlich im Enterprise Bereich immer zentral eingesetzt wird. Wie stehen sie dazu und zum Beispiel dem Hyperledger Projekt?

[4:38] **S2:** Hyperledger ist tot aus meiner Sicht. [...] Außerdem ist Hyperledger meiner Meinung nach keine richtige Blockchain. Zumindest von den Konsensmechanismen her, die ich kenne. Mein Verständnis ist, dass ich eigentlich nur Synchronisationsproblem löse, aber keine dezentralen Konsensmechanismen wie Proof of Work oder Proof of Stake zum Einsatz kommen. [...]

Das Problem, was ich mit der Blockchain lösen will, muss ein Trust-Problemen haben. Ich habe zwei Parteien, die sich nicht kennen und eine Transaktionen ausführen. Bei Hyperledger kontrolliere ich den Zug und kenne alle Teilnehmer und das Trust-Problem liegt nicht vor. Und dann hat Blockchain-Technologie nur einen sehr limitierten Mehrwert. [...]

Wenn ich eine Supply Chain habe die über mehrere Länder und Unternehmen hinweggeht, dann habe ich ein dezentrales Trust-Problem. Und hier macht eine Blockchain Sinn. [...] Die Frage ist nur wie ich das Ganze aufbaue. Und besonders, wie ist die Governance geregelt? Wer kann die Blockchain verändern? Das ist das zweite Problem. [...] Wenn ich zum Beispiel eine schwache Governance habe, die nur von einem Unternehmen getrieben wird, dann bekomme ich Bauchweh. Es muss das komplette Ökosystem sein, sonst wird nur das Interesse einzelner Unternehmen vertreten. [...] Das heißt die Governance, sollte stets die Interessen des gesamten Ökosystems vertreten. [...]

Wenn ich mir das Supply Chain Management anschau, ist Blockchain nicht die Lösung aller Probleme. Supply Chain lebt von Standardisierung, wenn ich über internationale Prozesse spreche. Dann geht es auch darum, Dokumente zu standardisieren. Der zweite Punkt sind digitale Signaturen. In dem Zusammenhang kann ich empfehlen, sich anzuschauen, was GLEIF (Global Legal Entity Identifier Foundation) mit ihrem vLEI (Verified Legal Entity Identifier) macht. Dieser löst viele Probleme in dem Zusammenhang. Nämlich eine Standardfrage: Wie kann ich feststellen, dass eine Person, mit der ich einen Vertrag abschließen möchte von ihrer Firma tatsächlich autorisiert ist diesen Vertrag zu schließen? Und genau das

löst vLEI. [...] Das heißt eine digitale Signatur, die mir ermöglicht zu sagen, dass wir uns kennen. Und dass ich nachweisen kann, wo ich arbeite, wie mein Name ist. Und das ist eine wichtige Frage, die bei Supply Chain Projekten große Probleme verursacht hat.

Man hat alles digitalisiert und dann muss man Verträge physisch unterschreiben. Oder man muss Notare einschalten, die Unterschriften oder Urkunden verifizieren. Dadurch ist der digitale Prozess unterbrochen. [...] Man muss im Supply Chain Bereich einfach sehr schnell digital überprüfen können, mit wem man handelt. Arbeitet diese Person wirklich im Namen von einer bestimmten Firma und hat die Delegation? [...]

[22:41] **S1:** Wie würden Sie sagen ist der Stand von Blockchain momentan? Wo befinden wir uns? [...]

[22:59] **S2:** Man muss sehen woher Blockchain kommt. Die Technologie kommt aus dem Bankenbereich, getrieben vom Gedanken um digitales Geld. [...] Da haben wir sehr große Fortschritte gemacht in Europa mit MiCA (Markets in Crypto-Assets Regulation) unter anderem. Die ermöglicht es innerhalb von Europa mit Kryptowährungen Geschäfte zu machen, mit Rechtssicherheit. Und dadurch werden diese Assets jetzt geregelt. [...] Mit MiCA geht es vor Allem darum, dass es Asset Reference Tokens gibt, also praktisch Tokens, die zum Beispiel Silber oder Gold referenzieren. Zusätzlich gibt es E-Money Tokens, elektronisches Geld.

Securities sind wiederum in den anderen Regulierung erfasst. Man hat traditionelle Wertpapiere, man hat aber auch digitale Wertpapiere. Aber die Regulierung ist technologieagnostisch, da darf es keinen Unterschied aufgrund der angewendeten Technologie geben. [...]

Und um auf die Frage zurückzukommen: Ich glaube, wir sind jetzt gut positioniert. Krypto Assets haben zum ersten Mal einen rechtlichen Rahmen und das wird jetzt die Entwicklung beschleunigen.

[24:59] **S1:** Was ist der Grund, dass seit dem enormen Hype 2017 so wenig Entwicklung in dem Bereich stattgefunden hat? [...]

[25:19] **S2:** Man hat versucht, die dezentrale Technologie zu kontrollieren und so ist die Technologie nicht konzipiert. Sie ist dezentral und man muss ein dezentrales Trust-Problem haben. Man hat versucht, die die Technologie auf eine Art und Weise einzusetzen, wie sie keinen Mehrwert generiert. [...] Ich glaube, früher hat

man gesagt, dass wir alles auf die Blockchain packen. Aber die Frage ist: Was ist der Value Add?

Und die Idee bei TradeLens war, dass die Firmen die Daten haben und sie vermarkten können. Das heißt sie wurden zentral kontrolliert. Und das hat nicht funktioniert, weil man auch keine Mitbewerber oder weiteren Teilnehmer für die Plattform generieren konnte. [...]

[28:14] **S1:** Befinden wir uns Ihrer Meinung nach in einer ähnlichen Hype Phase in Bezug auf AI-Technologie? [...]

[30:13] **S2:** Was interessant ist, ist die Kombination von Blockchain und AI. Damit können nämlich wirkliche Smart Contracts entstehen. Bei den heutigen Smart Contracts habe ich immer das Problem, dass ich sie so schreiben muss, dass alle Umstände abgedeckt sind. Dann kann ich einerseits AI-Modelle in Smart Contracts einbauen. [...]. Und andererseits kann ich in Bezug auf vLEI feststellen, ob zum Beispiel eine AI dazu befugt ist im Auftrag eines Unternehmens bestimmte Dinge zu tun. Das heißt auch ein AI-Agent kann eine vLEI haben und dadurch nachweisen, dass er für eine Firma arbeitet und Verträge schließen kann. [...]

Das ist alles sehr innovativ und den ökonomischen Mehrwert kann man gar nicht quantifizieren. Es bringt einfach viel Geschwindigkeit, Sicherheit und Innovationspotential bei Vertragsabschlüssen. [...] Und ist hochgradig relevant für Supply Chain.

[38:03] **S1:** Das klingt sehr spannend und ich werde auf jeden Fall mehr Recherche in den Bereich betreiben. Ich habe keine weiteren Fragen. Vielen Dank für die ausführlichen Antworten und ich würde die Aufzeichnung jetzt beenden.

[38:05] **S2:** Sehr gern und alles Gute für das Projekt.

Anhang D15: Forschung: Alexander Grünewald

Einverständniserklärung

Kategorie	Information
Thema der Masterthesis	Anwendung von Blockchain-Technologie für Supply Chain Management und Nachhaltigkeit
Interviewte Person	Herr Alexander Grünewald
Interviewer	Christoph Schramm
Datum	02.05.2024
Weitere Informationen	Das Interview wird mit Hilfe von Microsoft Teams durchgeführt.

Ich erkläre mich dazu bereit, im Rahmen der benannten Masterthesis als Experte an einer Befragung teilzunehmen.

Ich bin damit einverstanden, dass das Interview mit Hilfe von Microsoft Teams aufgezeichnet und durch Christoph Schramm transkribiert wird. Die Aufzeichnung wird temporär gespeichert und zum Projektende am 01.09.2024 gelöscht. Das Transkript des Interviews wird nicht anonymisiert, d.h. mit Angabe meines Namens und meines Werdegangs gespeichert und verwendet.

Ich bin damit einverstanden, dass einzelne Sätze aus dem Transkript mit meiner Person in Verbindung gebracht werden und als Material für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden können. Des Weiteren stimme ich zu, dass dieses Transkript im Anhang der Masterthesis von Christoph Schramm erscheinen und für Gutachter seiner Arbeit, sowie Mitarbeitende der Steinbeis-Next Hochschule einsehbar ist.

Meine Teilnahme an der Erhebung und meine Zustimmung zur Verwendung der Daten sind freiwillig. Ein Widerruf der Zustimmung ist jederzeit möglich. Durch Verweigerung oder Widerruf entstehen mir keine Nachteile. Ich habe das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung und Löschung, Einschränkung der Verarbeitung, Widerspruch gegen die weitere Verarbeitung sowie auf Datenübertragbarkeit meiner personenbezogenen Daten.

Unter diesen Bedingungen erkläre ich mich bereit, das Interview zu geben, und bin damit einverstanden, dass es aufgezeichnet, verschriftlicht, ausgewertet und verwendet wird.

Alexander
Gruenewald

Digital unterschrieben von
Alexander Gruenewald
Datum: 2024.05.03 07:47:19
+02'00'

02.05.2024

Alexander Grünewald



02.05.2024

Christoph Schramm

Transkript Experteninterview

mit Herrn Alexander Grünwald, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik mit Forschungsschwerpunkt Blockchain-Geschäftsmodelle

[0:00] **S1:** Hallo Alexander. Kannst du erstmal damit beginnen dich vorzustellen und den Bezug zu Blockchain herstellen?

[0:17] **S2:** Ja, kann ich gerne machen. Mein Name ist Alexander Grünwald. Ich bin wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik in Dortmund. Ich bin dort jetzt seit circa drei Jahren und beschäftige mich jetzt auch seit genau drei Jahren mit Blockchain Technologie.

Als ich eingestiegen bin, gab es ein Forschungsprojekt unter dem Namen *Blockchain Euro*, wo es halt darum ging, verschiedene Anwendungsfälle der Blockchain-Technologie in der Logistik zu erforschen. Und hab hier in verschiedenen Teilprojekten mitgewirkt. Sei es jetzt im Bereich des Zollmanagements, sei es aber auch im Bereich der Erforschung Blockchain basierter Geschäftsmodelle. [...] Im Hinblick auf meine Promotion spielt die Blockchain Technologie auch noch im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit eine Rolle.

[1:25] **S1:** Ja, sehr cool. Nachhaltigkeit scheint ja auch einer der hauptsächlichen Anwendungsbereiche zu sein.

[1:34] **S2:** Genau.

[1:35] **S1:** Sehr gut. Ich würde erstmal ganz grundlegend anfangen und gern wissen, wie du das Potenzial von Blockchain für Supply Chain Prozesse einschätzt. [...]

[2:01] **S2:** Ja, also letztendlich wann nutzt man Blockchain? Blockchain nutzt man ja in der Regel, wenn man mehrere Parteien hat, die miteinander kommunizieren müssen und Daten austauschen. Was gibt es da Passenderes, als das Supply Chain Management, wo man globale Lieferketten hat? Partner, die man zum Teil nicht kennt und mit denen man ja eigentlich in einer Geschäftsbeziehung steckt. Man ihnen also vertrauen muss, aber man kennt sie eben nicht. Da führt eigentlich keinen Weg, langfristig an der Blockchain Technologie vorbei. Wo zentrale Daten-

banken so ein bisschen an ihre Grenzen stoßen. Eben bei diesem Thema Datenverarbeitung. [...] Insofern würde ich sagen Blockchain und Supply Chain Management ist ein super Match.

Trotzdem bleiben Bitcoin und andere Kryptowährungen, bisher immer noch der prominenteste Use Cases. Auch gerade im unternehmerischen Kontext sind viele Use Cases bisher noch nicht groß geworden, sondern sind immer noch in den Anfängen. Es gab mal dieses Pilotprojekt, wo es darum ging mit IBM und Maersk Frachtdokumente austauschbar zu machen und das Ganze zu bündeln. Das ist ja am Ende auch gescheitert. Warum ist es gescheitert? Es gibt immer verschiedene Gründe, warum solche Projekt scheitern könnten.

Es können interorganisationale Gründe sein, dass einfach ein fehlendes Commitment da ist. Es können aber auch Gründe von außen sein, dass einfach Partner dieses Netzwerk nicht akzeptieren, so wie es ja auch in diesem Fall war. Das macht es natürlich dann auch schwierig, etwas global auszurollen, wenn es wenig auf Akzeptanz stößt. Und da sehe ich momentan auch noch so ein bisschen die Schwierigkeiten der Blockchain Implementierung, im Supply Chain Management.

[4:22] **S1:** Ja okay, verstehe. [...] Wie ist aus deiner persönlichen Erfahrung denn der Stand dieser Industrie? Würdest du sagen, dass noch großes Potenzial für die Zukunft besteht? Wie ist so die Einschätzung?

[5:18] **S2:** [...] Seitdem der Hype abgeflacht ist, ist Blockchain als Argument um Projekte groß zu machen, nicht mehr da. Es wirkt momentan eher abschreckend und man hat eine Blockchain eher nur im Hintergrund. Man sagt, was man Tolles vorhat, aber man sagt nicht, dass die Blockchain-Technologie drinsteckt.

Wie sehe ich, wie sich das Ganze entwickeln kann? Ich sehe es momentan ein bisschen schwierig. Es gibt viele Anwendungsfälle, wo es absolut Sinn macht, die Technologie anzuwenden. Oft sind die rechtlichen Rahmenbedingungen schwierig. Dass man keine einheitlichen Richtlinien hat, woran man sich orientieren kann, um zum Beispiel auch Smart Contracts rechtssicher ausführen zu können. Das führt natürlich auch alles dazu, dass sich solche Case immer noch nicht etabliert haben.

Wir haben in unserem Forschungsprojekt gezeigt, dass die Technologie durchaus anwendbar ist. Es gibt ausreichend Potenziale, wo es Sinn macht. Ich sag mal auch gerade alles im grenzüberschreitenden Warenverkehr, was mit Zoll zu tun

hat. Wo man eigentlich eine Informationsasymmetrie zwischen Grenzen hat. Wenn ich ein Paket hier aus Deutschland nach Großbritannien schicken will, geht es hier in Deutschland einmal durch den Zoll, aber in Großbritannien im Importland geht es halt auch nochmal durch den Zoll. Aber keiner weiß was der andere gemacht hat und ich habe einen LKW-Fahrer, der mitunter auch gar nicht die Sprache spricht, die in den Dokumenten verlangt wird. Das ist einfach so fehleranfällig und könnte digitalisiert werden. Aber auch dort sind die Behörden eher zurückhaltend als offen für neue Technologien.

Ich denke das jetzt vielleicht nochmal im Zuge der rechtlichen Auflagen, wo es einfach darum geht mehr Transparenz zu erzeugen, die Blockchain-Technologie vielleicht nochmal so einen kleinen Hype bekommen kann. Jetzt mit dem Lieferkettengesetz zum Beispiel. Aber das muss sich erstmal bewahrheiten. Aktuell sehe ich Blockchain zunehmend mehr in den Hintergrund rücken. Das neue Trendwort ist eher Metaverse oder Web 3.0. Aber auch wieder nur im Hintergrund. Und da bin ich auch, voller Spannung und Erwartungen, was die nächsten zwei bis drei Jahre bringen werden. Weil an sich kann die Technologie eine super Unterstützung bringen, nur sie hat einfach ihren Transfer in die Breite noch nicht geschafft.

[8:35] **S1:** Ja, das heißt, die Barrieren sind nicht die Technologie selbst, sondern eher was Menschen damit assoziieren beziehungsweise die fehlende Regulierung?

[8:46] **S2:** Ja, es ist einmal so ein bisschen das Mindset. Viele verbinden mit Blockchain einfach nur Bitcoin und Bitcoin ist Spekulation. Das heißt einfach dieses fehlende Know-how über die Technologie. Dann macht es natürlich keinen Sinn, so ein Netzwerk mit zwei Unternehmen aufzusetzen. Dann können Sie auch eine ganz normale zentrale Datenbank nehmen. Es muss ja eben Peer 2 Peer, also mehrere Parteien sein. Das Ganze ist natürlich auch kostenintensiv, was auch eine Rolle spielt.

In meiner Forschung versuche ich Bewertungsansätze zu finden. Also ich versuche, das Ganze aus dem Bereich der Nachhaltigkeit zu analysieren, aber natürlich auch eher eine Rückwärtsbetrachtung. Das heißt, ich schaue mir Projekte an, die laufen und versuche, Rückschlüsse zu ziehen, inwieweit die Technologie zur Nachhaltigkeit beiträgt. [...]

Darüber hinaus habe ich diese rechtlichen Komponenten ja auch schon ausgesprochen, die ein großer Grund sind. Aber auch wenn ich jetzt international denke,

brauche natürlich auch eine durchgängige Verfügbarkeit zu dieser Blockchain-Infrastruktur. Das ist teilweise ja hier in Deutschland schon ein Problem. Wenn ich das jetzt mit anderen Ländern noch mache, habe ich dann natürlich auch nochmal Unsicherheiten.

Ich brauche im Unternehmen selbst Kompetenzen. Sei es jetzt IT-Kompetenzen von der Fachabteilung, sei es aber auch auf Shopfloor Ebene, wenn ich etwas in der Produktion anwenden möchte. Also das Verständnis, ja warum machen wir sowas überhaupt? Und da sehe ich auch die Sensibilisierung in den Unternehmen noch gar nicht so weit fortgeschritten, dass Blockchain jetzt Einzug findet. [...]

Ähnlich wie bei dem aktuellen KI-Hype wird es sicherlich bei Blockchain auch immer wieder Ups and Downs geben. Wenn man dann sieht, was tatsächlich mit der Technologie auch in der Praxis umgesetzt wurde.

[11:45] **S1:** Ja, das ist bei uns im Unternehmen auch so gewesen. Man hat eigentlich relativ schnell gemerkt hat, dass die ursprünglichen Use Cases vielleicht gar nicht genügend Potenzial bieten. [...]

[12:23] **S2:** Das ist natürlich sehr spannend, was du jetzt aus Unternehmenssicht erzählst. Weil es genau das ist das, was wir aus Forschungssicht auch herausgefunden haben. Häufig setzten sich Technologie Cases nur durch, wenn sie sich monetarisieren lassen. Es geht nicht unbedingt darum, eine Technologie zu initiieren um weiche Faktoren wie Nachweisbarkeit die Möglichkeit der Auditierung zu erreichen. Dann wird sowas schneller eingestampft. Und deshalb ist das im Bereich der Blockchain-Technologie schwieriger, weil es eine Technologie ist, die im Hintergrund steht. [...]

[13:14] **S1:** Das macht Sinn. [...]

[15:43] **S2:** Es gibt auch einen Anwendungsfall, wo ein Windrad tokenisiert wird und man dann eine einfache Beteiligung kaufen kann. An Unternehmensanteilen und letztendlich auch realen Gewinnen. Aber auch diese Cases sind so eingestampft worden, dass du diese ganze Tokenisierung gar nicht mehr richtig in der Industrie finden kannst.

[16:13] **S1:** Sehr schade eigentlich. Ich würde gern den Bereich der Nachhaltigkeit beleuchten wollen. Wie ist deiner Meinung nach das Potenzial von Blockchain-Lösungen für Nachhaltigkeit? [...]

[17:21] **S2:** Blockchain und Nachhaltigkeit können super zusammenpassen. Ich habe hier im Rahmen meiner Forschung eine umfassende Literaturrecherche gemacht. Ich hatte am Ende 60 Paper, aus denen ich Schnipsel rausgesucht habe, wie das Zusammenspiel zwischen Blockchain Nachhaltigkeit funktioniert. [...]

Als Ergebnis kann man, dass es sehr viele Bereiche gibt, wo Blockchain eine super Unterstützung bieten kann. Sei das im Management von Umweltaspekten, also dass man Dinge monitoren kann. Dann natürlich dieser ganze Tracking und Tracing Fall, der sich natürlich auch auf Nachhaltigkeitsaspekte auswirken kann. Dann hast du die Geschichte mit dem CO2-Fußabdruck, den du entlang der Lieferkette transparent aufzeigen kannst. Du kannst gewissermaßen auch im Ressourcen Management beispielsweise Papier einsparen und somit einen geringeren Fußabdruck hinterlassen. Es gibt auch im Sozialen die Möglichkeit, dass man mit Hilfe der Technologie gewisse Arbeitsbedingungen hinterlegen kann. Ich kann auch die Verteilung von Spendengeldern entlang der Lieferkette, sinnvoll und transparenter nachverfolgen oder ihr Double Spending verhindern.

Man kann natürlich auch sagen, dass es auf der anderen Seite möglich ist, dass gewisse illegale Aktivitäten gefördert werden. Aber auch dort kann man einen Riegel vorschieben. Alles in allem würde ich sagen, dass es sehr viele Beispiele gibt, wie Blockchain-Technologie auf Nachhaltigkeit einwirken kann.

Es gibt eine Nachhaltigkeit, die durch die Technologie entsteht und eine Nachhaltigkeit, die mit der Technologie entsteht. Durch die Technologie ist, wenn wirklich Use Cases initiiert werden, die vorher nicht möglich waren, wodurch Nachhaltigkeit erst überhaupt erschaffen wird. Und auf der anderen Seite hast du eben mit der Technologie die Möglichkeit, Nachhaltigkeit transparent und nachvollziehbar zu machen.

[20:02] **S1:** Ja, sehr gut. [...] Ich habe gehört, dass Blockchain eine Technologie ist, mit der es nicht ganz leicht ist umzugehen. Das heißt, häufig ist der Entwicklungsaufwand höher als bei vergleichbaren Lösungen und es gibt auch gewisse Hürden. Was sind deiner Meinung nach Aspekte, welche die die technische Entwicklung zurückhalten?

[21:04] **S2:** Ja also du hast die rechtliche Themenstellung ja schon angesprochen. Die DSGVO ist natürlich immer so ein KO-Kriterium. Wo man sich jetzt die Frage stellen kann, was muss wirklich am Ende über die Blockchain in den Blöcken ab-

gespeichert werden und was muss ich nochmal fernab der Blockchain an Informationen mitführen? Es ist bekannt, dass die Blockchain an verschiedenen Stellen nicht unbedingt der DSGVO Konformität entspricht. [...]

Man muss halt Mittel und Wege finden, wie die beiden zusammenkommen. Auf der einen Seite musst man halt schauen, welche Daten pack ich halt wirklich auf die Blockchain? Da dürfen eben keine personenbezogenen Daten landen, das heißt, ich muss nochmal so eine Art Nebensystem führen, wo ich vielleicht gewisse andere Daten halte und dann über Referenzen arbeite. Die DSGVO ist ja eher so europäisches bzw. deutsches Thema. Wenn ich das Ganze jetzt wieder internationaler betrachte, gibt es vielleicht wiederum andere Themen, die zu berücksichtigen sind. Was natürlich diesen ganzen Datenaustausch ungemein ausbremst und schwerer macht.

[22:44] **S1:** Verstehe. Ein Thema, was bei meiner Recherche oft aufgekommen ist, ist Datenqualität. Wo doch die Frage aufkommt, ob man Daten, die in der Blockchain landen dann auch glauben kann. [...] Wie siehst du das?

[23:09] **S2:** Ja, tatsächlich ist das ein großes Thema.

Sobald wir mit der Blockchain zunehmend automatisieren oder autonomisieren werden die Daten über Sensoren aufgenommen und werden ja dann in die Chain gespielt, wenn es nicht über Menschenhände läuft wie früher. Wenn so ein Sender spinnt, können natürlich fehlerhafte Werte reingespielt werden. Auf der anderen Seite kann man halt auch sagen, dass jedes manuelle System immer mal die Möglichkeit hat zu versagen und auch da entstehen Fehler. Es geht eher darum: Wie Sorge ich dafür, dass Plausibilitätskontrollen ermöglicht werden, um bei Auffälligkeiten entgegenzuwirken. Dass nicht vielleicht eine ganze Charge entsorgt werden muss, obwohl dort kein Fehler war.

Wir hatten da auch schon mal eine interessante Diskussion mit dem TÜV. Mit der Technologie kann man vielleicht irgendwann Zertifizierungen vornehmen und in gewisser Weise könnte dann eine Instanz wie der TÜV obsolet werden. Aber dann ist eher der Punkt, dass diese Konnektoren vielleicht zertifiziert werden müssten, damit Daten automatisch und vertrauenswürdig aufgenommen werden. Und letztendlich ist es eine Verlagerung des Eintrittspunktes an die Stelle, wo Vertrauen wichtig wird. Diese wird mit der Blockchain-Technologie immer weiter an den Anfang gelegt.

[24:53] **S1:** Mhm, okay. Das geht dann in die Richtung Smarter Sensoren und die Möglichkeit, Daten sicher und ohne irgendeine Möglichkeit der Veränderung einzuspielen, richtig?

[25:09] **S2:** Genau.

[25:11] **S1:** Eine Frage, entstand aus den grundlegenden Eigenschaften von Blockchain und der Tatsache, dass die Technologie aus dem Bitcoin-Protokoll entstanden ist, wo Dezentralität eine ganz große Rolle spielt. Je mehr man sich mit Enterprise-Blockchain auseinandersetzt, sieht man eigentlich, dass hier wieder eine zentrale Instanz notwendig ist. [...] Ist es deiner Meinung nach ein Widerspruch, dass man eine Technologie hat, die auf Basis von Dezentralität entstanden ist, aber dann irgendwie doch wieder sehr zentralisiert verwendet wird?

[26:05] **S2:** Total. Das ist eigentlich ein verrückter Ansatz. Es wird ja häufig gesagt, dass Blockchain-Technologie genutzt wird, um Intermediäre auszuschließen. Aber wer entwickelt denn eigentlich solche Plattformlösungen? Meist irgendein neuer Intermediär. Also hat man eigentlich eher einen Tausch zwischen Intermediäre, die sich bekämpfen, um gegenseitig bessere Lösungen zu bieten. Und am Ende ist es meistens so, dass du eine zentrale Instanz hast, die irgendein System verwaltet. Klar hast du vielleicht mehrere Knoten und das Ganze ist etwas dezentraler aufgebaut. Aber solange sich nicht mehrere Unternehmen in einer Kooperationsvereinbarung entschließen nur für sich einen Use Case in einem Netzwerk aufzubauen, sondern da auf eine andere Lösung zuzugreifen, ja, dann hat man halt wieder diesen Intermediär.

[27:08] **S1:** Das heißt, es ist einfach eine Notwendigkeit, um diese Systeme aufzubauen, dass man intermediäre in irgendeiner Form braucht?

[27:14] **S2:** Ich würde gar nicht sagen, das ist eine Notwendigkeit. Es ist vielleicht der Rechtsrahmen, die Art des Wirtschaftens, wie wir für uns Vertrauen definieren? [...] Es gab ja mal so ein Projekt, das hat sich DAO genannt. Hast du vielleicht auch schon mal mitbekommen? Das Ganze hat ja auch funktioniert beziehungsweise sehr viele Gelder eingesammelt, bis dann mal ein kleiner Codeschnipsel offengelegt wurde und das ganze System zum Fall gebracht wurde.

Das ist natürlich dann schwierig, wenn man jetzt eine wirklich komplett dezentrale Welt hat. Wie stehst du solche Fehler aus und wie dezentral kann man sein, ohne

dass man sich auch selbst ausbremst? Wo brauchst du einfach auch Hierarchie und Struktur? [...]

Ich könnte dir den Blick noch auf Geschäftsmodell Ebene legen und dir einen kurzen Einblick in meine Forschung geben. Ich habe mir mit Kollegen über hundert Use Cases für Blockchain angeschaut und wie diese in Unternehmen angewendet wird. Am Ende sind wir auf eine Grundsatzfrage gestoßen: Wann sprechen wir überhaupt von einem Blockchain-Geschäftsmodell? Häufig wird ja gesagt, dass mit Hilfe neuer Technologien auch neue Geschäftsmodelle entstehen. Aber der Fall für Blockchain ist eigentlich eher, dass die Technologie eingesetzt wird, um beispielsweise Prozesse zu optimieren oder einzelne Facetten in einem Wirtschaftsbereich zu innovieren.

Aber es ist unserer Ansicht nach nie dazu gekommen, dass ein komplett neues, nie dagewesenes Geschäftsmodell geschaffen wurde. Sondern eher wieder ein Intermediär eine Plattform aufgesetzt hat, die dann Blockchain basiert war. [...] Das hat sich auch nochmal bei der Nachhaltigkeitsuntersuchungen gezeigt, die ich gefahren hab. Am Ende sind es nicht die grundlegenden neuen Geschäftsmodelle, sondern die Technologie ermöglicht neue Wege, gewisse Dinge effizienter und besser zu machen. [...]

[34:13] **S1:** Vielen Dank für die ausführlichen Einblicke in deine Forschung. Wenn du keine Anmerkungen mehr hast, würde ich die Aufzeichnung beenden.

[34:26] **S2:** Ich habe keine Anmerkungen mehr, danke Christoph.

Anhang D16: Presse: Sven Wagenknecht

Einverständniserklärung

Kategorie	Information
Thema der Masterthesis	Anwendung von Blockchain-Technologie für Supply Chain Management und Nachhaltigkeit
Interviewte Person	Herr Sven Wagenknecht
Interviewer	Christoph Schramm
Datum	26.04.2024
Weitere Informationen	Das Interview wird mit Hilfe von Microsoft Teams durchgeführt.

Ich erkläre mich dazu bereit, im Rahmen der benannten Masterthesis als Experte an einer Befragung teilzunehmen.

Ich bin damit einverstanden, dass das Interview mit Hilfe von Microsoft Teams aufgezeichnet und durch Christoph Schramm transkribiert wird. Die Aufzeichnung wird temporär gespeichert und zum Projektende am 01.09.2024 gelöscht. Das Transkript des Interviews wird nicht anonymisiert, d.h. mit Angabe meines Namens und meines Werdegangs gespeichert und verwendet.

Ich bin damit einverstanden, dass einzelne Sätze aus dem Transkript mit meiner Person in Verbindung gebracht werden und als Material für wissenschaftliche Zwecke genutzt werden können. Des Weiteren stimme ich zu, dass dieses Transkript im Anhang der Masterthesis von Christoph Schramm erscheinen und für Gutachter seiner Arbeit, sowie Mitarbeitende der Steinbeis-Next Hochschule einsehbar ist.

Meine Teilnahme an der Erhebung und meine Zustimmung zur Verwendung der Daten sind freiwillig. Ein Widerruf der Zustimmung ist jederzeit möglich. Durch Verweigerung oder Widerruf entstehen mir keine Nachteile. Ich habe das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Sperrung und Löschung, Einschränkung der Verarbeitung, Widerspruch gegen die weitere Verarbeitung sowie auf Datenübertragbarkeit meiner personenbezogenen Daten.

Unter diesen Bedingungen erkläre ich mich bereit, das Interview zu geben, und bin damit einverstanden, dass es aufgezeichnet, verschriftlicht, ausgewertet und verwendet wird.

Wagenknecht

26.04.2024

Sven Wagenknecht

C.Sch

26.04.2024

Christoph Schramm

Transkript Experteninterview

mit Herrn Sven Wagenknecht, Editor-in-chief and Co-Founder von BTC-ECHO

[0:11] **S1:** Hallo Sven. Kannst du damit anfangen, dich vorzustellen und deine Berührungspunkte mit Blockchain zu erläutern?

[0:26] **S2:** Ich bin 2015 auf Bitcoin aufmerksam geworden. Ich habe in meiner Karriere immer schon einen Schwerpunkt auf Finanzen und Finanzmärkte gehabt. Das hat mich einfach am meisten interessiert. Und diese Kombination von Finanzen und Digitalisierung hat mich dann zu Blockchain und Bitcoin gebracht. Ich bin dann auf diesen damals noch kleinen Hobby Blog BTC-ECHO aufmerksam geworden, von Marc Preis gegründet. Wir haben uns dann über das Internet sozusagen gefunden und haben es dann gemeinsam größer gemacht. Aus dem Hobby wurde also ein Unternehmen. [...] Später bin ich nach Berlin gezogen und wir haben beschlossen eine Redaktion aufzubauen. Glücklicherweise ging dann grad alles durch die Decke, durch den ICO-Hype, womit das Thema aus der kompletten Nische rausgekommen. Das hat uns dann die Möglichkeit gegeben BTC-ECHO aufzubauen. [...]

Ich bin außerdem bei der Bitkom, dem größten Digitalverband Europas, im Blockchain Arbeitskreis, als eines der fünf Vorstandsmitglieder tätig. [...]

[2:07] **S1:** Ja, sehr cool. Warum hat Blockchain dich so früh schon begeistert und wie siehst du das Potential der Technologie?

[2:27] **S2:** Ich habe das Ausmaß damals noch nicht erkannt. Es gab Bitcoin und that's it. Und dann gab's als erste große Anwendung die ICO's um solche Finanzierungsthemen auf einmal zu lösen.

Dann kamen weitere Themen, also im DeFi und der NFT-Bereich. Aber auch dann das Verständnis dafür, dass wir neue Infrastrukturen brauchen, um eben nicht nur Informationen zu verarbeiten, sondern auch Werte. Und das fand ich total faszinierend. Diesen Gedanken darum Werte in einer Infrastruktur zu versenden und auch sowas wie digitale Knappheit haben zu können. [...] Und der Gedanke, dass aus diesen Themen eine neue Ökonomie erwachsen kann, ist für mich total faszinierend. [...]

Es ist halt super schwierig Blockchain umzusetzen, weil zum Teil eine neue Logik erfordert wird die widersprüchlich ist zur bestehenden. Was Haftungsthemen oder

Regulatorik angeht. Trotz dieser Bedenken bin schon überzeugt davon, auch wenn ich nicht weiß, wie es sich am Ende dann entwickeln wird.

[4:06] **S1:** Wo ist deiner Meinung nach der Stand der Industrie? Wo befinden wir uns momentan und wo geht es vielleicht noch hin? [...]

[4:51] **S2:** Ja also, ich glaub der Faktor Hype ist bei dem Thema Blockchain größer als bei anderen Technologien. Der einfache Grund dafür ist, weil es halt eine Möglichkeit gibt zu investieren. Ich kann natürlich auch in Aktien investieren, das konnte ich während der Dotcom-Bubble auch schon machen, aber da gab es viel mehr Hürden und es war viel komplizierter. Bei Krypto kann ich auf einmal total unkompliziert investieren.

Das ist problematisch, durchaus aber ich glaube, wir sind erst ganz am Anfang. [...] Verglichen mit der Adoption des Internets würde ich sagen, sind wir eher bei 1996 oder 1997, also eigentlich, bevor das Internet überhaupt ernst genommen wurde. Die richtige Adoption dauert einfach viel länger als die meisten Menschen annehmen. Es gibt da einen Bias: Kurzfristig überschätzen wir das Potential und langfristig unterschätzen wir es. Ich glaube das trifft sehr gut auf Blockchain zu.

Man muss sich auch die Frage stellen, seit wann an dem Thema richtig gearbeitet wird. Bitcoin gibt es seit 2009, aber seit wann wird es ernst genommen im Sinne von großen Mengen Venture Capital die reinfließen? Das kam eigentlich erst mit dem Zyklus um 2017 und 2018, davor war das Thema zu klein und zu nischig. Das heißt Bitcoin und Blockchain wird eigentlich erst seit fünf bis sechs Jahren ernstgenommen.

Dafür ist schon viel passiert, zum Beispiel die Tokenisierung von Wertpapieren. Ich glaube was häufig falsch verstanden wird, ist der Anspruch, dass Blockchain in jede Industrie reingeht und in jeder Industrie hochskaliert. Es geht erstmal um Finanzen das ist die für mich die primäre Industrie. Und daraus ergeben sich natürlich auch weitere Anwendungsfelder, die davon beeinflusst werden können, sei das Musik oder Logistik. Aber der erste und einfachste Use Case ist diese komplett anachronistische Infrastruktur, die wir im Bankenumfeld zum Teil noch haben. [...]

Dass ein Wertpapier 2 Tage braucht um gehandelt zu werden, dass ich Öffnungszeiten und Feiertage an den Börsen habe. Beim Internet und bei E-Mail kennt man das nicht, bei Finanzen ist das normal. Und im Logistikbereich gibt es da auch ganz viele solche Themen. Ich glaube, was all das angeht, kann Blockchain sehr

erfolgreich funktionieren, was auch bewiesen worden ist. [...] Keine große Bank lehnt das Thema mittlerweile komplett ab.

Es gibt zwar ein paar Streitfragen, also zum Beispiel wie viel findet auf einer Public Blockchain und wieviel auf einer Privaten oder ich genehmigungsfrei Blockchain statt? Die Tendenz geht ganz klar in Richtung der Tokenisierung, das ist unbestreitbar und ich glaube, da ist man schon recht weit gekommen.

[7:59] **S1:** Das deckt sich auf jeden Fall mit den Erkenntnissen der Logistikprojekte, die ich mir angeschaut habe. [...] Das Potenzial ist definitiv da, aber momentan fehlt es einfach noch an flächendeckender Adoption.

[8:45] **S2:** Die Frage der Incentivierung ist ein riesengroßes Problem. Auch im Logistikbereich gab es ganz viele Projekte, aber die Schwierigkeit, einen Standard zu kriegen, auf den man sich einigen kann, ist da. Es muss einen Konsens geben und das ist ja praktisch unmöglich. Ich kann mich noch an IBM und Maersk erinnern, die damals versucht haben ihre eigene Blockchain aufzubauen und das alles nicht so richtig funktioniert hat. Auch wenn der Ansatz durchaus Sinn gemacht hat. Trade Finance war der Schwerpunkt damals. Wie viele Mittelsmänner damit auch einfach mal rausgekickt werden können mit Hilfe von Smart Contracts. [...] Es ist ja eigentlich so klar, dass es Sinn macht, nur die Standards für die ganze Welt zu definieren ist super schwer. Gerade weil das Supply Chain Management so international ist.

[10:08] **S1:** Ja, auf jeden Fall. Hast du das Gefühl, dass die Adoption von großen Unternehmen mit der positiven Preisentwicklung von Bitcoin korreliert?

[10:39] **S2:** Selbstverständlich, das ist absolut preisgetrieben. Das ist was die Leute am Ende des Tages in der Zeitung lesen und das, was viele auch einfach interessiert: Geld verdienen und Investments. Und erst dann profitieren auch andere Themen davon. Ich habe 2017 bei DB Schenker mal eine Q&A Session gegeben. Die Fragen waren dann, wo man am besten Bitcoin kaufen kann und wo der Bitcoin Kurs hingeht. Das war natürlich überhaupt nicht das Thema, es ging um Potenzial im Logistikbereich. Das zeigt glaube ich genau, wo wir am Ende stehen.

Wir brauchen uns nichts vormachen. Wann haben wir die meisten Seitenaufrufe bei BTC-ECHO? Wenn der Kurs hochgeht. Dann schauen die Leute, was es für News dazu gibt. Am Ende des Tages ist es immer die Gier, welche das vorantreibt.

[11:57] **S1:** Mhm, okay. Dann bleibt zu hoffen, dass die Tatsache, dass Bitcoin jetzt zum globalen Finanzsystem gehört, dazu führt, dass sich mehr Menschen damit beschäftigen.

[12:13] **S2:** Total. Und am Ende geht es immer um Reputation und Namen. Black Rock und Deutsche Bank. Und wenn die das machen, dann ist das ok. Weil, dann kannst du es auch bei der BASF im Management rechtfertigen. Weil sonst hast du immer ein Rechtfertigungsproblem, gerade in Konzernstrukturen. Und sobald die großen Namen die Technologie nutzen, bekommst du auf einmal Budget freigeschaltet, dann gibt es das Okay vom Aufsichtsrat und dann kannst du auch Blockchain-Projekte eher nochmal umsetzen.

[12:39] **S1:** Auf jeden Fall. Ich würde mit dir gern zum Thema Nachhaltigkeit sprechen. [...] Wie siehst du das Potenzial in diesem Bereich?

[13:17] **S2:** Was ich dir empfehlen kann, ist eine Bitkom Studie zum Thema ReFi, also Regenerative Finance. Ich glaube, man muss differenzieren. Es gibt einfach ganz viele verschiedene Felder und dann ist die Frage wie kann ich Blockchain da einsetzen?

Ein spezielles Feld ist der CO2-Zertifikathandel. Also wie kommt Nachhaltigkeit rein, indem ich Standards kreierte und eine Nachprüfbarkeit mit Hilfe von Geodaten ermögliche? Blockchain kann nur funktionieren, wenn auch andere Dinge funktioniert. Es ist ja am Ende nur eine Datenbank und ich muss halt gute Daten haben. Wenn ich das aber schaffe, dann kann ich eben Manipulation und Greenwashing verhindern. [...] Ich glaube Tracking ist auch, was Lieferketten angeht der Klassiker und war eines der ersten Anwendungsfelder. Von Lachs bis Kaffee wurde einfach versucht zu verstehen, wo die Produkte herkommen.

Es ergibt sich natürlich immer die Frage, wer gibt die Informationen in das System rein? Wenn also schlechte Daten in die Blockchain fließen, bleibt die Datenqualität immer niedrig. Das ist die Problematik, die es zu lösen gilt. Also die Identität des Senders mit auf die Blockchain zu bekommen, durch eine Whitelist zum Beispiel. Das heißt du hast eine digitale Signatur, wirst durch einen Mittelsmann verifiziert und dann gibst du die Informationen rein. Aber das hat man noch nicht so richtig hinbekommen.

Das heißt, wir müssen noch mehr Infrastruktur schaffen bzw. Digitalisierung auch allein vorantreiben. Wenn man immer noch mit Frachtpapieren arbeitet, um Kaffee

weiterzugeben, dann habe ich halt Unterbrechung. Ich glaube, die Digitalisierung ist eine Voraussetzung losgelöst von Blockchain, um das Ganze wirtschaftlich möglich zu machen. Wenn wir das haben, müssen wir ein Identitätsthema klären, also wer sind diese digitalen Entitäten, die Informationen ins System reingeben? Dann haben wir noch die Ebene mit den IoT Geräten, wenn es zum Beispiel um Temperatur und Luftfeuchtigkeit geht bei Lieferungen. Dann noch das ganze Thema Regulatorik und die Schaffung von Standards nach EU-Normen. [...] Damit das Ganze dann in einem Gesetz berücksichtigt wird und auch eine Haftbarkeit entsteht. [...] Also sehr viele Themen. Wenn es dann noch um Geld geht, muss eine Cash Integration stattfinden. Dann musst du auch Cash on Chain haben, das heißt, das Geld darf nicht auf einem Bankkonto liegen im klassischen Sinne, sondern in Form eines Stablecoins oder so. [...] Das sind die Hürden, die ich sehe.

[17:12] **S1:** Also, ich glaube auch, dass die Lösung des *Garbage in, Garbage out* Problems eine Grundvoraussetzung ist, um viele Lösungen im Supply Chain Bereich realisierbar zu machen. [...]

[18:15] **S2:** Man muss halt versuchen eine dezentrale Identität aufzubauen. Kilt Protokoll fällt mir da als Beispiel ein, die arbeiten mit Axel Springer zusammen. Das heißt du hast Credentials und kannst irgendwann sagen, dass eine Person glaubwürdig ist. Ohne dass es eine zentrale Stelle oder ein Amt gibt, sondern weil die halt über andere zentrale Stellen schon Credentials gesammelt hat. Da besteht immer ein Restrisiko, dass es trotzdem nicht stimmt. Du hast aber zumindest eine gewisse Verantwortlichkeit oder eine gewisse Authority, um damit die Datenqualität zumindest schonmal deutlich anzuheben. [...]

Nachhaltigkeit, kann ja verschiedene Formen haben. Also Tracking wäre eher ein direkter Einfluss auf die Nachhaltigkeit, aber auch Automatisierung kann im Zweifel nachhaltig sein. Die Blockchain könnte das fehlende Puzzlestück sein, um einen Prozess zu automatisieren, weil ich vorher nicht die Möglichkeit hatte. [...] Wenn es jetzt also Themen wie Smart Contracts, digitales Geld und Tokenisierung gibt, dann können wir sicherlich dadurch Ressourcen sparen. Prozesse können dann durch einen höheren Automatisierungsgrad einfach ressourcenschonender ablaufen. [...]

Ein Beispiel gibt es bei Anleihen und Wertpapieren. Siemens hat Büros in Amsterdam von da geben, die oft Wertpapiere aus. Da muss jetzt ein Kurierdienst zu Siemens fahren und holt hunderte Seiten Papier ab. Jetzt fährt dieser Kurierdienst

dort hin und holt das ab. Dann fährt er von Amsterdam nach Frankfurt zu Clearstream, der Verwahrsgesellschaft der Deutschen Börse, wo Wertpapiere eingelagert werden. Das heißt, da fährt ein Mensch hunderte Seiten von Papier, die vorher ausgedruckt werden mit dem Auto rum und die werden dort eingelagert. Das dauert 7 Tage und ist ein Standardprozess. Und der passiert ja nicht nur einmal im Jahr. Da reden wir über Prozesse, die ständig passieren, weil Tausende Anleihen nur in Deutschland ausgegeben werden.

Ein weiterer Punkt, welcher natürlich extrem polarisiert ist das Thema Bitcoin Mining. Das kann auch nachhaltig sein, wenn wir durch regenerative kreative Energien betreiben, aber auch dadurch Energiequellen erschlossen werden, die es sonst nicht gegeben hätte. Das heißt, wir erschließen neue Energiequellen und nutzen diese. [...] Was natürlich nicht nachhaltig ist, ist wenn ich in Kasachstan Braunkohle verbrenne, um Bitcoin Mining zu betreiben. [...]

[28:53] **S1:** Mit meinen Fragen bin ich durch, du hast mir auf jeden Fall viel Stoff für weitere Recherche gegeben.

[28:55] **S2:** Cool. Ja, dann viel Erfolg und ich hoffe natürlich, dass du im Blockchain-Bereich bleibst.

[28:59] **S1:** Mal schauen. Danke dir auf jeden Fall für das Interview.

[29:10] **S2:** Gerne Christoph. Dann ein schönes Wochenende. Ciao.

Anhang E: Codierungsergebnisse in MAXQDA

Anhang E1: Codesystem Übersicht in MAXQDA

Codes	685
Barrieren und Herausforderungen der Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management	0
> Markt- und Kundenakzeptanz	63
> Technologische Barrieren	57
> Organisatorische und Governance Herausforderungen	51
> Monetäre und wirtschaftliche Barrieren	31
> Regulatorische Herausforderungen	17
> Standardisierung und Zertifizierung	17
> Datenschutz und Datensicherheit	13
Potenzial von Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management	0
> Nachhaltigkeit und Ethik	72
> Digitale Transformation	54
> Regulierungen und Compliance	39
> Nachverfolgbarkeit und Transparenz	32
> Effizienzsteigerung	31
> Sicherheit und Risikomanagement	29
> Finanztransaktionen und Zollabwicklung	22
> Vertrauen in Lieferketten	19
> Geschäftsmodellinnovationen	9
Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management	0
> Technologische Maßnahmen	33
> Externe Maßnahmen	28
> Maßnahmen zur Imageverbesserung	21
> Maßnahmen für Datenmanagement und Datenverifizierung	19
> Maßnahmen zur Definition und Priorisierung von Anwendungsfällen	18
> Governance-Strategien	10

Anhang E2: Codesystem Potenziale in MAXQDA

▼ Potenzial von Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management	0
▼ Nachhaltigkeit und Ethik	0
Beweisbarkeit der Nachhaltigkeit von Produkten	14
Generelles Potenzial für Nachhaltigkeitsanwendungen	12
Förderung digitaler CO2-Märkte	9
Digitale Produktpässe	9
Ermöglicht CO2-Emissionsmessungen entlang der Lieferkette	8
Förderung von Zirkularität	7
Förderung ethischer Entscheidungen in Lieferketten	6
Reduzierung von Greenwashing	4
Unterstützung von Unternehmen bei der Erreichung ihrer ESG-Ziele	3
▼ Digitale Transformation	0
Entwicklung und Implementierung digitaler Identitäten	16
Nutzung von Smart Contracts zur Automatisierung von Prozessen	14
Kombination von Blockchain und AI	8
Tokenisierung von Eigentumsrechten und Vermögenswerten	6
Unterstützung und Beschleunigung der digitalen Transformation in Lieferketten	6
Konvertierung von physischen Dokumenten in digitale Formate	4
▼ Regulierungen und Compliance	0
Implementierung digitaler Auditierungsprozesse	14
Erfüllung regulatorischer Anforderungen	12
Beitrag von Blockchain-Technologien zur Standardisierung von Prozessen	7
Verbesserung der Compliance-Prozesse mittels Blockchain-Technologie	4
Senkung der Kosten, welche durch das Aussenden physischer Auditierer anfallen würden	2
▼ Nachverfolgbarkeit und Transparenz	0
Nachverfolgbarkeit von Produkten entlang der Lieferkette	15
Verifizierung und Dokumentation der Herkunft von Produkten	9
Steigerung der Transparenz in Lieferketten	8
▼ Effizienzsteigerung	0
Prozessoptimierung in Lieferketten	8
Beseitigung von Intermediären	7
Vereinheitlichung von Supply Chain Management Systemen	5
Reduzierung der Kosten von Supply Chain Aktivitäten	5
Ermöglicht die Überwachung aller Lieferanten einer Lieferkette über ein einheitliches System	4
Dezentrale Technologien sind auf alle Teilnehmer einer Lieferkette anwendbar	2
▼ Sicherheit und Risikomanagement	0
Gewährleistung der Unveränderlichkeit und Fälschungssicherheit von Daten (Immutability)	12
Vermeidung von Betrug	10
Sicherheit ist ein inherenter Teil von Blockchain-Technologie	6
Senkung von Haftungsrisiken und Versicherungsprämien	1
▼ Finanztransaktionen und Zollabwicklung	0
Innovationen im Finanzwesen	13
Nutzung von Blockchain-Technologie zur Abwicklung von Zollprozessen bei Import und Export	5
Intelligente Roboter können über die Blockchain Transaktionen durchführen	3
Abwicklung von Finanztransaktionen innerhalb der Lieferkette mittels Blockchain	1
▼ Vertrauen in Lieferketten	0
Allgemeines Potenzial zur Stärkung des Vertrauens in Lieferketten	11
Aufbau von Vertrauen zwischen unbekannten Parteien	8
Geschäftsmodellinnovationen	9

Anhang E3: Codesystem Barrieren in MAXQDA

▼	Barrieren und Herausforderungen der Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management	0
▼	Markt- und Kundenakzeptanz	0
	Negative öffentliche Wahrnehmung von Kryptowährungen beeinträchtigt die Blockchain-Entwicklung	16
	Herausforderungen bei der Überzeugung von Entscheidungsträgern (Management, Vorstand, Betriebsrat)	9
	Mangelndes technologisches Verständnis von Kunden oder anderen Stakeholdern	9
	Grundsätzliche Skepsis gegenüber digitalen Technologien	8
	Technologieadoption dauert lange	6
	Fehlender Market-Pull	5
	Fehlende Zahlungsbereitschaft von Kunden oder Partnern für Blockchain-Technologie	4
	Vertrauensdefizit durch das Fehlen vertrauenswürdiger, digitaler Identitäten	3
	Abhängigkeit von wenigen Schlüsselpersonen in Organisationen	3
▼	Technologische Barrieren	0
	Mangelnde Skalierbarkeit	8
	Unzureichende Datenqualität	7
	Schwierigkeiten bei der Integration in bestehende IT-Infrastruktur	6
	Hohe Komplexität bei der Entwicklung von Blockchain-Lösungen	5
	Schwierigkeiten der Netzwerkimtegration	5
	Alternativtechnologien bieten bessere oder kostengünstigere Problemlösungen	4
	Mangelnde Integration von IoT-Geräten	4
	Herausforderung der Verknüpfung von physischen und digitalen Werten (Oracle Problem)	4
	Technologische Umsetzung spielt für Endanwender häufig keine Rolle	4
	Infrastruktur ist nicht ausreichend ausgebaut	4
	Unzureichende Transaction Process Capacity verglichen mit alternativen Lösungen	3
	Mangelnde Digitalisierung von Lieferketten	3
▼	Organisatorische und Governance Herausforderungen	0
	Abhängigkeit der Verantwortung für eine Blockchain-Lösung von einem Konsortium	10
	Blockchain-Technologie ist für große Unternehmen noch zu experimentell	7
	Konkrete Anwendungsfälle sind nicht für Blockchain-Technologie geeignet	7
	Mangel an Experten in Unternehmen	6
	Priorisierung von Eigeninteressen über Netzwerkinteressen in Unternehmen	5
	IT-Strategie von Unternehmen umfasst keine Blockchain-Lösungen	4
	Übermäßiger Fokus auf Dezentralität verlangsamt die Adoption	3
	Unzureichende oder falsche Implementierung von Governance-Strukturen	3
	Kollaborativer Ethos der Blockchain steht im Widerspruch zum Denken in Unternehmen	3
	Es wird versucht dezentrale eine Technologie zentral zu steuern	2
	Fokussierung auf das Kerngeschäft aufgrund externer Einflüsse	1
▼	Monetäre und wirtschaftliche Barrieren	0
	Unklare Kosten-Nutzen-Analyse	8
	Mangelnder wirtschaftlicher Mehrwert	7
	Unvorhersehbare Kosten aufgrund variabler Transaktionsgebühren bei Blockchain-Projekten	4
	Hohes initiales Investment notwendig	4
	Unklare Geschäftsmodelle	3
	Kostenintensive Migration von Legacy-Systemen	3
	Höhere Kosten im Vergleich zu anderen Technologien	2
▼	Regulatorische Herausforderungen	0
	Mangelnde rechtliche Rahmenbedingungen und Regulierungen	9
	Bürokratische Hürden behindern die Weiterentwicklung	5
	Vertragsschlüsse auf der Blockchain sind schwer umzusetzen	2
	Gatekeeping	1
▼	Standardisierung und Zertifizierung	0
	Komplexität durch erforderliche Abstimmungen innerhalb des Konsortiums	10
	Schwierigkeiten bei der Etablierung von Standards und Industriestandards	5
	Hohe Akzeptanz und Verbreitung bestehender Zertifizierungsstandards	2
▼	Datenschutz und Datensicherheit	0
	Datenschutzkonformität und Datensicherheit	8
	Unternehmensdaten sollen privat bleiben	5

Anhang E4: Codesystem Maßnahmen in MAXQDA

▼	Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management	0
▼	Technologische Maßnahmen	0
	Verbesserung der Datenqualität durch IoT-Geräte	9
	Automatisierung der Datenerfassung	8
	Steigerung der Interoperabilität zwischen verschiedenen Blockchain-Systemen	4
	Verbesserung der Skalierbarkeit von Blockchain-Lösungen	4
	Förderung der digitalen Transformation in Lieferketten	4
	Erhöhung der Interoperabilität mit bestehenden IT-Systemen	2
	Cash Integration in Supply Chain Systeme	2
▼	Externe Maßnahmen	0
	Aufbau sicherer und vertrauenswürdiger digitaler Identitäten	10
	Entwicklung und Implementierung von Daten- und Dokumentenstandards	9
	Schaffung regulatorischer Rahmenbedingungen zur Förderung der Adoption	9
▼	Maßnahmen zur Imageverbesserung	0
	Vermeidung des Blockchain-Begriffes bei der Bezeichnung von dezentralen Systemen	6
	Aufklärungsarbeit zu den Vorteilen dezentraler Technologien	6
	Nutzung des Marketingeffektes, den prominente Unternehmen und Organisationen erzeugen	5
	Vermarktung der Blockchain als nachhaltige Technologie	4
▼	Maßnahmen für Datenmanagement und Datenverifizierung	0
	Abwägung der Wahl zwischen öffentlicher und privater Blockchain	8
	Verifizierung von Daten durch vertrauenswürdige Drittparteien	6
	Definition der zu speichernden Datenpunkte in der Blockchain	5
▼	Maßnahmen zur Definition und Priorisierung von Anwendungsfällen	0
	Anwendung auf Märkte, Ökosysteme oder Gremien anstatt auf einzelne Marktteilnehmer	9
	Schaffung von Incentivierungen für alle Lieferkettenteilnehmer	5
	Einsatz ausschließlich in geeigneten Anwendungsbereichen	4
▼	Governance-Strategien	0
	Aufbau robuster Governance-Strukturen	7
	Aufbau von Blockchain-Kompetenzen in Unternehmen	3

Anhang F: Grafische Darstellung der Ergebnisse

Anhang F1: Potenzialbereiche von Blockchain-Technologie für das Supply Chain Management



Anhang F2: Areas of Potential for Blockchain Technology in Supply Chain Management

Areas of Potential for Blockchain Technology in Supply Chain Management



Sustainability and Ethics

- Verifiability of product sustainability
- Measurement of CO2 emissions along the supply chain
- Promotion of circular supply chains
- Reduction of fraud and greenwashing
- Support for companies in achieving their ESG goals

Digital Transformation

- Development and integration of trustworthy digital identities
- Use of smart contracts for process automation
- Combination of Blockchain and Artificial Intelligence

Regulations and Compliance

- Implementation of digital auditing processes
- Compliance with regulatory requirements
- Contribution to the standardization of processes

Traceability and Transparency

- Traceability of products along the supply chain
- Verification and documentation of product origin
- Increased transparency in supply chains

Efficiency Improvement

- Process optimization in supply chains
- Elimination of intermediaries
- Standardization of supply chain management systems

Security and Risk Management

- Immutability of data and tamper-proofing
- Fraud prevention
- Security as an inherent part of Blockchain technology

Financial Transactions and Customs Handling

- Development of innovations in the financial sector
- Handling of customs processes in import and export
- Intelligent robots can perform transactions on the Blockchain

Strengthening of Trust in Supply Chains

Business Model Innovations

Anhang F3: Barrieren und Herausforderungen für die Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management

Barrieren und Herausforderungen für die Adoption von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management



Markt- und Kundenakzeptanz

- Negative öffentliche Wahrnehmung von Kryptowährungen beeinträchtigt die Verbreitung
- Herausforderungen bei der Überzeugung von Entscheidungsträgern in Management, Vorstand und Betriebsrat
- Mangelndes technologisches Verständnis von Kunden und anderen Stakeholdern

Technologische Barrieren

- Mangelnde Skalierbarkeit
- Unzureichende Datenqualität
- Schwierigkeiten bei der Integration in Legacy-Systeme

Organisatorische und Governance Herausforderungen

- Abhängigkeit der Verantwortung für Blockchain-Lösungen von einem Konsortium
- Die Technologie ist für große Unternehmen noch zu experimentell
- Einige Anwendungsfälle sind nicht für Blockchain-Technologie geeignet

Monetäre und wirtschaftliche Barrieren

- Unklare Kosten-Nutzen-Analyse
- Mangelnder wirtschaftlicher Mehrwert
- Unvorhersehbare Kosten aufgrund variabler Transaktionsgebühren

Regulatorische Herausforderungen

- Mangelnde rechtliche Rahmenbedingungen und Regulierungen
- Bürokratische Hürden behindern die Weiterentwicklung

Barrieren der Standardisierung und Zertifizierung

- Komplexität durch erforderliche Abstimmungen innerhalb des Konsortiums
- Schwierigkeiten bei der Etablierung von Industriestandards
- Hohe Akzeptanz und Verbreitung bestehender Zertifizierungsstandards

Bedenken in Bezug auf Datenschutz und Datensicherheit

- Datenschutzerfordernisse und Datensicherheit
- Unternehmen wollen ihre sensiblen Daten nicht teilen

Anhang F4: Barriers and Challenges for the Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain Management

Barriers and Challenges for the Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain Management



Market and Customer Acceptance

- Negative public perception of cryptocurrencies hinders adoption
- Challenges in convincing decision-makers in management, board or works council
- Lack of technological understanding from customers and other stakeholders

Technological Barriers

- Lack of scalability
- Insufficient data quality in certain Blockchains systems
- System integration into legacy systems

Organizational and Governance Challenges

- Dependency on consortia for decisions regarding Blockchain solutions
- The technology is still too experimental for large companies
- Some use cases are not suitable for the technology

Monetary and Economic Barriers

- Cost-benefit analysis is often unclear
- Lack of economic value add
- Unpredictable costs due to variable transaction fees

Regulatory Challenges

- Lack of legal frameworks and regulations
- Bureaucracy hinders development

Standardization and Certification Barriers

- Complexity due to required internal consortia agreements
- Difficulties in establishing industry standards
- High acceptance of existing certification standards

Concerns Regarding Data Protection and Data Security

- Data protection and data security requirements are hard to meet
- Companies want their sensitive data to remain private

Anhang F5: Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management

Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung des Adoptionsgrades von Blockchain-Technologie im Supply Chain Management



Technologische Maßnahmen

- Verbesserung der Datenqualität durch den Einsatz von IoT-Geräten
- Automatisierung der Datenerfassung
- Steigerung der Interoperabilität zwischen verschiedenen Blockchain-Systemen
- Verbesserung der Skalierbarkeit von Blockchain-Lösungen
- Förderung der digitalen Transformation in Lieferketten
- Erhöhung der Interoperabilität mit Legacy-Systemen
- Cash Integration in Supply Chain Systeme

Externe Maßnahmen

- Aufbau sicherer und vertrauenswürdiger digitaler Identitäten
- Entwicklung und Implementierung von Daten- und Dokumentenstandards
- Schaffung regulatorischer Rahmenbedingungen
- Weiteres Voranschreiten des Nachhaltigkeitstrends

Maßnahmen zur Imageverbesserung

- Vermeidung des Blockchain-Begriffs bei der Bezeichnung von dezentralen Systemen
- Aufklärungsarbeit zu den Vorteilen dezentraler Technologien
- Nutzung des Marketingeffekts, den prominente Unternehmen und Organisationen erzeugen

Maßnahmen für Datenmanagement und Datenverifizierung

- Abwägung der Wahl zwischen öffentlichen und privaten Blockchains
- Verifizierung von Daten durch vertrauenswürdige Drittparteien
- Definition der zu speichernden Datenpunkte in der Blockchain

Maßnahmen zur Definition und Priorisierung von Anwendungsfällen

- Anwendung auf Märkte, Ökosysteme oder Gremien anstatt auf einzelne Marktteilnehmer
- Schaffung von Incentivierungen für alle Beteiligten einer Lieferkette
- Einsatz ausschließlich in geeigneten Anwendungsbereichen

Governance-Strategien

- Aufbau robuster Governance-Strukturen
- Aufbau von Blockchain-Kompetenzen in Unternehmen

Anhang F6: Measures and Strategies to increase the Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain Management

Measures and Strategies to increase the Adoption of Blockchain Technology in Supply Chain Management



Technological Measures

- Improvement of data quality through the integration of IoT devices
- Automation of data collection
- Enhancement of interoperability between Blockchain systems
- Improvement of scalability of Blockchain solutions
- Promotion of digital transformation in supply chains
- Increasing interoperability with legacy systems
- Cash integration into supply chain systems

External Measures

- Development of secure and trustworthy digital identities
- Standardization of data and documents
- Creation of regulatory frameworks
- Further advancements of the sustainability megatrend

Measures for Image Improvement

- Avoidance of the term “Blockchain” when referring to decentralized systems
- Educational work on the benefits of decentralized technologies
- Strategic utilization of the marketing effect created by prominent companies and organizations

Measures for Data Management and Data Verification

- Consideration of the choice between public and private Blockchains
- Data verification through trusted third parties
- Definition of data points to be stored on the Blockchain

Measures for Definition and Prioritization of Use Cases

- Application of Blockchain to markets and ecosystems instead of individual market participants
- Creation of incentives for all supply chain participants
- Usage only for suitable application areas

Governance Strategies

- Establishment of robust governance structures
- Building Blockchain competencies within companies