Working Paper Series
of the Institute of
Business Management

Diskussionspapiere
des Betriebswirtschaftlichen
Instituts

Julius-Maximilians-
UNIVERSITÄT
WÜRZBURG

2019/7

Lukas-Valentin Herm
Christian Janiesch

Anforderungsanalyse für eine Kollaborationsplattform in Blockchain-basierten Wertschöpfungsnetzwerken

Working Paper Series of the Institute of Business Management

This working paper series is issued by the Institute of Business Management of the University of Würzburg. It aims for quick dissemination of new research results and publishes research papers in all areas of business management.

Diskussionspapiere des Betriebswirtschaftlichen Instituts

Die vorliegenden Diskussionspapiere werden vom betriebswirtschaftlichen Institut der Universität Würzburg mit dem Ziel herausgegeben, neue Forschungserkenntnisse schnell zu veröffentlichen. Die Themen entstammen dem gesamten Spektrum der Betriebswirtschaftslehre.

© Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Betriebswirtschaftliches Institut
Sanderring 2
D-97070 Würzburg
Tel.: +49 (0) 931 / 31-82901
Fax: +49 (0) 931 / 31-87274
http://www.bwl.uni-wuerzburg.de
Alle Rechte vorbehalten.
Würzburg 2019.

Dieses Dokument wird bereitgestellt durch den Publikationsservice der Universität Würzburg.

Universitätsbibliothek Würzburg
Am Hubland
D-97074 Würzburg
Tel.: +49 (0) 931 / 31-85906
opus@bibliothek.uni-wuerzburg.de
https://opus.bibliothek.uni-wuerzburg.de
Titelblattgestaltung / Fotos: Kristina Hanig

ISSN: 2199-0328

Citation / Zitation dieser Publikation:

Herm, L.-V.; Janiesch, C. (2019): Anforderungsanalyse für eine Kollaborationsplattform in Blockchain-basierten Wertschöpfungsnetzwerken. Working Paper Series of the Institute of Business Management, 2019/7. Würzburg: University of Würzburg. DOI: 10.25972/OPUS-18886

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis ..... **iii**
Tabellenverzeichnis ..... **v**
Abkürzungsverzeichnis ..... **vi**
1 Einleitung **1**
2 Theoretische Grundlagen **4**
2.1 Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsnetzwerke 4
2.2 Supply Chain Management 7
2.3 Einsatz der Blockchain in Wertschöpfungsnetzwerken 12
3 Rahmenwerk **27**
3.1 Einordnung in einen Service-Engineering-Ansatz 27
3.2 Vorgehen 28
3.2.1 Darstellung der Literaturanalyse 28
3.2.2 Darstellung der Interviewstudie 36
3.2.3 Darstellung der Anforderungsanalyse 48
3.2.4 Darstellung der Plattform- und Szenario-Konzeption 52
3.3 Verwandte Forschungsarbeiten 53
4 Definition von Anforderungen **55**
4.1 Daten-Synthese für die Anforderungsdefinition 55
4.1.1 Analyse der Dimensionen anhand Literatur-Synthese 55
4.1.2 Analyse der Dimensionen anhand Interviewstudie-Synthese 64
4.2 Durchführung der Anforderungsanalyse 74
4.2.1 Darstellung des Fragebogens für die Validierung und Priorisierung 74
4.2.2 Ergebnis der Anforderungsdefinition 76
4.2.3 Ergebnis der Anforderungspriorisierung und -Klassifizierung 86
4.3 Ergebnis der Anforderungsanalyse 89
5 Konzeption Kollaborationsplattform und Anwendungsszenario **94**
5.1 Aufbau der Kollaborationsplattform 94
5.2 Prozessdarstellung innerhalb der Kollaborationsplattform 97
5.3 Entwicklung und Nutzung von Dienstleistungen 100
5.4 Darstellung eines Anwendungsszenarios 101
6 Fazit **104**
Literaturverzeichnis **107**

Anhang A – Literaturanalyse.....126
Anhang B – Experteninterviews.....132
Anhang C – Fragebogen zur Validierung und Priorisierung der Anforderungen.....150

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung einer Wertschöpfungskette (eigene Darstellung in Anlehnung an Chopra und Meindl (2016, 2)) 4

Abbildung 2: Verallgemeinerte und beispielhafte Darstellung eines Wertschöpfungsnetzwerkes (eigene Darstellung in Anlehnung an Chopra und Meindl (2016, 3) und Stadtler (2015, 10)) 6

Abbildung 3: Darstellung einer bespielhaften DSC und einer Dienstleistungsplattform (Yan et al. 2014, 4) 9

Abbildung 4: Generalisierte Darstellung mehrerer verteilter Knoten im Blockchain-Umfeld (eigene Darstellung in Anlehnung an Lin und Liao (2017, 655)) 12

Abbildung 5: Verallgemeinerte Darstellung einer Blockchain (eigene Darstellung in Anlehnung an Zheng et al. (2018, 355) und Nakamoto (2008, 3)) 15

Abbildung 6: Schematische Darstellung einer Hyperledger Fabric Blockchain (Xu et al. 2019b, 40) 20

Abbildung 7: Anwendung einer Blockchain-Plattform bei Wertschöpfungsnetzwerken in Anlehnung und Erweiterung an die OriginChain (eigene Darstellung in Anlehnung an Xu et al. (2019b, 283) und Banerjee (2018, 73)) 25

Abbildung 8: Vorgehen in einem Service-Engineering-Ablauf nach Meiren und Barth (2002, 20) 27

Abbildung 9: Vorgehen in Anlehnung an Meiren und Barth (2002, 20) 27

Abbildung 10: Framework der Literaturrecherche nach vom Brocke et al. (2009, 6) 29

Abbildung 11: Ergebnisverteilung der Literaturanalyse (Stand: 30.05.2019) 32

Abbildung 12: Anzahl der betrachteten Veröffentlichungen pro Jahr 33

Abbildung 13: Verteilung der Beitrage der Literaturanalyse nach Jahr und Typ 34

Abbildung 14: Verteilung der beschriebenen Dimensionen in der Literatur 35

Abbildung 15: Verteilung der befragten Personen zur Selbsteinschätzung des Wissenstandes zur Blockchain-Thematik sowie zu Wertschöpfungsnetzwerken 47

Abbildung 16: Verteilung der befragten Unternehmen 48

Abbildung 17: Vorgehen bei der Anforderungsanalyse (eigene Darstellung in Anlehnung an (Abran 2004, 2:1-2:12)) 48

Abbildung 18: Darstellung der Anwendung der Methodik in der Anforderungsanalyse (in Anlehnung an Abran (2004, 2:1-2:12)) 51

Abbildung 19: Vergleich zwischen Double Chain (a) und zulassungsbeschränkter Blockchain (b) (in Anlehnung an Cash und Bassiouni (2018, 142), Tian (2016, 5)) 56

Abbildung 20: Verteilung der Selbsteinschätzungen innerhalb der befragten Personen bei der Anforderungs-Priorisierung und Validierung 76

Abbildung 21: Skala für die Einordnung der Priorisierung 87

Abbildung 22: Darstellung der konzeptionierten Kollaborationsplattform 94

Abbildung 23: Prozessdarstellung der Zulassung auf der Kollaborationsplattform anhand BPMN 2.0.2 97

Abbildung 24: Vorgehen bei der Block -Generierung und –Validierung auf der Kollaborationsplattform 98

Abbildung 25: Darstellung des Wertschöpfungsnetzwerkes für das Anwendungsszenario 101

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich verschiedener Blockchain-Formen (in Anlehnung an Zheng et al. (2018, 358) und Albrecht et al. (2018, 3529)) 14

Tabelle 2: Taxonomie der Literaturrecherche in Anlehnung an Cooper (1988, 109) 29

Tabelle 3: Beschreibung der Suchbegriffe für die Literaturanalyse 31

Tabelle 4: Einteilung von Anspruchsgruppen anhand verschiedener Forschungsbeiträge 39

Tabelle 5: Fragen anhand erhobenen Dimensionen für die Experteninterviews 44

Tabelle 6: Verteilung der Interviewstudien 45

Tabelle 7: Beschreibung der befragten Personen in der Interviewstudie 46

Tabelle 8: Beschreibung der befragten Unternehmen in der Interviewstudie 47

Tabelle 9: Musterbeispiel einer Anforderung für die Validierung und Priorisierung 74

Tabelle 10: Zusätzlich befragte Personen durch den Fragebogen 75

Tabelle 11: Ergebnis und Verteilung der Anforderungspriorisierung 88

Tabelle 12: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (1/5) 89

Tabelle 13: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (2/5) 90

Tabelle 14: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (3/5) 91

Tabelle 15: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (4/5) 92

Tabelle 16: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (5/5) 93

Tabelle 17: Suchausdruck, Einschränkungen und Umfang der erhobenen Literaturanalyse durch die verschiedenen Datenbanken (Anhang) 126

Tabelle 18: Verteilung von Beitragen innerhalb der Literaturanalyse (Anhang) 128

Tabelle 19: Konzept-Matrix der Literaturanalyse nach Webster und Watson (2002, xviii) (Anhang) 129

Abkürzungsverzeichnis

AES	Advanced Encryption Standard
BPMN	Business Process Model and Notation
DAO	Dezentrale autonome Organisation
dApps	Dezentralisierte Applikationen
DSC	Digital Supply Chain
DSGVO	Datenschutzgrundverordnung
ECDSA	Elliptic Curve Digital Signature Algorithm
ERP	Enterprise Resource Planning
FAQ	Frequently Asked Questions
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
HTML	Hypertext Markup Language
IoT	Internet of Things
JSON	JavaScript Object Notation
LSTM	Long Short Term Memory
MSP	Membership Service Provider
MTR	Merkle Tree Root
NFC	Near Field Communication
OPC-UA	Open Platform Communications Unified Architecture
pBFT	Praktische byzantinische Fehlertoleranz
PoS	Proof-of-Stake
PoW	Proof-of-Work
QR	Quick Response
RFID	Radio-Frequency Identification
SCM	Supply Chain Management
SLA	Service Level Agreement
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
UDP	User Datagram Protocol
UI	User Interface
XML	Extensible Markup Language

1 Einleitung

Aufgrund der Globalisierung müssen Unternehmen auf einem internationalen Wettbewerbermarkt konkurrieren (Levitt 1993, 92ff.). Gleichzeitig entstehen durch die Globalisierung sowie Digitalisierung neue Potentiale für die Unternehmen. Diese Faktoren ermöglichen es Unternehmen, durch internationale Kooperationen, Teil von komplexen Wertschöpfungsprozessen zu werden und gestattet damit u.a. eine Spezialisierung auf Kernkompetenzen und damit eine Verbesserung von Effizienz und Effektivität innerhalb einer Produktion (Humphrey 2003, 121f.; Håkansson und Persson 2004, 11f.).

Kooperationen innerhalb eines Wertschöpfungsprozesses werden als Teil der Wertschöpfungskette bezeichnet und entwickelten sich zu mehrdimensionalen Wertschöpfungsnetzwerken mit gegenseitigen Wertschöpfungspartnerschaften, welche in vielen Bereichen Anwendung finden (Stengel 2013, 20; Jurczak und Kopeć 2019, 215ff.; Herczeg et al. 2018, 1074f.).

Durch die rechtliche Selbständigkeit der gleichberechtigten Partner innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes können jedoch auch Probleme entstehen (Zentes et al. 2005, 6; Sydow 2013, 79f.). Denn Justierungen einzelner Bestandteile innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes können inhärente Risiken und damit auch Folgen für den kompletten Wertschöpfungsprozess entstehen lassen (Waters 2011, 49f.). Ebenso kann die Komplexität und Intransparenz innerhalb eines mehrdimensionalen Wertschöpfungsnetzwerkes begünstigen, dass Kooperationspartner betrügerische Praktiken anwenden und verbergen wollen (Triepels et al. 2018, 193f.; Yang et al. 2019, 308f.; Li 2013, 167f.).

Auch die Entwicklung von digitalen Plattformen, welche eine Auflösung von siloartigen Datenhaltungen innerhalb der genutzten Informationssysteme der Wertschöpfungsnetzwerke und damit eine Überwachung, Steuerung und Verbesserung der Wertschöpfungsnetzwerke ermöglichen, können die Problematik des fehlenden Vertrauens in unbekannte Kooperationspartner nicht beheben (Wu et al. 2016, 397–408; Yan et al. 2014, 4; Wu et al. 2014, 130f.). Ein Lösungsansatz stellt die Blockchain-Technologie dar (Korpela et al. 2017, 4189).

Das Verbundprojekt „Plattform für das integrierte Management von kollaborativen Wertschöpfungsnetzwerken“ (PIMKoWe) beschäftigt sich mit dieser Problemstellung. Ziel ist die Gestaltung und Entwicklung eines Plattformdemonstrators für betriebswirtschaftlicher Daten innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerke. Als Adressierung der genannten Probleme innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes soll die Blockchain-Technologie eingesetzt werden (PIMKoWe 2018a).

Bei der Blockchain-Technologie handelt es sich um ein transparentes, dezentrales und verteiltes Verfahren zur verketteten Speicherung von Transaktionen innerhalb eines Prozesses (Nakamoto 2008, 1ff.; Viriyasitavat und Hoonsopon 2019, 34). Durch die Unveränderlichkeit und Transparenz von Transaktionen innerhalb einer Blockchain werden Manipulationen und damit Betrugsversuche bei Handelsbeziehungen in einem Wertschöpfungsnetzwerk erschwert (Min 2019, 36f.; Xu et al. 2019b, 5ff.). Die Blockchain-Technologie gewährleistet somit, trotz nicht vorhandenem Vertrauen in die Kooperationspartner, ein Vertrauen in die Fälschungssicherheit aller gespeicherten Transaktionen (Wang et al. 2017, 72). Der Einsatz der Blockchain-Technologie ermöglicht es ebenso Prozesse in Handelsbeziehungen zu automatisieren, digitalisieren und in Echtzeit zu überwachen (Iansiti und Lakhani 2017, 127; Bocek et al. 2017, 772). Der Einsatz von Blockchain innerhalb Wertschöpfungsnetzen kann somit eine disruptive Transformation der digitalen Wertschöpfungsnetzwerke erzeugen (Korpela et al. 2017, 4189; Leng et al. 2018, 643).

Die Umsetzung erfolgt nach Beiträgen wie Lu et al. (2019b, 401) oder Xu et al. (2019b, 242) durch eine Plattform, welche die Problematiken von Wertschöpfungsnetzwerken adressieren kann und damit eine praxistaugliche Lösung zur Überwachung, Steuerung und Verbesserung dieser ermöglicht (Korpela et al. 2017, 4185ff.; Baruffaldi und Sternberg 2018, 3939). Um eine Gestaltung sowie Realisierung einer solchen Plattform zu ermöglichen, ist es zuerst notwendig Anforderungen für diese, anhand von potentiellen Nutzern der Plattform, zu erheben. Mittels dieser Anforderungen kann der Umfang der Plattform festgelegt werden.

Ziel des Arbeitsberichtes soll daher sein, folgende Fragen zu beantworten:

> *F1) Wer sind potentielle Nutzer dieser Kollaborationsplattform und welchen Anspruchsgruppen können sie zugeordnet werden?*
>
> *F2) Welche Anforderungen bestehen an eine Kollaborationsplattform für ein Blockchain-basierendes Wertschöpfungsnetzwerk und wie lassen sich diese Anforderungen priorisieren?*
>
> *F3) Wie kann eine Plattformkonzeption sowie ein potenzielles Anwendungs-szenario basierend auf den genannten Anforderungen gestaltet werden?*

In Kapitel 2 werden die notwendigen theoretischen Grundlagen zu Wertschöpfungsnetzwerken, der Blockchain-Technologie sowie ein Konzept der Verknüpfung beider Thematiken vermittelt.

Das 3. Kapitel zeigt das für den Arbeitsbericht genutzte methodische Vorgehen, welches in Kapitel 4 und 5 Anwendung findet. Ebenso wird in diesem Kapitel mittels Literaturanalyse nach dem Rahmenwerk von vom Brocke et al. (2009, 6) der aktuelle wissenschaftliche Stand über die Anwendung von Plattformen basierend auf der Blockchain-Technologie bei

Wertschöpfungsnetzwerken bestimmt. Ebenso wird die Datenerhebung für die Experteninterviews, welche nach einer qualitativen Querschnittsanalyse nach Wilde und Hess (2007, 280–286) ausgewertet werden, beschrieben. In diesem Abschnitt wird ebenso eine Literaturanalyse vorgenommen, um die potentiellen Nutzer einer solchen Plattform zu bestimmen und anschließend zu klassifizieren. Dieses Vorgehen dient zur Beantwortung der *Forschungsfrage F1*.

Kapitel 4 dient der Definition von Anforderungen. Zur rigorosen Definition der Anforderungen wird eine Vorgehensweise nach IEEE Computer Society sowie Abran (2004, 2:1ff.) gewählt. Hierzu wird im ersten Schritt auf Basis der Datenerhebungen aus der Literaturanalyse sowie Experteninterviews eine Synthese der jeweiligen Ergebnisse vorgenommen. Diese Daten werden anschließend zur Definition der Anforderungen zur Umsetzung einer serviceorientierten und Blockchain-basierten Kollaborationsplattform genutzt. Ein zusätzlicher Fragebogen validiert und priorisiert anschließend die definierten Anforderungen und sichert somit die Qualität dieser Anforderungen. Dieses Vorgehen dient zur Beantwortung der *Forschungsfrage F2*.

Nach dem Service-Engineering-Ansatz von Meiren und Barth (2002, 20) wird nach der Anforderungsdefinition eine Konzeption der Plattform vorgenommen. Dies wird in Kapitel 5 umgesetzt. Zusätzlich wird in diesem Kapitel ein potentielles Anwendungsszenario, auf Basis der Expertenbefragung, präsentiert. Durch dieses Vorgehen wird durch das Kapitel sieben die *Forschungsfrage F3* beantwortet.

Abschließend findet in Kapitel 6 eine Zusammenfassung der Ziele und Ergebnisse statt. Ebenso wird eine Limitation in Verbindung mit einer kritischen Würdigung präsentiert. Ein Forschungsausblick rundet den Bericht ab.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsnetzwerke

Struktur von Wertschöpfungsketten

Eine *Wertschöpfungskette* stellt einen Materialfluss zwischen mehreren Prozessen, welche an der Wertschöpfung eines Produktes teilhaben, innerhalb eines Unternehmens bis hin zum Kunden entlang einer Lieferkette dar (Oliver und Webber 1982, 67f.; Dorobek 2013, 4). Im einfachsten Fall kann dies innerhalb eines Unternehmens sein. Bei einem solchen Prozess kann es sich z. B. um Lagerhaltung, Distribution, Produktion oder Verkauf handeln. Innerhalb einer solchen Wertschöpfungskette ist es notwendig, dass alle Prozesse einer Kette verzahnt und harmonisch miteinander funktionieren (Wannenwetsch 2014, 1f.; Werner 2013, 7). Diese beschriebene Wertschöpfungskette wird nur innerhalb eines Unternehmens eingesetzt. Unternehmensübergreifende Wertschöpfungsketten stellen dagegen eine horizontale Kooperation mehrerer Unternehmen dar (Lambert et al. 1998, 25ff.).

Die Autoren La Londe und Masters (1994, 37) definieren eine Wertschöpfungskette als eine horizontale Verkettung von mehreren Firmen, welche an einem Materialfluss beteiligt sind. Dabei sind diese Firmen unabhängig voneinander und zeichnen sich durch verschiedene Kernkompetenzbereiche aus. Nach den Autoren Lambert et al. (1998, 4f.) kann diese Definition noch weiter gefasst werden. So zeichnet sich eine Wertschöpfungskette als eine Verknüpfung von mehreren Firmen aus, welche ein Produkt oder einen Service einem bestimmten Markt zur Verfügung stellen. Somit muss nicht mehr zwingend ein konkreter Materialfluss vorhanden sein, sondern die Weiterleitung, Verarbeitung und damit Wertschöpfung eines Services über mehrere Firmen hinweg kann ebenfalls als Wertschöpfungskette erfasst werden. Für das weitere Verständnis wird diese Definition angenommen.

Im Folgenden wird eine beispielhafte horizontale Wertschöpfungskette, in die mehrere Firmen integriert sind, dargestellt.

Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung einer Wertschöpfungskette (eigene Darstellung in Anlehnung an Chopra und Meindl (2016, 2))

Ein Wertschöpfungsprozess wp_i wird nach Pibernik und Isermann (2001, 144f.) und Harrington (1991, 9) als Transformation eines eingehenden Objektes $X_{i,j}^{In}$ mit einer Menge $j = \{1,..,J\}$ in ein aus dem Prozess entstandenes Objekt $X_{i,k}^{Out}$ mit der Menge $k = \{1,..,K\}$ bezeichnet. Die Differenz zwischen den beiden Objekten $X_{i,j}^{In}$ und $X_{i,k}^{Out}$ ist als Wertschöpfung

zu verstehen. Dies gilt für alle $i = \{1, .., I\}$ und wird durch folgenden Sachverhalt dargestellt (Pibernik und Isermann 2001, 150f.).

$$wp_i\colon X_{i,j}^{In} \mapsto X_{i,k}^{Out} \quad \forall i, j$$

$$Wertschöpfung_{i,k} = X_{i,k}^{Out} - \sum_{j}^{J} X_{i,j}^{In} \quad \forall i, k$$

Die aus der Wertschöpfungskette resultierende Gewinnspanne bemisst sich aus der Differenz zwischen dem ins gesamten Mehrwert, der durch die Wertschöpfungskette erwirtschaftet wird und aller Kosten, welche durch die Wertschöpfungskette entstehen (Pibernik und Isermann 2001, 150f.).

Entwicklung von Wertschöpfungsketten zu Wertschöpfungsnetzwerken

Gründe der Kooperation zwischen mehreren Unternehmen. Durch die Entstehung der Globalisierung müssen Unternehmen auf einem internationalen Wettbewerbermarkt konkurrieren, denn Konsumenten oder Manufakturen sind nicht mehr an lokale Unternehmen, Produktionen oder Lieferanten gebunden, sondern können sich auf einem globalen Markt orientieren (Levitt 1993, 92ff.). Die Entwicklung der Informations- sowie Kommunikations-technik begünstigt diese globale Orientierung. Dies hat zur Folge, dass ein höherer Konkurrenzdruck entsteht und Unternehmen möglichst effizient und effektiv handeln müssen, um sich gegen ihre Konkurrenten durchsetzen zu können. Ein Ansatz, um effizient als auch effektiv auf einem globalen Markt zu interagieren, sind Kooperationen. Durch diese Kooperationen zwischen mindestens zwei Unternehmen können Wettbewerbsvorteile für alle Parteien entstehen. (Werner 2013, 9f.; Wannenwetsch 2014, 4; Humphrey 2003, 120ff.).

Durch Kooperationen müssen einzelne Unternehmen nicht mehr alle Prozesse und Komponenten selbst übernehmen, sondern können diese an fremde Unternehmen bzw. Kooperationspartner, welche als Dienstleister fungieren abgeben. So kann sich das eigentliche Unternehmen auf die firmeneigenen Kernkompetenzen und damit auf spezifische Abschnitte innerhalb einer Wertschöpfungskette konzentrieren (Humphrey 2003, 121f.; Håkansson und Persson 2004, 11f.). Um individuelle Unternehmen als Kooperationspartner zu gewinnen, müssen für alle Parteien über längere Sicht Vorteile erzielt werden. Dies geschieht meist durch gemeinsame Unternehmensziele, welche durch eine Kooperation Synergieeffekte entstehen lassen können (Rath 1990, 9f.; Stadtler 2015, 9ff.). Eine weitere Form des Zusammenschlusses mit Unternehmen bildet die Möglichkeit der Abspaltung von Teilbereichen eines Unternehmens sowie deren Übernahme durch andere Unternehmen (eng. merge and acquisition). Die Form der Kooperation innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken bietet jedoch einen entscheidenden Vorteil für die Unternehmen. So bleiben alle beteiligten Unternehmen rechtlich unabhängig, und somit auch eigenständig. Die Kooperation wird daher

auf zuvor definierten Verträgen geschlossen. Kommt es zu Vertragsbrüchen oder Differenzen bei künftigen Unternehmensteilzielen ist eine Trennung im Vergleich zur Abspaltung und Übernahme von anderen Unternehmen leichter zu vollziehen (Goetschalckx und Fleischmann 2005, 117; Rath 1990, 9f.).

Entwicklung zu Wertschöpfungsnetzwerken. Durchzunehmenden Wettbewerbsdruck zwischen global agierenden Unternehmen, sind diese Unternehmen gezwungen flexibler zu arbeiten und damit mehrere Kundenbestellungen gleichzeitig zu bedienen. Daher ist es notwendig, die Komplexität zu verringern und sich auf bestimmte Prozesse der Wertschöpfungskette zu fokussieren (Stadtler 2015, 9). Diese zunehmende Komplexität, innerhalb von Wertschöpfungsketten, resultiert in einer vertikalen Integration mehrerer Unternehmen pro Prozessabschnitt. Dies wird auch nach Stengel (2013, 18) wie folgt beschrieben:

> *„[..] Wertschöpfungsnetzwerke sind Unternehmensnetzwerke, in denen unternehmensübergreifend Leistungen erstellt werden. Sie stellen Mehrfachverflechtungen von bilateralen Wertschöpfungspartnerschaften dar [..]“ (Stengel 2013, 18)*

Dabei entsteht ein Netzwerk von Unternehmen, welche eine heterogene Beziehung zueinander haben und über mehrere Stufen innerhalb des Produktionsprozesse interagieren (Pibernik und Isermann 2001, 141). Die Kooperationen zwischen den verschiedenen Unternehmen sind dabei bilateral (Stengel 2013, 18). Diese komplexen Wertschöpfungsnetzwerke werden auch als „Value Webs“ oder „Supply Chain Networks“ bezeichnet (Andrews und Hahn 1998, 7; Chopra und Meindl 2016, 141). Im Folgenden wird ein beispielhaftes Wertschöpfungsnetzwerk dargestellt.

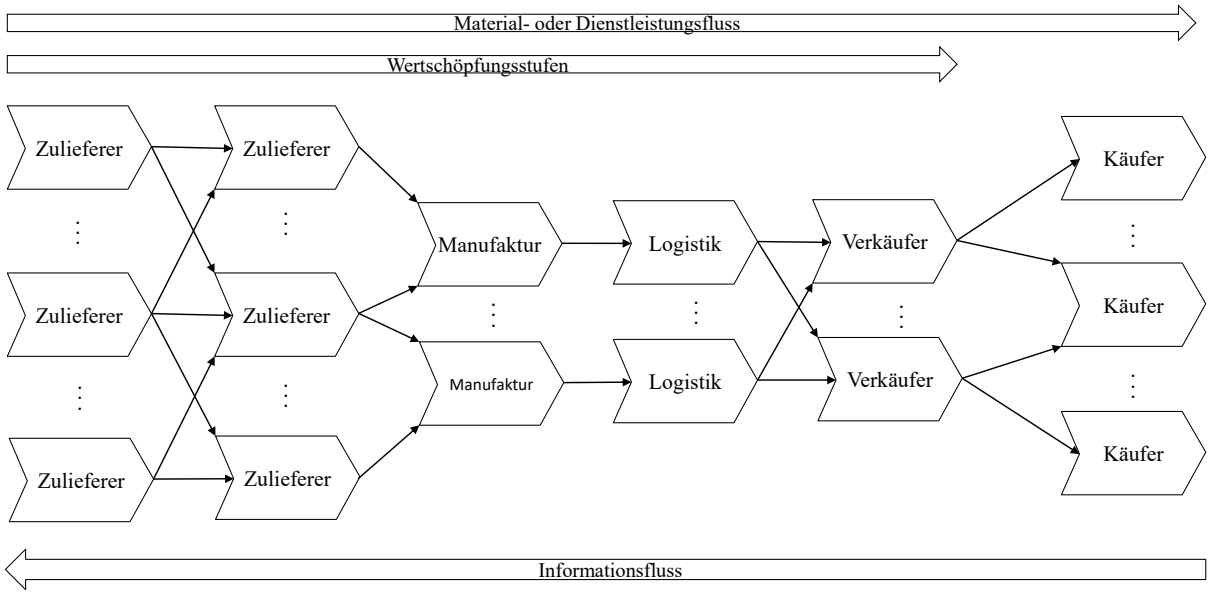


Abbildung 2: Verallgemeinerte und beispielhafte Darstellung eines Wertschöpfungsnetzwerkes (eigene Darstellung in Anlehnung an Chopra und Meindl (2016, 3) und Stadtler (2015, 10))

Abbildung 2 zeigt, im Vergleich zu Abbildung 1, die Integration von mehreren beteiligten Unternehmen sowohl auf horizontaler als auch auf vertikaler Ebene. Dabei führt über mehrere Wertschöpfungsstufen (Zulieferer, Veredler, Manufaktur, Logistik und Verkäufer) der Güter- bzw. Dienstleistungsfluss zu den Kunden bzw. Konsumenten des Produktes oder der Dienstleistung. Der Grad der Spezialisierung nimmt laut Håkansson und Persson (2004, 20f.) bei zunehmender Wertschöpfungsstufe ab. Somit hat ein Zulieferer eines bestimmten Bauteils eine höhere Spezialisierung bei der Produktion dieser Komponenten als eine Produktion, welche verschiedene vorbehandelte Komponenten zu einem Produkt verarbeitet. Der Informationsfluss stellt die Kommunikation beispielsweise. bei Kapazitätsanpassungen innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes dar (Stadtler 2015, 11).

2.2 Supply Chain Management

Grundlagen des Supply-Chain-Managements

Die Definitionen des Begriffes *Supply Chain Management* (SCM) weichen je nach Autor voneinander ab. Nach Harrington (1995, 30f.) und Cooper et al. (1997, 2f.) ist das SCM für die Abwicklung von Material- und Informationsflüssen zuständig. Christopher (2004, 15) und Ellram und Cooper (1990, 2) erweitern dieses Ansatz. Hier werden nur Prozesse und Aktivitäten betrachtet, welche zur Wertschöpfung für den Konsumenten beitragen. Aktuellere Beiträge wie von Håkansson und Persson (2004, 11f.) beschreiben das SCM als ein strategisches Managementkonzept, um die Wettbewerbsfähigkeit und Profitabilität der involvierten Unternehmen sowie der ganzen Wertschöpfungskette zu verbessern. Obwohl verschiedene Definitionen für die Anwendungsbereiche des SCM existieren, wird in der Literatur einheitlich das SCM als die Verwaltung von Aktivitäten innerhalb einer Wertschöpfungsnetzwerk bzw. in Werteketten erfasst (Wannenwetsch 2014, 1; Christopher 2016, 14f.; Werner 2013, 8). Daher wird für das weitere Vorgehen dies als Annahme herangezogen.

Das Ziel einer SCM kann dabei durch eine Formel verallgemeinert werden (Abwandlung in Anlehnung an (Chopra und Meindl 2016, 3)):

$$\textit{Supply Chain Mehrwert} = \sum_i^I (\, Kundenbereitschaft_i) - \sum_j^J (Supply\ Chain\ Kosten_{j)}$$

Die Bewertung einer Wertschöpfungskette bzw. Wertschöpfungsnetzwerkes erfolgt nach Chopra und Meindl (2016, 3) anhand einer Rentabilität, welche es zu maximieren gilt. Diese Rentabilität ist die Summe aller Beträge, die alle individueller $Kunden_i$ bereit sind, für das Produkt oder die Dienstleistung zu zahlen abzüglich aller $Kosten_j$, welche an einem

$Prozessabschnitt_j$ innerhalb einer Wertschöpfungskette bzw. eines Wertschöpfungsnetzwerkes entstehen können. Mit den individuellen Kosten $j = \{1, .., J\}$ und der Rentabilität eines Kunden als Teil der Menge $i = \{1, .., I\}$.

Um das Ziel der SCM zu erreichen müssen Aktivitäten bzw. Eigenschaften innerhalb der Kooperationspartner gegeben sein (Mentzer et al. 2001, 8f.; Butner 2010, 22ff.; Hugos 2018, 5; Mangan und Lalwani 2016, 16). Diese werden im Folgenden aufgelistet und prägnant beschrieben.

- *Integriertes Verhalten* – Kunden sowie Lieferanten müssen in den Prozess mit einbezogen werden (Bowersox und Closs 1997, 91; Butner 2010, 22).
- *Bereitschaft des Informationsaustausches* – Um eine effiziente, effektive Gestaltung und Überwachung der Wertschöpfungskette vorzunehmen müssen alle relevanten Informationen zwischen allen Beteiligten ausgetauscht werden (Ellram und Cooper 1990, 3f.; Hugos 2018, 5).
- *Gemeinsame Risikobereitschaft* – Um Kooperationen zu gestalten, müssen alle Beteiligten bereit sein, gemeinsame Risiken einzugehen (Ellram und Cooper 1990, 7; Butner 2010, 22).
- *Kooperation* – Partner innerhalb einer Wertschöpfungskette müssen bei verschiedenen Aktivitäten kooperieren, um ein höchst mögliches Ergebnis zu erzielen (Anderson und Narus 1990, 44; Mangan und Lalwani 2016, 16).
- *Gleiche Zielausrichtung* – Alle Teilhaber an der Wertschöpfungskette müssen die gleichen Ziele im Hinblick auf die Kundenbefriedigung anstreben (La Londe und Masters 1994, 38).
- *Integration von Prozessen* – Alle betroffenen Prozesse in einer Wertschöpfungskette müssen durch das SCM implementiert werden. Dies kann auch durch externe Service Provider erfolgen (Manrodt et al. 1997, 82f.; Hugos 2018, 5).
- *Aufbau von langwierigen Partnerschaften* – Nach Cooper et al. (1997, 5f.) sind langwierige Partnerschaften notwendig, um ein effizientes SCM aufzubauen.
- *Nutzen von Wachstumspotentialen* – Durch neue Kooperationen und damit weiteres Wachstum des Wertschöpfungsnetzwerkes kann der Umsatz aller Beteiligten maßgeblich verbessert werden (Butner 2010, 22).
- *Handhabung des Peitscheneffektes* – Bewältigung und Kommunikation von Schwankungen von Bestellungen (Lee et al. 1997, 94).

Digitale Supply-Chain-Networks

Im Gegensatz zu einer Wertschöpfungskette, wird diese bei der *digitalen Supply Chain* (DSC) durch Integration und Vernetzung von Informationssystemen erweitert. Diese Erweiterung ermöglicht, die siloartige Datenhaltung verschiedener Unternehmen und Informationssysteme

innerhalb einer Wertschöpfungskette zu überwinden. Das Ergebnis stellt ein transparentes und überwachbares Ökosystem dar. So ist eine DSC heutzutage nicht als Innovation, sondern als Notwendigkeit zu sehen, um im globalen Unternehmenskonkurrenzkampf zu bestehen (Korpela et al. 2017, 4183; Wu et al. 2016, 396f.).

Der Begriff DSC wird in der Literatur nicht einheitlich genutzt, so ist die DSC auch unter Begriffen wie „Supply Chain 4.0“, „smart supply chain“ oder „e-supply chain“ zu finden (Vgl. (Akyuz und Rehan 2009, 3265; Butner 2010, 26f.; Hoberg und Alicke 2016, 31)).

Die Verwaltung dieses Ökosystems beschäftigt sich dabei mit dem strategischen und operativen Austausch von Informationen zwischen allen Teilnehmern des Wertschöpfungsnetzwerkes (Chen und Paulraj 2004, 135). Die DSC kann durch den Einsatz von Technologien wie Internet of Things (IoT), intelligente Maschinen und Infrastrukturen profitieren und damit eine Echtzeit-Kommunikation und Überwachung, Unterstützung bei der Entscheidungsfindung innerhalb der Verwaltung von DSCs sowie Prozessautomatisierungen und Verbesserungen erzeugen. Grundannahme hierfür ist, dass durch das Internet der Dinge sowie mit Sensoren ausgestattete Produktionsanlagen alle Prozesse innerhalb eins Wertschöpfungsprozesses erfasst und verfolgt werden können. Dies ermöglicht eine Verbesserung bei der Kundenzufriedenheit sowie des Supply-Chain-Surplus (Vgl. Kapitel 2.2; Hoberg und Alicke 2016, 31; Wu et al. 2016, 397–408). Die folgende Abbildung stellt eine Veranschaulichung einer DSC sowie der dazugehörenden Dienstleistungsplattform dar.

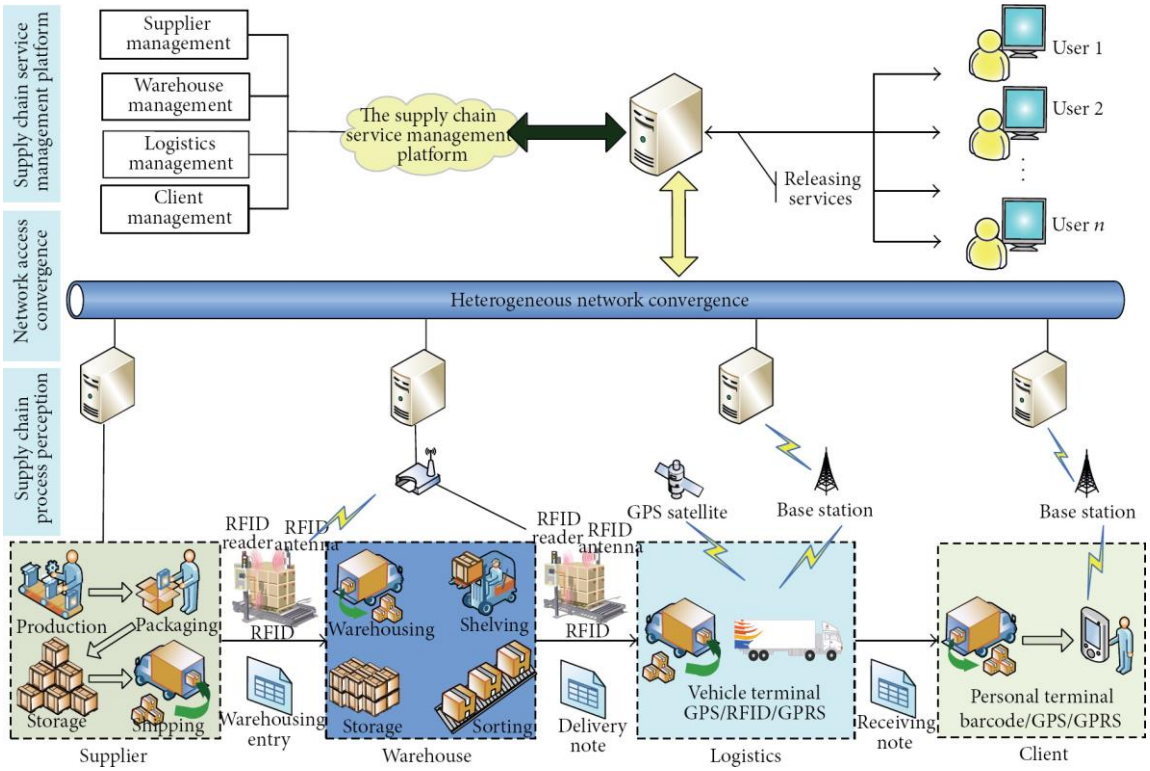


Abbildung 3: Darstellung einer bespielhaften DSC und einer Dienstleistungsplattform (Yan et al. 2014, 4)

Im Gegensatz zu denen Wertschöpfungsnetzwerken zeichnet sich die DSC durch die Integration von Sensoren und Überwachungen in allen Prozessschritten aus. Dies wird in Abbildung 3 dargestellt. Nach Yan et al. (2014, 4) werden alle aus den Prozessen anfallenden heterogenen Daten verarbeitet und durch eine gemeinsame Dienstleistungsplattform aufbereitet. Diese Plattform ermöglicht zum einen eine Verwaltung von in den Wertschöpfungsnetzwerken bekannten Prozessen, zum anderen aber auch ein Angebot von neuartigen Dienstleistungen für Kunden und Beteiligte in dem Wertschöpfungsnetzwerk. Dies ermöglicht die Implementierung von Konzepten wie Software als eine Service (SaaS), Bereitstellung einer Plattform als Dienstleistung (PaaS) und Aufbau einer Infrastruktur als eine Dienstleistung (IaaS) (Yan et al. 2012, 98; Yan et al. 2014, 2; Celesti et al. 2011, 608).

Potentiale und neuartige Anwendungsgebiete. Dabei kann die Verknüpfung von physischen Komponenten innerhalb von Prozessen eines Wertschöpfungsnetzwerkes mit digitalen Diensten gravierende Veränderungen in allen Bereichen der Wertschöpfungsnetzwerken hervorrufen (Hoberg und Alicke 2016, 29). So wäre eine einfache und kosteneffiziente Integration von neuen Dienstleistungen für alle Beteiligten der DSC auf Basis einer gemeinsamen Plattform zu integrieren möglich (Taifi und Passiante 2012, 2116).

Nach Wu et al. (2016, 406ff.) zeichnen sich drei potentielle Anwendungsfelder ab, welche durch den Einsatz einer DSC-Plattform entstehen. Diese sind Analyseverfahren (*Advanced Analytics*), *Prozess Automatisierung* und *Integration und Innovationen in DSC*. Durch den Einsatz von Advanced-Analytics-Verfahren kann die Produktivität der Unternehmen innerhalb einer Wertschöpfungskette verbessert werden. So kann. durch Echtzeitanalysen und Vorhersagemethoden die Lagerverwaltung innerhalb von Distributions- und Produktionsprozessen angepasst und damit ressourcenschonender umgesetzt werden oder präventiv der Peitscheneffekt abgeschwächt werden (Waller und Fawcett 2013, 82; Wu et al. 2016, 407f.).

Aktuelle Forschungsbeiträge zeigen diese Einsatzmöglichkeiten und damit Prozessverbesserungen anhand von verschiedenen Deep-Learning-Ansätzen wie z.B. Long Short Term Memory (LSTM) oder Echtzeitanalysen durch den Einsatz von Complex Event Processing (CEP) (Morariu und Borangiu 2018, 3; Lundberg 2006, 61). Ebenso ist es möglich, durch Überwachung, eine verbesserte und damit schnellere und effizientere Routenplanung von kritischen Transportprozessen zu ermöglichen (Hoberg und Alicke 2016, 32). Im Bereich der Prozess Automatisierung können beschaffungsbezogene Prozesse durch automatisierte Transaktionen erheblich verbessert werden (Eng 2004, 101; Wu et al. 2016, 407f.; Wamba et al. 2006, 286). Im Bereich der Integration und Innovationen können innerhalb einer DSC durch deren Einsatz neuartige datenorientierte Dienstleistungen für die Verwaltung innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken entstehen, welche als ein wichtiger Bestandteil innerhalb der kompetitiven Unternehmensführung zu sehen sind (Wu et al. 2016, 408; Hoberg und Alicke 2016, 32).

Schwierigkeiten von digitalen Supply-Chain-Networks. Oftmals sehen Unternehmen Kooperation als Bedrohung an, da eine Abhängigkeit zu anderen Unternehmen entsteht und damit eine Untergrabung der Wettbewerbsposition erfolgen kann (Porter 1985, 337; Fawcett et al. 2007, 360). Zudem herrscht oft kein vollständiges Vertrauen zu anderen Partnern innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes. Oft handelt es sich bei globalen Kooperationen um bisher unbekannte Kooperationspartner wie Verkäufer, Lieferanten oder auch Intermediäre, welche auf Grund des hohen Wettbewerbs eine Kooperation eingehen müssen. Unternehmen fürchten daher ihr Wissen potentiellen Konkurrenten zur Verfügung zu stellen oder Opfer von Betrug aufgrund der steigenden Komplexität und damit der resultierenden Intransparenz in Wertschöpfungsnetzwerken zu werden. Auf dieser Misstrauensbasis können keine langjährigen Partnerschaften entstehen, welche für ein erfolgreiches SCM notwendig sind (Wang et al. 2019c, 226f.; Triepels et al. 2018, 193f.).

Viele Forschungsbeiträge arbeiten dabei heraus, dass das Vertrauen, neben Faktoren wie Engagement und Wechselbezüglichkeit, zwischen Kooperationspartnern einer der wichtigsten Faktoren im SCM darstellt (Wu et al. 2014, 129). Dies resultiert in einer fehlenden Bereitschaft des Informations- und Wissensaustausches (Casey und Wong 2017, 2; Kembro et al. 2017, 79; Fawcett et al. 2008, 41), welche den Einsatz von DSC's und die Entwicklung einer Dienstleistungsplattform erschwert.

Kembro et al. (2017, 79–81) haben auf Basis einer umfangreichen Literaturanalyse sowie einer durchgeführten Delphi-Studie aus der Praxis weitere relevante Faktoren für den erschwerten Informationsaustausch herausgearbeitet. Diese lassen nach Kembro et al. in sechs Kategorien unterteilen. Neben unternehmensbezogenen Aspekten wie des fehlenden messbaren Vorteils durch den Informationsaustausch, regulatorischen Hürden wie der fehlenden Anerkennung einer einheitlichen SCM-Verwaltung oder der rechtlichen Definition des Eigentums und der Nutzung des ausgetauschten Wissens, stellt der Forschungsbeitrag kritischer Faktoren im Bereich die technologischen und informationsgetriebenen Aspekte dar.

Bei den technologischen Aspekten wird das Fehlen von standardisierten Datenaustausch-formaten und Informationssystemen bemängelt, sowie die fehlende (Kosten-) Bereitschaft der Unternehmen sich an individuelle Informationssystem-Lösungen kooperierender Partner anzupassen, da meist die Anreize für das jeweilige Unternehmen nicht ersichtlich sind. Im Bereich der informationsgetriebenen Aspekte wird vor allem die unterschiedliche Wahrnehmung von Datenqualität und der Anwendung darauf basierender Analysemethoden bemängelt. Die Datenqualität ist primär ausschlaggebend durch die Genauigkeit der Daten sowie der zeitlichen Verfügbarkeit. Sind diese Kriterien nicht über alle Kooperationspartner eindeutig festgelegt, kann dies als zu geringer Mehrwert empfunden werden.

2.3 Einsatz der Blockchain in Wertschöpfungsnetzwerken

Die Idee der *Blockchain* stammt von einem unbekannten Autor mit dem Pseudonym Satoshi Nakamoto aus dem Jahre 2008. Satoshi Nakamoto beschreibt dabei die Blockchain als eine Möglichkeit der Umsetzung der Währung Bitcoin. Bei Bitcoin handelt es sich um eine Kryptowährung, welche durch den dezentralen Ansatz der Blockchain als Basis, den Verzicht einer Vertrauensrolle wie ein traditionelles Finanzinstitut ermöglicht und damit auch die Umgehung des Risikos der Doppelausgaben (eng. double spending problem) bei elektronischen Währungen behebt (Nakamoto 2008, 1).

Eine Blockchain stellt ein verteiltes und damit dezentrales Hauptbuch (eng. distributed ledger) dar, in dem alle Transaktionen gespeichert werden. Die Form entspricht dabei einer verknüpften chronologischen Liste von Blöcken, wobei wiederum jeder Block eine Liste von Transaktionen beinhaltet. Bei diesem dezentralen Ansatz besitzt jeder Teilnehmer, auch Knoten (eng. node) genannt, ein Hauptbuch, welches identisch mit dem Hauptbuch aller anderen Teilnehmer der Blockchain ist. Das verteilte Hauptbuch zeichnet sich durch seine Redundanz und Fälschungssicherheit aus, da jeder Knoten eine Kopie der Blockchain bereithält und somit Transaktionen bzw. nachträgliche Veränderungen überprüfen kann (Swan 2015, x; Xu et al. 2019b, 5ff.).

Transaktionen, wie bei Kryptowährungen, sind für alle Teilnehmer in der Blockchain sichtbar. Um ebendiese Transaktionen auf Authentizität zu überprüfen, wird eine Kombination aus einem öffentlichen und einem privaten Schlüsselpaar (eng. public & private key) genutzt. Ein Knoten bzw. Nutzer signiert durch seinen privaten Schlüssel Transaktionen, welche persistent in die Blockchain gespeichert werden. Mittels des öffentlichen Schlüssel des entsprechenden Knotens können weitere Knoten die veröffentlichte Transaktion validieren und damit den Ursprung der Transaktion überprüfen (Zyskind et al. 2015, 181).

Die folgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Darstellung mehrerer Knoten, auch bekannt als Peer-to-Peer-Netzwerk, welche alle ein solchen Hauptbuch zum Speichern von Transaktionen nutzen (Dannen 2017, 4).

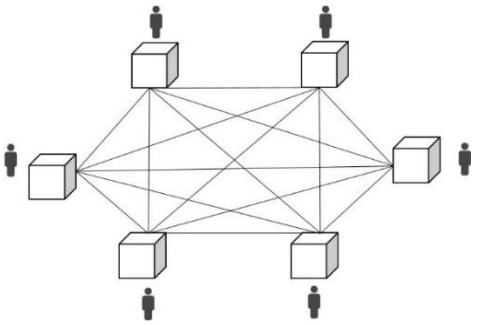


Abbildung 4: Generalisierte Darstellung mehrerer verteilter Knoten im Blockchain-Umfeld (eigene Darstellung in Anlehnung an Lin und Liao (2017, 655))

Die Grundlage hierfür bilden u. a. Forschungsbeiträge wie Haber und Stornetta (1991, 441ff.) über die Verkettung von Informationsblöcken, welche durch kryptische Verfahren gesichert sind. Auf Grund der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten wird die Blockchain als disruptive Technologie bezeichnet (Nofer et al. 2017, 183; Xu et al. 2019b, 4) und zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus (Viriyasitavat und Hoonsopon 2019, 34; Zheng et al. 2018, 5f.).

- *Dezentrales Transaktionssystem* – Im Vergleich zu zentralen Transaktionssystemen muss jede Transaktion durch eine vertrauenswürdige Stelle (z.B. Bank) validiert werden. Diese kann zu Leistungsengpässen führen.
- *Persistenz* – Da mehrere Knoten in einer Blockchain Transaktionen aufzeichnen und jeder Block von diesen validiert wird, sind nachträgliche Manipulationen leicht zu erkennen.
- *Anonymität* – Potentielle Nutzer können sich an öffentlichen Blockchains (mehr Informationen im folgenden Kapitel) anonym anmelden und mit einer Kennung auf dieser Blockchain interagieren. Eine zentrale Speicherstelle für Nutzerinformationen wie in zentralen Transaktionssystemen liegt nicht vor.
- *Überprüfbarkeit* – Jede Transaktion ist validiert und mit einem Zeitstempel versehen, somit sind vergangene Transaktionen durch ihre Transparenz, vollständig rückverfolgbar.

Einsatzmöglichkeiten. Nach Swan (2015, ix) kann in drei verschiedene Kategorien von Blockchain unterschieden werden. Diese sind Blockchain- 1.0, 2.0 und 3.0.

Bei der Blockchain 1.0 handelt es sich um die Anwendung der Blockchain-Technologie im Bereich der Kryptowährungen wie Bitcoin und damit digitalen Bezahlsystemen.

Bei dem Einsatz von Blockchain bei Verträgen im wirtschaftlichen oder finanziellen Kontext z. B. bei Aktien, Krediten oder bei einer automatisierten Vertragsabwicklung spricht man von dem Einsatz von Blockchain 2.0. Der Blockchain 2.0 Ansatz beschäftigt sich mit der Nutzungsmachung der verteilten und dezentralisierten Hauptbücher für Geschäftsprozesse sowie Prozess-automatisierung durch so genannte Smart Contracts (Swan 2015, ix). Ein Einsatz in verschiedensten Anwendungsgebieten scheint daher möglich. Diese können die Integration in das SCM darstellen, welche eine fälschungssichere Möglichkeit zwischen unbekannten Teilnehmern zur Rückverfolgung von Gütern und Prozessen ermöglicht. Ebenso ist eine Integration im IoT-Bereich in der Industrie 4.0 zur Speicherung von Sensordaten oder die Entwicklung einer unabhängig und fälschungssicheren Plattform zum Handeln von (digitalen) Gütern möglich (Xu et al. 2019b, 10ff.; Underwood 2016, 16). Der Einsatz der Blockchain 2.0-Technologie soll dabei, durch deren Eigenschaften, in bestehenden Geschäftsprozessen neuen Mehrwert schaffen (Iansiti und Lakhani 2017, 123).

Darüber hinaus wird die Anwendung von Blockchain in den Bereichen wie öffentlichen Dienstleitungen z. B. in Regierungen, im Gesundheitswesen, in der Wissenschaft oder in der Kunst als Blockchain 3.0 bezeichnet. Das bedeutet, der Blockchain 2.0 Ansatz wird in der Blockchain 3.0 erweitert durch eine skalierbare Umsetzung in Anwendungsfeldern mit vielen Anwendern bzw. Knoten (Swan 2015, 27f.).

Einsatzformen einer Blockchain. Neben der Verwendung der Blockchain-Technologie in verschiedenen Anwendungsgebieten, gibt es zusätzliche Einsatzformen bei Blockchain-Anwendungen. Diese sind die öffentliche (eng. public blockchain), die Konsortium- (eng. consortium blockchain) und die private Blockchain (eng. private blockchain) (Zheng et al. 2018, 358; Wu et al. 2017, 138). Die Unterschiede werden im Folgenden dargestellt.

Tabelle 1: Vergleich verschiedener Blockchain-Formen (in Anlehnung an Zheng et al. (2018, 358) und Albrecht et al. (2018, 3529))

Eigenschaften	***öffentliche Blockchain***	***Konsortiums-Blockchain***	***private Blockchain***
Lese- und Schreib-Erlaubnis	Öffentlich	Restriktionen möglich	Restriktionen möglich
Anonymität der Benutzer	Pseudanonymität	Benutzer bekannt	Benutzer bekannt
Unveränderlichkeit	Manipulationssicher	Kann manipuliert werden	Kann manipuliert werden
Effizienz und Geschwindigkeit	Gering	Hoch	Hoch
Zentralisierung	Nicht gegeben	Teilweise gegeben	gegeben
Validierung von Blöcken	Jeder Knoten	Ausgewählte Knoten	Limitiert auf eine Organisation

Wie in Tabelle 1 zu sehen unterscheiden sich alle drei Formen der Blockchain.

Die öffentliche Blockchain wird durch die unbeschränkte Teilnahme von (neuen) Knoten bei der Validierung von Blöcken (eng. consensus process) nahezu manipulationssicher und verteilt. Jedoch ist ihre Effizienz durch die hohe Beteiligung an Validierungsknoten geringer im Vergleich zu der Konsortiums- und der privaten Blockchain. Im Punkten der Lese- und-Schreib-Erlaubnis sind diese identisch, da sie eine Blockchain darstellen, bei der nur zugelassene Knoten und damit validierte bzw. bekannte Anwender teilhaben dürfen (Albrecht et al. 2018, 3529). Dies kann auch die Unveränderlichkeit beeinträchtigen. Durch die beschränkte Anzahl an zugelassenen Knoten ist somit die Anzahl der Validierungsknoten geringer und damit die Blockchain insgesamter effizienter mit einer geringeren Latenzzeit bei der Validierung neuer Blöcke.

Die Konsortiums-Blockchain ist teilweise zentralisiert, da die Validierung von Blöcken auf bestimmte Knoten beschränkt werden kann, ebenso erhalten nur registrierte Knoten, durch eine zentrale Stelle, Zugriff auf die Blockchain. Ähnlich ist es bei der privaten Blockchain, da die Knoten meistens auf ein Unternehmen limitiert sind. Damit ist diese auch zentralisiert (Zheng et al. 2018, 357ff.; Xu et al. 2019b, 47–55). Dabei ist ersichtlich, dass die Konsortiums-Blockchain meist eine Integration mehrerer Unternehmen in eine private Blockchain darstellt (O'Leary 2017, 141ff.).

Da der Schwerpunkt des Forschungsprojektes auf der Integration einer Blockchain bei Wertschöpfungsnetzwerken liegt, welche einen Verbund mehrerer Unternehmen also einem Konsortium darstellt, wird im Folgenden der Schwerpunkt auf die Behandlung der Konsortiums-Blockchain gelegt. Hierbei handelt es sich um die Anwendung der Blockchain 2.0.

Technischer Aufbau. Im Folgenden wird eine generalisierte Darstellung des Aufbaus eines Blockchain-$Knoten_j$ dargestellt. Dabei ist der $Knoten_j$ eine Menge aller Knoten $j = \{1, .., J\}$ in einer Blockchain.

Abbildung 5 zeigt eine Verkettung mehrerer Blöcke zu einer Blockchain in einem $Knoten_j$. Jeder Block besteht aus mehreren Bestandteilen, welche im Folgenden prägnant beschrieben werden.

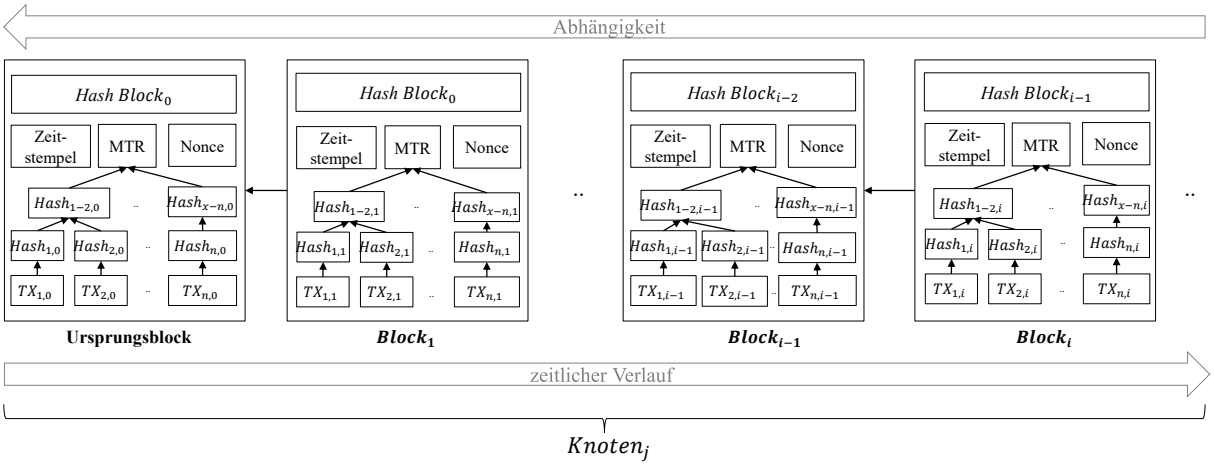


Abbildung 5: Verallgemeinerte Darstellung einer Blockchain (eigene Darstellung in Anlehnung an Zheng et al. (2018, 355) und Nakamoto (2008, 3))

- $Hash\ Block_i$ – Abbildung einer 256bit langen Prüfsumme des vorherigen $Blockes_{i-1}$[1]. Diese Prüfsumme wird durch eine Hash-Funktion erzeugt. Die Prüfsumme dabei ist injektiv und wird durch kollisionsresistente Einwegfunktionen erzeugt. Daher wird diese Prüfsumme auch als Fingerabdruck des vorherigen Blockes bezeichnet (Gupta 2017, 5; Zheng et al. 2018, 355). Wird ein Block nachträglich verändert, ändert sich auch der Hash-Wert und passt somit nicht mehr zum angelegten Hash-Wert des nächsten Blockes (Nofer et al. 2017, 183ff.).
- *Zeitstempel* – Gibt den Zeitpunkt des generierten Blockes an (Zheng et al. 2018, 355).
- *MTR (Merkle tree root)* – Prüfsummen $Hash_1$ bis $Hash_x$ aller in dem Block enthaltenen Transaktionen (Zheng et al. 2018, 356).
- *Nonce* – (Number used once) Gibt einen bestimmten Wert an, welcher zur Verifizierung des Blockes generiert werden muss (Zheng et al. 2018, 355).
- $TX_{n,i}$ – Stellt die Transaktionen TX_1 bis TX_n in einem $Block_i$ dar (Zheng et al. 2018, 355).

Die verketteten Blöcke folgen somit einem zeitlichen Verlauf. Dies resultiert aus der Abhängigkeit eines Blockes zu seinem vorherigen Block. Der Ursprungsblock, auch Genesis-Block genannt, bildet hierbei eine Ausnahme, da er der erste Block der Kette darstellt. Dieser enthält in seinem Hash-Block den eignen Hash-Wert (Nofer et al. 2017, 184).

Generierung von neuen Blöcken anhand verschiedener Konsens-Algorithmen. Das Hinzufügen von neuen Blöcken (eng. mining) innerhalb einer Blockchain erfolgt anhand der angemeldeten Knoten. Jeder Knoten kann an diesem Prozess teilhaben, muss dies aber nicht tun. Alle Transaktionen, die nach dem Hinzufügen des vorherigen Blockes und bis zur Generierung des neuen Blockes durchgeführt werden, werden an dem neuen Block angehängt (Vgl. Abbildung 5). Die Transaktionen sind für alle Knoten sichtbar.

Die Generierung wird auch als Konsens-Algorithmus benannt. Um einen neuen Block durch einen Knoten erstellen zu können, muss ein Knoten eine vorgegebene mathematische Berechnung lösen. Wird diese gelöst, sendet derjenige Knoten den generierten Kandidatenblock an alle weiteren aktiven Knoten. Diese Knoten müssen die Berechnung überprüfen und gegebenenfalls akzeptieren. Eine Validierung erfolgt sobald 51 % aller Knoten dem vorgeschlagenen Kandidatenblock zustimmen. Anschließend wird der neue Block an die Blockchain angehängt und alle aktiven Knoten, im sogenannten *Proof-of-Work*-Ansatz (PoW),

[1] Bei der Implementierung der Blockchain mit Ethereum wird zusätzlich noch der Hash der Kinder-Blöcke des vorherigen Blockes (Onkel-Block) gesichert. Dies geschieht, falls ein vorheriger Block mehrere Abzweigungen besitzt (Zheng et al. 2018, 355). Dieses Verfahren wird im folgenden Kapitel genauer erläutert.

führen kompetitiv eine neue mathematische Berechnung für die Erstellung eines neuen Blockes aus. Bei dieser mathematischen Berechnung handelt es sich um die Generierung einer bestimmten Prüfsumme. Die Prüfsumme stellt den Hash-Wert des neuen Block-Kopfes dar und muss gewissen Vorgaben entsprechen. Eine Vorgabe kann die maximale Größe einer validen Prüfsumme sein. Durch Variierung des Nonce-Wertes kann ein Knoten iterativ die Prüfsumme neu berechnen (Nakamoto 2008, 3; Zheng et al. 2018, 359f.; Xu et al. 2019b, 33f.). Sollten zu einem gleichen Zeitpunkt mehrere Knoten eine valide Prüfsumme für den gleichen Block finden, entwickeln sich Gabelungen, welche an die Blockchain angehängt werden. Dabei werden die Gabelungen als korrekt angenommen, jedoch werden meist nur anhand einer Gabelung durch die Knoten neue Blöcke erstellt. Im PoW-Ansatz wird die Gabelung mit den meisten enthaltenen Blöcken als zukünftige Blockchain angenommen. Somit werden die übrigen entstandenen Gabelungen verworfen (Zheng et al. 2018, 360). In einer Ethereum Blockchain werden Gabelungen zusätzlich gewichtet, daher werden auch nicht nur die Länge der entstandenen Kinder-Blöcke sondern auch sogenannte Onkel-Blöcke zur Gewichtung berücksichtigt (Xu et al. 2019b, 36).

Eine Alternative zum beschriebenen PoW stellt der *Proof-of-Stake* (PoS) dar. Bei diesem Ansatz treten die verschiedenen Knoten nicht kompetitiv gegeneinander an. Anstelle des Wettbewerbes wird ein aktiver Knoten anhand festgelegter Wahrscheinlichkeiten ausgewählt, welcher die Berechnung der validen Prüfsumme und damit die Generierung eines neuen Blockes, ähnlich wie bei PoW, vornehmen muss. Die Wahrscheinlichkeit steigt mit der vorhandenen Menge der, je nach der Blockchain, eingesetzten Kryptowährung eines Knoten. (Saleh 2018, 2; Xu et al. 2019b, 21f.). PoS ist im Vergleich zu PoW, über alle Knoten der Blockchain gesehen, effektiver und kosteneffizienter (Zheng et al. 2017, 560).

Als zweite gängige Alternative wird die *praktische byzantinische Fehlertoleranz* (pBFT) eingesetzt[2]. Dieser Ansatz basiert auf dem byzantinischen Fehler. Bei diesem wird angenommen, dass nichtvertrauenswürdige Knoten beabsichtigt oder unbeabsichtigt falsche Informationen an weitere Knoten innerhalb der Blockchain schicken. Als Fehlertoleranz wird angenommen, dass die Knoten korrekte Kandidatenblöcke an die restlichen aktiven Knoten schicken, wenn die übrigen Knoten mindestens zu zweidrittel der Validierung zustimmen (Miguel und Liskov 1999, 177; Zheng et al. 2018, 361f.; Xu et al. 2019b, 22). Im Gegensatz zu den Verfahren PoW und PoS, wird im pBFT angenommen, dass sich alle Knoten untereinander kennen. Das Vorgehen zur Bekanntmachung eines neuen Blockes läuft in drei Schritten ab. Ein ausgewählter Knoten stellt einen Kandidatenknoten allen weiteren Knoten über eine Nachricht

[2] Sie wird z. B. in der Blockchain-Variante Hyperledger Fabric eingesetzt (Cachin 2016, 2).

vor. Erhält der Knoten die mindestens notwendige zweidrittel Zustimmung wird der Block als valide angesehen und der Blockchain hinzugefügt. Auf Grund der Validierung über das Mehrheitsvotum ist keine Notwendigkeit der Erstellung von Prüfsummen, um neue Blöcke der Blockchain hinzuzufügen, notwendig. Dieses Verfahren erfordert jedoch einen erhöhten Nachrichtenaustauch im Vergleich zu PoW und PoS, weshalb dieses Verfahren nicht skalierbar ist und somit in Blockchains mit geringerer Knotenanzahl wie privaten oder Konsortial-Blockchains vorzugsweise eingesetzt wird. (Cachin 2016, 2; Zheng et al. 2018, 361f.).

Smart Contracts und dApps. Innerhalb einer Blockchain können Transaktionen nicht nur eine Verschiebung von digitalen Werten, sondern auch die Durchführung von komplexen Programmcodes sein. Diese stellen dabei computerbasierte Verträge (eng. Smart Contracts) dar. Ähnlich der Eigenschaften einer Blockchain, werden diese Verträge dezentral und transparent auf allen Knoten gespeichert. Ein solcher Vertrag gleicht dabei einer Abfrage von Zuständen sowie einer anschließenden Reaktion. Wenn eine vorherige Transaktion bestimmte Bedingungen erfüllt, wird ein solcher Vertrag aktiviert und führt automatisch eine Reaktion in Form einer neuen Transaktion aus. So kann ein Smart Contract dafür genutzt werden um definierte Vertragsvereinbarungen (eng. service-level-agreements) (SLA) zu überprüfen. Dies kann auch eine Kaskade von automatischen Ausführungen weiterer Verträge erzeugen.

Ähnlich wie bei einer Blockchain sind diese Verträge, sobald sie installiert wurden, nicht mehr veränderbar und werden automatisch ausgeführt. Die Durchführung der Verträge erfolgt ohne Intermediäre, ähnlich einer Blockchain-Transaktion. Dadurch ergibt sich eine erhöhte Vertragssicherheit, da Teilnehmer nicht mehr abhängig von Intermediären sind. Die Logik eines solchen Vertrages ist dabei für alle Knoten einsehbar (Xu et al. 2019b, 7f.; Bocek et al. 2017, 772). Diese Form der Erweiterung der Funktionalitäten der Blockchain wird nach Swan (2015, 22) als Blockchain 2.0 verstanden werden. Die Implementierung von Applikationen in eine Blockchain kann anhand von mehreren computerbasieren Verträgen entstehen. Sollten für die Ausführung Daten notwendig sein, welche nicht auf der Blockchain gespeichert sind, werden diese über automatische Schnittstellen (Oracles) integriert. Solche Anwendungen werden als dezentralisierte Applikationen (dApps) bezeichnet und werden u.a. genutzt, um mehrere Interaktionsschritte zwischen mehreren Parteien (Knoten) innerhalb einer Blockchain durchzuführen oder zu überwachen. So können computerbasierte Verträge genutzt werden, um vertragliche Regelungen zwischen Kooperationspartnern festzuhalten und darauf aufbauende automatisierte Transaktionen abzuwickeln. Bei solchen Konstrukten spricht man von dezentralen autonomen Organisationen (DAO) (Underwood 2016, 16; Swan 2015, 22f.). Je nach Implementierungsform variiert die Entwicklung von Smart Contracts und damit auch die erstellbaren dApps. Dies wird im folgenden Kapitel detailliert erläutert.

Hyperledger Fabric. Die *Hyperledger Fabric* ist eine Blockchain-Implementierung, welche 2016 unter der Linux Foundation gegründet wurde. Ziel dieser Implementierung ist es eine

industrieübergreifende Plattform für verteile Hauptbücher auf Basis der Blockchain-Technologie zur Verfügung zu stellen (Cachin 2016, 1). Der Fokus dieser Implementierung liegt auf der Ausführung und Integration von Smart Contracts. Diese werden in dieser Implementierung auch Chaincode genannt. Die Chaincodes werden in den Programmiersprachen Golang, JavaScript sowie Java entwickelt und erlauben somit die Entwicklung von Turing vollständigen Programmen[3]. Diese Chaincodes werden auf der Hyperledger-Fabric-Blockchain bereitgestellt und sind für alle Beteiligten einzusehen (Sankar et al. 2017, 5; Xu et al. 2019b, 41f.; Thakkar et al. 2018, 265). Die Hyperledger Fabric wird als private oder Konsortiums Blockchain implementiert. Hierfür ist es notwendig, dass sich alle teilnehmenden Knoten und damit auch Firmen bekannt sind. Die Verifizierung der Teilnehmer erfolgt durch einen Membership Service Provider (MSP), einer zentralen Verwaltungseinheit innerhalb der Blockchain (Cachin 2016, 3f.).

Im Gegensatz zu den genannten Blockchain-Implementierungen bietet die Hyperledger Fabric die Möglichkeit der Channel-Funktionen. Diese erlaubt es separate Hauptbücher zusätzlich neben der eigentlichen Blockchain zu führen. Ein Channel kann dabei selektiv nur bestimmte Knoten oder Firmen innerhalb einer Blockchain beinhalten. Nur diese Knoten erhalten Auskunft über Transaktionen oder können bestimmte Chaincodes innerhalb des Channels ausführen. Dies kann sinnvoll sein, wenn direkte Konkurrenten innerhalb einer Konsortiums-Blockchain arbeiten und nicht alle Transaktionen zwischen Zuliefern oder Kunden für die konkurrierende Firmen zugänglich gemacht oder eingesehen werden sollen (Androulaki et al. 2018, 5; Xu et al. 2019b, 40).

Innerhalb der Hyperledger Fabric gibt es drei verschiedene Arten von Knoten, welche bei der Bildung und Speicherung von Transaktionen notwendig sind. Dies erweitert die Rollenverteilung im Vergleich zur beschriebenen Blockchain-Architektur. Diese sind Klient (eng. client), Peer bzw. Endorser und Sortierer (eng. Orderer). Der Klient schlägt eine Transaktion vor. Diese Transaktionen werden durch Peers, bzw. einer gesonderten Rolle innerhalb der Peers den Endorsern, überprüft und ausgeführt. Stimmen die durch die Chaincodes entstandene Transaktionen mit den in der Blockchain vorgegeben Richtlinien überein, wird diese Transaktion verifiziert und durch den Sortierer in die korrekte zeitliche Reihenfolge gebracht und anschließend den Knoten in der Blockchain zur Verfügung gestellt. Die Peers schreiben im Folgenden die Transaktionen persistent in die Blockchain (Androulaki

[3] Die Turing-Vollständigkeit bezeichnet Programmiersprachen, welche fähig sind, alle mathematischen Berechnungen bzw. Logiken abzubilden oder durchzuführen (Swan 2015, 21).

et al. 2018, 5–9; Vukolić 2017, 5). Dieser Sachverhalt wird in der folgenden Darstellung abgebildet.

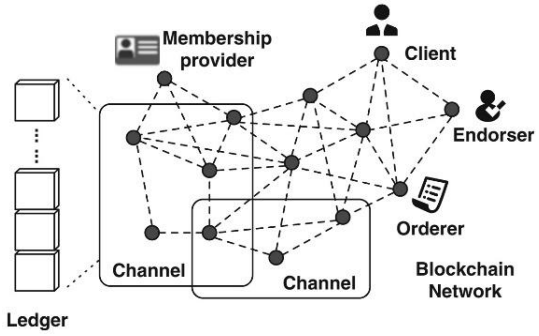


Abbildung 6: Schematische Darstellung einer Hyperledger Fabric Blockchain (Xu et al. 2019b, 40)

Im Gegensatz zu der Bitcoin- oder der Ethereum Blockchain- wird bei dem Konsens-Algorithmus in der Hyperledger Fabric nicht nach dem PoW- oder dem PoS-Ansatz, sondern nach dem pBFT vorgegangen Cachin 2016, 2f.; Swan 2015, 84). Ebenso wird bei dieser Implementierung auf mögliche Transaktionen durch Kryptowährungen verzichtet und allgemeiner auf Güter ausgeweitet. Güter, welche innerhalb der Blockchain getauscht werden können, werden als Assets bezeichnet und als Wert-Schlüssel-Paare in der Blockchain gespeichert. Durch Ausführung der Chaincodes und damit der Erzeugung von Transaktionen kann mit diesen Assets gehandelt oder diese verändert werden (Hyperledger 2018). Um eine schnelle Abfrage des aktuellen Zustandes der Assets zu ermöglichen, wird in der Hyperledger Fabric eine Datenbank über den aktuellen Zustand geführt, welche durch die Knoten zusätzlich abgefragt werden kann. Im Gegensatz zur beschriebenen Blockchain-Architektur müssen nicht alle Transaktionen innerhalb einer Blockchain abgefragt werden, um den aktuellen Zustand bzw. die Verteilung von Gütern zu ermitteln (Thakkar et al. 2018, 265; Xu et al. 2019b, 41).

Synergieeffekte durch eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform

Wie sich zeigt, ist das Vertrauen zwischen Wertschöpfungspartnern einer der wichtigsten Faktoren, um ein erfolgreiches SCM in einem Wertschöpfungsnetzwerk durchführen zu können. Auf Grund des hohen globalen Wettbewerbs gehen dabei immer mehr Unternehmen neue Kooperationen ein, ohne dabei ihre Kooperationspartner zu kennen oder ihnen zu vertrauen. Aufgrund dieser Misstrauensbasis entsteht auch keine Bereitschaft zum Informationsaustausch. Der fehlende Informationsaustausch resultiert wiederrum in Intransparenz sowie in Potentialen, um betrügerisches Handeln innerhalb von Wertschöpfungspartnern zu verschleiern.

Die Entwicklung einer DSC sowie Dienstleistungsplattform, welche die Echtzeit Kommunikation sowie Überwachung innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes durch verschiedene analytische Methoden in Form eines gesamteinheitlichen Ansatzes bietet, wird

damit erschwert. Ein verbreiteter Ansatz für diese Problemstellung ist der Einsatz von externen und zertifizierten Kontrollfirmen. Diese werden von Lieferanten und Händlern eingesetzt, um als vertrauenswürdiger Intermediär, soweit von allen Kooperationspartnern anerkannt, einen eingeschränkten Informationsaustausch zu ermöglichen und Qualitätsanforderungen entlang der Wertschöpfungskette zu überprüfen. Diese Kontrollfirmen stellen jedoch durch ihre zentralisierte Datenspeicherung sowie Position innerhalb der Wertschöpfungskette eine potentielle systemkritische Fehlerquelle (eng. single point of failture) sowie Angriffspunkt für Insider-Manipulationen dar (Pramatari 2007, 217). Die Blockchain-Technologie stellt ein dezentralisiertes und verteiltes Netzwerk zur Speicherung und Erstellung von Informationen und Transaktionen bereit. Sie zeichnet sich durch ihre Transparenz, die persistente und unveränderbare Speicherung von Transaktionen sowie ihre Dezentralisierung, welche den Verzicht eines vertrauenswürdigen Intermediär ermöglicht, aus. Ebenso können durch die Entwicklung von dApps automatisierte Handlungen und Vertragsabwicklungen ermöglicht werden. Diese Automatisierung ermöglicht einen Vertrauensgewinn der Kooperationspartner, da Vertragsbrüche durch vordefinierte Smart Contracts ausgeschlossen werden können.

Die Blockchain-Technologie erzeugt einen Wandel innerhalb des Bewusstseins der Kooperationspartner. Denn anstatt eine Vertrauensbasis zwischen den verschiedenen Kooperationspartnern eines Wertschöpfungsnetzwerkes aufzubauen, sollen die Partner vielmehr ein Vertrauen in die technischen Eigenschaften der Blockchain-Technologie und die damit technisch unwiderrufliche und transparente Speicherung von Daten entwickeln (Wang et al. 2017, 72). Durch die Wiederherstellung der Vertrauensbasis kann ein Informationsaustausch durch die Blockchain entstehen und damit auch die Potentiale der DSC ausgenutzt werden (Korpela et al. 2017, 4185).

Dies ermöglicht durch die Entwicklung einer Dienstleistungsplattform zur Anwendung von Echtzeitüberwachung und Advanced-Analytics-Methoden eine frühzeitige Erkennung von Risikoquellen sowie Störungen (Baruffaldi und Sternberg 2018, 3939). Ebenso ist es möglich nicht nur die internen Schwierigkeiten eines Wertschöpfungsnetzwerkes zu beheben, sondern auch, unmittelbar auf externe Einfluss-faktoren wie Erdbeben, durch permanente Überwachung des gesamten Wertschöpfungsnetzwerkes reagieren zu (Min 2019, 42). Somit kann diese Konstrukt als eine Kooperationsplattform für die verschiedenen Akteure innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes zur Schaffung von Mehrwert dienen (Wang et al. 2019b, 78). Ebenso kann die Preisgabe der Wertschöpfungsdaten für Akteure wie Lieferanten von Interesse sein. Durch die Offenlegung kann ein Lieferant oder Zulieferer mögliche Kooperationspartner und damit Abnehmer verschiedener Produkte und damit auch Dienstleistungen ausfindig machen. So kann der Zulieferer Manufakturen mit einem hohen Marktanteil erkennen, sich bewerben und mit diesen eine Kooperation eingehen. Gerade für kleine Zulieferer ist ein Aufbau von neuen Kooperationen wichtig, um expandieren zu können (Leng et al. 2018, 643).

Herausforderungen bei der Umsetzung

Bei der Implementierung einer Blockchain-basierten Anwendung in Wertschöpfungsnetzwerken ergeben sich mehrere Schwierigkeiten, welche sich in drei Bereiche (technische, geschäftliche und menschliche Herausforderungen) klassifizieren lassen (Wang et al. 2017, 70). Diese werden im Folgenden beschrieben:

Technische Herausforderungen. Als eine technische Herausforderung lässt sich die Skalierbarkeit der Blockchain-Technologie darstellen, welche sich aus der Dezentralität der Technologie entwickelt. Denn jede Transaktion muss von jedem Knoten validiert werden, dies erfordert in Summe eine hohe Rechenleistung für alle beteiligten Knoten (Min 2019, 43). Zusätzlich gibt es keine standardisierte Blockchain-Architektur oder Blockchain-Form. Wie aktuelle Forschungsbeiträge zeigen, werden in der Praxis in aktuellen Blockchain-Projekten verschiedene Implementierungsformen wie Ethereum oder Hyperledger Fabric angewendet (Wang et al. 2017, 68ff.). Des Weiteren waren im Jahr 2018 über 6.500 verschiedene Blockchain-Projekte auf GitHub.com zu finden (Morkunas et al. 2019, 303).

Neben der Festlegung der draus resultierenden Blockchain-Implementierungsform müssen noch Faktoren wie die Festlegung der Speicherform der Rohdaten erfolgen. So können Daten auf der Blockchain als *On- oder Off-Chain* gespeichert werden. Bei der *On-Chain* Speicherung werden alle erhobenen Daten innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes gespeichert. Durch die große Menge an Transaktionen innerhalb eines komplexen Wertschöpfungsnetzwerkes leidet die Skalierbarkeit dieser Blockchain unter der konstant ansteigenden Datenmenge. Eine Möglichkeit diesem Problem entgegen zu wirken ist die Speicherung von Rohdaten außerhalb der Blockchain. Dieses Verfahren wird auch *Off-Chain* genannt. Um die Fälschungssicherheit der Daten weiterhin durch die Mechanismen der Blockchain sicherstellen zu können, kann ebenso eine *Off-Chain* Speicherung vorgenommen werden. Die eigentlichen Rohdaten aus den Wertschöpfungsnetzwerken wie Produkt-informationen, Zertifikate oder Fotos werden außerhalb der Blockchain gespeichert und durch einen generierten Hashwert zum Erstelldatum eindeutig beschrieben. Nur der Hashwert wird in der Blockchain gespeichert, um sicherzustellen, dass keine unbemerkten Manipulationen an den offline gespeicherten Daten vorgenommen werden können (Xu et al. 2019b, 283f.; Wu et al. 2017, 141).

Unternehmerische Herausforderungen. Ebenso stellen die unternehmerischen Herausforderungen einen erheblichen Faktor für die Umsetzung einer Blockchain-Anwendung im Wertschöpfungsnetzwerken dar. So erscheint es Unternehmen, meist kontrovers, ihre über die Jahre aufgebauten, zentralisierten Datenspeicher für eine dezentralisierte Lösung aufzugeben (Wang et al. 2017, 73f.; Min 2019, 43). Des Weiteren haben viele Unternehmen im Zuge der Digitalisierung umfangreiche Investitionen in Unternehmenssoftware wie Enterprise-Resource-Planning-Lösungen (ERP) investiert, welche meist nicht kompatibel mit Blockchain-

Implementierungen sind. Das ERP-System innerhalb eines Unternehmens stellt das Datenfundament über alle getätigten Transaktionen, innerhalb eines Produktionsprozesses, dar und gilt somit als Ausgangspunkt eines Unternehmens für die Verbindung mehrerer Kooperationspartner in einem Wertschöpfungsnetzwerk. Dies würde in weiteren notwendigen Investitionen resultieren und senkt damit die unternehmerische Akzeptanz der Integration der Blockchain-Technologie (Min 2019, 43; Morkunas et al. 2019, 304; Thome und Winkelmann 2015, 73). Verstärkt wird dies durch die aktuelle Unsicherheit angekündigter regulatorischer Maßnahmen verschiedener Regierungen (Tapscott und Tapscott 2017, 4; Min 2019, 43f.). Da es sich bei diesen Lösungen um Konsortiums-Blockchains handelt, müssten diese Anwendungen und somit die Dienstleistungsplattform sowie die notwendige Infrastruktur zuerst für den spezifischen Kontext entwickelt werden. Ebenso gibt es nach aktuellem Stand wenige praktische Erfahrungsberichte über den langfristigen Einsatz der Blockchain in Wertschöpfungsnetzwerken, um diese Investitionen und Entwicklungen zu rechtfertigen (Morkunas et al. 2019, 304). Ebenso müssen konzeptionelle Entscheidungen zur Verfahrensweise bei (automatisierten) Zahlungen getroffen werden. So können Zahlungen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken über drei Varianten erfolgen. Dies kann durch den Einsatz von stabilen Kryptowährungen innerhalb der Blockchain umgesetzt werden.

Als Alternative stehen sogenannte „Tokens“ zur Verfügung. Bei diesen handelt es sich um variabel definierte Vermögenswerte, welche durch Smart Contracts innerhalb der Blockchain verwaltet und getauscht werden. Die dritte Option stellt die Verbuchung von Leistungen durch Transaktionen durch Banken dar. Der Einsatz von Kryptowährungen und Tokens ermöglicht, durch die automatisierte und programmierbare Handhabung durch die Blockchain, effiziente, unmittelbare und verifizierte Transaktion von international handelbaren Vermögensgütern (Beck et al. 2018, 1022; Swan 2015, 69–74). Diese automatisierte Handhabung, durch Smart Contracts, generiert jedoch neue Konfliktpotentiale. Zum einen sind diese unveränderlich, daher können definierte Bedingungen innerhalb eines solchen Vertrages nachträglich nicht mehr korrigiert werden. So können Kooperationspartnern bei automatisierten Zahlungen z.B. keine Aufschiebung oder Aussetzungen von Zahlungen ermöglichen, wenn diese Bedingungen nicht zum Erstellungszeitpunkt in diesem Smart Contract festgelegt wurden. Zum anderen, falls bei Zahlungen durch Smart Contracts eine vorherige Liquiditätsprüfung des Unternehmens vorausgesetzt wird, führt dies meist zur erheblichen Einschränkung des Verschuldungsgrades eines Unternehmens, um den Konditionen der Smart Contracts zu entsprechen. Dies würde die Kooperationen durch Zahlungsausfallsicherheiten stabilisieren, jedoch gleichzeitig die Unternehmen in ihrem Handeln stark einschränken und damit die Akzeptanz dieser Smart Contracts senken (Clack et al. 2016, 4f.).

Menschliche Herausforderungen. Der dritte Faktor sind menschliche Hindernisse, welche die Akzeptanz der Blockchain verlangsamen. Die Blockchain-Technologie bietet die Chance zur

Kooperation mit unbekannten Kooperationspartnern, solange die Beteiligten innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes der Fälschungssicherheit der Blockchain-Technologie vertrauen. Ist dies nicht gegeben, kann keine Bereitschaft zum Einsatz und somit keine Akzeptanz entstehen (Wang et al. 2017, 74; Min 2019, 36).

Mögliches Einsatzszenario

Im Folgenden wird ein mögliches Anwendungsszenario für den Einsatz der Blockchain-Technologie bei Wertschöpfungsnetzwerken dargestellt. Dieses Anwendungsszenario orientiert sich an der praktischen Umsetzung *OriginChain*, welche eine Plattform für die Kooperationspartner innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerk zur Verfügung stellt (Lu et al. 2019b, 401ff.). Das Ziel bei diesem Anwendungsszenario soll es sein, durch die Eigenschaften der Blockchain-Technologie, eine Umsetzung einer DSC durch Behebung der damit einhergehenden Herausforderungen zu ermöglichen. Dieser Ansatz wird im Folgenden durch die zusätzliche Verknüpfung von ERP-Systemen in Forschungsbeiträgen wie z.B. von Banerjee (2018, 73ff.), Wang et al. (2017, 71) oder Wu et al. (2017, 146) ergänzt. Ebenso werden Aspekte aus anderen praktischen, bereits umgesetzten Konsortium-Blockchain-Anwendungen wie der AgriDigital, ergänzt (Vgl. Xu et al. (2019b, 242)).

Bei der OriginChain handelt es sich um die Entwicklung einer Plattform für Wertschöpfungspartner auf Basis der Blockchain-Technologie, welche die Rückverfolgung der Herkunft und der Qualität der von Lieferanten bereitgestellten Produkten ermöglicht. Entwickelt wird diese Plattform durch einen unabhängigen Zertifizierungs-Provider, der mehrere hundert Zulieferer, welche Produkte von Übersee nach China importieren, überprüft (Lu et al. 2019b, 401). Die Plattform steht drei verschiedenen Anspruchsgruppen zur Verfügung. Diese sind Kooperationspartner, Zertifizierungs-Provider und Administratoren. Kooperationspartner stellen die verschiedenen Wertschöpfungspartner innerhalb eines komplexen Wertschöpfungsnetzwerkes dar. Unabhängige Zertifizierungs-Provider verifizieren die Qualität der generierten Leistungen oder Produkten durch die Wertschöpfungspartner und stellen Zertifikate zur Nachverfolgung auf der Blockchain bereit. Administratoren dieser Plattform sind für den Aufbau dieser Dienstleistung, der Verwaltung von Zugriffsrechten innerhalb der Konsortiums-Blockchain sowie die Erstellung und Verwaltung von Smart Contracts zuständig (Xu et al. 2019b, 279ff.). In Abbildung 7 wird der Aufbau dieser Plattform sowie die Darstellung eines komplexen Wertschöpfungsnetzwerkes dargestellt, welche sich an dem Blockchain-Service-Entwurfsmuster (eng. design pattern as a service) orientiert (Lu et al. 2018, 130).

Nach Abbildung 7 besteht die Kooperationsplattform aus vier verschiedenen Schichten. Die unterste Schicht stellt die Blockchain-Schicht dar. Diese basiert bei der OriginChain auf der Ethereum-Implementierung. Auf dieser werden Transaktionen innerhalb der ERP-Systeme und

der eingesetzten IoT-Sensorik der verschiedenen Kooperationspartner, entlang des Material- oder Dienstleistungsflusses des Wertschöpfungsnetzwerkes, unwiderruflich gespeichert (on-chain). Unter der IoT-Sensorik werden die wertschöpfenden Prozesse z.B. innerhalb einer Produktion eines Kooperationspartners, wie in einer DSC, verstanden (Vgl. Abbildung 3).

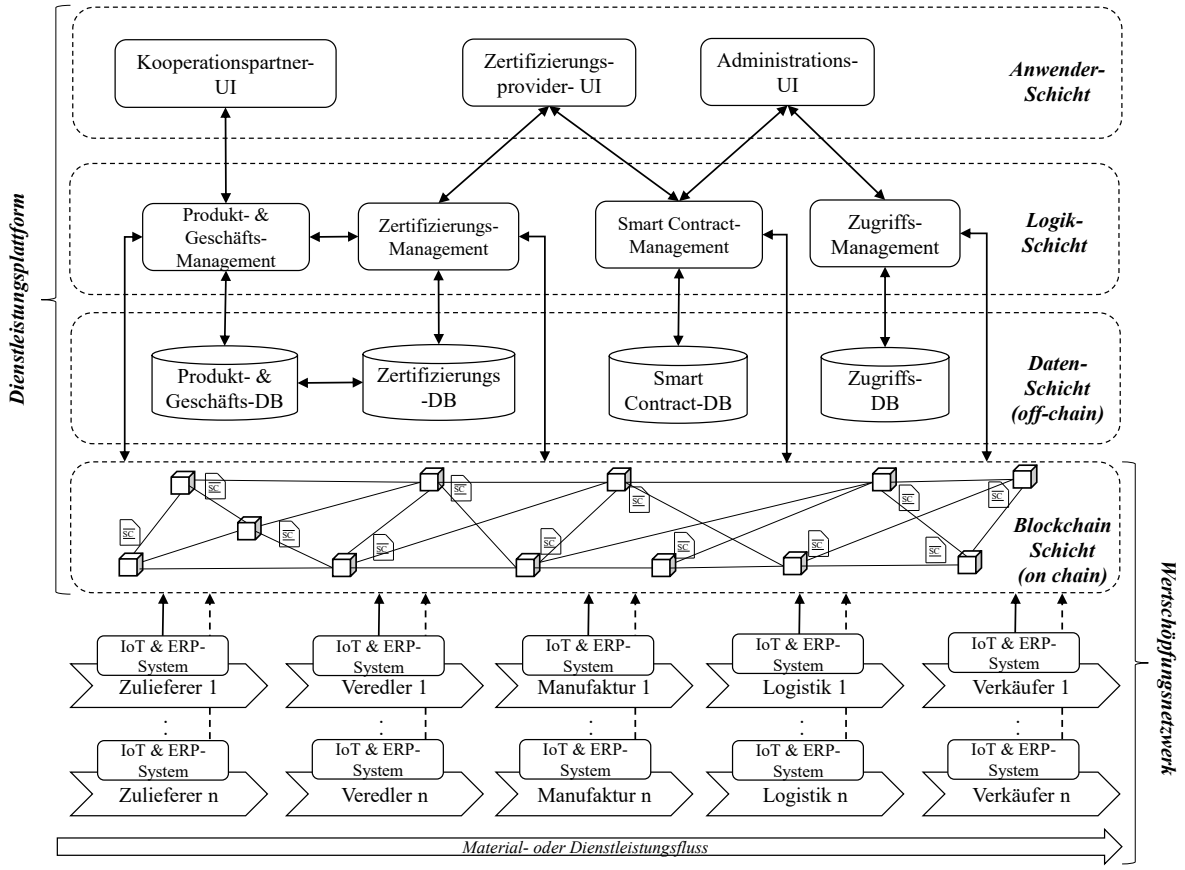


Abbildung 7: Anwendung einer Blockchain-Plattform bei Wertschöpfungsnetzwerken in Anlehnung und Erweiterung an die OriginChain (eigene Darstellung in Anlehnung an Xu et al. (2019b, 283) und Banerjee (2018, 73))

Auf Grund des dezentralen Gedankens der verteilten Hauptbücher innerhalb der Blockchain, werden die verschiedenen Knoten dezentral durch alle Kooperationspartner bereitgestellt. Diese Form der Speicherung von Transaktionen aus z.B. ERP-Systemen wird in Veröffentlichungen zu der OriginChain (Vgl. (Lu et al. 2019b, 403; Xu et al. 2019b, 283)) nicht beschrieben, sondern auf Basis von relevanten Forschungsbeiträgen wie Banerjee (2018, 73) und Wu et al. (2017, 146) konzeptionell erweitert.

Die zweite Schicht stellt die Datenschicht dar. Auf dieser werden durch verschiedene Datenbanken (DB) Informationen über Produkte bzw. Leistungen der Kooperationspartner, Zertifikate der verifizierten Produkte, Quellcodes der Smart Contracts sowie die Zugriffsrechte für die Konsortiums-Blockchain gespeichert. Alle gespeicherten Daten werden damit außerhalb der Blockchain (off-chain) gespeichert. Lediglich die kollisionsfreien Prüfsummen dieser

gespeicherten Dateien werden auf der Blockchain gespeichert. So können nachträgliche Manipulationen verhindert werden.

Die dritte Schicht stellt die Logik-Schicht dar. In dieser Schicht werden die Eingaben aus den verschiedenen Anwender-Schnittstellen verarbeitet und in den verteilten Hauptbüchern und den Datenbanken aus der Datenschicht gespeichert. Die verschiedenen Anwender-Schnittstellen für die Kooperationspartner, die verschiedenen Zertifizierungs-Provider sowie die Administratoren der Plattform bilden die letzte Plattform-Schicht. Durch diese Schicht können alle Anspruchsgruppen neben der automatisierten Datensicherung in die Blockchain, die Plattform nutzen (Lu et al. 2019b, 403; Xu et al. 2019b, 283). Ähnlich wie bei der DSC ermöglicht die Plattform sowie der Zugriff auf alle für das Wertschöpfungsnetzwerk relevanten Daten eine Echtzeit Kommunikation, Überwachung sowie Analyse von (Fertigung)-Prozessen und möglicher Kooperationspartner. Eine manuelle Eingabe von Daten durch Anwender zur Speicherung direkt auf der eingesetzten Blockchain, stellt eine mögliche Gefährdung der Einhaltung der Datenintegrität dar. Da die Blockchain-Technologie eine unwiderrufliche Speicherung von Daten ermöglicht, müssen diese zuvor überprüft werden. Diese Prüfung bzw. Sicherstellung der Datenintegrität erfolgt für die automatisierte Datenspeicherung von ERP-Transaktionen sowie IoT-Sensoren innerhalb der Wertschöpfungsprozesse durch vorherige Definition von elektronischen Übertragungsstandards.

Um falsche manuelle Eingaben durch Anwender zu vermeiden, soll durch verschiedene Eingabemasken die Eingabe dieser Anwender vor der persistenten Speicherung überprüft werden (Xu et al. 2019b, 253). Durch die in Abbildung 7 beschriebene Plattform ist es möglich, alle anfallende Daten aus wertschöpfenden Prozessen der verschiedenen Kooperationspartnern eines Wertschöpfungsnetzwerkes unwiderruflich und dezentral über das gesamte Netzwerk abzuspeichern. Die Plattform erlaubt nicht nur die transparente Speicherung dieser Daten zur Überwachung der Aktivitäten innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes sowie die zusätzliche Verifizierung der entstandenen Produkte durch externe Provider und damit die Qualitätssicherung, sondern auch die Automatisierung von Verträgen zwischen mehreren Kooperationspartnern durch Smart Contracts (Lu et al. 2019b, 401; Xu et al. 2019b, 279).

3 Rahmenwerk

3.1 Einordnung in einen Service-Engineering-Ansatz

Die Entwicklung eine Dienstleistung oder einer Kollaborationsplattform orientiert sich anhand des von Meiren und Barth (2002, 20) vorgeschlagenen Ablaufes. Hierbei handelt es sich um ein Service-Engineering-Vorgehen. Dieser Ablauf wird im Folgenden dargestellt.

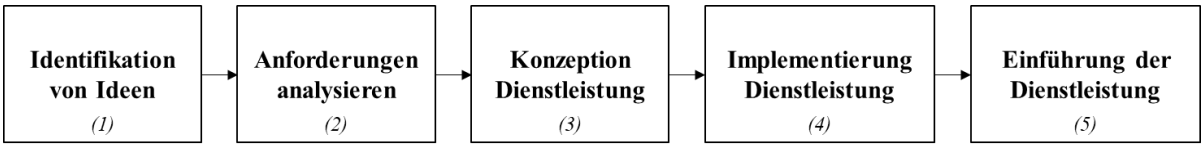


Abbildung 8: Vorgehen in einem Service-Engineering-Ablauf nach Meiren und Barth (2002, 20)

Der Service-Engineering lässt sich in fünf verschiedene Phasen einteilen. In der ersten Phase werden Ideen für eine Serviceleistung oder Software identifiziert und konkretisiert. In dieser Phase müssen Ideen zusätzlich auf ihre Realisierbarkeit und Relevanz geprüft werden (Meiren und Barth 2002, 20). In der zweiten Phase werden durch verschiedene Methoden Anforderungen für die Dienstleistung bzw. Kollaborationsplattform angewandt (Meiren und Barth 2002, 24ff.). Diese Phase wird in dem vorliegenden Bericht betrachtet. Ein detailliertes Vorgehen wird im folgenden Kapitel dargestellt. Bei der Konzeption der Dienstleistung *(3)* erfolgt die Darstellung der Dienstleistung in Form von Prozess-, Produkt- oder Ressourcenmodellen (Meiren und Barth 2002, 26–36). Anhand der erstellten Modelle wird im vierten Schritt die Implementierung der Dienstleistung oder der Plattform vorgenommen (Meiren und Barth 2002, 36–39). Nach Abschluss der Entwicklung erfolgt die Einführung der Dienstleistung *(5)* in Unternehmen oder die zu Verfügung Stellung der Kollaborationsplattform für mehrere Unternehmen (Meiren und Barth 2002, 39–42).

Das weitere Vorgehen wird in Abbildung 9 dargestellt. Dieses Vorgehen orientiert sich an den ersten drei Prozessschritte, welche in Abbildung 8 dargestellt werden.

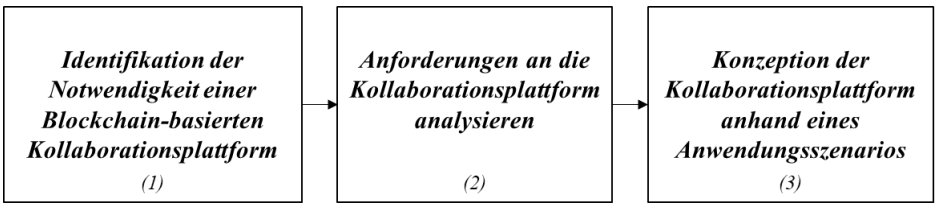


Abbildung 9: Vorgehen in Anlehnung an Meiren und Barth (2002, 20)

Im ersten Schritt *(1)* werden die Problematiken innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken analysiert sowie mit den Potentialen der Blockchain-Technologie kombiniert. Bei dieser Verknüpfung wird das Konzept einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform vorgestellt sowie die Vor- und Nachteile einer solchen Plattform diskutiert. Anhand der Vorteile der

vorgestellten Blockchain-basierten Plattform wird die Notwendigkeit der Kollaborationsplattform begründet und dient als Ausgangsbasis für die Durchführung des zweiten Schrittes.

Im zweiten Schritt *(2)* werden nach dem Service-Engineering-Ansatz von Meiren und Barth (2002, 20) Anforderungen für diese Kollaborationsplattform erhoben, spezifiziert, klassifiziert und validiert. Dieses Vorgehen erfolgt in Kapitel 4.2 und orientiert sich an dem „requirements engineering"-Ansatz der IEEE Computer Society sowie Abran (2004). Die Datenerhebung für die Anforderungsdefinition erfolgt zum einen anhand einer Literatur-analyse, welche sich nach der Vorgehensmethodik von vom Brocke et al. (2009, 6) richtet (siehe Kapitel 3.2) und zum anderen durch eine qualitative Interviewstudie, welche mit Personen und Unternehmen aus der Praxis durchgeführt (Vgl. Kapitel 3.2.2) und anhand einer qualitativen Querschnittsanalyse nach Wilde und Hess (2007, 282) ausgewertet wird. Abschließend wird nach dem Vorgehensmodell von Abran (2004, 2:1-2:12) eine Priorisierung und Validierung der erhobenen Anforderungen durch einen zusätzlichen Fragebogen durchgeführt. Der Fragebogen wird nach Abran (2004, 2:6) an beteiligte Personen innerhalb der Kollaborationsplattform bzw. während der Anforderungsdefinition weitergeleitet. Diese sind neben den befragten Experten auch Mitarbeiter aus den selben Unternehmen. Die Darstellung dieses Vorgehens erfolgt in Kapitel 4.2. Das Ergebnis der Anforderungsdefinition wird in Kapitel 0 präsentiert und beantwortet die *Forschungsfrage F1*.

Abschließend wird auf Basis der Anforderungen die Konzeption einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform nach Meiren und Barth (2002, 20) in Kapitel 5 vorgenommen *(3)*. Die Darstellung erfolgt durch ein Produkt- sowie Prozess-Modell. Zusätzlich wird, auf Basis der Experteninterviews, ein Anwendungsszenario für dieses Plattformkonzept präsentiert. Dieses Kapitel dient zur Beantwortung der *Forschungsfragen F2* und *F3*.

3.2 Vorgehen

3.2.1 Darstellung der Literaturanalyse

Im den folgenden Kapitel wird die Auswahl der Forschungsmethodik, deren Vorgehen sowie die Darstellung der dadurch erhobenen Literatur aufgezeigt. Dieses Kapitel dient als Grundlage für die Datensynthese in Kapitel 4.1.1.

Erhebung anhand der Forschungsmethodik

Das Vorgehen innerhalb des Arbeitsberichts orientiert sich anhand des von vom Brocke et al. (2009, 6) vorgestellten Vorgehensmodells. Dieses Modell wird in Abbildung 10 dargestellt. Im ersten Schritt (1) erfolgt die Definition des Untersuchungsumfanges für die Literaturanalyse. Der zweite Schritt (2) beschreibt die inhaltliche Thematik Abgrenzung des Themengebietes. Im

dritten Schritt (3) wird der Prozess der Literatursuche dargestellt. Die Auswertung der erhobenen Literatur, welche neben den durchgeführten Interviewstudien für die Anforderungsdefinition notwendig ist, erfolgt in im vierten Schritt (4). Die Definition einer Forschungsagenda für die weitere Betrachtung der Thematik wird abschließend (5) ebenso vorgenommen.

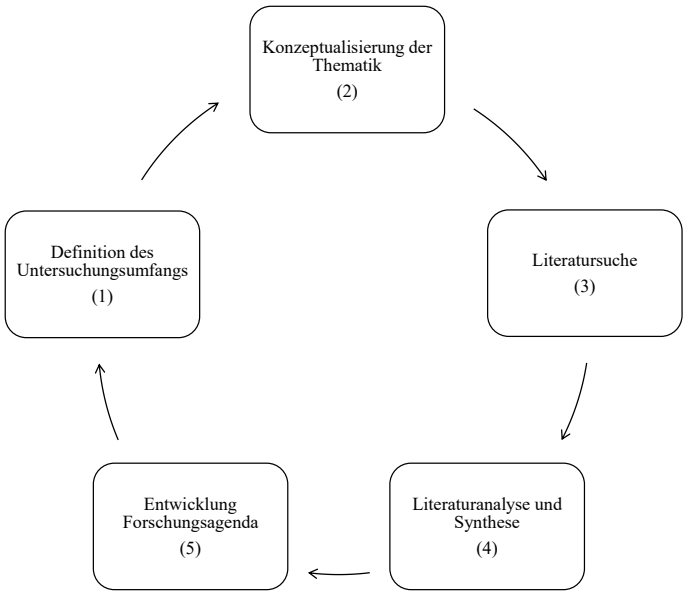


Abbildung 10: Framework der Literaturrecherche nach vom Brocke et al. (2009, 6)

Definition und Umfang der Literaturrecherche

Die Definition des Untersuchungsumfangs stellt nach dem Vorgehensmodell von vom Brocke et al. (2009, 6) den ersten Schritt dar. Hierfür schlagen die Autoren eine Taxonomie von Cooper (1988, 109) vor. Anhand der Taxonomie soll der Suchumfang definiert werden. Die Taxonomie sowie deren Vorgehen für die Literaturanalyse wird in Tabelle 2 dargestellt und im Folgenden erläutert.

Tabelle 2: Taxonomie der Literaturrecherche in Anlehnung an Cooper (1988, 109)

Charakteristik	***Kategorien***			
Fokus	Forschungsergebnis	Forschungsmethode	Theorie	**Verwendung**
Ziel	**Integration**	Kritik	Zentrale Aspekte	
Perspektive	**Neutral**	Einnehmen einer Position		
Umfang	Schlüsselarbeiten	**Repräsentativ**	Selektiv	vollständig
Struktur	Historisch	**Konzeptionell**	Methodisch	
Zielgruppe	**Spezielle Forscher**	**Allgemeine Forscher**	**Praktiker**	Öffentlichkeit

Anhand der Taxonomie werden folgende Entscheidungen getroffen. Der Fokus der Literaturanalyse liegt auf der Definition von Anforderungen, welche zur Entwicklung einer Kollaborationsplattform und damit zur praktischen Verwendung genutzt werden. Ziel dieser Anforderungen ist die Integration der Bereiche Blockchain und SCM zur Erstellung der Kollaborationsplattform. Als Perspektive wird eine neutrale Sichtweise gewählt, um alle Aspekte mit gleichem Gewicht und unvoreingenommen zu betrachten. Der Umfang der Literaturanalyse erfolgt repräsentativ anhand gängiger Datenbanken aus dem Bereich der Betriebswirtschaftslehre, der Informatik und der Wirtschaftsinformatik. Als Ergebnis der Literaturanalyse sowie der angeschlossenen Expertenumfrage soll eine konzeptionelle Entwicklung von Anforderungen ermöglicht werden. Als Zielgruppe der Ergebnisse dienen allgemeine als auch spezielle Forscher in der Thematik der Blockchain oder der Wertschöpfungsnetzwerke. Auf Grund der hohen praktischen Relevanz der Thematik sind die Ergebnisse ebenso für Unternehmen, welche eine Entwicklung einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform vornehmen wollen, relevant.

Die Konzeptualisierung der Thematik erfolgt anhand der Definition des Suchraumes für die Literaturanalyse. Der Suchumfang der Literaturanalyse wird durch die Forschungsfragen bestimmt. Die Forschungsfrage *(F2)* stellt die Notwendigkeit der Untersuchung von Anforderungen in Kollaborationsplattformen in Blockchain-basierten Wertschöpfungsnetzwerken. Daher werden Forschungsbeiträge untersucht, welche sich mit der Blockchain-Technologie sowie Wertschöpfungsnetzwerken befassen. Der Fokus der Beiträge soll dabei auf die Thematik einer Plattform gelegt werden. Die Kombination der Suchbereiche erfolgt anhand des disruptiven Faktors der Blockchain-Technologie. Zum einen kann keine separate Betrachtung von Kollaborationsplattform und Wertschöpfungsnetzwerken erfolgen, da z.B. auch Wertschöpfungspartner bei der Bereitstellung der Infrastruktur in Form von Knoten sich an der Plattform beteiligen können (Wang et al. 2019b, 78). Zum anderen ist es nicht ausreichend nur Kollaborationsplattformen, welche auf der Blockchain-Technologie basieren, zu betrachten. Auf Grund der vielfältigen Einsatzszenarien der Blockchain-Technologien können diese Plattformkonzeptionen variieren (Nofer et al. 2017, 183). Eine grobe Klassifizierung der möglichen Einsatzszenarien erfolgt durch Swan (2015, ix).

Literatursuche

Festlegung der Suchbegriffe. Im vorherigen Kapitel erfolgte die Definition der Suchthematiken. Anhand der Thematiken werden die in Tabelle 3 dargestellten Begriffe für die Literatursuche angewendet. Hierfür werden zusätzlich Synonyme für die vorgestellten Thematiken in die Suche integriert, um keinerlei thematisch nahen Beiträge aufgrund des zu sehr beschränkten Suchraumes auszuschließen. Die Auswahl der Synonyme erfolgte durch die Aufarbeitung der in Kapitel 2 aufgeführten Grundlagen. Der daraus entstandene Such-Term lässt sich in drei Gruppen einteilen. Jede Gruppe enthält alle Synonyme einer Thematik. Diese sind durch eine

oder-Bedingung verknüpft. Somit muss, dass ein Beitrag für eine Gruppe Berücksichtigung findet, mindestens einer der genannten Begriffe innerhalb der Gruppe in dem Forschungsbeitrag vorkommen. Für jeden relevanten Beitrag muss dies für alle drei Gruppen zutreffen. Da die Blockchain-Thematik im Jahr 2008 durch Satoshi Nakamoto zuerst postuliert wird (siehe Nakamoto 2008), werden nur Forschungsbeiträge berücksichtigt, welche erst 2008 oder später veröffentlicht wurden.

Tabelle 3: Beschreibung der Suchbegriffe für die Literaturanalyse

Thematik	***Suchbegriffe anhand der Thematik***	***Verknüpfungs-Operatoren***
Wertschöpfungsnetzwerke	supply chain supply-chain supply network value chain value web	OR
	AND	
Blockchain	blockchain distributed ledger	OR
	AND	
Plattform	platform eco system ecosystem platform as a service paas blockchain as a service baas	OR
Bedingung:		**Jahr >= 2008**

Festlegung der zu betrachtenden Veröffentlichungen. Die Autoren vom Brocke et al. (2009, 7) schlagen bei der qualitativen Beschränkung der zu betrachtenden Literatur die Forschungsbeiträge Rowley und Slack (2004, 32) und Webster und Watson (2002, xvi) vor. Nach Rowley und Slack (2004) sollen nur hochrangige Journal-Beiträge und nach Webster und Watson (2002) nur hochrangige Konferenzbeiträge untersucht werden. Auf Grund der neuartigen Thematik Blockchain sowie dem interdisziplinären Bereich durch die Anwendung der Blockchain-Technologie im Bereich der Wertschöpfungsnetzwerke wird auf eine Beschränkung in der mindestnotwendigen Bewertung von Journal- und Konferenz-Beiträgen verzichtet.

Auswahl der zu untersuchenden Datenbanken. Auf Grund der interdisziplinären Thematik der gestellten Forschungsfragen ist es notwendig Datenbanken aus verschiedenen Disziplinen zu untersuchen. Daher werden die Datenbanken *Taylor & Francis Online, ScienceDirect, EmeraldInsight, Web of Science* sowie *Business Source Premier (ESCBOhost)* untersucht, um wirtschaftswissenschaftlich fokussierte Beiträge zu der Thematik ausfindig zu machen. Ebenso werden die Datenbanken *IEEEXplore* und *ACM Digital Libary* für informatiknahe Forschungsbeiträge untersucht. Ebenfalls wurde die Datenbank *Association for Information*

Systems eLibary (AISeL) für Beiträge aus der Teildisziplin der Wirtschaftsinformatik berücksichtigt.

Darstellung der ausgewählten Beiträge für die Literaturanalyse. In Abbildung 11 wird die Verteilung der Beiträge anhand der verschiedenen Stufen bei der Literaturanalyse nach vom Brocke et al. (2009, 7) dargestellt und im Folgenden erläutert.

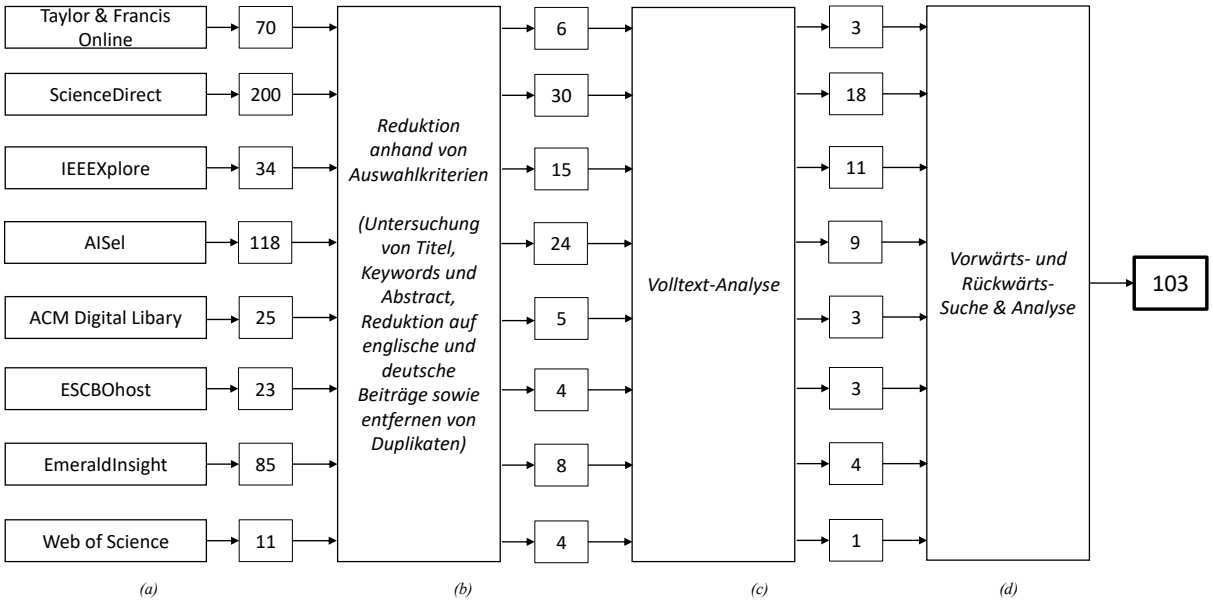


Abbildung 11: Ergebnisverteilung der Literaturanalyse (Stand: 30.05.2019)

Im ersten Schritt *(a)* werden die beschriebenen Datenbanken anhand der Suchparameter aus Tabelle 3 untersucht. Da die Suchparameter je nach Datenbank variieren, wird das Werkzeug LitSonar (www.litsonar.com) zur Formulierung von korrekten Suchparametern für die jeweilige Datenbank herangezogen. Die genauen Such-Terme der verschiedenen Datenbanken sowie die dargestellten Einschränkungen werden in der Tabelle 17 (siehe Anhang) dargestellt. Anhand dieser Suchparameter sind 566 potentielle Forschungsbeiträge identifiziert worden (Stand 30.05.2019). Im zweiten Schritt *(b)* werden diese identifizierten Beiträge anhand ihres Titels, der festgelegten Schlüsselwörter sowie des Abstracts auf Relevanz überprüft. Ebenso werden die Beiträge hinsichtlich ihrer Sprache untersucht und nur englische und deutsche Beiträge berücksichtigt. Duplikate innerhalb der Beiträge werden abschließend entfernt. Anhand dieser Restriktionen können für den dritten Abschnitt 96 Beiträge berücksichtigt werden. Im dritten Schritt *(c)* werden diese 96 Beiträge einer Volltextanalyse unterzogen und erneut auf Relevanz überprüft. Nach diesem Schritt werden von den 566 potentiellen Forschungsbeiträgen abschließend 52 Beiträge als relevant eingestuft. Im letzten Schritt *(d)* werden die genutzten Quellen der 52 Beiträge betrachtet und relevante Quellen in die Literaturanalyse integriert (Vorwärtssuche). Ebenso wird eine Rückwärtssuche der 52 Beiträge vorgenommen. Bei dieser Rückwärtssuche werden alle Veröffentlichungen betrachtet, welche

die genannten 52 Beiträge zitiert haben. Bei diesen Veröffentlichungen werden die Parameter Titel, Schlüsselwörter sowie Abstract genutzt, bevor diese im Volltext auf Relevanz untersucht werden. Als Datenbank wird hierfür Google Scholar (www.scholar.google.de) verwendet. Abschließend werden so 103 Forschungsbeiträge bei der Literaturanalyse nach vom Brocke et al. (2009) identifiziert.

Die Tabelle 18 (siehe Anhang) zeigt die Verteilung dieser Forschungsbeiträge. Hierbei werden die Journal- sowie Konferenz-Bezeichnungen sowie deren Häufigkeit in den Forschungsbeiträgen dargestellt. Zusätzlich wird für jedes Journal oder Konferenz das zugehörige VHB-JOURQUAL3-Ranking dargestellt (Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. 2019). Auf Grund der interdisziplinären Thematik werden einige erfasste Beiträge in diesem Ranking nicht erfasst. Daher wird zusätzlich der Einfluss-Faktor (H-Index) der verschiedenen Journals oder Konferenzen durch das Scimago Journal & Country Ranking abgebildet (Scimago Lab 2019).

Verteilung innerhalb der Literatur

Abbildung 12 beschreibt die Verteilung der erhobenen Beiträge. Aus dem Jahr 2015 wird nur ein Forschungsbeitrag erhoben. Aus dem darauffolgendem Jahr (2016) werden insgesamt drei Beiträge berücksichtigt. Anhand der Abbildung ist für die Jahre 2017 (n=18) und 2018 (n=45) ein stark ansteigender Trend zu erkennen. Aus dem Jahr 2019 werden 36 Beiträge für die Literaturanalyse betrachtet. Hierbei handelt es sich nur um Beiträge, welche vor dem 30. Mai 2019 veröffentlicht wurden.

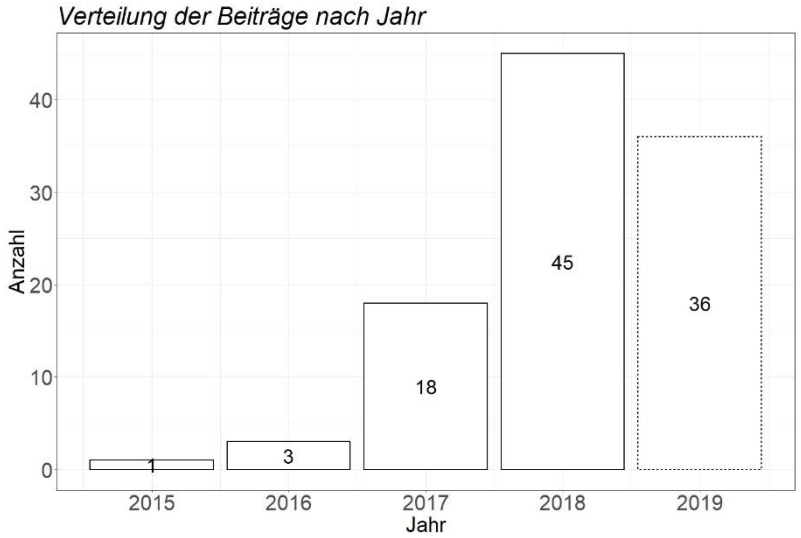


Abbildung 12: Anzahl der betrachteten Veröffentlichungen pro Jahr

Die zu betrachtende Forschungsbeiträge lassen sich in sieben verschiedene Kategorien einordnen. Diese Klassen sind „bereits Umgesetzt“, „Proof of Concept“, „theoretischer Use Case“, „Teilaspekte“, „Literaturbetrachtung“, „Interviewstudie“ und „Weitere“. Bei der

Kategorie „bereits Umgesetzt“ handelt es sich um Forschungsbeiträge, welche bereits den Einsatz von Blockchain-basierten Kollaborationsplattformen im SCM beschreiben. Die Kategorie „Proof of Concept“ beschreibt Forschungsbeiträge, welche erste experimentelle Umsetzungen einer Kollaborationsplattform durchgeführt haben. „Theoretische Use-Cases“ sind Kategorien, welche eine theoretische Umsetzung des SCMs durch Einsatz der Blockchain-Technologie beschreiben. Die Kategorie „Teilaspekte“ beschäftigt sich mit Beiträgen, welche sich inhaltlich mit dem Einsatz von SCM in Blockchain-basierten Kollaborationsplattformen befassen, aber sich in dem Beitrag auf Teilaspekte aus den verschiedenen SCM-Aspekte konzentrieren. Diese können z. B. Anforderungen an den Sensor innerhalb von wertschöpfenden Prozessen oder Datenaustauschformaten sein. Ebenso werden die Kategorien „Literaturanalyse“, „Interviewstudien“ sowie „Weitere“ betrachtet. Bei dem Typ „Weitere“ handelt es sich um ein Cluster an Beiträgen, bei denen der Typ des Forschungsbeitrages nur vereinzelt in der Literatur beschrieben wird. Ein Beispiel hierfür sind Taxonomien. Die Abbildung 13 zeigt die erfasste Anzahl an Kategorien unterteilt pro Jahr durch ein gestapeltes Balkendiagramm. Ein Beitrag kann mehreren Kategorien zugewiesen werden. Beiträge die z.B. eine Literaturanalyse vornehmen und zusätzlich einen theoretischen Use-Case vorstellen, werden diesen Kategorien zugeordnet.

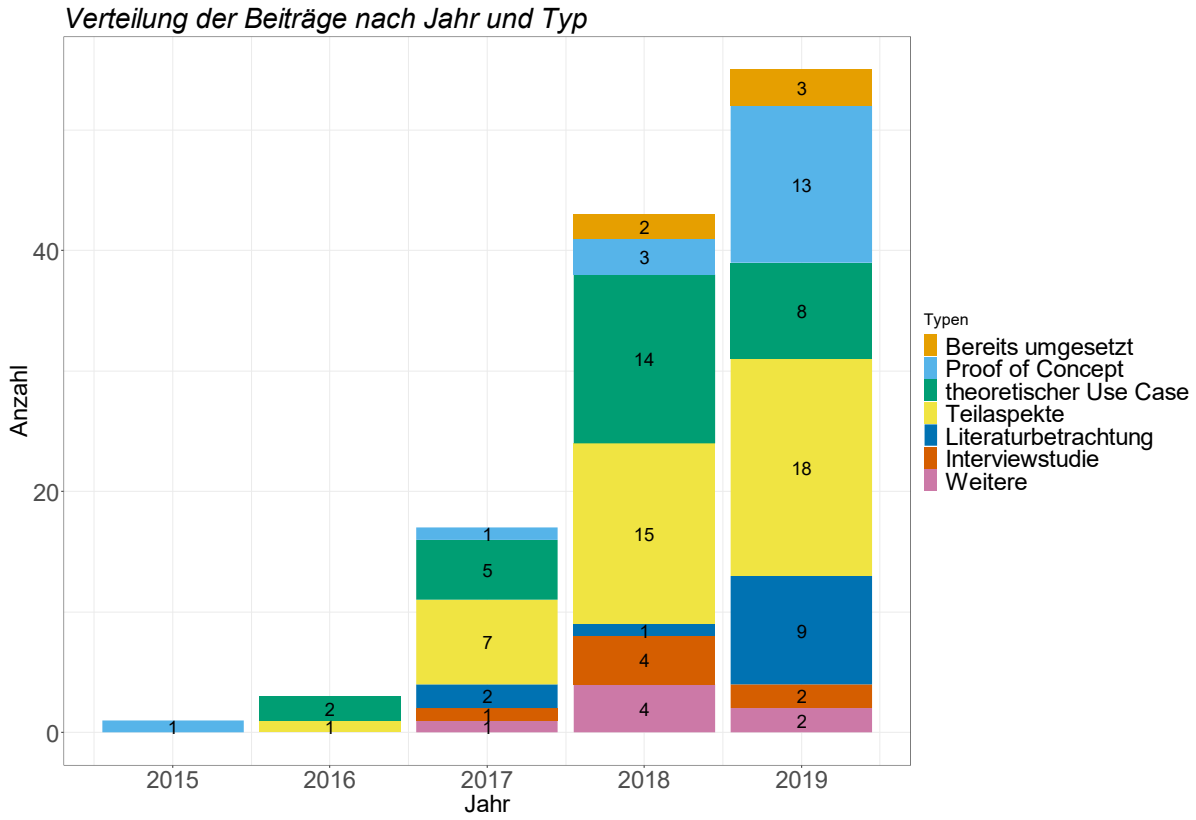


Abbildung 13: Verteilung der Beitrage der Literaturanalyse nach Jahr und Typ

Nach dem Framework von vom Brocke et al. (2009, 8) soll zudem die Literatur in eine Konzeptmatrix auf Basis des Forschungsbeitrages von Webster und Watson (2002, xviii), übertragen werden. Dieses Verfahren wird in Tabelle 19 (siehe Anhang) dargestellt. Die Tabelle beschreibt für jeden analysierten Beitrag die Einordnung in die erkannten Kategorien.

Neben der Betrachtung der verschiedenen Beitragstypen muss zusätzlich die Verteilung der Dimensionen betrachtet werden. In diesem Kontext handelt es sich bei Dimensionen um die inhaltlich betrachteten Aspekte eines Beitrages. Im Gegensatz dazu beschreibt Abbildung 13 nur die Betrachtung die überkategorische Betrachtung der Beiträge. Anhand der durchgeführten Literaturanalyse können zehn Dimensionen erfasst werden, wobei ein Beitrag mehreren Dimensionen zugeordnet werden kann. Diese Dimensionen sowie deren Häufigkeit wird in Abbildung 14, durch ein Balkendiagramm, abgebildet.

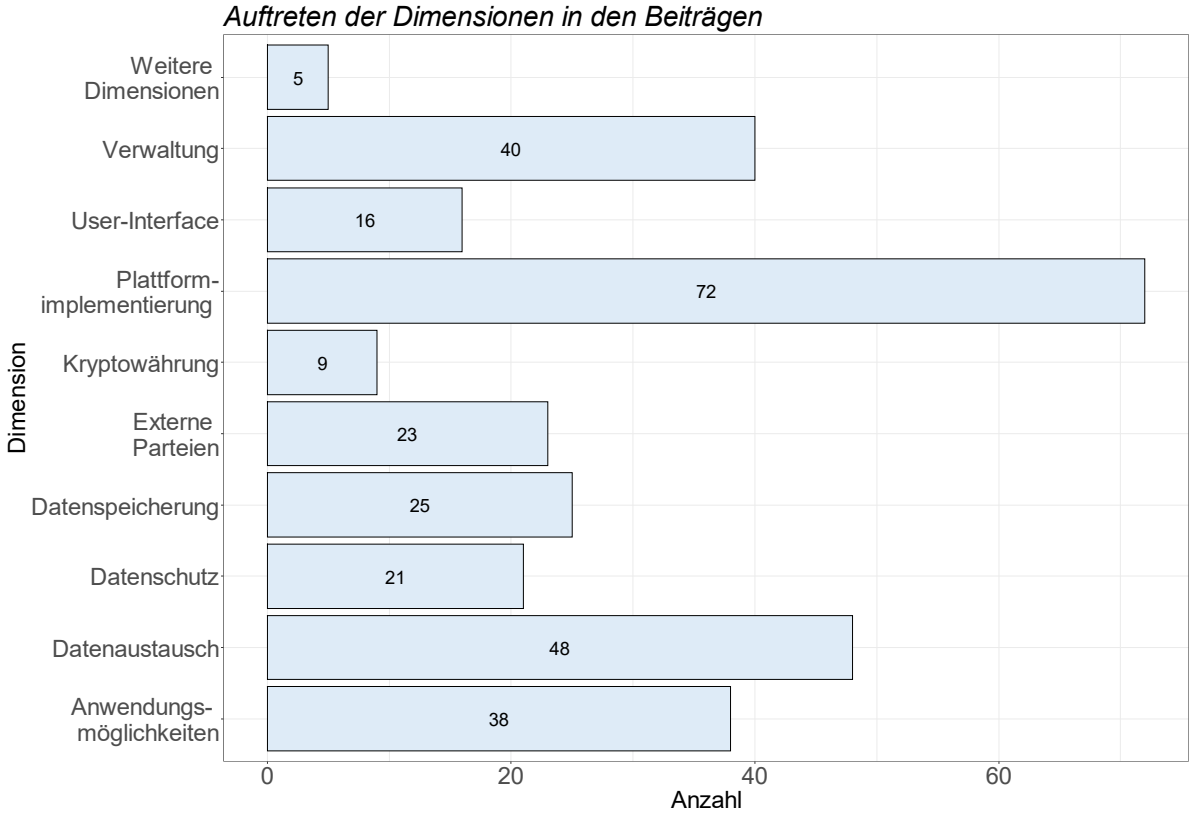


Abbildung 14: Verteilung der beschriebenen Dimensionen in der Literatur

Bei der Dimension „Anwendungsmöglichkeit“ handelt es sich um Beiträge, welche potentielle Anwendungsszenarien für Anwender beschreiben und die Vorteile der Blockchain-Technologie nutzen. Die Dimension „Datenaustausch“ beschreibt Beiträge, welche sich mit dem Datenaustausch zwischen den Anwendern und der Plattform inhaltlich beschäftigten. Dies umfasst sowohl das Datenaustauschformat sowie dessen Struktur z. B. bei ERP-Systemen aber auch bei der in der Produktion genutzten Sensorik. Die dritte Dimension ist der „Datenschutz“. Diese Dimension beschreibt die Betrachtung von datenschutztechnischen Aspekten innerhalb

dieser Plattform. Die Dimension Datenspeicherung thematisiert den Umfang der auf der Blockchain zu speichernden Daten. Die Dimension „Einsatz von Kryptowährung“ untersucht die Anforderungen, welche sich durch den Einsatz von Krpytowährungen, welche in Anlehnung an die Blockchain 1.0 entwickelt werden, ergeben. Die Dimension „externe Parteien“ durchgeleuchtet weitere Intermediäre und deren Aufgaben und Anforderungen an diese, welche sich in dem Kontext der Kollaborationsplattform ergeben könnten. Die Dimension „Plattformimplementierung“ thematisiert Anforderungen an die technische Implementierung einer Blockchain. Die Dimension „User-Interface“ beschreibt Anforderungen an Schnittstellen, welche Anwender oder Intermediäre für die Verwaltung und Nutzung der Plattform benötigten. Die Dimension „Verwaltung“ behandelt notwendige Aufgaben und Anforderungen für die Verwaltung der Plattform. Abschließend stellt die Dimension „Weitere Dimensionen“ zusätzlich betrachtete Aspekte in der Literatur, welche aber nur vereinzelt vorkommen vor. Die Synthese der vorgestellten Beiträge auf Basis der Dimensionen erfolgt in Kapitel 4.1.1.

3.2.2 Darstellung der Interviewstudie

Das folgende Kapitel beschreibt die Entwicklung von Experteninterviews. Zuerst wird das Vorgehen bei der Entwicklung einer Expertenbefragung aufzeigt. Um eine Entwicklung durchführen zu können, ist es zuerst notwendig relevante Anspruchsgruppen ausfindig zu machen. Anhand dieser Anspruchsgruppen werden anschließend in dem Kapitel 4.1.2 die Experteninterviews erhoben.

Vorgehen anhand der Forschungsmethodik

Auf Grund der hohen praktischen Relevanz für Unternehmen, eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform in ihrem Wertschöpfungsnetzwerk zu integrieren, sollen diese Unternehmen ebenso zu dieser Thematik befragt werden. Diese Befragung soll mittels einer qualitativen Querschnittsanalyse erfolgen. Bei dieser Methodik werden verschiedene Personen zu einer Thematik befragt und anschließend ein Querschnittsbild der ausgewerteten Daten erstellt (Wilde und Hess 2007, 282).

Anhand dieses Verfahrens können mehrere Untersuchungsfälle zur Erkennung eines Gesamtkonzeptes, der Kollaborationsplattform, entstehen. Als anzuwendende Methodik können verschiedene Techniken angewandt werden. Nach Wilde und Hess (2007, 282) sind dies z.B. Fragebögen oder Experteninterviews. Auf Grund der Komplexität der Forschungsfrage werden Experteninterviews angewendet. Ebenso werden die erstellten Fragen für diese Interviewstudie auf Basis von Vorüberlegungen, welche im Zuge der Literaturanalyse aus Kapitel 3.2 entstanden sind, entwickelt. Ausgangsbasis bilden die erhobenen Dimensionen aus der Literaturanalyse. Nach Paré (2004, 247f.) wird diese Expertenbefragung daher nach

einem semi-strukturierten Interview durchgeführt. Bei diesem Interviewtyp sind die Fragen zu einer bestimmten Thematik gestellt, ermöglichen jedoch genug Freiraum in den Antwortmöglichkeiten der befragten Personen, um keinerlei Gedankengänge auszuschließen. Die Identifikation von Kausalitäten und damit Reduktion auf Kernaspekte innerhalb der Ergebnisse der Befragungen erfolgt erst bei der Datenauswertung (Gläser und Laudel 2010, 26f.).

Unterteilung der Interviews in Anspruchsgruppen

Relevanz von Anspruchsgruppen. Die Definition von Anspruchsgruppen bzw. Interessensgruppen leitet sich aus dem englischen Begriff „Stakeholder“ ab und wird meist von Edward Freeman unter folgender Definition verwendet:

> *„[..] any group or individual who can affect or is affected by the achievement of the organization's objectives“ (Freeman 2010, 46)*

Dabei definiert Freeman eine Anspruchsgruppe als einen aktiven Beeinflusser bzw. ein Individuum oder eine Gruppe, welche unmittelbar beeinflusst wird. Durch diese direkte Beeinflussung der Anspruchsgruppen zu operierenden Unternehmen, sind diese Unternehmen von verschiedenen Anspruchsgruppen abhängig. Die Anpassungsfähigkeit an die Anforderungen der Anspruchsgruppen trägt damit maßgeblich zu dem Erfolg eines Unternehmens bei (Elias et al. 2002, 303). Dies gilt ebenso für die Implementierung von Informationssystemen, da der Erfolg einer Implementierung nicht mehr nur von technischen, sondern auch von unternehmerischen Aspekten abhängig ist (Scott et al. 2004, 101; Pouloudi 1999, 1). Nach Paul Nutt, scheiterten bis zum Jahre 2002 ca. 50 Prozent aller Informationssystem-Projekte u.a. aufgrund der fehlenden Erfüllung der Erwartungen der betroffenen Anspruchsgruppen (Nutt 2002, 41ff.). Demnach scheint es essentiell, alle notwendigen Anspruchsgruppen und deren Individuen zu erkennen. Potentielle Anspruchsgruppen sollen im Folgenden durch eine wissenschaftliche Literaturrecherche ausfindig gemacht werden.

Identifizierung von möglichen Anspruchsgruppen. Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, ist es notwendig, die verschiedenen Anspruchsgruppen bei einer Informationssystems-Implementierung ausfindig zu machen. Um dies für die Anforderungsentwicklung für eine Kollaborationsplattform bei Wertschöpfungsnetzwerken vorzunehmen, wird eine mehrstufige Vorgehensweise eingesetzt. Da es sich bei der Blockchain um eine disruptive Technologie handelt, welche durch ihre Struktur auf verschiedene Intermediäre verzichten kann, müssen bestehende Forschungsbeiträge zur Implementierung von Dienstleistungsplattformen kritisch betrachtet werden. Ausgangsbasis ist zu Beginn der Forschungsbeitrag von Riedl et al. (2009, 6f.). In diesem Beitrag werden vier verschiedene Anspruchsgruppen an eine Dienstleistungsplattform bzw. Dienstleistungsumgebung herausgearbeitet. Diese sind Kunde,

Plattform-Provider, Dienstleistungs-Provider sowie ein Vermittler. Der Kunde nutzt verschiedene Dienstleistungen, welche durch den Dienstleistungs-Provider auf der Plattform zur Verfügung gestellt werden. Die Entwicklung der Plattform sowie Bereitstellung der Infrastruktur erfolgt durch den Plattform-Provider. Der Vermittler bringt den Kunden sowie die Dienstleistungsplattform zusammen. Diese Anspruchsgruppen sind bei Dienstleistungs-plattformen im SCM ebenfalls vorhanden. So beschreiben die Autoren Barros und Kylau (2011, 49ff.) ein Framework, welches Anspruchsgruppen wie Kunden, Dienstleistungs-Provider sowie einen Dienstleistungs-Verwalter beinhaltet. Im Gegensatz zu Riedl et al. (2009, 6f.) ist der Dienstleistungs-Verwalter für die Bereitstellung der Plattform als auch der Dienstleistungen sowie Entwicklung von Dienstleistungen durch untergeordnete Rollen zuständig.

Im Bereich von Blockchain-Anwendungen beschreibt der Forschungsbeitrag von Riasanow et al. (2018, 4–7) die möglichen Rollen, welche sich durch den Einsatz einer Blockchain in verschiedenen Anwendungsszenarien ergeben. Diese wurden anhand einer Untersuchung von 479 Blockchain-Unternehmen erhoben. Hierbei wurden elf verschiedene Anspruchsgruppen festgestellt. Diese Anspruchsgruppen beziehen sich auf die verschiedenen Entwicklungsstufen Blockchain 1.0 bis 3.0. Bei den erfassten Anspruchsgruppen handelt es sich um: Anwender, Blockchain Infrastruktur-Provider, Blockchain Plattform Provider, verschiedene Blockchain Applikations-Provider, Token-basierter Gemeinschaftsplattform-Provider, Schürfer, Schürfer-Equipment-Provider, Blockchain-Entwickler, Blockchain-Anwendergemeinschaft und der verschiedenen Blockchain Beratungen. Jedoch kann eine Person oder ein Knoten innerhalb einer Blockchain mehrere Anspruchsgruppen zugeordnet werden. So können z.B. Anwender auch gleichzeitig Schürfer sein (Riasanow et al. 2018, 7). Ebenso sind manche Anspruchsgruppen je nach Wahl der Blockchain-Umsetzung, wie z. B. Token-basierter Gemeinschaftsplattform-Provider bei Implementierungen ohne den Einsatz einer Kryptowährung oder Tokens nicht notwendig. Daher wird auf Basis der genannten Forschungsbeiträge weitere Beiträge untersucht. Zusätzlich wird der Forschungsbeitrag von Tönnissen und Teuteberg (2019, 4) herangezogen, welcher bereits verschiedene Anspruchsgruppen anhand von evaluierten Anwendungsszenarien betrachtet.

Auf Basis dessen werden weitere Forschungsbeitrage untersucht und die Anspruchsgruppen angepasst. Um gezielte Forschungsbeiträge im Anwendungsfeld der Blockchain in Wertschöpfungsnetzwerken zu finden, wurden unter anderem Datenbanken wie AISeL oder ScienceDirect dahingehend untersucht. Die herausgearbeiteten Beiträge sind in der Tabelle 4 zu sehen und beschreiben sowohl bereits umgesetzte als auch konzeptionelle Blockchain-Lösungen in Wertschöpfungsnetzwerken. Die Forschungsbeiträge werden im Folgenden prägnant beschrieben und dienen als Grundlage für die Unterteilung der Experten für die Interviewstudie in verschiedene Anspruchsgruppen. Die übergeordneten Anspruchsgruppen wurden zu Beginn durch Beiträge von Riedl et al. (2009, 6f.) unter Einbezug der von Riasanow

et al. (2018, 7) Blockchain spezifischen Rollenbezeichnung sowie Einbezug von Voranalysen durch Tönnissen und Teuteberg (2019, 4) erhoben und bei der Betrachtung der in Tabelle 4 dargestellten Forschungsbeiträge angepasst. Durch diese Verknüpfung sollen Anspruchsgruppen identifiziert werden, welche sich an etablierten Rollenmodellen von Dienstleistungsgeschäftsfeldern orientieren und gleichzeitig innerhalb disruptiver Blockchain-Implementierungen in Wertschöpfungsnetzwerken angewendet werden können.

Tabelle 4: Einteilung von Anspruchsgruppen anhand verschiedener Forschungsbeiträge

		Anspruchsgruppen											
		Anwender					**Plattform-Provider**			**Dienstleistungs-Provider**			**Zertifizierungs-Provider**
		Kunde	Materiallieferant	Logistik	Produzenten	Verkäufer	Technischer Entwickler	Blockchain-Entwickler	Standard-Entwickler	Blockchain-Administration	Registrierungsverwaltung	Applikations-Provider	Zertifizierungs-Provider
Forschungsbeiträge	*Abeyratne und Monfared 2016*	•		•	•	•		•	•				(•)
	Angrish et al. 2018	•			•		•	•			•	•	•
	Baruffaldi und Sternberg 2018			•			•			•			
	Hancock und Vaizey 2016	•			•			•			•	•	
	Lacity 2018	•	•		•		•	•	•				
	Leng et al. 2018	•	•	•	•	•		•	•			•	
	Wang et al. 2017	•		•	•			•		•	(•)	(•)	•
	Toyoda et al. 2017	•	•	•	•	•		•	•	•	(•)	(•)	
	Saberi et al. 2019	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•
	Xu et al. 2019b	•	•		•	•	•	•		•	•	•	•

Die Forschungsbeitrage aus Tabelle 4 werden im Folgenden beschrieben. Die Autoren Abeyratne und Monfared (2016, 4–6) präsentieren in ihrem Forschungsbeitrag einen bereits umgesetzten Einsatz der Blockchain im SCM. Verschiedene Anwender nutzen die Blockchain zum Speichern und Aufrufen von Transaktionen sowie gespeicherten IoT-Sensorwerten aus verschiedenen Produktionsstufen. Bei dieser Implementierung handelt es sich um eine öffentliche Blockchain, welche durch einen Blockchain-Entwickler sowie einer Rolle, welche für die Definition von Datenaustausch-Standards zuständig ist, umgesetzt wird. Auf Grund der öffentlichen Blockchain wird kein Dienstleistungs-Provider benötigt, da die Erstellung von Smart Contracts dezentral erfolgt und damit keine Notwendigkeit einer Rechteverwaltung wie bei einer privaten oder Konsortial-Blockchain besteht. Laut Abeyratne und Monfared (2016, 6) ist bisher keine Schnittstelle für Zertifizierungs-Provider implementiert, soll aber zukünftig erfolgen. Ebenso stellen Leng et al. (2018, 642–646) eine öffentliche Blockchain vor, welche zur Überwachung von Lebensmitteln dient. Bei dieser Blockchain müssen alle Beteiligte

innerhalb der Lieferantenkette ihre Prozessdaten speichern. Durch unabhängige Dienstleistungs-Provider werden Smart Contracts und Applikationen für die Plattform und Kunden entwickelt. Die Entwicklung der Kollaborationsplattform sowie von notwendigen Datenstandards erfolgt durch einen Blockchain-Entwickler. Die Autorin Lacity (2018, 209–211) beschreibt eine Blockchain für Hersteller im Bereich additiver Fertigung, welche für verschiedene Anwender gedacht ist. Die Implementierung also die Bereitstellung der Plattform erfolgt durch ein Unternehmen, welches ebenso die notwendigen Schnittstellen und in Zusammenarbeit mit verschiedenen Organisationen Standards im Bereich additiver Fertigung zur Speicherung in der Blockchain entwickelt. Nach erfolgreicher Implementierung soll dieses Szenario in eine Konsortial-Blockchain umgewandelt werden. Hancock und Vaizey (2016, 56ff.) beschreiben eine private Blockchain-Implementierung auf Basis von Ethereum. Diese Blockchain soll genutzt werden, um die Fälschungssicherheit von Diamanten über eine Blockchain sicherzustellen.

Die Entwicklung wird durch die Firma Everledger durchgeführt, welche auch als Dienstleistungs-Provider z.B. zur Verwaltung von Zugriffsrechten und Entwicklung von Smart Contracts fungiert. Die Plattform dient der Überwachung und damit Rückverfolgbarkeit der Produzenten. Angrish et al. (2018, 1182ff.) beschreiben eine konzeptionelle private Blockchain „FabReg“ auf Basis von Hyperledger Fabric oder Ethereum, welche zur Sicherung von Produktionsdaten genutzt wird. Durch einen Zertifizierungs-Provider wird sichergestellt, dass die Daten der Produzenten vor der Speicherung in der Blockchain korrekt sind. Dadurch kann ein Kunde sich auf die Qualität des Produktes verlassen bzw. diese zurückverfolgen. Ein Dienstleistungs-Provider übernimmt die Entwicklung von Applikationen sowie die Rechteverwaltung. Die Plattform wird durch einen Plattform-Provider zur Verfügung gestellt. Baruffaldi und Sternberg (2018, 3940ff.) beschreiben ein aktuelles Blockchain-Projekt zur transparenten Überwachung von Logistik-Prozessen. In diesem Beitrag werden keine expliziten Rollen genannt, sondern nur auf verschiedene Logistik-Unternehmen, die Blockchain-Entwickler sowie ein Blockchain-Administrator eingegangen. Wang et al. (2017, 72f.) beschreiben eine private Blockchain-Lösung auf Basis der Hyperledger Fabric, die zur Rückverfolgbarkeit in der Anlagenwirtschaft eingesetzt wird. Diese wird verschiedenen Anwendern durch einen Entwickler zur Verfügung gestellt. Die Verwaltung der Plattform soll durch eine Blockchain-Administration erfolgen, welche auch als Registrierungsverwaltung und als Smart-Contracts-Provider verstanden wird. Durch einen Inspekteur (Zertifizierungs-Provider), werden gemietete Kunden durch den Kunden im Nachgang überprüft. Die Autoren Toyoda et al. (2017, 17471f.) beschreiben eine auf Ethereum-basierte private Blockchain zur Speicherung von RFID-Daten eines Supply-Chain-Networks. Auf diese haben verschiedene Anwender Zugriff. Diese Blockchain wird durch einen Plattform-Anbieter entwickelt, welcher auch die Definition von RFID-Austauschformaten vornimmt.

Eine Blockchain-Administration nimmt die Verwaltung der Anwender sowie die Entwicklung von Smart Contracts vor. Saberi et al. (2019, 2121–2125) beschreiben eine private Kollaborationsplattform, auf der verschiedene Anwender am Wertschöpfungsprozess teilnehmen. Durch Rollen wie Registrierungsverwaltung, Standard-Entwickler, Plattform-Entwickler und Zertifizierungs-Provider wird die Verwaltung und Entwicklung der Plattform vorgenommen. Der letzte Forschungsbeitrag aus Tabelle 4 stammt von den Autoren Xu et al. (2019b, 284). Bei dieser wird eine Konsortial-Blockchain auf Basis von Ethereum implementiert. Entwickelt werden die Blockchain sowie die zugehörige Plattform durch ein Unternehmen. Die Rolle der Blockchain-Administration dient zur Verwaltung der Blockchain, der Rechteverwaltung sowie der Entwicklung und Verwaltung von Dienstleistungen wie Smart Contracts. Mehrere verschiedene Anwender wie Kunden, Lieferanten, Produzenten oder Verkäufer nutzen die Plattform. Durch den Einsatz von Zertifizierungs-Providern werden, neben der Speicherung von Produktions-kennzahlen, auch Produktqualitätsprüfungen vorgenommen und in der Blockchain gespeichert.

Definition der Anspruchsgruppen. Wie die Auswertung der Tabelle 4 zeigt, zeichnet sich kein einheitliches Bild der notwendigen Anspruchsgruppen ab. Dies liegt u.a. an den verschiedenen eingesetzten Blockchain-Formen. So setzen Abeyratne und Monfared (2016) und Leng et al. (2018) auf eine öffentliche Blockchain während hingegen Wang et al. (2017), Toyoda et al. (2017), Saberi et al. (2019) und Hancock und Vaizey (2016) auf eine private bzw. Xu et al. (2019b) und Lacity (2018) auf eine Konsortial-Blockchain setzen. Die Wahl beeinflusst die Notwendigkeit von Rollen wie der Registrierungsverwaltung oder eine zentralen Blockchain-Administration. Ebenso wird in drei der sechs beleuchteten Beiträge ein Zertifizierungs-Provider zur Prüfung von Produktion oder Prozessen, bevor die dazugehörigen Daten in die Blockchain geschrieben werden, eingesetzt. Um keinerlei Anspruchsgruppen für die Anforderungsanalyse auszuschließen, werden daher alle übergeordneten Anspruchsgruppen aus Tabelle 4 berücksichtigt. Dies erlaubt den befragten Experten uneingeschränkte Auswahl. Falls sich ein Experte in mehreren Anspruchsgruppen sieht, wird dies durch eine Mehrfachauswahl im Experteninterview berücksichtigt. Nach Leng et al. (2018, 642) wird in einer Blockchain-basierten Dienstleistungs-Plattform auf zusätzliche regulatorische Instanzen wie staatliche Organisationen verzichtet. Dies spiegelt sich auch in den Forschungsbeiträgen, welche in Tabelle 4 untersucht werden, wieder. Vielmehr ist es Aufgabe von staatlichen Organisationen rechtliche Vorrausetzungen für den generellen Einsatz der Blockchain-Technologie (Blockchain 1.0 bis 3.0), wie z.B. die Handhabung der unwiderruflichen Speicherung von Informationen im Sinne der Datenschutz-Grundverordnung, zu definieren (Saberi et al. 2019, 2127; Hein et al. 2019, 21f.). Da diese Anspruchsgruppe nicht spezifisch mit der Kollaborationsplattform in Verbindung steht, sondern eine grundsätzliche Problematik der Blockchain-Technologie darstellt, wird diese Rolle für die Anforderungserhebung nicht

weiter betrachtet aber eine Einschätzung durch die weiteren Rollen gefordert. Die konkrete Rolle können die befragten Experten anschließend innerhalb des Experteninterviews selbst bestimmen. Im Folgenden werden die Anspruchsgruppen sowie eine verallgemeinerte Beschreibung der Anspruchsgruppe, basierend auf Tabelle 4, dargestellt. Dies zum Beantworten der *Forschungsfrage F1.*

- ***Anwender*** – Jeglicher Nutzer der Plattform, der Daten aus der Blockchain lesen bzw. nutzen möchte oder Daten in dieser abspeichert.
- ***Plattform-Provider*** – Der Plattform-Provider ist für die Entwicklung der Infrastruktur und damit der Blockchain, der zusätzlichen Verwaltungsinstanzen sowie der User-Interfaces (UI) der verschiedenen Anspruchsgruppen zuständig. Ebenso soll dieser für die Definition von Datenaustauschstandards verantwortlich sein. Weitere Aufgabenfelder können sich im Rahmen der Anforderungsanalyse ergeben.
- ***Dienstleistungs-Provider*** – Der Dienstleistungs-Provider übernimmt die Verwaltung der implementierten Plattform und regelt z.B. die Zugriffsrechte der Nutzer, die Entwicklung von weiteren Analyseverfahren für die Anwender oder die Verwaltung von Smart Contracts. Weitere Aufgabenfelder können sich im Rahmen der Anforderungsanalyse ergeben und hängen von der ausgewählten Blockchain-Form ab.
- ***Zertifizierungs-Provider*** – Der Zertifizierung-Provider ist eine externe Anspruchsgruppe, welche die Überprüfung von z.B. Produktionsmaschinen oder Produkten übernimmt, um sicherzustellen, dass Informationen, welche in der Blockchain persistent gespeichert werden, korrekt sind.

Aufbauend auf diesen Anspruchsgruppen, werden verschiedene semistrukturierte Fragebögen für die Experteninterviews entwickelt.

Entwicklung von Interviewfragen anhand der Anspruchsgruppen

Formaler Aufbau. Die formale Gestaltung der Experteninterviews erfolgt anhand Moosbrugger und Kelava (2012). In dem beschriebenen handelt es sich bei den im folgenden beschriebenen Experteninterviews um semi-strukturierte Interviewbögen. Die Fragestellungen geben im Vergleich zu Ankreuzungsmöglichkeiten keine vordefinierte Lösung vor, sondern sind durch Freitext offen beantwortbar. Jedoch kann eine Antwort der befragten Person nicht völlig unstrukturiert sein, da die Aufgabenstellung eine Struktur vorgibt (Moosbrugger und Kelava 2012, 40). Der Aufbau des Fragebogens erfolgt in drei Teilen und weißt eine kontinuierliche Steigerung in der Komplexität bezüglich der Forschungsthematik auf (Moosbrugger und Kelava 2012, 68f.; Gläser und Laudel 2010, 142). Der erste Teil beschreibt das Ziel der Studie sowie die Rahmenbedingungen. Der zweite Teil beinhaltet formale Fragen zu Person und Unternehmen, ebenso dient dieser Teil dem allgemeinen Verständnis der Thematik Blockchain sowie dem Einsatz von Wertschöpfungsnetzwerken. Teil eins und Teil zwei werden den zu

befragenden Personen, auf Grund der Komplexität, vorab zugeschickt. Zum einen orientiert sich der Ansatz an dem Vorgehen von Moosbrugger und Kelava (2012, 65f.), zum anderen wird dieses Vorgehen genutzt, um die Personen für die Thematik und ihre Komplexität zu sensibilisieren. Die auszuwertenden Fragen aus Teil drei, werden jedoch nicht vorab zugeschickt, um eine neutrale Erhebungsperspektive seitens der befragten Personen zu ermöglichen. Ebenso wird eine Erprobung der erstellten Fragen durch eine vorläufige Testversion nach Moosbrugger und Kelava (2012, 70) vorgenommen. Der Fragebogen wird in einer Testversion durch drei wissenschaftliche Mitarbeiter der Junior-professur für Information Management sowie des Lehrstuhls für Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik der Universität Würzburg evaluiert. Hierfür werden, nach Moosbrugger und Kelava (2012, 70f.), zwei Ansätze genutzt. Zum einen wird die Methodik des kognitiven Vortestens eingesetzt. Bei dieser Methode werden die Testprobanden gebeten die Gedanken sowie Überlegungen während der Bearbeitung der Aufgabenstellung dem Prüfer offen zu legen. Hierdurch kann frühzeitig eine Differenz in der Absicht und dem Verständnis der Fragestellung durch den Probanden erkannt werden. Zum anderen wird eine retroperspektive Befragung angewendet. Nach der Beendigung des Testes, werden die Probanden zu Problemen und Missverständnissen durch die Aufgabenstellungen befragt. Alle genannten Problematiken werden im Anschluss adressiert.

Inhaltlicher Aufbau. Im dem ersten Teil (A) wird der inhaltliche Rahmen der Interviewstudie beschrieben sowie die Handhabung der erhobenen Daten erläutert. Dieses umfasst die Anonymisierung sowie Speicherung der Daten. Ebenso wird um eine Verständniserklärung über die Aufzeichnung des Gespräches gebeten.

Im zweiten Teil (B) werden Kennzahlen wie Umsatz und Unternehmensgröße sowie Eckdaten zu der befragten Person (Berufsbezeichnung und Dauer der Anstellung) erhoben und damit die demographischen Erschließung nach Moosbrugger und Kelava (2012, 68f.) ermöglicht. Anschließend folgt eine Selbsteinschätzung der Personen zum Wissensstand der Thematik sowie einleitenden Fragen zu der Thematik. Wie die Literaturanalyse aus Kapitel 3.2 zeigt, sind die meisten Forschungsbeiträge, die sich mit der Thematik einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform beschäftigen primär aus den Jahren 2018 und 2019. Auf Grund der Aktualität sowie der Entwicklung der Thematik wird der zweite Teil genutzt, um neben der Einschätzung den befragten Personen ein generalisiertes Framework über eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform vorzustellen und damit ein gemeinsamer Konsens für die Erhebung von Anforderung für diese Plattform präsentiert.

Wie sich zeigt, sind mehrere Anspruchsgruppen für die Umsetzung und Beitreibung einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform relevant. Ebenso zeigen Beiträge wie Nutt (2002, 41ff.), dass die Berücksichtigung der Ansichtsweisen sowie Anforderung dieser Anspruchsgruppen ausschlaggebend für den langfristigen Erfolg einer solchen Plattform sind.

Tabelle 5: Fragen anhand erhobenen Dimensionen für die Experteninterviews

Anwender	*Plattform-Provider*	*Dienstleistungs-Provider*	*Zertifizierungs-Provider*
Anwendungsmöglichkeiten			
Analyse-Verfahren			
F 3.1		F 6.4	
F 3.3			
F 3.4			
Smart Contracts			
F 3.5			F 5.5
F 3.6			
Zertifizierungs-Provider			
			F 5.1
Externe Parteien			
F 3.7			
F 3.8			
Datenschutz			
F 3.9			
Kryptowährung			
F 3.10			
User Interface-Gestaltung			
F 3.14	F 4.12		
	F 4.13		
Blockchain-Implementierung			
F 3.3	F 4.1		
	F 4.2		
Datenspeicherung			
F 3.2	F 4.6	F 6.7	F 5.2
			F 5.4
Verwaltung			
Verwaltung von Applikationen			
F 3.6	F 4.3	F 6.1	
	F 4.4	F 6.2	
	F 4.5	F 6.3	
Rechteverwaltung			
	F 4.9	F 6.5	
	F 4.10	F 6.6	
	F 4.11		
Datenaustausch			
Enterprise-Resource-Planning-Systeme			
F 3.11	F 4.7		
F 3.12			
Internet of Things-Sensorik			
F 3.13	F 4.8		
Zertifikate			
			F 5.3
Weitere Aspekte			
	F 4.14	F 6.8	F 5.6

Daher werden für die Interviewstudie für jede Anspruchsgruppen separate Fragen entwickelt (Teil C). Sieht sich eine Person durch mehrere Anspruchsgruppen vertreten, wird diese Person für jede Anspruchsgruppe befragt. Die Fragen sind teilweise deckungsgleich mit weiteren Fragen aus den verschiedenen Anspruchsgruppen formuliert, um eine gegenseitige Validierung zu ermöglichen.

Die entwickelten Fragen orientieren sich an den erhobenen Dimensionen aus der Literaturanalyse (Vgl. Abbildung 14) und wurden durch weitere Vorüberlegungen erstellt. Der Fragebogen wird, auf Grund der Komplexität, im Anhang B abgebildet. Die Tabelle 5 beschreibt die Zuordnung der entwickelten Fragen zu den jeweiligen Dimensionen sowie Anspruchsgruppen und wird im Folgenden dargestellt.

Umfang und Verteilung der Befragung

Umfang. Bei dieser Befragung wurden insgesamt 10 Interviewstudien mit einem Gesamtumfang von 12 Stunden und 24 Minuten durchgeführt. Die Verteilung der Interviewstudien wird in Tabelle 6 dargestellt. Sollte eine Person zu mehreren Anspruchsgruppen befragt werden, wird jede Befragung als separates Interview gewertet. Durch dieses Vorgehen wurden sieben Personen aus sechs verschiedenen Unternehmen befragt. Hierbei sahen sich vier Personen in der Rolle des Anwenders, drei in der Rolle des Plattform-Providers und drei Personen in der Rolle des Dienstleistungs-Providers. Die durchschnittliche Dauer der Befragung für den Anwender liegt bei 57 Minuten, bei dem Plattform-Provider bei 1 Stunde und 44 Minuten sowie 1 Stunde und 8 Minuten bei dem Dienstleistungs-Provider. Der gerundete Durchschnitt aller Interviews liegt bei einer 1 Stunde und 14 Minuten.

Tabelle 6: Verteilung der Interviewstudien

Nr.	*Kürzel*	*Interviewte Person*	*Rolle*	*Ungefähre Dauer*	*Durchschnitts-dauer pro Rolle*	*Durchschnitts-dauer*
1	I1	Person C	Anwender	35min	57min	1h 14min
2	I2	Person B	Anwender	53min		
3	I3	Person D	Anwender	1h 8min		
4	I4	Person E	Anwender	1h 10min		
5	I5	Person G	Plattform-Provider	1h 33min	1h 44min	
6	I6	Person A	Plattform-Provider	1h 38min		
7	I7	Person F	Plattform-Provider	2h 2min		
8	I8	Person B	Dienstleistungs-Provider	41min	1h 8min	
9	I9	Person G	Dienstleistungs-Provider	1h 14min		
10	I10	Person A	Dienstleistungs-Provider	1h 30min		
						∑ 12 Stunden und 24min

Die Durchführung der Interviewstudien fand zwischen dem 02.06.2019 und dem 12.07.2019 statt. Als Austauschmedium wurden die Programme Microsoft Skype oder Zoom der Firma Zoom Video Communications Inc. genutzt. Die Interviewstudie mit der Person E wurde

persönlich durchgeführt und mit einem Aufnahmegerät aufgezeichnet. Bei Aufzeichnung des Interviews I5 kam es zu technischen Störungen. Daher wurde bei diesem Interview keine Aufzeichnung durchgeführt, sondern nach der Studie ein Gedächtnisprotokoll erstellt. Dieses Protokoll wurde der befragten Person übermittelt und durch diese validiert. Ebenso wurden mehrere Zertifizierungs-Provider, Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen, welche in diesem Bereich tätig sind für eine Interviewstudie angefragt. Jedoch gab es hierbei keine Bereitschaft bei einer Interviewstudie teilzunehmen oder die kontaktierten Personen sahen sich nicht in der Rolle eines Zertifizierungs-Providers.

Verteilung. Im Folgenden wird eine Übersicht über die befragten Personen und Unternehmen dargestellt. Tabelle 7 beschreibt die in Tabelle 6 aufgeführten Personen. Dabei wird zu jeder Person das dazugehörige Unternehmen, die Berufsbezeichnung auf Englisch sowie die Tätigkeitsdauer in dem genannten Beruf aufgezeigt. Die Darstellung der Tätigkeitsdauer erfolgt anhand einer genutzten Liket-Skala aus dem Fragebogen.

Tabelle 7: Beschreibung der befragten Personen in der Interviewstudie

Person	*Unternehmen*	*Berufsbezeichnung (englisch)*	*Tätigkeitsdauer*
Person A	Infosim GmbH & Co. KG	Business Developer Manager	Unter 2 Jahre
Person B	Infosim GmbH & Co. KG	Junior Developer	Unter 2 Jahre
Person C	APE Engineering GmbH	Head of Research	5-10 Jahre
Person D	Maul-Teet GmbH	Managing Director	Über 10 Jahre
Person E	Anonymisierter Produzent	Chief Information Officer	Unter 2 Jahre
Person F	Signavio GmbH	Product Analyst	5-10 Jahre
Person G	Actiware GmbH	Business Developer	2-5 Jahre

Innerhalb der Interviewstudie wurde neben den Eckdaten zu der befragten Person auch eine Selbsteinschätzung zum Wissenstand der Thematiken Blockchain sowie Wertschöpfungsnetzwerken erfragt. Die Einschätzung erfolgte ebenfalls anhand einer fünfteiligen Liket-Skala und wird in Abbildung 15 dargestellt. Die Abbildung zeigt die Anzahl der jeweilig gewählten Möglichkeiten der präsentierten Liket-Skala.

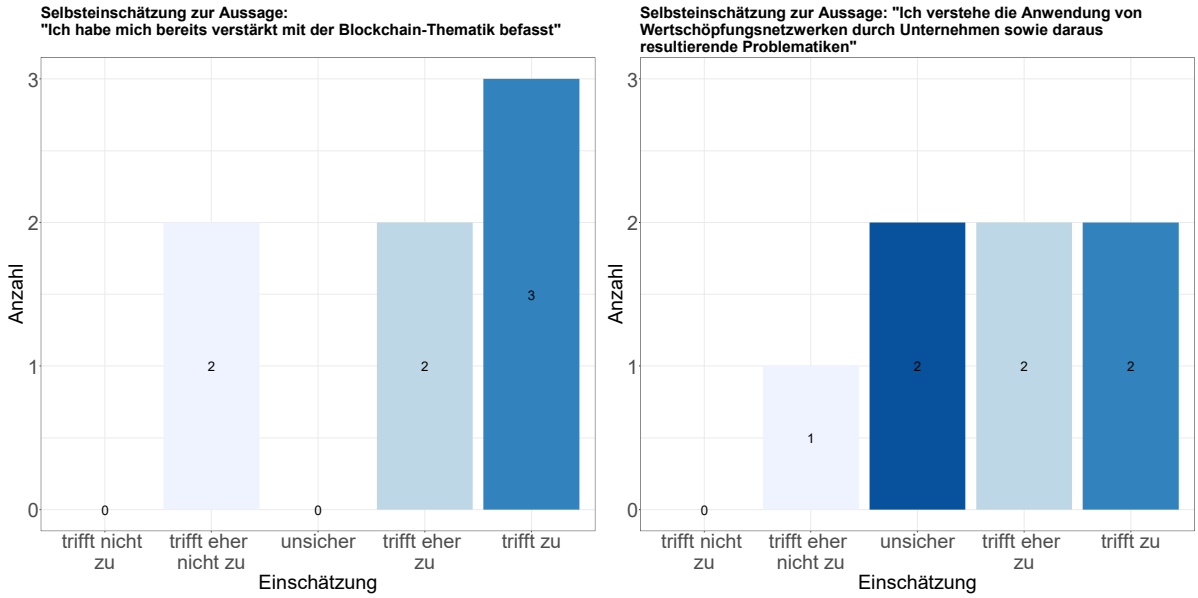


Abbildung 15: Verteilung der befragten Personen zur Selbsteinschätzung des Wissenstandes zur Blockchain-Thematik sowie zu Wertschöpfungsnetzwerken

Neben der in Tabelle 7 dargestellten Personen werden auch die zugehörigen Unternehmen dargestellt. In Tabelle 8 wird eine Beschreibung dieser Unternehmen präsentiert. Hierfür wird für jedes Unternehmen neben der zugehörigen Branche auch die verschiedenen Kernkompetenzen der einzelnen Unternehmen dargestellt.

Tabelle 8: Beschreibung der befragten Unternehmen in der Interviewstudie

Unternehmen	*Branche*	*Kernkompetenz*
Actiware GmbH	Softwareentwicklung	Entwicklung von Enterprise-Content-Management- sowie Enterprise-Content-Integration-Lösungen sowie ERP-Anpassung.
APE Engineering GmbH	Automatisierungs-dienstleister	Anlagenautomatisierung sowie Prozessdaten-erfassung und Analyse.
Infosim GmbH & Co. KG	Softwareentwicklung & Beratung	Netzwerkmanagement und ERP-Entwicklung.
Maul-Teet GmbH	Maschinenbau	Mess- und Analysetechnik für Schwingungen.
Signavio GmbH	Softwareentwicklung	Entwicklung und Verkauf Geschäftsmanagement-software mit Fokus auf Modellierung von Prozessen.
Anonymisierter Produzent	Industrie & Handel	Produktion von Isolierpanelle.

Zusätzlich zu der Beschreibung der Unternehmen aus Tabelle 8 wird in Abbildung 16 zum einen die Umsatzspanne sowie die Beschäftigtenzahl der Unternehmen präsentiert. Bei der Umsatzspanne bestand für die befragten Unternehmen die Möglichkeit zwischen den Kategorien „kleiner 1 Millionen Euro“, „1 bis 2 Millionen Euro“, „2 bis 10 Millionen Euro“,

„10 bis 50 Millionen Euro“ oder „über 50 Millionen Euro“ für das letzte Geschäftsjahr auszuwählen.

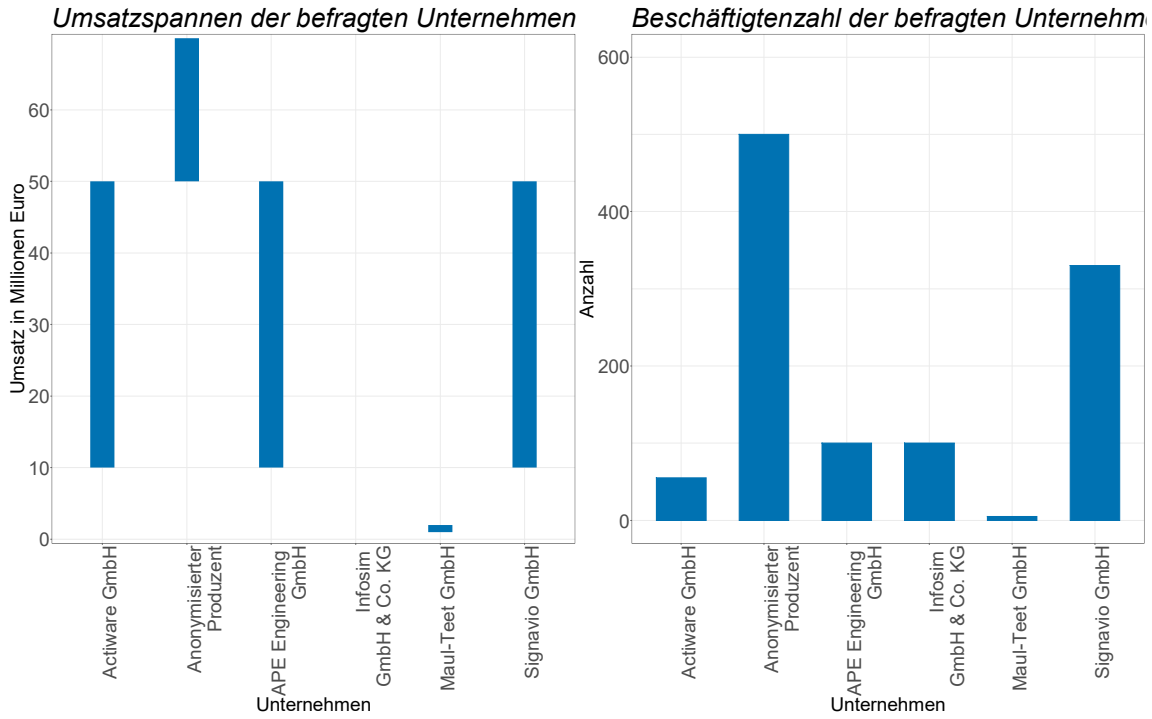


Abbildung 16: Verteilung der befragten Unternehmen

3.2.3 Darstellung der Anforderungsanalyse

Methodik der Anforderungsanalyse

Im Folgenden wird das Vorgehen bei der Anforderungsanalyse beschrieben. Der gewählte Ansatz orientiert sich an einem „requirements engineering“-Ansatz von der IEEE Computer Society (Abran 2004, 2:1-2:12). Anhand dieses Vorgehens wird die Forschungsfrage *F2* aus Kapitel 1 beantwortet. Das methodische Vorgehen wird in Abbildung 17 dargestellt und folgend beschrieben.

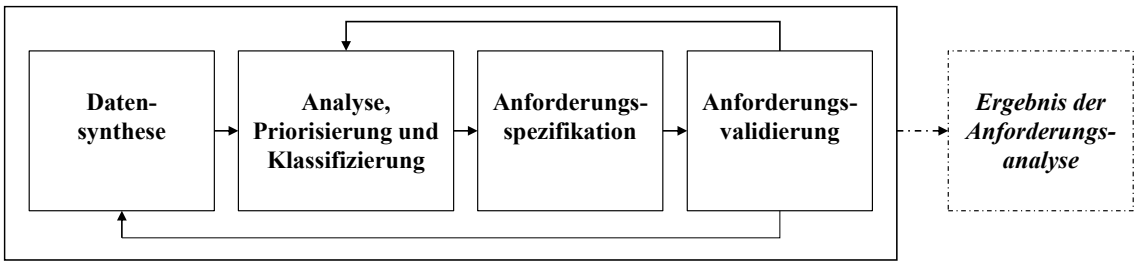


Abbildung 17: Vorgehen bei der Anforderungsanalyse (eigene Darstellung in Anlehnung an (Abran 2004, 2:1-2:12))

Der Ablauf aus Abbildung 17 lässt sich in mehrere Abschnitte unterteilen. Auf Basis der konkretisierten Idee aus der ersten Phase des Service-Engineering-Ansatzes werden Anforderungen erhoben, analysiert, priorisiert, anhand von Vorlagen spezifiziert und abschließend validiert. Die einzelnen Komponenten innerhalb der Vorgehensweise werden in den folgenden Kapiteln beschrieben.

Datensynthese. Da Anforderungen aus verschiedenen Quellen entstehen können, ist es notwendig bei der Datensynthese mehrere Informationsquellen zu betrachten. Nach Abran (2004, 2:5) sowie Rupp (2009, 86ff.) wird zum einen eine Dokumentenanalyse in Form einer Literaturanalyse vorgenommen. Zum anderen kann nach Abran (2004, 2:5) eine Befragung von Anspruchsgruppen oder Experten mit Wissen innerhalb der Domäne durchgeführt werden. Ebenso schlägt der Autor als mögliche Quellen die Erhebung auf Basis von definierten Zielen oder Untersuchung der betroffenen Prozessumgebung vor.

Analyse, Priorisierung und Klassifizierung. Die Analyse dient der Erkennung und Beseitigung von Unstimmigkeiten und Konflikten innerhalb der erstellten Anforderungen. Die Gestaltung der Anforderungen richtet sich nach den Richtlinien von Pohl (2010, 300):

- *Korrektheit* – Alle erhobenen Anforderungen entsprechen den genannten Aspekten der befragen Personen sowie den Anforderungen, die durch die Literaturanalyse erhoben wurden.
- *Eindeutigkeit* – Jede Anforderung muss eindeutig formuliert sein und erlaubt somit keinen Interpretationsspielraum.
- *Prüfbarkeit* – Jede Anforderung muss anhand der umgesetzten Kollaborationsplattform überprüfbar sein.
- *Rückverfolgbarkeit* – Die Definition jeder Anforderung muss durch benötigte Quelle überprüfbar sein.

Die Priorisierung der Anforderungen erfolgt in Anlehnung der von Meiren und Barth (2002, 25) genannten Prioritäten „Muss“, „Wunsch“ und „Abgrenzung“. Bei dieser Vorgehensweise wurde die von Meiren und Barth (2002, 25) vorgeschlagene Priorität „should have“ mit in die Priorität „muss“ integriert, um in der Planungsphase eine eindeutige Abgrenzung zwischen den Prioritäten zu ermöglichen. Die Beschreibung der drei Prioritäten in Anlehnung an Meiren und Barth (2002, 25) wird im Folgenden aufgeführt:

1. ***Muss*** – Die Anforderung muss zwingend in die Kollaborationsplattform, für deren Betrieb oder Nutzung, integriert werden.
2. ***Wunsch*** – Die Anforderung sollte in die Kollaborationsplattform integriert werden, um die Effektivität sowie Effizienz der Plattform zu steigen.
3. ***Abgrenzung*** – Die Anforderung ist für die Kollaborationsplattform nicht von Relevanz.

Die Unterscheidung in Produkt- sowie Prozess-Anforderungen, kann bei der Gestaltung einer Kollaborationsplattform nur schwer bemessen werden, da Produkteigenschaften der Plattform häufig mit technischen Prozessaspekten zusammenhängen. Ebenso beschreibt der vorliegende Bericht die Erhebung von Anforderung vor Umsetzungsbeginn, daher kann eine Bemessung der Stabilität einer Anforderung nur an der erhobenen Anzahl der Nennungen festgemacht werden. Relevante Kriterien wie die Anzahl der Nennungen und Weiterentwicklung der Anforderung über mehrere Iterationsschritte können jedoch noch nicht erfolgen (siehe Abran 2004, 2:6f.). Nach Paetsch et al. (2003, 310) erfolgt die Einordnung der Anforderungen durch die Anspruchsgruppen. Anhand dieses Vorgehens können Konflikte zwischen mehreren Anspruchsgruppen erkannt werden.

Anforderungsspezifikation. Die Phase der Anforderungsspezifikation wird genutzt, um die erhobenen Anforderungen in ein standardisiertes Format zu übertragen. Nach Abran (2004, 2:8) kann dies durch den Einsatz von natürlicher Sprache erfolgen, welche, falls notwendig, durch verschiedene formale Beschreibungssprachen unterstützt werden kann. Die Gestaltung kann nach Rupp (2009, 161f.) anhand von Vorlagen standardisiert werden. Der vorliegende Bericht konzentriert sich bei der Definition von Anforderungen auf die fehlerfreie Definition durch natürliche Sprache sowie Einsatz der in der Datenerhebung genannten Richtlinien. Nach Abran (2004, 2:8) ist die Spezifikation notwendig, um zum einen Ausgangsbasis für die spätere Planung von Softwarekonzepten sowie Anwendungsszenarien für die Anwender der Software zu entwickeln. Zum anderen dient eine transparente Spezifikation dazu mit zusätzlichem Domänenwissen eine Einschätzung über Entwicklungskosten und -risiken sowie eine zeitliche Planung vorzunehmen.

Anforderungsvalidierung. Die Anforderungsvalidierung dient zur abschließenden Überprüfung von Anforderungen. Dieses Vorgehen stellt sicher, dass sowohl die Modellierer als auch Anwender der Kollaborationsplattform die verschiedenen Anforderungen korrekt verstanden und entsprechend den Prioritäten der befragten Personen richtig und konfliktfrei zugeordnet haben. Ziel dieser Phase ist es, Probleme zu erkennen, bevor verschiedene Ressourcen für die Umsetzung aufgebracht werden (Abran 2004, 2:8f.). Nach Abran (2004, 2:9f.) können für die Validierung verschiedene Vorgehensweisen wie Anforderungsbetrachtung, Entwicklung eines Prototyps, Modellvalidierung oder Akzeptanztests sein.

Ergebnis der Anforderungsanalyse. Das Ergebnis der Anforderungsanalyse stellt alle Anforderungen sowie deren Klassifizierung übersichtlich dar.

Anwendung innerhalb des Arbeitsberichtes

Die Darstellung der Ergebnisse aus der Anforderungsanalyse nach Abran (2004, 2:1-2:12) erfolgt anhand der folgenden Abbildung.

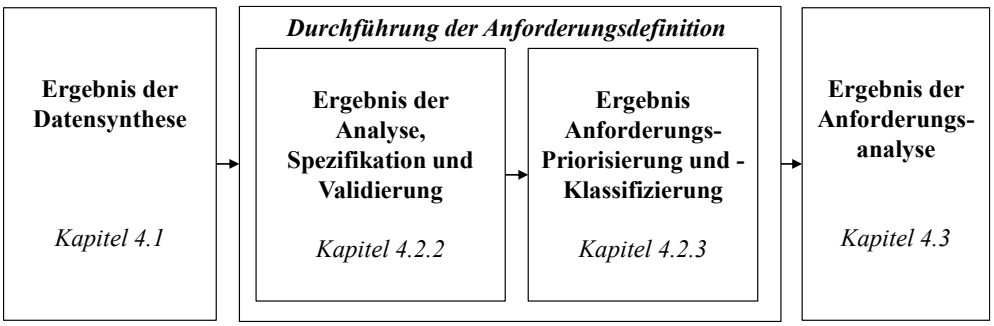


Abbildung 18: Darstellung der Anwendung der Methodik in der Anforderungsanalyse (in Anlehnung an Abran (2004, 2:1-2:12))

Ergebnis der Datensynthese. Die Ergebnisse der Datensynthese werden in Kapitel 4.1 beschrieben. Zum einen stellen diese Ergebnisse die Synthese der Literatur aus der Literaturanalyse aus Kapitel 3.2 dar, welche in Kapitel 4.1.1 abgebildet wird. Zum anderen wird die Synthese der Interviewstudien aus Kapitel 3.2.2 in Kapitel 4.1.2 dargestellt. Diese Synthesen bilden die Grundlage für die Durchführung der Anforderungsdefinition.

Durchführung der Anforderungsdefinition. Die Anforderungsdefinition umfasst die Prozessschritte Anforderungs-Analyse, -Spezifikation, -Validierung sowie -Klassifikation. Der erste Teil der Definition umfasst die Darstellung der Ergebnisse aus dem iterativen Prozess der Anforderungsanalyse, -Spezifikation sowie –Validierung. Diese Ergebnisse werden in Kapitel 4.2.2 dargestellt. Die Anforderungsanalyse basiert auf der Datensynthese aus Kapitel 4.1, welche die Synthesen der Literaturanalyse sowie Interviewstudien umfasst. Anhand dieser Analyse wird die Spezifikation in Form einer natürlichen Sprache vorgenommen. Um eine hohe Transparenz bei der Erstellung der Anforderungen zu erreichen, werden alle relevanten Aspekte für die Definition aus den zwei durchgeführten Synthesen prägnant aufgeführt und kombiniert. Die Nomenklatur der Anforderungen besteht aus zwei Bestandteilen. Der erste Teil beschreibt durch den Ausdruck „REQ“ das es sich um eine Anforderung handelt. Der zweite Teil stellt durch eine iterative Nummerierung der Anforderung eine eindeutige Zuordnung dar. Auf Basis dieser Spezifikation werden diese Anforderungen validiert und gegebenenfalls korrigiert. Die Validierung erfolgt anhand eines Fragebogens, welcher an verschiedene Personen u.a. aus der Interviewstudie versendet wird. Die Darstellung des Fragebogens erfolgt in Kapitel 4.2.1. Durch dieses Vorgehen sollen Konflikte durch zusätzliche Informationen gelöst und für alle befragten Interviewpartner konforme Anforderungen erhoben werden. Dieses Vorgehen verknüpft den Schritt des Akzeptanztestes sowie der Anforderungsbetrachtung nach Abran (2004, 2:9f.) durch potentielle Anwender der Kollaborationsplattform. Ebenso dient der Fragebogen zur Priorisierung der Anforderungen anhand einer quantitativen Umfrage. Die Ergebnisse sowie die numerische Auswertung der Umfrage werden in Kapitel 4.2.3 dargestellt.

Ergebnis der Anforderungsanalyse. Abschließend erfolgt die Darstellung des Vorgehens der Anforderungsanalyse. Innerhalb dieser Darstellung werden die verschiedenen Anforderungen

anhand der Dimensionen bzw. Subdimensionen, welche durch die Literaturanalyse identifiziert wurden sortiert (Vgl. Abbildung 14). Zusätzlich wird zu jeder erhobenen Anforderung die Klassifizierung in Form der Priorisierung sowie Einstufung in funktionale und nichtfunktionale Anforderungen dargestellt. Um eine übersichtliche Präsentation zu gewährleistet erfolgt die Darstellung durch eine tabellarische Form.

3.2.4 Darstellung der Plattform- und Szenario-Konzeption

Ziel des folgenden Kapitels ist es auf Basis der erhobenen Anforderungen, ein Konzept für eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform zu entwickeln. Zusätzlich soll durch die durchgeführten Interviews ein praxisnaher Anwendungsfall für diese Kollaborationsplattform entwickelt werden. Dieses Vorgehen wird genutzt, um die Forschungsfrage *F2* aus Kapitel 1 zu beantworten. Die Konzeptionierung richtet sich nach dem von Meiren und Barth (2002, 20) vorgeschlagenem Service-Engineering-Ansatz. Die Autoren schlagen die Darstellung des Konzeptes in vier verschiedenen Modellen vor. Diese sind Produktmodell, Prozessmodell, Ressourcenmodell sowie Marketingkonzept (Meiren und Barth 2002, 26). Zum einen beschränkt sich der Arbeitsbericht auf Grund der Komplexität dieser Thematik auf die Gestaltung eines Produkt- sowie eines Prozess-Modells. Zum anderen wurde in dem Kontext des Berichtes der Fokus auf einer reinen konzeptionellen Gestaltung anhand von Anforderungen gelegt. Die Definition eines Ressourcenmodells lässt sich auch durch die aufstrebenden wissenschaftlichen Entwicklungen der Blockchain-Thematik (Vgl. Abbildung 12) und damit nur weniger vorhandener Referenzmodelle nur schwer bemessen. Des Weiteren ist es Ziel des Arbeitsberichtes, Anforderungen für eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform wissenschaftlich zu erheben sowie ein Konzept der Plattform vorzustellen, daher wird auf die Entwicklung eines Marketingkonzeptes verzichtet.

Nach den Autoren Meiren und Barth (2002, 27ff.) dient das Produktmodell dazu, dass entstandene Produkt bzw. die Kollaborationsplattform sowie ihren Aufbau, den Nutzen und ihre Leistungen zu beschreiben. Ebenso muss in diesem Kapitel die Beschreibung der Komponenten durch logische Zusammenhänge ersichtlich werden. Sollte es sich nach Meiren und Barth (2002, 28) um ein komplexes Konzept handeln, ist es notwendig dieses Konzept in einem modularen Aufbau darzustellen und zu beschreiben. Das Produktmodell sowie der modulare Aufbau werden in dem Bericht in Kapitel 5.1 beschrieben. Das Prozessmodell beschreibt die Vorgänge innerhalb des Konzeptes, welche notwendig sind, um die Dienstleistung somit die Kollaborationsplattform zu nutzen bzw. ein Ergebnis aus der Dienstleistung zu gewinnen (Meiren und Barth 2002, 28). Das Kapitel beschreibt wie die Vorgänge innerhalb des Konzeptes zustande kommen und welche Prozessschritte hierfür notwendig sind. Nach Meiren und Barth (2002, 29) kann die Darstellung anhand von verschiedenen Modellierungswerkzeugen zur Prozessdarstellung genutzt werden. Der Bericht

nutzt für die Darstellung dieser Prozesse eine textuelle aber auch grafische Darstellungen in Form von Schaubildern oder Prozessdarstellungen durch einen festgelegten BPMN-Standard. Das Prozessmodell wird in Kapitel 5.2 und 5.3 dargestellt. Abschließend erweitert der Bericht den Ansatz von Meiren und Barth (2002) um eine Darstellung eines praxisnahen Anwendungsszenarios für dieses Konzept. Dieses Vorgehen wird auf Grund der aufstrebenden Thematik der Blockchain-Technologie (Vgl. Abbildung 12) dargestellt und dient als praxisnahe Orientierung.

3.3 Verwandte Forschungsarbeiten

Forschungsbeiträge wie Koteska et al. (2017) und Zhang und Jacobsen (2018) zeigen die aktuelle Problematik auf, dass weitere und gezieltere Untersuchungen zu der Thematik Blockchain in Wertschöpfungsnetzwerken erforderlich sind. Die Literaturanalyse sowie die Auswertung von Yuan et al. (2019) bestätigen anhand einer Verteilung, dass die Anzahl an wissenschaftlichen Publikationen in diesem Bereich sehr gering ist. Die Autoren Moin et al. (2019) konkretisieren diese Wissenslücke und präsentieren die Notwendigkeit der weiteren und gezielten Forschung bei der Implementierung von Blockchain-Plattformen in Wertschöpfungsnetzwerken. Auf dieser Basis erörtern Beiträge wie Lu et al. (2018), Behnke und Janssen (2019), Lin et al. (2019) sowie Weber et al. (2019) erste Anforderungen für die Umsetzungen einer Blockchain-Plattform. Diese Anforderungen basieren jedoch nur auf einer literarischen Analyse und sind nicht durch den Einbezug von Praktikern und damit der eigentlichen Zielgruppe evaluiert. Ähnlich der genannten Forschungsbeiträge lässt sich der Beitrag von Xu et al. (2019a) einordnen, welcher ein nicht evaluiertes Framework für die Umsetzung von Blockchain-Plattformen in Wertschöpfungsnetzwerken vorstellt. Der Beitrag von Sund und Lööf (2019) zeigt eine Evaluierung der postulierten Anforderungen durch prototypische Realisierung einer Blockchain-Plattform innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke des Unternehmens IKEA. Die genannten Anforderungen beschreiben aber primär die Speicherung und Handhabung von Transaktionen auf der implementierten Blockchain.

Abseits der reinen Betrachtung von wissenschaftlichen Publikationen ist zu erkennen, dass in der Praxis bereits erste Blockchain-basierte Kollaborationsplattformen für Wertschöpfungsnetzwerke durch Plattformen wie originChain und AgriDigital existieren (Xu et al. 2019b). Daher scheint es notwendig, Wissen von Praktikern durch wissenschaftliche Methoden zu erheben. Beiträge wie von Korpela et al. (2017) verfolgen bereits diesen Ansatz aber beschäftigen sich mit Einflussfaktoren und Akzeptanzmodellen für die erfolgreiche Umsetzung. Autoren wie Wang et al. (2019c) hingegen konzentrieren sich primär auf die Durchführung von Interviewstudien zur Erkennung von potentiellen Verbesserungspotentialen. Bei dieser Untersuchung kann nur der Beitrag von Lu (2018) identifiziert werden, welcher

anhand der Befragung von sechs Anwendern innerhalb des Unternehmens Walmart sowie einer Literaturanalyse, Funktionen sowie eine protypische Umsetzung einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform präsentiert. Eine Darstellung der dadurch erhobenen Anforderungen bleibt jedoch ebenfalls aus. Das Vorgehen ähnelt dem Ansatz von Lu (2018), da sowohl durch eine Interviewstudie sowie einer Literaturanalyse eine Entwicklung einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform angestrebt wird. Der Arbeitsbericht konzentriert sich jedoch auf der transparenten Erhebung von Anforderungen, der Entwicklung eines Plattformkonzeptes sowie der Darstellung eines praxisrelevanten Anwendungsszenarios.

4 Definition von Anforderungen

4.1 Daten-Synthese für die Anforderungsdefinition

4.1.1 Analyse der Dimensionen anhand Literatur-Synthese

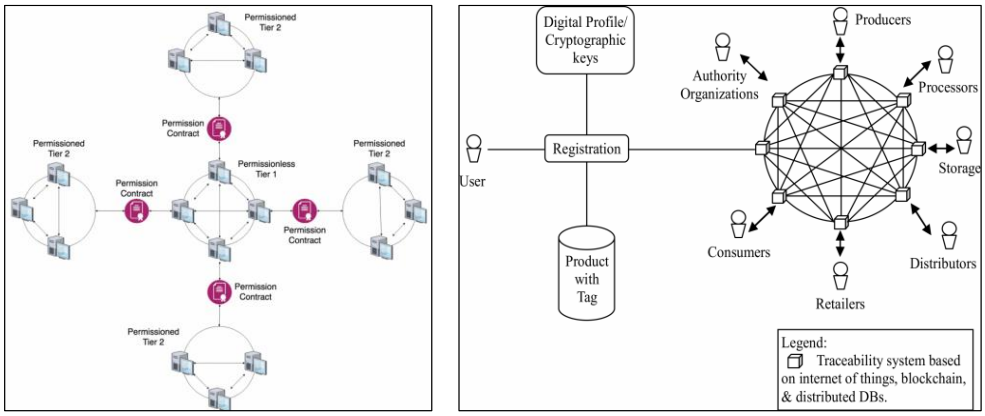
Dimension Plattformimplementierung

Eine Grundprämise für die Implementierung einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform ist die Auswahl der Blockchain-Form. Dies kann entweder eine öffentliche, eine private oder eine Konsortiums- Blockchain sein. Die erfassten Forschungsbeiträge befassen sich hierbei überwiegend mit zwei Konzepten. Das erste Konzept beschreibt den Einsatz einer öffentlichen Blockchain in Verbindung mit einer privaten Blockchain im SCM-Bereich. Leng et al. (2018, 642ff.), Cash und Bassiouni (2018, 141f.) sowie Zhao et al. (2019, 91) beschreiben dieses Konzept als „double chain“. In diesem Konzept wird eine öffentliche Blockchain genutzt, um neuen Unternehmen sowie Anwendern die Möglichkeit zu geben unmittelbar und damit ohne benötigte Zugriffsrechte auf die Blockchain zuzugreifen. Sensible Daten über Personen sowie Unternehmen, welche nicht von allen Anwendern gelesen werden sollen, werden nicht auf der öffentlichen, sondern auf einer privaten Blockchain gespeichert.

Wie Abbildung 19 (a) zeigt wird für jedes Anwendungsszenario eine neue private Blockchain aufgesetzt, auf der nur autorisierten Unternehmen und Anwender zugreifen können. Das zweite Konzept beschreibt den Einsatz einer privaten oder Konsortial-Blockchain im SCM (siehe Abbildung 19 (b)). Anhand der in der Literaturanalyse durchgeführten Untersuchung, können über 35 Beiträge identifiziert werden, welche eine solche Blockchain-Lösung in Wertschöpfungsnetzwerken einsetzen oder einsetzen würden. Albrecht et al. (2018, 3529) begründen dies mit einhergehenden gesetzlichen Bestimmungen im SCM-Bereich.

Die Autoren Kshetri (2018, 87) und Fernandez-Carames und Fraga-Lamas (2018, 32993) nennen als Grund die datenschutztechnischen Bedenken von Firmen unternehmensbezogene Daten in eine öffentliche Blockchain zu schreiben. Lin et al. (2019, 20701) sowie Sund und Lööf (2019, 3) sehen dies als Vorrausetzung, da bestimmte Daten nur mit bestimmten Kooperationspartner geteilt werden dürfen. Zusätzlich stützen Chang et al. (2019, 2), Xu et al. (2016, 186ff.), Sund und Lööf (2019, 21) sowie Mandolla et al. (2019, 138) die These, dass öffentliche Blockchain-Lösungen nicht ausreichend performant bei einer hohen Transaktionsrate wie im SCM sind. Auch sind private oder konsortial Blockchains im Vergleich zu öffentlichen Blockchains weniger angreifbar z.B. durch Sybil-Attacken (Sund und Lööf 2019, 21; Fernandez-Carames und Fraga-Lamas 2018, 32993). Die Autoren Lin et al. (2019,

20701) sehen dies als Anforderung, dass eine solche Plattform resistent gegenüber Spam- bzw. DDoS-Attacken sein muss.



(a) Double chain *(b) Zulassungsbeschränkte Blockchain*

Abbildung 19: Vergleich zwischen Double Chain (a) und zulassungsbeschränkter Blockchain (b) (in Anlehnung an Cash und Bassiouni (2018, 142), Tian (2016, 5))

Als mögliche Blockchain Softwareplattform wird in der erfassten Literatur überwiegend die Ethereum (n=15) oder die Hyperledger Fabric (n=16) Plattform beschrieben. Weitere Plattformen wie Hyperledger Sawwtooth und Corda werden nur vereinzelt erwähnt. Als Grund für den Einsatz von Ethereum oder Hyperledger Fabric wird u.a. von Glaser (2017, 1543) und Zhang und Jacobsen (2018, 1344) die Turing-vollständigen Smart Contracts erwähnt.

Forschungsbeiträge wie Kuhi et al. (2018, 259) beschreiben die Hyperledger Fabric Plattform auf Grund der hohen Skalierbarkeit und Effizienz für den Einsatz in Wertschöpfungsnetzwerken. Die Autoren Nasir et al. (2018, 5) vergleichen zusätzlich beide Plattformen miteinander. Hierbei zeigt sich, dass Hyperledger Fabric bei einer gleichen Knoten- und Transaktions-Anzahl eine geringere Latenz und Validierungszeit der einzelnen Transaktionen aufweist, welches eine höhere Transaktionsdurchsatzrate ermöglicht und sich damit besser für eine Kollaborationsplattform eignet.

Die Hyperledger Fabric ermöglicht es bis zu 3.500 Transaktionen pro Sekunde zu validieren (Litke et al. 2019, 14). Beiträge wie von Koteska et al. (2017, 5ff.) bestätigen, dass diese Durchsatzrate eine akute Problematik bei der Anwendung von Blockchain-basierten Szenarien darstellt. Weber et al. (2019, 103ff.) definieren eine skalierbare und performante Blockchain als eine Anforderung für eine solche Plattform. Jedoch müssen nach Sund und Lööf (2019, 30f.) weitere experimentelle Studien pro Anwendungsfall durchgeführt werden, um keine Flaschenhälse in der Plattform zu entwickeln. Westerkamp et al. (2018, 6) stellen zusätzlich die Problematik der Gas-Kosten dar, welche hohe Kosten für Unternehmen auf einer Ethereum-basierten Kollaborationsplattform auf Grund des Einsatzes von Smart Contracts bedeuten kann. Al Barghuthi et al. (2018, 340) definieren die Channel-Funktion von Hyperledger Fabric als Möglichkeit die Kapselung von Transaktionen vorzunehmen und damit individuell

eingeschränkte Lese- und Schreibrechte verschiedenen Anwendern zuzuordnen. Diese Kapselung wird von Weber et al. (2019, 103ff.) ebenfalls als Anforderung definiert und kann auch die Geschwindigkeit sowie Ressourcennutzung der Knoten erheblich steigern (Li et al. 2018b, 140).

Bei der Wahl eines geeigneten Konsens-Algorithmus geht die Literatur ebenfalls auseinander. Salviotti et al. (2018, 3474) und Hua et al. (2018, 4494ff.) beschreiben die Algorithmen PoW und PoS als notwendig in einer öffentlichen Blockchain, wobei PoS eingesetzt werden sollte, falls die Anwender ein finanzielles Interesse an der Plattform haben. Wang et al. (2019a, 19) und Kuhi et al. (2018, 259) stellen hingehen heraus, dass der PoW-Algorithmus aufgrund der hohen notwendigen Rechenleistung nicht praktikabel im Bereich des SCM ist. Beiträge wie Leng et al. (2018, 646) zeigen jedoch, dass sich die Konsens-Algorithmen wie PoW und PoS nicht für den Einsatz in privaten oder Konsortiums-Blockchains eignen, beide Algorithmen für einen Einsatz in einer Kollaborationsplattform zu langsam sind. Glaser (2017, 1545) und Hulea et al. (2018, 5) dagegen beschreiben die Notwendigkeit von leichtgewichtigen und trotzdem sicheren Konsens-Algorithmen. Hierbei schlägt der Autor den pBFT vor. Aktuellere Forschungsbeiträge wie Salviotti et al. (2018, 3474) und Yuan et al. (2019, 15) bestätigen diesen Vorschlag und zeigen den Vorteil der schnellen Implementierung durch die einfache Integration von pBFT in Hyperledger Fabric. Rückeshäuser (2017, 26) beschreibt, dass die byzantinische Fehlertoleranz ein funktionierendes Vorgehen im Konsens-Algorithmus darstellt, jedoch müssen auch alle Ableger dieses Verfahrens betrachtet werden.

In der Literatur lassen sich verschiedene Konzepte zu den Aufgaben der Knoten innerhalb der Plattform finden. Hua et al. (2018, 4494ff.) beschreiben, dass alle Plattformbeteiligte am Blockgenerierungsprozess teilhaben können. Jedoch soll es durch Dienstleistungs-Provider ebenso möglich sein, diese Aufgaben auszulagern. Obour Agyekum et al. (2018, 1321) hingegen sehen die Validierung von Blöcken vollständig durch Verarbeitungsknoten, welche von Dienstleistungs-Providern gestellt werden. Hierbei müssen in die Plattform verschiedene Arten von Knoten möglich sein (Wang et al. 2018a, 593; Wang et al. 2019a, 18; Nakasumi 2017, 146). Nach Makhdoom et al. (2019, 266) müssen ebenso Sensoren einen eigenen leichtgewichtigen Knoten, welcher keine Validierung vornimmt, direkt in die Blockchain schreiben können. Nach Wang et al. (2019a, 18ff.) kann die Integration einer Zwischenschicht für die IoT-Sensorik eine weitere angreifbare Fehlerquelle sein. Neben der Auswahl der Validierungsknoten für die Blöcke ist es ebenso notwendig, die maximale Größe dieser Blöcke sowie deren maximale Generierungszeit zu definieren (Zhao et al. 2019, 94; Moin et al. 2019, 332; Hepp et al. 2018, 287). Xu et al. (2019a, 402ff.) schlagen hierfür vor, weitere experimentelle Studien durchzuführen, welche Anwendungsszenarien abhängig sind. Jedoch beschreiben diese Autoren die Notwendigkeit, dass die Generierungszeit unter einer Minute sein sollte und mögliche Latenzprobleme zusätzlich betrachtet werden. Koteska et al. (2017,

5ff.) und Sund und Lööf (2019, 30f.) schlagen vor, als Evaluierungsmethoden die maximale Anzahl aller Transaktionen des Netzwerkes oder eines Knotens pro Sekunde, die durchschnittliche Anzahl der Transaktionen in einem Netzwerk sowie die Varianz innerhalb der Transaktions- und Verarbeitungszeiten in einem Anwendungsszenario vor der Implementierung als Kennzahlen zu erheben. Die Autoren Makhdoom et al. (2019, 273) und Kamble et al. (2019, 2014) schlagen hierfür verschiedene Vorgehensweisen vor, um eine skalierbare Anpassung der Validierungszeit vorzunehmen.

Dimension Datenspeicherung

Viele Forschungsbeiträge thematisieren die Problematik der Datenspeicherung (on- & off-chain Prinzip). Hepp et al. (2018, 288) zeigen, dass eine reine Speicherung aller Daten auf der Blockchain nicht praktikabel ist. Daher wird in vielen Beiträgen (n=23) eine Kombination aus auf der Blockchain (on-chain) gespeicherten Daten sowie der Speicherung von Daten außerhalb der Blockchain (off-chain) thematisiert.

Hierbei gibt es verschiedene Ansätze, welche Daten und Transaktionen auf der Blockchain und welche außerhalb der Blockchain gespeichert werden sollen. Chang et al. (2019, 4), Xu et al. (2019a, 403ff.) und Mandolla et al. (2019, 139) beschreiben, dass nur kritische Dokumente wie Logistik- bzw. Zahlungsdokumente oder Zertifikate auf der Blockchain gespeichert werden sollen. Die übrigen Daten sollen außerhalb gespeichert werden und nur die Prüfsumme dieser Daten auf der Blockchain gespeichert werden. Nach diesen Autoren ist es wichtig, dass mindestens Metadaten sowie alle Transaktionen von kritischen Prozessen in der Blockchain gespeichert werden sollen, welche zur unmittelbaren Überwachung von kritischen Prozessen notwendig sind. Chen et al. (2017, 173) und Koteska et al. (2017, 5) beschreiben Qualitätszertifikate, logistische Daten, Informationen über Produkte und bezahltechnische Transaktionen und Prüfsummen von Rohdateien als Datentypen, welche zwingend auf der Blockchain gespeichert werden müssen. Chang et al. (2019, 4) beschreiben zusätzlich, dass das Speicherlimit mindestens der Dateigröße des umfangreichsten relevanten Dokumentes entsprechen muss. Mandolla et al. (2019, 147) ergänzen, dass jedoch die Grenze von einem Megabyte pro Datei nicht überschritten werden darf, um auch langfristig skalierbar zu sein. Die Autoren Xu et al. (2016, 189) ergänzen, dass personenbezogene Daten sowie sensible Informationen wie firmeninternes Fachwissen niemals auf der Blockchain gespeichert werden dürfen. Hang und Kim (2019, 14) erläutern, dass obwohl Transaktionsdaten, welche durch Sensoren erfasst werden von dem Dateiumfang eher gering sind jedoch durch ihre hohe Anzahl auch außerhalb der Blockchain gespeichert werden sollen.

Diese off-chain gespeicherten Dateien müssen permanent verfügbar sein (Lacity 2018, 211; Xu et al. 2017, 249; Perboli et al. 2018, 62025). Perboli et al. (2018, 62025) stellen die Möglichkeit einer Cloud-Lösung, wie z.B. der Dienst Amazon AWS, für die Speicherung vor, um eine

permanente Verfügbarkeit zu erzeugen. Andernfalls muss die Plattform nach Lu et al. (2019a, 582) eine Infrastruktur zum Speichern den Anwendern zur Verfügung stellen.

Dimension Datenaustausch

Lacity (2018, 208ff.) zeigt die Problematik des Datenaustausches auf. Die Varianz ist zwischen den verschiedenen eingesetzten ERP-Systemen oder von Datenaustauschformaten in Produktionen je Unternehmen hoch. Moin et al. (2019, 332) bestätigen diese These insoweit, dass aktuelle ERP-Systeme nur bedingt, auf Grund der fehlenden Interoperabilität, sich in der Blockchain einsetzen lassen. Dies würde nach aktuellem Stand primär manuelle Transaktionseingaben erfordern, welche zu Falscheingaben und damit zu Problemen auf der Blockchain führen würden. Daher ist es notwendig, Datenaustausch-Standards für die Kommunikation zwischen den ERP-Systemen sowie von der auf die Blockchain schreibende Sensorik der Blockchain-Teilnehmern zu definieren (Korpela et al. 2017, 4183; Wang et al. 2019b, 82; Westerkamp et al. 2018, 1). Langfristig würde ein Standard die Akzeptanz für eine Blockchain-basierte Plattform erhöhen und damit die Abbildung von Produkten und Sensoren als digitale Zwillinge in der Blockchain automatisiert ermöglichen (Hughes et al. 2019, 279; Salviotti et al. 2018, 3471).

Klar definierte Datenaustausch-Standards für ERP-Systeme können nicht ausfindig gemacht werden. Verschiedene Forschungsbeiträge beschäftigten sich dagegen mit der Definition von Standards bei Sensoriken z.B. im Produktionsprozess. Diese Standards sind nach George et al. (2019, 20) als verpflichtend für alle Blockchain-Teilnehmer zu sehen. Angrish et al. (2018, 1190f.) und Hulea et al. (2018, 5) stellen das JavaScript Object Notation (JSON)-Format als möglichen Standard auf Grund des geringen Overheads innerhalb einer Nachricht vor. Pustišek et al. (2019, 3) erweitert diesen Gedanken um das Extensible Markup Language (XML)-Format. Als mögliche Sensortechnologien werden in der betrachteten Literatur überwiegend Radio-Frequency Identification (RFID), Near Field Communication (NFC) und Quick Response (QR)-Codes zum Erfassen von Produkten für die Blockchain mittels Sensoren erfasst (Hua et al. 2018, 4501; Beinke et al. 2019, 664; Kshetri 2018, 86; Dobrovnik et al. 2018, 8). Die eingesetzten Sensoren, müssen dabei durch eine Zertifizierung vor der Inbetriebnahme überprüft werden (Javaid et al. 2018, 18). Zudem muss jeder Sensor eindeutig durch eine ID und dem betroffenen Prozess nach dem Prinzip „know your device“ auf der Blockchain zuordenbar sein (Negka et al. 2019, 175; Kamble et al. 2019, 2023; Kim et al. 2019, 3f.). Die Autoren Chen et al. (2017, 173) setzen ebenso eine permanente Standortzuordnung durch ein GPS-Modul im Sensor voraus.

Bei der Definition des Verschlüsselungsstandards bei Transaktionen zeigt sich kein einheitliches Bild. Wang et al. (2019a, 19ff.) beschreiben die Auswahl als einen Konflikt zwischen Sicherheit und Geschwindigkeit. Die untersuchte Literatur verneint jedoch

einstimmig den Einsatz des User Datagram Protokols (UDP) (Hulea et al. 2018, 3; Wang et al. 2019a, 19ff.). Die Autoren Fernandez-Carames und Fraga-Lamas (2018, 32988) stellen das Advanced-Encryption-Standard-Verfahren (AES) als Möglichkeit der effizienten Datenübermittlung dar. Hingegen Moin et al. (2019, 334) das SHA256-Verfahren als performanter darstellen. Diese Autoren definieren ebenso als Anforderung, dass der Sensor das IPv6-Protokoll unterstützen soll, permanent verfügbar sein muss, sowie Protokolle zur Sicherstellung der Zustellung von Daten beherrschen muss. Wichtig ist vor allem, dass die eingesetzten Sensoren sicher gegenüber Attacken wie Spoofing, Sybil-Attacken oder DDoS-Angriffe sind (Hassan et al. 2019, 523). Ebenso kann keine klare Anforderung definiert werden, ob die genutzten Sensoren direkt in die Blockchain schreiben sollen oder ob eine Zwischenschicht als Sammelpunkt für Daten in einem Unternehmen eingesetzt werden sollen (Javaid et al. 2018, 16ff.; Hang und Kim 2019, 14). Diese Zwischenschicht würde die Daten sammeln und in regelmäßigen Abständen in die Blockchain schreiben.

Bei der Datenstruktur müssen pro gesendetem Datensatz und Sensor mind. die ID des Sensors sowie des Produktes, ein Zeitstempel, eine Beschreibung sowie Koordinaten des Sensors übermittelt werden (Hulea et al. 2018, 4; Weber et al. 2019, 105; Wu et al. 2017, 143). van Engelenburg et al. (2019, 604) ergänzen dies noch durch die Eigenschaft, dass eine permanente Zuordnung zwischen den eingetragenen Sensor-Werten sowie den erfassten Produkten anhand einer ID erfolgen muss.

Dimension Datenschutz

Beiträge wie Korpela et al. (2017, 4186), Zhang und Jacobsen (2018, 1342) oder Wang et al. (2018b, 3ff.) zeigen, dass verschiedene Industriebranchen in den Anforderungen an die Datensicherheit in Punkten der Geheimhaltung und der Datensicherung variieren können. Jedoch muss es die Blockchain-Plattform ermöglichen verschiedene Zugriffsrechte bereitzustellen, um nur definierten Nutzergruppen Zugriff zu bestimmten Datensätzen zu ermöglichen (Weber et al. 2019, 103; van Engelenburg et al. 2019, 606; Scott et al. 2018, 18; Sidorov et al. 2019, 7277). Jedoch dürfen keine Transaktionen vor staatlichen Organisationen auf der Blockchain verborgen werden können, um Steuerbetrügereien sowie manipulierte Kontoführungen zu verschleiern. Daher dürfen Anwender auf der Plattform nicht anonym agieren (Moin et al. 2019, 333; Albrecht et al. 2018, 3532). Ebenso müssen für die bestimmten Einsatzszenarien der Plattform bestehende gesetzliche Anforderungen aus den jeweiligen Branchen adaptiert werden (van Engelenburg et al. 2019, 606f.). So zeigen Forschungsbeiträge wie Xu et al. (2019a, 405), Rusinek et al. (2018, 12) oder Westerkamp et al. (2018, 1) in verschiedenen Bereichen wie dem Lebensmittel-Segment als gesetzliche Anforderung eine permanente Rückverfolgbarkeit der gehandelten Lebensmittel zu ermöglichen ist. Des Weiteren müssen auch neue Auflagen wie die Datenschutzgrund-verordnung (DSGVO) zukünftig bei einer solchen Plattform berücksichtigt werden. Dies betrifft nicht nur Knoten

einer Blockchain, die in Europa aktiv sind, sondern auch Knoten aus nicht EU-Ländern, welche personenbezogene Daten von EU Bürgern speichern. Insbesondere widerspricht die unwiderrufliche Speicherung von Daten in der Blockchain der DSGVO, welche ein jederzeit mögliches Löschen von Daten vorrausetzt (Reyna et al. 2018, 174; George et al. 2019, 19). Wie mit solchen Restriktionen umgegangen werden kann, wird in diesen Forschungsbeiträgen jedoch nicht beschrieben.

Neben der Adaption von bestehenden Anforderungen müssen auch neue Regulatoren spezifisch für die Blockchain-Thematik erhoben werden (Wang et al. 2019c, 230; Moin et al. 2019, 333f.; Zhao et al. 2019, 91ff.; Saberi et al. 2019, 2126). Eine konkrete Benennung von regulatorischen Anforderungen in einem Blockchain-basiertem SCM findet nicht statt. Zum einen können diese gesetzlichen Anforderungen Restriktionen für die anwendenden Unternehmen bedeuten, zum anderen ermöglicht die Definition von Richtlinien eine Entlastung sowie Beseitigung von Unsicherheiten in Punkten der Haftung bei Unternehmen (Min 2019, 44; van Engelenburg et al. 2019, 605f.).

Ebenso gibt es Anforderungen zum Thema des Datenschutzes bei den Zugangsdaten in Form von Public/Private-Schlüsseln. Diese Schlüsselpaare dienen zum einen als Zugriff auf die Plattform zum anderen werden anhand dieser Schlüsselpaare Smart Contracts und Produkte signiert und damit verifiziert (Korpela et al. 2017, 4186; Seebacher und Maleshkova 2018, 3943). Anhand dieser Schlüsselpaare sind die Anwender eindeutig identifizierbar (Leng et al. 2018, 643ff.). Daher ist es notwendig, technische Sicherheitsmaßnahmen zu implementieren, um einen Missbrauch dieser Schlüsselpaare durch Dritte zu vermeiden. Die Autoren Moin et al. (2019, 333) und Holland et al. (2017, 919) stellen hierfür den Industriestandard Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) vor, anhand welchem die Authentizität der Teilnehmer validiert werden kann.

Dimension Verwaltung

Bei dem Einsatz einer privaten oder Konsortiums-Blockchain ist der Einsatz einer Rechteverwaltung, um neue Nutzer in die Blockchain zu integrieren, notwendig (Wang et al. 2019c, 233; Weber et al. 2019, 103ff.). Der Autor Glaser (2017, 1547) beschreibt hierbei einen Super-Anwender, welcher die Verwaltung von anderen Anwendern durchführt. Nach Seebacher und Maleshkova (2018, 3493) sowie Leng et al. (2018, 643) ist hierfür die Integration eines Benutzerverwaltungs-Services notwendig. Dieser Super-Anwender überprüft anhand von Kriterien Dokumente wie der Geschäftslizenz oder der Liquidität (Hua et al. 2018, 99f.; Mao et al. 2018, 5). Ist die Überprüfung des Unternehmens oder der Person abgeschlossen erfolgt die Festlegung der Rolle für den Anwender. Hierbei müssen mehrere Rollen mit verschiedenen Berechtigungskonzepten z.B. für das Lesen und Schreiben von Transaktionen implementiert werden (Obour Agyekum et al. 2018, 1321; Mao et al. 2018, 5; Wu et al. 2017,

142). Der Zugriff auf die Plattform erfolgt anhand von Public/Private-Schlüsseln, welche als Zugangsdaten und zum Interagieren auf der Plattform genutzt werden (Hua et al. 2018, 99f.; Obour Agyekum et al. 2018, 1321). Der Zugriff der Unternehmen auf die Plattform muss jedoch beschränkt werden. So dürfen nach Sidorov et al. (2019, 7275) nicht zu viele Zugänge pro Unternehmen im Form von Public/Private-Schlüsseln ausgehändigt werden, um Bedrohungen wie Sybil-Attacken zu vermeiden. Staatlichen Organisationen muss hingegen ein permanenter Zugriff auf alle auf der Blockchain gespeicherten Daten ermöglicht werden. Dies ist notwendig, um bei Verdachtsfällen Betrügereien aufzudecken (Lin et al. 2019, 20701). Alle Teilnehmer der Plattform müssen diesem Vorgehen durch eine Vereinbarung zustimmen (Malik et al. 2018, 4; Behnke und Janssen 2019, 2).

Für die Verwaltung von Smart Contracts auf der Plattform sind innerhalb der betrachtenden Literatur die im folgenden beschriebenen Maßnahmen notwendig. Alle betroffenen Anwender müssen der Ausführung eines Smart Contracts vorher zustimmen (Lu et al. 2019a, 578; Ivanov et al. 2019, 839; Malik et al. 2018, 6). Daher ist es notwendig nicht nur für die Entwicklung dieser Smart Contracts passende Interfaces zu entwickeln, welche Vorlagen für eine schnelle Entwicklung vieler Smart Contracts bereitstellen, sondern auch die Möglichkeit eine transparente Übersicht über alle aktiven Smart Contracts zu ermöglichen (Obour Agyekum et al. 2018, 1321). Gleichzeitig dienen diese Vorlagen als Maßnahme, um regulatorische Anforderungen verpflichtend zu integrieren. Hingegen darf es für Unbeteiligte nicht möglich sein Smart Contracts anzustoßen (Xu et al. 2019a, 404). Auf Grund der persistenten Speicherung der Smart Contracts auf der Blockchain, müssen zusätzliche Parameter z.B. anhand von definierten Zeitstempeln Gültigkeitsbereiche definiert werden (Bartoletti und Pompianu 2017, 228).

Dimension Anwendungsszenarien

Die Anwendung von Smart Contracts in einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform wird in mehreren Forschungsbeiträgen zur Automatisierung von Handlungen und Transaktionen erwähnt (Lacity 2018, 212; Casado-Vara et al. 2018, 396). Durch den Einsatz vieler Smart Contracts ergibt sich ein Netz aus automatisierten Handlungen, welche die Bearbeitung von komplexen Handlungen in Wertschöpfungsnetzwerken ermöglichen und so z.B. die Überprüfung von Service Level Agreements (SLA) übernimmt (Glaser 2017, 1548; Chen et al. 2017, 174). Um eine unmittelbare Ausführung zu ermöglichen, müssen diese Smart Contracts automatisiert und selbstständig, wenn bestimmte Bedingungen gegeben sind, agieren und nicht durch Anwender manuell angestoßen werden müssen (Chang et al. 2019, 4).

Zusätzlich ermöglicht die transparente und unmittelbare Speicherung von Transaktionen neue potentielle Auswertungsmöglichkeiten. Das Verfolgen von Transaktionen, Prozessen und Produkten wird in Beiträgen wie Weber et al. (2019, 103ff.) oder Mandolla et al. (2019, 139)

mehrfach beschrieben (n=9). Ebenso können Verfahren genutzt werden, um Engpässe innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes durch die Erstellung von Prozesslandkarten und Materialflüssen zu erstellen (Min 2019, 41f.). Die transparente Übersicht über Maschinenauslastungen und Handlungen von Unternehmen auf der Blockchain ermöglicht auch ein automatisiertes Zusammenführen von verschiedenen Wertschöpfungspartnern wie Lieferanten und Produzenten und damit die Erstellung neuer Kooperationen (Leng et al. 2018, 643). Diese Anwendungen können durch den Einsatz verschiedener Machine-Learning-Verfahren erheblich verbessert werden. Die hohe Menge an Daten in Wertschöpfungsnetzwerken sowie die Transparenz dieser Daten durch die Blockchain ermöglichen das Anwenden dieser Machine-Learning-Verfahren. So kann das LSTM-Verfahren eingesetzt werden, um Vorhersagen verschiedener Variablen wie Lieferzeitpunkte vorzunehmen (Wang et al. 2018a, 591). Jedoch müssen die Trainingsdaten eines solchen Modells zuvor anonymisiert werden (Wang et al. 2018b, 3).

Dimension Kryptowährung

Kryptowährungen können dafür eingesetzt werden, um Güter automatisiert bezahlen zu können. Dieser Handel kann durch Smart Contracts ermöglicht werden (Westerkamp et al. 2018, 7). Ebenso kann durch den Einsatz von Kryptowährungen die Realisierung von Blockchain-basierten Marktplätzen erfolgen (Yanovich et al. 2018, 3). Nach Risius und Spohrer (2017, 387) muss jedoch vorab eine Evaluierung verschiedener Kryptowährungen oder Tokens erfolgen. Glaser (2017, 1545f.) beschreibt eine Problematik bei dem Einsatz einer solchen Lösung. Entweder muss nach Glaser eine Lösung gewählt werden, bei der die Kryptowährung auch außerhalb der Plattform genutzt werden kann. Hierfür muss eine preisstabile Krpytowährung gewählt werden, oder es muss eine vertrauenswürdige Möglichkeit geben interne Tokens wieder in bekannte Währungen umwandeln zu können.

Dimension Externe Parteien

Bei der Literaturanalyse können vier verschiedene Aufgaben identifiziert werden, welche externen Parteien auf einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform zuteilwerden. Zuerst wird der Einsatz von Zertifizierungsstellen beschrieben. Mit Hilfe von diesen Zertifizierungsstellen können bei Produkten oder Produktchargen die Authentizität, angegebene Menge und Qualitätssicherung überprüft werden (Seebacher und Maleshkova 2018, 3494; Mandolla et al. 2019, 147; Li et al. 2018a, 4). Vorrausetzung hierfür ist, dass die Zertifizierungsstellen für die Anwender vertrauenswürdig sind und in keiner Verbindung zu den Anwendern stehen (Weber et al. 2019, 103ff.). Die Autoren Rusinek et al. (2018, 14) beschreiben die Notwendigkeit mehrerer Zertifizierungspartner in einer Plattform. Die zweite Aufgabe wird ebenfalls von Zertifizierungsstellen vorgenommen und befasst sich mit der Überprüfung von eingesetzten Sensoren in der Blockchain. Bei diesen Sensoren muss anhand

von regelmäßigen Zertifikaten die Integrität überprüft werden, um sicherzustellen, dass nur korrekte Datensätze in die Blockchain geschrieben werden (Moin et al. 2019, 334; Kshetri 2017, 1030f.). Als dritte Aufgabe konnte die Entwicklung neuer Auswertungsmöglichkeiten für die auf die Blockchain geschriebenen Daten sowie neuartiger Geschäftsmodelle für die Anwender der Plattform sein (Glaser 2017, 1547). Als letzte Aufgabe ist die Integration von Oracles in die Kollaborationsplattform zu sehen. Die Autoren Notheisen et al. (2017, 432) und Xu et al. (2016, 185) beschreiben Organisationen wie Polizeieinrichtungen oder staatliche Institutionen als vertrauenswürdige Datenquelle, um ein Abbild der Außenwelt in die Blockchain zu integrieren. Sollten weitere Oracles integriert werden sehen die Autoren George et al. (2019, 19) die Notwendigkeit der kontinuierlichen Überprüfung durch Zertifizierungsstellen.

Dimension User-Interfaces

Eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform muss die Möglichkeit bieten durch verschiedene Schnittstellen und Dashboards für den Anwender interaktiv zu sein. Diverse Forschungsbeiträge wie Hua et al. (2018, 4499) setzen die Notwendigkeit eines leichtgewichtigen und wiederverwendbaren Frameworks für solche Schnittstellen voraus. Anhand dieser wiederverwendbaren Frameworks sollen verschiedene Anwendungsgeräte, wie Laptops oder Smartphones, in die Blockchain integriert werden können (Kim und Laskowski 2018, 20; Li et al. 2018a, 5). Beiträge wie Hulea et al. (2018, 5), Kaid und Eljazzar (2018, 234) oder Ngamsuriyaroj et al. (2018, 3) nutzen eine Internet-basierte Schnittstelle durch den Einsatz der Technologien Hypertext Markup Language (HTML) und JavaScript. Nach Notheisen et al. (2017, 434) müssen individuelle User-Interfaces implementiert werden, um die Privatsphäre der Anwender zu schützen. Ebenso müssen diese Schnittstellen gesichert und für die Anwender vertrauenswürdig sein, sowie den jeweiligen Ansprüchen der Anwender entsprechen (Glaser 2017, 1549; Min 2019, 41). Bei diesen Schnittstellen greifen die Autoren Zachariadis et al. (2019, 114) die Problematik der Falscheingaben auf. Da auf der Blockchain gespeicherte Daten persistent sind, müssen Mechanismen entwickelt werden, um manuelle Falscheingaben durch Anwender zu verhindern.

Dimension Weitere Aspekte

Weitere Aspekte die zu betrachten sind nach Tian (2017, 3) Schulungen über die Blockchain-Technologie. Dies würde die Akzeptanz, das Verständnis sowie die Nutzung der Blockchain-basierten Plattform erhöhen.

4.1.2 Analyse der Dimensionen anhand Interviewstudie-Synthese

Im Folgenden werden die erhobenen Interviews aus Tabelle 6 analysiert. Hierzu werden die Interviews durch eine qualitative Querschnittsanalyse nach Wilde und Hess (2007, 280–286)

erhoben und mithilfe der Software MAXQDA systematisch nach denen in Abbildung 14 dargestellten Dimensionen sowie aus den Interview-Studien erhobenen Unterdimensionen ausgewertet.

Dimension Plattform-Implementierung

Blockchain-Typ. I5 und I6 beschreiben den Einsatz einer privaten oder Konsortial-Blockchain als Notwendigkeit für eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform auf Grund der Sensibilität von unternehmenskritischen Daten. Nach I7 müssen für Wertschöpfungsnetzwerkszenarien ebenso die verschiedenen Anwendungspartner bekannt sein und können nicht wie einer öffentlichen Blockchain anonym, durch ihren öffentlichen und privaten Schlüssel auf der Blockchain interagieren. Ebenso stellt I7 die erhöhte Verarbeitungsgeschwindigkeit einer zulassungsbeschränkten Blockchain heraus. In den Interviews I1-4 werden verschiedene mögliche Anwendungsszenarien für eine solche Blockchain beschrieben, welche ebenfalls eine private oder Konsortial-Blockchain vorrausetzen. Langfristig sieht I7 die Potentiale einer öffentlichen Blockchain, welche eine Authentifizierung benötigt und bei der Lese- und Schreibrecht-Stufen für die Anwender existieren, jedoch bietet nach I7, eine Konsortial-Blockchain die einfachere Ausgangsbasis.

Blockchain-Implementierung. Auf Basis der Konsortial-Blockchain beschreibt I7 den Einsatz der Hyperledger Fabric als eine mögliche Blockchain-Implementierung. Nach I7 hat diese Implementierungsform Skalierungsprobleme, zeichnet sich jedoch durch den Einsatz von bewährten Programmiersprachen wie JavaScript und Java sowie der Festlegung von Abhängigkeiten in Smart Contracts aus. I6 beschreibt zusätzlich, dass die Akzeptanz der Plattform durch den Einsatz einer Blockchain-Implementierung abhängig ist, welche von einem renommierten Entwickler stammt. Da hinter der Hyperledger Fabric u. a. die Linux Fundation sowie das Unternehmen IBM steht, sieht I6 die Hyperledger Fabric als notwendige Implementierung. Diese These wird auch von I7 beschrieben. I5 und I7 erwähnen bei der Ethereum-Blockchain den Einsatz der Gas-Kosten als nicht relevant und für Wertschöpfungsnetzwerke als hinderlich. Auf Grund der schlechten Skalierbarkeit wird die VeChain-Blockchain sowie die Bitcoin-Blockchain auf Grund ihrer nicht Turing-vollständigen Smart Contracts ebenfalls ausgeschlossen (I5).

Konsens-Algorithmus. I5-I7 beschreiben, dass der Einsatz von Konsens-Algorithmen, welche monetäre Anreize bei der Generierung von Blöcken in Wertschöpfungsnetzwerken bieten nicht sinnvoll ist. Daher scheiden Konsens-Algorithmen wie PoW und PoS aus. I7 stellt heraus, dass in einem Wertschöpfungsnetzwerk alle Beteiligten ein Interesse an dem Fortbestehen der Plattform haben sollten, daher sollten alle Beteiligten durch ein faires Verfahren eine Generierung von Blöcken vornehmen. I7 spricht hierbei von einem möglichen „Round-Robin“-

Ansatz. I6 sieht bei der Wahl der Konsens-Algorithmen als besonders wichtig an, da die Anwendung für die beteiligten Unternehmen einfach und leicht durchführbar sein muss:

> „*Es sind so viele Innovationen in jeder Hinsicht, [..] dass dies bei den Unternehmen eine breite Umsetzung verhindert, weil es diese überfordert. Deshalb muss es reibungslos funktionieren, sowie Privatleute bei der Anwendung von Bezahlsystemen wie PayPal, keine Gedanken machen, sondern einfach anwenden wollen*“ (I6)

Als mögliche Konsens-Algorithmen kann, nach I5, die Byzantinische Fehlertoleranz oder eine der zahlreichen Ableger wie pBFT dienen.

Blockdefinition. I1-I3 beschreiben im Punkt der Dauer bei der Entstehung einer Transaktion bis zur persistenten Speicherung in der Blockchain durch die Validierung des zugehörigen Blockes keine Anforderung im Millisekundenbereich. I1 und I3 beschreiben, dass die Daten jedoch innerhalb weniger Stunden für alle Teilnehmer verfügbar sein sollten, u.a. auf Grund von rechtlichen Restriktionen. Eine maximale Blockgröße auf Grund der Dateigröße von Transaktionen sowie der Frequenz dieser Transaktionen kann durch die Personen, welche sich in der Rolle der Anwender sehen, nicht beantwortet werden. I2 spricht jedoch von ca. einer Transaktion pro Tag und Knoten.

Knotenstruktur. Nach I5 muss die Entwicklung zwei verschiedener Knotentypen erfolgen. Zum einen soll es einen Knoten geben, welcher durch den Dienstleistungs-Provider zur Verfügung gestellt wird und Operationen wie das Generieren und Validieren von Blöcken übernimmt. Zum anderen soll ein leichtgewichtiger Knoten entwickelt werden. Dieser Knoten speichert nur ein Abbild der Blockchain, um Redundanz und damit Vertrauen innerhalb der Plattform zu entwickeln. Dieser Knoten soll nach I5 jedem Anwender zur Verfügung stehen. I6 erweitert dieses Vorgehen und stellt heraus, dass auch Anwender die Möglichkeit haben sollten die Generierung und Validierung von neuen Blöcken vorzunehmen, um durch eine Involvierung die Kontrolle sowie Vertrauen in die Blockchain aufbauen zu können. Jedoch sollten diese Anwender auch jeder Zeit die Möglichkeit besitzen, diese Aufgabe an den Dienstleistungs-Provider abgeben zu können.

Dimension Datenspeicherung

On- und Off-Chain. Nach I5-I7 ist es von dem eingesetzten Anwendungsszenario abhängig welche Daten nach dem On-Chain/Off-Chain-Prinzip gespeichert werden sollen. I5 beschreibt, jedoch die Notwendigkeit, dass Datensätze, welche für die unmittelbare Überwachung von Wertschöpfungsnetzwerken erforderlich sind und keine hochsensible Daten darstellen auf der Blockchain gespeichert werden müssen. Dabei kann es sich z.B. um Produktionsmesswerte handeln. Große Dateien, welche nicht für die unmittelbare Rückverfolgung notwendig sind, sollen außerhalb der Blockchain gespeichert werden und nur deren Prüfsumme in die Blockchain geschrieben werden (I5-I6). Die Benennung einer kritischen Dateigröße, ab

welcher diese im Ursprungsformat nicht mehr auf der Blockchain gespeichert werden soll, findet nicht statt. I7 stellt die Möglichkeit der Speicherung von aggregierten Daten vor. So können bestimmte Daten einmal pro Tag und in aggregierter Form in die Blockchain geschrieben werden. Daten, die in feingranularer Form vorliegen müssen, können jedoch nicht durch diese Aggregationsfunktion abgespeichert werden.

Cloud-Speicherung. Die Off-Chain gespeicherten Daten müssen permanent für alle betroffenen Anwender oder Unternehmen verfügbar sein, was durch die Kollaborationsplattform erfolgen soll (I6). I7 differenziert den Einsatz von Cloud-Speicherungen anhand verschiedener Cloud-Lösungen. Hierbei muss auf die lokalen Gesetzgebungen in denen diese Lösungen aufgebaut sind, geachtet werden.

> „*Wir wissen von einigen deutschen Kunden, dass diese [..] Amazon [AWS] unter den aktuellen Bedingungen nicht verwenden würden [..], es gibt deutsche Provider die Anforderungen der deutschen Kunden abdecken*“ (I7)

I6 bestätigt diese These von I7 und verweist auf gesetzliche Vorgaben im Vergleich von Cloud-Lösungen die den USA aufgebaut sind, im Vergleich zu Cloud-Lösungen aus Deutschland. Der Anwender I3 beschreibt, dass bei einem Auftrag in China die notwendigen Dateien nicht auf Cloud-Diensten wie von Google oder Amazon gespeichert werden dürfen, da auf Grund von lokalen Beschränkungen kein Zugriff auf solche Cloud-Dienste möglich ist.

Dimension Datenaustausch

ERP. Für die Abwicklung von Transaktionen der verschiedenen ERP-Lösungen der Kooperationspartner über die Blockchain ist es notwendig einen standardisierten Datenaustausch zu ermöglichen. I5 beschreibt die Situation der Kunden im deutschsprachigen Raum. Nach I5 arbeiten ein Großteil der Unternehmen mit einem selbstentwickelten ERP-System. Auf Grund der hohen Varianz und der damit meist fehlenden Interoperabilität zwischen verschiedenen ERP-Systemen, soll der Datenaustausch anhand von Metadaten erfolgen, welche durch das JSON-Format übertragen werden. I7 spricht in diesem Kontext ebenfalls von einem leichtgewichtigen Standard wie JSON oder XML. Eine Definition eines Dateiformates sowie des Datenaustausch-Format ist in diesem Fall notwendig. Sowohl I4 und I1 zeigen die Bereitschaft definierte ERP-Datenstandards (eStandards) adaptieren zu wollen. Beide Unternehmen nutzen bisher selbstentwickelte Datenaustauschformate. I1 zeigt die Bereitschaft für das selbstentwickeltes ERP-System eine Schnittstelle zur Integration eines Blockchain-Knoten zu ermöglichen. I4, welches Microsoft Dynamics Nav nutzt, sieht hingegen den Softwareentwickler in der Pflicht, vordefinierte Schnittstellen für verbreitete Blockchain-Implementierungen wie Hyperledger Fabric oder Ethereum zur Verfügung zu stellen.

Sensorik. Die Anwender I1 und I4 schlagen u.a. als Datenaustausch-Format für eingesetzte Sensorik ebenfalls das JSON-Format vor. I1 stellt die Notwendigkeit, dass das eingesetzte

Format eine native Serialisierung aufweisen muss. Dies trifft nach I1 ebenfalls auf das XML-Format zu. I2 und I3 können hierzu keinerlei Aussagen treffen. Der Plattform-Provider I5 stellt ebenfalls die Transformation von Sensordaten in das JSON-Format für die Datenübertragung in die Blockchain vor. I5 und I6 beschreiben, dass viele Unternehmen ihre Sensordaten über eine Open Platform Communications Unified Architecture (OPC UA) -Schnittstelle aus einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) abfragen und auswerten. Daher soll eine Transformation von Daten aus der OPC UA-Schnittstelle in das JSON-Format erfolgen. I6 und I7 definieren in diesem Kontext die Notwendigkeit, dass neue Verbands- oder Industrienormen geprüft und gegebenenfalls adaptiert werden sollen. I7 erwähnt als Möglichkeit den O-M/O-DF-Standard, welcher sich noch in der Beta-Phase befindet.

Dimension Datenschutz

Durch die Befragung der Interviewpartner können zwei verschiedene Aspekte zum Thema Datenschutz identifiziert werden. Zum einen die rechtliche Handhabung von Daten und zum anderen die Geheimhaltung bzw. Wahrung der Datensicherheit. Diese werden im Folgenden beschrieben.

Rechtliche Handhabung. I1 und I4 stellen heraus, dass keine personenbezogenen Daten, welche in Konflikt mit der DSGVO stehen könnten, auf der Blockchain gespeichert werden dürfen. I4 zeigt ebenso aktuelle rechtliche Unklarheiten bei der Speicherung von Prüfsummen von personenbezogenen Daten und der Handhabung innerhalb des Unternehmens mit den dazugehörigen Klardaten. I1 ergänzt, dass selbst Prüfsummen von personenbezogenen Daten durch ein logisches Ausschlussprinzip das Herleiten der Klardaten ermöglichen könnten. Hierbei müssen Richtlinien entwickelt werden, um ein solche Problematik zu verhindern. Verschiedene Interviewpartner wie I4 und I9 sehen in diesem Kontext die Notwendigkeit von rechtlichen Regelungen solcher Problematiken z.B. durch die Bundesregierung.

Geheimhaltung von Daten. Die Geheimhaltung von bestimmten Daten ist für alle Anwender (I1-I4) ein relevanter Faktor in einer Kollaborationsplattform. Hierbei ist es nach I2 und I3 wichtig, dass nicht jeder Teilnehmer alle Daten auf der Blockchain auslesen darf. Daher muss ein mehrstufiges Rechtesystem entwickelt werden, das die Lese- und Schreibe-Rechte verschiedener Anwender auf die in der Blockchain gespeicherten Transaktionen klar definiert. Nach I1 muss es möglich sein, dass konkurrierende Unternehmen nicht nur nicht alle Daten auf der Blockchain lesen können, sondern ebenso keinerlei Informationen über die Existenz mancher Transaktionen zwischen verschiedenen Kooperationspartnern haben. Diese Anforderung orientiert sich an der Channel-Funktion der Hyperledger Fabric.

Dimension Verwaltung

Integration von Anwendern in die Plattform. I7 setzt für die Umsetzung von verschiedenen Zugriffsrechten ein User-Management-System voraus, welches von einem Superadministrator

verwaltet wird. I5 beschreibt die Umsetzung eines solchen Systems anhand des „Certification Authority“-Moduls von Hyperledger Fabric, setzt im Gegensatz zu I7 aber mehrere Superadministratoren, welche in der Rolle als Dienstleistungs-Provider interagieren, voraus. Hierdurch soll ein single point of failure verhindert werden. Ebenso kann mittels eines Mehrheits-Votum die Objektivität bei der Zulassung oder dem Ausschluss von Anwendern durch verschiedene Dienstleistungs-Provider bewahrt werden (I6). Um eine Zulassung bzw. eine Einstufung der Anwender in die verschiedenen Zugriffsrechtstufen (siehe Dimension Datenschutz) vorzunehmen, ist eine Überprüfung der Unternehmen notwendig. I10 und I9 schlagen eine Adaption des Verfahrens „Know Your Customer“ vor. Nach I10 soll hierfür eine Orientierung anhand der Finanzbranche erfolgen. Eine Überprüfung dieses Verfahrens kann durch verschiedene Wirtschaftsauskünfte erfolgen, welche durch diese Vorgehensweise Unternehmen zertifizieren können, für diese Kollaborationsplattform geeignet zu sein. Ebenso müssen nach I8 und I10 technische Anforderungen für die Bereitstellung der Infrastruktur des Knoten durch den Anwender überprüft werden. I6 und I9 beschreiben die zusätzliche Definition von Regelwerken, wie Personen innerhalb eines Unternehmens auf die Plattform für einen kontrollierten Zugriff zugreifen dürfen.

Verwaltung des Public/Private-Schlüsselpaares. Für die Nutzung der Blockchain-basierten Kollaborationsplattform ist es notwendig, dass alle Anwender permanent handlungsfähig auf dieser Blockchain sind (I6). Ein Verlust des Public/Private-Schlüsselpaares würde einen automatischen Selbstausschluss aus der Plattform bedeuten. I5, I6 und I9 verdeutlichen diesen Sachverhalt und argumentiert damit, dass der Anwender durch definierte Handlungsrichtlinien unterstützt werden soll, um einen Verlust entgegenzuwirken. I5 und I6 schlagen als mögliche Lösung die Ausgabe mehrerer Public/Private-Schlüsselpaare pro Unternehmen vor, welche redundant benutzt werden können. Der Verlust von Schlüsselpaaren würde keinen Ausschluss auf der Plattform bedeuten, solange der Anwender noch ein Schlüsselpaar zur Verfügung hätte. I7 sieht diesen Vorschlag kritisch, da dies in der Praxis dazu führen würde, dass Unternehmen mehrere Schlüsselpaare auf einer zentralen Einheit speichern würden, welche ein single point of failure erzeugen könnte. Die Sicherung von Schlüsselpaaren für Unternehmen durch die Dienstleistungs-Provider ist nach I8 keine plausible Lösung, da sonst die Schlüsselpaare theoretisch ebenso missbrauchen könnten. Daher sollen die Dienstleistungs-Provider nur für die Generierung der Schlüsselpaare für die Plattform und den Anwender zuständig sein.

Integration von staatlichen Organisationen. Bei der Befragung der Dienstleistungs-Provider I8-I10 sowie den Plattformprovidern I5-I7 zeigt sich kein einheitliches Bild, wie staatliche Organisationen in die Plattform integriert werden können. I5 und I7 schlagen einen permanenten Zugriff für staatliche Organisationen vor. Ebenso sollen Schnittstellen bereitgestellt werden, welche eine automatische Analyse in Form von Audits durch die Organisationen ermöglichen. I8 stellt heraus, dass staatliche Organisationen keinen Zugriff auf

die Blockchain haben sollten, jedoch sollte die Plattform für staatliche Organisationen zertifiziert werden, dass die Durchführung von Kartellen oder illegalen Transaktionen durch Smart Contracts automatisch überprüft und verhindert werden kann. I10 schließt jegliche Interaktion zwischen staatlichen Organisationen und der Kollaborationsplattform aus.

Entwicklungsunterstützung bei Smart Contracts. Die befragten Anwender innerhalb dieser Interviewstudie würden die Entwicklung von eigenen Smart Contracts selbst vornehmen (I1) oder diese Entwicklung auf Grund von fehlendem Wissen an Dienstleistungs-Provider auslagern (I2 und I4). Für die Entwicklung der Smart Contracts, sowohl durch Anwender oder Dienstleistungs-Provider, sollen konfigurierbare branchenspezifische Vorlagen zur Verfügung gestellt werden. Diese Vorlagen sollen durch Web-basierte Schnittstellen sowie Anleitungen innerhalb dieser Schnittstelle eine einfache und schnelle Konfiguration von Smart Contracts ermöglichen. Zusätzlich ist die Unterstützung von weniger technischen Entwicklern wie Juristen durch Darstellung von Pseudocode oder einer programmcodefreien Eingabe von Parametern notwendig (I5, I6, I9 und I10). Da es in Wertschöpfungsnetzwerken, nach I10, viele Standardprozesse gibt, kann ein Großteil der zu entwickelnden Smart Contracts durch Vorlagen unterstützt und effizient gestaltet werden. Ebenso sollen diese Templates für Branchen mit mehreren Anwendern in Zusammenarbeit entwickelt werden (I10). Auch beschreiben I7 und I9 den Einsatz von Modellierungswerkzeugen, welche auf grafischer Basis eine Entwicklung von Prozessabläufen z. B. anhand des Standards Business Process Model and Notation (BPMN) ermöglicht. Diese Abläufe sollen automatisiert in einen parametrisierbaren Smart Contract übertragen werden. Mittels externer Variablentabellen sollen Smart Contracts wiederverwendbar gestaltet werden. Ebenso ermöglicht dies die dynamische Gestaltung von Gültigkeitsbereichen. Diese Variablentabellen befinden sich außerhalb der Blockchain und können durch zugehörige Anwender angepasst werden. Vor der Ausführung von Smart Contracts fragt dieser diese Tabellen ab und führt auf Basis dieser Variablen sowie dem Programmcode Befehle aus (I7, I5).

Verwaltung von Smart Contracts sowie Oracles. Um eine Verwaltung bzw. Übersicht über die aktiven Smart Contracts auf der Plattform zu ermöglichen, ist es notwendig eine transparente und nachvollziehbare Darstellung zu implementieren. Es muss möglich sein, die aktiven Smart Contracts sowie die Beziehungen zu den verschiedenen Anwendern zu überwachen und filtern zu können (I5, I7). Nach I5, I7 und I9 kann dies anhand einer Prozesskarte erfolgen, welche die aktiven Smart Contracts, deren Beziehung sowie den dazugehörigen Quellcode und eine Darstellung in Pseudocode bietet. Zum einen soll nach I7 eine Echtzeitüberwachung der aktiven Smart Contracts erfolgen, zum anderen ermöglicht dies den Einsatz von Analyseverfahren (I10). Nach I5 sollen diese Funktionalitäten sowohl für die Dienstleistungs-Provider als auch für die Anwender zur Verfügung gestellt werden. I5 sieht hierdurch das Erzeugen von Vertrauen der Anwender in die Plattform. Für die Implementierung von Oracles soll ein nach

I7 ein zertifikatsbasierter Ansatz gewählt werden. Zertifizierte Schnittstellen und Dienstleister können hierfür eingesetzt werden. Ebenso besteht nach I7 die Problematik, dass staatliche Organisationen in internationalen Wertschöpfungsnetzwerken nicht als vertrauliche Informationsquelle betrachtet werden können, da nicht jedes Unternehmen fremden staatlichen Organisationen vertraut. Als Beispiel für einen Oracle zeigt I6 die Integration von Wechselkursen, um aktuelle Warenwertschwankungen in der Blockchain abbilden zu können.

Dimension Anwendungsmöglichkeiten

Die Befragung der Anspruchsgruppen ergab für die Anwender vier verschiedene Szenarien. Diese werden im Punkt „Anwendung“ beschrieben. Ebenso wird hier die Konzeption eines Marktplatzes, welche durch verschiedene Dienstleistungs-Provider erwähnt wurde, beschrieben.

Anwendung. I1 und I2 beschreiben als mögliche Einsatzpotentiale die unwiderrufliche Speicherung von Dokumenten und Transaktionen. I1 würde eine solche Kollaborationsplattform nutzen, um eine Dokumentation von Komponenten und Geräte wie Messgeräte zu ermöglichen. Die Dokumentation soll in Form eines Steckbriefes, in jedem Produktionsschritt durch definierte Kennzahlen des Prozesses sowie durchgeführte Prüfungen in Form von Zertifikaten erweitert werden. Hier soll sich eine lückenlose Rückverfolgung aller Schritte bei der Produktion bei Zulieferern als auch bei I1 ergeben. I2 würde die Blockchain-basierte Kollaborationsplattform nutzen, um abgeschlossene Verträge mit Kunden und Vertriebspartnern zu speichern. Hierdurch sollen ein Vertrag, der dazugehörige Vertragstext sowie die Signaturen aller Partner gesichert werden. Durch diese Bestandteile sind spätere Rückverfolgungen möglich. Durch diese Speicherung sollen spätere Konfliktpunkte über Vertragsbestandteile vermieden werden und damit allen Kooperationspartnern eine transparente Argumentationsbasis für weitere Vertragsverhandlungen liefern. I3 beschreibt die Dokumentation des Lebenszyklus von produzierten Prüfständen. Für jeden Prüfstand sollen Eckdaten, wie die installierte Software inkl. Versionsnummern, Hardware sowie historische Daten wie Vorbesitzer und Standort gespeichert werden. Diese Daten sollen erhoben werden, um bei Kundenanfragen eine Nachvollziehbarkeit über die Prüfstände zu haben. I4 beschreibt zwei thematisch nahe Anwendungsszenarien. Im ersten Szenario soll durch die Blockchain eine Rückverfolgbarkeit im Containerverleih erzielt werden. Das Unternehmen von I4 verleiht Container mit bestimmten Qualitätsanforderungen. Diese sind z.B. die Garantie der Einhaltung von Kühlketten in einem festgelegten Zeitumfang. Um eine Beweisbarkeit der Einhaltung notwendiger Maßnahmen zu ermöglichen, sollen verschiedene Montagezustände bei Containeraufbereitung überwacht und persistent gespeichert werden und als Beweisgrundlage dienen. Das zweite Szenario beschreibt die Rückverfolgbarkeit von verliehenen Containern hinweg über die Lieferkette zu verschiedenen Kunden, welche durch Speditionen durchgeführt wird.

Marktplatzentwicklung. Die Interviewpartner I9 und I10 beschreiben in der Rolle als Dienstleistungs-Provider die Adaption eines elektronischen Marktplatzes, welcher ebenfalls in die Kollaborationsplattform integriert werden soll. Nach I10 soll dieser Marktplatz in Anlehnung an bestehende Online-Handelsplattformen angelegt werden. I9 sieht den Marktplatz als Möglichkeit, dass verschiedene Dienstleistungs-Provider transparent verschiedene Applikationen, Smart Contracts sowie Servicebündle für die Anwender auf der Kollaborations-plattform anbieten können. Ein Anwender soll die Möglichkeit haben über Suchfunktionen verschiedene Dienstleistungen zu suchen und anschließend durch individuelle Abstimmung mit den zugehörigen Dienstleistungs-Providern eine Leistung entwickeln zu lassen. Ebenso sollen den Anwendern Vorschläge über weitere mögliche Dienstleistungen angeboten werden. Die Bezahlung der Dienstleistungen muss sowohl über ein Token-System aber auch über traditionelle Bezahlsysteme möglich sein.

Dimension Kryptowährung

I2, I3 und I4 sehen den Einsatz von elektronischen Bezahl-möglichkeiten auf der Kollaborationsplattform als eine gute Möglichkeit verschiedene Abläufe zu automatisieren. I1 hingegen hält zwar den Einsatz von Kryptowährungen für sinnvoll, ist jedoch der Überzeugung, dass die vertretene Firma keine Akzeptanz für eine solche Währung zeigen wird. Sowohl I2 als auch I4 präferieren den Einsatz von Tokens auf der Blockchain gegenüber bekannten Kryptowährungen. Die befragten Personen sehen durch Tokens die Möglichkeit, im Vergleich zu Kryptowährungen ein wertstabiles Handeln vorzunehmen. I3 sieht die Notwendigkeit, mehrere Bezahlarten anzubieten, damit auch konservative Kooperationspartner durch, einen Smart Contract angestoßene, Banktransaktionen ebenso von Prozessautomatisierungen profitieren können.

Dimension Externe Parteien

Weitere externe Parteien kann keiner der vier befragten Anwender nennen. I1 nutzt bisher keinen Zertifizierungs-Provider in verschiedenen Wertschöpfungsnetzwerken. Vielmehr werden durch vertragliche Rahmenbedingungen Qualitätsanforderungen festgelegt, an die sich die Kooperationspartner halten. Wird durch das Unternehmen von I1 festgestellt, dass es zu Verstößen kommt, drohen Strafen für die entsprechenden Unternehmen. Im Hinblick auf neue Kooperationspartner sieht I1 jedoch die Notwendigkeit der Integration von Zertifizierungs-Providern. I2 bestätigt diesen Sachverhalt, erwähnt jedoch, dass der Einsatz solcher Provider für die geprüften Unternehmen nur notwendig ist, wenn für diese dadurch ein Mehrwert entsteht oder es für manche Unternehmen als Vorrausetzung zur Kooperation definiert ist. I3 nutzt keine dezidierten Zertifizierungs-Provider, da die Kunden selbst eine Prüfung der eingekauften Produkte bzw. Messanlagen vornehmen. I9 ergänzt die zusätzliche Notwendigkeit einer

externen Prüfstelle oder einen Zertifizierungs-Provider, welche Smart Contracts und Oracles auf Fehleranfälligkeit oder unautorisierte Anforderungen prüfen muss.

Dimension User-Interfaces

Gestaltungsrichtlinien. Mehrere befragte Personen (I1-I3) sehen es als notwendig an, auch über mobile Endgeräte auf diese Schnittstellen zugreifen zu können. Ein Ansatz für diese Personen stellt die Entwicklung von Web-Oberflächen z.B. durch eine HTML-Entwicklung dar. Ebenso müssen die Oberflächen zusätzliche Informationen und Felder enthalten, welche Nutzer zur Orientierung sowie als schrittweise Anleitung bei der Prozessabwicklung nutzen können. Diese Schnittstellen sollen nach I3 sowie I7 zu mindestens 95 bzw. 99 Prozent der Zeit verfügbar sein und angestoßene Abfragen bzw. Aktivitäten innerhalb von maximal 10 Sekunden bzw. zwei bis drei Minuten bei internationalen Zugriffen abarbeiten können. Der Anmeldeprozess auf dieser Plattform für den Zugriff auf die Schnittstellen soll nach I2 durch die unternehmens-internen Anmeldedaten erfolgen.

Validierung bei Falscheingaben. Mögliche Einsatzszenarien wie der von I2 und I3 genannte, zeigen die Anforderung, dass auch manuelle Eingaben in die Plattform möglich sein müssen. Sowohl I6 als auch I7 schlagen die Implementierung eines Vier-Augen-Prinzips für Bestellungen und Transaktionen mit höherem Ausmaß vor, bei dem z.B. ein Vorgesetzter einer Transaktion zuvor zustimmen muss. Eine quantitative Bemessung des höheren Ausmaßes findet nicht statt. Für kleinere Bestellungen soll nach I7 eine Eingabevalidierung anhand einer bestimmten Logik und Plausibilitätsprüfungen erfolgen. Dies kann nach I6 über maschinelle Lernverfahren erfolgen. I6 beschreibt diesen Einsatz, da das Vier-Augen-Prinzip die unmittelbare Speicherung auf der Blockchain verzögert, weshalb primär automatisierte Verfahren genutzt werden sollen. Nach I6 können ebenso verzögerte Eingaben auf die Blockchain gespeichert werden. Der Nutzer hat somit die Möglichkeit Transaktionen innerhalb eines bestimmten zeitlichen Intervalls korrigieren können, bevor diese Transaktionen auf der Plattform gespeichert werden.

Dimension Weitere Aspekte

Abschließend wurden die Personen befragt, welche sich in der Rolle des Dienstleistungs- sowie Plattform-Providers sehen, ob diese noch weitere notwendige Aspekte für die Kollaborationsplattform sehen. Hierbei können zwei Aspekte ausfindig gemacht werden. Zum einen Schulungen und zum anderen Nutzungskosten der Plattform.

Schulungen. I6 verdeutlicht die Aktualität der Blockchain-Thematik und der damit einhergehenden Notwendigkeit, Schulungen für Anwender der verschiedenen Kooperations-partner im Zuge einer Plattformrealisierung anzubieten. Ebenso müssen Rollen wie der Plattform- oder der Dienstleistungs-Provider Schulungen zu rechtlichen Aspekten innerhalb der Blockchain-Thematik belegen.

Kosten. Die Benutzung der Kollaborationsplattform, darf nach I6, keine wesentlichen höheren Kosten verursachen als bestehende Systeme in Wertschöpfungsnetzwerken.

4.2 Durchführung der Anforderungsanalyse

4.2.1 Darstellung des Fragebogens für die Validierung und Priorisierung

Das Ziel der Studie ist es, anhand eines multidimensionalen Tests mehrere verschiedene Kriterien zu erfassen und zu überprüfen (Moosbrugger und Kelava 2012, 34). Diese sind die Priorisierung und Validierung der definierten Anforderungen. Die Gestaltung des Fragebogens orientiert sich an Moosbrugger und Kelava (2012). Der Aufbau des Fragebogens unterteilt sich in zwei Bereiche. Im ersten Bereich werden Rahmeninformationen sowie die weitere Handhabung mit den erhobenen Daten der befragten Person zur Verfügung gestellt. Das Vorgehen erfolgt in Anlehnung an der durchgeführten semi-strukturierten Interviewstudie aus Kapitel 3.2.2. Zusätzlich werden in dem ersten Bereich Eckdaten zu der befragten Person erhoben. Diese sind neben dem Namen, die Selbsteinschätzung zu der Blockchain-Thematik sowie Wertschöpfungsnetzwerken. Diese Eckdaten sind auf Grund der zeitlichen Differenz zwischen der ersten Interviewstudie und der Durchführung des Fragebogens notwendig. Im zweiten Bereich erfolgt die Validierung sowie die Priorisierung der Anforderungen aus Kapitel 4.2.2. Hierfür wird pro erhobener Anforderung folgende Beispielstabelle integriert und durch diskret gestufte Ratingskalen dargestellt.

Tabelle 9: Musterbeispiel einer Anforderung für die Validierung und Priorisierung

Anforderung:	***Muss***	***Wunsch***	***Abgrenzung***	***Keine Einordnung***
REQX: Beschreibung der Anforderung				
Änderungsvorschlag:				

Die Teilnehmer haben vier Auswahlmöglichkeiten zur Einordnung.

1. ***Muss*** – Die Anforderung muss zwingend in die Kollaborationsplattform, für deren Betrieb oder Nutzung integriert werden.
2. ***Wunsch*** – Die Anforderung sollte in die Kollaborationsplattform integriert werden, um die Effektivität sowie Effizienz der Plattform zu steigen.
3. ***Abgrenzung*** – Die Anforderung ist für die Kollaborationsplattform nicht von Relevanz.
4. ***Keine Einordnung*** – Die Anforderung ist für die Kollaborationsplattform nicht von Relevanz.

Zum einen können die befragten Personen durch anklickbare Felder „Muss“ „Wunsch“, „Abgrenzung“ und „Keine Einordnung“ eine Einordnung zur Anforderung innerhalb der Spalte „Anforderung“ vornehmen. Das Vorgehen richtet sich nach einer diskret gestuften Ratingskala (Moosbrugger und Kelava 2012, 51). Das Ergebnis der Klassifizierung aller befragten Personen wird in Kapitel 4.2.3 präsentiert. Zum anderen können die befragten Personen durch die Spalte „Änderungsvorschlag“ Korrekturvorschläge für die jeweiligen Anforderungen durch ein Freitextfeld vornehmen. Der komplette Fragebogen wird in Anhang C dargestellt.

Die Umfrage wurde durch eine editierbare Datei im PDF-Format an Interview-partner aus der semi-strukturierten Interview-Studie sowie weiteren Mitarbeitern innerhalb der in Tabelle 10 dargestellten Unternehmen geschickt. Zusätzlich wurde die Studie, um die Betrachtung aus wissenschaftlicher Sicht zu ermöglichen, an wissenschaftliche Mitarbeiter des Lehrstuhls BWL und Wirtschaftsinformatik der Universität Würzburg ebenso Die Umfrage fand im Zeitraum zwischen August und September 2019 statt.

Insgesamt nahmen neun Personen an der Umfrage teil. Neben den befragten Interviewteilnehmern (Person A-G) aus der semi-strukturierten Interviewstudie beantworteten die folgenden zwei Personen die Fragebögen.

Tabelle 10: Zusätzlich befragte Personen durch den Fragebogen

Person	*Unternehmen*	*Berufsbezeichnung (englisch)*
Person H	Universität Würzburg	Research Assistant
Person I	Actiware GmbH	Chief Executive Officer

Die Ergebnisse der Selbsteinschätzung zu den Thematiken Blockchain sowie Wertschöpfungsnetzwerken werden durch die folgende Abbildung dargestellt. Sie verdeutlicht die thematische Weiterentwicklung der befragten Personen im Vergleich zu den erhobenen Daten der semi-strukturierten Interviewstudie und verdeutlicht somit die aktuellen Tendenzen der Thematik aus Abbildung 12.

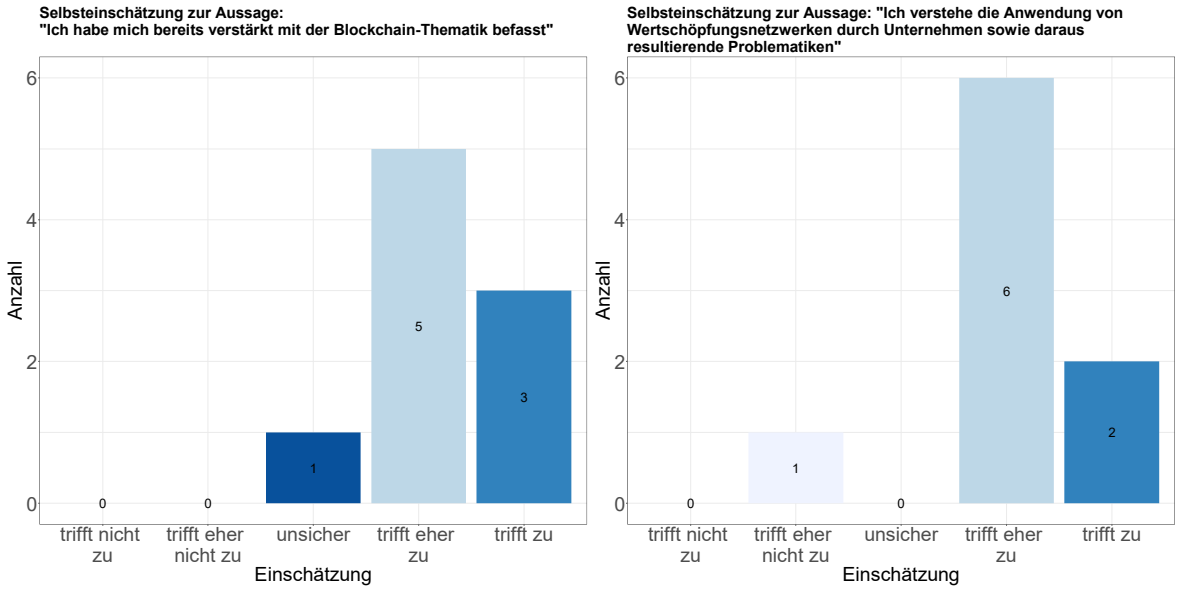


Abbildung 20: Verteilung der Selbsteinschätzungen innerhalb der befragten Personen bei der Anforderungs-Priorisierung und Validierung

Die Ergebnisse der Fragebögen werden in folgenden Kapiteln dargestellt. Um nach Pohl (2010, 300) die Transparenz bei der Erstellung von Anforderungen herzustellen, werden die Änderungsvorschläge der befragten Personen zusammen mit dem Ergebnis der Literaturanalyse sowie der semi-strukturierten Interviewstudie in Kapitel 4.2.2 dargestellt. Die Verteilung und Ergebnisse der Anforderungspriorisierung werden in Kapitel 4.2.3 dargestellt.

4.2.2 Ergebnis der Anforderungsdefinition

Dimension Plattformimplementierung

Blockchain-Typ. Bei der Literaturanalyse beschreiben mehrere Quellen den Einsatz einer Konsortiums-Blockchain auf Grund von gesetzlichen Bestimmungen sowie der höheren Verarbeitungsgeschwindigkeit im Vergleich zu öffentlichen Plattformen (siehe Albrecht et al. 2018, 3529; Chang et al. 2019, 2; Mandolla et al. 2019, 138). Die Interviewpartner in der Rolle der Plattform-Provider I5 bis I7 bestätigten diesen Sachverhalt.

> *REQ1: Für die Kollaborationsplattform muss eine Implementierung in Form einer Konsortial-Blockchain erfolgen.*

Blockchain-Implementierung. In der Literatur werden verschiedene Softwareplattformen für die Umsetzung einer Blockchain im SCM beschrieben. Die Hyperledger Fabric, welche bei der Literaturanalyse am häufigsten Erwähnung findet zeichnet sich nach Nasir et al. (2018, 5) sowie Kuhi et al. (2018, 259) besonders durch ihre geringe Latenz, Validierungszeit, sowie hohe Skalierbarkeit von Transaktionen in Wertschöpfungsnetzwerken aus. I7 sieht primär die Entwicklung durch bewährte Programmiersprachen als Grund für den Einsatz von Hyperledger

Fabric. I5 und I6 erwähnen das zusätzliche Vertrauen von Anwendern in das Unternehmen IBM, welche die Hyperledger Fabric mitentwickelt. Nach I5 und I7 kommt der Einsatz der Ethereum-Plattform auf Grund der Gas-Kosten bei Smart Contracts nicht in Frage.

> *REQ2: Die Softwareimplementierung der Blockchain muss anhand von Hyperledger Fabric erfolgen.*

Konsens-Algorithmus. Die Validierung der Blöcke kann durch verschiedene Konsens-Algorithmen erfolgen (Konsensbildung). Bei der Literaturanalyse können verschiedene Verfahren identifiziert werden. Nach Hulea et al. (2018, 5) ist es für den Einsatz einer Blockchain im SCM Bereich relevant einen leichtgewichtigen und trotzdem sicheren Konsens-Algorithmus einzusetzen. I5 und I7 bestätigen dies und sehen es als notwendig an, dass der gewählte Konsens-Algorithmus keinerlei monetäre Anreize für die Validierung von Blöcken bietet, sondern ein faires und gleichverteiltes Verfahren bietet. Alle Beteiligten sollen mit gleichem Anteil an diesem Prozess teilhaben. Person I und G zeigen innerhalb der Anforderungsvalidierung, dass in REQ4 die Anzahl der notwendigen Parteien für die Konsens-Bildung integriert werden muss, da sonst die Anforderung missverstanden werden kann.

> *REQ3: Bei der Wahl des Konsens-Algorithmus muss ein Verfahren gewählt werden, welches eine gleichmäßige Verteilung der Konsensbildung auf alle Anwender der Kollaborationsplattform ermöglicht.*

> *REQ4: Alle Anwender müssen, nach Bedarf des Konsens-Algorithmus, an dem Prozess der Blockvalidierung teilnehmen. Die Anzahl der notwendigen Parteien für die Konsens-Bildung wird durch den Konsens-Algorithmus bestimmt.*

Knotenstruktur. Die Validierung von Blöcken soll nach I5 und I6 durch die beteiligten Unternehmen in dem Wertschöpfungsnetzwerk durchgeführt werden. Ebenso muss es nach I6 möglich sein, dass Unternehmen diesen Prozess in Form einer Dienstleistung bei einem Dienstleistungs-Provider einkaufen können. Der Dienstleistungs-Provider nimmt stellvertretend die Generierung und Validierung für die Anwender der Plattform vor.

> *REQ5: Beteiligte Unternehmen in der Kollaborationsplattform müssen die Möglichkeit haben die Konsensbildung auf der Blockchain in Form einer kontinuierlichen Dienstleistung an Dienstleistungs-Provider auszulagern.*

Dimension Datenspeicherung

On- und Off-Chain. Sowohl in der Literatur durch Autoren wie Chang et al. (2019, 4) oder Mandolla et al. (2019, 139) also auch durch die befragten Personen wird erwähnt, dass nicht alle Daten auf Grund von Skalierbarkeit und der hohen Datenmenge auf der Blockchain gespeichert werden sollen. I5 beschreibt die Notwendigkeit, dass alle relevanten Informationen zur unmittelbaren Rückverfolgbarkeit auf der Blockchain gespeichert werden müssen. Die

Definition, welche Daten notwendig sind, muss nach Chang et al. (2019, 4) und Xu et al. (2019a, 403ff.) sowie I5 und I6 pro eingesetztem Anwendungsszenario mit den Anwendern auf der Kollaborationsplattform abgestimmt werden. Die restlichen Daten sollen außerhalb der Plattform gespeichert werden. Die Prüfsummen dieser Daten werden jedoch auf der Blockchain gespeichert und basieren auf kryptografischen Hash-Funktionen (Person H).

REQ6: Es dürfen nur Datensätze auf der Blockchain gespeichert werden, die für die unmittelbare Rückverfolgbarkeit von Ergebnissen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken notwendig sind. Die Definition der betroffenen Daten wird pro angewendetem Anwendungsszenario in Zusammenarbeit mit den zugehörigen Anwendern bestimmt.

REQ7: Daten, welche nicht auf der Blockchain gespeichert werden, sollen durch die Generierung von Prüfsummen auf Basis kryptografischer Hash-Funktionen auf ihre Unveränderlichkeit überprüft werden können. Die Speicherung der Prüfsumme erfolgt auf der Blockchain.

Cloud-Speicherung. Prozessdaten oder Transaktionen, welche für das Wertschöpfungsnetzwerk relevant sind aber nicht auf der Blockchain gespeichert werden sollen, müssen nach u.a. Lacity (2018, 221) oder Perboli et al. (2018, 62025) sowie I6 durch verschiedene Cloud-Lösungen permanent für alle Anwender verfügbar sein. I7 zeigt die Problematik, dass Cloud-Dienste wie Amazon Web Service nicht allen Ansprüchen z.B. in Punkten des Datenschutzes erfüllen können. Der Anwender I3 bestätigt diese Problematik. Daher muss für die Kollaborationsplattform eine Cloud-Lösung implementiert werden, welche allen Ansprüchen der Anwender entspricht. Person H ergänzt innerhalb der Validierung, dass diese Cloud-Lösungen ebenfalls dezentral sein müssen. Die Personen I und G definieren ebenso die Notwendigkeit von On-Premise-Lösungen für unternehmensinterne Daten, welche auf der Kollaborationsplattform aber nicht auf der Blockchain gespeichert werden sollen.

REQ8: Für die Speicherung von Daten außerhalb der Blockchain müssen dezentrale Cloud-Lösungen eingesetzt werden, welche eine permanente Verfügbarkeit der Daten für die Anwender ermöglichen. Für unternehmensinterne Daten können On-Premise-Lösungen genutzt werden.

REQ9: Für die Speicherung von Daten außerhalb der Blockchain müssen dezentrale Cloud-Lösungen eingesetzt werden, die den Datenschutzansprüchen der Anwender genügen. Die Ansprüche müssen individuell mit allen Anwendern abgeglichen werden.

Dimension Datenaustausch

ERP. Für den automatisierten Austausch von Transaktionen zwischen mehreren ERP-Systeme von verschiedenen Unternehmen muss ein eStandard geschaffen werden. Diese Notwendigkeit

wird in der Literatur durch u.a. Korpela et al. (2017, 4183) oder Westerkamp et al. (2018, 1) sowie durch die befragten Personen I5 und I7 beschrieben. Nur I7 spricht beispielhaft von dem Austausch von Metadaten mittels einem leichtgewichtigen Standard wie JSON oder XML. Bei der Befragung zeigt sich, dass alle Personen in der Rolle des Anwenders einen vorgeschlagenen Standard adaptieren würden. Diese Anwender nutzen zumeist ein eigen entwickeltes Dateiformat oder können darüber keine Aussage treffen. Daher ergibt sich folgende Anforderung:

> *REQ10: Für den Austausch von Transaktionsdaten zwischen verschiedenen ERP-Systemen sowie Unternehmen muss ein gemeinsames Daten Format festgelegt werden.*
>
> *REQ11: Eine Adaption des Daten-Formates muss durch die Anwender erfolgen, um Transaktionen mittels der Blockchain zwischen den verschiedenen ERP-Systemen austauschen zu können.*

Sensorik. Um eine standardisierte und automatisierte Auswertung von Sensordaten vornehmen zu können, muss für die eingesetzte Sensorik ebenfalls eine Dateistruktur festgelegt werden. Angrish et al. (2018, 1190f.), Hulea et al. (2018, 5) sowie Pustišek et al. (2019, 3) stellen das JSON- sowie das XML-Format vor. Diese Formate werden auch von den Personen I1 und I4 genannt. Die Person F schlägt zusätzlich die Betrachtung des IoT-Standards O-MI/O-DF vor.

> *REQ12: Für einen standardisierten und automatisierten Austausch von Daten muss die Plattform die Dateistruktur von JSON sowie XML unterstützen können.*

Als Standard für den Datenaustausch muss nach I5 sowie I6 eine automatisierte und standardisierte Abfrage von Produktionsanlagen erfolgen. I5 und I6 beschreiben, dass viele Unternehmen hierfür bisher eine OPC-UA-Schnittstelle für die Abfrage der installierten SPS nutzen.

> *REQ13: Für die standardisierte und automatisierte Speicherung von Produktionsdaten auf der Blockchain muss die Kollaborationsplattform eine Schnittstelle zur Verfügung stellen, die den Datenaustauschstandard OPC-UA unterstützt.*

Dimension Datenschutz

Rechtliche Handhabung. In einem Konsortium dürfen Anwender bzw. Unternehmen anonym auf der Blockchain interagieren (Moin et al. 2019, 333). Anhand dieser Schlüsselpaare sind Anwender oder die involvierten Unternehmen eindeutig identifizierbar (Leng et al. 2018, 643ff.). Jedoch dürfen keine personenbezogenen Daten in der Blockchain gespeichert werden, um die DSGVO nicht zu verletzen. Dies betrifft nicht nur Knoten, welche in Europa aktiv sind, sondern auch alle personenbezogenen Daten von EU Bürgern (Reyna et al. 2018, 174; George et al. 2019, 19). Dieser Sachverhalt wird ebenso von I1 und I4 bestätigt, welche zusätzlich die

Speicherung von Prüfsummen von personenbezogenen Daten, auf Grund von fehlenden Gesetzen, als rechtlich bedenklich einstufen.

> *REQ14: Es dürfen keine personenbezogenen Daten sowie die Prüfsummen von diesen personenbezogenen Daten auf der Blockchain gespeichert werden.*

Geheimhaltung von Daten. Bei der Geheimhaltung von Daten auf der Blockchain zeigen verschiedene Autoren wie Weber et al. (2019, 103) oder van Engelenburg et al. (2019, 606), dass es notwendig ist verschiedene Zugriffsrechte für definierte Datensätze auf der Blockchain einzurichten. Diesem Sachverhalt stimmen alle befragten Personen in der Rolle des Anwenders zu (I1-I4). I1 beschreibt zusätzlich, dass konkurrierende Unternehmen auf der Plattform keinerlei Transaktionsverlauf mit Kunden oder anderen Unternehmen sehen dürfen. Dieser Sachverhalt ähnelt der Channel-Funktion der Hyperledger Fabric.

> *REQ15: Auf der Plattform muss ein mehrstufiges Rechtesystem für die Blockchain implementiert werden. Anhand dieses Rechtesystems werden die Lese- und Schreib-Rechte verschiedener Anwender festgelegt. Die Anzahl der Stufen sowie deren Abgrenzung muss durch eine weitere Evaluierung, mit den Anwendern, vorgenommen werden.*

> *REQ16: Das implementierte Rechtesystem muss die Möglichkeit bieten, dass definierte Transaktionen sowie Daten nur für bestimmte Plattformteilnehmer sichtbar sind.*

Staatliche Organisationen. Nach Moin et al. (2019, 333), Albrecht et al. (2018, 3532), I5 und I7 dürfen auf Grund von notwendigen Überprüfungen keinerlei Transaktionen vor staatlichen Organisationen vorborgen werden. Dies ist notwendig, um Steuerbetrug oder manipulierte Kontoführungen durch den Abgleich mit durchgeführten Prozessen innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes ausfindig zu machen. Durch die Anforderungsvalidierung erhebt Person G und Person I, dass dies nur in Verdachtsfällen geschehen darf.

> *REQ17: Die Kollaborationsplattform muss staatlichen Organisationen, in Verdachtsfällen, zur Betrugsüberprüfung Lesezugriff auf alle in der Blockchain gespeicherten Daten bieten.*

Dimension Verwaltung

Integration von Anwendern auf die Kollaborationsplattform. In der Literatur wird durch verschiedene Autoren wie Glaser (2017, 1547) und Leng et al. (2018, 643) der Sachverhalt beschrieben, dass die Rechteverwaltung durch einen Super-Anwender geschehen soll, der dies anhand eines Benutzerverwaltungs-Services umsetzen kann. Dieser Sachverhalt wird durch die befragten Personen I5 und I7 ebenfalls bestätigt. Zusätzlich sieht I7 die Voraussetzung mehrere dieser Administratoren in die Plattform zu integrieren. Anhand eines Mehrheits-Votum wird

die Objektivität gesichert sowie ein single point of failure verhindert. Diese Administrationsrolle wird durch einen Dienstleistungs-Provider durchgeführt (I7).

REQ18: Die Zulassung sowie das Entfernen von Anwendern innerhalb der Kollaborationsplattform muss durch Administratoren durchgeführt werden. Diese Aufgabe wird durch Dienstleistungs-Provider wahrgenommen.

REQ19: Die Zulassung oder der Ausschluss darf nicht nur durch einen Administrator durchgeführt werden. Alle Administratoren auf der Plattform müssen durch ein Mehrheits-Votum dem Vorgang zustimmen.

Die Zulassung von Unternehmen auf der Kollaborationsplattform darf nicht uneingeschränkt erfolgen, sondern muss anhand verschiedener Kriterien wie z.B. die Geschäftslizenz oder die Liquidität bei Unternehmen geprüft werden (Hua et al. 2018, 25650f.; Mao et al. 2018, 5). I9 und I10 empfehlen die Adaption des „Know-Your-Customer"-Prinzip vor, welches anhand von verschiedenen Wirtschaftsauskünften erfolgen kann[4]. Ebenso beschreibt I8 und I10 die Überprüfung von technischen Anforderungen an das Unternehmen für die Betreibung eines Knoten.

REQ20: Vor der Zulassung eines Anwenders auf die Plattform muss eine Überprüfung erfolgen. Dies soll zum einen auf Basis von betriebswirtschaftlichen Faktoren nach dem „Know-Your-Customer"-Prinzip und zum anderen durch Überprüfungen auf Erfüllung von technischen Anforderungen für die Kollaborationsplattform erfolgen.

Verwaltung des Public/Private-Schlüsselpaares. Die Signierung und Validierung von Transaktionen sowie Smart Contracts erfolgt durch ein Public/Private-Schlüsselpaar, welches nach der Zulassung an den Anwender ausgehändigt wird. Verliert ein Anwender sein Schlüsselpaar bedeutet dies ein Selbstausschluss aus der Kollaborationsplattform. I5, I6 und I9 schlagen die Entwicklung von Handlungsrichtlinien für die Anwender vor, um dem Verlust von Schlüsselpaaren entgegen zu wirken. Die Speicherung der Schlüsselpaare durch Dienstleistungs-Providern stellt nach I8 auf Grund von Missbrauchspotentialen keine Lösung dar.

REQ21: Um den Verlust von Public/Private-Schlüsselpaaren durch Anwender zu entgegen zu wirken, ist es notwendig Handlungsempfehlungen für diese zu entwickeln.

[4] Das Know-Your-Customer-Prinzip beschreibt die Überprüfung von Neukunden anhand von Legitimationsprüfung im Finanzbereich (Byrne 2000, 347ff.).

Entwicklungsunterstützung bei Smart Contracts. Die Befragung von Anwender und Dienstleistungs-Provider zeigt, dass die Plattform die Möglichkeit bieten muss, Smart Contracts zum einen durch Anwender selbst entwickeln zu lassen (I1) aber auch die Entwicklung in Abstimmung mit einem Dienstleistungs-Provider vornehmen zu können (I2 und I4).

REQ22: Die Entwicklung von Smart Contracts muss sowohl durch die Anwender als auch durch Dienstleistungs-Provider möglich sein.

REQ23: Die Dienstleistungs-Provider können die Entwicklung von Smart Contracts für die Anwender als Dienstleistung anbieten.

Zur Unterstützung sollen branchenspezifische und konfigurierbare Vorlagen entwickelt werden. Diese Vorlagen sollen durch eine Web-Schnittstelle adressierbar sein und durch eine Anleitung den Entwickler führen (Obour Agyekum et al. 2018, 1321). Zusätzlich soll der geschriebene Programmcode auch für nicht technische Anwender lesbar sein. Dies kann durch Pseudocode ermöglicht werden (I5, I6, I9 und I10). Durch grafische Modellierungswerkzeugen wie BPMN sollen zusätzlich Smart Contracts modularisierbar sein (I7 und I9).

REQ24: Für die Entwicklung von Smart Contracts müssen konfigurierbare und branchenspezifische Vorlagen angeboten werden. Diese Vorlagen sollen den Entwickler durch Tipps und Anleitungen, interaktiv eingebettet in die Vorlage, unterstützen.

REQ25: Anhand von grafischen Modellierungswerkzeugen müssen Smart Contracts modular und sequentiell entwickelt werden können.

REQ26: Die Smart-Contracts-Vorlagen müssen regulatorische und branchen-spezifische Anforderungen erfüllen.

REQ27: Die Smart-Contracts-Vorlagen müssen durch Web-Schnittstellen auf der Plattform adressierbar sein.

REQ28: Jeder Smart Contract muss durch die Darstellung des Quellcodes sowie des zugehörigen Pseudocodes nachvollziehbar sein.

Auf Grund der autonomen Ausführung von Smart Contracts auf der Blockchain müssen durch die Angabe von Zeitstempeln Gültigkeitsbereiche definiert werden (Bartoletti und Pompianu 2017, 228).

REQ29: Für jeden Smart Contract müssen zeitliche Gültigkeitsbereiche für dessen Ausführung definiert werden.

Verwaltung von Smart Contracts sowie Oracles. Um eine Verwaltung sowie Übersicht über die Blockchain-Implementierung auf der Kollaborationsplattform zu haben, ist es erforderlich, dass

auf der Plattform eine nachvollziehbare und transparente Darstellung von aktiven Smart Contracts implementiert ist. Dies kann anhand einer Prozesskarte erfolgen (I5, I7 und I9) und soll eine Echtzeitüberwachung der Smart Contracts und deren Beziehungen ermöglichen (I9 und I10).

REQ30: Zur Anzeige von aktuell aktiven Smart Contracts muss eine Implementierung einer nachvollziehbaren und transparenten Darstellung erfolgen. Die Darstellung muss einen Überblick über unmittelbare Aktivitäten von Smart Contracts sowie deren Beziehungen zu weiteren Smart Contracts und Teilnehmern der Kollaborationsplattform bieten.

Sollten für die Ausführung von Smart Contracts Informationen, welche sich nicht auf der Plattform befinden, notwendig sein, muss der Einsatz von Oracles erfolgen (I6). Um die Integration von gefälschten oder manipulierten Informationen in die Plattform zu verhindern, sollen nach I7 nur zertifizierte Quellen in die Blockchain speichern dürfen. Person I und G ergänzen durch die Anforderungsvalidierung die Notwendigkeit, dass Oracles nur nach Bedarf innerhalb der eingesetzten Anwendungsszenarien implementiert werden sollen.

REQ31: Quellen, welche Informationen für Oracles auf der Kollaborationsplattform zur Verfügung stellen, müssen zertifiziert sein. Die Implementierung der Oracles erfolgt abhängig des eingesetzten Anwendungsszenarios.

Dimension Anwendungsmöglichkeiten. Die Kollaborationsplattform muss nach I9 und I10 zusätzlich eine Marktplatzkomponente enthalten, welche sich an bestehenden digitalen Handelsplattformen orientiert. Auf diesem Marktplatz sollen nach den beiden Interviewpartnern die Entwicklung von Smart Contracts oder Servicebündel z.B. durch weitere Analyseverfahren angeboten werden. Anhand von Suchfunktionen und Vorschlägen sollen Anwender gezielt nach Smart Contracts verschiedener Dienstleistungs-Provider suchen bzw. informiert werden. Gezielte Anpassungen sollen durch eine individuelle Absprache ermöglicht werden (I10).

REQ32: Die Kollaborationsplattform muss einen digitalen Marktplatz für Smart Contracts, Servicebündel oder weiteren Dienstleistungen für die Anwender zur Verfügung stellen. Die Entwicklung der Leistungen erfolgt durch die Dienstleistungs-Provider.

REQ33: Anhand von Suchfunktionen sollen Anwender nach Dienstleistungen und Anbieter auf dem digitalen Marktplatz gezielt suchen können.

REQ34: Die Anwender sollen branchenspezifische Dienstleistungen über den digitalen Marktplatz der Kollaborationsplattform vorgeschlagen bekommen.

REQ35: Mittels einer Kommunikationsschnittstelle sollen Anwender und Dienstleistungs-Provider eine individuelle Anpassung von bestehenden Dienstleistungen oder der Beauftragung von neuen Dienstleistungen vornehmen können.

Dimension Kryptowährung

Die Blockchain-Technologie ermöglicht den Einsatz von Kryptowährungen oder Tokens, um beispielsweise Güter automatisiert bezahlen zu können (Westerkamp et al. 2018, 7). Ebenso kann der Einsatz von Kryptowährung für die Realisierung von Marktplätzen genutzt werden (Yanovich et al. 2018, 3). Die Personen I und G definieren, in der Anforderungsvalidierung als mögliche Alternative die Integration einer Schnittstelle zu einem bestehenden Token-System. Nach Glaser (2017, 1545f.) muss eine preisstabile Kryptowährung gewählt werden. Ebenso muss bei dem Einsatz von Tokens die Möglichkeit gegeben sein, diese wieder in eine traditionelle Währung umwandeln zu können. Auf Grund der Preisstabilität von Tokens im Vergleich zu Kryptowährungen sehen I2 und I4 primär den Einsatz von Tokens auf der Kollaborationsplattform. Auf Grund der fehlenden Preisstabilität von Kryptowährung ist nach I1 die Akzeptanz zu gering. I3 stellt heraus, dass neben Tokens auch traditionelle Bezahlmethoden wie z.B. Banküberweisungen oder Schecks weiterhin eingesetzt werden müssen.

REQ36: Die Kollaborationsplattform muss eine Bezahlung von Dienstleistungen sowie zur Abwicklung von automatisierten Transaktionen durch ein integriertes Token-System oder einer Schnittstelle zu einem Token-System ermöglichen.

REQ37: Die Kollaborationsplattform muss, bei einem integrierten Token-System, die Möglichkeit bieten, Tokens wieder in traditionelle Währungen wie Euro und Dollar umzutauschen.

REQ38: Neben dem Einsatz von Tokens sollen auch traditionelle Bezahlmethoden wie Banküberweisung und Schecks zum Bezahlen auf der Kollaborationsplattform bestehen.

Dimension externe Parteien

In der Literatur wird der Einsatz von Zertifizierungsstellen genutzt, um eine Validierung von Produkten oder Produktchargen vorzunehmen. Prüfpunkte können neben der vertraglich vereinbarten Menge auch die Qualitätssicherung sein (Seebacher und Maleshkova 2018, 3494; Mandolla et al. 2019, 147). I1 und I2 bestätigten die Notwendigkeit des Einsatzes von Zertifizierungsstellen auf der Kollaborationsplattform. Die Autoren Moin et al. (2019, 334) ergänzen die zusätzliche Überprüfung von eingesetzter Sensorik in dem Wertschöpfungsnetzwerk.

REQ39: Auf der Kollaborationsplattform müssen Zertifizierungsstellen eingesetzt werden, welche die Überprüfung von Produkten, Produktchargen sowie eingesetzter Sensorik vornehmen.

Ebenso ist es nach George et al. (2019, 19) sowie I9 notwendig eine Überprüfung von Smart Contracts sowie eine regelmäßige Zertifizierung von Oracles vorzunehmen. Durch Zertifizierungsstellen sollen diese auf Fehleranfälligkeit geprüft werden.

REQ40: Zertifizierungsstellen können die Überprüfung von Smart Contracts und Oracles, auf Basis von Zertifikaten, durchführen.

Dimension User-Interfaces

Die Dimension User-Interfaces beschreibt Anforderungen an die Anwender-Schnittstellen zu der Kollaborationsplattform.

Gestaltungsrichtlinien. Die Implementierung von User-Interfaces sollen nach Kim und Laskowski (2018, 234) anhand von leichtgewichtigen Frameworks erfolgen und auf verschiedenen Anwendungsgeräten abrufbar sein. Nach I1 bis I3 sollen auch mobile Endgeräte eingesetzt werden können. Die befragten Personen erwähnen hierbei die Entwicklung mittels HTML.

REQ41: Die User-Interfaces sollen durch eine Web-basierten Beschreibungssprache entwickelt werden, um verschiedenen Anwendungsgeräten wie PC, Smartphone oder Tablet einen Zugriff zu ermöglichen.

Alle implementierten User-Interfaces sollen nach I3 sowie I7 mindestens 99 Prozent der Zeit Verfügbar sein. Ebenso darf eine Abfrage von Informationen nicht länger als 10 Sekunden dauern. Bei internationalen Abfragen maximal zwei Minuten. Die Person B ergänzt innerhalb der Validierung die Einschränkung nur für Abfragen von Datenmengen aus der Blockchain.

REQ42: Alle implementierten User-Interfaces sollen zu mindestens 99 Prozent der Zeit verfügbar sein.

REQ43: Eine Abfrage von Daten aus der Blockchain, über ein User-Interface, darf nicht länger als 10 Sekunden dauern. Bei internationalen Abfragen hingegen maximal 2 Minuten.

Handhabung von Falscheingaben. Autoren wie Zachariadis et al. (2019, 114) beschreiben die Problematik von manuellen Falscheingaben auf einer Blockchain-Plattform. Auf Grund der Datenstrukturen werden solche Daten unwiderruflich gespeichert, I6 und I7 bestätigen diese Problematik und stellen verschiedene Möglichkeiten vor. I7 stellt eine automatisierte Eingabevalidierung anhand von Plausibilitätsprüfungen dar. I6 sieht den Einsatz des 4-Augen-Prinzipes durch z.B. Vorgesetzte auf Grund der zeitlichen Verzögerung kritisch.

REQ44: Um manuelle Falscheingaben durch Anwender zu reduzieren müssen automatisierte Plausibilitätsprüfungen der Eingaben in den User-Interfaces erfolgen. Die Definition der Plausibilitätsprüfungen erfolgt in Zusammenarbeit mit den Anwendern der Kollaborationsplattform.

Dimension weitere Aspekte

Sowohl Tian (2017, 3) als auch I6 verdeutlichen den Sachverhalt, dass viele Anwender mit der Blockchain-Thematik noch nicht vertraut sind. Um die Akzeptanz sowie eine reibungslose Handhabung der Plattform zu ermöglichen, ist es notwendig für die verschiedenen Rollen der Kollaborationsplattform verschiedene Schulungen anzubieten. Person I und Person G ergänzen in der Validierungsphase zusätzlich die Notwendigkeit der Entwicklung von Schulungsvideos und Frequently Asked Questions (FAQ).

REQ45: Es müssen Schulungen, Schulungsvideos sowie FAQ zu der Blockchain-Thematik sowie der Benutzung der Kollaborationsplattform angeboten werden.

4.2.3 Ergebnis der Anforderungspriorisierung und -Klassifizierung

Die Studienteilnehmer werden, durch die Umfrage, gebeten die vorgestellten Anforderungen zusätzlich zu priorisieren. Die Teilnehmer sollen für jede Anforderung eine Einschätzung geben. Anhand der Einschätzungen der Befragten werden die Anforderungen klassifiziert. Sollte bei einer Anforderung bei mehreren Antwortmöglichkeiten dieselbe Anzahl vorkommen, kann keine Entscheidung zur Einordnung getroffen werden. Daher wird zur eindeutigen Bestimmung eine numerische Priorisierung nach Berander und Andrews (2005, 67f.) vorgenommen. Jeder Antwortmöglichkeit wird daher ein folgender numerischer Wert zugewiesen:

- Muss = 1,00
- Wunsch = 0,00
- Abgrenzung = -1,00

Für jede $Anforderung_i$ mit der Menge $i = \{1, .., I\}$ wird die Summe aller $Entscheidungen_{i,j}$ durch die befragten $Personen_j$ $j = \{1, .., J\}$ addiert und durch die Gesamtanzahl aller Einordnungen pro Anforderungen geteilt. Dies erfolgt anhand folgender Formel:

$$Ergebnis_i = \frac{\sum_{j=1}^{J=9} Muss_{i,j} + \sum_{j=1}^{J=9} Wunsch_{i,j} + \sum_{j=1}^{J=9} Abgrenzung_{i,j}}{\sum_{j=1}^{J=9} Entscheidung_{i,j}} \qquad \forall i$$

$$Entscheidung_{i,j} \neq Keine\ Einordnung \qquad \forall i, j$$

Anhand der dargestellten Formel ist ein Wertebereich zwischen 1,0 und -1,0 möglich, wobei die Zahl 1,0 dafürsteht, dass alle befragten der Anforderung die Priorisierung „Muss“ zugeordnet haben. Ist das Ergebnis -1,0 haben alle Befragten für die Anforderung die Priorisierung „Abgrenzung" gewählt. Ab dem Wert $Ergebnis_i \geq 0{,}34$ wird die Priorisierung „Muss“ ausgewählt. Sollte das $Ergebnis_i \leq -0{,}34$ dann wird die Priorisierung „Abgrenzung“ angenommen. Innerhalb dieses Zahlenbereiches wird die Priorisierung „Wunsch“ gewählt.

Dieses Vorgehen wird angewendet, um eine gleichmäßige Verteilung des Zahlenraumes -1 bis 1 für die drei Prioritäten zu ermöglichen. Um eine praktikable Anwendung zu ermöglichen, wird der Grenzwert von $\overline{0{,}3}$ bzw. $-\overline{0{,}3}$ auf 0,34 bzw. -0,34 gerundet. Der Sachverhalt wird durch folgende Abbildung verdeutlicht.

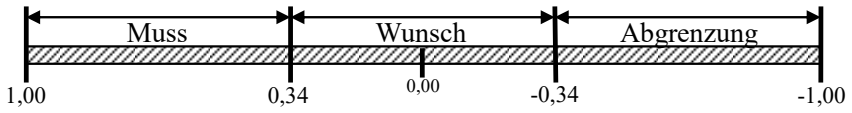


Abbildung 21: Skala für die Einordnung der Priorisierung

Die Einschätzung „keine Einordnung“ wird nicht betrachtet und fliest nicht in die Summe aller Entscheidungen mit ein. Sollte eine befragte Person pro Anforderung mehr als eine Priorisierung ausgewählt haben, werden die Entscheidungen der Person der jeweiligen Anforderungen nicht weiter betrachtet. Das errechnete Ergebnis wird später anhand des Skalenraumes aus Abbildung 21 wieder in die Klassifizierung „Muss“, „Wunsch“ und „Abgrenzung“ übertragen.

Im folgenden Kapitel wird durch eine tabellarische Darstellung die Anforderungsklassifikation dargestellt. Die Tabelle 11 stellt zum einen die Einordnung in funktionale bzw. nicht funktionale Anforderungen dar. Zum anderen werden die Anzahl der Einschätzungen zu jeder Priorisierung sowie Anforderung dargestellt. Abschließend wird das $Ergebnis_i$ der jeweiligen $Anforderung_i$ dargestellt.

Tabelle 11: Ergebnis und Verteilung der Anforderungspriorisierung

Dimension	Anforderung	Anzahl der Einordnungen für die Priorisierung				Ergebnis der Priorisierung
		Muss	Wunsch	Abgrenzung	Keine Einordnung	
Implementierung	REQ1	4	2	1	2	Muss
	REQ2	3	1	-	5	Muss
	REQ3	2	3	1	1	Wunsch
	REQ4	1	6	-	2	Wunsch
	REQ5	6	2	-	1	Muss
Daten-speicherung	REQ6	4	3	2	-	Wunsch
	REQ7	5	4	-	-	Muss
	REG8	1	6	1	1	Wunsch
	REQ9	6	2	-	0	Muss
Datenaustausch	REQ10	3	2	-	2	Muss
	REQ11	3	1	-	4	Muss
	REQ12	3	3	-	2	Muss
	REQ13	1	5	-	3	Wunsch
Datenschutz	REQ14	7	1	1	-	Muss
	REQ15	4	4	1	-	Wunsch
	REQ16	5	3	-	1	Muss
	REQ17	1	3	2	3	Wunsch
Verwaltung	REQ18	2	5	-	2	Wunsch
	REQ19	5	2	-	2	Muss
	REQ20	3	5	-	1	Muss
	REQ21	6	2	-	1	Muss
	REG22	4	3	1	-	Muss
	REQ23	4	3	-	2	Muss
	REQ24	1	7	-	1	Wunsch
	REQ25	1	8	-	-	Wunsch
	REQ26	5	3	1	-	Muss
	REQ27	2	3	1	2	Wunsch
	REQ28	5	3	-	1	Muss
	REQ29	2	3	1	3	Wunsch
	REQ30	5	3	-	1	Muss
	REQ31	3	3	-	3	Muss
Anwendungs-möglichkeiten	REQ32	1	7	-	1	Wunsch
	REQ33	4	4	-	1	Muss
	REQ34	2	4	1	1	Wunsch
	REQ35	2	6	-	1	Wunsch
Kryptowährung	REG36	2	3	2	2	Wunsch
	REQ37	3	2	2	2	Muss
	REQ38	4	3	1	1	Muss
Externe Parteien	REQ39	2	4	1	2	Wunsch
	REQ40	2	3	1	2	Wunsch
User-Interface	REQ41	4	3	-	1	Muss
	REQ42	5	2	1	1	Muss
	REQ43	4	3	-	1	Muss
	REQ44	2	6	-	1	Wunsch
Weitere Aspekte	REQ45	3	5	-	1	Muss

4.3 Ergebnis der Anforderungsanalyse

Folgende Tabellen stellen die Ergebnisse noch einmal kompakt zusammen.

Tabelle 12: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (1/5)

Nr.	Anforderungsbeschreibung	Priorität
	Plattformimplementierung	
	Blockchain-Typ	
REQ1	Für die Kollaborationsplattform muss eine Implementierung in Form einer Konsortial-Blockchain erfolgen.	Muss
	Blockchain-Implementierung	
REQ2	Die Softwareimplementierung der Blockchain muss anhand von Hyperledger Fabric erfolgen.	Muss
	Konsens-Algorithmus	
REQ3	Bei der Wahl des Konsens-Algorithmus muss ein Verfahren gewählt werden, welches eine gleichmäßige Verteilung der Konsensbildung auf alle Anwender der Kollaborationsplattform ermöglicht.	Wunsch
REQ4	Alle Anwender müssen, nach Bedarf des Konsens-Algorithmus, an dem Prozess der Blockvalidierung teilnehmen. Die Anzahl der notwendigen Parteien für die Konsens-Bildung wird durch den Konsens-Algorithmus bestimmt.	Wunsch
	Knotenstruktur	
REQ5	Beteiligte Unternehmen in der Kollaborationsplattform müssen die Möglichkeit haben die Konsensbildung auf der Blockchain in Form einer kontinuierlichen Dienstleistung an Dienstleistungs-Provider auszulagern.	Muss
	Datenspeicherung	
	On- und Off-Chain	
REQ6	Es dürfen nur Datensätze auf der Blockchain gespeichert werden, die für die unmittelbare Rückverfolgbarkeit von Ergebnissen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken notwendig sind. Die Definition der betroffenen Daten wird pro angewendetem Anwendungsszenario in Zusammenarbeit mit den zugehörigen Anwendern bestimmt	Wunsch
REQ7	Daten, welche nicht auf der Blockchain gespeichert werden, sollen durch die Generierung von Prüfsummen auf Basis kryptografischer Hash-Funktionen auf ihre Unveränderlichkeit überprüft werden können. Die Speicherung der Prüfsumme erfolgt auf der Blockchain	Muss
	Cloud-Speicherung	
REQ8	Für die Speicherung von Daten außerhalb der Blockchain müssen dezentrale Cloud-Lösungen eingesetzt werden, welche eine permanente Verfügbarkeit der Daten für die Anwender ermöglichen. Für unternehmensinterne Daten können On-Premise-Lösungen genutzt werden.	Wunsch
REQ9	Für die Speicherung von Daten außerhalb der Blockchain müssen dezentrale Cloud-Lösungen eingesetzt werden, die den Datenschutz-ansprüchen der Anwender genügen. Die Ansprüche müssen individuell mit allen Anwendern abgeglichen werden.	Muss

Tabelle 13: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (2/5)

Nr.	Anforderungsbeschreibung	Priorität
	Datenaustausch	
	ERP	
REQ10	Für den Austausch von Transaktionsdaten zwischen verschiedenen ERP-Systemen sowie Unternehmen muss ein gemeinsames Daten Format festgelegt werden	Muss
REQ11	Eine Adaption des Daten-Formates muss durch die Anwender erfolgen, um Transaktionen mittels der Blockchain zwischen den verschiedenen ERP-Systemen austauschen zu können.	Muss
	Sensorik	
REQ12	Für einen standardisierten und automatisierten Austausch von Daten muss die Plattform die Dateistruktur von JSON sowie XML unterstützen können.	Muss
REQ13	Für die standardisierte und automatisierte Speicherung von Produktionsdaten auf der Blockchain muss die Kollaborationsplattform eine Schnittstelle zur Verfügung stellen, die den Datenaustauschstandard OPC-UA unterstützt.	Wunsch
	Datenschutz	
	Rechtliche Handhabung	
REQ14	Es dürfen keine personenbezogenen Daten sowie die Prüfsummen von diesen personenbezogenen Daten auf der Blockchain gespeichert werden.	Muss
	Geheimhaltung von Daten	
REQ15	Auf der Plattform muss ein mehrstufiges Rechtesystem für die Blockchain implementiert werden. Anhand dieses Rechtesystems werden die Lese- und Schreib-Rechte verschiedener Anwender festgelegt. Die Anzahl der Stufen sowie deren Abgrenzung muss durch eine weitere Evaluierung, mit den Anwendern, vorgenommen werden.	Wunsch
REQ16	Das implementierte Rechtesystem muss die Möglichkeit bieten, dass definierte Transaktionen sowie Daten nur für bestimmte Plattform-teilnehmer sichtbar sind.	Muss
	Staatliche Organisationen	
REQ17	Die Kollaborationsplattform muss staatlichen Organisationen, in Verdachtsfällen, zur Betrugsüberprüfung Lesezugriff auf alle in der Blockchain gespeicherten Daten bieten.	Wunsch

Tabelle 14: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (3/5)

Nr.	Anforderungsbeschreibung	Priorität
	Verwaltung (1/2)	
	Integration von Anwendern auf die Kollaborationsplattform	
REQ18	Die Zulassung sowie das Entfernen von Anwendern innerhalb der Kollaborationsplattform muss durch Administratoren durchgeführt werden. Diese Aufgabe wird durch Dienstleistungs-Provider wahrgenommen.	Wunsch
REQ19	Die Zulassung oder der Ausschluss darf nicht nur durch einen Administrator durchgeführt werden. Alle Administratoren auf der Plattform müssen durch ein Mehrheits-Votum dem Vorgang zustimmen.	Muss
REQ20	Vor der Zulassung eines Anwenders auf die Plattform muss eine Überprüfung erfolgen. Dies soll zum einen auf Basis von betriebswirtschaftlichen Faktoren nach dem „Know-Your-Customer"-Prinzip und zum anderen durch Überprüfungen auf Erfüllung von technischen Anforderungen für die Kollaborationsplattform erfolgen.	Muss
	Verwaltung des Public/Private-Schlüsselpaares	
REQ21	Um den Verlust von Public/Private-Schlüsselpaaren durch Anwender zu entgegen zu wirken, ist es notwendig Handlungsempfehlungen für diese zu entwickeln.	Muss
	Entwicklungsunterstützung bei Smart Contracts	
REQ22	Die Entwicklung von Smart Contracts muss sowohl durch die Anwender als auch durch Dienstleistungs-Provider möglich sein.	Muss
REQ23	Die Dienstleistungs-Provider können die Entwicklung von Smart Contracts für die Anwender als Dienstleistung anbieten.	Muss
REQ24	Für die Entwicklung von Smart Contracts müssen konfigurierbare und branchenspezifische Vorlagen angeboten werden. Diese Vorlagen sollen den Entwickler durch Tipps und Anleitungen, interaktiv eingebettet in die Vorlage, unterstützen.	Wunsch
REQ25	Anhand von grafischen Modellierungswerkzeugen müssen Smart Contracts modular und sequentiell entwickelt werden können.	Wunsch
REQ26	Die Smart-Contracts-Vorlagen müssen regulatorische und branchenspezifische Anforderungen erfüllen.	Muss
REQ27	Die Smart-Contracts-Vorlagen müssen durch Web-Schnittstellen auf der Plattform adressierbar sein.	Wunsch
REQ28	Jeder Smart Contract muss durch die Darstellung des Quellcodes sowie des zugehörigen Pseudocodes nachvollziehbar sein.	Muss
REQ29	Für jeden Smart Contract müssen zeitliche Gültigkeitsbereiche für dessen Ausführung definiert werden.	Wunsch

Tabelle 15: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (4/5)

Nr.	Anforderungsbeschreibung	Priorität
	Verwaltung (2/2)	
	Verwaltung von Smart Contracts sowie Oracles	
REQ30	Zur Anzeige von aktuell aktiven Smart Contracts muss eine Implementierung einer nachvollziehbaren und transparenten Darstellung erfolgen. Die Darstellung muss einen Überblick über unmittelbare Aktivitäten von Smart Contracts sowie deren Beziehungen zu weiteren Smart Contracts und Teilnehmern der Kollaborationsplattform bieten.	Muss
REQ31	Quellen, welche Informationen für Oracles auf der Kollaborationsplattform zur Verfügung stellen, müssen zertifiziert sein. Die Implementierung der Oracles erfolgt abhängig des eingesetzten Anwendungsszenarios.	Muss
	Anwendungsmöglichkeiten	
REQ32	Die Kollaborationsplattform muss einen digitalen Marktplatz für Smart Contracts, Servicebündel oder weiteren Dienstleistungen für die Anwender zur Verfügung stellen. Die Entwicklung der Leistungen erfolgt durch die Dienstleistungs-Provider.	Wunsch
REQ33	Anhand von Suchfunktionen sollen Anwender nach Dienstleistungen und Anbieter auf dem digitalen Marktplatz gezielt suchen können.	Muss
REQ34	Die Anwender sollen branchenspezifische Dienstleistungen über den digitalen Marktplatz der Kollaborationsplattform vorgeschlagen bekommen.	Wunsch
REQ35	Mittels einer Kommunikationsschnittstelle sollen Anwender und Dienstleistungs-Provider eine individuelle Anpassung von bestehenden Dienstleistungen oder der Beauftragung von neuen Dienstleistungen vornehmen können.	Wunsch
	Kryptowährung	
REQ36	Die Kollaborationsplattform muss eine Bezahlung von Dienstleistungen sowie zur Abwicklung von automatisierten Transaktionen durch ein integriertes Token-System oder einer Schnittstelle zu einem Token-System ermöglichen.	Wunsch
REQ37	Die Kollaborationsplattform muss, bei einem integrierten Token-System, die Möglichkeit bieten, Tokens wieder in traditionelle Währungen wie Euro und Dollar umzutauschen.	Muss
REQ38	Neben dem Einsatz von Tokens sollen auch traditionelle Bezahlmethoden wie Banküberweisung und Schecks zum Bezahlen auf der Kollaborationsplattform bestehen.	Muss
	Externe Parteien	
REQ39	Auf der Kollaborationsplattform müssen Zertifizierungsstellen eingesetzt werden, welche die Überprüfung von Produkten, Produktchargen sowie eingesetzter Sensorik vornehmen.	Wunsch
REQ40	Zertifizierungsstellen können die Überprüfung von Smart Contracts und Oracles, auf Basis von Zertifikaten, durchführen	Wunsch

Tabelle 16: Ergebnis der Anforderungsanalyse Teil (5/5)

Nr.	Anforderungsbeschreibung	Priorität
	User-Interfaces	
	Gestaltungsrichtlinien	
REQ41	Die entwickelten User-Interfaces sollen auf der Beschreibungssprache HTML basieren, um verschiedenen Anwendungsgeräten wie PC, Smartphone oder Tablet einen Zugriff zu ermöglichen.	Muss
REQ42	Alle implementierten User-Interfaces sollen zu mindestens 99 Prozent der Zeit verfügbar sein.	Muss
REQ43	Eine Abfrage von Daten aus der Blockchain, über ein User-Interface, darf nicht länger als 10 Sekunden dauern. Bei internationalen Abfragen hingegen maximal 2 Minuten.	Muss
	Handhabung von Falscheingaben	
REQ44	Um manuelle Falscheingaben durch Anwender zu reduzieren müssen automatisierte Plausibilitätsprüfungen der Eingaben in den User-Interfaces erfolgen. Die Definition der Plausibilitätsprüfungen erfolgt in Zusammenarbeit mit den Anwendern der Kollaborationsplattform.	Wunsch
	Weitere Aspekte	
REQ45	Es müssen Schulungen, Schulungsvideos sowie FAQ zu der Blockchain-Thematik sowie der Benutzung der Kollaborationsplattform angeboten werden.	Muss

5 Konzeption Kollaborationsplattform und Anwendungsszenario

5.1 Aufbau der Kollaborationsplattform

Die folgende Abbildung zeigt den generalisierten Aufbau einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform, welche von zwei verschiedenen Wertschöpfungsnetzwerken genutzt wird. Die Plattform ist angelehnt an die von Xu et al. (2019b, 283) beschriebene Plattform und wurde an die Anforderungen aus Kapitel 0 angepasst.

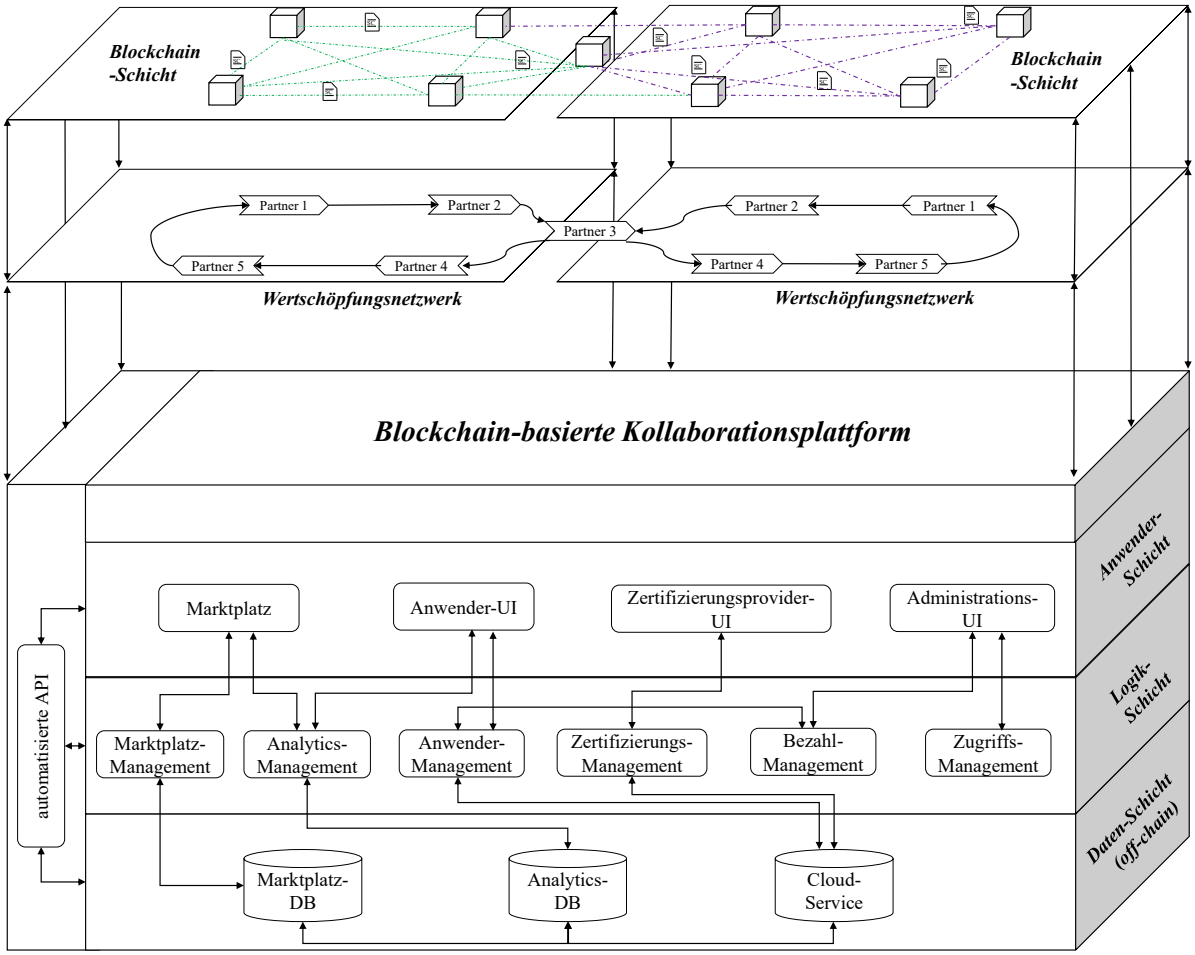


Abbildung 22: Darstellung der konzeptionierten Kollaborationsplattform

Die in Abbildung 22 dargestellte Kollaborationsplattform besteht aus drei verschieden Schichten (Anwender-, Logik-, und Daten-Schicht). Die Anwendung der Plattform auf ein Wertschöpfungsnetzwerk wird in der Abbildung 22 durch die zweite Schicht von oben beginnend sowie die zugehörige Darstellung der Knoten der Unternehmen in der ersten Schicht dargestellt. Die genannten Schichten werden im Folgenden kurz beschrieben und durch eine Implementierung von Hyperledger Fabric vorgenommen (REQ2).

Wertschöpfungsnetzwerk-Schicht. Die Wertschöpfungsnetzwerk-Schicht repräsentiert die Wertschöpfungsnetzwerke, welche die Kollaborationsplattform nutzen. Die Prozesse sowie dadurch anfallenden Daten werden je nach Definition des Speicherungsortes entweder auf der Blockchain-Schicht oder anhand von manueller Eingabe durch die Anwenderschicht sowie durch eine automatisierte Eingabe auf der Kollaborationsplattform gespeichert.

Blockchain-Schicht. Jedes Wertschöpfungsnetzwerk, das die Kollaborationsplattform nutzt besitzt neben der Wertschöpfungsnetzwerk-Schicht eine Blockchain-Schicht. In der Blockchain-Schicht wird ein Unternehmen durch einen Knoten dargestellt. Diese Blockchain-Schicht wird mittels einer Konsortial-Blockchain umgesetzt (REQ1). Die Blockchain-Schicht enthält ein mehrstufiges Rechtesystem, welches die Lese- und Schreibe-Rechte der Anwender einschränkt (REQ15). Wie in Abbildung 22 zu sehen, sind definierte Transaktionen (grün und lila dargestellt) nur für bestimmte Anwender sichtbar (REQ16). Zusätzlich dürfen keine personenbezogenen Daten oder deren Prüfsummen auf der Blockchain-Schicht gespeichert werden (REQ14). Staatliche Organisationen erhalten durch die Dienstleistungs-Provider ebenfalls Lesezugriff auf die dort gespeicherten Daten zur Überprüfung von z.B. betrügerischen Handlungen (REQ17). Die Umsetzung erfolgt ebenfalls durch eine separate Anwender-Schnittstelle.

Automatisierte API. Diese Schnittstelle dient zum automatisierten Datenaustausch zwischen den Unternehmen im Wertschöpfungsnetzwerk und der Blockchain-Schicht sowie für den automatisierten Datenaustausch zwischen Daten, welche auf der Kollaborationsplattform aber nicht auf der Blockchain-Schicht gespeichert werden sollen. Die Speicherung & Verteilung der Anwender-Daten auf die Blockchain erfolgt über die Kollaborationsplattform hinweg. Der Datenaustausch zwischen ERP-Systemen verschiedener Unternehmen über die Blockchain erfolgt anhand eines gemeinsam festgelegten Daten-Formats (REQ10). Dieses Datenformat wird von allen Anwendern adaptiert und implementiert (REQ11). Für den Datenaustausch zwischen Produktionsanlagen und der Blockchain-Schicht unterstützt die Plattform den OPC-UA-Standard (REQ13). Als Dateiformate müssen Sensordaten im JSON oder XML-Format in die Blockchain eingelesen werden (REQ12).

Anwender-Schicht. Die Anwender-Schicht dient als Schnittstelle dazu die erhobenen Rollen in die Plattform einbinden zu können. Die Abbildung zeigt eine generalisierte Darstellung der verschiedenen Schnittstellen. Zum einen besitzt jede Rolle durch eine Schnittstelle die Möglichkeit auf die Plattform zugreifen zu können, zum anderen wird ein Marktplatzmodul der Plattform zur Verfügung gestellt, welche einen Einkauf von Leistungen durch die Anwender ermöglicht (REQ32). Diese Schnittstelle sowie die weiter beschriebenen Schnittstellen werden durch die Beschreibungssprache HTML umgesetzt, um verschiedene Anwendungsgeräte wie PC, Smartphone oder Tablet ein Zugriff zu ermöglichen (REQ41), sind zu mindestens 99 Prozent verfügbar (REQ42) und haben ebenso eine maximale Abfragedauer von zehn Sekunden

bzw. internationalen Abfragen von zwei Minuten (REQ43). Die verschiedenen Schnittstellen beinhalten Handlungsempfehlen für verschiedene Rollen wie für die Verwaltung von ausgehändigten Public/Private-Schlüsselpaare für die Anwender (REQ21) sowie interaktive Schulungen für die verschiedenen Rollen zu der Blockchain-Thematik (REQ45).

Logik-Schicht. Die Logik-Schicht bildet alle notwendigen Logiken für die Verwaltung der Plattform ab. Das Marktplatz-Management verwaltet alle notwendigen Komponenten für das Marktplatz-Modul auf das die Anwender sowie Dienstleistungs-Provider zugreifen können. Das Modul Analytics-Management beinhaltet die Verwaltung von Applikationen, welche auf Grund von erhöhtem Rechenaufwand nicht auf der Blockchain-Schicht durch Smart Contracts umgesetzt, sondern in Verbindung mit der Daten-Schicht (off-chain) durch Dienstleistungs-Provider auf der Plattform verschiedenen Anwendern zur Verfügung gestellt werden. Das Anwender-Management dient der Verwaltung von Anwenderdaten sowie Verarbeitung. Das Zertifizierungsmanagement verwaltet die durch die Zertifizierungs-Provider generierten Zertifikate für die Wertschöpfungsprozesse. Das Bezahl-Management wird genutzt, um zum einen automatischen monetären Austausch durch Smart Contracts und zum anderen die Bezahlung von Dienstleistungen auf innerhalb des Marktplatz-Moduls zu ermöglichen. Das Zugriffs-Management wird von den Dienstleistungs-Providern genutzt, um neue oder bestehende Anwender auf der Plattform zu verwalten.

Daten-Schicht (off-chain). Außerhalb der Blockchain werden Daten in drei verschieden Datenbanken auf der Kollaborationsplattform gespeichert. Die Erste stellt die Marktplatz-Datenbank dar. Auf dieser werden alle notwendigen Informationen und Daten für den Betrieb des Marktplatzes gespeichert. Die zweite Datenbank ist die Analytics-Datenbank. Diese Datenbank beinhaltet große Datenmengen, welche z.B. zum Trainieren von verschiedenen maschinellen Lernverfahren notwendig sind. Die Cloud-Datenbank dient zum einen zum Speichern von Daten, welche nicht für die unmittelbare Rückverfolgbarkeit von Ergebnissen innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke relevant sind (REQ6). Zum anderen können auf dieser Datenbank Zertifikate zu Produktchargen, Produktionsprozessen oder Sensoren durch die Zertifizierungs-Provider gespeichert werden (REQ39). Die Kollaborationsplattform muss permanent verfügbar sein (REQ8) und allen Datenschutzansprüchen der Anwender genügen (REQ9). Zudem werden die Prüfsummen der auf der Cloud-Datenbank gespeicherten Daten auf der Blockchain zur Absicherung abgelegt (REQ7).

5.2 Prozessdarstellung innerhalb der Kollaborationsplattform

Die Zulassung eines neuen Anwenders auf der Plattform wird in dem folgenden BPMN-Schaubild dargestellt[5]. Zur besseren Darstellung wird das Vorgehen mit zwei angemeldeten Dienstleistungs-Providern für die Zulassungsverwaltung dargestellt.

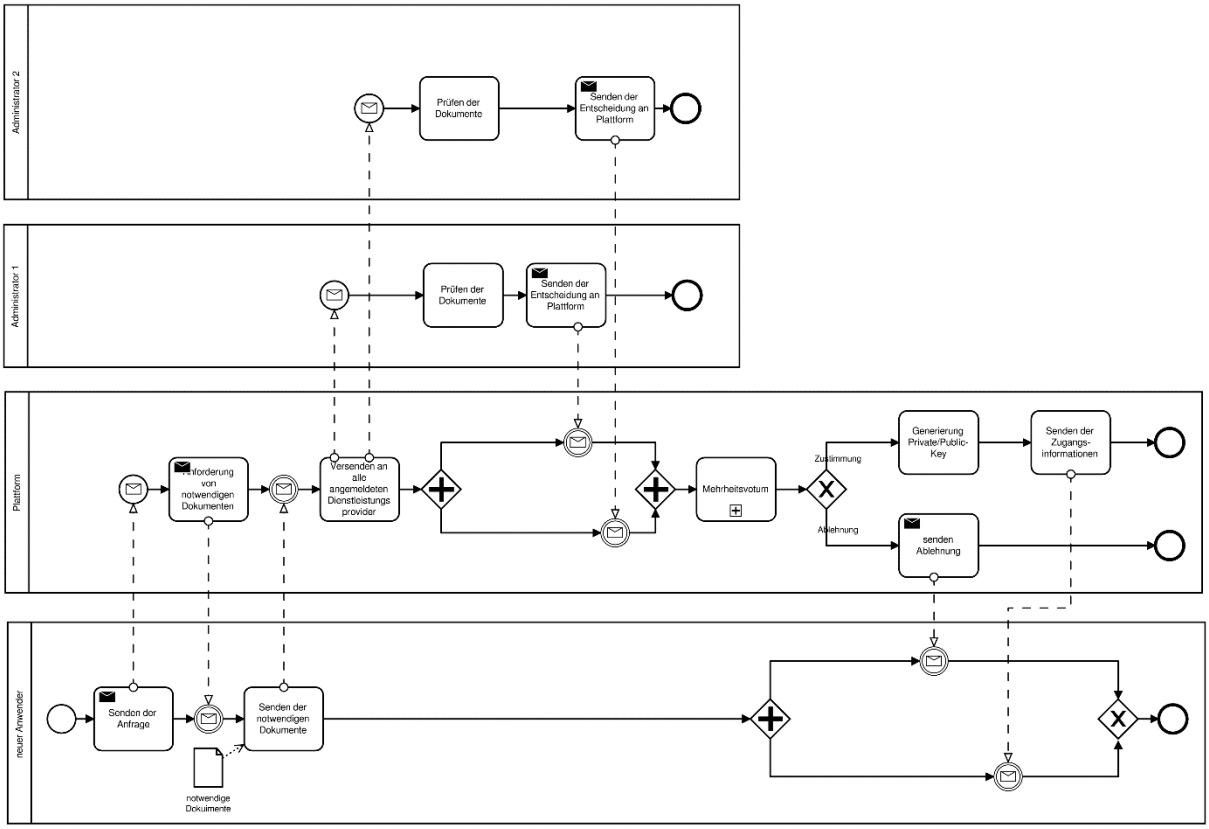


Abbildung 23: Prozessdarstellung der Zulassung auf der Kollaborationsplattform anhand BPMN 2.0.2

Wenn ein neuer Anwender Teil der Kollaborationsplattform werden will, muss er dies über die Administration der Plattform beantragen. Diese Administration wird von allen Dienstleistungs-Providern vorgenommen, welche für die Zugriffsrechte verantwortlich sind (REQ18). Die Plattform übernimmt die Anforderung aller relevanten Dokumente, damit alle Dienstleistungs-Provider den neuen Anwender nach dem „Know-Your-Customer"-Prinzip sowie nach Erfüllung von technische Anforderungen für die Plattform überprüfen können (REQ20). Anhand eines Mehrheits-Votum, welches durch das Zulassungsmanagement verwaltet wird, wird über die Zulassung des Anwenders entschieden und der Anwender informiert (REQ19).

[5] Das BPMN-Schaubild richtet sich nach der Syntax des BPMN-2.0.2-Standards. Die Spezifikation des Standards ist unter folgendem Link zu finden: www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/PDF (Stand: 24.08.2019).

Erhält der Anwender die Zulassung wird zusätzlich durch das Modul ein Private/Public-Schlüsselpaar für diesen generiert. Eine Speicherung des Schlüsselpaares durch den Dienstleistungs-Provider darf nicht erfolgen. Staatliche Organisationen hingegen erhalten durch Dienstleistungs-Provider Lesezugriff auf die Plattform und können durch die bereitgestellte Schnittstelle alle gespeicherten Daten auf der Plattform lesen (REQ17). Die Umsetzung erfolgt durch eine separate Anwender-Schnittstelle.

Der Ausschluss aus der Plattform erfolgt ebenfalls nach einem Mehrheitsprinzip. Sollte ein Anwender einen weiteren Anwender auf Grund von Fehlverhalten melden, müssen die Dienstleistungs-Provider diesen Sachverhalt prüfen und ähnlich wie bei der Zulassung durch ein Mehrheits-Votum dem Vorgang zustimmen oder ablehnen. Sollte die Entscheidung fallen, dass ein Anwender ausgeschlossen wird, muss sein Schlüsselpaar ungültig gemacht werden sowie die Zugangsrechte zu der übrigen Infrastruktur der Plattform verwehrt werden.

Der Vorgang der Block-Generierung sowie -Validierung erfolgt anhand eines festgelegten Konsens-Algorithmus. An diesem Prozess müssen sich alle Anwender der Kollaborationsplattform beteiligen (REQ3). Forschungsbeiträge sowie die durchgeführte Interviewstudie zeigen verschiedene mögliche Konsens-Algorithmen. Für diese Kollaborationsplattform wird ein Konsens-Algorithmus gewählt, der eine gleichmäßige Verteilung der Generierung und Validierung von Blöcken ermöglicht. Je nach eingesetztem Verfahren können auch weitere Knoten in diesen Prozess involviert sein, um den validierten Block zu bestätigen. Ebenso erfolgt die Bestätigung der Validierung anhand eines gleichverteilten Verfahrens. Die Reihenfolge, wann welcher Knoten eine Generierung sowie Validierung vornimmt wird durch die Blockchain-Schicht der Plattform verwaltet. Dieser Ansatz wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

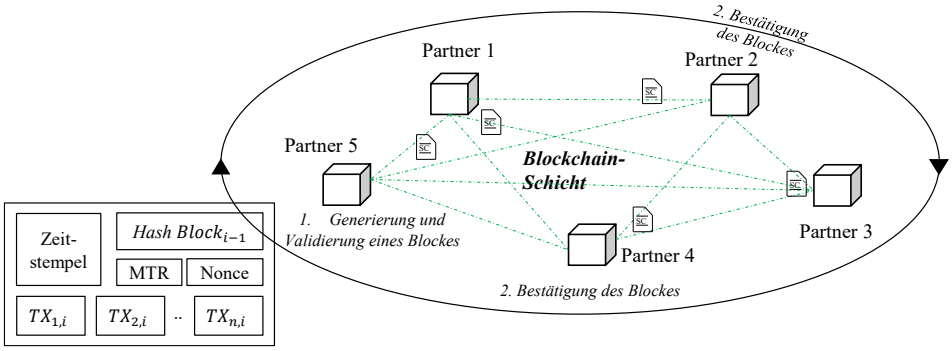


Abbildung 24: Vorgehen bei der Block -Generierung und –Validierung auf der Kollaborationsplattform

Im ersten Schritt fasst ein Knoten eines Unternehmens alle entstandenen Transkationen, welche noch nicht einem zuvor generierten Block zugeordnet wurden, zusammen und generiert auf deren Basis einen neuen Block. Alle Inhalte sowie der Block werden validiert. Anschließend wird der Block an weitere Knoten zur Bestätigung weitergeleitet. Die Anzahl der notwendigen

zu bestätigenden Blöcke sowie zusätzliche Rahmenbedingungen werden durch die Wahl des Konsens-Algorithmus festgelegt. In Anlehnung an Kapitel 2.3 sowie der interviewten Person G kann der pBFT genutzt werden, welcher eine Zweidrittel-Mehrheit bei der Anzahl aller Bestätigungen (B) aller Knoten (n) vorrausetzt ($B \geq \frac{2n}{3}$).

Die Eingabe auf der Plattform erfolgt anhand verschiedener Schnittstellen, welche im vorherigen Kapitel beschrieben sind. Diese manuellen Eingaben werden getätigt um Informationen, welche nicht durch die automatisierte API der Plattform in die Blockchain geschrieben werden können zu speichern. Diese sind Eingabe von externen Parteien wie Zertifizierungsstellen, welche Produkte, Produktchargen, eingesetzte Sensorik, Smart Contracts, Oracles sowie deren Quellen überprüfen und auf Basis der Überprüfung Zertifikate für die geprüften Objekte ausstellen (REQ31, REQ39 und REQ40). Diese Zertifikate werden durch manuelle Eingaben der Plattform hinzugefügt. Ähnlich erfolgt dies für die Zertifizierung von Smart Contracts oder Oracles (REQ40). Ebenso können Anwender, abhängig von dem eingesetzten Anwendungsszenario, manuelle Eingaben machen. Falscheingaben durch solche Rollen können durch die unwiderrufliche Speicherung der Blockchain nicht rückgängig gemacht werden. Daher werden alle manuellen Eingaben durch eine automatische Plausibilitätsprüfung validiert (REQ44).

Anhand einer Suchfunktion sollen die Anwender nach Leistungen innerhalb des Marktplatz-Moduls gezielt suchen können (REQ33). Als Leistung können dies branchenspezifische Smart Contracts (REQ34), Analyseverfahren oder die Übernahme von Verpflichtungen wie die Validierung der Blöcke innerhalb der Blockchain-Schicht in Form einer Dienstleistung an die Dienstleistungs-Provider (REQ5) sein. Dieser Marktplatz bietet somit einen digitalen und automatisierten Einkauf und Verwaltung von Dienstleistungen an. Sollten weitere individuelle Abstimmungen zwischen den Anwendern und den Dienstleistungs-Providern notwendig sein, kann dies über eine Kommunikationsschnittstelle zwischen den betroffenen Parteien innerhalb des Marktplatz-Moduls erfolgen (REQ35).

Das Bezahl-Management wird zum einen durch Administratoren verwaltet, welche einen Austausch von Währungen wie Euro und Dollar in eine Blockchain-basierte Token-Währung umwandeln. Anhand dieser Tokens können die verschiedenen Anwendern auf der Kollaborationsplattform die automatische Bezahlung durch Smart Contracts oder die Bezahlung der Dienstleistungs-Provider für Dienstleistungen vornehmen (REQ36). Umgewandelte Tokens können zu jedem Zeitpunkt wieder in die Währung Euro oder Dollar zurück umgewandelt werden (REQ37). Anhand diesem Umtausch können Anwender und Dienstleister ihre monetären Werte außerhalb der Kollaborationsplattform nutzen. Das Bezahl-Management sowie die Administrations- sowie Anwender-Schnittstelle bieten entsprechende Eingabemasken an, um diesen Umtausch in Tokens und umgekehrt zu ermöglichen. Ebenso akzeptiert diese Logik die Verarbeitung von Banküberweisungen sowie Schecks zur Bezahlung

auf dem Marktplatz-Modul (REQ38). Auch können Smart Contracts über das Bezahl-Management eine Anstoßung von Banküberweisungen erzeugen.

5.3 Entwicklung und Nutzung von Dienstleistungen

Smart Contracts

Die Entwicklung von Smart Contracts wird durch Vorlagen unterstützt. Die Vorlagen müssen dabei den branchenspezifischen und regulatorischen Anforderungen der Wertschöpfungsnetzwerke entsprechen. So können bestehende Anforderungen und Standards auf die Kollaborationsplattform adaptiert werden (REQ26). Daher müssen pro aktive Branche auf der Blockchain entsprechende Vorlagen für Smart Contracts angeboten werden (REQ24). Ebenso muss verpflichtend für jeden Smart Contact ein zeitlicher Gültigkeitsbereich definiert werden (REQ29). Sollten für die Ausführung eines Smart Contracts Daten notwendig sein, welche nicht auf der Blockchain gespeichert sind, müssen diese Daten durch Oracles integriert werden. Nur zertifizierte Quellen dürfen für solche Oracles genutzt werden. Die Vorlagen sind durch Web-Schnittstellen für die Entwickler erreichbar (REQ27) und leiten den Entwickler durch Tipps und Anleitungen, welche interaktiv eingebettet sind, durch die Konfiguration der Smart Contracts (REQ24). Ebenso kann über grafische Modellierungswerkzeuge eine Gestaltung von Smart Contracts vorgenommen werden (REQ25). Abschließend wird der Smart Contract durch Darstellung des Quellcodes sowie eine Überführung in Pseudocode auch für nicht technische Anwender transparent dargestellt (REQ28). Die Entwicklung von Smart Contracts kann durch Dienstleistungs-Provider erfolgen oder durch Anwender selbst entwickelt werden, welche die branchenspezifischen Vorlagen, die durch das Marktplatz-Modul bereitgestellt werden, nutzen. Die Verwaltung bzw. Nutzung von Smart Contracts erfolgt anhand einer implementierten grafischen Darstellung. Diese beschreibt einen Überblick über alle Aktivitäten von Smart Contracts sowie von deren Beziehungen zu weiteren Smart Contracts sowie Teilnehmern (REQ30).

Analyseverfahren

Durch die Implementierung des Marktplatz-Modules kann neben der Entwicklung von Smart Contracts auch die Entwicklung von weiteren Analyse-Verfahren vorgenommen werden. Der Einsatz solcher Analyse-Verfahren wie aus dem Bereich der Advanced Analytics und somit dem Einsatz von maschinellen Lernverfahren kann erhebliche Prozessverbesserungen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken bewirken. Im Gegensatz zu Smart Contracts, welche redundant auf allen beteiligten Knoten der Blockchain-Schicht aktiv sind, sind solche Analyse-Verfahren deutlich rechenintensiver und würden bei der Ausführung alle Knoten mehr belasten als durch Smart Contracts (Wang et al. 2018a, 590ff.). Daher werden die durch Dienstleistungs-Provider entwickelten Analyse-Verfahren nicht in Form von Smart Contracts auf der

Blockchain-Schicht gespeichert und ausgeführt, sondern durch ein separates Modul verwaltet. Zum einen dient hierfür das Analytics-Management-Modul aus der Logik-Schicht zur Verwaltung der Verfahren für die Anwender, welche durch ihre Schnittstellen darauf Zugriff haben. Zum anderen werden die notwendigen Daten für diese Verfahren permanent durch eine Analytics-Datenbank auf der Kollaborationsplattform abgelegt (Vgl. Abbildung 23).

Block-Generierung und –Validierung

Wie zuvor beschrieben, wird die Generierung und Validierung der entstehenden Blöcke der Blockchain durch ein gerechtes Verfahren an die Anwender ausgelagert. Ebenso ist es möglich im Zuge dieses Marktplatz-Moduls für den Anwender eine Dienstleistung einzukaufen, wodurch die Generierung und Validierung von Blöcken in dem eingesetzten Konsens-Algorithmus durch einen gewählten Dienstleistungs-Provider übernommen wird (REQ5).

5.4 Darstellung eines Anwendungsszenarios

Im Folgenden werden die zwei genannten möglichen Anwendungsszenarien von der befragten Person E aus Interview I4 der Interviewstudie auf Grund der inhaltlichen Nähe zu einem Szenario zusammengefasst. Das im folgenden gezeigte Anwendungsszenario wird durch die Darstellung des einhergehenden Wertschöpfungsnetzwerks präsentiert. In diesem Kontext wird die Verleihung von Transportboxen innerhalb eines internationalen Wertschöpfungsnetzwerkes dargestellt und die verschiedenen Bestandteile beschrieben. Dieses Wertschöpfungsnetzwerk ist für die Umsetzung in die Wertschöpfungsnetzwerk-Schicht aus Abbildung 22 einzubetten. Ebenso muss für alle Beteiligten ein Aufbau einer Blockchain-Schicht wie in Abbildung 22 erfolgen, da das vorgestellte Anwendungsszenario auf dem Konzept der Kooperationsplattform basiert. Sollte der Produzent mehrere Kunden besitzen, ist dieses Szenario auf mehrere Kunden multiplizierbar.

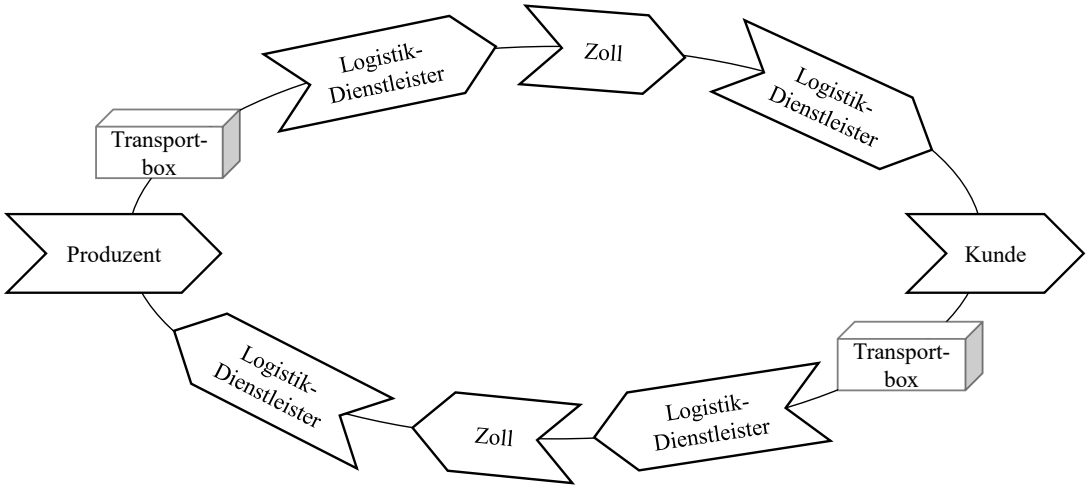


Abbildung 25: Darstellung des Wertschöpfungsnetzwerkes für das Anwendungsszenario

In Folgenden werden die verschieden Anwender sowie deren Prozessvorgehensweise sowie Interaktion mit der Kollaborationsplattform dargestellt. Die Darstellung der Vorgänge erfolgt geordnet nach den einzelnen Anwendern.

Produzent. Der Produzent ist ein Hersteller für Isolierpanelle und bietet neben der Produktion dieser Elemente auch als Dienstleistung an, gekühlte Transportboxen für Kunden zu verleihen. Durch die eingesetzte Isolierpanelle in diesen Boxen können Kunden über einen Zeitraum von 100 Stunden nach der Auslieferung einen Transport von Waren in einem Kühlbereich zwischen 2 und 9 Grad Celsius durchführen. Innerhalb des Produzenten wird der Prozess der Bestückung dieser Boxen durch Sensorik überwacht, pro Box aggregiert und die Dateien auf der Cloud-Lösung der Plattform sowie deren Prüfsummen auf der Blockchain gespeichert. Durch diese Maßnahme soll der Zeitpunkt wann und durch welche Kühlakkus die Boxen bestückt werden für alle Teilnehmers des Wertschöpfungsnetzwerkes überprüfbar sein und ermöglichen dem Unternehmen somit eine rechtliche Absicherung bei Einhaltung der ausgestellten Zertifikate. Ebenso kann somit nachvollziehbar gemacht werden, wie diese Kühlakkus vorbereitet sowie in welcher Station die Kühlakkus gelagert wurden.

Transportbox. Die im Abschnitt des Produzenten genannte Transportbox stellt keinen Kooperationspartner innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerk dar, ist jedoch das zu handelnde Gut in diesem Anwendungsfall und wird daher im Folgenden beschrieben. Innerhalb der Transportboxen sind nach I4 bereits verschiedene Sensoren zur Überwachung der Temperatur installiert. Durch die Integration von weiteren Modulen wie Erschütterungssensoren, GPS-Sensoren oder einem Funkmodul könnte jedes Ereignis, welches den Zustand der Ware oder der Transportbox ändern könnte sowie den zugehörigen Zeitpunkt und Standort der Box in festgelegten Intervallen aggregiert auf der Blockchain gespeichert werden. Neben der Absicherung über einen korrekt durchgeführten Transport z.B. durch die genutzten Logistik-Dienstleister kann ebenso der Kunde mittels der Blockchain den Ort sowie die Beschaffenheit der Transportbox nachvollziehen.

Logistik-Dienstleister. Der Logistik-Dienstleister wird von dem Produzenten sowie dem Kunden beauftragt die leere oder beladene Transportbox weiter zu versenden. Der Logistik-Dienstleister kann verschiedene Transportwege nutzen und speichert ebenso Vorkommnisse wie Frachtnummern oder Sensordaten über die korrekte Behandlung und Verladung der Transportbox auf der Blockchain ab. Dies kann als Rücksicherung des Logistik-Dienstleister gelten, dass alle notwendigen Maßnahmen und Anforderungen während der Auftragsabwicklung eingehalten wurden. Der Logistik-Dienstleister kann eine automatische Bezahlung durch den Einsatz von Tokens sowie Smart Contracts durchführen lassen. Wird eine Transportbox durch einen Dienstleister an den Zielstandort transportiert, kann dies bei Einhaltung aller gegebenen Anforderungen eine automatische Auslösung der Bezahlung in Form von Tokens des Produzenten oder des Kunden an den Dienstleistungs-Provider sein. Die

Plattform ermöglicht ebenso die Entwicklung von Analyse-Anwendungen für Anwender durch Dienstleistungs-Provider. Ein Anwendungsfall kann die Implementierung von Advanced-Analytics-Verfahren wie LSTM zur Vorhersage von Lieferzeitpunkten der Transportboxen für zur Routen-Kalkulation sein.

Zoll. Der Zoll stellt innerhalb dieses Wertschöpfungsnetzwerkes eine staatliche Institution dar, welche bei internationalem Handel für die Überprüfung der verschickten Waren zuständig ist sowie bei Überschreitung von bestehenden Geldwerten Zollgebühren erhebt. Zum einen kann der Zoll somit an den Wertschöpfungsprozess des Netzwerkes teilnehmen, indem er Überprüfungen der Transportboxen und Waren vornimmt und anschließend auf der Blockchain speichert. Die Speicherung erfolgt anhand der Prüfung von manuellen Eingaben auf der Plattform. Hier nutzen Mitarbeiter des Zolls die Anwender-Schnittstelle aus Abbildung 22. Die Entwicklung der personalisierten Schnittstelle erfolgt durch den Plattform-Provider in Zusammenhang mit dem Anwender und enthält Mechanismen um Falscheingaben zu vermeiden. Ebenso kann durch den Einsatz von Tokens und Smart Contracts eine Automatisierung der Bezahlung von Zollgebühren gegenüber dem Produzenten sowie dem Kunden stattfinden. Hierdurch kann die Prozessabwicklung durch die Digitalisierung sowie Automatisierung verbessert und verkürzt werden.

Kunde. Der Kunde nutzt die Transportbox, um innerhalb von eigenen Wertschöpfungsnetzwerken Waren zu versenden. Dies können z.B. Lebensmittel sein, welche auf Grund von regulatorischen Auflagen durch die von dem Produzenten gemieteten Transportboxen und der damit einhergehenden Kühlung transportiert werden müssen. Durch die automatisierte Speicherung der Transportbox kann der Kunde gegenüber Kooperationspartnern aus anderen Wertschöpfungsnetzwerken belegen, dass der Transport der Ware nach den definierten Anforderungen erfolgt ist. Ähnlich wie bei dem Logistik-Dienstleister kann der Kunde das Marktplatzmodul nutzen, um z. B. Analyse-Anwendungen einzukaufen. Dies ermöglicht dem Kunden auf Basis der Temperaturwerte innerhalb der Transportbox eine Vorhersage über die Produktqualität zu machen oder Lieferzeitpunkte vorherzusagen. Weitere Dienstleistungen können durch den Kunden sowie durch das Modul eingekauft werden.

6 Fazit

Durch die Globalisierung sind Unternehmen gezwungen auf einem internationalen Wettbewerbermarkt zu konkurrieren (Levitt 1993, 92ff.). Gleichzeitig ergeben sich hierdurch neue Potentiale für die Unternehmen, wie die Möglichkeit der Eingliederung in ein Wertschöpfungsnetzwerk und damit die Fokussierung auf Kernkompetenzen. Einher gehen mit diesen Potentialen auch Probleme innerhalb dieser Kooperationen durch u.a. Vertrauens-probleme gegenüber neuen und unbekannten Kooperationspartnern (Håkansson und Persson 2004, 11f.; Sydow 2013, 79f.). Oftmals fürchten Unternehmen, dass Kooperationspartner illegale Praktiken anwenden oder sich nicht an vertragliche Rahmenbedingungen halten und diese Verstöße durch die Intransparenz von komplexen Wertschöpfungsnetzwerken verschleiern (Wang et al. 2019c, 226f.; Triepels et al. 2018, 193f.). Ebenso machen sich durch diese Verbunde Kooperationspartner voneinander abhängig. Dies kann zu inhärenten Folgen für den Prozessablauf in Wertschöpfungsnetzwerken führen. Die Blockchain-Technologie stellt ein dezentrales und verteiltes Verfahren zur unveränderbaren Speicherung von Daten, transparent für alle Beteiligten dieser Blockchain zur Verfügung (Swan 2015, x; Xu et al. 2019b, 3ff.). Somit kann der Einsatz der Blockchain, innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken Betrugsversuche und Manipulationen erschweren (Min 2019, 36f.; Zyskind et al. 2015, 182). Ebenso ermöglicht diese Datenhaltung Automatisierungs-, Digitalisierungs- und Echtzeit-überwachungs-Potentiale (Iansiti und Lakhani 2017, 125). Beiträge wie Xu et al. (2019b, 239ff.) oder Lu et al. (2018, 131) zeigen bereits erste Konzepte für die Integration einer Blockchain-basierten Kollaborationsplattform für Wertschöpfungsnetzwerke.

Ziel ist es, Anforderungen für eine solche Blockchain-basierte Kollaborationsplattform zu erheben *(Forschungsfrage F2)* und anschließend ein Konzept sowie ein praxisrelevantes Anwendungsszenario für diese Plattform zu entwickeln *(Forschungsfrage F3)*. Ausgangsbasis für dieses Vorgehen bildet das Forschungsprojekt PIMKoWe. Das Vorgehen richtet sich nach einem Service-Engineering-Ansatz von Meiren und Barth (2002, 20) und beschreibt die Schritte der Identifikation der Notwendigkeit einer Blockchain-basierten Kollaborations-plattform, der Erhebung notwendiger Anforderungen sowie der Konzeption in Verbindung mit einem Anwendungsszenario. Für die Anforderungserhebung wird ein Vorgehen nach der IEEE Computer Society und Abran (2004, 2:1ff.) angewendet. Als Grundlage für diese Anforderungen werden semistrukturierte Interview-studien mit Experten verschiedener Anspruchsgruppen (Ergebnis der Forschungsfrage *F1*) aus diesen Bereichen auf Basis einer qualitativen Querschnittsanalyse nach Wilde und Hess (2007, 280–286) sowie einer Literaturanalyse nach dem Rahmenwerk von vom Brocke et al. (2009, 6) erhoben. Durch einen zusätzlichen Fragebogen werden diese Anforderungen validiert und priorisiert. Anhand dieses Vorgehens wird die Forschungsfrage *F2* beantwortet. Diese Anforderungen werden

anschließend in ein Plattformkonzept durch die Darstellung des Produkt- und Prozess-Modells nach Meiren und Barth (2002, 26–29) inklusive Anwendungsszenario überführt und beantworten somit die Forschungsfrage *F3*.

Auf Basis der Durchführung der semi-strukturierten Expertenbefragungen sind zehn Interviewstudien, im Zeitraum zwischen Juni und Juli 2019, mit einer durchschnittlichen Dauer von 1 Stunde und 14 Minuten durchgeführt worden. Ebenso ergibt die Literaturanalyse 103 relevante Forschungsbeiträge für die Definition der Anforderungen. Diese Datengrundlage ermöglicht die Definition von 45 Anforderungen, welche sich in zehn thematisch verschiedene Dimensionen unterteilen lassen. Die Validierung und Priorisierung wurde auf Basis von neun ausgewerteten Fragebögen mit den befragten Experten und sowie Kollegen innerhalb der jeweiligen Unternehmen durchgeführt. Anhand der Auswertung sowie einer gewichteten numerischen Bewertung können 26 „Muss"-, 19 „Wunsch"- und 0 „Abgrenzung"-Prioritäten erfasst werden. Diese Anforderungen können die Forschungsfrage F1 beantworten und dienen als Grundlage für die Entwicklung eines Plattformkonzeptes nach Meiren und Barth (2002, 26–29) durch Darstellung eines Produkt- sowie Prozessmodells. Die zusätzliche Darstellung eines Anwendungsszenarios zeigt die Relevanz einer solchen Kollaborationsplattform. Für die Entwicklung eines praxisnahen Anwendungsszenarios werden anhand der semi-strukturierten Experteninterviews zwei thematisch ähnliche Anwendungsszenarien einer befragten Person kombiniert und auf die Plattformkonzeption angepasst. Das Anwendungsszenario beschreibt die Bestückung sowie den Versand einer temperierten Transportbox über mehrere Kooperationspartner hinweg zu einem Kunden, der diese Box zur Durchführung wertschöpfender Aktivitäten benötigt.

Im Prozess der Datensynthese für die Anforderungsdefinition sind mehrere Limitationen festzustellen. Bei der nach dem Rahmenwerk von vom Brocke et al. (2009, 6) durchgeführte Literaturanalyse wird auf die vorgeschlagene Beschränkung durch das VHB-Ranking verzichtet. Dies bedeutet, dass auch qualitativ mindere Beiträge mit in die weitere Betrachtung integriert werden. Auf Grund der Aktualität sowie dem Mangel an wissenschaftlichen Publikationen ist es notwendig auf solche Beschränkungen zu verzichten (Vgl. Yuan et al. (2019, 4)). Ebenso sind mehrere Limitationen bei der Datenerhebung durch die semi-strukturierten Experteninterviews festzustellen. Zum einen sind oftmals Missverständnisse zu der Blockchain-Thematik festzustellen. Zum anderen betrachtet die Interviewstudie nicht die Rolle des Zertifizierungs-Providers. Durch die Untersuchung von verschiedenen wissenschaftlichen Veröffentlichungen wird die Notwendigkeit der Integration von Zertifizierungs-Provider in dieser Kollaborationsplattform beschrieben. Im Rahmen der Interviewstudie sind für diese Rolle mehrere semi-strukturierte Fragen erstellt worden. Trotz erheblicher Bemühungen konnten im Rahmen des Arbeitsberichtes keine Person oder Unternehmen ausfindig gemacht werden, welche sich in der Rolle eines Zertifizierungs-

Providers sahen oder sich bereit erklärten an dieser Interviewstudie teilzunehmen. Daher sind in den erhobenen Anforderungen nicht die Interessen und Bestrebungen dieser Zertifizierungs-Provider integriert.

Auf Basis der durchgeführten Interviewstudien müssen weitere Evaluierungen durchgeführt werden. Zum einen muss dies erfolgen, um die Rolle der Zertifizierungs-Provider zu betrachten und damit auch notwendige Anforderungen für eine praxisnahe Entwicklung zu ermöglichen. Zum anderen zeigt die Durchführung der Interviewstudie, dass viele Thematiken im Bereich der Blockchain ungeklärt sind. Neben rechtlichen Problematiken wie der Handhabung der DSGVO oder aktuellen Bestrebungen der Bundesrepublik Deutschland zur Entwicklung einer Blockchain-Strategie durch einen Regulierungsrahmen für den Einsatz von Kryptowährungen sowie Tokens, welche eine praktische Umsetzung innerhalb Unternehmen erschweren bzw. erleichtern sollen, betrifft dies auch den Wissenstand innerhalb der Praxis (Die Bundesregierung 2019). Zusätzlich ist die Betrachtung weiterer rechtlicher Rahmenbedingungen für die Handhabung von Transaktionsdaten notwendig, um die Adaptation der Kollaborationsplattform in die Praxis zu ermöglichen. Sind in diesem Kontext weitere Datenerhebungen vorgenommen, können nach dem eingesetzten Service-Engineering-Rahmenwerk nach Meiren und Barth (2002, 20) die weiteren Schritte der Implementierung sowie Einführung der Blockchain-basierten Kollaborationsplattform für das Verbundprojekt PIMKoWe durchgeführt werden.

Literaturverzeichnis

Abeyratne, S. A.; Monfared, R. P. (2016): *blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger*. In: International Journal of Research in Engineering and Technology, 5 (9), 1–10.

Abran, A. (2004): *Guide to the software engineering body of knowledge. SWEBOK; a project of the IEEE Computer Society Professional Practices Committee*, IEEE Computer Society, Los Alamitos, Calif.

Akyuz, G. A.; Rehan, M. (2009): *Requirements for forming an 'e-supply chain'*. In: International Journal of Production Research, 47 (12), 3265–3287.

Al Barghuthi, N. B.; Mohamed, H. J.; Said, H. E. (2018): *Blockchain in Supply Chain Trading*. In: ITT 2018, Information Technology Trends. IEEE. Dubai, United Arab Emirates. Piscataway, NJ, 336–341.

Albrecht, S.; Reichert, S.; Schmid, J.; Strüker, J.; Neumann, D.; Fridgen, G. (2018): *Dynamics of Blockchain Implementation - A Case Study from the Energy Sector*. In: Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 3527–3536.

Anderson, J. C.; Narus, J. A. (1990): *A Model of Distributor Firm and Manufacturer Firm Working Partnerships*. In: Journal of Marketing, 54 (1), 42–58.

Andrews, P. P.; Hahn, J. (1998): *Transforming supply chains into value webs*. In: Strategy & Leadership, 26 (3), 6–11.

Androulaki, E.; Manevich, Y.; Muralidharan, S.; Murthy, C.; Nguyen, B.; Sethi, M. et al. (2018): *Hyperledger fabric*. In: Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference on - EuroSys '18. ACM Press. Porto, Portugal. New York, New York, USA, 1–15.

Angrish, A.; Craver, B.; Hasan, M.; Starly, B. (2018): *A Case Study for Blockchain in Manufacturing: "FabRec": A Prototype for Peer-to-Peer Network of Manufacturing Nodes*. In: Procedia Manufacturing, 26, 1180–1192.

Banerjee, A. (2018): *Blockchain Technology: Supply Chain Insights from ERP,* 111 (111), 69–98.

Baralla, G.; Pinna, A.; Corrias, G.: *Ensure Traceability in European Food Supply Chain by using a blockchain System*. In: WETSEB '19 Proceedings of the 2nd International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain, 40–47.

Barros, A.; Kylau, U. (2011): *Service Delivery Framework - An Architectural Strategy for Next-Generation Service Delivery in Business Network*. In: 2011 Annual SRII Global Conference. IEEE. San Jose, CA, USA, 47–58.

Bartoletti, M.; Pompianu, L. (2017): *An Analysis of Bitcoin OP_RETURN Metadata*. In: Michael Brenner, Kurt Rohloff, Joseph Bonneau, Andrew Miller, Peter Y.A Ryan, Vanessa Teague et al. (Hrsg.): financial cryptography and data security, 218–230.

Baruffaldi, G.; Sternberg, H. (2018): *Chains in Chains - Logic and Challenges of Blockchains in Supply Chains*. In: Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, 3936–3943.

Beck, R.; Müller-Bloch, C.; King, J. L. (2018): *Governance in the Blockchain Economy: A Framework and Research Agenda*. In: Journal of the Association for Information Systems, 19 (10), 1020–1034.

Behnke, K.; Janssen, M.F.W.H.A. (2019): *Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology*. In: International Journal of Information Management, 47, 1–10.

Beinke, J. H.; Tönnissen, S.; Teuteberg, F. (2019): *Disruptionspotenzial und Implikationen der Blockchain-Technologie am Fallbeispiel der Zeitarbeit – Eine Prozess- und Schwachstellenanalyse*. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 56 (3), 660–676.

Berander, P.; Andrews, A. (2005): *Requirements Prioritization*. In: Aybüke Aurum und Claes Wohlin (Hrsg.): Engineering and Managing Software Requirements. Berlin/Heidelberg, 69–94.

Bocek, T.; Rodrigues, B. B.; Strasser, T.; Stiller, B. (2017): *Blockchains everywhere - a use-case of blockchains in the pharma supply-chain*. In: Proceedings of IFIP/IEEE Symposium Integrated Network Service Management. IEEE. Lisabon, 772–777.

Bowersox, D. J.; Closs, D. J. (1997): *Logistical management. The integrated supply chain process*, McGraw-Hill, New York.

Butner, K. (2010): *The smarter supply chain of the future*. In: Strategy & Leadership, 38 (1), 22–31.

Byrne, J. J. (2000): *Know Your Customer: What Happened and What Happens Next?* In: Journal of Money Laundering Control, 3 (4), 345–349.

Cachin, C. (2016): *Architecture of the hyperledger blockchain fabric*. In: Distributed Cryptocurrencies and Consensus Ledgers, Bd. 310. Chicago, Illinois, USA, 1–4.

Casado-Vara, R.; Prieto, J.; La Prieta, F. D.; Corchado, J. M. (2018): *How blockchain improves the supply chain: case study alimentary supply chain*. In: Procedia Computer Science, 134, 393–398.

Casey, M.; Wong, P. (2017): *Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain*. In: Harvard Business Review, 13, 1–6.

Cash, M.; Bassiouni, M. (2018): *Two-Tier Permission-ed and Permission-Less Blockchain for Secure Data Sharing*. In: The 3rd IEEE International Conference on Smart Cloud. SmartCloud 2018: proceedings. IEEE. New York, NY. Piscataway, NJ, 138–144.

Casino, F.; Dasaklis, T. K.; Patsakis, C. (2019): *A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues*. In: Telematics and Informatics, 36, 55–81.

Celesti, A.; Tusa, F.; Villari, M.; Puliafito, A. (2011): *An Approach to Enable Cloud Service Providers to Arrange IaaS, PaaS, and SaaS Using External Virtualization Infrastructures*. In: 2011 IEEE World Congress on Services. IEEE. Washington, DC, USA, 607–611.

Chang, S. E.; Chen, Y.-C.; Lu, M.-F. (2019): *Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process*. In: Technological Forecasting and Social Change, 144, 1–11.

Chen, I. J.; Paulraj, A. (2004): *Understanding supply chain management: critical research and a theoretical framework*. In: International Journal of Production Research, 42 (1), 131–163.

Chen, S.; Shi, R.; Ren, Z.; Yan, J.; Shi, Y.; Zhang, J. (2017): *A Blockchain-Based Supply Chain Quality Management Framework*. In: Proceedings, 14th IEEE International Conference on E-Business Engineering. IEEE Computer Society. Shanghai. Los Alamitos, California, 172–176.

Chopra, S.; Meindl, P. (2016): *Supply chain management. Strategy, planning, and operation*. Sixth edition, global edition, Pearson, Taipai, Tokyo.

Christopher, M. (2004): *Logistics and supply chain management. Strategies for reducing cost and improving service*. 2. ed., reprint, Financial Times/Prentice Hall, London.

Christopher, M. (2016): *Logistics & supply chain management*. fifth edition, Pearson Education, Harlow, England, New York.

Clack, C. D.; Bakshi, V. A.; Braine, L. (2016): *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*. In: CoRR abs/1608.00771.

Cooper, H. M. (1988): *Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews*. In: Knowledge in Society, 1 (1), 104–126.

Cooper, M. C.; Lambert, D. M.; Pagh, J. D. (1997): *Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics*. In: The international journal of logistics management, 8 (1), 1–14.

Cui, Y.; Idota, H. (2018): *Improving Supply Chain Resilience with Establishing A Decentralized Information Sharing Mechanism*. In: Proceedings of the 5th Multidisciplinary International Social Networks Conference. ACM. Saint-Etienne, France. New York, NY, USA, 1–7.

Dannen, C. (2017): *Introducing Ethereum and Solidity. Foundations of cryptocurrency and blockchain programming for beginners*, Apress, New York.

Die Bundesregierung (2019): *Blockchain-Strategie*. In: https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digital-made-in-de/blockchain-strategie-1546662, zugegriffen am 02.09.2019.

Dobrovnik, M.; Herold, D.; Fürst, E.; Kummer, S. (2018): *Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start*. In: Logistics, 2 (3), 1–18.

Dorobek, S. (2013): *Public Supply Chain Management. Steuerung öffentlicher Wertschöpfungsketten nach privatwirtschaftlichem Vorbild*, Springer, Dordrecht.

Eberhardt, J.; Tai, S. (2017): *On or Off the Blockchain? Insights on Off-Chaining Computation and Data*. In: Flavio de Paoli, Stefan Schulte und Einar Broch Johnsen (Hrsg.): Service-Oriented and Cloud Computing. Cham, 3–15.

Elias, A. A.; Cavana, R. Y.; Jackson, L. S. (2002): *Stakeholder analysis for R&D project management*. In: R&D Management, 32 (4), 301–310.

Ellram, L. M.; Cooper, M. C. (1990): *Supply Chain Management, Partnership, and the Shipper - Third Party Relationship*. In: The international journal of logistics management, 1 (2), 1–10.

Eng, T.-Y. (2004): *The role of e-marketplaces in supply chain management*. In: Industrial Marketing Management, 33 (2), 97–105.

Fawcett, S. E.; Magnan, G. M.; McCarter, M. W. (2008): *Benefits, barriers, and bridges to effective supply chain management*. In: Supply Chain Management: An International Journal, 13 (1), 35–48.

Fawcett, S. E.; Osterhaus, P.; Magnan, G. M.; Brau, J. C.; McCarter, M. W. (2007): *Information sharing and supply chain performance: the role of connectivity and willingness*. In: Supply Chain Management: An International Journal, 12 (5), 358–368.

Feng, Q.; He, D.; Zeadally, S.; Khan, M. K.; Kumar, N. (2019): *A survey on privacy protection in blockchain system*. In: Journal of Network and Computer Applications, 126, 45–58.

Fernandez-Carames, T. M.; Fraga-Lamas, P. (2018): *A Review on the Use of Blockchain for the Internet of Things*. In: IEEE Access, 6, 32979–33001.

Freeman, R. E. (2010): *Strategic Management. a stakeholder approach*, Cambridge University Press, Cambridge.

George, R. P.; Peterson, B. L.; Yaros, O.; Beam, D. L.; Dibbell, J. M.; Moore, R. C. (2019): *Blockchain for business*. In: Journal of Investment Compliance, 20 (1), 17–21.

Glaser, F. (2017): *Pervasive Decentralisation of Digital Infrastructures: A Framework for Blockchain enabled System and Use Case Analysis*. In: Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences (2017), 1543–1552.

Gläser, J.; Laudel, G. (2010): *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. 4. Auflage, VS Verlag, Wiesbaden.

Goetschalckx, M.; Fleischmann, B. (2005): *Strategic Network Planning*. In: Hartmut Stadtler und Christoph Kilger (Hrsg.): Supply Chain Management and Advanced Planning. Berlin/Heidelberg, 117–137.

Gupta, S. S. (2017): *Blockchain*, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, USA.

Haber, S.; Stornetta, W. S. (1991): *How to Time-Stamp a Digital Document*. In: Alfred J. Menezes und Scott A. Vanstone (Hrsg.): Advances in Cryptology-CRYPT0' 90. Berlin, Heidelberg, 437–455.

Håkansson, H.; Persson, G. (2004): *Supply chain management: the logic of supply chains and networks*. In: The international journal of logistics management, 15 (1), 11–26.

Hancock, M.; Vaizey, E. (2016): *Distributed ledger technology: beyond block chain*, London, Government Office for Science. In: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf.

Hang, L.; Kim, D.-H. (2019): *Design and Implementation of an Integrated IoT Blockchain Platform for Sensing Data Integrity*. In: Sensors (Basel, Switzerland), 19 (10), 1–26.

Harrington, H. J. (1991): *Business process improvement. The breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness*, McGraw-Hill, New York.

Harrington, L. (1995): *Logistics, agend for change. shaping the integrated supply chain*. In: Journal of Transportation & Distribution, 36, 30–34.

Hassan, M. U.; Rehmani, M. H.; Chen, J. (2019): *Privacy preservation in blockchain based IoT systems: Integration issues, prospects, challenges, and future research directions*. In: Future Generation Computer Systems, 97, 512–529.

Hein, C.; Wellbrock, W.; Hein, C. (2019): *Rechtliche Herausforderungen von Blockchain-Anwendungen. Straf-, Datenschutz- und Zivilrecht*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.

Hepp, T.; Sharinghousen, M.; Ehret, P.; Schoenhals, A.; Gipp, B. (2018): *On-chain vs. off-chain storage for supply- and blockchain integration*. In: it - Information Technology, 60 (5-6), 283–291.

Herczeg, G.; Akkerman, R.; Hauschild, M. Z. (2018): *Supply chain collaboration in industrial symbiosis networks*. In: Journal of cleaner production, 171, 1058–1067.

Hoberg, K.; Alicke, K. (2016): *How SC4. 0 will Enhance the Customer Experience*. In: Supply Chain Management Review, 9 (10), 28–37.

Holland, M.; Nigischer, C.; Stjepandić, J.; Chen, C. H. (2017): *Copyright protection in additive manufacturing with blockchain approach*. In: Transdisciplinary Engineering: A Paradigm Shift, 5, 914–921.

Hua, S.; Zhou, E.; Pi, B.; Sun, J.; Nomura, Y.; Kurihara, H. (2018): *Apply blockchain technology to electric vehicle battery refueling*. In: Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences, 25657–25665.

Huang, Y.; Wu, J.; Long, C. (2018): *Drugledger: A Practical Blockchain System for Drug Traceability and Regulation*. In: 2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings). IEEE. Halifax, NS, Canada, 1137–1144.

Hughes, A.; Park, A.; Kietzmann, J.; Archer-Brown, C. (2019): *Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms*. In: Business Horizons, 62 (3), 273–281.

Hugos, M. H. (2018): *Essentials of supply chain management*. Fourth Edition, John Wiley & Sons Inc, Hoboken, New Jersey.

Hulea, M.; Rosu, O.; Miron, R.; Astilean, A. (2018): *Pharmaceutical cold chain management: Platform based on a distributed ledger*. In: 2018 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR). IEEE. Cluj-Napoca, 1–6.

Humphrey, J. (2003): *Globalization and supply chain networks: the auto industry in Brazil and India*. In: Global Networks, 3 (2), 121–141.

Hyperledger (2018): *Hyperledger Fabric Model*. In: https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-1.4/fabric_model.html?, zuletzt aktualisiert am 06.06.2018, zugegriffen am 25.04.2019.

Iansiti, M.; Lakhani, K. R. (2017): *The truth about blockchain*. In: Harvard Business Review, 95 (1), 118–127.

Imeri, A.; Khadraoui, D. (2018): *The Security and Traceability of Shared Information in the Process of Transportation of Dangerous Goods*. In: 2018 9th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility & Security. Proceedings of NTMS 2018 Conference and Workshop: 26-28 February 2018, Paris, France. IEEE. Paris. Piscataway, NJ, 1–5.

Ivanov, D.; Dolgui, A.; Sokolov, B. (2019): *The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics*. In: International Journal of Production Research, 57 (3), 829–846.

Javaid, U.; Aman, M. N.; Sikdar, B. (2018): *BlockPro*. In: Gowri Sankar Ramachandran (Hrsg.): Proceedings of the 1st Workshop on Blockchain-enabled Networked Sensor Systems. ACM. Shenzhen, China. New York NY, 13–18.

Jurczak, M.; Kopeć, M. (2019): *Digital Consumer Needs in Digital Supply Network Creation*. In: SMART Supply Network. EcoProduction (Environmental Issues in Logistics and Manufacturing. Cham, 207–221.

Kaid, D.; Eljazzar, M. M. (2018): *Applying Blockchain to Automate Installments Payment between Supply Chain Parties*. In: ICENCO 2018. 14th International Computer Engineering Conference : "Secure Smart Societies": Computer Engineering Department, Faculty of Engineering, Cairo University, Giza, Egypt, December 29-30, 2018. IEEE. Cairo, Egypt, 231–235.

Kamble, S.; Gunasekaran, A.; Arha, H. (2019): *Understanding the Blockchain technology adoption in supply chains-Indian context*. In: International Journal of Production Research, 57 (7), 2009–2033.

Kembro, J.; Näslund, D.; Olhager, J. (2017): *Information sharing across multiple supply chain tiers: A Delphi study on antecedents*. In: International Journal of Production Economics, 193, 77–86.

Kim, H. M.; Laskowski, M. (2018): *Toward an ontology-driven blockchain design for supply-chain provenance*. In: Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, 25 (1), 18–27.

Kim, S.-K.; Kim, U.-M.; Huh, J.-H. (2019): *A Study on Improvement of Blockchain Application to Overcome Vulnerability of IoT Multiplatform Security*. In: Energies, 12 (3), 402–431.

Ko, T.; Lee, J.; Ryu, D. (2018): *Blockchain Technology and Manufacturing Industry: Real-Time Transparency and Cost Savings*. In: Sustainability, 10 (11), 4274–4294.

Korpela, K.; Hallikas, J.; Dahlberg, T. (2017): *Digital supply chain transformation toward blockchain integration*. In: Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences (2017), 4182–4191.

Koteska, B.; Karafiloski, E.; Mishev, A. (2017): *Blockchain Implementation Quality Challenges: A Literature Review*. In: Proceedings of the SAMIA 2017: 6th Workshop of Software Quality, Analysis, Monitoring, Improvement, and Applications. Belgrade, Serbia, 1–8.

Kshetri, N. (2017): *Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy*. In: Telecommunications Policy, 41 (10), 1027–1038.

Kshetri, N. (2018): *1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives*. In: International Journal of Information Management, 39, 80–89.

Kshetri, N.; Loukoianova, E. (2019): *Blockchain Adoption in Supply Chain Networks in Asia*. In: IT Professional, 21 (1), 11–15.

Kuhi, K.; Kaare, K.; Koppel, O. (2018): *Ensuring performance measurement integrity in logistics using blockchain*. In: Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI 2018). IEEE. Piscataway, NJ, 256–261.

Kwak, K. H.; Kong, J. T.; Cho, S. in; Phuong, H. T.; Gim, G. Y. (2019): *A Study on the Design of Efficient Private Blockchain*. In: Roger Lee (Hrsg.): Computational science/intelligence & applied informatics. Cham, Switzerland, 93–121.

La Londe, B. J.; Masters, J. M. (1994): *Emerging Logistics Strategies*. In: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 24 (7), 35–47.

Lacity, M. C. (2018): *Addressing key challenges to making enterprise blockchain applications a reality*. In: MIS Quarterly Executive, 17 (3), 201–222.

Lambert, D. M.; Stock, J. R.; Ellram, L. M. (1998): *Fundamentals of logistics management*. internat. ed., Irwin/McGraw-Hill, Boston, Mass.

Lee, H. L.; Padmanabhan, V.; Whang, S. (1997): *The bullwhip effect in supply chains*. In: Sloan management review, 38, 93–102.

Leng, K.; Bi, Y.; Jing, L.; Fu, H.-C.; van Nieuwenhuyse, I. (2018): *Research on agricultural supply chain system with double chain architecture based on blockchain technology*. In: Future Generation Computer Systems, 86, 641–649.

Levitt, T. (1993): *The globalization of markets*. In: Harvard Business Review, 61 (3), 92–102.

Li, J.; Qu, F.; Tu, X.; Fu, T.; Guo, J.; Zhu, J. (2018a): *Public Philanthropy Logistics Platform Based on Blockchain Technology for Social Welfare Maximization*. In: 8th International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences. IEEE. Piscataway, NJ, USA, 1–9.

Li, L. (2013): *Technology designed to combat fakes in the global supply chain*. In: Business Horizons, 56 (2), 167–177.

Li, Z.; Barenji, A. V.; Huang, G. Q. (2018b): *Toward a blockchain cloud manufacturing system as a peer to peer distributed network platform*. In: Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 54, 133–144.

Li, Z.; Wang, W. M.; Liu, G.; Liu, L.; He, J.; Huang, G. Q. (2018c): *Toward open manufacturing*. In: Industrial Management & Data Systems, 118 (1), 303–320.

Lin, I.-C.; Liao, T.-C. (2017): *A Survey of Blockchain Security Issues and Challenges*. In: International Journal of Network Security, 19 (5), 653–659.

Lin, Q.; Wang, H.; Pei, X.; Wang, J. (2019): *Food Safety Traceability System Based on Blockchain and EPCIS*. In: IEEE Access, 7, 20698–20707.

Litke, A.; Anagnostopoulos, D.; Varvarigou, T. (2019): *Blockchains for Supply Chain Management: Architectural Elements and Challenges Towards a Global Scale Deployment*. In: Logistics, 3 (1), 5–23.

Lu, Q.; Xu, X.; Liu, Y.; Weber, I.; Zhu, L.; Zhang, W. (2019a): *uBaaS: A unified blockchain as a service platform*. In: Future Generation Computer Systems, 101, 564–593.

Lu, Q.; Xu, X.; Liu, Y.; Zhang, W. (2018): *Design Pattern as a Service for Blockchain Applications*. In: 2018 IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW). IEEE. Singapore, Singapore, 128–135.

Lu, Q.; Yue; Zhu, L.; Xu, X.; Yao, H.; Vasilakos, A. V. (2019b): *Designing blockchain-based applications a case study for imported product traceability*. In: Future Generation Computer Systems, 92, 399–406.

Lu, Z. (2018): *The Architecture of Blockchain System across the Manufacturing Supply Chain*. In: http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1263343/FULLTEXT01, zugegriffen am 22.07.2019.

Lundberg, A. (2006): *Leverage complex event processing to improve operational performance*. In: Business Intelligence Journal, 11 (1), 55–65.

Madhwal, Y.; Panfilov, P. (2017): *Blockchain And Supply Chain Management: Aircrafts' Parts' Business Case*. In: Branko Katalinic (Hrsg.): Proceedings of the 28th International DAAAM Symposium 2017, 1051–1056.

Makhdoom, I.; Abolhasan, M.; Abbas, H.; Ni, W. (2019): *Blockchain's adoption in IoT: The challenges, and a way forward*. In: Journal of Network and Computer Applications, 125, 251–279.

Malik, S.; Kanhere, S. S.; Jurdak, R. (2018): *ProductChain: Scalable Blockchain Framework to Support Provenance in Supply Chains*. In: NCA 2018. 2018 IEEE 17th International Symposium on Network Computing and Applications: Cambridge, MA, USA, November 1-3, 2018. IEEE. Piscataway, NJ, 1–10.

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

Mangan, J.; Lalwani, C. S. (2016): *Global logistics and supply chain management*. Third edition, Wiley, Chichester, West Sussex.

Mann, S.; Potdar, V.; Gajavilli, R. S.; Chandan, A. (2018): *Blockchain Technology for Supply Chain Traceability, Transparency and Data Provenance*. In: Proceedings of the 2018 International Conference on Blockchain Technology and Application. ACM. New York NY, 22–26.

Manrodt, K. B.; Holcomb, M. C.; Thompson, R. H. (1997): *What's missing in supply chain management?* In: Supply Chain Management Review, 1 (3), 80–86.

Mao, D.; Wang, F.; Hao, Z.; Li, H. (2018): *Credit Evaluation System Based on Blockchain for Multiple Stakeholders in the Food Supply Chain*. In: International Journal of Environmental Research and Public Health, 15 (8), 1–21.

Meiren, T.; Barth, T. (2002): *Service Engineering in Unternehmen umsetzen. Leitfaden für die Entwicklung von Dienstleistungen*, Fraunhofer-IRB-Verl., Stuttgart.

Mentzer, J. T.; DeWitt, W.; Keebler, J. S.; Min, S.; Nix, N. W.; Smith, C. D.; Zacharia, Z. G. (2001): *Defining suppy chain management*. In: Journal of Business Logistics, 22 (2), 1–25.

Miguel, C.; Liskov, B. (1999): *Practical Byzantine fault tolerance*. In: Margo Seltzer (Hrsg.): Third Symposium on Operating Systems Design and Implementation. Berkeley, Calif., 173–186.

Min, H. (2019): *Blockchain technology for enhancing supply chain resilience*. In: Business Horizons, 62 (1), 35–45.

Moin, S.; Karim, A.; Safdar, Z.; Safdar, K.; Ahmed, E.; Imran, M. (2019): *Securing IoTs in distributed blockchain: Analysis, requirements and open issues*. In: Future Generation Computer Systems, 100, 325–343.

Moosbrugger, H.; Kelava, A. (2012): *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. 2., aktualisierte und überarbeitete Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Morariu, C.; Borangiu, T. (2018): *Time series forecasting for dynamic scheduling of manufacturing processes*. In: 2018 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR). IEEE. Cluj-Napoca, 1–6.

Morkunas, V. J.; Paschen, J.; Boon, E. (2019): *How blockchain technologies impact your business model*. In: Business Horizons, 62 (3), 295–306.

Nakamoto, S. (2008): *Bitcon: A peer-to-peer electronic cash System [white paper]*. In: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf, zugegriffen am 01.02.2019.

Nakashima, H.; Aoyama, M. (2017): *An Automation Method of SLA Contract of Web APIs and Its Platform Based on Blockchain Concept*. In: 2017 IEEE 1st International Conference on Cognitive Computing, 32–39.

Nakasumi, M. (2017): *Information Sharing for Supply Chain Management Based on Block Chain Technology*. In: 2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics, Bd. 1. Conference Publishing Services, IEEE Computer Society. Los Alamitos, California, Washington, Tokyo, 140–149.

Nasir, Q.; Qasse, I. A.; Abu Talib, M.; Nassif, A. B. (2018): *Performance Analysis of Hyperledger Fabric Platforms*. In: Security and Communication Networks, 2018 (1), 1–14.

Negka, L.; Gketsios, G.; Anagnostopoulos, N. A.; Spathoulas, G.; Kakarountas, A.; Katzenbeisser, S. (2019): *Employing Blockchain and Physical Unclonable Functions for Counterfeit IoT Devices Detection*. In: Proceedings of the International Conference on Omni-Layer Intelligent Systems - COINS '19. ACM Press. Crete, Greece. New York, New York, USA, 172–178.

Ngamsuriyaroj, S.; Likittheerameth, T.; Kahutson, A.; Pathummasut, T. (2018): *Package Delivery System Based on Blockchain Infrastructure*. In: Proceeding of 2018 Seventh ICT International Student Project Conference (ICT-ISPC). IEEE. Piscataway, NJ, 1–6.

Nikolakis, W.; John, L.; Krishnan, H. (2018): *How Blockchain Can Shape Sustainable Global Value Chains: An Evidence, Verifiability, and Enforceability (EVE) Framework*. In: Sustainability, 10 (11), 1–16.

Nizamuddin, N.; Salah, K.; Ajmal Azad, M.; Arshad, J.; Rehman, M. H. (2019): *Decentralized document version control using ethereum blockchain and IPFS*. In: Computers & Electrical Engineering, 76, 183–197.

Nofer, M.; Gomber, P.; Hinz, O.; Schiereck, D. (2017): *Blockchain*. In: Business & Information Systems Engineering, 59 (3), 183–187.

Notheisen, B.; Cholewa, J. B.; Shanmugam, A. P. (2017): *Trading Real-World Assets on Blockchain*. In: Business & Information Systems Engineering, 59 (6), 425–440.

Nutt, P. (2002): *Why decisions fail: Avoiding the blunders and traps that lead to debacles*, Berrett-Koehler Publishers, San Francisco, USA.

Obour Agyekum, K. O.-B.; Xia, Q.; Boateng Sifah, E.; Amofa, S.; Nketia Acheampong, K.; Gao, J. et al. (2018): *V-Chain: A Blockchain-Based Car Lease Platform*. In: 2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings). IEEE. Halifax, NS, Canada, 1317–1325.

O'Leary, D. E. (2017): *Configuring blockchain architectures for transaction information in blockchain consortiums: The case of accounting and supply chain systems*. In: Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, 24 (4), 138–147.

Oliver, R. K.; Webber, M. D. (1982): *Supply-chain management: logistics catches up with strategy*. In: Outlook, 5 (1), 42–47.

Paetsch, F.; Eberlein, A.; Maurer, F. (2003): *Requirements engineering and agile software development*. In: Twelfth IEEE International Workshops on Enabling Technologies. Infrastructure for Collaborative Enterprises. IEEE Computer Society. Linz, Austria. Los Alamitos, Calif., 308–313.

Palm, E.; Schelen, O.; Bodin, U. (2018): *Selective Blockchain Transaction Pruning and State Derivability*. In: 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology. CVCBT 2018: 20-22 June 2018, Zug, Switzerland: proceedings. IEEE. Zug. Piscataway, NJ, 31–40.

Paré, G. (2004): *Investigating Information Systems with Positivist Case Research*. In: Communications of the Association for Information Systems, 13, 233-264.

Perboli, G.; Musso, S.; Rosano, M. (2018): *Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases*. In: IEEE Access, 6, 62018–62028.

Pibernik, R.; Isermann, H. (2001): *Flexibilitätsplanung in Wertschöpfungsnetzwerken*. Zugl.: Frankfurt (Main), Univ., Diss., 2001. 1. Aufl., Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden.

Pohl, K. (2010): *Requirements engineering. Fundamentals, principles, and techniques*, Springer, Berlin.

Porter, M. (1985): *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*, Free Press Collier Macmilan, New York London.

Pouloudi, A. (1999): *Aspects of the stakeholder concept and their implications for information systems development.* Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences., IEEE.

Pramatari, K. (2007): *Collaborative supply chain practices and evolving technological approaches*. In: Supply Chain Management: An International Journal, 12 (3), 210–220.

Pustišek, M.; Dolenc, D.; Kos, A. (2019): *LDAF: Low-Bandwidth Distributed Applications Framework in a Use Case of Blockchain-Enabled IoT Devices*. In: Sensors, 19 (10), 1–15.

Rath, H. (1990): *Neue Formen der internationalen Unternehmenskooperation. Eine empirische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung ausgesuchter Industriezweige des Ruhrgebiets*, S + W Steuer- und Wirtschaftsverl., Hamburg.

Reyna, A.; Martín, C.; Chen, J.; Soler, E.; Díaz, M. (2018): *On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities*. In: Future Generation Computer Systems, 88, 173–190.

Riasanow, T.; Burckhardt, F.; Soto Setzke, D.; Böhm, M.; Krcmar, H. (2018): *The Generic Blockchain Ecosystem and its Strategic Implications*. In: 24th Americas Conference on Information Systems (AMCIS). New Orleans, LA, USA, 1–10.

Riedl, C.; Böhmann, T.; Leimeister, J. M.; Krcmar, H. (2009): *A framework for analysing service ecosystem capabilities to innovate*. In: 17th European Conference on Information Systems, ECIS 2009, 2097–2108.

Risius, M.; Spohrer, K. (2017): *A Blockchain Research Framework*. In: Business & Information Systems Engineering, 59 (6), 385–409.

Rossi, L. M. de; Abbatemarco, N.; Salviotti, G. (2019): *Towards a Comprehensive Blockchain Architecture Continuum*. In: Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences, 4605–4615.

Rowley, J.; Slack, F. (2004): *Conducting a literature review*. In: Management Research News, 27 (6), 31–39.

Rückeshäuser, N. (2017): *Do We Really Want Blockchain-Based Accounting? Decentralized Consensus as Enabler of Management Override of Internal Controls*. In: 13th International Conference on Wirtschaftsinformatik, 16–30.

Rupp, C. (2009): *Requirements-Engineering und -Management. Professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis*. 5., aktualisierte und erw. Aufl., Hanser, München.

Rusinek, M. J.; Zhang, H.; Radziwill, N. (2018): *Blockchain for a Traceable, Circular Textile Supply Chain: A Requirements Approach*. In: Software Quality Professional, 21 (1), 4–23.

Saberi, S.; Kouhizadeh, M.; Sarkis, J.; Shen, L. (2019): *Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management*. In: International Journal of Production Research, 57 (7), 2117–2135.

Saleh, F. (2018): *Blockchain Without Waste: Proof-of-Stake*. In: SSRN Electronic Journal.

Salviotti, G.; Rossi, L. M. de; Abbatemarco, N. (2018): *A structured framework to assess the business application landscape of blockchain technologies*. In: Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences.

Sankar, L. S.; Sindhu, M.; Sethumadhavan, M. (2017): *Survey of consensus protocols on blockchain applications*. In: 2017 4th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS). IEEE. Coimbatore, India, 1–5.

Scimago Lab (2019): *Scimago Journal & Country Rank*. In: https://www.scimagojr.com/journalrank.php, zugegriffen am 07.07.2019.

Scott, M.; Golden, W.; Hughes, M. (2004): *Implementation strategies for eGovernment: a stakeholder analysis approach*. In: Proceedings of 2004 European Conference on Information Systems (101).

Scott, T.; Post, A.; Quick, J.; Rafiqi, S. (2018): *Evaluating Feasibility of Blockchain Application for DSCSA Compliance*. In: SMU Data Science Review, 1 (2). In: https://scholar.smu.edu/datasciencereview/vol1/iss2/4.

Seebacher, S.; Maleshkova, M. (2018): *A Model-driven Approach for the Description of Blockchain Business Networks*. In: Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences.

Sidorov, M.; Ong, M. T.; Sridharan, R. V.; Nakamura, J.; Ohmura, R.; Khor, J. H. (2019): *Ultralightweight Mutual Authentication RFID Protocol for Blockchain Enabled Supply Chains*. In: IEEE Access, 7, 7273–7285.

Stadtler, H. (2015): *Supply Chain Management - An Overview*. In: Hartmut Stadtler, Christoph Kilger und Herbert Meyr (Hrsg.): Supply chain management and advanced planning. Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 9–35.

Stengel, R. von (2013): *Gestaltung von Wertschöpfungsnetzwerken*, Springer-Verlag.

Sund, T.; Lööf, C. (2019): *Performance Evaluation of a Blockchain-based Traceability System: A Case Study at IKEA*. In: http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1307991/FULLTEXT01.

Swan, M. (2015): *Blockchain: Blueprint for a new economy*, O'Reilly Media, Inc.

Sydow, J. (2013): *Strategische Netzwerke: Evolution und Organisation*, Springer-Verlag, Berlin und New York.

Taifi, N.; Passiante, G. (2012): *Speeding up 'New Products and Service Development' through strategic community creation: case of automaker after-sales services partners*. In: The Service Industries Journal, 32 (13), 2115–2127.

Tapscott, D.; Tapscott, A. (2017): *How blockchain will change organizations*. In: MIT Sloan Management Review, 58, 1–10.

Thakkar, P.; Nathan, S.; Viswanathan, B. (2018): *Performance Benchmarking and Optimizing Hyperledger Fabric Blockchain Platform*. In: 2018 IEEE 26th International Symposium on Modeling, Analysis, and Simulation of Computer and Telecommunication Systems (MASCOTS). IEEE. Milwaukee, WI, 264–276.

Thome, R.; Winkelmann, A. (2015): *Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. Organisation und Informationsverarbeitung*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Tian, F. (2016): *An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology*. In: 2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). IEEE. Piscataway, NJ, 1–6.

Tian, F. (2017): *A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things*. In: The 14th International Conference on Services Systems and Services Management (ICSSSM2017). IEEE. Piscataway, NJ, 1–6.

Tönnissen, S.; Teuteberg, F. (2019): *Analysing the impact of blockchain-technology for operations and supply chain management: An explanatory model drawn from multiple case studies*. In: International Journal of Information Management, 49, 1–10.

Toyoda, K.; Mathiopoulos, P. T.; Sasase, I.; Ohtsuki, T. (2017): *A Novel Blockchain-Based Product Ownership Management System (POMS) for Anti-Counterfeits in the Post Supply Chain*. In: IEEE Access, 5, 17465–17477.

Triepels, R.; Daniels, H.; Feelders, A. (2018): *Data-driven fraud detection in international shipping*. In: Expert Systems with Applications, 99, 193–202.

Tsai, W.-T.; Feng, L.; Zhang, H.; You, Y.; Wang, L.; Zhong, Y. (2017): *Intellectual-Property Blockchain-Based Protection Model for Microfilms*. In: SOSE 2017. 11th IEEE International Symposium on Service-Oriented System Engineering: proceedings: 6-9 April 2017, San Francisco, California. IEEE. IEEE International Symposium on Service-Oriented System Engineering; SOSE. Piscataway, NJ, 174–178.

Underwood, S. (2016): *Blockchain beyond bitcoin*. In: Communications of the ACM, 59 (11), 15–17.

van Engelenburg, S.; Janssen, M.; Klievink, B. (2019): *Design of a software architecture supporting business-to-government information sharing to improve public safety and security*. In: Journal of Intelligent Information Systems, 52 (3), 595–618.

Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V. (2019): *Alphabetische Gesamtliste der Fachzeitschriften in VHB-JOURQUAL3*. In: https://vhbonline.org/vhb4you/jourqual/vhb-jourqual-3/gesamtliste/, zugegriffen am 16.07.219.

Viriyasitavat, W.; Hoonsopon, D. (2019): *Blockchain characteristics and consensus in modern business processes*. In: Journal of Industrial Information Integration, 13, 32–39.

vom Brocke, J.; Simons, A.; Niehaves, B.; Riemer, K.; Plattfaut, R.; Cleven, A. (2009): *Reconstructing the giant: on the importance of rigour in documenting the literature search process*. In: ECIS 2009 Proceedings.

Vukolić, M. (2017): *Rethinking Permissioned Blockchains*. In: Proceedings of the ACM Workshop on Blockchain, Cryptocurrencies and Contracts - BCC '17. ACM Press. Abu Dhabi, United Arab Emirates. New York, New York, USA, 3–7.

Waller, M. A.; Fawcett, S. E. (2013): *Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management*. In: Journal of Business Logistics, 34 (2), 77–84.

Wamba, S. F.; Lefebvre, L. A.; Lefebvre, E. (2006): *Enabling intelligent B-to-B eCommerce supply chain management using RFID and the EPC network*. In: Proceedings of the 8th international conference on Electronic commerce - ICEC '06. ACM Press. New York, New York, USA, 281–288.

Wang, B.; Zhu, X.; He, Q.; Gu, G. (2018a): *The forecast on the customers of the member point platform built on the blockchain technology by ARIMA and LSTM*. In: 2018 the 3rd IEEE International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis (ICCCBDA 2018). IEEE. Chengdu. Institute of Electrical and Electronics Engineers. Piscataway, NJ, 589–593.

Wang, J.; Wu, P.; Wang, X.; Shou, W. (2017): *The outlook of blockchain technology for construction engineering management*. In: Frontiers of Engineering Management, 4 (1), 67–75.

Wang, W. M.; Guo, H.; Li, Z.; Shen, Y.; Barenji, A. V. (2018b): *Towards Open and Automated Customer Service*. In: The 2nd International Conference on Computer Science and Application Engineering. Hohhot, China (ICPS), 1–6.

Wang, X.; Zha, X.; Ni, W.; Liu, R. P.; Guo, Y. J.; Niu, X.; Zheng, K. (2019a): *Survey on blockchain for Internet of Things*. In: Computer Communications, 136, 10–29.

Wang, Y.; Han, J. H.; Beynon-Davies, P. (2019b): *Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda*. In: Supply Chain Management: An International Journal, 24 (1), 62–84.

Wang, Y.; Singgih, M.; Wang, J.; Rit, M. (2019c): *Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?* In: International Journal of Production Economics, 211, 221–236.

Wannenwetsch, H. (2014): *Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung*. 5., neu bearb. Aufl., Springer Vieweg, Berlin.

Waters, D. (2011): *Supply chain risk management: vulnerability and resilience in logistics*, Kogan Page Publishers, London, UK.

Weber, I.; Lu, Q.; Tran, A. B.; Deshmukh, A.; Gorski, M.; Strazds, M. (2019): *A Platform Architecture for Multi-Tenant Blockchain-Based Systems*. In: 2019 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA). IEEE. Hamburg, Germany, 101–110.

Webster, J.; Watson, R. T. (2002): *Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review*. In: MIS Quarterly, 26 (2), xiii–xxiii.

Werner, H. (2013): *Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling*. 5., überarb. u. erw. Aufl. 2013, Springer, Wiesbaden.

Westerkamp, M.; Victor, F.; Küpper, A. (2018): *Blockchain-based Supply Chain Traceability: Token Recipes model Manufacturing Processes*. In: http://arxiv.org/pdf/1810.09843v1.

Wilde, T.; Hess, T. (2007): *Forschungsmethoden der Wirtschaftsinformatik*. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK, 49 (4), 280–287.

Wu, H.; Li, Z.; King, B.; Ben Miled, Z.; Wassick, J.; Tazelaar, J. (2017): *A Distributed Ledger for Supply Chain Physical Distribution Visibility*. In: Information, 8 (4), 137–155.

Wu, I.-L.; Chuang, C.-H.; Hsu, C.-H. (2014): *Information sharing and collaborative behaviors in enabling supply chain performance: A social exchange perspective*. In: International Journal of Production Economics, 148, 122–132.

Wu, L.; Yue, X.; Jin, A.; Yen, D. C. (2016): *Smart supply chain management: a review and implications for future research*. In: The international journal of logistics management, 27 (2), 395–417.

Xu, X.; Lu, Q.; Liu, Y.; Zhu, L.; Yao, H.; Vasilakos, A. V. (2019a): *Designing blockchain-based applications a case study for imported product traceability*. In: Future Generation Computer Systems, 92, 399–406.

Xu, X.; Pautasso, C.; Zhu, L.; Gramoli, V.; Ponomarev, A.; Tran, A. B.; Chen, S. (2016): *The Blockchain as a Software Connector*. In: First Workshop on Qualitative Reasoning about Software Architectures. Conference Publishing Services, IEEE Computer Society. Venice, Italy. Los Alamitos, California, Washington, Tokyo, 182–191.

Xu, X.; Weber, I.; Staples, M. (2019b): *Architecture for blockchain applications*, Springer.

Xu, X.; Weber, I.; Staples, M.; Zhu, L.; Bosch, J.; Bass, L. et al. (2017): *A Taxonomy of Blockchain-Based Systems for Architecture Design*. In: 2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA). Conference Publishing Services, IEEE Computer Society. Gothenburg, Sweden, 243–252.

Yan, J.; Guo, Y.; Schatzberg, L. (2012): *Coordination mechanism of IT service supply chain: an economic perspective*. In: Electronic Markets, 22 (2), 95–103.

Yan, J.; Xin, S.; Liu, Q.; Xu, W.; Yang, L.; Fan, L. et al. (2014): *Intelligent Supply Chain Integration and Management Based on Cloud of Things*. In: International Journal of Distributed Sensor Networks, 10 (3), 1–15.

Yang, Y.; Huisman, W.; Hettinga, K. A.; Liu, N.; Heck, J.; Schrijver, G. H. et al. (2019): *Fraud vulnerability in the Dutch milk supply chain: Assessments of farmers, processors and retailers*. In: Food control, 95, 308–317.

Yanovich, Y.; Shiyanov, I.; Myaldzin, T.; Prokhorov, I.; Korepanova, D.; Vorobyov, S. (2018): *Blockchain-Based Supply Chain for Postage Stamps*. In: Informatics, 5 (4), 2–9.

Yuan, H.; Qiu, H.; Bi, Y.; Chang, S.-H.; Lam, A. (2019): *Analysis of coordination mechanism of supply chain management information system from the perspective of block chain*. In: Information Systems and e-Business Management, 2 (1), 49–72.

Zachariadis, M.; Hileman, G.; Scott, S. V. (2019): *Governance and control in distributed ledgers: Understanding the challenges facing blockchain technology in financial services*. In: Information and Organization, 29 (2), 105–117.

Zamani, E. D.; Giaglis, G. M. (2018): *With a little help from the miners: distributed ledger technology and market disintermediation*. In: Industrial Management & Data Systems, 118 (3), 637–652.

Zentes, J.; Swoboda, B.; Morschett, D. (2005): *Entwicklung der Forschung und Kurzabriss*. In: Joachim Zentes (Hrsg.): Kooperationen, Allianzen und Netzwerke. Springer. Heidelberg, 3–52.

Zhang, F.; Cecchetti, E.; Croman, K.; Juels, A.; Shi, E. (2016): *Town Crier*. In: Edgar Weippl (Hrsg.): Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. ACM. Vienna, Austria. New York, NY, 270–282.

Zhang, K.; Jacobsen, H.-A. (2018): *Towards Dependable, Scalable, and Pervasive Distributed Ledgers with Blockchains*. In: 2018 IEEE 38th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS). IEEE. Piscataway, NJ, 1337–1346.

Zhao, G.; Liu, S.; Lopez, C.; Lu, H.; Elgueta, S.; Chen, H.; Boshkoska, B. M. (2019): *Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions*. In: Computers in Industry, 109, 83–99.

Zheng, Z.; Xie, S.; Dai, H.; Chen, X.; Wang, H. (2017): *An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends*. In: 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress). IEEE. Honolulu, HI, USA, 557–564.

Zheng, Z.; Xie, S.; Dai, H. N.; Chen, X.; Wang, H. (2018): *Blockchain challenges and opportunities: a survey*. In: International Journal of Web and Grid Services, 14 (4), 352-377.

Zyskind, G.; Nathan, O.; Pentland, A. 'S.' (2015): *Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data*. In: 2015 IEEE Security and Privacy Workshops (SPW). IEEE. San Jose, CA. Piscataway, NJ, 180–184.

Anhang A – Literaturanalyse

Tabelle 17: Suchausdruck, Einschränkungen und Umfang der erhobenen Literaturanalyse durch die verschiedenen Datenbanken (Anhang)

Datenbank	*Suchausdruck*	*Einschränkung*
ScienceDirect	(“supply chain” OR “supply network” OR “value chain” OR “value web” OR “supply-chain”) AND (blockchain OR “distributed ledger”) AND (platform OR ecosystem OR “eco system” OR "service platform" OR "PaaS" OR "platform as a service")	Review articles & Research articles Veröffentlichungen ab 2008
AISeL	(“supply chain” OR “supply network” OR “value chain” OR “value web” OR “supply-chain”) AND (blockchain OR “distributed ledger”) AND (platform OR ecosystem OR “eco system” OR "service platform" OR "PaaS" OR "platform as a Service")	Journal & Conference Veröffentlichungen ab 2008
EmeraldInsight	[[Anywhere: "supply chain"] OR [Anywhere: "supply network"] OR [Anywhere: "value chain"] OR [Anywhere: "value web"] OR [Anywhere: "supply-chain"]] AND [[Anywhere: blockchain] OR [Anywhere: "distributed ledger"]] AND [[Anywhere: platform] OR [Anywhere: ecosystem] OR [Anywhere: "eco system"] OR [Anywhere: "service platform"] OR [Anywhere: "paas"] OR [Anywhere: "platform as a service"]]	Veröffentlichungen ab 2008
Taylor & Francis Online	[[All: "supply chain"] OR [All: "supply network"] OR [All: "value chain"] OR [All: "value web"] OR [All: "supply-chain"]] AND [[All: blockchain] OR [All: "distributed ledger"]] AND [[All: platform] OR [All: ecosystem] OR [All: "eco system"] OR [All: "service platform"] OR [All: "paas"] OR [All: "platform as a service"]]	Veröffentlichungen ab 2008
IEEE Xplore	(“supply chain” OR “supply network” OR “value chain” OR “value web” OR “supply-chain”) AND (blockchain OR “distributed ledger”) AND (platform OR ecosystem OR “eco system” OR "service platform" OR "PaaS" OR "platform as a service"OR "blockchain as a service" OR "baas")	Conferences & Journals and Magazines Veröffentlichungen ab 2008
EBSCOhost	(“supply chain” OR “supply network” OR “value chain” OR “value web” OR “supply-chain”) AND (blockchain OR “distributed ledger”) AND (platform OR ecosystem OR “eco system” OR "service platform" OR "PaaS" OR "platform as a service")	Journals & Academic Journals & Magazine Veröffentlichungen ab 2008
ACM Digital Library	((recordAbstract:supply-chain OR acmdlTitle:supply-chain OR keywords.author.keyword:supply-chain) OR ((recordAbstract:supply OR acmdlTitle:supply OR keywords.author.keyword:supply) AND (recordAbstract:chain OR acmdlTitle:chain OR keywords.author.keyword:chain)) OR ((recordAbstract:supply OR acmdlTitle:supply OR keywords.author.keyword:supply) AND (recordAbstract:network OR acmdlTitle:network OR keywords.author.keyword:network)) OR ((recordAbstract:value OR acmdlTitle:value OR keywords.author.keyword:value) AND (recordAbstract:chain OR acmdlTitle:chain OR keywords.author.keyword:chain)) OR ((recordAbstract:value OR acmdlTitle:value OR keywords.author.keyword:value) AND (recordAbstract:web OR acmdlTitle:web OR keywords.author.keyword:web))) AND ((recordAbstract:blockchain OR acmdlTitle:blockchain OR keywords.author.keyword:blockchain) OR ((recordAbstract:distributed OR acmdlTitle:distributed OR keywords.author.keyword:distributed) AND (recordAbstract:ledger OR acmdlTitle:ledger OR keywords.author.keyword:ledger))) AND (((recordAbstract:platform OR recordAbstract:ecosystem OR	Veröffentlichungen ab 2008

	recordAbstract:PaaS OR recordAbstract:baas) OR (acmdlTitle:platform OR acmdlTitle:ecosystem OR acmdlTitle:PaaS OR acmdlTitle:baas) OR (keywords.author.keyword:platform OR keywords.author.keyword:ecosystem OR keywords.author.keyword:PaaS OR keywords.author.keyword:baas)) OR ((recordAbstract:eco OR acmdlTitle:eco OR keywords.author.keyword:eco) AND (recordAbstract:system OR acmdlTitle:system OR keywords.author.keyword:system)) OR ((recordAbstract:service OR acmdlTitle:service OR keywords.author.keyword:service) AND (recordAbstract:platform OR acmdlTitle:platform OR keywords.author.keyword:platform)) OR ((recordAbstract:platform OR acmdlTitle:platform OR keywords.author.keyword:platform) AND (recordAbstract:as OR acmdlTitle:as OR keywords.author.keyword:as) AND (recordAbstract:a OR acmdlTitle:a OR keywords.author.keyword:a) AND (recordAbstract:service OR acmdlTitle:service OR keywords.author.keyword:service)) OR ((recordAbstract:blockchain OR acmdlTitle:blockchain OR keywords.author.keyword:blockchain) AND (recordAbstract:as OR acmdlTitle:as OR keywords.author.keyword:as) AND (recordAbstract:a OR acmdlTitle:a OR keywords.author.keyword:a) AND (recordAbstract:service OR acmdlTitle:service OR keywords.author.keyword:service)))	
Web of Science	ALL FIELDS: ("supply chain" OR "supply network" OR "value chain" OR "value web" OR "supply-chain") AND ALL FIELDS: (blockchain OR "distributed ledger") AND ALL FIELDS: (platform OR ecosystem OR “eco system” OR "service platform" OR "PaaS" OR "platform as a Service" OR "blockchain as a service" OR "baas")	Veröffentlichungen ab 2008

Tabelle 18: Verteilung von Beitragen innerhalb der Literaturanalyse (Anhang)

Publikation	Anzahl	VHB-Ranking*	H-index**
Hawaii International Conference on System Sciences	7	C	72
Future Generation Computer Systems	6	-	93
International Journal of Information Management	4	C	91
IEEE Access	4	-	56
Sensors	3	-	132
International Journal of Production Research	3	B	115
Industrial Management & Data Systems	3	-	88
Business & Information Systems Engineering	3	B	37
International Conference on Service Systems and Service Management	3	-	4
arXiv preprint	3	-	-
International Journal of Production Economics	2	B	155
ACM Conference on Computer and Communications Security	2	-	141
Computers in Industry	2	C	87
International journal of environmental research and public health	2	-	78
Journal of Network and Computer Applications	2	-	77
Business Horizons	2	C	67
Sustainability	2	-	53
Conference on Intelligent Transportation Systems	2	-	29
International Conference on Software Architecture (ICSA)	2	-	7
Technological Forecasting and Social Change	1	B	93
Computer Communications	1	-	91
Supply Chain Management: An International Journal	1	B	79
Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	1	-	78
Energies	1	-	64
Telecommunications Policy	1	C	60
Information and Organization	1	B	54
Computers & Electrical Engineering	1	-	49
Journal of Intelligent Information Systems	1	-	49
Telematics and Informatics	1	-	48
Procedia computer science	1	C	47
IT Professional	1	-	42
Information Systems and e-Business Management	1	C	31
MIS Quarterly Executive	1	B	30
Procedia Manufacturing	1	-	18
International Conference on Distributed Computing Systems	1	-	10
International Symposium on Service-Oriented System Engineering	1	-	9
Conference on Business Informatics	1	C	7
International Symposium on Network Computing and Application	1	-	7
International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis	1	-	5
Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management	1	-	5
Advances in Transdisciplinary Engineering	1	-	5
International Conference on Smart Cloud	1	-	5
International Computer Engineering Conference (ICENCO)	1	-	4
International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)	1	-	4
International Symposium on Parallel and Distributed Computing	1	-	4
International Conference on Engineering, Technology and Innovation	1	C	3
International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)	1	-	3
International Conference on e-Business Engineering	1	C	1
International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences	1	-	1
HCT Information Technology Trends	1	-	-
Crypto Valley Conference on Blockchain Technology	1	-	-
European Conference on ServiceOriented and Cloud Computing	1	-	-
Informatics	1	C	-
Information	1	-	-
International Conference on Computational Science/ Intelligence & Applied Informatics	1	-	-
International Conference on Computer Science and Application Engineering	1	-	-
International Conference on Internet of Things (iThings)	1	-	-
IT-Information Technology	1	-	-
Journal of Investment Compliance	1	-	-
Proceedings of International Conference on Blockchain Technology and Application	1	-	-
Proceedings of Multidisciplinary International Social Networks Conference	1	-	-
Proceedings of the International Conference on Omni-Layer Intelligent Systems	1	-	-
SMU Data Science Review	1	-	-
Software Quality Professional	1	-	-
Workshop on Blockchain-Enabled Networked Sensor Systems	1	-	-

* zugegriffen über https://vhbonline.org/vhb4you/jourqual/vhb-jourqual-3/gesamtliste/ am 07.07.2019
** zugegriffen über https://www.scimagojr.com/journalrank.php am 07.07.2019

Tabelle 19: Konzept-Matrix der Literaturanalyse nach Webster und Watson (2002, xviii) (Anhang)

Forschungsbeitrag	**Bereits umgesetzt**	**Proof of Concept**	**Theoretischer Use-Case**	**Teilaspekte**	**Literatur-analyse**	**Interview-Studie**	**Weitere**
Lacity (2018)	•	•					
Risius und Spohrer (2017)					•		
Notheisen et al. (2017)		•					
Baruffaldi und Sternberg (2018)			•			•	
Korpela et al. (2017)			•			•	
Albrecht et al. (2018)						•	
Seebacher und Maleshkova (2018)			•				
Salviotti et al. (2018)			•				
Glaser (2017)			•				
Hua et al. (2018)		•					
Leng et al. (2018)			•				
Kim und Laskowski (2018)		•					
Feng et al. (2019)				•			
Wang et al. (2019c)				•			
Min (2019)				•			
Chang et al. (2019)			•				
Casino et al. (2019)					•		
Tönnissen und Teuteberg (2019)				•	•		
Hughes et al. (2019)				•	•		
Kshetri (2018)					•		
Moin et al. (2019)			•		•		
Mandolla et al. (2019)		•					
Reyna et al. (2018)				•			
Makhdoom et al. (2019)				•			
Xu et al. (2019a)	•			•			
Nizamuddin et al. (2019)							
Wang et al. (2019a)						•	
Hassan et al. (2019)					•		
Li et al. (2018a)	•						
Angrish et al. (2018)		•					
Zhang und Jacobsen (2018)							•
Tian (2017)			•				
Hulea et al. (2018)				•			

Kuhi et al. (2018)		•					
Palm et al. (2018)		•					
Wang et al. (2018a)				•			
Li et al. (2018b)		•					
Weber et al. (2019)			•				
Ngamsuriyaroj et al. (2018)			•				
Nakashima und Aoyama (2017)			•				
Nasir et al. (2018)				•			
Cui und Idota (2018)				•			
Mann et al. (2018)				•			
Negka et al. (2019)				•			
Nikolakis et al. (2018)				•			
Zamani und Giaglis (2018)				•			
George et al. (2019)				•			
Wang et al. (2019b)					•		
Li et al. (2018c)			•				
Saberi et al. (2019)							•
Ivanov et al. (2019)							•
Xu et al. (2016)			•				
Kwak et al. (2019)					•		
Xu et al. (2017)							•
Tian (2017)				•			
Tian (2016)			•				
Bartoletti und Pompianu (2017)				•			
Chen et al. (2017)							•
Rückeshäuser (2017)				•			
van Engelenburg et al. (2019)				•			
Zhang et al. (2016)				•			
Eberhardt und Tai (2017)				•			
Koteska et al. (2017)				•			
Cash und Bassiouni (2018)		•					
Casado-Vara et al. (2018)		•					
Sidorov et al. (2019)				•			
Tsai et al. (2017)			•				
Madhwal und Panfilov (2017)		•					
Yang et al. (2019)		•					
Westerkamp et al. (2018)		•					
Wang et al. (2018b)				•			

Obour Agyekum et al. (2018)			•				
Lu et al. (2018)				•			
Rossi et al. (2019)			•				
Imeri und Khadraoui (2018)			•				
Perboli et al. (2018)			•				
Nakasumi (2017)			•				
Mao et al. (2018)			•				
Pustišek et al. (2019)		•					
Lin et al. (2019)				•			
Kamble et al. (2019)				•			
Huang et al. (2018)		•					
Hepp et al. (2018)				•			
Scott et al. (2018)				•			
Baralla et al.		•					
Hang und Kim (2019)				•			
Yanovich et al. (2018)			•				
Ko et al. (2018)			•				
Dobrovnik et al. (2018)							•
Rusinek et al. (2018)			•				
Kshetri und Loukoianova (2019)	•						
Behnke und Janssen (2019)							•
Yuan et al. (2019)					•		
Fernandez-Carames und Fraga-Lamas (2018)						•	
Litke et al. (2019)							•
Lu et al. (2019a)						•	
Sund und Lööf (2019)	•						

Anhang B – Experteninterviews

Anforderungserhebung für eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform

Datum und Uhrzeit:

Name der befragen Person:

Unternehmen:

Interviewer: Lukas-Valentin Herm

1

Teil A Allgemein:

Rahmen der Expertenbefragung

Kurze Vorstellung des Ziels und der Studie:

Ziel der folgenden Interviewstudie soll es sein, einen Einblick in die Praxis zu gewinnen, wie verschiedene Unternehmen in globalen Wertschöpfungsnetzwerken und damit mit unbekannten Kooperationspartnern interagieren. Ebenso sollen diese Unternehmen sowie Experten für die Blockchain-Technologie befragt werden, wie Sie sich eine Umsetzung einer Blockchain-Plattform und damit einer Kooperationsplattform innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerkes vorstellen. Aus den Antworten der befragten Personen werden anschließend Anforderungen für eine solche Plattform extrahiert und aufbereitet.

Aufzeigen der Rahmenbedingungen für diese Studie:

Um eine wissenschaftliche Auswertung des folgenden Gesprächs zu ermöglichen, werde ich das Gespräch aufzeichnen und anschließend methodisch auswerten. Natürlich werde ich diese Gespräche anonymisieren und für die Unternehmensnamen Pseudonyme verwenden. Dies gilt ebenso für die interviewte Person. Die erhobene Aufnahme wird nicht an Dritte weitergeleitet und nach dem Auswerten gelöscht.

Sind Sie damit einverstanden?

☐ Ja ☐ Nein

Im ersten Teil werde ich Ihnen allgemeine Fragen zu Ihrem Unternehmen sowie zu Ihnen stellen. Ebenso möchten wir Ihre Einschätzung zu aktuellen Problematiken innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken erfahren.

Anhand Ihrer Einschätzung, sowie ihrer Rolle als Teil dieser Plattform werde ich Ihnen, im zweiten Teil, spezifische Fragen stellen. Diese Fragen sind als semistrukturiertes Interview zu verstehen. Das heißt Sie werden gebeten frei auf diese Fragen zu antworten und auch gerne zusätzliche Gedanken in die Diskussion einfließen zu lassen. Auf Grund der Komplexität der zu behandelnden Thematik sind jedoch manche Fragen spezifischer gestellt.

2

Formale Fragen zu Person und Unternehmen
F 1.1: In welcher Branche ist Ihr Unternehmen tätig?
F 1.2: Welche Kernkompetenzen besitzt Ihr Unternehmen?
F 1.3: Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen?
F 1.4: Wie hoch war Ihr Umsatz im letzten Geschäftsjahr? ☐ < 1 Mio. € ☐ 1-2 Mio. € ☐ 2-10 Mio. € ☐ 10-50 Mio. € ☐ > 50 Mio. €
F 1.5: Wie lautet Ihre Berufsbezeichnung und wie lange sind sie in diesem Bereich tätig? _____ ☐ < 2 Jahre ☐ 2-5 Jahre ☐ 5-10 Jahre ☐ > 10 Jahre
F 1.6: Bewerten Sie diese Aussage: Ich habe mich bereits verstärkt mit der Blockchain-Thematik befasst. ☐ trifft nicht zu ☐ trifft eher nicht zu ☐ unsicher ☐ trifft eher zu ☐ trifft zu
F 1.7: Bewerten Sie diese Aussage: Ich verstehe die Anwendung von Wertschöpfungs-netzwerken durch Unternehmen sowie daraus resultierende Problematiken. ☐ trifft nicht zu ☐ trifft eher nicht zu ☐ unsicher ☐ trifft eher zu ☐ trifft zu

3

Vorbereitungsphase

F 2.1: Welche aktuellen Probleme sehen Sie bei internationalen Unternehmens-kooperationen?

F 2.2: Welche Potentiale sehen Sie durch den allgemeinen Einsatz der Blockchain-Technologie?

F 2.3: Wie würden Sie sich ein Wertschöpfungsnetzwerk basierend auf einer Blockchain-Plattform vorstellen? (Bevor Sie weiterlesen, bitte machen Sie sich zuerst eigene Gedanken über ein mögliches Szenario)

Abgleich und Erklärung einer beispielhaften Blockchain-basierten Kollaborationsplattform.

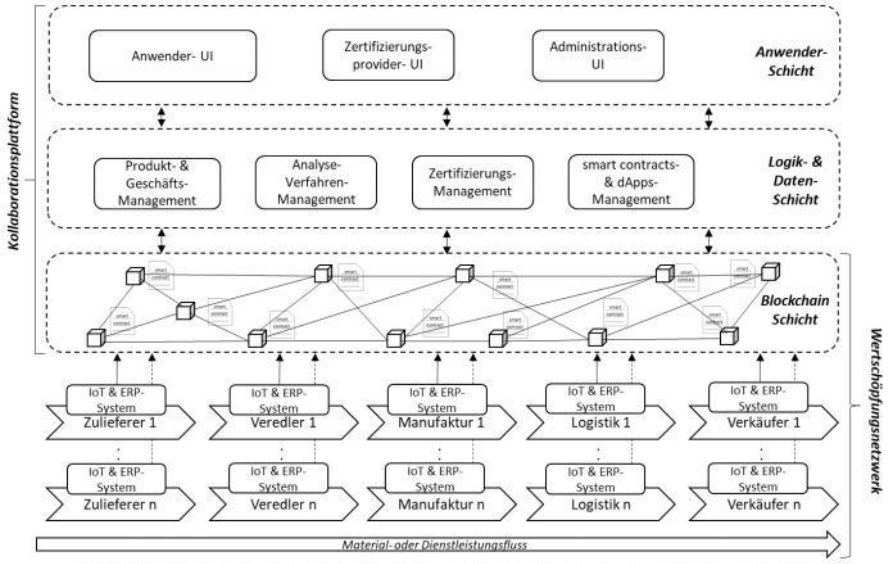


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung einer möglichen Kollaborationsplattform (Vgl. Kapitel 2.3.3)

Erklärung der beispielhaften Kollaborationsplattform

Auf Grund des hohen internationalen Wettbewerbs schließen sich Unternehmen global zusammen und bilden ein komplexes Wertschöpfungsnetzwerk. Jedes dieser Unternehmen wird Teil eines Produktions- bzw.- Wertschöpfungsprozesses (z.B. Zulieferer von Rohstoffen, Veredler von Produkten etc.) und kann sich somit auf Kernkompetenzen spezialisieren.

4

Diese Eingliederung eines Unternehmens in ein internationales und unübersichtliches Wertschöpfungsnetzwerk kann jedoch auch Abhängigkeiten erzeugen und damit Problemen bei der Erstellung von Leistungen bedeuten.

Um eine unwiderrufliche Speicherung von Transaktionen, Zertifikaten und Produktionsdaten zu ermöglichen eignet sich die Blockchain-Technologie, welche sich durch ihre verteilten Hauptbücher auszeichnet. Diese Dezentralität erzeugt eine Fälschungssicherheit, Transparenz für alle Teilnehmer sowie Rückverfolgbarkeit. Zusätzlich können durch sogenannte smart contracts eine automatisierte Ausführung von Aktionen (nicht nur bei rechtlichen Verträgen), initiiert durch zuvor definierte Rahmenbedingungen, entwickelt werden.

Anhand der Eigenschaften der Blockchain sowie von smart contracts kann innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes auf verschiedene Intermediäre verzichtet werden. Ebenso ermöglicht die Transparenz und unmittelbare Rückverfolgbarkeit von Aktivitäten innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes neue Analyse- und Optimierungspotentiale z.B. im Risikomanagement, welche durch User Interfaces (UI) für Anwender zur Verfügung gestellt werden.

In diesem verallgemeinerten Beispiel sind vier verschiedene Anspruchsgruppen zu identifizieren. Die Anwender, welche Teil eines Wertschöpfungsnetzwerkes sind oder die Plattform nutzen. Der Plattform-Provider, welcher u.a. für den Aufbau der Infrastruktur der verschiedenen Schichten sowie Definition von Datenaustausch-Standards zuständig ist. Der Dienstleistungs-Provider, welcher z.B. die Entwicklung von smart contracts oder verschiedener Analyse-Verfahren übernimmt. Sowie die letzte Anspruchsgruppe die Zertifizierungsprovider, welche Qualitätsprüfungen z.B. von Produktionsanlagen oder Produktchargen vornehmen und damit Transaktionen und Produktionsschritte der Wertschöpfungspartner persistent validieren können.

F 2.4: Wenn Sie dieses Szenario betrachten: In welcher Rolle würden Sie sich sehen? (Mehrfachauswahl möglich)

☐	☐	☐	☐
Anwender	Plattform-Provider	Dienstleistungs-Provider	Zertifizierungs-Provider

5

Teil B Fragen zur Gestaltung einer Kollaborationsplattform

Anwender

(nur befragen, wenn Antwort aus F2.4 passend)

6

1.1 Potentiale durch die Blockchain-Technologie
Die Blockchain zeichnet sich durch verschiedene Eigenschaften aus, diese wären z. B. die Unveränderlichkeit, die unmittelbare Rückverfolgbarkeit und die automatische Ausführung durch smart contracts. Folgende Fragen ergeben sich zu dem Punkt der Rückverfolgbarkeit. **F 3.1:** Welche Auswertungsmöglichkeiten bzw. Echtzeit Analyse-Verfahren wären in diesem Kontext für Sie relevant? Diskussion: Methoden zur Analyse von Geschäfts- oder Produktions-Prozessen, Vorhersage von Lieferzeitpunkten. **F 3.2:** Welche Daten und Informationen müssen für die genannten Anwendungsmöglichkeiten bereitgestellt werden? Diskussion: Rechtliche Grundlagen für Datenaustausch. **F 3.3:** Welche messbaren Anforderungen haben Sie an diese Auswertungsmöglichkeiten? Diskussion: Geschwindigkeit des Datenzugriffes, Konsensbildung bei Blockgenerierung, Verfügbarkeit der Plattform, Umfang der Transaktionen innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke.
Die Blockchain-Technologie ermöglicht eine transparente und unwiderrufliche Speicherung von Transaktionen und Ereignissen. **F 3.4:** Welche Anwendungsmöglichkeiten würden sich hierdurch für Sie ergeben? Diskussion: Entwicklung von Prozessplänen zur Analyse und Optimierung von Prozessen.
Die Blockchain-Technologie ermöglicht es automatische Ausführungen von Transaktionen oder Handlungen durch smart contracts. **F 3.5:** Welche Art von Anwendungen würden Sie gerne durch smart contracts, auf dieser Plattform, automatisiert ausführen lassen? Diskussion: Daten außerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke – Stichwort oracles, **(F 3.6):** Würden Sie die Entwicklung von Smart Contracts gerne eigenständig oder in Zusammenarbeit mit einem Experten wie einem Dienstleistungs-Provider vornehmen?

7

1.2 Externe Parteien wie Zertifizierungspartner
Die Blockchain-Technologie ermöglicht eine persistente und fälschungssichere Speicherung von Daten zur Verhinderung von nachgelagerten Betrugsversuchen durch Dokumentenfälschung oder Vertuschung. Ein Ansatz, um Daten schon vor der Speicherung auf der Blockchain auf Korrektheit zu prüfen kann der Einsatz von Zertifizierungsprovider sein. **F 3.7:** Haben Sie bisher Zertifizierungspartner in Ihren Wertschöpfungsnetzwerken eingesetzt und in welchem Umfang? Diskussion: Bestehende wieder in Plattform integrieren.
F 3.8: Falls Sie gerne noch mit anderen externen Parteien auf dieser Plattform zusammenarbeiten, welche nicht unmittelbar an wertschöpfenden Prozessen teilnehmen oder in dieser Studie bisher keine Erwähnung gefunden haben, welche wären das?

1.3 Datenschutz
Bei der Implementierung der Blockchain-basierten Kollaborationsplattform sind alle Kooperationspartner verpflichtet permanent Daten aus wertschöpfenden Prozessen in die Blockchain zu schreiben. **F 3.9:** Wie sehen Sie diese Tatsache? – Wären Sie generell bereit Daten mit (möglichen und damit bisher unbekannten) Kooperationspartnern, auf der Blockchain, zu teilen und in welcher Form? Diskussion: Datensicherung, DSGVO, industrielle und rechtliche Normen, Datentransparenz innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke.

1.4 Kryptowährung und Tokens
F 3.10: Wollen Sie die Plattform nur zur Speicherung und Ausführung von Transaktionen nutzen oder soll auch eine Verwaltung von Vermögenswerten in Form von Kryptowährungen oder Tokens eingesetzt werden und falls ja wie? Diskussion: Art der Umsetzung, regulatorische Auflagen bei der Umsetzung.

8

1.5 Datenstruktur und Datenaustausch
Die Verknüpfung der firmeninterne ERP-Systeme zur dezentralen Speicherung ist essentiell, um auch alle internen geschehenen Transaktionen im Wertschöpfungsnetzwerk zu speichern. **F 3.11:** Welches ERP-System nutzen Sie und wie schätzen Sie die Erweiterbarkeit Ihres ERP-Systems durch Schnittstellenintegration ein? **F 3.12:** Nutzen Sie bereits eBusiness-Standards innerhalb ihres ERP-Systems und wie sehen diese aus? Diskussion: Identifikation, Klassifikation, Katalogisierung, Transaktion und Prozess – Kategorien; Integration von Standards:
F 3.13: Welche Datenaustausch-Formate nutzen Sie bei der Überwachung Ihrer Produktionsschritte z.B. bei der eingesetzten Sensorik? Diskussion: Datenaustausch mit Zulieferer.

1.6 User Interface
F 3.14: Welche Anforderung haben Sie an die Usern-Interfaces der Plattform? Diskussion: Welche Anwendungsgeräte, Corporate-Design?

9

Plattform-Provider

(nur befragen, wenn Antwort aus F2.4 passend)

10

2.1 Auswahl der Blockchain-Implementierung
F. 4.1: Welche Form der Blockchain (public, private oder Konsortium) würden Sie für das dargestellte Szenario in Betracht ziehen und warum?
Bei der Wahl der Implementierung gibt es verschiedene Formen. **F 4.2:** Auf welche Lösung für eine Blockchain soll zugegriffen werden? Begründen Sie bitte Ihre Antwort. Diskussion: Umsetzungsart, Konsens-Algorithmen, Knoteneinbindung, IoT.

2.2 smart contracts
F 4.3: Wie kann die Entwicklung dieser smart contracts innerhalb der Plattform vorgenommen und unterstützt werden? Diskussion: Nicht technische Entwickler, Contract Factory.
F 4.4: Welche Mechanismen sind für die spätere Verwaltung notwendig? Diskussion: Maßnahmen Verwaltung und Veränderungen.
F 4.5: Für manche Smart Contracts-Ausführungen ist es notwendig Daten über die Außenwelt in die Blockchain zu schreiben (oder umgekehrt). Wie soll die Implementierung dieser (Oracles) vorgenommen werden? Diskussion: Vertrauen in Quellen, Art der eingesetzten Oracles, Frameworks für Oracles.

2.3 Anforderungen an die Datenspeicherung
F 4.6: Welche Art der Datenspeicherung soll bei der Betrachtung von großen Datenmengen in Wertschöpfungsnetzwerken zurückgegriffen werden? Diskussion: on-chain/off-chain, Festlegung von relevanten Daten, Einsatz von Cloud-Lösungen.

11

2.4 Datenaustausch-Standards
F 4.7: Wie könnte ein eStandard für den einheitlichen Datenaustausch auf einer Blockchain aussehen?
F 4.8: Welche Datenaustausch-Formate soll die Schnittstelle zur Speicherung von Sensorwerten, aus z.B. Produktionsprozessen, verarbeiten können? Diskussion: Datenqualität, Restriktionen bei Transaktionen, Übertragungsstandards, Trade-Off zwischen Sicherheit und Kapazität.

2.5 Anforderungen an die Rechteverwaltung
(falls Antwort auf F 4.1 private- oder Konsortium- Blockchain lautet) Eine private bzw. Konsortial-Blockchain zeichnet sich durch die geregelte Zulassung von Benutzern und Unternehmen aus. **F 4.9:** Wie soll diese Rechte-Verwaltung vorgenommen werden? Diskussion: Komponenten in der Rechte-Verwaltung, staatliche Regulatoren.
Durch die Handhabung von Public/Private Keys kann die Verifizierung von empfindlichen Daten durchgeführt werden. **F 4.10:** Wie wird mit dem Verlust des private Keys eines Anwenders umgegangen? Diskussion: Mechanismen gegen den Verlust.
(falls Antwort auf F 4.1 private- oder Konsortium- Blockchain lautet) **F 4.11:** Die Speicherung und Verwaltung der Zugriffsrechte für die Plattform soll ebenfalls durch ein dezentrales System umgesetzt werden? Diskussion: single point of failture.

12

2.6 Entwicklung von User-Interfaces
F 4.12: Welche Maßnahmen und Logiken müssen in den User Interfaces implementiert werden, um manuelle Falscheingaben durch Anwender zu verhindern oder frühzeitig zu korrigieren? Diskussion: Verzögerte Speicherung. **F 4.13:** Wie kann eine hohe Verfügbarkeit der Plattform/Interfaces garantiert werden? Diskussion: KPI's, Verfügbarkeit.

2.8 Weitere Aspekte
F 4.14: Sehen Sie noch weitere notwendige Aspekte zur Entwicklung der Plattform, welche bisher noch nicht betrachtet wurden?

13

Zertifizierungs-Provider

(nur befragen, wenn Antwort aus F2.4 passend)

14

F 5.1: Wie sieht für Sie ein mögliches Einsatzszenario als Zertifizierungsprovider innerhalb einer Blockchain aus und wie verändern sich die bisherigen Tätigkeiten im Vergleich zu zuvor?
F 5.2: Welche Anforderungen haben Sie an die Plattform zur Ausstellung und Speicherung von einzelnen Zertifikaten?
F 5.3: Welche Form und Umfang weisen Ihre Zertifikate auf? <u>Diskussion</u>: Sensorik, Maschinen und Prozesse?
F 5.4: Halten Sie es für notwendig und sinnvoll alle Originaldokumente in der Blockchain zu speichern?
F 5.5: Falls Sie als Zertifizierungsprovider smart contracts oder oracles, in die Blockchain integrieren wollen - Wie würde diese aussehen bzw. welche Aufgaben hätten diese?
F 5.6: Sehen Sie noch weitere notwendige Aspekte zur Nutzung der Plattform, welche bisher noch nicht betrachtet wurden?

15

Dienstleistungs-Provider

(nur befragen, wenn Antwort aus F2.4 passend)

16

4.1 smart contracts, dApps und Anwendungen
F 6.1: Sollen zusätzliche Unterstützungen in Form von Templates und Verwaltungshilfen für die Entwicklung und Verwaltung von smart contracts zur Verfügung gestellt werden und falls ja wie sehen solche Unterstützungen aus? Diskussion: Als Service für Anwender und Dienstleistungs-Provider.
F 6.2: Wie kann sichergestellt werden, dass die Interessen aller betroffenen Parteien bei der Gestaltung und Entwicklung von smart contracts berücksichtigt werden? Diskussion: MultiSign-Contract, Infrastruktur und Module für nichttechnische Anwender.
F 6.3: Falls Anwender neue Auswertungsmöglichkeiten von, auf der Blockchain gespeicherten, Prozessen oder Transaktionen in User-Interfaces implementiert haben wollen: Wie soll die Entwicklung dieser Auswertungsmöglichkeiten ablaufen? Beschreiben Sie bitte auch die dazu notwendigen Komponenten. Diskussion: Kundenauftrag/ Marktplatz/ App Store Prinzip; Bereitstellung Cloud/Web Service.
F 6.4: Gibt es Analyseverfahren oder Smart Contracts zur Auswertung von Produktions- und Transaktionsdaten, welche auf der Blockchain gespeichert werden, die Sie den Anwendern, im Rahmen einer Kollaborationsplattform, standardmäßig zur Verfügung stellen wollen? Diskussion: Datentypen, Service-Bündel.

4.2 Rechteverwaltung (private & Konsortium)
F 6.5: Beschreiben Sie bitte den Prozess, wie neue Unternehmen der Plattform hinzugefügt werden können. Diskussion: Rechtliche Aspekte Betrachtung, Funktionen für Überprüfungen z.B. Kartellprüfungen.

17

F 6.6: Welche technischen Unterstützungen sind notwendig, um die Verwaltung von neuen oder verlorenen Schlüsselpaaren zu ermöglichen? Diskussion: Mechanismen gegen den Verlust.
F 6.7: Wie sollen die Zugriffsrechte der Anwender gespeichert und vor externem Missbrauch geschützt werden? Diskussion: Externe Vertrauensperson, interne Maßnahmen.

4.3 Weitere Aufgaben
F 6.8: Sehen Sie noch weitere Aufgaben und Tätigkeiten die Sie als Dienstleistungs-Provider übernehmen würden?

18

Anhang C – Fragebogen zur Validierung und Priorisierung der Anforderungen

Priorisierung sowie Prüfung der Anforderung für eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform

1

Kurze Vorstellung der Studie sowie deren Ziel

Ziel dieser Umfrage ist die Priorisierung sowie Überprüfung der erhobenen Anforderungen für eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform. Diese Studie wird durchgeführt, um alle Interessen der befragten Personen bei dieser Anforderungsanalyse vollständig zu berücksichtigen. Die Anforderungen wurden durch eine zwischen Mai und Juni 2019 durchgeführten Interviewstudie sowie einer Literaturanalyse erstellt. Hierbei konnten 45 Anforderungen an eine Blockchain-basierte Kollaborationsplattform identifiziert werden.
Bei der Anforderungspriorisierung sollen die befragten Personen selbstständig für jede Anforderung eine Einordnung vornehmen. Hierfür stehen vier verschiedene Auswahlfelder zur Verfügung. Die befragten Personen sollen dabei nur eine der vier Auswahlfelder auswählen. Die vier verschiedenen Auswahlfelder werden im Folgenden beschrieben:

- *Muss* – Die Person hält es für notwendig, dass die Kollaborationsplattform u.a. anhand der genannten Anforderung umgesetzt wird.
- *Wunsch* – Die genannte Anforderung kann aber muss nicht in der Kollaborationsplattform umgesetzt werden.
- *Abgrenzung* – Die genannte Anforderung soll nicht in der Kollaborationsplattform umgesetzt werden.
- *Keine Einordnung* – Die befragte Person kann keine Aussage zu der Priorisierung dieser Anforderung treffen.

Sollten Sie Änderungswünsche für die genannten Anforderungen haben, können Sie ihren Änderungsvorschlag über das Freitextfeld unterhalb der Spalte „Änderungsvorschlag" der jeweiligen Anforderung beschreiben.

Informationen über die befragten Personen werden vertraulich behandelt und nicht an Dritte weitergegeben. Ebenso werden für die Auswertung der Fragebögen diese Informationen durch Pseudonyme ersetzt. Der Bearbeitungsumfang beträgt ca. 30 Minuten.

Eckdaten zu der befragten Person

Name der befragten Person:				
Beruf der befragten Person:				
Bewerten Sie diese Aussage: Ich habe mich bereits verstärkt mit der Blockchain-Thematik befasst.				
☐ trifft nicht zu	☐ trifft eher nicht zu	☐ unsicher	☐ trifft eher zu	☐ trifft zu
Bewerten Sie diese Aussage: Ich verstehe die Anwendung von Wertschöpfungsnetzwerken durch Unternehmen sowie daraus resultierende Problematiken.				
☐ trifft nicht zu	☐ trifft eher nicht zu	☐ unsicher	☐ trifft eher zu	☐ trifft zu

2

Priorisierung und Prüfung der Anforderungen

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ1: Für die Kollaborationsplattform muss eine Implementierung in Form einer Konsortial- Blockchain erfolgen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ2: Die Softwareimplementierung der Blockchain muss anhand von Hyperledger Fabric erfolgen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ3: Alle Anwender müssen an dem Prozess der Blockvalidierung teilnehmen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ4: Bei der Wahl des Konsens-Algorithmus muss ein Verfahren gewählt werden, das eine gleichmäßige Verteilung der Blockvalidierung auf alle Anwender der Kollaborationsplattform ermöglicht.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ5: Beteiligte Unternehmen in der Kollaborations-plattform müssen die Möglichkeit haben, die Validierung von Blöcken auf der Blockchain in Form einer kontinuierlichen Dienstleistung an Dienstleistungs-provider auszulagern.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

3

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ6: Auf Grund der langfristigen Skalierbarkeit der Plattform, dürfen nur Datensätze auf der Blockchain gespeichert werden, die für die unmittelbare Rückverfolgbarkeit von Ergebnissen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken notwendig sind. Die Definition der betroffenen Daten wird pro angewendetem Anwendungsszenario in Zusammenarbeit mit den zugehörigen Anwendern bestimmt.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ7: Daten, welche nicht auf der Blockchain gespeichert werden, sollen durch die Generierung von Prüfsummen auf ihre Unveränderlichkeit überprüft werden können. Die Speicherung der Prüfsumme erfolgt auf der Blockchain.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ8: Für die Speicherung von Daten außerhalb der Blockchain müssen Cloud-Lösungen eingesetzt werden, welche eine permanente Verfügbarkeit der Daten für die Anwender ermöglichen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ9: Für die Speicherung von Daten außerhalb der Blockchain müssen Cloud-Lösungen eingesetzt werden, die den Datenschutzansprüchen der Anwender genügen. Die Ansprüche müssen individuell mit allen Anwendern abgeglichen werden.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

4

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ10: Für den Austausch von Transaktionsdaten zwischen verschiedenen ERP-Systemen sowie Unternehmen muss ein gemeinsames Datenformat festgelegt werden.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ11: Eine Adaption muss durch die Anwender erfolgen, um Transaktionen mittels der Blockchain zwischen den verschiedenen ERP-Systemen austauschen zu können.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ12: Für einen standardisierten und automatisierten Austausch von Sensordaten muss die Plattform die Dateiformate JSON sowie XML unterstützen können.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ13: Für die standardisierte und automatisierte Speicherung von Produktionsdaten auf der Blockchain muss die Kollaborationsplattform eine Schnittstelle zur Verfügung stellen, die den Datenaustauschstandard OPC-UA unterstützt.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

5

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ14: Es dürfen keine personenbezogenen Daten sowie die Prüfsummen von diesen personenbezogenen Daten auf der Blockchain gespeichert werden.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ15: Auf der Plattform muss ein mehrstufiges Rechtesystem für die Blockchain implementiert werden. Anhand dieses Rechtesystems werden die Lese- und Schreib-Rechte verschiedener Anwender festgelegt. Die Anzahl der Stufen sowie deren Abgrenzung muss durch eine weitere Evaluierung, mit den Anwendern, vorgenommen werden.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ16: Das implementierte Rechtesystem muss die Möglichkeit bieten, dass definierte Transaktionen sowie Daten nur für bestimmte Plattformteilnehmer sichtbar sind.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ17: Die Kollaborationsplattform muss staatlichen Organisationen zur Betrugsüberprüfung Lesezugriff auf alle in der Blockchain gespeicherten Daten bieten.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

6

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ18: Die Zulassung sowie das Entfernen von Anwendern innerhalb der Kollaborationsplattform muss durch Administratoren durchgeführt werden. Diese Aufgabe wird durch Dienstleistungsprovider wahrgenommen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ19: Die Zulassung oder der Ausschluss darf nicht nur durch einen Administrator durchgeführt werden. Alle Administratoren auf der Plattform müssen durch ein Mehrheits-Votum dem Vorgang zustimmen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ20: Vor der Zulassung eines Anwenders auf die Plattform muss eine Überprüfung erfolgen. Dies soll zum einen auf Basis von betriebswirtschaftlichen Faktoren nach dem „Know-Your-Customer"-Prinzip und zum anderen durch Überprüfungen auf Erfüllung von technischen Anforderungen für die Kollaborations-plattform erfolgen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ21: Um den Verlust von Public/Private-Schlüsselpaaren durch Anwender entgegen zu wirken, ist es notwendig Handlungsempfehlungen für diese zu entwickeln.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

7

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ22: Die Entwicklung von smart contracts muss sowohl durch die Anwender als auch durch Dienstleistungsprovider möglich sein.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ23: Die Dienstleistungsprovider können die Entwicklung von smart contracts für die Anwender als Dienstleistung anbieten.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ24: Für die Entwicklung von smart contracts müssen konfigurierbare und branchenspezifische Vorlagen angeboten werden. Diese Vorlagen sollen den Entwicklern durch Tipps und Anleitungen, interaktiv eingebettet in die Vorlage, unterstützen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ25: Anhand von grafischen Modellierungswerkzeugen müssen smart contracts modular und sequentiell entwickelt werden können.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ26: Die Vorlagen müssen die regulatorische und branchenspezifische Anforderungen erfüllen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

8

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ27: Die Vorlagen müssen durch Web-Schnittstellen auf der Plattform adressierbar sein.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ28: Jeder smart contract muss durch die Darstellung des Quellcodes sowie des zugehörigen Pseudocodes nachvollziehbar sein.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ29: Für jeden smart contract müssen zeitliche Gültigkeitsbereiche für dessen Ausführung definiert werden.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ30: Zur Anzeige von aktuell aktiven smart contracts muss eine Implementierung einer nachvollziehbaren und transparenten Darstellung erfolgen. Die Darstellung muss einen Überblick über unmittelbare Aktivitäten von smart contracts sowie deren Beziehungen zu weiteren smart contracts und Teilnehmer der Kollaborationsplattform bieten.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

9

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ31: Quellen, welche Informationen für oracles auf der Kollaborationsplattform zur Verfügung stellen, müssen zertifiziert sein.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ32: Die Kollaborationsplattform muss einen digitalen Marktplatz für smart contracts, Servicebündel oder weiteren Dienstleistungen für die Anwender zur Verfügung stellen. Die Entwicklung der Leistungen erfolgt durch die Dienstleistungsprovider.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ33: Anhand von Suchfunktionen sollen Anwender nach Dienstleistungen und Anbieter auf dem digitalen Marktplatz gezielt suchen können.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ34: Die Anwender sollen branchenspezifische Dienstleistungen über den digitalen Marktplatz der Kollaborationsplattform vorgeschlagen bekommen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

10

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ35: Mittels einer Kommunikationsschnittstelle sollen Anwender und Dienstleistungsprovider eine individuelle Anpassung von bestehenden Dienstleistungen oder der Beauftragung von neuen Dienstleistungen vornehmen können.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ36: Die Kollaborationsplattform muss eine Bezahlung von Dienstleistungen sowie zur Abwicklung von automatisierten Transaktionen durch ein Token-System ermöglichen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ37: Die Kollaborationsplattform muss die Möglichkeit bieten, Tokens wieder in traditionelle Währungen wie Euro und Dollar umzutauschen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ38: Neben dem Einsatz von Tokens sollen auch traditionelle Bezahlmethoden wie Banküberweisung und Schecks zum Bezahlen auf der Kollaborationsplattform bestehen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

11

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ39: Auf der Kollaborationsplattform müssen Zertifizierungsstellen eingesetzt werden, welche die Überprüfung von Produkten, Produktchargen sowie eingesetzter Sensorik vornehmen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ40: Zertifizierungsstellen müssen die Überprüfung von smart contracts und oracles, auf Basis von Zertifikaten, durchführen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ41: Die entwickelten User-Interfaces soll auf der Beschreibungssprache HTML basieren, um verschiedenen Anwendungsgeräten wie PC, Smartphone oder Tablet einen Zugriff zu ermöglichen.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ42: Alle implementierten User-Interfaces sollen zu mindestens 99 Prozent der Zeit verfügbar sein.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ43: Eine Abfrage innerhalb des User-Interfaces darf nicht länger als 10 Sekunden dauern. Bei internationalen Abfragen hingegen maximal 2 Minuten.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

12

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ44: Um manuelle Falscheingaben durch Anwender zu reduzieren müssen automatisierte Plausibilitäts-prüfungen der Eingaben in den User-Interfaces erfolgen. Die Definition der Plausibilitätsprüfungen erfolgt in Zusammenarbeit mit den Anwendern der Kollaborationsplattform.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

Anforderung:	*Muss*	*Wunsch*	*Abgrenzung*	*Keine Einordnung*
REQ45: Es müssen Schulungen zu der Blockchain-Thematik sowie der Benutzung der Kollaborations-plattform angeboten werden.	☐	☐	☐	☐
Änderungsvorschlag:				

13