

# Einführungskonzepte für Distributed-Ledger-Anwendungen in der Industrie 4.0

## Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science (M.Sc.)“ im Studiengang Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover.

vorgelegt von

Name: Jahn Vorname: Wilhelm Georg Nathanael



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Bullay, den 28.09.2018

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b> .....	<b>I</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>II</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Relevanz und Motivation/Ausgangssituation .....	1
1.2 Ziel der Arbeit .....	1
1.3 Methodik und Vorgehensweise.....	2
<b>2 Grundlagen</b> .....	<b>4</b>
2.1 Industrie 4.0.....	4
2.2 Distributed-Ledger-Technologie.....	9
2.3 Ethereum.....	13
2.4 Directed Acyclic Graphs / Tangle .....	15
2.5 Smart Contracts .....	16
2.6 Aktueller Einsatz von DLT .....	18
2.7 Literaturrecherche nach Webster und Watson: Einsatzmöglichkeiten und Funktionalitäten von DLT in der Industrie .....	20
<b>3 Literaturrecherche zu Einführungskonzepten für DLT</b> .....	<b>27</b>
<b>4 Konzeptionierung der Interviews</b> .....	<b>29</b>
4.1 Auswahl der Interviewmethode .....	29
4.2 Aufbau des Fragenkataloges.....	30
4.3 Vorgehensweise bei der Interviewauswertung. ....	37
4.4 Auswahl der Interviewpartner .....	38

<b>5</b>	<b>Marktanalyse</b> .....	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>Einführungskonzepte und Handlungsempfehlungen</b> .....	<b>47</b>
6.1	Vorstellung von Arxum .....	47
6.2	Einführungskonzept .....	51
<b>7</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>Limitation und weitere Forschung</b> .....	<b>58</b>
<b>9</b>	<b>Fazit und Ausblick</b> .....	<b>59</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>VII</b>
	<b>Anhang</b> .....	<b>XVI</b>

# **1 Einleitung**

## **1.1 Relevanz und Motivation/Ausgangssituation**

Die steigende Nachfrage nach individuellen und individualisierten Produkten zu Preisen von Massenprodukten, globale Megatrends wie Globalisierung und demographischer Wandel sowie eine rasante technische Entwicklung, stellen die Industrie vor völlig neue Herausforderungen (vgl. Kryszewski und Schwenker 2016). Im Zuge der vierten industriellen Revolution passen die Unternehmen ihre Produktionsabläufe den veränderten Anforderungen an. Ziel ist die durchgängige Vernetzung der Produktionsprozesse. Über das Internet der Dinge vernetzte Maschinen und Smart Factories ermöglichen eine Produktion in dezentralen Wertschöpfungsnetzwerken (vgl. Bauernhansl 2014, S. 15). Allerdings stellt die Vernetzung der Produktionsfaktoren zu dezentralen Wertschöpfungsnetzwerken die Industrie vor große Herausforderungen. Diese Netze bieten Chancen, die einzelne Akteure auf dem Markt nicht realisieren könnten. Gleichzeitig sind Sie aber auch ein Motor für Veränderungen und Instabilität, da diese Netze eine hohe Dynamik und Komplexität aufweisen. Immer wieder bilden sich neue Netze, werden bestehende Netze umorganisiert, treten neue, bisher nicht in Beziehung stehende Akteure in kurzer Zeit und ggf. auch nur für kurze Zeit in Beziehung zueinander.

Einen wesentlichen Beitrag zur Bewältigung dieser Problematik könnte die Distributed Ledger Technologie leisten. Diese Technologie ermöglicht den Zusammenschluss unbekannter Dritter in einem Peer-to-Peer-Netzwerk ohne vertrauensstiftende Intermediäre (vgl. Diedrich et al. 2018, S. 3). Allerdings beschränkt sich der Einsatz dieser noch jungen, disruptiven Technologie aktuell fast ausschließlich auf die Finanzindustrie, wo sie bereits mit großem Erfolg eingesetzt wird (vgl. Schütte et al. 2017, S. 22).

Aufgrund des jungen Alters der Distributed Ledger Technologie, stehen die Überlegungen über einen Einsatz dieser Technologie im Rahmen von Industrie 4.0 noch ganz am Anfang und sind Gegenstand aktueller Forschungen. Aus diesem Grund und der fehlenden Marktdurchdringung der Distributed Ledger Technologie in der Industrie fehlt es folglich an möglichen Einführungskonzepten, um das Potential dieser Technologie im Rahmen von Industrie 4.0 ausschöpfen zu können.

## **1.2 Ziel der Arbeit**

In dieser Arbeit soll in einem ersten Schritt mit Hilfe von Interviews mit Experten aus der Industrie der potentielle Markt für diese Technologie analysiert werden. Ziel ist es, die Anforderungen, Erwartungen, Barrieren und Einsatzmöglichkeiten dieser Technologie aus Sicht potentieller Anwender zu eruieren. Darüber hinaus soll im Zuge der

Interviews auch das ökonomische Potential dieser Technologie analysiert und abgeschätzt werden.

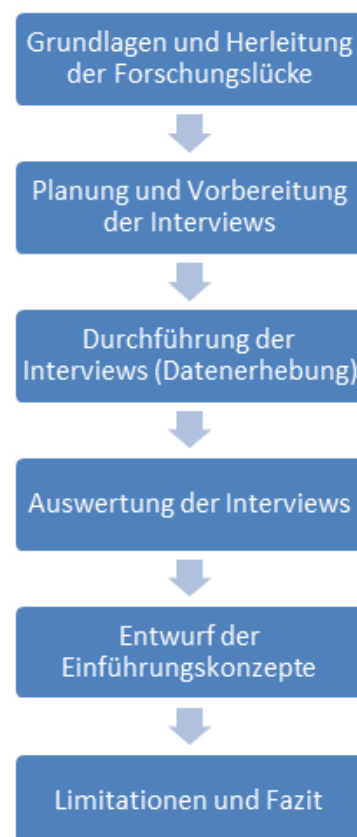
In einem zweiten Schritt soll aufbauend auf den Erkenntnissen der Marktanalyse, ein mögliches Einführungskonzept bzw. Einführungskonzepte für Distributed-Ledger-Anwendungen in der Industrie 4.0 entwickelt werden. Die Einführungskonzepte sollen in dieser Arbeit exemplarisch für die Arxum-DLT-Plattform entworfen werden. Ziel der Arxum-DLT-Plattform ist es, Produktionskapazitäten sichtbar zu machen und zu einem weltweiten dezentralen Produktionsnetzwerk mittels Blockchaintechnologie zu vernetzen.

### 1.3 Methodik und Vorgehensweise

Die grundlegende Systematik der Vorgehensweise dieser Arbeit ist in Abbildung 1 dargestellt. Um eine theoretische Grundlage zur Beantwortung der aufgeworfenen Forschungsfrage zu schaffen, soll zuerst das Phänomen Industrie 4.0 beschrieben werden. Anschließend wird die Funktionsweise der Distributed-Ledger-Technologie in ihren Implementierungen Blockchain und Tangle beschrieben. Diesen Ausführungen schließt sich eine Literaturrecherche nach Webster und Watson an, um die bestehende Literatur hinsichtlich möglicher Einsatzbereiche für Distributed-Ledger-Technologie in der Industrie zu untersuchen. Anschließend werden bereits bestehende Umsetzungen dieser Technologie vorgestellt. In Rahmen einer weiteren Literaturrecherche nach Webster und Watson hinsichtlich bestehender Einführungskonzepte für Distributed-Ledger-Technologie wird die Forschungslücke hergeleitet.

Im Rahmen der Erstellung des Fragenkataloges wird ein Industrie 4.0 Reifegradmodell entwickelt, um die interviewten Unternehmen im Rahmen der Marktanalyse besser einordnen zu können. Die Analyse der Interviews erfolgt mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring. Im Rahmen der Marktanalyse werden die Interviews analysiert und Anforderungen, ökonomisches Potential, Risiken sowie Chancen für diese Technologie aus Sicht des Marktes abgeleitet.

Zur Konzipierung des Einführungskonzeptes wird die Arxum-DLT-Anwendung im Rahmen einer SWOT-Analyse den Ergebnissen der Marktanalyse gegenübergestellt und



**Abbildung 1: Aufbau der Arbeit**  
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Berger-Grabner 2010, S. 112.

daraus Strategien für Einführungskonzepte abgeleitet. Dem Einführungskonzept in Form eines Marketing-Mix für das Arxum-Production-Protocol schließt sich eine Diskussion der Ergebnisse an. des Arxum Production Protocols an. Zum Abschluss werden die Limitationen dieser Arbeit erläutert sowie die wichtigsten Erkenntnisse in einem Fazit zusammengefasst.

## 9 Fazit und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war der Entwurf eines exemplarischen Einführungskonzeptes für die Distributed-Ledger-Anwendung der Arxum Business GmbH im Rahmen von Industrie 4.0. Aufgrund des jungen Alters dieser Technologie gibt es bisher kaum implementierte Anwendungen dieser Technologie in der Industrie. Aktuelle Implementierungen der Distributed-Ledger-Technologie konzentrieren sich vor allem auf Anwendungen in der Finanzbranche (vgl. Schütte et al. 2017, S. 27).

Aufgrund der wenigen vorhandenen Informationen hinsichtlich der Anforderungen und Erwartungen von potentiellen Anwendern einer DLT-Anwendung in der Industrie wurde in dieser Arbeit das Experteninterview als Methodik zur Datenerhebung ausgewählt. Für die Interviews wurden elf Experten aus verschiedenen Branchen (Luftfahrt, Maschinenbau, Prozessindustrie und 3D-Druck) in einem semistrukturierten Interview zu ihrer Einschätzung hinsichtlich Chancen, Risiken, Anforderungen und ökonomischem Potential der DLT-Anwendungen befragt. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde anschließend ein exemplarisches Einführungskonzept für das Arxum Production Protocol erstellt.

Die Untersuchungen dieser Arbeit haben gezeigt, dass ein prinzipielles Interesse für DLT-Anwendungen am Markt besteht. Viele Unternehmen haben sich allerdings noch nicht mit der Technologie auseinandergesetzt und/oder stehen der Technologie skeptisch gegenüber. Die mangelnde Akzeptanz ist vor allem auf die hohe Erklärungsbedürftigkeit der Technologie sowie die bisher fehlenden praktischen Umsetzungen in der Industrie und die schlechte Reputation zurückzuführen. Das vorgeschlagene Einführungskonzept für das Arxum Production Protocol sieht daher vor, möglichst zeitnah weitere Proof-of-Concepts präsentieren zu können, um die Akzeptanz dieser Anwendung bei potentiellen Anwendern zu erhöhen.

Darüberhinaus sollte die Preispolitik so gestaltet werden, dass sich für Erstanwender geringe finanzielle Risiken bei der Einführung dieser Anwendung ergeben. Zudem sollte Arxum bei der Vermarktung seiner Produkte darauf achten, keine Begrifflichkeiten zu verwenden, die bei potentiellen Kunden zu Assoziationen mit Kryptowährungen führen könnten, da diese mit einer negativen Reputation behaftet sind. Vielmehr sollten die Funktionalitäten der Arxum DLT-Anwendung, als die hinter dieser Anwendung stehende Technologie, bei der Vermarktung in den Vordergrund gestellt werden.

Die Experteninterviews haben zudem gezeigt, dass ein Interesse an neuen Geschäftsmodellen auf Basis von DLT von Seiten der befragten Unternehmen besteht. Mögliche Geschäftsmodelle sehen bspw. vor DLT-Anwendungen in Landmaschinen zu implementieren. Daher sollte die Arxum Business GmbH neben der Arxum-Connection-Box für stationäre Anlagen auch eine für mobile Anwendungen optimierte Hardware auf

Basis der ACB anbieten, um so eine größere Marktdurchdringung zu erreichen und ihr Produktportfolio weiter auszubauen.

Die Distributed-Ledger-Technologie steht noch ganz am Anfang ihrer Entwicklung in der Industrie 4.0. Die mangelnde Akzeptanz und Marktdurchdringung sowie die eher negative Reputation der Technologie behindern ihre Einführung. Darüber hinaus ist die Technik teilweise noch unausgereift oder ineffizient, wie sich am häufig verwendeten Proof-of-Work zeigt.

Eine weitere Limitation aktueller Blockchains, im Vergleich mit aktuellen relationalen Datenbanken, besteht darin, dass Blockchains nur einen Bruchteil der Transaktionsmengen sowie Datenmengen verarbeiten können (vgl. Chen et al. 2018, S. 21). Eine Vernetzung der bis 2020 erwarteten über 20 Milliarden IoT Geräte wird mit aktuellen Blockchainanwendungen wohl kaum möglich sein (vgl. Hung 2017). Allerdings zeigt sich das Potential von Distributed Ledger Technologie bereits in der Finanzbranche, in der die Technologie schon weit verbreitet ist (vgl. Schütte et al. 2017, S. 22). Auch die in dieser Arbeit interviewten Experten sprechen der Technologie trotz aller Skepsis ein hohes Potential für die Vernetzung von dezentralen unternehmensübergreifenden Netzwerken zu. Daher bleibt abzuwarten, ob es gelingt, die technischen Herausforderungen zu überwinden und die Distributed-Ledger-Technologie sich auch in Branchen außerhalb der Finanzbranche etablieren kann.