



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

## **Masterarbeit**

Maren Stenken

Entwicklung eines Sharing-Konzeptes für kleine Netzwerke  
auf Basis der Blockchain Technologie

- Am Beispiel Ground Support Equipment am Flughafen  
Hamburg

*Fakultät Technik und Informatik  
Department Maschinenbau und Produktion*

*Faculty of Engineering and Computer Science  
Department of Mechanical Engineering and  
Production Management*

**Maren Stenken**

**Entwicklung eines Sharing-Konzeptes  
für kleine Netzwerke auf Basis der  
Blockchain Technologie  
- Am Beispiel Ground Support  
Equipment am Flughafen Hamburg**

Masterarbeit eingereicht im Rahmen der Masterprüfung

im Studiengang Produktionstechnik und -management  
am Department Maschinenbau und Produktion  
der Fakultät Technik und Informatik  
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing Henner Gärtner  
Zweitprüfer: Prof. Dr. Tobias Held

Abgabedatum: 20.12.2018

# **Zusammenfassung**

**Maren Stenken**

## **Thema der Masterthesis**

Entwicklung eines Sharing-Konzeptes für kleine Netzwerke auf Basis der Blockchain Technologie

Am Beispiel Ground Support Equipment am Flughafen Hamburg

## **Stichworte**

Blockchain, Sharing economy, Ground Support Equipment, Flughafen Hamburg, Bodenverkehrsdienste, Konzeptionierung, Datenbank

## **Kurzzusammenfassung**

Diese Arbeit umfasst die Entwicklung eines Sharing Konzeptes für das Ground Support Equipment der Bodenverkehrsdienste am Flughafen Hamburg. Hierfür werden zunächst die theoretischen Grundlagen in den Bereichen Bodenverkehrsdienste und Blockchain geschaffen. Die Elemente der Blockchain Technologie werden mithilfe eines Literatur-Reviews analysiert und anschließend auf Eignung hinsichtlich der Anforderungen des Netzwerkes der Bodenverkehrsdienste untersucht. Basierend auf den Erkenntnissen dieser Untersuchung wird ein Sharing-Konzept entwickelt. Abschließend werden die Ergebnisse kritisch betrachtet und Ideen für die weitere Verwendung des Konzeptes vorgestellt.

**Maren Stenken**

## **Title of the paper**

Development of a sharing concept for small networks based on blockchain technology

Using the example of Ground Support Equipment at Hamburg Airport

## **Keywords**

Blockchain, Sharing economy, Ground Support Equipment, Hamburg Airport, Ground handler, Conception, Database

## **Abstract**

This report includes the development of a sharing concept for ground support equipment used by ground handlers at Hamburg Airport. For this, theoretical fundamentals concerning the subjects ground handler and blockchain will be built as the first step. The elements of the blockchain technology will be analysed by means of a literature review and subsequently the suitability in view of the requirements for the network of ground handlers will be examined. Based on the findings of this examination a sharing concept will be developed. As a conclusion the findings will be critically inspected and an overview for the further use of the concept will be presented.

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>V</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>V</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>VI</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1 PROBLEMSTELLUNG .....	1
1.2 ZIELSETZUNG UND ABGRENZUNG .....	3
1.3 VORGEHENSWEISE UND METHODEN .....	6
<b>2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN</b> .....	<b>8</b>
2.1 BODENVERKEHRSDIENSTE AN FLUGHÄFEN .....	8
2.1.1 <i>Ground Support Equipment</i> .....	9
2.1.2 <i>Richtlinien</i> .....	12
2.2 BLOCKCHAIN .....	13
2.2.1 <i>Geschichte der Blockchain</i> .....	14
2.2.2 <i>Literatur-Review</i> .....	15
2.2.3 <i>Aufbau einer Blockchain</i> .....	21
2.2.4 <i>Sicherheit</i> .....	24
2.2.5 <i>Blockchain Typen</i> .....	28
2.2.6 <i>Nachteile und Grenzen</i> .....	30
<b>3 KONZEPTIONIERUNG</b> .....	<b>34</b>
3.1 DAS NETZWERK DER BODENVERKEHRSDIENSTE AM FLUGHAFEN HAMBURG .....	35
3.1.1 <i>Visualisierung des Ist-Prozesses</i> .....	37
3.1.2 <i>Analyse des Ist-Prozesses</i> .....	40
3.2 KONZEPTANFORDERUNGEN .....	43
3.3 EQUIPMENT POOLING AM FLUGHAFEN LONDON LUTON .....	47
3.4 ANFORDERUNGEN AN EINE BLOCKCHAIN ANWENDUNG .....	49
3.5 ANFORDERUNGSPROFILE .....	51
3.5.1 <i>Öffentliche Blockchain</i> .....	55
3.5.2 <i>Private Blockchain</i> .....	60
3.6 DAS FINALE KONZEPT .....	63
3.6.1 <i>Lösungsideen</i> .....	64
3.6.2 <i>Nutzwertanalyse</i> .....	68
3.6.3 <i>Anforderungsprofil</i> .....	73
3.6.4 <i>Evaluation des Soll-Prozesses</i> .....	75
3.7 KRITISCHE WÜRDIGUNG DER ERGEBNISSE .....	80
<b>4 DISKUSSION DER ERGEBNISSE</b> .....	<b>84</b>
4.1 FAZIT .....	84
4.2 AUSBLICK .....	86
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>89</b>
<b>ANHANG</b> .....	<b>IX</b>
<b>SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG</b> .....	

# Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: PROZESSMODELL DES DESIGN SCIENCE NACH .....	6
ABBILDUNG 2: AUFBAU VON BLÖCKEN UND IHRE VERKETTUNG IN EINER BLOCKCHAIN .....	22
ABBILDUNG 3: ZENTRALE UND VERTEILTE SYSTEMARCHITEKTUR.....	23
ABBILDUNG 4: VERGLEICH VERSCHIEDENER HASHWERTE BEI GROß- UND KLEINSCHREIBUNG DES WORTES ‚SHARING‘ .....	25
ABBILDUNG 5: KONSENSMECHANISMUS DER BLOCKCHAIN TECHNOLOGIE. ....	27
ABBILDUNG 6: DIE BLOCKCHAIN TECHNOLOGIE EINGEORDNET IN GARTNERS HYPE CYCLE FOR EMERGING TECHNOLOGIES .....	33
ABBILDUNG 7: PROZESSKETTE DES IST-PROZESSES FÜR DAS SHARING AM FLUGHAFEN HAMBURG .....	39
ABBILDUNG 8: ZIELHIERARCHIE FÜR DAS SHARING KONZEPT MIT GEWICHTETEN ZIELKRITERIEN .....	44
ABBILDUNG 9: ZIELHIERARCHIE FÜR DIE ZUSÄTZLICHEN ZIELKRITERIEN ORTUNG UND RESERVIERUNG .....	46
ABBILDUNG 10: PROZESSBESCHREIBUNG DES EQUIPMENT POOLING AM FLUGHAFEN LONDON LUTON .....	48
ABBILDUNG 11: ANWENDUNGSGRAPHIK .....	52
ABBILDUNG 12: ANFORDERUNGSPROFIL DES ANWENDUNGSBEISPIELS.....	55
ABBILDUNG 13: VERGLEICH DER ANFORDERUNGSPROFILE DER ÖFFENTLICHEN BLOCKCHAIN UND DES ANWENDUNGSBEISPIELS .....	57
ABBILDUNG 14: VERGLEICH DER ANFORDERUNGSPROFILE DER PRIVATEN BLOCKCHAIN UND DES ANWENDUNGSBEISPIELS .....	61
ABBILDUNG 15: VERGLEICH DER ANFORDERUNGSPROFILE DES FINALEN KONZEPTES UND DES ANWENDUNGSBEISPIELS .....	75
ABBILDUNG 16: PROZESSKETTE DES FINALEN KONZEPTES FÜR DAS SHARING AM FLUGHAFEN HAMBURG.....	77

# Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: LITERATUR-REVIEW DER BLOCKCHAIN TECHNOLOGIE.....	19
TABELLE 2: SWOT-ANALYSE DES AKTUELLEN GSE SHARING PROZESSES AM HAMBURGER FLUGHAFEN .....	41
TABELLE 3: EIGENSCHAFTSSPEZIFIKATION FÜR DAS NETZWERK EINER BLOCKCHAIN ANWENDUNG.....	50
TABELLE 4: EIGENSCHAFTSSPEZIFIKATION FÜR DIE DATENSTRUKTUR EINER BLOCKCHAIN ANWENDUNG. ....	51
TABELLE 5: BEWERTUNGSSCHLÜSSEL FÜR DIE NUTZWERTANALYSE .....	69
TABELLE 6: NUTZWERTTABELLE DER LÖSUNGSDIENEN .....	70
TABELLE 7: SWOT-ANALYSE DES FINALEN KONZEPTES .....	79
TABELLE 8: ESSENTIELLE KRITIKPUNKTE AN DEN ERGEBNISSEN DER ARBEIT .....	80

# Abkürzungsverzeichnis

BVD.....	Bodenverkehrsdienst(-leister)
DBaaS.....	Database-as-a-Service
DSGVO.....	Datenschutzgrundverordnung
EPK.....	Ereignisgesteuerte Prozesskette
EU.....	Europäische Union
GH .....	Ground Handler
GSE.....	Ground Support Equipment
IaaS.....	Infrastructure-as-a-Service
LLA.....	London Luton Airport
PaaS.....	Plattform-as-a-Service
PoW.....	Proof of Work
SaaS.....	Software-as-a-Service
SHA.....	Secure Hash Algorithm

# 1 Einleitung

Aufgrund von Deregulierung und freiem Marktzugang befindet sich die Luftfahrtbranche in Deutschland und Europa in einem Strukturwandel, der Preiskämpfe und damit verbundene Strecken- und Personaleinsparungen, Lohnkürzungen und steigende Arbeitsintensität zur Folge hat. 1992 wurde der Luftverkehr in der EU liberalisiert, wobei die Zulassungsbedingungen für Fluggesellschaften vereinheitlicht und sowohl Kapazitätsbeschränkungen als auch Preisvorgaben abgeschafft wurden. Die politisch gewollte Deregulierung der europäischen Luftfahrt hat den Markt für neue Anbieter geöffnet. Low-Cost-Airlines und staatlich geförderte Airlines haben durch ihre ausgeprägte Preiskonkurrenz die Regeln der Luftfahrt in der EU nachhaltig verändert.<sup>1</sup> Um Flugpreise und Turnaround-Zeiten der Flugzeuge zu reduzieren, wird Druck auf die Flughäfen ausgeübt, der sich ebenfalls auf weitere Beteiligte am Flughafen auswirkt.

Der weltweite Flugverkehr wächst seit Jahrzehnten. Entsprechend haben Boden- und Sicherheitspersonal, Ingenieure, Reinigungskräfte, Cateringleute und Airline Mitarbeiter an deutschen Flughäfen an acht von neun Monaten im Jahr 2018 mehr Flugzeuge abgefertigt als im Jahr zuvor<sup>2</sup>. Durch weitere Liberalisierungen im Rahmen eines Abkommens mit den Vereinigten Staaten im Jahr 2008 wächst weiterhin der Druck auf alle Beteiligten der Luftfahrt Branche<sup>3</sup>. Zusätzlich wird prognostiziert, dass sich im weltweiten Luftverkehr die Anzahl der Passagiere in den nächsten Jahrzehnten auf 6,5 Mrd. verdoppeln wird.<sup>4</sup>

## 1.1 Problemstellung

Als Folge der Liberalisierung ist der Druck bei den Dienstleistern wie bspw. den Bodenverkehrsdiensten (BVD) gestiegen, ebenfalls die Kosten zu senken. Der Marktanteil und die Anzahl der Drittanbieter, die an Flughäfen um Auftragsanteile und die Vergabe von Lizenzen konkurrieren, wächst. Derzeit werden an europäischen Flughäfen 45% der Dienstleistungen von Drittanbietern erbracht, wobei in Deutschland weiterhin flughafen-eigene Gepäckabfertiger den größten Marktanteil an der Flugzeugabfertigung besitzen.

---

1 Vgl. Wilke et al., *Branchenanalyse Luftverkehr*, 2016

2 Vgl. ADV, Aktuelle Verkehrszahlen, <https://www.adv.aero/aktuelle-verkehrszahlen/> [Zugriff am 14.10.2018]

3 Vgl. Baumbach, Liberalisierung des EU-Luftverkehrs, <https://www.aerotelegraph.com> [Zugriff am 15.10.2018]

4 Vgl. Wilke et al., *Branchenanalyse Luftverkehr*, 2016

Während flughafeneigene Abfertigungsunternehmen den Markt beherrschen, besitzen Drittanbieter oftmals weniger als 30% Marktanteil an der Flughafenabfertigung<sup>5</sup>. Die Abfertigungslizenzen an Flughäfen müssen laut EU Richtlinie 96/67/EG alle sieben Jahre neu ausgeschrieben werden<sup>6</sup>. Gepäckabfertiger sind BVDs, die u.a. für die Entladung und den Transport des Ankunftsgepäcks, sowie die Sammlung, den Transport und die Beladung des Abfluggepäcks verantwortlich sind. Für die Tätigkeiten werden spezifische Betriebsmittel verwendet, die als Ground Support Equipment (GSE) bezeichnet werden. Die durch den Preiskampf und das erhöhte Passagieraufkommen verkürzten Abfertigungszeiten wirken sich auf die Mitarbeiter der BVD aus.<sup>7</sup> Die Begriffe Gepäckabfertiger und Ground Handler werden in dieser Arbeit synonym mit Bodenverkehrsdienst verwendet. Ebenso werden die Begriffe Equipment und Gerät in dieser Arbeit synonym verwendet mit Ground Support Equipment.

Trotz der fortschreitenden Automatisierung der Branche sind die größten Ausgaben der BVD die Personalkosten, die bis zu 75% der Gesamtkosten ausmachen<sup>8</sup>. So kommt es, dass der Anteil der Beschäftigten in Tochtergesellschaften, die dort in Teilzeit oder in befristeten Arbeitsverhältnissen beschäftigt sind sowohl bei Drittanbietern als auch bei flughafeneigenen BVD wächst. Der Flughafen Hamburg hat ebenfalls bereits früh seine Beschäftigten in der Abfertigung in Tochterfirmen ausgelagert, denn auch lokale, flughafeneigene Gepäckabfertiger müssen Strategien anwenden um Kosten zu reduzieren. So wird das Risiko von Auftragsschwankungen immer mehr auf die Beschäftigten verlagert. Dabei hat die Branche mit Nachwuchsschwierigkeiten aufgrund der körperlichen Belastung, Schichtarbeit und geringen Bezahlung zu kämpfen hat<sup>9</sup>. Zusätzlich gestaltet sich die Mitarbeitergewinnung u. a. aufgrund gesetzlicher Vorgaben als zeitaufwendig und langwierig<sup>10, 11</sup>.

Durch eine Erhöhung der Zahl der Ground Handler oder den Wechsel eines Ground Handlers kann die Anzahl des GSE auf dem Gelände des Flughafens steigen. Dies kann zu einer geringeren Effizienz der Dienstleister, Zeitverlust durch weite Wege des

---

5 Vgl. Ver.di, Was sind die Bodenverkehrsdienste (BVD)?, <https://www.verdi-airport.de/203> [Zugriff am 19.10.2018]

6 Vgl. Europäisches Parlament, *Richtlinie 96/67/EG des Rates vom 15.10.1996*, 2003

7 Vgl. Wilke et al., *Branchenanalyse Luftverkehr*, 2016

8 Vgl. Ver.di, Was sind die Bodenverkehrsdienste (BVD)?, <https://www.verdi-airport.de/203> [Zugriff am 19.10.2018]

9 Grau, *Persönliches Telefonat*, 2018

10 Vgl. Kroehl, *Projektspezifikation WISAG Aviation*, <http://futura.eu> [Zugriff am 24.10.2018]

11 Vgl. Wilke et al., *Branchenanalyse Luftverkehr*, 2016

Equipments und Beschädigung durch den Transport zum Verwendungsort führen.<sup>12</sup> Hinzu kommt, dass infolge volatile Einlastungen (Bsp. Saisonflugpläne, Mittagsloch) und den dadurch schwankenden Bedarf an Betriebsmittel diese teils nur gering ausgelastet sind, sodass sich zusätzliche oder neue Geräte oftmals wirtschaftlich erst nach langer Abschreibung rechnen, bei zeitgleich sehr hohen Anschaffungskosten<sup>13,14</sup>. Es werden wenige innovative GSE verwendet, u. a., weil diese Geräte teilweise längere Lieferzeiten haben als herkömmliche und diese auch mehr kosten<sup>15</sup>. Die BDV haben Schwierigkeiten aufgrund der kurzfristigen Lizenzen hohe Investitionen abzuschreiben. Infolge einer kurzen Abschreibedauer entstehen höhere Kosten, die den Wettbewerb gefährden. Schreibt ein Unternehmen länger als sieben Jahre ab, besteht die Gefahr, dass bei nicht Neugewinnung der Lizenz große Verluste entstehen.<sup>16</sup> Davon sind besonders Drittanbieter betroffen. Mit Weiterverwendung von neuen Geräten an einem anderen Standort kann aufgrund von divergierender Flughafen Infrastruktur nicht fest gerechnet werden<sup>17</sup>.

Aus den oben genannten Gründen werden zwischen den BVD am Flughafen Hamburg bereits Geräte verliehen, jedoch fehlt es hier an einem strukturierten Prozess, zumal das aktuelle Verfahren große Risiken aufweist.

## 1.2 Zielsetzung und Abgrenzung

Der bestehende Sharing-Prozess soll durch ein neu entwickeltes, strukturiertes Konzept für das Sharing der existierenden GSE ersetzt werden.

Unter Sharing (dt. Teilen) wird das Teilen oder auch der Verleih von Gegenständen verstanden. Ziele der Sharing Economy (dt. Wirtschaft des Teilens) sind eine bessere Auslastung bestehender Kapazitäten und die Senkung des Ressourcenverbrauchs.<sup>18</sup> Es wird die Hypothese aufgestellt, dass die BVD durch die zusätzlichen Einnahmen des Sharings konkurrenzfähiger werden. Eine effizientere Geräteauslastung und Auswertung der Nutzung können zu einer Optimierung der GSE-Flotte führen.

---

12 Vgl. International Airport Review, London Luton Airport, <https://www.internationalairportreview.com> [Zugriff am 05.10.2018]

13 Vgl. Jacoby, *The Economist - Guide to Supply Chain Management*, 2009

14 Vgl. Kasowski et al., *Gepäcktransportspeicher*, 2018

15 Vgl. Kasowski et al., *Zwischenpräsentation*, 2018

16 Vgl. Grau, *Persönliches Telefonat*, 2018

17 Vgl. Kroehl, Projektspezifikation WISAG Aviation, <http://futura.eu> [Zugriff am 24.10.2018]

18 Vgl. Haese, *Aktueller Begriff Sharing Economy*, <https://www.bundestag.de/>, [Zugriff am 12.09.2018]

Während die Wirtschaft des Teilens bisher eher umständlich war, gewinnt sie durch neue technologische Möglichkeiten, Online-Portale und Smartphones eine neue Dynamik<sup>19</sup>. Diese Überlegung wird zum Anlass genommen, die Eignung der modernen Blockchain Technologie als Grundlage für das Sharing-Konzept zu untersuchen. Eine Blockchain (dt. Blockkette) ist eine verteilte und verschlüsselte Datenbank und die Technologie hinter der Kryptowährung Bitcoin. Sie wird von einigen als bisher größte Innovation seit der Erfindung des Internets bezeichnet<sup>20,21</sup>. Aber auch weniger überschwängliche Autoren sehen in Zukunft revolutionäre Anwendungsmöglichkeiten der Technologie für verschiedenste Branchen (vgl. u. a.<sup>22,23</sup>). Des Weiteren bereiten sich Universitäten darauf vor, Blockchain-Fachkräfte für die Zukunft auszubilden<sup>24</sup>.

Die Forschungsfrage leitet sich hauptsächlich von der Hypothese ab, dass Sharing Vorteile bringt und die Anwendungsmöglichkeiten der Blockchain Technologie vielfältig sind. In dieser Arbeit soll ermittelt werden, ob sich die Blockchain Technologie eignet, um ein Sharing Konzept für kleine Netzwerke zu entwickeln. Entsprechend lässt sich die primäre Forschungsfrage wie folgt definieren:

### **Primäre Forschungsfrage**

*Eignet sich die Blockchain als Technologie für ein Sharing Konzept für kleine Netzwerke?*

Um die primäre Forschungsfrage zu beantworten, wurden drei weitere Detailfragen formuliert, die sich mit der folgenden Thematik befassen:

### **Detailfragen**

*Welche Eigenschaften müssen für eine geeignete Blockchain Anwendung erfüllt sein?*

*Welche Grenzen offenbart die Blockchain Technologie in der Verwendung für das Anwendungsbeispiel?*

---

19 Vgl. Haese, *Aktueller Begriff Sharing Economy*, <https://www.bundestag.de/>, [Zugriff am 12.09.2018]

20 Vgl. Giese et al., *Die Blockchain Bibel*, 2016, S. 3

21 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 5

22 Vgl. Antonopoulos, *Bitcoin und Blockchain*, 2018, S. 311

23 Vgl. Rosenberger, *Bitcoin und Blockchain*, 2018, S. 145

24 Siehe hierzu u.a. die Kurs- und Studiengangsangebote der Hochschule Mittweida, Cornell University, Cambridge University und The Massachusetts Institute of Technology.

*Welche Elemente der Blockchain Technologie können für das Sharing Konzept im Anwendungsbeispiel verwendet werden?*

Die gewonnenen Erkenntnisse der obigen Forschungs- und Detailfragen dienen als Grundlage zur Erarbeitung sowie Verifikation der Eigenschaften der Blockchain Technologie und Untersuchung der Eignung für das Sharing Konzept der BVD am Flughafen Hamburg. Somit ergibt sich die finale Forschungsfrage:

### **Finale Forschungsfrage**

*Wie kann ein Sharing-Konzept für die BVD am Flughafen Hamburg konkret aussehen?*

Ziel dieser Ausarbeitung ist zum einen die Untersuchung der Anwendbarkeit der Blockchain Technologie für ein Sharing-Konzept in kleinen Netzwerken, und zum anderen die Entwicklung eines Sharing-Konzeptes für die BVD am Flughafen Hamburg. Das Konzept könnte durch seine Simplität den aktuellen Prozess ersetzen. Neben der geringen Bürokratie und der schnellen und unkomplizierten Umsetzung der Lösung sind geringe Kosten sowie eine grundlegende Sicherung der Daten weitere zu erfüllende Anforderungen. Zur Realisierung des Konzeptes sind ebenfalls eine Ortungsfunktion sowie ein Reservierungskalender einzurichten. Diese Untersuchungen sollen als Grundlage für die Entwicklung von weiteren Konzepten für kleine Netzwerke dienen.

Das Netzwerk der Bodenverkehrsdienste am Flughafen Hamburg, bestehend aus zwei Parteien, wird in dieser Arbeit als Referenz für ein kleines Netzwerk verwendet.

In der vorliegenden Thesis wird nicht die Eignung anderer Technologien als der Blockchain Technologie behandelt. Die Untersuchung der Blockchain Technologie wird am Beispiel der BVD am Flughafen Hamburg, einem horizontalen Unternehmensnetzwerk, bestehend aus zwei Parteien, untersucht. In horizontalen Unternehmensnetzwerken erfolgt eine Zusammenarbeit zwischen Unternehmen der gleichen Wertschöpfungsstufe. Die Produkte, Dienstleistungen oder Betriebsmittel der Unternehmen sind sich mindestens ähnlich, basieren auf den gleichen Technologien oder Produktionsverfahren oder sind sogar identisch.<sup>25</sup> Eine Übertragbarkeit der Lösung auf andere Netzwerkgrößen und -typen wird nicht untersucht. Eine finanzielle Betrachtung des entwickelten Konzeptes ist im Rahmen dieser Abhandlung nicht vorgesehen, da die Kosten der BVD nicht bekannt sind. Auch die Programmierung des gewählten Konzeptes ist nicht Teil dieser Arbeit.

---

<sup>25</sup> Vgl. Hagenhoff, *Kooperationsformen*, 2004, S. 10

### 1.3 Vorgehensweise und Methoden

Die vorliegende Thesis wird nach den Schritten des Design Science<sup>26</sup> erarbeitet, wobei folgende Schritte behandelt werden: *Problemidentifizierung*, *Zieldefinition*, *Design und Entwicklung*, *Evaluation und Kommunikation der Ergebnisse*. Es wird keine Demonstration erarbeitet, sodass eine Evaluation lediglich hinsichtlich des gewählten Konzeptes, nicht jedoch hinsichtlich der Umsetzung möglich ist. Die *Kommunikation der Ergebnisse* wird durch die Veröffentlichung dieser Thesis realisiert. Die umgesetzten Schritte dieses Prozessmodells sind in Abbildung 1 in Weiß hinterlegt, der nicht behandelte Schritt ist ausgegraut.

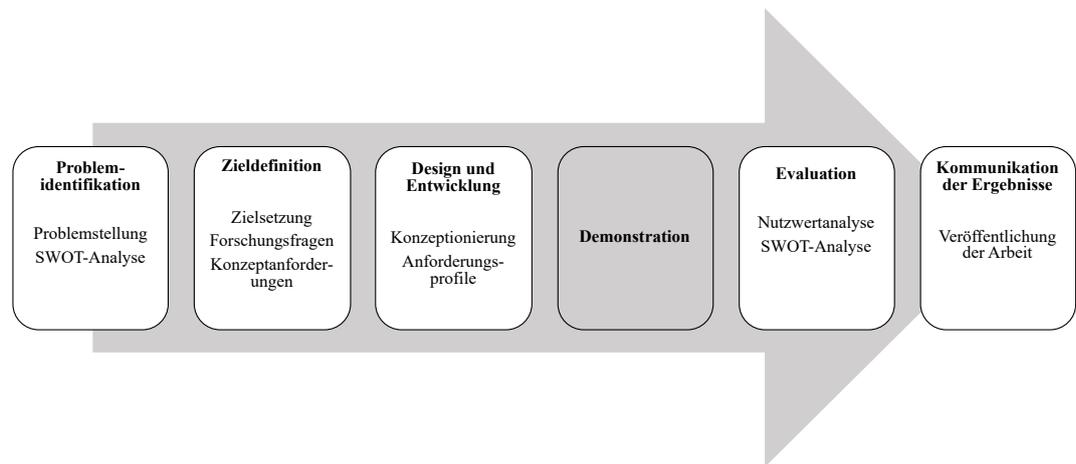


Abbildung 1: Prozessmodell des Design Science nach<sup>27</sup>

Nachfolgend werden für die weitere Arbeit relevante theoretische Grundlagen zu Flughafen-spezifischen Betriebsmitteln und zur Blockchain Technologie erläutert. Für die Erforschung der Elemente der Blockchain wurde ein Literatur-Review durchgeführt. Danach folgt der Hauptteil, in welchem die *Problemidentifikation* mithilfe einer SWOT-Analyse des Ist-Prozesses stattfindet. Für die *Zieldefinition* werden Konzeptanforderungen seitens der Bodenverkehrsdienste konkretisiert und gewichtet. Für *Design und Entwicklung* werden typische Blockchain Anwendungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften untersucht. Die Ergebnisse werden in einer Anforderungsgraphik mit einer Fünfpunktwertung zusammen mit den Konzeptanforderungen visualisiert. Auf der Grundlage der so gewonnenen Erkenntnisse werden Lösungsideen entwickelt, welche mittels Nutzwertanalyse im Rah-

<sup>26</sup> Vgl. Peffers et al., *A Design Science Research Methodology for Information Systems Research*, 2008, S. 45-77

<sup>27</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Peffers et al., *A Design Science Research Methodology for Information Systems Research*, 2008

men der *Evaluation* bewertet werden. Das finale Konzept wird in einer SWOT-Analyse untersucht und der Ablauf in einer Prozesskette dargestellt. Zum Schluss des Hauptteils werden die Vorgehensweise und das Ergebnis kritisch gewürdigt. Im Schlusskapitel werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und ein Ausblick für die Technologie und weiterführende Handlungsempfehlungen gegeben.

Da diese Thesen an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg) erarbeitet wird und kein Austausch mit den Beteiligten des untersuchten Netzwerkes existiert, hat die Autorin im folgenden Verlauf einige subjektive Einschätzungen vornehmen müssen, welche an den betroffenen Stellen als eben solche gekennzeichnet sind.

## 2 Theoretische Grundlagen

Im folgenden Kapitel werden zunächst relevante Informationen zu Bodenverkehrsdiensten an Flughäfen gegeben. Danach werden im Rahmen eines Literatur-Reviews relevante Literatur und die Elemente der Blockchain ermittelt, um diese anschließend eingehender zu erläutern. Diese Informationen bilden die Grundlage für die Entwicklung des Konzeptes.

### 2.1 Bodenverkehrsdienste an Flughäfen

In diesem Kapitel werden zunächst allgemeine Informationen zu Bodenverkehrsdiensten gegeben. Anschließend wird über das verwendete Equipment und einzuhaltende Richtlinien für den Dienst an europäischen Flughäfen berichtet.

Zu den Bodenverkehrsdiensten gehören neben der Gepäckabfertigung die Fluggastabfertigung, die Fracht- und Postabfertigung, Betankungsdienste, Reinigungsdienste und das Catering<sup>1</sup>. Im Folgenden wird auf die Aufgaben der Gepäckabfertiger eingegangen, da das Sharing-Konzept für eben diese BVD am Hamburg Airport Helmut Schmidt entwickelt werden soll. Der Flughafen beschäftigt zwei Bodenverkehrsdienstleister für die Gepäckabfertigung, welche im Folgenden vereinfacht als Bodenverkehrsdienst (BVD) oder Ground Handler (GH) bezeichnet werden. An dieser Stelle wird angemerkt, dass von der regulären Beförderung abweichende Prozesse, wie etwa Frachtverladung, Sperr- und Sondergepäck im weiteren Verlauf dieser Arbeit unberücksichtigt bleiben, da die dadurch auftretenden Abweichungen im Prozess irrelevant sind für das zu entwickelnde Konzept.

BVD für die Gepäckabfertigung sind an Flughäfen i.d.R. zuständig für die Abwicklung von Abflug-, Ankunfts- und Transfergepäck von Passagieren der jeweiligen Airline. Abfluggepäck wird im Gepäckkeller zunächst sortiert, dann zu Transporteinheiten zusammengefasst, zum Flugzeug transportiert und verladen. Bei Ankunft werden die Gepäckstücke aus dem Flugzeug entladen und in Transporteinheiten gesammelt. Anschließend werden die Einheiten in den Gepäckkeller transportiert und dort entladen. Einen Sonderfall stellt Transfergepäck dar, dieses wird bei der Ankunft vor dem regulären Gepäck entladen, mit weiterem Transfergepäck gesammelt und transportiert. Im Gepäckkeller wird dieses Gepäck dann in den Prozess des Abfluggepäcks eingespeist.<sup>2</sup> Die Aufgabenbereiche der Bodenabfertigungsdienste unterscheiden sich von Flughafen zu Flughafen. So kann das Befördern des Gepäcks zum Flugzeug

---

<sup>1</sup> Vgl. Bundesverband der Deutschen Fluggesellschaften, Bodenverkehrsdienste, <http://www.bdf.aero/themen/bodenverkehrsdienste/> [Zugriff am 23.09.2018]

<sup>2</sup> Vgl. Richter, *Gepäcklogistik auf Flughäfen*, 2013, S. 28

Aufgabe des Flughafenpersonals oder des Ground Handlers sein. Ebenso kann die Beladung der Trolleys bzw. der Container flughafenintern oder -extern gehandhabt werden. Am Flughafen Hamburg agieren die beiden Dienstleister zum aktuellen Zeitpunkt ab der Sortierung des Gepäcks nach dem Check-in. Die flughafeneigene Sortierungsanlage befördert die Koffer je nach Flugziel an die jeweilige Rutsche des GH. Die Mitarbeiter der Ground Handler am Flughafen Hamburg übernehmen neben den oben beschriebenen Gepäckbeförderungsaufgaben die Absicherung des Flugzeuges, das Heranfahren der Fluggastbrücke, bzw. stellen bei Außenparkpositionen des Flugzeugs die Fluggasttreppe zur Verfügung.<sup>3</sup>

Je nach Kundenwunsch und Flugzeugtyp wird das Gepäck als sogenannte ‚Bulk Load‘ (dt. lose Ladung) durch Handladung oder als Containerladung mittels ‚Unit Load Devices‘ (dt. Ladeinheit) verladen.<sup>4</sup>

### 2.1.1 Ground Support Equipment

Zur Realisierung der oben beschriebenen Aufgaben verwenden GH verschiedene luftfahrtspezifische Betriebsmittel, welche im Fachjargon als Ground Support Equipment bezeichnet werden. Am Hamburger Flughafen verwenden die Dienstleister u. a. folgende GSEs: Ladungsspeicher, Förderbandwagen, Hebebühnen, Zugwagen, Fahrgasttreppen und Frühgepäcksspeicher.<sup>5</sup>

Als Ladungsspeicher für die Sammlung und den Transport von Abfluggepäck verwenden GH Trolleys bei loser Ladung bzw. Dollys bei Containerladung. Zum Verladen der Gepäckstücke vom Vorfeld in den Flugzeugrumpf werden für die Handladung von loser Ladung Förderbandwagen oder von Containerladung Hebebühnen verwendet.<sup>6</sup>

Die Branche ist konservativ, sodass wenig innovative Geräte existieren und verwendet werden<sup>7</sup>. Oftmals sind die Trolleys und Dollys mehrere Dekaden alt. Für die Fortbewegung werden bis zu vier Ladungsspeicher vor eine Zugmaschine gespannt. Während die Zugmaschine motorisiert ist, müssen die Mitarbeiter die Ladungsspeicher von Hand bewegen, um diese anzuspinnen oder näher an die Ladeluke zu bringen.<sup>8</sup>

---

3 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

4 Vgl. Baier, *Beladung eines Flugzeugs*, <http://www.airliners.de> [Zugriff am 17.09.2018]

5 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

6 Vgl. Richter, *Gepäcklogistik auf Flughäfen*, 2013, S. 27

7 Grau, Persönliches Telefonat, 2018

8 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

Mithilfe eines Förderbands wird das Gepäck an die Luke des Frachtraums transportiert, wo ein Mitarbeiter dieses annimmt und an einen weiteren Mitarbeiter im Inneren des Laderaums zum Stapeln weiterleitet. Alternativ gibt es ein erweitertes Förderband, das das Gepäck direkt an die Stelle im Frachtraum befördert, wo sich ein Mitarbeiter befindet und die Stücke stapelt. Mit dem Gerät der Firma Power Stow, das seit mehr als 14 Jahren auf dem Markt ist, kann mindestens ein Mitarbeiter pro Flugzeug eingespart werden und die Be- und Entladung ist schneller abgeschlossen.<sup>9,10</sup> Um Container in das Flugzeug zu befördern wird eine Hebebühne verwendet. Auf diese wird der Container vom Dolly aus geschoben, die Bühne wird anschließend vom Mitarbeiter hochgefahren und in den Flugzeugrumpf geschoben bzw. gefahren. Auf dem integrierten Rollsystem des Frachtraums werden die Container dann an ihren bestimmten Ort befördert. Hebebühnen haben eigene Motoren und werden von Mitarbeitern der GH ans Flugzeug herangefahren. Bei der Abfertigung von Flugzeugen auf Außenpositionen des Flughafens werden zusätzlich Fluggastbrücken verwendet und für frühzeitig aufgegebenes Gepäck kommen Frühgepäckspeicher zum Einsatz.<sup>11</sup>

Am Hamburger Flughafen sind die BVDs die Besitzer des GSE und dementsprechend für dessen Anschaffung und Wartung zuständig. Anders ist es am Londoner Flughafen Luton: Hier wird den BVDs GSE zur Nutzung zur Verfügung gestellt (vgl. Kapitel 3.3). Die Herausforderung in der Planung des Equipments liegt im stark schwankenden Gepäckaufkommen. Die Auslastung der Geräte ist abhängig von dem Flugaufkommen und der Flugauslastung, die stark nach Uhrzeit, Tag, Saison und Jahr variieren. Eine inkonsistente Auslastung erschwert die Rechnung von Investitionen in neues Equipment.<sup>12</sup>

Innovationen an Flughäfen und besonders bei den Bodenverkehrsdiensten zielen oft auf einen höheren Automatisierungsgrad ab, um den Hauptkostenfaktor ‚Personal‘ zu reduzieren. Entsprechend kostspielig sind innovative GSE in der Anschaffung. Ein Power Stow Förderband z. B. kostet in etwa das Fünffache eines herkömmlichen Förderbandwagens und hat derzeit eine Lieferzeit zwischen 6 – 12 Monaten<sup>13</sup>. In dem hier analysierten Zeitrahmen sind wenige der am Flughafen Hamburg verwendeten Geräte mit unterstützender Technik ausgestattet, die den Mitarbeitern ihre Tätigkeiten erleichtert und entsprechend die körperliche Belastung redu-

---

9 Vgl. Power Stow A/S, Extendable belt loading system, <https://www.powerstow.com/en-gb/product.aspx> [Zugriff am 28.09.2018]

10 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

11 Vgl. *ibid.*

12 Vgl. Richter, *Gepäcklogistik auf Flughäfen*, 2013, S. 183

13 Grau, Persönliches Telefonat, 2018

ziert.<sup>14</sup> Auch Peter Grau, Head of Sales der Firma Power Stow beschreibt die Branche hinsichtlich der Geräte als konservativ<sup>15</sup>. Rechnet man bei dem Gewicht eines Gepäckstücks mit 20 und mehr Kilogramm, so bewegt ein Mitarbeiter über eine Tonne Gepäck in einer Stunde und das in mehrheitlich ergonomisch sehr ungünstigen Arbeitspositionen.<sup>16</sup>

Der aufgrund der Liberalisierung vermehrte Wettbewerb der Airlines wirkt sich auch auf die Flughäfen und Bodenabfertigungsdienste aus. Immer mehr Airlines zielen auf kurze Standzeiten und entsprechend kurze Abfertigungszeiträume ab, gleichzeitig müssen Großflughäfen preislich konkurrenzfähig bleiben gegenüber kostengünstigen Regionalflughäfen.<sup>17</sup>

Zeitgleich stellen hohe Krankheitsraten eine Herausforderung für die BVD dar, wobei die Rücken- und Schulterverletzungen der Luftfahrt die höchsten Zeitverluste in der gesamten Privatwirtschaft verursachen<sup>18</sup>. Neuartige GSEs können es ermöglichen Flugzeuge schneller abzufertigen und dabei die Zahl der Mitarbeiter pro Flugzeug zu reduzieren. Ein Beispiel eines innovativen GSEs ist der Power Stow Rolltrack Conveyor. Das zuvor bereits kurz beschriebene Equipment ist ein Förderband, das zusätzlich mit einem flexiblen Rollenband ausgestattet ist. So sollen Mitarbeiter entlastet und Turnaround-Zeiten verkürzt werden.<sup>19</sup>

Bei der Anschaffung neuer technologischer GSEs ist jedoch die Verwendbarkeit des benötigten GSEs innerhalb verschiedener Flughafeninfrastruktur zu berücksichtigen. Ein Gerät, das an einem Standort von einem GH verwendet wird, ist eventuell für einen anderen Standort aufgrund unterschiedlicher Infrastruktur oder Aufgabenverteilung nicht verwendbar.<sup>20</sup> Aufgrund der Ungewissheit der zukünftigen Verwendbarkeit bei Standortwechsel in Verbindung mit der siebenjährigen Vertragslaufzeit können GH keine gesicherte Investitionsrechnung erstellen.

### Equipment Pooling

Wenn Ausrüstung teuer ist, kann ‚Equipment Pooling‘ einen wirtschaftlichen Zugang ermöglichen, so David Jacoby in seinem Buch ‚The Economist - Guide to supply chain manage-

---

14 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

15 Grau, Persönliches Telefonat, 2018

16 Vgl. Richter, *Gepäcklogistik auf Flughäfen*, 2013, S.56

17 Vgl. *ibid.*, S.15ff

18 Vgl. Kroehl, Projektspezifikation WISAG Aviation, <http://futura.eu> [Zugriff am 24.10.2018]

19 Vgl. Power Stow A/S, Power Stow, <https://www.powerstow.com/de-de.aspx>, [Zugriff am 12.07.2018]

20 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

ment“<sup>21</sup>. Beim Sharing stellen Besitzer ihre eigenen Geräte zur Nutzung durch andere Parteien zur Verfügung. Beim Pooling hingegen gibt es eine Gesamtzahl von Geräten (englisch: Pool), die einer Organisation oder Einzelperson gehören und durch eine Struktur allen Mitgliedern zur Nutzung zur Verfügung gestellt werden<sup>22</sup>. Equipment Pooling ist besonders attraktiv, wenn die Ground Handler unterschiedliche Lastspitzen aufweisen. So erfährt geteilte Ausrüstung aus einem Pool oder über Sharing eine höhere Auslastung bspw. pro Tag, als eine lediglich vom eigenen Unternehmen verwendete Ausrüstung. Dies ist ein gewichtiges Argument, da Investitionen für Ausrüstung im Service von Flugzeugen - insbesondere großen Flugzeugen - für die Ground Handler beträchtlich hoch ausfallen. Ein Verleih von Equipment bringt zusätzliche Einnahmen, die Neuanschaffungen sich schneller rentieren.<sup>23</sup>

## 2.1.2 Richtlinien

Seit dem 1. Januar 2001 gilt für alle dem gewerblichen Luftverkehr offenstehenden Flughäfen auf dem Gebiet der Europäischen Union, die mindestens zwei Millionen Fluggäste oder 50.000t Fracht zu verzeichnen haben, die Richtlinie 96/67/EG. In Art. 6 Abs. 4 dieser Richtlinie ist festgelegt, dass nicht weniger als zwei BVD beauftragt werden dürfen für den Transport von Fracht und Post zwischen Flughafen und Flugzeug, da „keinem Flughafennutzer [...] die Möglichkeit genommen werden [darf], bei jedem Bodenabfertigungsdienst [...] effektiv zwischen mindestens zwei Bodenabfertigungsdienstleistern [...] wählen zu können“<sup>24</sup>. Ebenfalls ist die Zugehörigkeit der Dienstleister in obengenannter Richtlinie festgehalten, sodass mindestens ein Dienstleister weder durch die Flughafenleitung, noch durch eine Airline „unmittelbar oder mittelbar kontrolliert werden“<sup>25</sup> darf. Diese Vorschrift ermöglicht es den Airlines als Flughafennutzer zwischen verschiedenen Dienstleistern wählen zu können und stellt somit den Wettbewerb sicher.<sup>26</sup> Die vorgestellte europäische Richtlinie wurde durch § 19c des Luftverkehrsgesetzes<sup>27</sup> und durch die Bodenabfertigungsdienst-Verordnung<sup>28</sup> in nationales Recht umgesetzt.

---

21 Vgl. Jacoby, *The Economist - Guide to Supply Chain Management*, 2009, S. 85

22 Vgl. Barber, Carsharing, carpooling, ridesharing ... what's the difference?, <http://blog.liftshare.com> [Zugriff am 28.09.2018]

23 Vgl. Jacoby, *The Economist - Guide to Supply Chain Management*, 2009, S. 83ff

24 Europäisches Parlament, *Richtlinie 96/67/EG des Rates vom 15.10.1996*, 2003, Art. 6, Abs. 4

25 Ibid., Art. 6, Abs. 4

26 Vgl. Richter, *Gepäcklogistik auf Flughäfen*, 2013, S.219

27 Luftverkehrsgesetz, 20.07.2017

28 Bodenabfertigungsdienst-Verordnung, 23.05.2017

## 2.2 Blockchain

2008 veröffentlicht Satoshi Nakamoto das Paper „Bitcoin: A peer-to-peer Electronic cash system“<sup>29</sup>, in dem beschrieben wird, wie das herkömmliche Bankensystem revolutioniert werden könne. In dieser ersten und weitreichendsten Blockchain Anwendung kann der Beginn der Blockchain Technologie verzeichnet werden<sup>30,31,32</sup>.

Eine Blockchain (dt. Blockkette) ist eine verteilte und verschlüsselte Datenbank, die von einem globalen, nicht zentralen Computernetzwerk verwaltet wird. Dadurch, dass es nahezu unmöglich ist, validierte Einträge zu verändern oder zu entfernen, wird Vertrauen in die digitalen Daten geschaffen, die in einer Blockchain gespeichert werden. Blockchains bieten eine bisher fehlende Vertrauensschicht im Internet und werden mitunter als ‚fünfte Evolution‘<sup>33</sup> der Programmierung bezeichnet. Die Technologie ermöglicht es, dass Menschen zusammenarbeiten können, die einander nicht kennen oder trauen. Transaktionen werden von einem Netzwerk aus Computern geprüft, ehe diese protokolliert und genehmigt werden. Die häufigsten Transaktionen stellen bisher Bewegungen von digitalen Zahlungsmitteln, sogenannte Kryptowährungen, dar, welche bspw. von einem Nutzer des Netzwerkes an einen anderen Nutzer gesendet werden. Durch die Blockchain Technologie entfällt der Bedarf einer zentralen Autorität, die Vertrauen schafft. Diese wäre bei herkömmlichen Geldtransaktionen bspw. eine Bank, welche allerdings bei dem geschilderten Beispiel digitaler Zahlungsmittel entfällt.<sup>34,35</sup> Weitere gängige Bezeichnungen dieser Art von Datenbank sind digitales Hauptbuch<sup>36</sup>, verteiltes Hauptbuch (engl. distributed ledger)<sup>37</sup> oder auch dezentrales Hauptbuch<sup>38</sup>.

Die Innovation der Blockchain besteht also in der Dezentralisierung und Disintermediation, also dem Wegfall einer zentralen Autorität im Netzwerk. Zweck der Blockchain Technologie ist es Integrität, Vertrauen und Authentizität in verteilten Softwarenetzwerken zu gewährleis-

---

29 Vgl. Nakamoto, *Bitcoin*, 2008

30 Vgl. Giese et al., *Die Blockchain Bibel*, 2016, S.13

31 Vgl. Tapscott, *Die Blockchain Revolution*, 2017, S. 23

32 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 26

33 Vgl. *ibid.*, S. 30

34 Vgl. *ibid.*, S. 30ff

35 Vgl. Schwab, *Die Vierte industrielle Revolution*, 2016, S. 35ff

36 *Ibid.*, S. 35ff

37 Plansky et al., A Strategist's Guide to Blockchain, <https://www.strategy-business.com> [Zugriff am 1.10.2018]

38 Tapscott, *Die Blockchain Revolution*, 2017

ten<sup>39,40</sup>. Nakamotos Vorstellung von Bitcoin zufolge kann kein einzelner Nutzer das Netzwerk kontrollieren und jeder kann dieses einsehen.<sup>41</sup> Seit der Veröffentlichung der Technologie entwickelten sich verschiedene weitere Ansätze: während Bitcoin eine öffentliche Blockchain ist, gibt es andere Anwendungen für beschränkte oder gar private Netzwerke. Schließlich haben sich nicht nur die Typen der Netzwerke, sondern auch ihre Sicherheitsmechanismen weiterentwickelt.<sup>42,43</sup>

Im Folgenden wird zunächst kurz die Geschichte der Blockchain dargelegt, ein Literatur-Review erläutert und anschließend die Elemente und Nachteile der Technologie verdeutlicht. Anhand der ermittelten Elemente wird im Rahmen der Konzeptionierung die Technologie hinsichtlich ihrer Eignung für das Anwendungsbeispiel untersucht.

## 2.2.1 Geschichte der Blockchain

Mit der Erfindung des Internets hat sich die Art der Bereitstellung von Daten verändert. Heutzutage bedarf es nicht mehr zwingend eines physischen Weges für die Datenbereitstellung und auch ein Datenaustausch kann binnen weniger Sekunden stattfinden. Vergleichbar mit dem Internet, das einst die Arbeitsweise der gesamten Welt revolutionierte und zu einer Automatisierung bei einer Vielzahl von Tätigkeiten beiträgt, verunsicherte 2009 die Online Plattform Bitcoin das herkömmliche Bankensystem.<sup>44</sup>

Nakamoto erläutert in seinem Paper eine Vision eines neuen Geldsystems. Das herkömmliche Geldsystem basiert auf dem Vertrauen der beteiligten Parteien in eine neutrale und zentrale Autorität. Nakamoto hat ein System entwickelt, das ohne die Regulierung einer Drittpartei funktioniert und dennoch nicht manipulierbar ist. In diesem System überprüfen nicht Banken, sondern alle Teilnehmer eines Netzwerkes, dass Transaktionen korrekt vonstattengehen. Die Daten und Teilnehmer der Blockchain werden gesichert durch mathematische Algorithmen.<sup>45</sup>

Seit der Veröffentlichung steht Bitcoin als Kryptowährung im Zentrum der dezentralen Blockchain Technologie. Zunehmend beschäftigen sich auch andere Branchen mit weitergehenden Ideen, die über reine Zahlungsabwicklungen hinausgehen. Die Blockchain als eigenständige

---

39 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 36

40 Vgl. Giese et al., *Die Blockchain Bibel*, 2016, S.32

41 Vgl. Nakamoto, *Bitcoin*, 2008

42 Vgl. Protschka et al., *Blockchain ABC*, 2018, S. 98f

43 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 28ff

44Vgl. Giese et al., *Die Blockchain Bibel*, 2016, S.11

45 Vgl. Nakamoto, *Bitcoin*, 2008

Technologie erfährt derzeit große regulatorische, technische aber auch gesellschaftliche Bewegungen.<sup>46</sup>

Obwohl die Begriffe Blockchain und Bitcoin oftmals synonym verwendet werden, bedeuteten diese nicht dasselbe. Bitcoin ist eine spezifische Kryptowährung, Blockchain eine Software, vergleichbar mit dem Betriebssystem, auf dem Bitcoin und weitere Anwendungen laufen. Bitcoin baut auf einer Blockchain auf, welche das Protokoll ist, das die sichere Übertragung von Bitcoins ermöglicht.<sup>47</sup>

Da sich die Technologie erst am Anfang ihrer Entwicklung befindet, hat sich zum aktuellen Zeitpunkt noch keine einheitliche Definition des Begriffs durchgesetzt<sup>48,49,50,51</sup>. Im Folgenden wird mit dem Begriff Blockchain, sofern nicht anders angegeben, eine öffentliche Blockchain nach dem Verständnis von Satoshi Nakamoto beschrieben.

## 2.2.2 Literatur-Review

Da bis dato keine einheitliche Definition der Blockchain existiert, wird ein Literatur-Review zur Vorstudie der Technologie und ihrer Merkmale durchgeführt. Für die Ermittlung der relevanten Literatur wird eine Kombination aus strategischer Suche nach Kornmeier<sup>52</sup> und „Schneeball-Suche“ nach Töpfer<sup>53</sup> angewendet.

Zu Beginn wurde strategisch nach Büchern zum Thema in der Metasuchmaschine des Karlsruher Virtuelle Katalog<sup>54</sup> recherchiert. Hierbei wurden die Kataloge des deutsch- und englischsprachigen Buchhandels, sowie der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Nationalbibliotheken mit den folgenden Suchbegriffen untersucht: ‚Blockchain‘, ‚Blockchain Technologie‘ bzw. ‚Blockchain Technology‘, ‚Blockchain Grundlagen‘ bzw. ‚Blockchain Basics‘.

---

46 Vgl. Giese et al., *Die Blockchain Bibel*, 2016, S.14ff

47 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 32

48 Vgl. Mattila, The Blockchain Phenomenon, <http://pub.etla.fi/ETLA-Working-Papers-38.pdf>, [Zugriff am 15.06.2018]

49 Vgl. Swan, *Blockchain - Blueprint for a new economy*, 2015

50 Vgl. Atzori, Blockchain Technology and Decentralized Governance, <https://papers.ssrn.com> [Zugriff am 07.09.2018]

51 Vgl. Schlatt et al., *Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale*, 2016

52 Kornmeier, *Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht*, 2011, S. 81f

53 Töpfer, *Erfolgreich Forschen*, 2012, S. 369f

54 <https://kvk.bibliothek.kit.edu/>

Bei der Suche werden bewusst stark auf Finanzen oder Kryptowährungen fokussierte Werke nicht näher betrachtet. Der Schwerpunkt der vorliegenden Literaturrecherche liegt auf dem Aufbau der Technologie und deren Merkmalen, um diese besser zu verstehen und deren Einsatzmöglichkeiten hinsichtlich des hier vorgestellten Anwendungsbeispiels prüfen zu können. Ausschlaggebend bei der Auswahl der relevanten Literatur ist eine umfangreiche Beschreibung des technischen Aufbaus der Technologie und ihrer technischen Grenzen. Nachfolgend sind die Autoren der Werke aufgelistet, sortiert nach ihrem Erscheinen während der Recherche, welche für die Autorin einsehbar waren und nach dem ‚Querlesen‘<sup>55</sup> der Werke als relevant eingeschätzt werden:

*Antonopolous, Drescher, Swan, Laurence, Tapscott*

Für die Autorin einsehbar sind die Vor-Ort-Bestände der Universitätsbibliotheken der Stadt Hamburg und des Leibniz-Informationszentrums Wirtschaft<sup>56</sup> sowie elektronische Bücher im Katalog der HAW Hamburg und von Google Books<sup>57</sup>. Bedingt durch die Neuheit der Technologie werden hier Online-Publikationen als ebenso potentiell relevant eingeschätzt wie Printmedien.

Bei der Recherche von Online-Quellen in Online-Suchmaschinen lässt sich eine enorme Anzahl an Ergebnissen finden (Suchbegriff in Google Scholar<sup>58</sup> mit Anzahl Ergebnisse: Bsp. „Blockchain“ ca. 65.000, „Blockchain Technologie“ ca. 2.600, „Blockchain Technology“ ca. 29.100 Ergebnisse<sup>59</sup>). Daher wurde das Blockchain Whitepaper „Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale“<sup>60</sup> des Fraunhofer-Instituts für angewandte Informationstechnik als Grundlage für das verwendete Schneeballsystem ausgewählt, um relevante Online-Medien zu ermitteln. Die Fraunhofer Gesellschaft ist die größte Organisation für angewandte Forschung in Europa und spielt mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Technologien und als Forschungspartner des Bundesministeriums für Forschung und Entwicklung eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas<sup>61,62</sup>.

---

55 Kornmeier, *Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht*, 2011, S. 82ff

56 <https://beluga.sub.uni-hamburg.de/>

57 <https://books.google.de>

58 <https://scholar.google.de>

59 Stand 20.11.2018

60 Vgl. Schlatt et al., *Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale*, 2016

61 Vgl. Bundesministerium für Forschung und Entwicklung, Forschungspartner, <https://www.bmbf.de/de/fraunhofer-gesellschaft-fhg-827.html>, [Zugriff am 07.09.2018]

62 Vgl. Fraunhofer-Gesellschaft, Profil und Struktur, <https://www.fraunhofer.de/> [Zugriff am 07.09.2018]

Für das Schneeballsystem wurde das Literaturverzeichnis des ausgewählten Werkes auf weitere relevante Literatur untersucht, welche auf Verfügbarkeit geprüft wurde. Die so ermittelten Online-Werke wurden ebenfalls auf Vollständigkeit der Beschreibung der Elemente der Technologie sowie kritische Betrachtungen untersucht. Nachfolgend sind die Autoren der Werke aufgelistet, welche von der Autorin als relevant eingeschätzt werden:

*Nakamoto, Walport, Matilla, Bogart, Plansky*

Hierbei kann angemerkt werden, dass das Werk von Nakamoto als Initialveröffentlichung zur Technologie bereits im Vorfeld als relevante Quelle beurteilt wurde.

Da derzeit kein allgemeingültiges Verständnis der Technologie definiert ist, wurden die Merkmale der Technologie aus allen ermittelten Quellen zusammengetragen. Für die vorliegende Arbeit werden die Merkmale aus diesem Literatur-Review als Maßstab für das Verständnis der Blockchain Technologie verwendet.

Die Literaturrecherche stellte sich als durchaus schwierig heraus, denn die Technologie ist noch jung und entwickelt sich schnell weiter, sodass zum aktuellen Zeitpunkt die Literaturauswahl noch relativ gering ist<sup>63</sup>. Darüber hinaus befindet sich die Technologie derzeit in einem Entwicklungs- und Forschungsstadium befindet, sodass regelmäßig neue Werke veröffentlicht werden, von denen nicht alle, aufgrund von Zeitrestriktionen, in diese Arbeit integriert werden können. Das Literatur-Review spiegelt hier eine Momentaufnahme der relevanten Quellen über Blockchain Technologie bis August 2018 wieder. Es gilt nachdrücklich zu betonen, dass dieses Literatur-Review weder Allgemeingültigkeit noch Vollständigkeit beansprucht, da der Autorin lediglich eine begrenzte Auswahl an Literatur zur Verfügung steht. Zusätzlich ist zu erwarten, dass die Informationen über die Technologie mit weiterführender Forschung detaillierter werden. Dies könnte in Zukunft dazu beitragen, eine einheitliche Definition der Blockchain Technologie und ihrer Elemente zu erreichen.

Das Literatur-Review in Tabelle 1 listet die relevante Literatur und die Merkmale der Blockchain auf. In der Beschreibung der Merkmale wird unterschieden nach Kernelement, Element und nicht erläutert. Kernelemente sind Merkmale, die in der jeweiligen Quelle besonders oft betont werden, alle weiteren Merkmale werden als Elemente klassifiziert. Vernachlässigt eine Quelle ein Merkmal komplett, ist dieses als nicht erläutert gekennzeichnet. Die zusammengetragenen Merkmale aus dem Review werden im nachfolgenden Kapitel eingehend erläutert. Die Literatur ist nach Anzahl der Zitationen auf Google Scholar sortiert. Diese Zitationen belegen eine allgemeine Relevanz der ausgewählten Quellen in anderen wissenschaftlichen Schriftstücken und keine Vollständigkeit der technischen Beschreibung. Die Anzahl der Zita-

---

<sup>63</sup> Vgl. Glaser et al., *Beyond Cryptocurrencies*, Konferenzbericht ECIS, 2015

tionen kann dabei nicht als vollständig beschrieben werden, da in Google Scholar lediglich die Zitate von online verfügbaren wissenschaftlichen Quellen gezählt werden können.<sup>64</sup>

---

<sup>64</sup> Vgl. Harzing, Google Scholar is a serious alternative to Web of Science, <https://harzing.com> [Zugriff am 07.08.2018]

Tabelle 1: Literatur-Review der Blockchain Technologie

Name des Hauptautors, Titel, Jahr	Elemente der Blockchain Technologie										Kritik	Google Scholar Zitationen		
	Netzwerk					Sicherheit							Ersetzt	
	Dezentral	Verteilt	Peer-to-Peer	Kryptographie	Konsens	Öffentlichkeit	Unveränderlichkeit	Anonymität	Vertrauen	Intermediäre			Allgemein	51% Angriff
Nakamoto, S., Bitcoin: A peer-to-peer cash system, 2008*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	4479
Swan, M., Blockchain: blueprint for a new economy, 2015	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	793
Antonopoulos, A., Bitcoin und Blockchain: Grundlagen und Programmierung, 2018	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	591
Tapscott, D., Die Blockchain Revolution, 2017	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	403
Walport, M., Distributed Ledger Technology: beyond block chain, 2015*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	124
Drescher, D., Blockchain Grundlagen, 2017	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	56
Mattila, J., The Blockchain Phenomenon, 2016*	○	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	○	●	54
Bogart, S., The Blockchain Report: welcome to the internet of value, 2015*	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○	●	15
Laurence, T., Blockchain für Dummies, 2017	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	14
Plansky, J., A Strategist's Guide to Blockchain, 2016*	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	○	●	11

Legende: ● Kernelement ○ Element nicht beschrieben | \* Online-Quelle

Neben der Literaturrecherche wurden als weiteres Recherchemittel für die Vorstudie Experteninterviews gewählt<sup>65</sup>, da die Auswahl der wissenschaftlichen Literatur zu den Grundlagen der Blockchain Technologie noch sehr gering ist und zum aktuellen Zeitpunkt kein einheitliches Verständnis der Technologie sowie ihrer Elemente existiert. Aus den Gesprächen sollen tiefergehendes und spezifischeres Wissen und potentielle Denkanstöße für weiterführende Recherchen mitgenommen werden. Hierfür wurden Personen Hamburger Hochschulen, die mittels eigener Veröffentlichungen ihre Expertise unter Beweis gestellt haben, ausgewählt. Dieser Sektor wird als besonders relevant und fortschrittlich angesehen, da hier ein großer Anteil an deutschen Forschungen und Entwicklungen stattfindet<sup>66</sup>. Zusätzlich führt der Umstand, dass die Technologie noch vergleichsweise jung und nicht klar definiert ist, dazu, dass viele Forschungen mit diesem Schwerpunkt stattfinden. Daneben bieten im nationalen und internationalen Rahmen bereits einige Hochschulen Kurse oder gar ganze Studiengänge mit dem Schwerpunkt Blockchain an.

Es wurde sich bewusst gegen die Befragung von Personen aus der Wirtschaft entschieden, da diese als aktive Mitarbeiter eines Unternehmens meist eine gewisse unternehmenskonforme Haltung besitzen. Die Stadt Hamburg wurde gewählt, da die geografische Nähe die leichtere Realisierung eines persönlichen Gesprächs bedingt.<sup>67,68</sup> Bei einer Google Suche mit den Stichworten „Blockchain Hamburg Universität“ sind über Webseiten, Veröffentlichungen und Konferenzvorträge vier Blockchain-verbundene Personen ermittelt worden, wovon eine Person aufgrund eines fehlenden technischen Bezugs ausgeschlossen wurde. Von den verbleibenden drei Personen wurden im Rahmen dieser Arbeit Professor Dr. Johannes Hinckeldeyn, Oberingenieur am Institut für technische Logistik an der Technischen Universität Hamburg-Harburg und Dr. Moritz Petersen, Senior Researcher an der Kühne Logistik Universität interviewt.

Es wurde ein Interviewleitfaden für ein halbstrukturiertes Experteninterview nach Kaiser<sup>69</sup> entwickelt. Der Leitfaden mit einer Liste offener Fragen wird als Grundgerüst eingesetzt, das flexibel angepasst werden kann<sup>70</sup>. Der Leitfaden wurde strukturiert nach Allgemeines, Sharing, Frontend, Backend und spezifische Fragen für das Anwendungsbeispiel. Hierbei werden zunächst allgemeine und danach spezifische Aspekte behandelt. Aufgrund der nicht allge-

---

65 Vgl. Kornmeier, *Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht*, 2011, S. 121

66 Statistisches Bundesamt, Forschung und Entwicklung, <https://www.destatis.de>, [Zugriff am 11.11.2018]

67 Vgl. Bogner, *Interviews mit Experten*, 2014, S. 9ff

68 Vgl. Kaiser, *Qualitative Experteninterviews*, 2014, S. 132

69 Ibid.

70 Vgl. Döring, *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, 2016, S. 372

meingültigen Beantwortbarkeit einiger Fragen wurden bereits während des Interviews einige Änderungen vorgenommen, welche für das zweite Interview übernommen wurden. Mithilfe der Interviews sollen Fragen beantwortet werden, welche mit vorliegender Literatur nicht eindeutig beantwortet werden konnten oder spezifisch für das Anwendungsbeispiel sind.<sup>71</sup> Um die Interviews möglichst nah an den wörtlichen Aussagen transkribieren zu können, wurden die Gespräche mit den Experten aufgezeichnet. Die Aussagen der Experten wurden so verschriftlich, dass diese gut lesbar sind. Grammatikalische Fehler und Versprecher wurden bereinigt und irrelevante Informationen gestrichen.<sup>72</sup>

In den folgenden Kapiteln wird sowohl aus recherchierten Quellen als auch aus den Transkriptionen der durchgeführten Interviews zitiert. Die Transkriptionen sind im Anhang A und C dieser Arbeit zu finden.

### 2.2.3 Aufbau einer Blockchain

Die Blockchain besteht, wie der Name bereits aussagt, aus Blöcken und einer Kette. Die Blöcke werden von einem Netzwerk mit Transaktionen gespeist und verifiziert. In dem Bitcoin Netzwerk werden beispielweise alle zehn Minuten die durchgeführten Transaktionen validiert, freigegeben und in einem Block abgespeichert. Der so entstandene Block schließt sich an den vorausgegangenen Block („Parent Block“) an, sodass diese rückwärts verlinkt sind und eine Kette bilden.<sup>73,74</sup> Die drei Kernelemente, Block, Kette und Netzwerk werden im Folgenden erläutert.

#### Block

Ein Block ist eine Datenstruktur mit einer Liste von Transaktionen, die mit einem Zeitstempel und dem Fingerprint des vorherigen Blocks markiert und über einen festgelegten Zeitraum aufgezeichnet werden. Jeder Block dieser Datenstruktur besteht aus einem Block-Header und einer Auflistung von Transaktionsdaten.<sup>75,76</sup>

Der Block-Header enthält Metadaten dreier verschiedener Gruppen, die auch als Hashreferenzen bezeichnet werden. Zuerst enthält der Header einen Hinweis auf den Hash des vorherigen

---

71 Vgl. Kaiser, *Qualitative Experteninterviews*, 2014, S. 52ff

72 Vgl. Dresing, *Praxisbuch Interview*, 2015, S. 17

73 Vgl. Vgl. Tapscott, *Die Blockchain Revolution*, 2017, S. 24

74 Vgl. Antonopoulos, *Bitcoin und Blockchain*, 2018, S. 197

75 Vgl. *ibid.*, S. XXIII ff

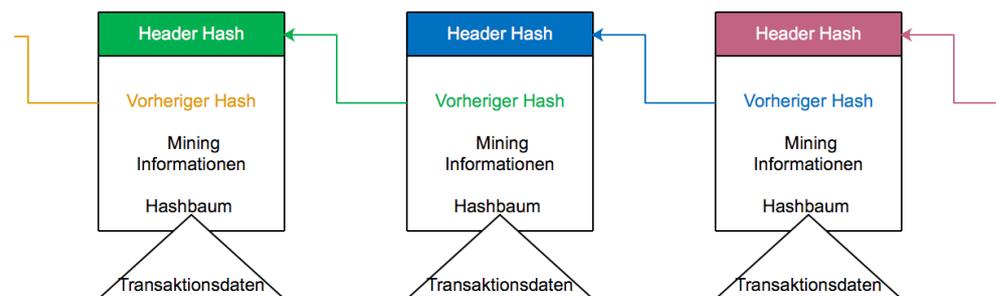
76 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S.130ff

Blocks. In der zweiten Gruppe befinden sich Informationen relevant für das Mining (dt. schürfen) der Blöcke, auf die in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen wird. Den dritten Teil bildet eine Datenstruktur, die alle Transaktionen im Block effizient zusammenfasst. Diese Struktur wird als ‚Merkle Tree‘ oder ‚Hashbaum‘<sup>77</sup> bezeichnet. Der Block-Header wird gehasht, um den Konsens zu erzeugen und damit die Transaktion zu validieren.<sup>78</sup> Diese Hashreferenzen machen die Transaktionen durch ihre Veränderungssensitivität nahezu manipulationssicher.<sup>79</sup>

### Kette

Eine Kette (engl. chain) verknüpft die einzelnen Blöcke in chronologischer Reihenfolge mithilfe einer kryptografischen Signatur, der Hash-Funktion. Jeder Block enthält dabei Informationen über alle validen Transaktionen seit dem Hinzufügen des vorherigen Blocks.<sup>80,81</sup> Die kryptografische Hash-Funktion wird u. a. aus den Daten des vorhergehenden Blocks erzeugt und dient als Fingerabdruck der Daten, welcher die Reihenfolge und Uhrzeit unveränderbar festschreibt. In der kryptografischen Komponente liegt das mathematisch geschützte Vertrauen der Technologie.<sup>82,83</sup>

Abbildung 2 zeigt die gespeicherten Informationen im Block-Header und die Verknüpfung der Blöcke in einer Blockchain.



**Abbildung 2: Aufbau von Blöcken und ihre Verkettung in einer Blockchain**

77 Ibid. S. 105

78 Vgl. Antonopoulos, *Bitcoin und Blockchain*, 2018, S. XXIII ff

79 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S.130ff

80 Vgl. Bogart, *The Blockchain Report*, <https://www.weusecoins.com> [Zugriff am 15.07.2018]

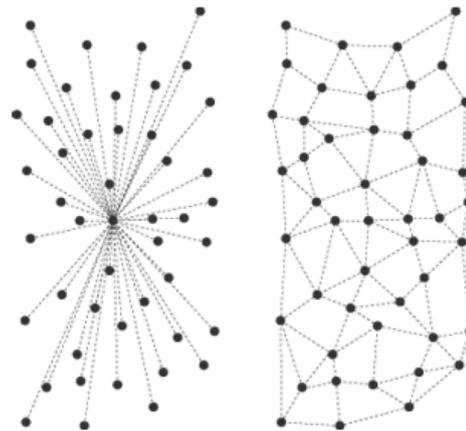
81 Vgl. Walport, *Distributed Ledger Technology*, <https://www.gov.uk> [Zugriff am 18.06.2018]

82 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 32ff

83 Vgl. Protschka et al., *Blockchain ABC*, 2018, S. 16

## Netzwerk

In der Architektur für Softwaresysteme werden zwei wichtige Ansätze unterschieden: ‚zentral‘ und ‚verteilt‘. Abbildung 3 verdeutlicht die Unterschiede zwischen einer zentralisierten und einer verteilten (oder auch dezentralisierten) Architektur. Die Punkte stehen für Systemkomponenten, auch Knoten genannt, und die Linien zeigen die Verbindungen zwischen diesen Komponenten. Auf der linken Seite ist eine zentralisierte Architektur abgebildet, in der jede Komponente eine Verbindung zu der zentralen Komponente aufweist. Auf der rechten Seite ist eine verteilte Architektur abgebildet, in der sämtliche Komponenten ohne zentrales Element miteinander verbunden sind.<sup>84</sup> Aus diesem Grund ist eine verteilte Architektur dezentral.



**Abbildung 3: zentrale und verteilte Systemarchitektur<sup>85</sup>**

Peer-to-peer Netzwerke (dt. Netzwerk von Gleichberechtigten) sind eine besondere Art der verteilten Systeme. Das Netz besteht aus Knoten, durch die die einzelnen Peers ihre Rechenleistung für alle Mitglieder zur Verfügung stellen. In allen peer-to-peer Netzen werden die Computer der Anwender zu Knoten, die das gesamte verteilte System bilden. Alle Mitglieder im Netz haben die gleichen Rechte und Rollen. Außerdem stellen sie zugleich Ressourcen bereit und verbrauchen diese. Das Netzwerk einer Blockchain setzt sich zusammen aus vollständigen Knoten, sogenannten ‚Nodes‘. Vollständige Knoten sind Rechner, die eine vollständige und aktuelle Kopie der Blockchain vorhalten und pflegen<sup>86</sup>. Der Computer dieser Nodes führt einen Algorithmus aus, der das Netzwerk sichert und jeder Knoten erhält eine vollständige Aufzeichnung aller Transaktionen der jeweiligen Blockchain. Die Knoten befinden sich auf der ganzen Welt, jedoch ist es schwierig, teuer und zeitaufwendig einen vollständigen Knoten

<sup>84</sup> Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 30f

<sup>85</sup> Quelle: Swanson, *Consensus-as-a-service*, 2015, S. 1

<sup>86</sup> Vgl. Antonopoulos, *Bitcoin und Blockchain*, 2018, S. 182f

zu betreiben. Der Anreiz einen Knoten zu betreiben besteht darin, Kryptowährungen zu verdienen. Der zugrundeliegende Algorithmus der jeweiligen Blockchain belohnt die Betreiber für ihre Dienste üblicherweise in Token oder Kryptowährungen wie Bitcoin.<sup>87</sup> Neben der Blockchain ist das Filesharing ein weiteres interessantes peer-to-peer System.<sup>88</sup>

Eine Blockchain hat eine verteilte Datenstruktur, die es ermöglicht, ein digitales Hauptbuch mit Daten zu erstellen und über ein Netzwerk unabhängiger Parteien direkt zu teilen. Das Blockchain Netzwerk ist offen, sodass auch Nicht-Mitglieder des Netzwerkes alle Daten einsehen können<sup>89</sup>. Laut Giese et al.<sup>90</sup> stellt die Dezentralität die größte Innovation und das wichtigste Merkmal der Technologie dar. Die Dezentralisierung der Blockchain wird durch eine komplette Kopie aller Transaktionen und Blöcke realisiert. Hierbei werden die Daten nicht zentral auf nur einem Rechner gespeichert, sondern vollständig und gleichzeitig auf den Rechnern aller Nodes.<sup>91</sup> Dezentral bedeutet auch, dass die Notwendigkeit eines Mediators oder einer zentralen und vertrauenswürdigen Instanz, wie bspw. einer Bank eliminiert wird. Dieser Prozess wird als Disintermediation bezeichnet.<sup>92</sup> Es ist jedoch auch kein Vertrauen zwischen den Mitgliedern notwendig, eine Blockchain ist ein ‚trustless‘ (dt. vertrauenslos) System<sup>93</sup>.

Eine Blockchain lebt vom Netzwerkeffekt. Das bedeutet, je größer das Netzwerk ist, umso sicherer sind die Daten<sup>94</sup>. Auf dieses Phänomen wird in Kapitel 2.2.6 genauer eingegangen.

## 2.2.4 Sicherheit

Die Sicherheit der Blockchain stützt sich auf kryptografische Funktionen. Daten werden geschützt, indem diese mithilfe eines kryptografischen Schlüssels in einen Geheimtext umgewandelt werden.<sup>95</sup> Die Blockchain verwendet eine kryptografische Hash-Funktion, asymmetrische Kryptografie und einen kryptografischen Konsens. Diese drei Funktionen werden im Folgenden näher erläutert.

---

87 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 32ff

88 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 34ff

89 Vgl. *ibid.*, S.199

90 Giese et al., *Die Blockchain Bibel*, 2016, S.8

91 Vgl. Antonopoulos, *Bitcoin und Blockchain*, 2018, S. XXVII

92 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 28ff

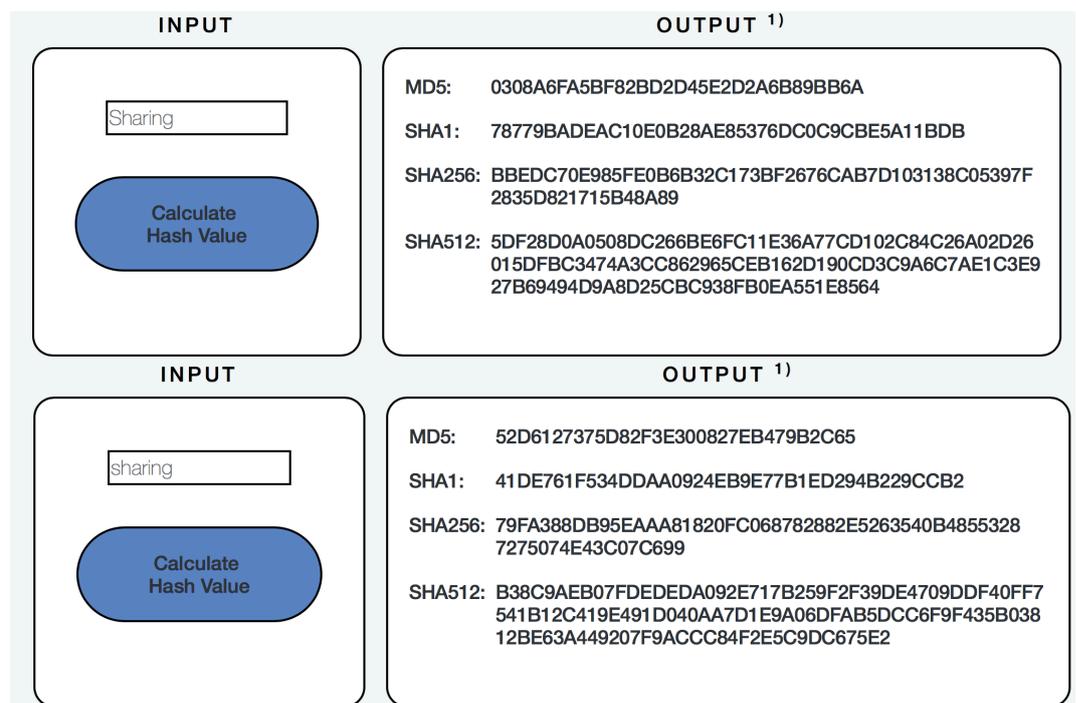
93 Vgl. Hinckeldeyn, Interview, *Masterthesis Blockchain Sharing*, 2018

94 Vgl. *Ibid.*

95 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 111ff

Eine Hash-Funktion schafft eine nicht entschlüsselbare Einwegfunktion und ist ein mathematischer Algorithmus. Diese Funktion wird auf einer Transaktion oder einem Block ausgeführt. Dabei entsteht eine Prüfsumme, die als Hash bezeichnet wird. Der Hauptzweck einer kryptografischen Hash-Funktion ist es, die Authentizität einer Transaktion zu überprüfen.<sup>96</sup> Ein Secure Hash Algorithm (SHA) ist einer von mehreren verschlüsselten Hash-Funktionen. Ein gebräuchlicher Algorithmus ist SHA-256, der einen nahezu eindeutigen Schlüssel der Größe 256 Bit und 32 Byte erzeugt.<sup>97</sup>

Mithilfe von Hashwerten können Daten verglichen und ungewollte Änderungen erkannt werden<sup>98</sup>. Abbildung 4 verdeutlicht die Auswirkungen von Groß- und Kleinschreibung auf den ausgegebenen Hashwert.



**Abbildung 4: Vergleich verschiedener Hashwerte bei Groß- und Kleinschreibung des Wortes ‚Sharing‘<sup>99</sup>**

Um eine Transaktion zu verändern, müssen alle nachfolgenden Blöcke des betroffenen Blockes, auch Child-Blöcke genannt, angefasst werden. Eine geänderte Information in einem

<sup>96</sup> Vgl. Protschka et al., *Blockchain ABC*, 2018, S. 54f

<sup>97</sup> Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 32

<sup>98</sup> Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 99ff

<sup>99</sup> Quelle: Drescher, *Blockchain Basics*, <http://www.blockchain-basics.com/HashFunctions.html> [Zugriff am 23.09.2018]

Block führt dazu, dass sich der Hashwert des geänderten Blockes verändert und auch der Wert der Child-Blöcke nicht mehr korrekt sein kann, weil dieser abhängig ist vom vorherigen Block (,Parent-Block'). Weil ein einmal getätigter Eintrag nicht ohne großen Aufwand löschar oder veränderbar ist und auch nicht rückgängig gemacht werden kann, werden die Daten in einer Blockchain spätestens nach sechs Blöcken (vgl. Bitcoin<sup>100</sup>) als quasi unveränderlich angesehen<sup>101, 102, 103</sup>.

Neben der Hash-Funktion kommt in einer Blockchain asymmetrische Kryptografie zum Einsatz. Hierfür werden zwei sich ergänzende Schlüssel benutzt, wobei für die Verschlüsselung einer Information ein anderer Schlüssel verwendet wird als für die Entschlüsselung. In der Blockchain werden diese Schlüssel als öffentlich und privat bezeichnet. Der öffentliche Schlüssel wird der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt, der private Schlüssel wird geheim gehalten. Der private Schlüssel ist eine Zahl, die üblicherweise zufällig ausgewählt und zur Erzeugung einer digitalen Signatur verwendet wird. Der Besitz dieses Schlüssels ist die Basis der Kontrolle über alle Mittel, die mit der Blockchain-Adresse verknüpft sind. Der öffentliche Schlüssel wird mithilfe einer kryptografischen Funktion aus dem privaten Schlüssel erzeugt. Wer den öffentlichen Schlüssel besitzt, kann die Daten entschlüsseln, die mit dem dazugehörigen privaten Schlüssel verschlüsselt wurden.<sup>104</sup>

Neben den beiden beschriebenen kryptografischen Funktionen ist für die Sicherheit einer Blockchain das Konsensmodell entscheidend. In einer Blockchain bedeutet Konsens eine Einigung innerhalb eines Netzwerkes von vollständigen Knoten zu erzielen, sodass Transaktionen verifiziert werden<sup>105</sup>.

Abbildung 5 visualisiert den Ablauf der Transaktionsbestätigung basierend auf der Einigung im Netzwerk. Nur wenn eine Transaktion übertragen und vom Netzwerk ausgewertet wird, kann diese bestätigt werden. Eine Bestätigung kann erst erfolgen, wenn der Block, in dem sich die Transaktion befindet, mit dem vorherigen Block verkettet wird.

---

100 Vgl. Cheng, Immutability of blockchain, <https://medium.com/@cloudycalvin/immutability-of-blockchain-ff3cbd151588> [Zugriff am 10.11.2018]

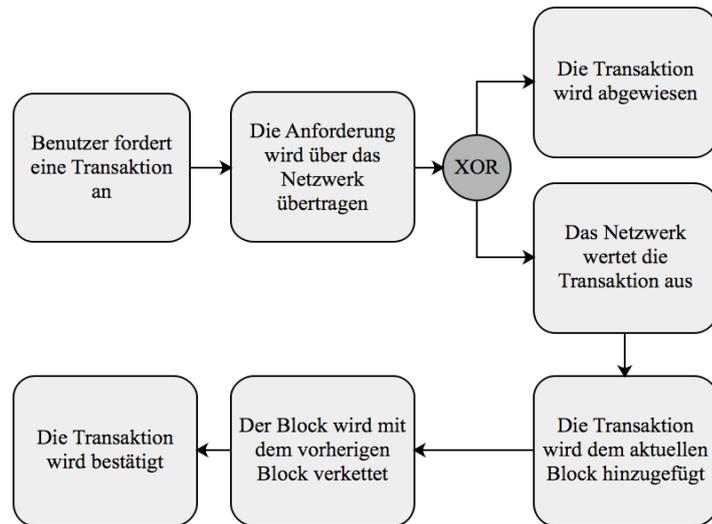
101 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 151ff

102 Vgl. Protschka et al., *Blockchain ABC*, 2018, S. 17

103 Vgl. Antonopoulos, *Bitcoin und Blockchain*, 2018, S. 197

104 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 111ff

105 Vgl. Protschka et al., *Blockchain ABC*, 2018, S. 16



**Abbildung 5: Konsensmechanismus der Blockchain Technologie.<sup>106</sup>**

Die meisten Blockchains sind entsprechend der Höhe der Wahrscheinlichkeit eines Angriffs von außen oder durch das Netzwerk programmiert. Der Konsensalgorithmus ist abhängig von der erwarteten Bedrohung und dem Vertrauen des Netzwerkes in die Knoten, sodass Kryptowährungen, wie z. B. Bitcoin und Ethereum einen starken Konsens verwenden. Zur Sicherung der Richtigkeit von Transaktionen setzen diese Plattformen einen Konsens ein, der als Proof of Work (PoW) bezeichnet wird. In diesen Netzwerken herrscht kein Vertrauen und es wird von einer starken Bedrohung ausgegangen. Mithilfe dieses Konsenses wird ein bekanntes Problem der Informatik und Mathematik gelöst, welchem sich bereits die byzantinischen Generäle gegenübersehen: Es wird sichergestellt, dass die Informationen, die übermittelt werden, nicht intern oder extern verändert wurden.<sup>107,108</sup>

Da jede Blockchain andere Einträge erzeugt und ihren eigenen Algorithmus besitzt, gibt es verschiedene Konsens-Modelle um Einigung zu erzielen. Sie werden während des ‚Mining‘ von Transaktionen und Blöcken verwendet. Als Mining wird der Validierungsvorgang bezeichnet. Alle Konsensmechanismen, auch als Proof-Ansätze bezeichnet, dienen der Sicherheit der Daten in der Blockchain. Beim Proof of Work wird durch einen mathematischen Prozess die Richtigkeit einer Transaktion bestätigt. Da die mathematischen Gleichungen sehr aufwendig sind, dauert es lange, bis eine Transaktion bestätigt ist. Es wird viel Rechenleistung benötigt, was mit einem entsprechend hohen Energieverbrauch verbunden ist. PoW basiert auf

<sup>106</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 28

<sup>107</sup> Vgl. *ibid.*, S. 28

<sup>108</sup> Vgl. Antonopoulos, *Bitcoin und Blockchain*, 2018, S. 257

dem Aufwand und den eingesetzten Energieressourcen für das Lösen der kryptografischen Aufgabe.<sup>109</sup> Weitere Mechanismen sind u. a. Proof of Stake, Proof of Trust oder Proof of Burn. Diese Ansätze dienen wie das PoW der Bestätigung der Richtigkeit einer Transaktion oder eines Blocks, jedoch wird aufgrund anderer Logiken weniger Rechenleistung aufgewendet.<sup>110</sup>

Blockchains, die Transaktionen zwischen bekannten Parteien aufzeichnen, können einen leichteren und damit schnelleren Konsens verwenden. Hierbei liegt der Fokus mehr auf Geschwindigkeit und weniger auf Sicherheit. PoW ist für solche Anwendungen zu langsam und kostenintensiv, da es i.d.R. wenige Teilnehmer im Netzwerk gibt und Transaktionen unmittelbar abgeschlossen werden sollen<sup>111 112</sup>.

## 2.2.5 Blockchain Typen

Wie im Verlauf des Kapitels bereits skizziert, gibt es verschiedene Arten von Blockchains, die in der Literatur meistens in öffentlich und privat unterteilt werden<sup>113</sup>. Andere Quellen unterscheiden zusätzlich zwischen zugangsbeschränkt bzw. -unbeschränkt.<sup>114,115,116</sup> Da eine zugangsunbeschränkte private Blockchain ein Widerspruch in sich darstellt, gibt es die folgenden drei Blockchain Typen: öffentlich, zugangsbeschränkt und privat. Die Eigenschaften dieser Typen werden nachfolgend erläutert.

Öffentliche Blockchains sind im Allgemeinen große Netzwerke, die einen eigenen spezifischen Token verwenden (vgl. Bitcoin). Diese Netzwerke sind für alle Benutzer geöffnet und der verwendete Open-Source-Code wird von der Gemeinschaft gepflegt. Eine öffentliche Blockchain ist immer zugangsunbeschränkt. Diese Blockchain ist sicherer als private oder zugangsbeschränkte Blockchains, aber oftmals langsamer und teurer, außerdem ist dieser Typ in seiner Speicherkapazität begrenzt. Die öffentliche Blockchain wird als Ursprungsform der Blockchain verstanden.<sup>117</sup>

---

109 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 28ff

110 Vgl. Protschka et al., *Blockchain ABC*, 2018, S. 98f

111 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 28ff

112 Vgl. Meinel et al., *Blockchain: Hype oder Innovation*, 2018

113 Vgl. *ibid.*

114 Vgl. Schlatt et al., *Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale*, 2016

115 Vgl. Walport, *Distributed Ledger Technology*, <https://www.gov.uk> [Zugriff am 18.06.2018]

116 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 30ff

117 Vgl. *ibid.*, S. 47ff

In zugangsbeschränkten Blockchains, im Folgenden beschränkte Blockchain genannt, wird im Gegensatz zu öffentlichen Blockchains gesteuert, welche Rollen die Teilnehmer des Netzwerkes einnehmen können und es wird nicht zwingend ein Open-Source-Code verwendet. Beschränkte Netzwerke können ggf. von der Öffentlichkeit eingesehen werden, aber die Teilnahme erfolgt kontrolliert. Eine nicht öffentlich einsehbare Blockchain wird als private Blockchain bezeichnet. Diese Blockchains können kostengünstiger sein als öffentliche Blockchains und es kann einfacher sein, Projekte zu skalieren und Transaktionsvolumina zu erhöhen. Beschränkte Netzwerke sind i.d.R. schneller, haben eine geringere Latenz, also Verzögerung bis zur Bestätigung einer Transaktion, und eine höhere Speicherkapazität als öffentliche Netzwerke.<sup>118</sup>

Private Blockchains sind kleiner als die beiden zuvor genannten Arten, verwenden keine Token und haben kontrollierte Mitgliedschaften. Dieser Typ wird für die Weitergabe vertraulicher Informationen zwischen zuverlässigen Mitgliedern verwendet. Ihre Netzwerke bestehen aus vertrauenswürdigen Parteien und Daten sind nicht öffentlich einsehbar. Sie sind schnell und haben wenig bis keine Latenz. Außerdem ist der Betrieb kostengünstiger, Eine Anwendung kann schneller eingerichtet und die Speicherkapazität kann unbegrenzt erweitert werden. Private Blockchains kombinieren die Vorteile einer privaten Datenbank mit der Sicherheit von Blockchains. Große Institutionen können von der Sicherheit und Permanenz dieser Art der Blockchain profitieren, ohne dass ihre Transaktionen öffentlich werden. Die Sicherheit einer privaten Blockchain ist jedoch, bedingt durch die vorhandene Vertrauensbasis, geringer. Die Nutzer privater Blockchains haben oftmals hohe Anforderungen an Geheimhaltung und weniger hohe Anforderungen an Unveränderlichkeit und Vertrauen.<sup>119</sup> Die beschränkte und die private Blockchain sind kein rein dezentrales Netzwerk, da Zugangsberechtigungen zentral vergeben werden. Deshalb sind sie nicht so sicher wie die öffentliche Blockchain.<sup>120</sup>

Derzeit existiert eine Vielzahl verschiedener Blockchain Plattformen mit unterschiedlichen Frameworks und Sicherheitsmechanismen. Als Standard für die Entwicklung von Blockchain Anwendungen haben sich aktuell die Bitcoin-, Ethereum- und Hyperledger-Frameworks behauptet.<sup>121</sup> Tiefergehende Untersuchungen zu den verschiedenen Frameworks finden bei Bedarf während der Konzeptionierung statt.

---

118 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 47ff

119 Vgl. *ibid.*, S. 30ff

120 Vgl. Meinel et al., *Blockchain: Hype oder Innovation*, 2018

121 Vgl. *ibid.*

## 2.2.6 Nachteile und Grenzen

Wie es scheint, hat die Blockchain viele Vorteile, aber diese Technologie hat offenkundig auch Nachteile und Grenzen. In diesem Kapitel werden zunächst die Nachteile verdeutlicht und anschließend die Grenzen konkretisiert. Die Nachteile der Blockchain sind Datenschutz, Energieverbrauch, Gebühren sowie Speicherkapazität und Flexibilität. Auch eine Beschränkung in der Performance und im Durchsatz werden als Nachteile der Blockchain Technologie beschrieben<sup>122</sup>. Weil alle Mitglieder einen Schreibzugriff haben wird ein rechenintensiver Arbeitsnachweis verwendet, der die Geschwindigkeit der Transaktionen reduziert und entsprechend den Durchsatz drosselt. Bei beschränkten oder privaten Netzwerken kann ein kostengünstiger Nachweis verwendet werden, da die Mitglieder des Netzwerkes als bedingt vertrauenswürdig eingestuft werden.<sup>123,124</sup>

Für die Anmeldung in einem öffentlichen Blockchain Netzwerk müssen keine sensiblen Daten preisgegeben werden. Nutzer sind quasi anonym. Ihre Identität ist jedoch vielmehr pseudo-anonym, was bedeutet, dass es möglich ist mit hohem Aufwand herauszufinden, wer oder was sich hinter einem Nutzer verbirgt. Sofern ein Nutzernamen mit einer Identität verknüpft ist, lassen sich alle mit diesem Nutzer verknüpften Transaktionen identifizieren und verfolgen.<sup>125,126</sup> Auf dieser Basis können Rückschlüsse auf die geschäftlichen und persönlichen Verhältnisse eines Nutzers geschlossen werden. Zusätzlich kann das Recht auf Vergessen, welches in der neuen EU Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) Art. 17<sup>127</sup> festgehalten ist, aufgrund der Unveränderlichkeit der Daten nicht umgesetzt werden<sup>128,129</sup>. Um die eigene Identität zu verschleiern, können verschiedene öffentliche und private Schlüsselpaare, sowie unterschiedliche Geräte oder Zugangsstellen ins Internet verwendet werden<sup>130</sup>.

Da aus Sicherheitsgründen mehrheitlich der rechenintensive Proof-of-Work-Konsens verwendet wird, wird für das Minen sehr viel Elektrizität aufgewendet. Der Energieaufwand mit diesem Konsens steigt stetig, da sich der Schwierigkeitsgrad der Miningaufgabe regelmäßig an-

---

122 Vgl. Winkelhake, *Die digitale Transformation der Automobilindustrie*, 2017

123 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 227f

124 Vgl. What is the difference between Bitcoin and blockchain?, <https://www.youtube.com> [Zugriff am 25.09.2018]

125 Vgl. Tapscott, *Die Blockchain Revolution*, 2017, S. 69

126 Vgl. Antonopoulos, *Bitcoin und Blockchain*, 2018, S. 12

127 Vgl. Datenschutz-Grundverordnung, 2016

128 Vgl. Pesch et al., *Datenschutz trotz öffentlicher Blockchain?*, Datenschutz und Datensicherheit, 2017

129 Vgl. Sury, *Blockchain und Datenschutz*, Informatik Spektrum, 2018

130 Vgl. Tapscott, *Die Blockchain Revolution*, 2017, S. 69

passt.<sup>131</sup> Im Jahr 2017 wurden für alle Bitcoin Transaktionen bereits 24,52 Terawattstunden Strom verbraucht. Dieser Wert entspricht dem jährlichen Energiebedarf Nigerias oder 22% des jährlichen Energiebedarfs der Niederlande. Allein mit dem Energiebedarf einer einzelnen Bitcoin Transaktion (ca. 222 Kilowattstunden) kann eine Kühlgefrierkombination für ein Jahr mit Strom versorgt werden.<sup>132</sup> Zeitgleich werden die Transaktionsgebühren erhöht, damit es sich für die Miner trotz der Energiekosten weiterhin lohnt tätig zu werden. Forscher der Universität Hawaii haben herausgefunden, dass allein die Bitcoin Blockchain aufgrund ihres CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bis 2033 eine Erderwärmung von 2 °C bewirken kann<sup>133</sup>.

Da die komplette Kette einer Blockchain lokal auf den Computern aller Nodes gespeichert und regelmäßig aktualisiert wird, bedarf es für die Teilnahme an einem Blockchain Netzwerk je nach Größe und Alter der Kette einer immer größer werdenden Menge Speicherplatz. So war zum Beispiel die Bitcoin-Blockchain im dritten Quartal 2018 185 GB groß<sup>134</sup>.

Dadurch, dass die Blockchain aus einer Vielzahl von Konzepten und Protokollen besteht, welche füreinander optimiert und aufeinander abgestimmt sind, ist diese ein komplexes technisches Gebilde. Ist eine Blockchain einmal in Betrieb genommen, offenbart das Technologiepaket keine Verfahren für Änderungen oder Verbesserungen. Die einzelnen Komponenten eines solchen Gebildes lassen sich nur unter Aufwand in andere Technologien integrieren.<sup>135</sup>

Neben den Nachteilen offenbart die Blockchain auch technologische Grenzen. So können durch einen intern organisierten Angriff Daten verändert und nicht alle physischen Güter ohne Anpassungen eingebunden werden. Außerdem gilt es im Hype eine geeignete Anwendungsmöglichkeit von einer ungeeigneten zu unterscheiden.

Obwohl Blockchains permanente Aufzeichnungen und Verläufe von Transaktionen erstellen, können diese nur bedingt permanent sein, da die Permanenz der Daten von der Permanenz des Netzwerkes abhängt. Zwar sind Daten in einer Blockchain außerordentlich schwierig zu ändern oder zu entfernen, jedoch kann eine Veränderung der Daten durch den Zusammenschluss der Mehrheit der Gemeinschaft realisiert werden, bekannt als 51%-Angriff. Wegen der Vergütung mit Kryptowährung besteht allerdings für die Miner kaum Anreiz diese Daten zu än-

---

131 Vgl. Meinel et al., *Blockchain: Hype oder Innovation*, 2018

132 Vgl. Rixecker, Eine Bitcoin-Transaktion verbraucht mehr Strom als ein Einpersonenhaushalt im Monat, <https://t3n.de> [Zugriff am 02.09.2018]

133 Vgl. Shirota, Bitcoin use tied to global warming, <https://www.hawaii.edu> [Zugriff am 03.12.2018]

134 Vgl. Statista, Size of the Bitcoin blockchain from 2010 to 2018, <https://www.statista.com> [Zugriff am 02.11.2018]

135 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 220

dern.<sup>136</sup> Dabei stellt das Erreichen der kritischen Größe eine Herausforderung für neue Blockchain Anwendungen dar, sodass ein solcher Angriff nicht mehr möglich ist.<sup>137</sup>

Schwierigkeiten in der Sicherheit der Blockchain treten beim Einbinden von physischen Objekten auf. Objekte müssen eindeutig identifiziert oder ggf. fälschungssicher gekennzeichnet werden. Für identische Waren, wie z. B. Massenware, wird eine fälschungssichere Kennzeichnung notwendig, die aufwendig und kostenintensiv sein kann. Für eindeutig identifizierbare Objekte, wie bspw. Diamanten<sup>138</sup> stellt dies kein Hindernis dar.<sup>139</sup>

In Abbildung 6 ist zu erkennen, dass sich die Blockchain im Jahr 2018 unmittelbar nach dem Gipfel der überzogenen Erwartungen befindet. Auch lässt sich aus der Abbildung die Prognose ablesen, dass die Technologie in 5 bis 10 Jahren das Plateau der Produktivität erreichen wird. Die finale Höhe des Plateaus hängt davon ab, ob die Technologie sich für die Mehrheit der Bevölkerung durchsetzen kann oder in der IT-Branche bleibt. Bisher gab es basierend auf dieser Technologie - abgesehen von Kryptowährungen - keine großskaligen Implementierungen, sodass die Zukunft der Technologie noch offen ist<sup>140</sup>.

---

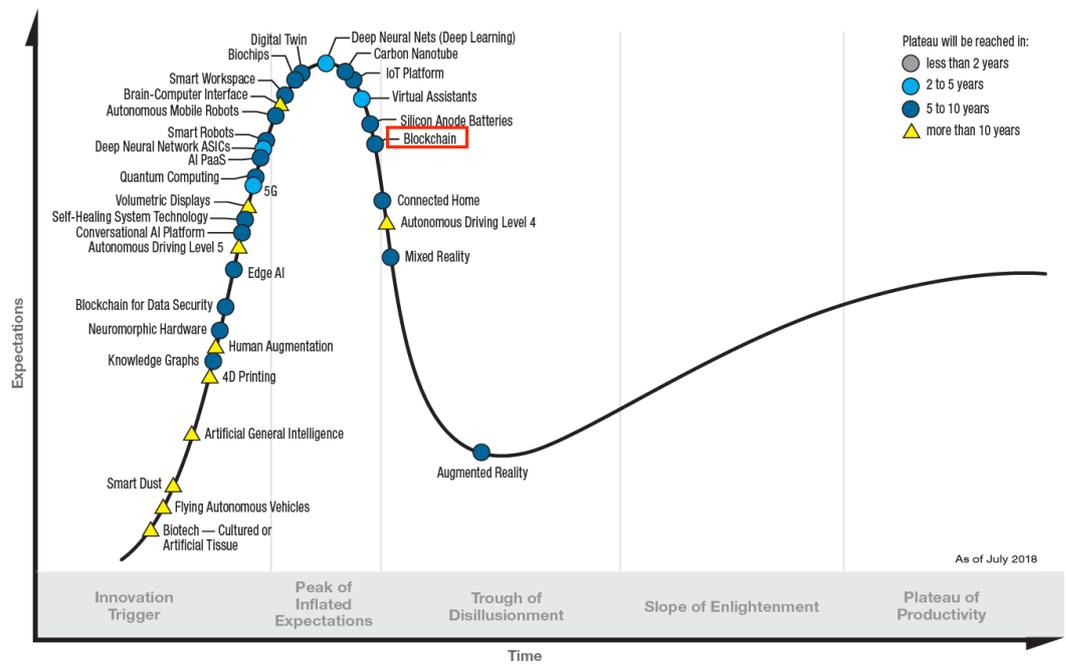
136 Vgl. Laurence, *Blockchain für Dummies*, 2018, S. 30ff

137 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 220f

138 Vgl. <https://www.trustchainjewelry.com> und <https://baltimorepostexaminer.com/blockchain-and-diamonds-the-future-of-the-diamond-industry/2018/09/20>

139 Vgl. Hinckeldeyn, Interview, *Masterthesis Blockchain Sharing*, 2018

140 Vgl. Petersen, Interview, *Masterthesis Blockchain Sharing*, 2018



**Abbildung 6: Die Blockchain Technologie eingeordnet in Gartners Hype Cycle for Emerging Technologies<sup>141</sup>**

In diesem Hype um die Blockchain Technologie und deren Möglichkeiten gilt es nicht zu vergessen, die Sinnhaftigkeit der Verwendung dieser Technologie zu hinterfragen. Manche Fragestellungen können mit anderen Ansätzen ggf. effizienter, günstiger oder schneller gelöst werden.<sup>142,143</sup>

141 Quelle: Panetta, 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, <https://www.gartner.com> [Zugriff am 16.10.2018]

142 Vgl. Hosp, Blockchain 2.0, 2018, S. 199ff

143 Vgl. Hinckeldeyn, Interview, *Masterthesis Blockchain Sharing*, 2018

## 3 Konzeptionierung

Im folgenden Kapitel wird zu Beginn das Netzwerk der BVD am Flughafen Hamburg und der dortige Ist-Zustand des Sharings beschrieben. Der Ist-Prozess wird visualisiert und analysiert um so Schwächen aufzudecken. Anschließend werden die Konzeptanforderungen im Anwendungsbeispiel beschrieben und der existierende Sharing-Ansatz des Flughafens London Luton hinsichtlich der gegebenen Anforderungen untersucht. Für die Entwicklung einer Blockchain Anwendung werden die spezifischen Netzwerk- und Datenstrukturanforderungen ermittelt. Basierend auf den Konzeptanforderungen und den Blockchain Anforderungen wird eine Anforderungsgraphik erstellt und das Anforderungsprofil des Anwendungsbeispiels entwickelt und visualisiert. Darauffolgend wird dieses Profil in der Graphik mit den Anforderungsprofilen einer öffentlichen und einer privaten Blockchain Anwendung verglichen. Die Eignung der Technologie wird diskutiert und im Anschluss - basierend auf den Erkenntnissen - ein finales Konzept entwickelt und bewertet. Zum Schluss dieses Kapitels werden das Konzept evaluiert und die Ergebnisse kritisch gewürdigt.

Die Anforderungen und die ausgewählten Ausprägungen werden u. a. auf Grundlage der Literaturrecherche und der Experteninterviews erarbeitet. Für die gesamte Konzeptionierung, d.h. die entwickelten Anforderungstabellen und Anforderungsprofile wird eine Fünf-Punkte-Skala angewendet. An den Extremen der Skala stehen jeweils die geringste (1) und die höchste (5) Ausprägung des Merkmals. Es wurde eine Skala mit ungerader Anzahl gewählt, da so auch ein Gleichgewicht der Ausprägungen möglich ist. Die vergebenen Wertungen sind als Einschätzung der durchschnittlichen Anforderungen an eine Blockchain Anwendung zu verstehen, wobei die Bedeutungen der fünf Skalenpunkte der jeweiligen Anforderungen gemäß der subjektiven Einschätzung der Autorin gewählt wurden. Diese Einschätzung ist nötig, da es derzeit weder eine einheitliche technologische, noch eine wissenschaftlich allgemein akzeptierte Definition der Blockchain Technologie<sup>1</sup> gibt.

---

<sup>1</sup> Vgl. Boeimans, *Handbuch Finanzinformationen*, 2018

### 3.1 Das Netzwerk der Bodenverkehrsdienste am Flughafen Hamburg

Im Folgenden werden zunächst Informationen zum Hamburg Airport Helmut Schmidt - im Folgenden Flughafen Hamburg oder Hamburger Flughafen genannt – und den dortigen BVDs gegeben, anschließend wird der aktuelle Prozess visualisiert und analysiert.

Der Flughafen Hamburg ist der älteste und mit 17,62 Millionen Passagieren im Jahr 2017 der fünftgrößte Flughafen in Deutschland. Insgesamt gibt es in Deutschland derzeit 39 Verkehrsflughäfen<sup>2</sup>. Der größte deutsche Flughafen Frankfurt am Main hatte 2017 mit 64,50 Millionen Passagieren rund 20 Millionen mehr als der Flughafen München (44,58 Millionen Passagiere) und mehr als doppelte so viele wie der Flughafen Düsseldorf (24,64 Millionen Passagiere), der drittgrößte Flughafen Deutschlands. Zwischen diesen drei Flughäfen ist auch der größte Unterschied bezüglich der Passagierzahlen zu vermerken. Frankfurt am Main Flughafen hat im Vergleich zum Hamburger Flughafen ein 3,5-mal so hohes Verkehrsaufkommen. Vier der fünf größten Flughäfen verzeichnen im Vergleich zum Vorjahr ein Passagierwachstum.<sup>3</sup> Hieraus wird ersichtlich, dass die Anzahl der Passagiere im Luftverkehr wächst.

Am Flughafen Hamburg agieren zwei Dienstleister, die mit der Handhabung des Passagiergepäcks beauftragt sind. Diese BVD verwenden tätigkeitsspezifisches GSE zur Sammlung, Beförderung, und Ladung des Gepäcks. Das in dieser Arbeit untersuchte Netzwerk besteht aus zwei Parteien mit einer jeweils eigenen Flotte an Betriebsmitteln. Die Dienstleister an Flughäfen werden für sieben Jahre unter Vertrag genommen.<sup>4</sup>

Im Folgenden werden die beiden Dienstleister Groundstars und WISAG Ground Service Hamburg GmbH & Co. KG (im Folgenden als Wisag bezeichnet) beschrieben. Groundstars ist eine Tochtergesellschaft der HAM Ground Handling GmbH & Co. KG und u.a. zuständig für die Gepäckabfertigung. Die Gesellschaft ist dem Hamburg Airport zu geordnet, jedoch rechtlich selbstständig.<sup>5</sup> Die Wisag ist ein Dienstleistungskonzern, der seit

---

2 Vgl. Deutscher Bundestag, Kurzinformation: Staatliche Flughafenbeihilfen, <https://www.bundestag.de> [Zugriff am 28.11.2018]

3 Vgl. Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen e.V., ADV-Monatsstatistik 12/2017, <http://www.adv.aero> [Zugriff am 15.08.2018]

4 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

5 Vgl. Flughafen Hamburg GmbH, Hamburg Airport Ground Handling, [https://www.hamburg-airport.de/de/ground\\_handling.php](https://www.hamburg-airport.de/de/ground_handling.php) [Zugriff am 24.09.2018]

August 2013 eine Abfertigungslizenz für den Flughafen Hamburg besitzt und offiziell seit 2016 Gepäck und Fracht abfertigt.<sup>6,7</sup>

Neben Groundstars war an diesem Standort bis 2013 Acciona Airport Services Inhaber der zweiten Abfertigungslizenz. Von 2009 bis 2016 war Groundstars jedoch der einzige aktive BVD am Hamburger Flughafen.<sup>8</sup> Als Wisag 2016 ihre Tätigkeiten aufnahm, wurden Mitarbeiter von Groundstars übernommen, da sich für Groundstars der Bedarf an Personal aufgrund einer geringeren Anzahl an Airlinekunden reduziert hat.<sup>9,10</sup>

Die Mitarbeiter der beiden Dienstleister übernehmen die Sortierung, die Kommissionierung, den Transport und die Flugzeugbeladung bei Abfluggepäck. Sortiert wird nach ‚priority‘ (frequent flyer und business class), ‚transfer‘ (mit Anschlussflug) und regulärem Gepäck. Bei Ankunftsgepäck wird die Flugzeugentladung, die Kommissionierung, der Transport und das Entladen der Transporteinheiten übernommen. Im Anschluss wird das Gepäck auf flughafeninterner Struktur zur Gepäckaussgabe zu den Passagieren befördert. Mit Transfergepäck wird verfahren wie mit Ankunftsgepäck, nur dass dieses nach dem Entladen der Transporteinheiten zurück in die flughafeninterne Sortierungsanlage befördert wird, welche das Gepäck zur korrekten Rutsche transportiert. Dort wird es von den Mitarbeitern der BVD erneut ab Sortierung behandelt.<sup>11</sup>

Bodenverkehrsdienste werden in Europa für jeweils sieben Jahre unter Vertrag genommen und bei einer möglichen Nicht-Verlängerung des Vertrages kann ein Dienstleister seine Betriebsmittel i.d.R. ohne Schwierigkeiten für einen anderen Flughafen verwenden. Bei einer potentiellen Neuvergabe der Abfertigungslizenzen kann der betroffene BVD die eigenen Betriebsmittel umsiedeln. Potentielle Verzögerungen durch die Mitarbeitersuche für einen neuen Standort können entweder durch die Übernahme der Mitarbeiter des ehemaligen Dienstleisters verringert oder durch die Verlängerung von Lizenzen vermieden werden. Die Bewerbungsprozesse für neue Mitarbeiter sind enorm kompliziert und langwierig. Neben üblichen Bewerbungsunterlagen müssen auch polizeiliche Daten abgefragt und luftfahrtspezifische Zertifikate erworben werden, sodass zwischen Zusage eines

---

6 Vgl. WISAG, Pressemitteilung, <https://www.aviation.wisag.de> [Zugriff am 01.10.2018]

7 Vgl. Airliners, Bodenverkehrsdienste: EU-Parlament beschließt mehr Wettbewerb, <http://www.airliners.de> [Zugriff am 01.10.2018]

8 Vgl. Airliners, Acciona Airport Services gibt Hamburg auf, <http://www.airliners.de> [Zugriff am 01.10.2018]

9 Vgl. WISAG, Pressemitteilung, <https://www.aviation.wisag.de> [Zugriff am 01.10.2018]

10 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

11 Vgl. *ibid.*

Bewerbers und dessen Einstellung bis zu drei Monate vergehen können. Durch die Automatisierung von Prozessen können durch die geringere Anzahl an Mitarbeitern die Auswirkungen dieser Tatsache gemildert werden. Die Luftfahrtgepäckabfertigung erfährt hinsichtlich ihrer Betriebsmittel wenig Innovationen, doch sind die Auswirkungen durch den Einsatz solcher Geräte bei der Gepäckabfertigung enorm. Innovative GSEs können zur Entlastung der Mitarbeiter, zu gesünderen Arbeitshaltungen und einer Reduktion der Personalkosten führen. Diese GSEs sind jedoch meist teurer als herkömmliche Geräte und aufgrund des konstanten Preisdrucks und der kurzfristigen Lizenzen kann eine Investition ein großes Risiko für die Dienstleister bergen. Oftmals bedeutet eine Abschreibung innerhalb von sieben oder weniger Jahren hohe Aufwände. Eine Abschreibung über mehr Jahre kann allerdings zu finanziellen Verlusten führen, sofern die Lizenz neu vergeben wird.<sup>12</sup> Am Flughafen Hamburg besitzt die Groundstars derzeit den einzigen Power Stow und damit das einzige innovative GSE, das jedoch aufgrund der volatilen Einlastung nicht ausgelastet ist.<sup>13</sup>

### 3.1.1 Visualisierung des Ist-Prozesses

Derzeit existiert kein strukturierter Sharing Ansatz für GSE am Flughafen. Gleichwohl werden regelmäßig Geräte von den Mitarbeitern der jeweils anderen Firma ausgeliehen, was an der gemeinsamen Laufbahn vieler Mitarbeiter liegt. Die Mehrheit der Mitarbeiter des Drittanbieters war in der Vergangenheit bei Groundstars beschäftigt, sodass Beziehungen zwischen den Mitarbeiter bestehen.

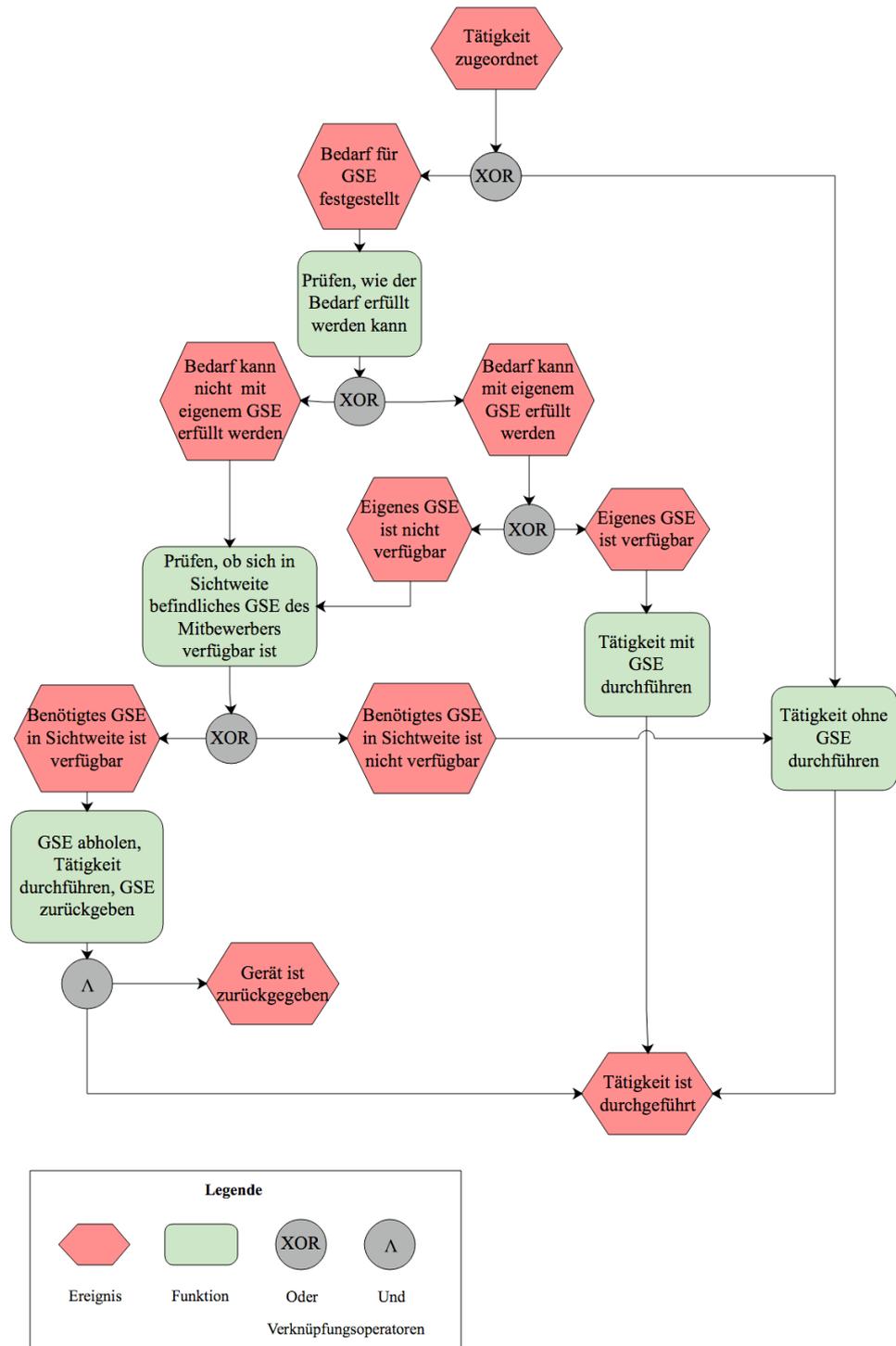
Eine ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) ist ein Werkzeug für die Analyse und Beschreibung von Geschäftsprozessen. Dieses Werkzeug basiert auf einer grafischen Beschreibungstechnik. Eine EPK besteht aus Ereignissen, Funktionen und Verknüpfungsoperatoren. Ereignisse sind Zustände, die sich zu Beginn, Ende und während des Prozesses ergeben und durch Sechsecke dargestellt werden. Funktionen sind Prozessschritte oder Tätigkeiten, die in einem Prozess ausgeführt und durch Rechtecke mit abgerundeten Kanten dargestellt werden. Verknüpfungsoperatoren können mehrere Ereignisse und Funktionen mit ‚und‘ oder ‚oder‘ verbinden.<sup>14</sup> Abbildung 7 zeigt die für den aktuellen Sharing-Prozess erstellte ereignisgesteuerte Prozesskette am Flughafen Hamburg. Sofern ein Mitarbeiter eine Tätigkeit zugeordnet bekommt und diese unter Zuhilfenahme eines GSEs durchgeführt werden muss, wird zunächst geprüft, ob der entstandene Bedarf mit

<sup>12</sup> Vgl. Grau, Persönliches Telefonat, 03.12.2018

<sup>13</sup> Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

<sup>14</sup> Vgl. Wilhelm, *Prozessorganisation*, 2007, S. 208

firmeneigenem GSE gedeckt werden kann. Kann der entstandene Bedarf mit firmeneigenem GSE gedeckt werden, wird primär eigenes GSE genutzt. Ist dies nicht der Fall, wird ermittelt, ob ein benötigtes GSE vom Mitbewerber in Sichtweite vorhanden ist und dessen Verfügbarkeit von einem Mitarbeiter des Mitbewerbers geprüft. Bei einer positiven Antwort wird das GSE mitgenommen, verwendet und zurückgegeben. Ist das benötigte firmeneigene GSE für den entstandenen Bedarf nicht verfügbar, wird die Tätigkeit entweder manuell ausgeführt oder die Verfügbarkeit vom benötigten GSE beim Mitbewerber angefragt. Das Sharing findet vollständig mündlich statt, weshalb keine Aufzeichnungen und Abrechnungen erfolgen.



**Abbildung 7: Prozesskette des Ist-Prozesses für das Sharing am Flughafen Hamburg**

### 3.1.2 Analyse des Ist-Prozesses

Mithilfe einer SWOT-Analyse wird der aktuelle Sharing-Prozess hinsichtlich Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken untersucht und diese bewertet. Die Bezeichnung dieser Analyseverfahren leitet sich von den englischen Bezeichnungen der vier Bewertungsfelder ab: Strength (Stärke), Weaknesses (Schwächen), Opportunities (Chancen), Threats (Risiken). Stärken und Schwächen stellen meist die interne Situation eines Unternehmens dar, wohingegen die Chancen und Risiken vor allem den Einfluss externer Faktoren auf das Unternehmen spiegeln. Ziel dieser Methode ist es, die Bewertungsfelder zu identifizieren und so Stärken auszubauen, Schwächen zu reduzieren, Chancen zu nutzen und Risiken zu limitieren. Bei der Bewertung der Analyseelemente werden die Stärken und Chancen mit Punkten von 1 bis 10 und die Schwächen und Risiken mit Punkten von -1 bis -10 bewertet. Dabei wird 10 als besonders positiv und -10 als besonders negativ verstanden.<sup>15</sup>

Die SWOT Analyse wird aus Sicht des Drittanbieters Wisag erstellt, da dieser dem aktuellen Prozess größere Stärken verdankt aber auch größere Risiken zu erwarten hat, da am häufigsten die Mitarbeiter der Wisag Geräte wie den Power Stow entleihen. Die Analyse wurde in einem Workshop mit fünf weiteren Studenten der HAW Hamburg erarbeitet. Alle Beteiligten haben an dem Projekt „Ground Handling Processes“, welches in Zusammenarbeit mit Wisag<sup>16</sup> stattfand, teilgenommen und kennen den behandelten Prozess durch einen Besuch vor Ort am Flughafen Hamburg.<sup>17</sup>

In der SWOT-Analyse werden jeweils bis zu fünf wichtige Faktoren aufgelistet. Die Analyse soll besonders die Schwächen und Risiken des aktuellen Prozesses aufzeigen. Das tabellarische Ergebnis der SWOT Analyse für das GSE-Sharing am Flughafen Hamburg ist Tabelle 2 zu entnehmen.

---

15 Vgl. Bauer, *Produktionssysteme wettbewerbsfähig gestalten*, 2016, S. 116

16 Vgl. Kroehl, Projektspezifikation WISAG Aviation, <http://futura.eu> [Zugriff am 24.10.2018]

17 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

**Tabelle 2: SWOT-Analyse des aktuellen GSE Sharing Prozesses am Hamburger Flughafen**

Stärken (Strengths)			Schwächen (Weaknesses)		
<i>Nr.</i>	<i>Schlagwort</i>	<i>Bewertung</i>	<i>Nr.</i>	<i>Schlagwort</i>	<i>Bewertung</i>
1	Keine Gebühren für die Nutzung	10	1	Hoher personaler Steueraufwand	-8
2	Kurzfristige Mitarbeiterausfälle ausgleichen	8	2	Höhere und schnellere Geräteabnutzung	-4
3	Mehr verschiedene Geräte zur Nutzung verfügbar	5	3	Beziehungsbasiert	-4
4	Mitarbeiter werden körperlich entlastet	3	4	Zeitlich lange Datenabfrage	-3
5			5	Keine Aufzeichnungen	-3
Chancen (Opportunities)			Risiken (Threads)		
<i>Nr.</i>	<i>Schlagwort</i>	<i>Bewertung</i>	<i>Nr.</i>	<i>Schlagwort</i>	<i>Bewertung</i>
1	Fixkostendegression durch geteilte Betriebskosten	10	1	Unerwartete Gebührenerhöhung	-10
2	Effizientere Gerätenutzung	8	2	Unklare Beschädigungssachlage	-7
3	Kürzere Suchzeiten durch Lokalisierung der Geräte	8	3	Geräte werden nach Nutzung irgendwo abgestellt	-5
4	Beschleunigung und Vergünstigung von Abfertigungen	7	4	Plötzliche Beendigung	-4
5	Anschaffungskosten teilen	6	5		

Die Stärken des aktuellen Prozesses liegen in der kostenfreien Nutzung der Geräte, sowie der Möglichkeit, kurzfristig Mitarbeiterausfälle durch innovatives GSE auffangen zu können<sup>18</sup>. So kann u. a. möglichen Strafzahlungen für Flugzeugverspätungen entgegen gewirkt werden. Den Mitarbeitern steht ein größerer Pool an GSE zur Verfügung, was eine flexiblere und weniger manuelle Arbeitsgestaltung ermöglicht. Die Chancen im Sharing des Equipments liegen in reduzierten Kosten. Außerdem könnten auf Basis von Aufzeichnungen eine effizientere Gerätenutzung erzielt und ggf. ungenutzte Geräte abgestoßen werden. In Kombination mit einem Ortungssystem können die Standorte aller Geräte ermittelt und so noch effizienter genutzt werden. Durch die Nutzung von innovativen GSE und der damit verbundenen Einsparung von Mitarbeitern wäre es möglich Abfertigungen schneller und günstiger umzusetzen. Vorstellbar ist darüber hinaus eine gemein-

<sup>18</sup> Siehe hierzu Kapitel 2.1.1 - Mitarbeiterbedarf bei Verwendung eines Power Stows

same Anschaffung von GSE. Die Schwächen liegen in der aufwändigen, persönlichen Absprache für das Ausleihen, sowie in der höheren und der damit verbundenen schnelleren Geräteabnutzung, die in diesem Prozess nicht vergütet wird. Eine weitere Schwäche liegt im beziehungsbasierten Ursprung des Prozesses, sodass in Zukunft insbesondere durch Fluktuation und Alterung der Belegschaft<sup>19</sup> ein Verleihen von Geräten auf Vertrauensbasis zwischen den beiden Firmen immer weniger möglich sein wird. Ferner kann die Datenabfrage lange dauern und es gibt keine Aufzeichnungen zu den Verleihtransaktionen, sodass keine Informationen aus den Entleihungen gezogen werden können. Ein Risiko besteht darin, dass die Groundstars Gebühren nachfordert, denn schließlich besitzt sie mehr und u. a. innovatives GSE, sodass die Wisag öfter Geräte ausleiht als dies umgekehrt der Fall ist. Kosten sind ein präsent Thema der Branche, sodass plötzliche Zahlungen schwerwiegende Folgen haben können. Außerdem besteht das Risiko, dass im Fall eines Geräteschadens der Verursacher schwierig zu ermitteln ist und daher Haftungsansprüche nur schwer geltend gemacht werden können. Es ist auch nicht geregelt, wo ein GSE nach der Nutzung abzustellen ist. Es kann also passieren, dass ein Mitarbeiter ein GSE nach der Nutzung am Verwendungsort stehen lässt, dies anderen Mitarbeitern jedoch nicht bekannt ist. Es besteht außerdem ein geringes Risiko, dass das derzeitige Geräte-Verleih seitens Groundstars unterbunden wird, aus den gleichen Gründen wie bei einer potentiellen Gebühre nnachforderung. Einige Vorteile des Sharings, wie z. B. ein größeres Angebot und eine höhere Flexibilität, zeigen sich bereits in den Stärken des Ist-Prozesses. Doch weitere Vorteile, wie z.B. niedrigere Kosten und geringerer Ressourcenverbrauch, zeigen sich in den bisher ungenutzten Chancen des Prozesses.

Vor dem Hintergrund einer weiteren Liberalisierung im Jahr 2013<sup>20</sup> und möglicher weiterer Liberalisierungen des Luftverkehrs<sup>21</sup> stellt der aktuelle Prozess keine dauerhafte Lösung dar. Mit zunehmender Fluktuation und Alterung der Belegschaft wird ein solcher Geräte-Verleih mit der Zeit aufgrund geringerer Mitarbeiter-Kommunikation und -Kooperation auslaufen. Ziel dieser Arbeit ist es, einen strukturierten Ansatz zum Verleih von Equipment zu entwickeln, in welchem die existierenden Stärken beibehalten und die ermittelten Chancen genutzt werden. Außerdem sollen Schwächen reduziert und Risiken eingegrenzt werden. Der neue Prozess soll den existierenden Prozess in einer vergleichbaren Simplizität ersetzen, um den Einsatz zu gewährleisten.

---

19 Vgl. Wilke et al., *Branchenanalyse Luftverkehr*, 2016

20 Vgl. Airliners, Bodenverkehrsdienste: EU-Parlament beschließt mehr Wettbewerb, <http://www.airliners.de> [Zugriff am 01.10.2018]

21 Vgl. Thomas, Luftverkehr: Marktregelungen, <http://www.europarl.europa.eu> [Zugriff am 23.10.2018]

## 3.2 Konzeptanforderungen

Im Folgenden sind Anforderungen zusammengetragen, die das Beispielnetzwerk an das Sharing Konzept stellt. Die Anforderungen wurden von den Ansprüchen der Zielsetzung abgeleitet und konkretisiert. Die Entwicklung und Gewichtung der Ziele und Unterziele erfolgt nach subjektiver Einschätzung der Autorin, auf Basis von Hintergrundinformationen aus einem Termin mit der Wisag vor Ort am Flughafen Hamburg<sup>22</sup> und der Literaturrecherche.

Es soll ein ‚peer-to-peer co-using‘<sup>23</sup> Konzept entwickelt werden. Peer-to-peer bedeutet, dass die Nutzer direkt miteinander kommunizieren, um Leihtransaktionen zu organisieren. Co-using impliziert, dass verschiedene Nutzer ihre eigenen Geräte zur Verfügung stellen und die vorhandenen Eigentumsrechte sich nicht ändern. Ein solches Konzept dient der Nutzungsintensivierung.<sup>24</sup>

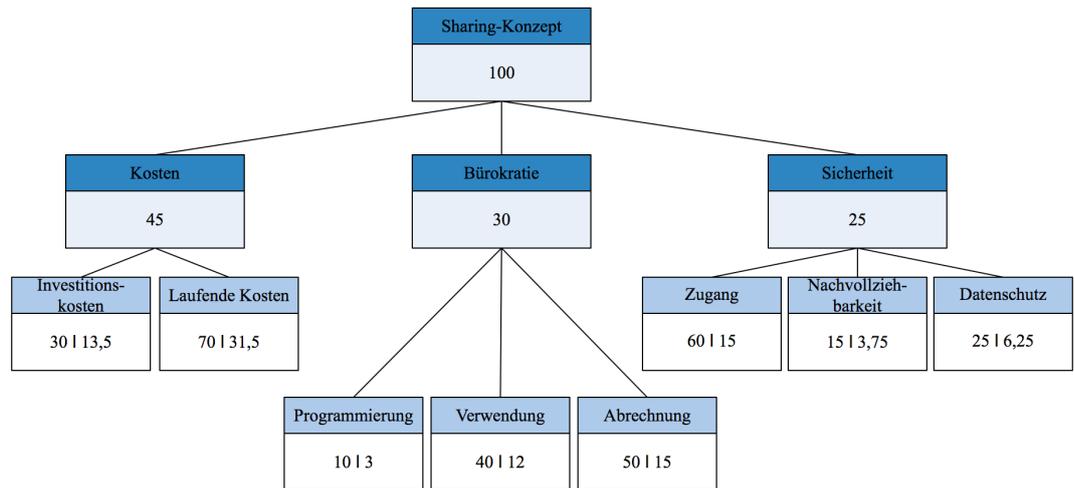
Abbildung 8 stellt die Anforderungen an das zu entwickelnde Konzept und ihre Wichtungen in Form eines Zielbaums dar. Für die übergeordneten Zielkriterien im dunkelblauen Kasten stehen unterhalb im hellblauen Kasten der prozentuale Anteil am Gesamtziel. Für die untergeordneten Zielkriterien im mittelblauen Kasten stehen unterhalb im weißen Kasten der prozentuale Anteil am übergeordneten Ziel (links) und der prozentuale Anteil am Gesamtziel (rechts). Das Konzept soll primär möglichst geringe Kosten und sekundär wenig Bürokratie verursachen, außerdem soll ein gewisses Maß an Sicherheit erfüllt werden.

---

22 Vgl. WISAG, *Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen*, Persönlicher Termin vor Ort, 2018

23 Scholl et al., *Peer-to-Peer Sharing*, 2015

24 Vgl. *ibid.*



**Abbildung 8: Zielhierarchie für das Sharing Konzept mit gewichteten Zielkriterien<sup>25</sup>**

Für die Realisierbarkeit des Sharing-Konzeptes werden sehr geringe Kosten gefordert, da der Preiskampf in der Luftfahrt hoch ist und ausreichend Anreiz gegeben sein muss, dass die Netzwerkteilnehmer dies implementieren. Deshalb ist dieses Kriterium am stärksten gewichtet. Bei den Kosten sind Investitionskosten sowie laufende Kosten zu berücksichtigen. Investitionskosten sind Entwicklungs- bzw. Anschaffungskosten und ggf. Nachrüstungskosten für GSE. Diese dürfen höher ausfallen, da sie einmalig anfallen und im Voraus kalkulierbar sind. Laufende Kosten sind Transaktionsgebühren, Energieverbrauch und ggf. Mietkosten für Hardware oder nachgerüstete Elemente am GSE. Diese Kosten sollen so gering wie möglich gehalten werden, da es sich hierbei um regelmäßige Kosten handelt und die Parteien des Netzwerkes aufgrund des Preiskampfes und Konkurrenzdrucks wenig Raum für zusätzliche Kosten haben.

Sowohl die Prozesse des Entleihens, Verleihens und Zurückgebens, als auch die Abrechnung sollten möglichst unbürokratisch ablaufen, da die Attraktivität des Konzeptes abhängig ist von der Umsetzung im Arbeitsalltag. Außerdem kann ein höherer bürokratischer Aufwand zu vermehrten Kosten führen, sodass dieses Kriterium am zweitstärksten gewichtet ist. Der bürokratische Aufwand schlägt sich nieder im Programmieraufwand im Rahmen der Implementierung, in der Verwendung durch die Mitarbeiter und in der Abrechnung. Als einmaliger Aufwand ist der Programmieraufwand am geringsten gewichtet. Eine einfache Verwendung der Lösung durch die Mitarbeiter ist ein wichtiges Kriterium, da dies die Akzeptanz des neuen Konzeptes durch die Mitarbeiter beeinflusst. Das wichtigste Kriterium ist die Abrechnung, da eine komplizierte Abrechnung weitere Kosten

<sup>25</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Hoffmeister, *Investitionsrechnung und Nutzwertanalyse*, 2007, S. 295

verursacht oder ggf. neue Ressourcen benötigt, da eine Entscheidung für das Konzept könnte auf Führungsebene aufgrund zusätzlicher Kosten abgelehnt werden könnte.

Die Sicherheit spielt hinsichtlich der Vertraulichkeit der Daten eine wichtige Rolle, das Konzept muss jedoch keine besonders hohen Sicherheitsvorkehrungen erfüllen, sodass dieses Kriterium am geringsten gewichtet ist. Damit die Daten vertraulich bleiben und Informationen nicht von unbeteiligten Dritten eingesehen werden können, gilt es, einen Zugang zu den Daten nur durch beteiligte Personen zu gewährleisten. Personen müssen sich identifizieren und authentifizieren, bevor sie Zugang zu den Daten erhalten. Die Zugangssicherheit wird am wichtigsten angesehen, weil diese insbesondere den Datenschutz beeinflusst. Da das zu entwickelnde Konzept für den industriellen Kontext entwickelt wird, müssen die Richtlinien des gesetzlichen Datenschutzes der EU eingehalten werden. So darf der Arbeitgeber laut § 32 Absatz 1 Satz 1 BDSG<sup>26</sup> lediglich personenbezogene Daten erheben, verarbeiten und nutzen, die zum Zwecke der Aufnahme, Beendigung und Durchführung des Beschäftigungsverhältnisses vonnöten sind<sup>27</sup>. Ebenfalls gilt es dem Recht auf Vergessen von den gespeicherten personenbezogenen Daten der DSGVO gerecht zu werden<sup>28</sup>. Schließlich muss sichergestellt werden, dass nachvollziehbar ist, wer Daten eingetragen oder verändert hat, um Manipulationen zu unterbinden. Da die beiden Parteien sich jedoch bereits kennen und zusammenarbeiten, wird die Gefahr von Manipulationen eher als gering eingeschätzt und das Unterziel am geringsten gewichtet.

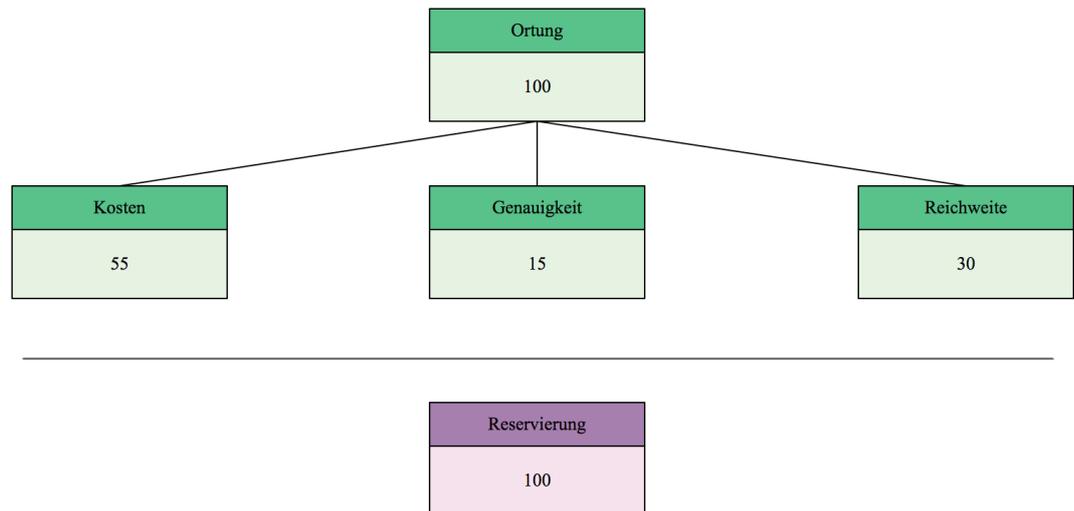
Abbildung 9 stellt weitere Anforderungen dar, die an das Konzept gestellt werden. Es gilt neben oder zusammen mit dem Sharing-Konzept eine Ortung aller Geräte und Reservierung der eigenen Geräte zu ermöglichen.

---

26 Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) § 32 Informationspflicht bei Erhebung von personenbezogenen Daten bei der betroffenen Person

27 Vgl. Datenschutz.org, Datenschutz am Arbeitsplatz, <https://www.datenschutz.org/arbeitsplatz/> [Zugriff am 22.10.2018]

28 Vgl. Naceur, Blockchain – ein Dilemma für den Datenschutz?, <https://www.computerwoche.de> [Zugriff am 15.08.2018]



**Abbildung 9: Zielhierarchie für die zusätzlichen Zielkriterien Ortung und Reservierung<sup>29</sup>**

Eine Ortung des GSE stellt die Grundlage dar und ist daher Voraussetzung, alle Geräte auslasten zu können. So können auch GSEs zur Nutzung ausfindig gemacht werden, die außerhalb der Reichweite des Mitarbeiters stehen. Die verwendete Ortungstechnologie soll primär geringe Kosten verursachen. Sekundär muss eine ausreichende Reichweite gegeben sein, um das 330.000 m<sup>2</sup> Vorfeld<sup>30</sup> des Flughafens Hamburgs abzudecken. Zuletzt muss die Genauigkeit der verwendeten Technologie ausreichen, um Geräte zu identifizieren. Ein Reservierungskalender stellt sicher, dass eigene Geräte zum gewünschten Zeitpunkt verfügbar sind und so Mitarbeiter des eigenen Unternehmens Vorrang beim Ausleihen von eigenen Geräten haben, wobei Reservierungen ggf. geändert werden. Außer der Erfüllung dieses Ziels werden keine weiteren Unterziele als relevant angesehen. Es soll ein Mischkonzept für Reservierungen und spontane Nutzung geboten werden.

Diese zusätzlichen Anforderungen werden bei der Entwicklung des finalen Konzeptes wieder aufgegriffen und während der nachfolgenden Entwicklung der Anforderungsprofile vernachlässigt.

<sup>29</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Hoffmeister, *Investitionsrechnung und Nutzwertanalyse*, 2007, S. 295

<sup>30</sup> Vgl. Flughafen Hamburg GmbH, Flughafenentwicklung, <https://www.hamburg-airport.de> [Zugriff am 11.10.2018]

### 3.3 Equipment Pooling am Flughafen London Luton

Seit Mai 2017 läuft am London Luton Airport (LLA) das bisher größte GSE Pooling Programm weltweit. Der Flughafen hat dieses Pooling Programm zusammen mit den beiden Bodenverkehrsdienstleistern Menzies und Swissport sowie dem belgischen Luftfahrt-ausrüstungs-Verleihunternehmen TCR umgesetzt. Das Programm soll Engpässe bei der GSE-Nutzung und schnellere Turnaround Zeiten ermöglichen, indem benötigtes Equipment zeitgerecht bereitgestellt wird. TCR UK ist Eigentümer des GSEs, das den Ground Handlern im Rahmen eines Poolingvertrags leihweise zur Verfügung gestellt wird. Prämisse des Programms ist verfügbares Equipment für alle Dienstleister.<sup>31</sup>

Die Idee des Konzeptes ist entstanden, nachdem 2014 ein Ground Handler gewechselt wurde, und sich danach die Anzahl an GSE auf dem Vorfeld verdoppelte bei gleicher Anzahl an abgefertigten Flugzeugen. Die Geräte der Ground Handler standen sich gegenseitig im Weg und führten zu einer ineffizienteren Nutzung derselben, außerdem wurden vermehrt Geräte bei langen Transporten beschädigt. Ebenfalls hat sich das Risiko der Kollision verschiedener Geräte erhöht.<sup>32</sup>

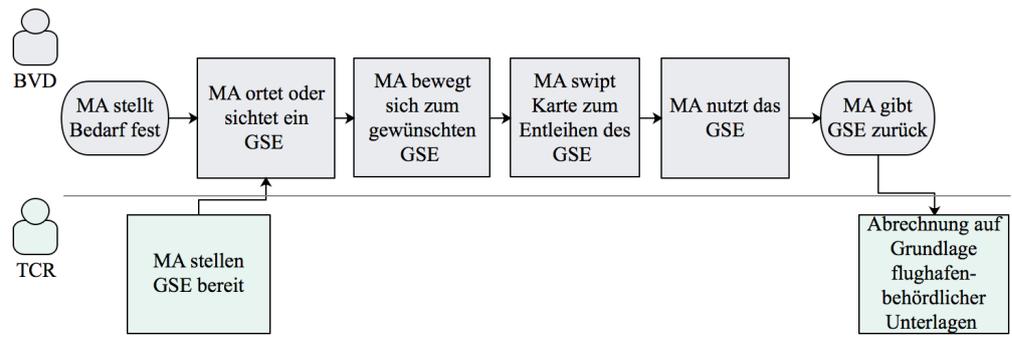
Abbildung 10 zeigt schematisch den Ablauf der Nutzung von Geräten aus dem Equipment Pool am Flughafen Luton durch einen Mitarbeiter. In der Graphik ist zu erkennen, dass, nachdem ein Bedarf festgestellt wurde, Geräte ggf. geortet werden müssen. Die GSEs werden mithilfe von telematischen Geräten geortet, sodass ersichtlich ist, wo sich ein Equipment befindet und wann und von wem es genutzt wird. Geräte sind i.d.R. leicht aufzufinden, da jedes GSE einem bestimmten Bereich zur Nutzung zugeordnet ist und dort bereitsteht. Damit ein Gerät entliehen werden kann, verifiziert ein Mitarbeiter sich durch das ‚Swipen‘ (dt. eine Karte durch ein Lesegerät ziehen) seines Ausweises am Telematikgerät. Da alle Geräte unter dem Poolingvertrag gemietet sind, ist keine weitere Aktion nötig, um ein Gerät nutzen zu können. Das Reservieren der GSE wird durch die Zuordnung fester Standorte und das Vorhandensein ausreichender Geräte unnötig. Das genutzte Gerät wird durch ein erneutes ‚Swipen‘ der Karte zurückgegeben. Während des laufenden Betriebes am Flughafen stellen die Mitarbeiter von TCR sicher, dass die GSEs an ihrem Standort stehen und funktionstüchtig sind.<sup>33</sup>

---

31 Vgl. Gramme, *LLA equipment pooling*, E-Mailverkehr, 2018

32 Vgl. International Airport Review, London Luton Airport, <https://www.internationalairportreview.com> [Zugriff am 05.10.2018]

33 Vgl. Gramme, *LLA equipment pooling*, E-Mailverkehr, 2018



**Abbildung 10: Prozessbeschreibung des Equipment Pooling am Flughafen London Luton**

Die Abrechnung basiert auf der Anzahl der geplanten Turns (Ankunft und Abflug) der Ground Handler. Die Anzahl der Turns wird auf Grundlage von flughafenbehördlichen Unterlagen errechnet und die so ermittelte Zahl wird mit einem vordefinierten Festpreis pro Turn multipliziert.<sup>34</sup>

Das Pooling Konzept des London Luton Airport ist eine Neuerung für die Branche und bietet erhebliche Vorteile für den Flughafen und die BVD. Sofern dieses Konzept jedoch nicht flächendeckend Anwendung findet, stehen die BVDs möglicherweise vor Schwierigkeiten, sobald die aktuelle Abfertigungslizenz nicht verlängert wird und der Dienstleister an einen anderen Standort wechseln muss. Für den Einsatz an einem neuen Standort müssen derzeit im Allgemeinen eigene GSEs mitgebracht werden, das die aktuellen Parteien am LLA für einen neuen Standort zunächst organisieren müssen. Sofern die Ground Handler ihre vorhandenen GSEs verkauft haben, müssen neue GSEs angeschafft werden. Wurden die vorhandenen GSEs auf andere Standorte verteilt, müssen diese von den Standorten wieder abgezogen werden, sofern dies möglich ist. Für den Flughafen LLA stellt es keine Schwierigkeit dar einen neuen BVD zu finden. Durch das gestellte GSE können sogar neue Dienstleister in den Markt eintreten, die kein eigenes Equipment besitzen. Da sich die BVDs am LLA mit diesem Konzept mehr an den Standort binden als umgekehrt der Flughafen an die BVD ist ein Auftreten der oben beschriebenen Situation nicht unwahrscheinlich. Die Zukunftsträchtigkeit dieses Konzeptes hängt von der Verbreitung des Ansatzes, also der Anzahl teilnehmender Flughäfen ab.

Das Konzept des Equipment Pooling bietet viele Vorteile, trotzdem ist es für das Anwendungsbeispiel der BVD am Flughafen Hamburg aufgrund der derzeitig bestehenden Be-

<sup>34</sup> Vgl. Gramme, *LLA equipment pooling*, E-Mailverkehr, 2018

sitzverhältnisse nicht geeignet. Für die Realisierung müssten außerdem weitere Parteien, wie die Flughafen Leitung und ein Geräteanbieter, hinzugezogen werden, wodurch sich der Aufwand des Konzeptes erhöht. Die Umsetzung eines solchen Konzeptes benötigt einen gewissen Planungsvorlauf und bedeutet eine Umstrukturierung des gesamten Betriebes. Damit entspricht die Verwendung eines solchen Konzeptes nicht den Anforderungen der Zielsetzung, eine unkomplizierte und schnell umzusetzende Lösung für die BVD zu entwickeln. Letztendlich werden durch das Pooling die Eigentumsrechte verändert, sodass es sich um kein co-using-Konzept handelt.

### **3.4 Anforderungen an eine Blockchain Anwendung**

Im Folgenden werden die Anforderungen an eine Blockchain Anwendung untersucht. Zunächst werden die Eigenschaften des Netzwerkes einer Blockchain Anwendung analysiert und bewertet und anschließend die Eigenschaften der Datenstruktur. Die Auswahl der relevanten Anforderungen und idealen Ausprägungen für Blockchain Anwendungen erfolgte auf Basis der Literaturanalyse und der Experteninterviews. Die ermittelten Merkmale werden im darauffolgenden Kapitel verwendet, um die Anforderungsgraphik und die Anforderungsprofile zu erstellen.

#### **Eigenschaften des Netzwerkes**

Die wichtigsten Eigenschaften des Netzwerkes sind die Netzwerkgröße und das Vertrauen innerhalb des Netzwerkes.

Je größer das Netzwerk, desto geringer ist die Chance, dass es manipuliert werden kann. Ein Hacker muss mindestens 50% der Rechnerleistung des gesamten Netzwerkes aufbringen, um Transaktionen zu verändern oder Transaktionen zu bestätigen, die nicht korrekt sind. Eine Blockchain lebt vom Netzwerkeffekt, sodass die Daten umso sicherer geschützt sind, je größer das Netzwerk ist. Bei einem kleinen Netzwerk mit wenig Rechnerkapazität ist ein Angriff leichter als bei einem großen Netzwerk. Hieraus folgt, dass das Netzwerk die Transaktionen sichert und die Mitglieder schützt. Entsprechend ist diese Anforderung mit der größten Punktezahl (5) bewertet.

Eine Blockchain ist ein System, dessen Trustmodell als vertrauenslos bezeichnet wird. Wie eingangs bereits beschrieben ist kein Vertrauen notwendig, da dieses durch die Sicherheitsmechanismen der Datenstruktur ersetzt wird. Eine der größten Innovationen der Technologie liegt im Entfallen des nötigen Vertrauens in einen Handelspartner oder einen Intermediär, weshalb diese Anforderung mit der kleinstmöglichen Punktezahl (1) bewertet ist. Eine nicht-existente Vertrauensbasis ist zwar eine markante Eigenschaft des Netzwerkes einer Blockchain Anwendung, jedoch kein Ausschlusskriterium bei der Entschei-

dung für eine solche Anwendung, schließlich können in einem vertrauenslosen Netzwerk auch einander vertrauende Parteien agieren.

In Tabelle 3 sind die zuvor identifizierten spezifischen Eigenschaften des Blockchain Netzwerks und ihre Wertungen zusammengefasst.

**Tabelle 3: Eigenschaftsspezifikation für das Netzwerk einer Blockchain Anwendung**

<b>Eigenschaften</b>	<b>Bewertung</b>
Netzwerkgröße	5
Vertrauensbasis	1

### **Eigenschaften der Datenstruktur**

Durch die Vertrauenslosigkeit innerhalb des Netzwerkes ist eine Sicherung der Datenstruktur notwendig. Einerseits wird die Sicherheit der Datenstruktur einer Blockchain Anwendung erreicht durch die volle Transparenz und die Unveränderlichkeit der Daten, andererseits sind diese Merkmale wichtige eigenständige Eigenschaften einer solchen Anwendung. Eine weitere wichtige Eigenschaft der Datenstruktur einer Blockchain Anwendung ist die Disintermediation, da diese komplett ohne zentrale Instanz und Speicherung auskommt.

Die Sicherheit der Blockchain wird durch kryptografische Rechenaufgaben gewährleistet. Teilnehmer, die Transaktionen und Blöcke bestätigen, werden mit Kryptowährungen entlohnt. Hierdurch wird eine Konkurrenzsituation mehrerer Miner generiert. Der Wettbewerb und Konsens über das Ergebnis stellt sicher, dass nur korrekte Transaktionen und Blöcke bestätigt werden. Außerdem werden Transaktionen zweifach (privat und öffentlich) verschlüsselt, sodass nur Personen mit dem passenden Schlüssel Informationen entschlüsseln können. Aufgrund der verschiedenen Sicherheitsmechanismen wird die Eigenschaft mit der größtmöglichen Punktezahl bewertet (5).

Jede auf der Blockchain Technologie aufbauende Anwendung ist eine dezentrale Anwendung, da diese ohne Intermediär funktionieren. Überhaupt entsteht durch die Dezentralität und die Sicherheitsmechanismen die Möglichkeit einer vertrauenslosen Anwendung. Durch die Disintermediation werden Kosten und Zeit gespart. Die Eigenschaft Zentralität wird entsprechend mit einer 1 bewertet, also einer äußerst geringen Ausprägung, gleichbedeutend einer dezentralen Ausprägung.

Aufgrund des öffentlichen Netzwerkes sind alle Transaktionen einsehbar. Diese Öffentlichkeit sorgt dafür, dass Abweichungen in der Datenstruktur von allen Personen des

Netzwerkes und Außenstehenden aufgedeckt werden können. Sofern die Datenstruktur einer Anwendung nicht öffentlich ist, kann die Blockchain nicht mehr alle Vorteile entfalten. Die Sicherheit des Netzwerkes wird durch Zugangsbeschränkungen und geringe Größe eines Netzwerkes drastisch reduziert. Die Transparenz der Datenstruktur wird mit der größten Punktezahl (5) bewertet.

Die Daten werden durch die kryptografischen Algorithmen nahezu unveränderlich und permanent in der Datenstruktur gespeichert. Durch die Unveränderlichkeit wird Vertrauen in die Informationen der Datenstruktur geschaffen. Die Beständigkeit der Daten ist dementsprechend mit einer 5 bewertet.

In Tabelle 4 sind die zuvor identifizierten spezifischen Eigenschaften der Blockchain Datenstruktur und ihre Wertungen zusammengefasst.

**Tabelle 4: Eigenschaftsspezifikation für die Datenstruktur einer Blockchain Anwendung.**

<b>Eigenschaften</b>	<b>Bewertung</b>
Sicherheit	5
Zentralität	1
Transparenz	5
Beständigkeit	5

### 3.5 Anforderungsprofile

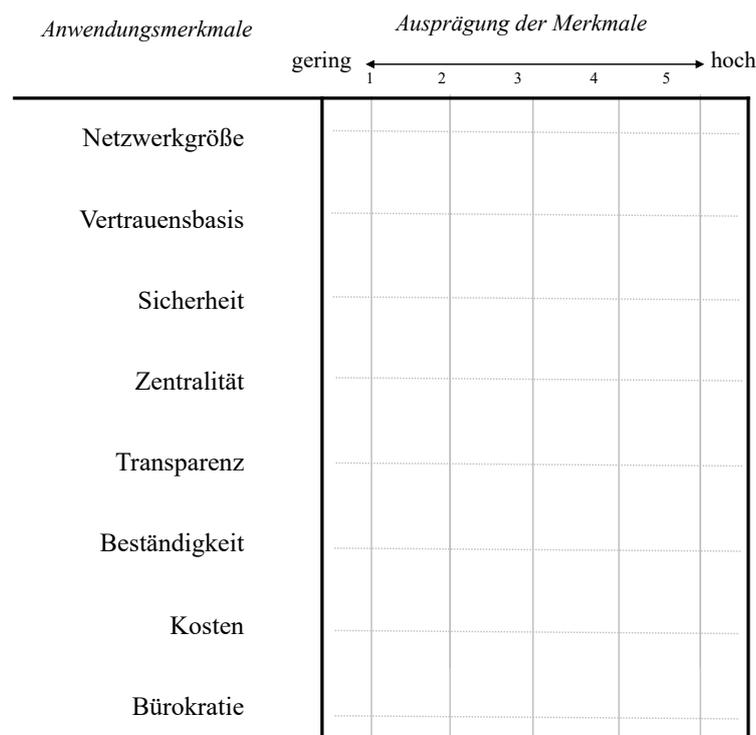
Im Folgenden wird eine Anforderungsgraphik basierend auf den zuvor identifizierten Blockchain Merkmalen und den Konzeptanforderungen entwickelt. Für ein besseres Verständnis werden die Bedeutungen der Punkte für die einzelnen Bewertungen zunächst definiert. Anschließend wird das Anforderungsprofil der BVD am Flughafen Hamburg skizziert, das nachfolgend mit dem Profil einer öffentlichen und einer privaten Blockchain verglichen wird.

Da es das Ziel ist, für das Anwendungsbeispiel eine Anwendung auf Basis der Blockchain zu entwickeln, setzen sich die Merkmale der Anforderungsgraphik zusammen aus den Konzeptanforderungen (Kapitel 3.2) und den spezifischen Anforderungen für eine Blockchain Anwendung (Kapitel 2.2.23.4). Aufgrund der Überschneidung einiger Anforderungen besteht die entwickelte Anforderungsgraphik aus acht Merkmalen. Der nachfolgende Vergleich der Anwendungsprofile dient als Entscheidungsgrundlage für die

Eignung der Blockchain Technologie für das Sharing-Konzept am Flughafen Hamburg und für ein finales Konzept.

Die Technologie gilt als geeignet, wenn die durchschnittliche Abweichung der Merkmale von den Anforderungen des Anwendungsbeispiels kleiner als 1 Punkt ist. Diese Abweichung entspricht 20% und wird auf Basis der subjektiven Einschätzung der Autorin als generell vertretbar angesehen. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Konzeptanforderungen gelegt, sodass geringere Kosten und Bürokratie oder eine höhere Sicherheit keine Probleme verursachen. Nachdem ein Konzept die Abweichungsanforderung erfüllt, kann bei genauerer Betrachtung die Relevanz der Abweichung beschrieben werden. Negative Abweichungen von Konzeptanforderungen sind relevanter als negative Abweichungen der Blockchain Anforderungen.

Abbildung 11 zeigt die entwickelte Anforderungsgraphik und ihre acht Merkmale. Die ersten sechs Merkmale sind Blockchain-spezifisch, wobei das dritte Merkmal, die Sicherheit, gleichzeitig eine Konzeptanforderung darstellt. Die letzten zwei Merkmale stellen die spezifischen Konzeptanforderungen der BVD am Flughafen Hamburg dar. Nachfolgend werden die spezifischen Bedeutungen der Punkte für die individuellen Merkmale eingehend erläutert.



**Abbildung 11: Anwendungsgraphik**

Das erste Merkmal beschreibt die Netzwerkgröße. Hier kann zwischen einem sehr kleinen Netzwerk (1) und einem sehr großen Netzwerk (5) unterschieden werden. Die Netzwerkgröße in Abhängigkeit zur Punktezahl wird vergleichsweise wie folgt gestaffelt: (1) 2, (2) 5, (3) 50, (4) 100 oder weniger, (5) mehr als 100 Parteien.

Bei der Beschreibung der Vertrauensbasis wird eine sehr geringe bzw. überhaupt keine Vertrauensbasis unterschieden, in der die Mitglieder des Netzwerkes einander nicht kennen und trauen (1). Umgekehrt wird eine große Vertrauensbasis, in der sich alle Mitglieder des Netzwerkes kennen und vertrauen mit 5 bewertet. Die dazwischen liegenden Bedeutungen werden wie folgt definiert: (2) bekannten Mitgliedern wird getraut, (3) zusätzlich wird unbekanntem Mitgliedern nach bestandener Prüfung getraut, (4) selbst unbekanntem Mitgliedern wird auf Anraten von vertrauenswürdigen Mitgliedern vertraut.

Das Merkmal der Sicherheit wird hinsichtlich der Datenstruktur, aber auch des Zugangs, der Nachvollziehbarkeit und des Datenschutzes bewertet. Unterschieden wird hier nach (1) sehr geringe Sicherheitsanforderung, (2) geringe Anforderungen, (3) moderate Anforderungen, (4) hohe Anforderungen, (5) extreme Sicherheitsanforderungen. Dieses Merkmal ist zu vielfältig, als dass hier den Punkten konkretere Bedeutungen zugeordnet werden könnten.

Das vierte Merkmal der Zentralität beschreibt die Netzwerktopographie der Anwendung. Mit der geringsten Wertung (1) wird ein rein dezentrales System beschrieben, in dem Daten verteilt gespeichert werden ohne zentrale Partei. Mit der nächstgrößeren Wertung (2) kann ein System verstanden werden, in dem Daten dezentral gespeichert werden, die Zugangsberechtigungen jedoch zentral vergeben werden. Unter 3 kann eine dezentrale Datenspeicherung verstanden werden, in der Software und Zugangsberechtigungen zentral bereitgestellt bzw. vergeben werden. 4 stellt bereits ein System dar, in dem Daten zentral von den Beteiligten gespeichert werden. Im Extremfall (5) wird absolute Zentralität beschrieben, wobei eine zentrale Partei zwischen den Parteien agiert.

Bei dem Merkmal Transparenz wird unterschieden, wie viel die einzelnen Mitglieder des Netzwerkes bzw. Außenstehende einsehen können. Mit der geringsten Wertung (1) können die Handelspartner lediglich Informationen zu ihren eigenen Transaktionen sehen. Bei der größten Wertung (5) können Mitglieder des Netzwerkes und Außenstehende alle Informationen einsehen. Die dazwischen liegenden Bedeutungen werden wie folgt definiert: (2) Mitglieder können alle Informationen ihrer Handelspartner einsehen, (3) bestimmte Mitglieder können alle Informationen einsehen, (4) alle Mitglieder können alle Informationen des Netzwerkes einsehen (4).

Die Beständigkeit der Daten wird nach Möglichkeiten der Veränderungen bewertet. Am unbeständigsten sind Daten, wenn ihre Informationen jederzeit geändert und gelöscht

werden können (1), am beständigsten, wenn einmal eingetragene Informationen für immer in ihrer ursprünglichen Form gespeichert werden (5). Die Beständigkeit in Abhängigkeit zur Punktezahl wird vergleichsweise wie folgt gestaffelt: (2) bestimmte Informationen können jederzeit geändert werden, (3) alle Informationen können einmalig geändert werden, (4) Informationen können mit großem Aufwand und einem Hinweis auf Änderungen einmalig bearbeitet werden.

Das Merkmal der Kosten - als Merkmal aus den Konzeptanforderungen - wird bewertet in Abhängigkeit der Höhe und Art der Kosten. Die geringste und beste Wertung (1) erhält ein Konzept mit ausschließlich Implementierungskosten und keinen weiteren laufenden Kosten, die höchste und schlechteste Wertung (5) ein Konzept mit Implementierungskosten und sehr hohen Fixkosten und/oder hohen Betriebskosten. Dazwischen gibt es folgende Unterscheidungen: (2) Implementierungskosten und geringe Fixkosten, (3) Implementierungskosten und mittlere Fixkosten oder geringe Betriebskosten, (4) Implementierungskosten und hohe Fixkosten oder mittlere Betriebskosten. Variable Kosten werden prinzipiell schwerwiegender als Fixkosten angesehen, da nicht mit festen monatlichen Ausgaben gerechnet werden kann und die Kosten vor der Auszahlung kalkuliert werden müssen, wodurch der bürokratische Aufwand und entsprechend die Personalkosten steigen. Da keine quantitative monetäre Untersuchung der Konzepte stattfindet, wird den Punkten keine konkretere Bedeutung zugeordnet.

Die Bürokratie - als weiteres Merkmal der Konzeptanforderungen - soll gewährleisten, dass das Konzept auch implementiert und gelebt werden kann. Die Bürokratie wird hinsichtlich der Entwicklung des Konzeptes, der Verwendbarkeit im täglichen Geschäft und der Abrechnung am Ende des Monats untersucht. Hierbei wird unterschieden zwischen einem sehr geringen bürokratischen Aufwand (1) und einem sehr hohen bürokratischen Aufwand (5). Dazwischen liegen ein geringer Aufwand (2), ein moderater Aufwand (3), und ein hoher bürokratischer Aufwand (4). Dieses Merkmal ist ebenfalls zu vielfältig, als dass hier den Punkten konkretere Bedeutungen zugeordnet werden könnten.

Abbildung 12 visualisiert das Anforderungsprofil für das Sharing-Konzept der BVD am Flughafen Hamburg in der entwickelten Anforderungsgraphik. Die Bewertung des Anwendungsbeispiels spiegelt die subjektive Einschätzung der Autorin basierend auf den Erkenntnissen der Literaturrecherche der Bodenverkehrsdienste wider. Das Netzwerk dort besteht aus zwei Parteien, wodurch es entsprechend der oben beschriebenen Punktebedeutung mit 1 bewertet wird. Im Anwendungsbeispiel kennen und vertrauen sich alle Parteien des Netzwerkes, weshalb das nächste Merkmal mit 5 bewertet ist. Im Anwendungsbeispiel werden Sicherheitsansprüche hinsichtlich Zugang, Datenschutz und Nachvollziehbarkeit gestellt. Die allgemeinen Sicherheitsansprüche sind aufgrund der Vertrauensbasis gering, sodass dieses Merkmal mit einer 2 bewertet ist. Aufgrund der Zugangssi-

cherheit müssen Berechtigungen vergeben werden. Die Berechtigungen werden zentral vergeben, das Konzept selbst soll jedoch dezentral sein, da kein Intermediär agieren soll. Entsprechend wird die Zentralität mit 2 bewertet. Für das Anwendungsbeispiel können die einzelnen Mitglieder alle Daten ihrer Handelspartner einsehen. Dies ist bedingt durch das Vertrauen, das zwischen den Parteien besteht. Die Transparenz wird folglich mit 2 bewertet. Zusätzlich herrscht eine unbeständige Datenlage, da Pläne sich jederzeit ändern können. Ein GSE wird ggf. zu einem anderen Zeitpunkt gebraucht, als ursprünglich geplant war, weil bspw. das abzufertigende Flugzeug Verspätung hat oder gar ausfällt. So kann es passieren, dass Reservierungen gelöscht oder verschoben werden. Das Merkmal Beständigkeit ist aufgrund der inkonsistenten Daten mit 1 bewertet. Aus den Konzeptanforderungen kann eine Forderung nach möglichst geringen laufenden Kosten ermittelt werden. Aus diesem Grund werden die Kosten mit 2 bewertet. Die Bürokratie ist ebenfalls eine Anforderung des Beispielnetzwerkes, die gering gehalten werden soll, sodass dieses Merkmal mit 2 bewertet ist.

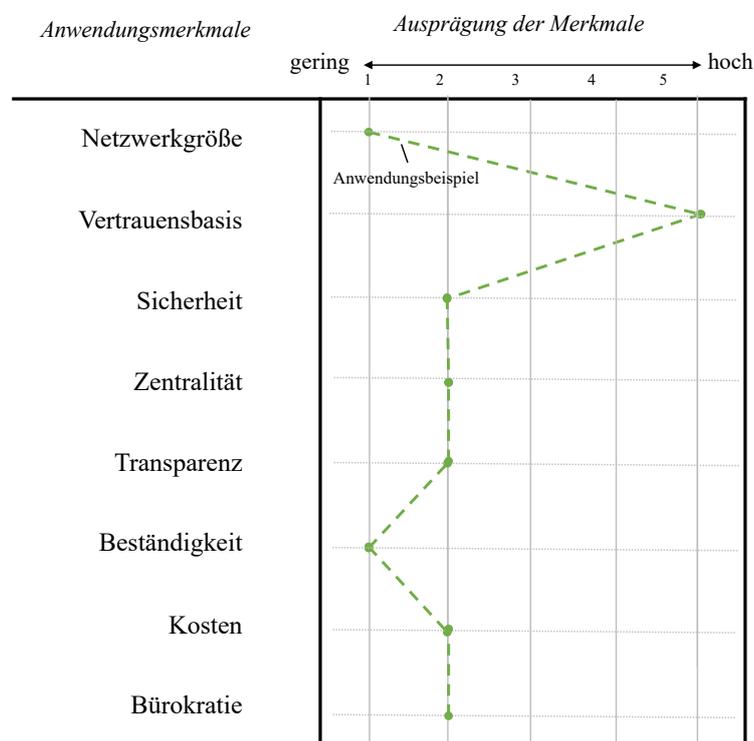


Abbildung 12: Anforderungsprofil des Anwendungsbeispiels

### 3.5.1 Öffentliche Blockchain

Nachfolgend werden die Merkmale der Anforderungsgraphik für eine öffentliche Blockchain Anwendung bewertet. Das so entwickelte Anforderungsprofil wird danach in Bezug zum zuvor entwickelten Anforderungsprofil des Anwendungsbeispiels gesetzt. Anschlie-

ßend wird die Eignung der öffentlichen Blockchain für das Anwendungsbeispiel diskutiert.

Die öffentliche Blockchain baut auf dem Netzwerkeffekt auf und wird sicherer und attraktiver, je mehr Mitglieder das Netzwerk hat. So bestand die Bitcoin-Blockchain am 21.11.2018 aus 10.222 Nodes<sup>35</sup>. Die Netzwerkgröße wird aufgrund dieser Bedingung mit 5 bewertet. Eine Blockchain basiert nicht auf Vertrauen als Sicherheitsmechanismus und ist ein weltweit gestreutes Netzwerk, sodass Mitglieder sich mehrheitlich nicht kennen. Die Technologie wird auch als vertrauenslos bezeichnet, sodass dieses Merkmal mit 1 bewertet ist. Die Sicherheit der Blockchain ermöglicht das fehlende Vertrauen und die Disintermediation, wodurch diese besonders hoch sein muss, und entsprechend mit 5 bewertet ist. Die öffentliche Blockchain ist ein dezentrales System und soll nach der Vorstellung von Nakamoto als rein dezentrale Datenbank funktionieren, weshalb dieses Merkmal mit 1 bewertet ist. Die Transaktionshistorie des Netzwerkes ist bei einer öffentlichen Blockchain für alle Mitglieder und Nicht-Mitglieder frei einsehbar. Eine solche Anwendung besitzt volle Transparenz, sodass für dieses Merkmal eine 5 vergeben ist. Die Daten in einer Blockchain, sprich Transaktionsinformationen, sind unveränderlich. Diese Unveränderlichkeit ist einer von vielen Sicherheitsaspekten der Anwendungen. Die Beständigkeit der Daten ist mit 5 bewertet. Die laufenden Kosten einer Blockchain Anwendung setzen sich zusammen aus Transaktionskosten und Energiekosten für das Minen. Diese Kosten sind abhängig von der Anzahl der Transaktionen und dem Alter der Blockchain. Die Energiekosten fallen bereits mit dem Beginn einer Blockchain, aber besonders mit dem Alter der Blockchain ins Gewicht der laufenden Kosten, wobei die Transaktionskosten simultan mit den Energiekosten steigen. Beide Kostenarten sind variable Kosten und werden dementsprechend als schwerwiegender gegenüber Fixkosten bewertet, sodass dieses Merkmal mit 4 bewertet ist. Auf die Frage, ob die Blockchain Bürokratie verringert, haben sich weder Prof. Dr. Hinckeldeyn noch Dr. Moritz Petersen im Experteninterview festgelegt. Eine Blockchain Anwendung kann zwar papierbasierte Bürokratie reduzieren, ist allerdings tendenziell aufwendiger in der Programmierung und Anwendung als konventionelle Prozesse oder Anwendungen, außerdem sind viele Schnittstellen für Normalbürger nicht anwenderfreundlich<sup>36</sup>. Das Merkmal wird aufgrund fehlender Belege mit 3 bewertet.

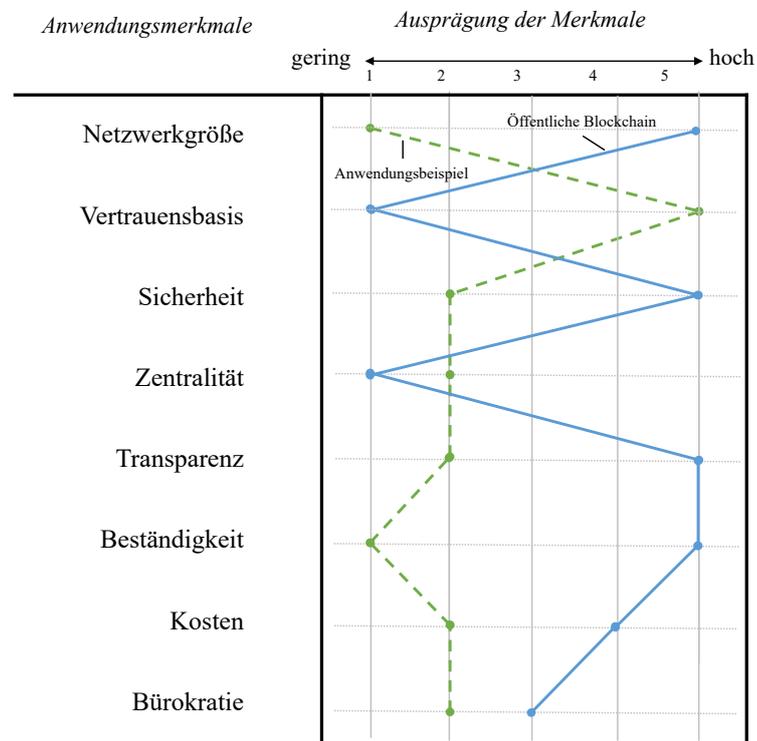
Abbildung 13 zeigt die oben beschriebenen Ausprägungen der Merkmale für eine öffentliche Blockchain in visueller Form in der Anforderungsgraphik. Das Anforderungsprofil einer öffentlichen Blockchain wird hierbei mit dem zuvor entwickelten Profil des An-

---

35 Bitnodes, 24-hour charts, <https://bitnodes.earn.com/dashboard/> [Zugriff am 21.11.2018]

36 Vgl. Tapscott, *Die Blockchain Revolution*, 2017, S. 326

wendungsbeispiels verglichen. Mithilfe der Graphik wird visualisiert, wo sich die Abweichungen zwischen den Anforderungen des Beispiels und einer öffentlichen Blockchain befinden und welche Ausprägung sie aufweisen. Die durchschnittliche Abweichung des Profils der öffentlichen Blockchain vom Anwendungsbeispiel ist mit 2,75 Punkte größer als gefordert. Nachfolgend wird auf die Schwierigkeiten der Verwendung der Blockchain für das Sharing-Konzept eingegangen.



**Abbildung 13: Vergleich der Anforderungsprofile der öffentlichen Blockchain und des Anwendungsbeispiels**

Bei einem kleinen Netzwerk wie im Anwendungsbeispiel, in dem die beiden Parteien am gleichen Standort sind, sich bereits kennen und zusammenarbeiten, scheint das bereits beschriebene Trustmodell nicht erfüllt zu sein. Grundsätzlich ist es nicht problematisch trotz vorhandenem Vertrauen eine Anwendung, die ohne Vertrauen arbeitet zu verwenden. Jedoch sind, bedingt durch das fehlende Vertrauen, die Sicherheitsmechanismen sehr stark und diese verursachen sehr hohe Kosten. Da die Energie- und Transaktionskosten abhängig sind von der Anzahl der Verleih-Transaktionen und diese nicht akkurat planbar sind, könnten die Kosten für das Netzwerk niedrig, aber auch höher ausfallen als erwartet und das Sharing-Konzept für die Parteien unwirtschaftlich machen. Hinzu kommt, dass durch den Rechenaufwand die Bestätigung einer Transaktion mit Zeitverzögerungen verbunden ist. Die Transaktionsdauer einer öffentlichen Blockchain ist lang und der Durchsatz entsprechend schwach. Der hohe zeitliche und finanzielle Aufwand erweist sich der-

zeit als die größten Schwierigkeiten einer öffentlichen Blockchain in der industriellen Anwendung<sup>37</sup>.

Die Sicherheit der Blockchain Anwendung im Anwendungsbeispiel und im allgemein untersuchten Fall der kleinen Netzwerke ist stark geschwächt durch das kleine Netzwerk. Diese beiden Anforderungen sind proportional zu einander: Je größer das Netzwerk, desto sicherer ist es. Bei lediglich zwei Mitglieder ist die Chance eines 51%-Angriffs praktisch jederzeit möglich, weil die Rechner der beiden Parteien niemals 100-prozentig die gleiche Leistung erbringen können. Auch wenn im Fall der BVD am Flughafen Hamburg die Chance eines solchen Angriffs gering ist, da sich die Mitglieder vertrauen, müssen die Parteien in der Blockchain die Sicherheitsmechanismen und damit verbundenen Kosten tragen. Dies ist ein wichtiges Argument, um eine öffentliche Blockchain Anwendung für das Anwendungsbeispiel und vielmehr für kleine Netzwerke als ungeeignet auszuschließen.

Ein weiteres wichtiges Argument gegen die Verwendung einer öffentlichen Blockchain ist die Unbeständigkeit der Daten im Anwendungsbeispiel. Eine Mischform aus Reservierung und spontaner Nutzung lässt sich mit einer öffentlichen Blockchain schwer realisieren. Zwar lassen sich Reservierungen in einer Blockchain speichern, doch ist die Handhabung äußerst aufwendig, weil keine Transaktionen gelöscht werden können. Eine Möglichkeit der Anpassung von Daten sieht die öffentliche Blockchain nicht vor, da dies die Sicherheit verringern würde. Die Literatur scheint für solche Verwendungen noch keine Lösung zu bieten. So könnten zwar Zeiträume für die Nutzung überschrieben werden oder Reservierungen schlichtweg verfallen gelassen werden, doch auf der Grundlage derartig unübersichtlicher Aufzeichnungen ist bei der Erstellung von Abrechnungen mit Problemen zu rechnen. Außerdem kann durch die Unveränderlichkeit der Blockchain das geforderte Recht auf Vergessen der DSGVO nicht erfüllt werden. Gerade weil das System pseudo-anonym ist, kann die Person hinter einem Nutzernamen ermittelt werden. Durch die Zuhilfenahme einiger Maßnahmen kann das Recht auf Vergessen umgesetzt werden, z. B. wenn Benutzerdaten rotierend verwendet oder keine personenbezogenen Daten in den Transaktionen gespeichert werden. Die Sicherheit wird hierbei jedoch eingeschränkt, da mehrere Personen Zugang zu verschiedenen Nutzern haben. Die Erfüllung dieses Rechts kann im Allgemeinen zu Schwierigkeiten in der industriellen Anwendung in Europa führen.

Die Öffentlichkeit des Netzwerkes ermöglicht keine Diskretion für die agierenden Parteien<sup>38</sup>. Durch den öffentlichen Schlüssel, der bekannt wird, sofern eine Transaktion mit

---

37 Vgl. Hinckeldeyn, Interview, *Masterthesis Blockchain Sharing*, 2018

einem Nutzer durchgeführt wird, kann der Empfänger alle vergangenen und zukünftigen Transaktionen des Senders einsehen. Um dies zu verhindern, verwenden einige Mitglieder verschiedene Schlüssel, was allerdings einen erhöhten bürokratischen Aufwand bedeutet. Die fehlende Diskretion innerhalb des Netzwerkes ist zwar ein Argument gegen die Verwendung von öffentlichen Blockchains in der Industrie, aber im Beispielnetzwerk ist die Transparenz des Netzwerkes eher dahingehend relevant, als dass Außenstehende alle Informationen einsehen können. Hinsichtlich der Skalierbarkeit der Lösung würde dies bedeuten, dass in einem Netzwerk mit mehr Mitgliedern alle Geschäfte vergangener und zukünftiger Handelspartner verfolgt werden können. Eine Geheimhaltung ist hierbei nur mit Aufwand zu ermöglichen.

Die oben erläuterten Argumente sprechen gegen den Einsatz einer öffentlichen Blockchain für das Sharing Konzept am Flughafen Hamburg. Neben den hohen Kosten sind zusätzlich einige Merkmale der Blockchain nicht vereinbar mit den Anforderungen an das Sharing-Konzept und sprechen so gegen den Einsatz der Technologie. So kann z. B. durch die Beständigkeit der Daten nur schwer eine Lösung erarbeitet werden, in der die Parteien ihre eigenen GSEs im Voraus reservieren können.

Es sollte vermehrt die Frage gestellt werden, ob eine Blockchain tatsächlich benötigt wird. Falls ein starker Sicherheitsmechanismus gar nicht gefordert wird, weil z. B. ein gewisses Vertrauen herrscht, können zumeist andere dezentrale Strukturen genutzt werden. Professor Dr. Hinckeldeyn<sup>39</sup> benennt im Interview ein Geschäftsmodell, das für eine Blockchain Anwendung geeignet ist. Er beschreibt ein solches Geschäftsmodell als geeignet, das auf einem Trustmodell aufgebaut ist, in dem kein Vertrauen herrscht.<sup>40</sup> Hinckeldeyn bezieht sich hier auf die öffentliche und ursprüngliche Variante der Blockchain. Basierend auf den Abweichungen des Anforderungsprofils der Blockchain, ihrer Unveränderlichkeit und Transparenz und dem Geschäftsmodell des Anwendungsbeispiels wird diese als Lösung ausgeschlossen. Im Folgenden wird eine private Blockchain hinsichtlich ihrer Eignung im Anwendungsbeispiel mithilfe der erstellten Anforderungsgraphik untersucht.

---

38 Vgl. What is the difference between Bitcoin and blockchain?, <https://www.youtube.com> [Zugriff am 25.09.2018]

39 Hinckeldeyn, Interview, *Masterthesis Blockchain Sharing*, 2018

40 Vgl. *ibid.*

### 3.5.2 Private Blockchain

Zwar schränkt eine private Blockchain einige der Vorteile der öffentlichen Blockchain ein, allerdings kann diese angesichts einiger Eigenschaften potentiell geeigneter sein für das Netzwerk der BVD am Flughafen Hamburg. Besonders im Hinblick darauf, dass bei industriellen Anwendungen ein geschlossenes Netzwerk mehrheitlich geeigneter ist als ein offenes, werden nachfolgend die Merkmale des Anforderungsprofil für eine private Blockchain bewertet und anschließend in Bezug zu dem Anforderungsprofil des Anwendungsbeispiels gesetzt. Des Weiteren wird die Eignung dieser Lösung diskutiert.

Das Netzwerk einer privaten Blockchain Anwendung ist kleiner als das einer öffentlichen Blockchain. Weil das Netzwerk ab mindestens sieben Nodes sicher ist, weil mit dieser Anzahl dann der byzantinische Fehler verhindert werden kann<sup>41,42</sup>, wird die Netzwerkgröße mit einer 3 bewertet. Auch muss ein gewisses Vertrauen zwischen den Mitgliedern herrschen, da Zugangsberechtigungen für das Netzwerk vergeben werden. Das Merkmal Vertrauensbasis wird mit einer 3 bewertet. Durch das kleinere Netzwerk fällt der Netzwerkeffekt geringer aus, jedoch benötigt die Anwendung aufgrund der Vertrauensbasis eine geringere Sicherheit als eine öffentliche Blockchain. So kann bspw. ein leichterer Konsensmechanismus gewählt werden, weshalb das Merkmal Sicherheit mit 4 bewertet ist. Weil Zugangsbeschränkungen zentral vergeben werden, die Daten der Blockchain aber verteilt gespeichert sind, ist die Zentralität mit 3 bewertet. Da das Netzwerk und seine Daten nicht öffentlich einsehbar sind, jedoch die Mitglieder alle Transaktionen einsehen können, ist das Merkmal Transparenz mit 3 bewertet. Die Unveränderlichkeit der Daten in einer privaten Blockchain ist grundsätzlich identisch mit einer öffentlichen Blockchain, sodass das Merkmal Beständigkeit ebenfalls mit 5 bewertet ist. Bei den variablen Kosten bleiben die Transaktionsgebühren bestehen, allerdings fallen die Energiekosten weitaus geringer aus, da für leichtere Konsensmechanismen ohne Mining weniger Ressourcen aufgewendet werden<sup>43</sup>. Viele Frameworks können kostenlos verwendet werden<sup>44</sup>, wodurch keine Fixkosten entstehen und somit das Merkmal Kosten mit 3 bewertet wird. Da der bürokratische Aufwand einer privaten Blockchain mit dem einer öffentlichen Blockchain vergleichbar ist, wird dieses Merkmal ebenfalls mit einer 3 bewertet.

---

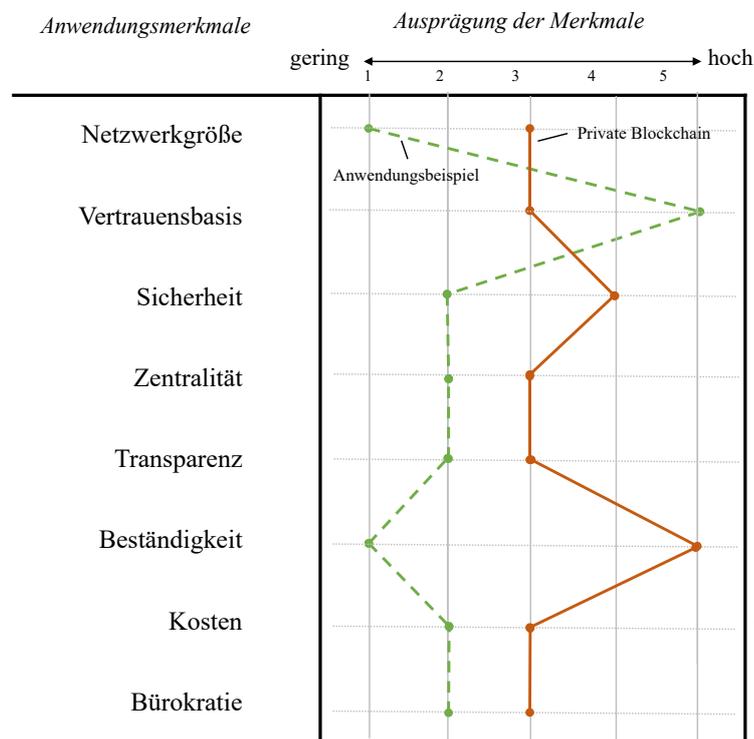
41 Vgl. Kuhlman, Smallest number of nodes for an Ethereum private blockchain, <https://ethereum.stackexchange.com> [Zugriff am 05.11.2018]

42 Vgl. Reid, What is the minimum number of nodes in a distributed ledger to be able to call itself blockchain?, <https://www.quora.com> [Zugriff am 05.11.2018]

43 Vgl. Kolisko, Do we need mining in private and permissioned blockchains?, <https://medium.com> [Zugriff am 12.08.2018]

44 Z. B. Hyperledger, OpenChain, MultiChain. Siehe hierzu <https://medium.com/blockchain-blog/17-blockchain-platforms-a-brief-introduction-e07273185a0b>

Abbildung 14 zeigt die gerade beschriebenen Bewertungen der Merkmale für eine private Blockchain in visueller Form in der Anforderungsgraphik. Das Anforderungsprofil einer privaten Blockchain wird hierbei mit dem Profil des Anwendungsbeispiels verglichen. Mithilfe der Graphik werden die Abweichungen zwischen den Anforderungen des Beispiels und einer privaten Blockchain visualisiert. Die Abbildung zeigt, dass eine private Blockchain für das Sharing im BVD-Netzwerk am Flughafen Hamburg geeigneter ist als eine öffentliche Blockchain. Trotzdem ergibt sich eine durchschnittliche Abweichung vom Anwendungsbeispiel von 1,75 Punkten. Die Abweichung ist kleiner als bei der öffentlichen Blockchain, allerdings überschreitet auch dieser Wert die Forderung. Die größte Abweichung liegt weiterhin in der Beständigkeit der Daten, aber auch bei der Netzwerkgröße, Vertrauensbasis und Sicherheit divergieren die beiden Profile um mehr als 1 Punkt. Nachfolgend wird auf die Vor- und Nachteile einer privaten Blockchain gegenüber einer öffentlichen Blockchain und ihrer Eignung für das Sharing-Konzept eingegangen.



**Abbildung 14: Vergleich der Anforderungsprofile der privaten Blockchain und des Anwendungsbeispiels**

In einer privaten Blockchain entsteht die höhere Vertraulichkeit durch eine geringere Transparenz und die höhere Geschwindigkeit durch eine geringere Sicherheit im Netzwerk. Diese Form der Blockchain ist weniger dezentral als öffentliche Blockchains und

angesichts der geringeren Sicherheit ist der Aufwand für Manipulationen geringer<sup>45,46</sup>. Private Blockchains haben einen höheren Durchsatz, einen geringeren Energieverbrauch, benötigen weniger Speicherkapazität und können sie datenschutzkonform<sup>47</sup> sein. Netzwerke privater Blockchains sind kleiner als die öffentlicher Blockchains und es muss keine Kryptowährung als Anreiz zur Überprüfung der Richtigkeit und Einhaltung der Gerechtigkeit verwendet werden, sodass die Energiekosten geringer sind. Die Reduktion der Kryptowährung resultiert in einer geringeren Sicherheit, welche jedoch aufgrund der größeren Vertrauensbasis weniger kritisch ist.<sup>48</sup>

Schließlich sind in den letzten Jahren kritische Stimmen hinsichtlich der Sinnhaftigkeit von privaten Blockchains immer lauter geworden. Demnach kommen Offenheit, Dezentralität und Transparenz der Daten, die großen Vorteile der Technologie, bei privaten Netzwerken nicht voll zum Tragen. Vielmehr schöpft man mit der langsamen Geschwindigkeit, dem hohen Ressourcenbedarf und der begrenzten Kapazität die Nachteile der Technologie aus und paart diese mit einer geringeren Sicherheit.<sup>49,50,51</sup>

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Blockchain Technologie, sowohl mit einem öffentlichen und einem privaten Netzwerk, keine geeignete Lösung für das GSE-Sharing am Flughafen Hamburg darstellt. Die Beständigkeit der Daten und Sicherheit aufgrund des Trustmodells führen zu hohen Kosten, die für die BVD am Flughafen nicht tragbar sind. Generell ist die Blockchain als ganzheitliches Technologiekonzept zu betrachten<sup>52</sup>. Aus diesem Grund wird im Folgenden angenommen, dass Einzelemente der Technologie im Rahmen dieser Arbeit nicht in andere Lösungen integriert werden können.

Die Dezentralität als zentrales Element der Technologie bietet auch für das Anwendungsbeispiel den größten Vorteil, sodass die finale Lösung unter der Prämisse dieses Element

---

45 Vgl. Kolisko, Do we need mining in private and permissioned blockchains?, <https://medium.com> [Zugriff am 12.08.2018]

46 Vgl. Jentzsch, Public vs Private chain, <https://blog.slock.it> [Zugriff am 14.09.2018]

47 Vgl. Naceur, Blockchain – ein Dilemma für den Datenschutz?, <https://www.computerwoche.de> [Zugriff am 15.08.2018]

48 Vgl. Kolisko, Do we need mining in private and permissioned blockchains?, <https://medium.com> [Zugriff am 12.08.2018]

49 Vgl. Brenneis, Warum "Private Blockchain" Unfug sind, <https://coinspondent.de> [Zugriff am 18.10.2018]

50 Vgl. Narayanan, "Private blockchain" is just a confusing name for a shared database, <https://freedom-to-tinker.com> [Zugriff am 20.10.2018]

51 Vgl. Shin, *Jimmy Song on Why Bitcoin Will Be the Winning Cryptocurrency*, Podcast: Unchained, 2018

52 Vgl. Drescher, *Blockchain Grundlagen*, 2017, S. 220

zu verwenden entwickelt wird. Durch diese Eigenschaft können die Unternehmen unabhängig agieren und die Kosten für einen Intermediär entfallen.

### 3.6 Das finale Konzept

Aufgrund der großen Abweichungen der Merkmale der öffentlichen und privaten Blockchain von dem Anwendungsbeispiel werden nachfolgend Lösungsideen entwickelt, die die Dezentralität der Blockchain mit den Anforderungen der BVD am Flughafen Hamburg in Einklang bringen sollen. Die Ideen werden hinsichtlich der Merkmale der Anforderungsgraphik entwickelt und in Bezug zu den Konzeptanforderungen in einer Nutzwertanalyse bewertet. Anschließend wird das Anforderungsprofil des finalen Konzeptes mit dem Anwendungsbeispiel verglichen. Zur Evaluation des finalen Konzeptes wird, wie bereits für den Ist-Prozess, eine ereignisgesteuerte Prozesskette des Soll-Prozesses erstellt. Anhand der Prozesskette und der Merkmale wird das finale Konzept mithilfe einer SWOT-Analyse kritisch betrachtet. Hierdurch soll geprüft werden, ob das finale Konzept weniger Schwächen und Risiken aufweist und die aufgedeckten Chancen des Ist-Prozesses nutzt.

Die Netzwerkgröße und Vertrauensbasis sind durch das Anwendungsbeispiel vorgegeben. Zur Verringerung der Kosten und aufgrund der Vertrauensbasis kann auf hohe Sicherheitsmechanismen verzichtet werden. Es gilt, den Zugang nur beteiligten Personen zu ermöglichen und obwohl Manipulation nicht zu erwarten ist, sollen Änderungen nachvollziehbar sein. Um als gewerbliche Anwendung genutzt werden zu können, muss die Lösung die gesetzlichen Datenschutzrichtlinien erfüllen. Hierbei stellt eine höhere Sicherheit nicht unmittelbar ein Ausschlusskriterium dar, sondern wird unter Berücksichtigung der verbundenen Kosten analysiert. Aus der Untersuchung der Blockchain Technologie wird das Merkmal Dezentralität für das finale Konzept übernommen. Durch Disintermediation sollen ein peer-to-peer System ermöglicht, Kosten reduziert und die Prozessgeschwindigkeit erhöht werden. Das Konzept muss im Rahmen der Zugangssicherheit gewährleisten, dass nur Beteiligte Zugang und Einsicht haben, sodass ein öffentliches Netzwerk ausgeschlossen, oder lediglich im Zusammenspiel mit Anonymität realisiert werden kann. Für das Merkmal Beständigkeit wird auf die Zusatzanforderung Reservierung verwiesen, wonach eine Anpassung der Reservierung jederzeit möglich sein muss. Hinsichtlich der Konzeptanforderungen kommt den Kosten die größte Gewichtung zu, sodass die Lösungsideen möglichst geringe laufende Kosten und Implementierungskosten aufweisen sollten. Zusätzlich soll die Lösung laut Konzeptanforderungen möglichst geringen bürokratischen Aufwand haben hinsichtlich Entwicklung, Verwendung durch die Mitarbeiter und Abrechnung.

Für die Entwicklung von Lösungsideen wird die konventionelle Ideenfindungsmethode mit der intuitiven Ideenfindung<sup>53</sup> kombiniert. Die konventionelle Methode wird mithilfe der durchgeführten Experteninterviews zusammen mit einer zusätzlich durchgeführten Literaturrecherche umgesetzt. Im Rahmen der intuitiven Ideenfindung wird auf Grundlage der ermittelten Lösungen eruiert, welche weiteren Alternativen oder Abwandlungen der Lösung bekannt und potentiell verwendbar sind. Dabei wird zwischen den beiden Methoden gewechselt, sodass eine neue Lösungsidee durch eine Literaturrecherche auf Eignung überprüft wird. Ähnlich wird für das Ortungskonzept vorgegangen. Eine Kombination der beiden Konzepte in einem gesamtheitlichen Konzept ist in diesem Kapitel nicht vorgesehen, da erwartet wird, dass damit ein erhöhter Aufwand und höhere Kosten einhergehen.

Da die Blockchain im Prinzip eine moderne Datenbank ist, gilt es im Folgenden Lösungsideen für eine geeignete Datenbank Anwendung zu entwickeln.

Eine Datenbank ist „eine Sammlung von Daten, die untereinander in einer logischen Beziehung stehen und von einem Datenbankverwaltungssystem [...] verwaltet werden“<sup>54</sup>. Tiefergehende, technische Informationen zu den untersuchten Datenbanktypen werden in dieser Arbeit nicht gegeben, da die Programmierung der Lösung nicht Teil dieser Arbeit ist und diese Informationen damit eine geringe Relevanz besitzen.

### 3.6.1 Lösungsideen

Im Folgenden werden drei Lösungsideen für das Grundgerüst des Konzeptes, die Datenbank, beschrieben und anschließend werden zwei mögliche Ortungstechnologien erläutert.

Die Initiallösung für das Anwendungsbeispiel, eine dezentrale Datenbank (auch verteilte Datenbank<sup>55</sup> genannt), kam erstmals im Interview mit Professor Dr. Hinckeldeyn als Alternative zur Blockchain zur Sprache, aber auch Professor Narayanan<sup>56</sup> von der Stanford Universität zieht einen Vergleich zwischen einer privaten Blockchain und einer verteilten Datenbank. Bei einer verteilten Datenbank erfolgt die Datenbank Verarbeitung durch mehrere, lose gekoppelte Rechner mit jeweils einem Datenbankmanagementsystem. Die-

---

53 Vgl. Reinsprecht, Konzeptphase, <https://netzkonstrukteur.de> [Zugriff am 14.10.2018]

54 Schicker, *Datenbanken und SQL*, 2017, S. 3

55 Vgl. Deutsche Enzyklopädie, Dezentrale Datenbanken, <http://www.enzyklo.de> [Zugriff am 10.11.2018]

56 Vgl. Narayanan, “Private blockchain” is just a confusing name for a shared database, <https://freedom-to-tinker.com> [Zugriff am 20.10.2018]

se Rechner können lokal oder ortsverteilt angeordnet sein und die Speicher sind unter den beteiligten Rechnern partitioniert. Im Idealfall kann ein Nutzer von jedem Rechner auf alle Daten zugreifen, genau wie in einem zentralisierten System. Die dezentrale Datenbank ist die modernste Form der Datenbanken. Verteilte Datenbanken versuchen Integration ohne Zentralisierung zu erreichen. Vorteile der verteilten Datenbank gegenüber herkömmlichen, zentralen Datenbanken sind aufgrund ihrer verteilten Datenhaltung und Datenverarbeitung eine höhere Verfügbarkeit, bessere Kosteneffizienz und höhere Leistungsfähigkeit, außerdem ist die Ausfallsicherheit höher.<sup>57,58</sup> Auf eine solche Datenbank können Nutzer von unterschiedlichen Geräten, auch dem Smartphone, über den Browser zugreifen.<sup>59</sup> Die moderne, verteilte Datenbank kommt mit ihren Eigenschaften der Blockchain Technologie als dezentrale, verteilte Datenstruktur sehr nah. Aufgrund des kleinen Netzwerkes und einer damit verbundenen geringen Datenmenge der Anwendung kann eine Open-Source Software verwendet werden, sodass keine Nutzungsgebühren anfallen<sup>60</sup>.

Eine verteilte Datenbank ist eine serverbasierte Lösung. Als Gegenentwurf hierzu steht die Entwicklung des Cloud Computing. Cloud Computing ermöglicht den Netzwerkzugriff auf einen gemeinsam nutzbaren Pool von konfigurierbaren IT Ressourcen, wie z.B. Server, Speichersysteme und Anwendungen. Diese IT-Ressourcen werden schnell und flexibel bereitgestellt, mit minimalem Verwaltungsaufwand und minimaler Anbieterinteraktion. Das Cloud Modell besitzt fünf Kernmerkmale: Selbstbedienung auf Abruf, umfangreicher Netzwerkzugriff, Ressourcen-Pool, schnelle Anpassbarkeit und messbarer Service. Cloud Computing zielt darauf ab, durch Skaleneffekte die Investitions- und Betriebskosten zu verringern und ist somit besonders für kleinere Unternehmen interessant, die keine IT-Infrastruktur vorhalten wollen. Cloud Datenbanken werden im Rahmen des Cloud Computing genutzt und auf Abruf bereitgestellt. Ein Vorteil des Cloud Datenmanagements gegenüber dem konventionellen verteilten Datenmanagement ist u. a. die Mandantenfähigkeit. Dies bedeutet, dass verschiedene Mandanten in einer gemeinsamen Cloud konsolidiert werden können mit Aufrechterhaltung der Isolation der Daten. So kann eine maximale Ressourcennutzung erreicht werden.<sup>61,62</sup>

---

57 Vgl. Kudraß, *Taschenbuch Datenbanken*, 2015, S. 394ff

58 Vgl. Rahm et al., *Verteiltes und Paralleles Datenmanagement*, 2015, S. 4

59 Vgl. Begerow, *Verteilte Datenbanksysteme*, <http://www.datenbanken-verstehen.de> [Zugriff am 28.10.2018]

60 Vgl. Franz, *Open Source: Freie Datenbanken im Vergleich*, <https://www.computerwoche.de> [Zugriff am 04.11.2018]

61 Vgl. Mell et al., *The NIST Definition of Cloud Computing*, <https://nvlpubs.nist.gov> [Zugriff am 26.10.2018]

Die beiden weiteren Lösungsideen stellen Cloud-basierte Ansätze dar: Database-as-a-Service (DBaaS) und eine Filesharing Datenbank, wobei der Filesharing Ansatz als Lösungsidee für das Anwendungsbeispiel dem Experteninterview mit Dr. Petersen entstammt. Die beiden Ideen werden nachstehend beschrieben.

Bei DBaaS stellt ein Cloud Anbieter eine Datenbank und all ihre Services bereit, auf die der Nutzer über das Netzwerk zugreifen kann. Es handelt sich hierbei um einen verwalteten Service, der den Zugang zu einer Datenbank über das Netzwerk bereitstellt und in einem nutzungsbezogenen Modell abgerechnet wird. Die Anwender benötigen keine eigene IT-Infrastruktur und profitieren von einem flexiblen und leicht skalierbaren Datenbankservice. Der Anbieter ist verantwortlich für die Bereitstellung des Datenbankservices inklusive Betrieb, Management und Wartung der Datenbanken.<sup>63,64</sup>

Bei der dritten Lösungsidee handelt es sich um eine Datenbank Datei, beispielweise Microsoft (MS) Access, die über eine Filesharing-Plattform für alle Nutzer freigegeben wird. Bei einer Desktop-Lösung - wie etwa MS Access - wird eine Datei lokal auf einem Rechner gespeichert. Im Anwendungsbeispiel ist es jedoch Bedingung, dass diese Datei für alle Mitarbeiter zugänglich ist. Für eine solche Verwendung gibt es die Access Web Anwendung, die über eine Filesharing-Plattform - z. B. MS SharePoint - geteilt werden kann<sup>65</sup>. Filesharing bedeutet die Bereitstellung von digitalen Informationen, auf welche mittels Computer zugegriffen werden kann<sup>66</sup>. Filesharing wird von einem Cloudspeicher Anbieter bereitgestellt und findet auch an Hochschule regelmäßig Verwendung, da Dokumente einerseits gespeichert und andererseits mit Anderen geteilt werden können. Dies kann je nach Plattform zentral oder dezentral (ohne zentralen Datenserver) sein<sup>67</sup>. Der Zugriff kann mit den Zugangsdaten mittels Computer oder Smartphone von überall aus erfolgen<sup>68</sup>.

Cloud Services lassen sich in drei Kategorien einteilen, die sich nach Auslagerungsgrad der IT-Ressourcen unterscheiden: Software-as-a-Service (SaaS), Plattform-as-a-Service (PaaS) und Infrastructure-as-a-Service (IaaS). Im Folgenden werden die Unterschiede der

62 Vgl. Kudraß, *Taschenbuch Datenbanken*, 2015, S. 423

63 Vgl. *ibid.*, S. 425f

64 Vgl. Karlstetter, Was ist Database as a Service (DBaaS)?, <https://www.cloudcomputing-insider.de> [Zugriff am 02.11.2018]

65 Vgl. Microsoft, Möglichkeiten der Freigabe einer Access-Desktopdatenbank [Zugriff am 03.11.2018]

66 Vgl. Häcker et al., Filesharing: Eine Begriffsklärung, <http://einst-ig.de> [Zugriff am 06.11.2018]

67 Vgl. Müller et al., *Dezentrale Datenhaltung und Datenschutz in Cloud-Netzwerken*, Wirtschaftsinformatik & Management, 2017

68 Vgl. Meyer, *Softwareentwicklung: Ein Kompass für die Praxis*, 2018, S. 122

beiden Cloud Lösungsideen eingehender erläutert. SaaS beschreibt die Anmietung von Hardware, einem Betriebssystem und einer Anwendung, wobei der Nutzer nur Zugriff auf Softwareanwendungen hat, die in der Cloud laufen. MS Access Web App auf SharePoint ist ein solcher Service. PaaS beschreibt die Anmietung von Hardware und einem Betriebssystem, sodass Programmier- und Laufzeitumgebungen angeboten werden, mit deren Hilfe Software programmiert werden kann. DBaaS, Lösung 2, wird der Kategorie PaaS zugeordnet<sup>69</sup>. Die dritte Kategorie ist IaaS und beschreibt die reine Anmietung von Hardware. Das Betriebssystem und die Anwendungen werden vom Benutzer selber installiert. Bei Cloud Datenbanken handelt es sich praktisch immer um verteilte Datenbanksysteme<sup>70,71</sup>. Es wurde keine Lösung für IaaS entwickelt, jedoch kann eine verteilte Datenbank diesen Service nutzen, um die Kosten für benötigte Hardware zu reduzieren. Lösung 1 wird wiederum als serverbasierte Datenbank definiert, um möglichst verschiedene Lösungen vergleichen zu können.

Neben der Datenbank gilt es weiterhin, ebenfalls Lösungsideen für die Ortung der Geräte zu entwickeln. Die Ideen werden bezüglich der Konzeptanforderungen, Kosten, Genauigkeit und Reichweite untersucht. Mittels Recherche wurde die Vielzahl an existierenden Ortungstechnologien bereits reduziert, da einige im Vorfeld ausgeschlossen werden konnten. Dazu zählt bspw. die bildbasierte Ortungstechnologie, da diese für den Betrieb auf großen Freiflächen nicht geeignet und sehr preisintensiv ist. Außerdem wurden einige funkbasierte Technologien aufgrund zu geringer oder zu hoher Ortungsgenauigkeit ausgeschlossen. Bei zu geringer Genauigkeit kann das Equipment nur schwer wiedergefunden werden, und mit höherer Genauigkeit steigen die Kosten für das System<sup>72</sup>. Des Weiteren werden Technologien mit einer Reichweite von unter 100m als ungeeignet vernachlässigt. Nach dem Ausschlussverfahren stehen zwei potentielle Ortungstechnologien zur Auswahl: die globale Satelliten- und die lokale netzwerkgestützte Technologie.<sup>73</sup> Ein globales Navigationssatellitensystem, z. B. GPS, hat eine Genauigkeit zwischen 50cm und 10m und gibt eine globale Position aus. Das netzwerkgestützte System, z. B. Wireless Local Area Network (WLAN), hat eine Genauigkeit von 10cm bis zu 10m und gibt eine relative Position im Verhältnis zu einem Fixpunkt aus, die wiederum in eine globale Position umgerechnet werden kann<sup>74,75</sup>. GPS und WLAN Ortung bieten eine vergleichbare

---

69 Vgl. Karlstetter, Was ist Database as a Service (DBaaS)?, <https://www.cloudcomputing-insider.de> [Zugriff am 02.11.2018]

70 Vgl. Anders, *Cloud-Datenbanken*, 2015, S. 2ff

71 Vgl. Kudraß, *Taschenbuch Datenbanken*, 2015, S. 423

72 Vgl. Schenk, *Produktion und Logistik mit Zukunft*, 2015, S. 264ff

73 Vgl. Lanzer, *Kontextsensitive Services für mobile Endgeräte*, 2012, S. 35

74 Vgl. Schenk, *Produktion und Logistik mit Zukunft*, 2015, S. 264ff

Genauigkeit, jedoch unterschiedliche Reichweite und Eignung für Innen- und Außenbereiche. GPS ist besonders geeignet für Positionsbestimmungen außerhalb von Gebäuden, innerhalb von Gebäuden ist die Nutzung jedoch mit hohen Kosten verbunden, da die Signale der Satelliten beim Durchdringen von Gebäuden geschwächt werden<sup>76</sup>. WLAN ist besonders geeignet für die Ortung innerhalb von Gebäuden und weniger geeignet für Freiflächen, da WLAN-Geräte in Reichweite sein müssen<sup>77</sup>. Im Flughafen Hamburg wird bereits WLAN für Passagiere angeboten<sup>78</sup>, sodass von einem gut abgedeckten WLAN-Netz in den Gebäuden ausgegangen wird.

Von den GSE der BVD am Flughafen Hamburg werden einige lediglich auf dem Vorfeld, andere wiederum auch im Gepäckkeller verwendet und abgestellt, sodass die gewählte Ortungstechnologie eine Lokalisierung sowohl drinnen als auch draußen ermöglichen muss. Entsprechend wird eine Kombination der beiden Technologien mit GPS für Außen- und WLAN für Innen-Ortung als beste Lösung angesehen. Einen Ansatz für ein Ortungskonzept, das je nach Bedarf zwischen den Technologien wechselt, beschreiben u. a. Mitarbeiter der University of New South Wales<sup>79</sup> und der Universität Genua<sup>80</sup>. Auf die tatsächliche Ausführung wird im Folgenden nicht weiter eingegangen, da die Umsetzung des Konzeptes nicht Teil dieser Arbeit ist.

Die Anforderung der Reservierungen lässt sich realisieren, wenn eine Veränderlichkeit der Daten ermöglicht wird. Keine der Datenbank Lösungsideen verhindert dies, sodass sich die Daten jederzeit anpassen lassen. Entsprechend können nicht mehr aktuelle Reservierungen entfernt oder angepasst werden.

### 3.6.2 Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse ist ein Instrument der Entscheidungsfindung. Besonders wenn vielfältige Aspekte zu berücksichtigen sind, hilft diese Methodik eine Lösung zu finden. Die

---

75 Vgl. Pinl, *Positionsbestimmung*, 2005

76 Vgl. Huang et al., *Weak GPS Signal Acquisition Algorithm Based on Chaotic Oscillator*, Advances in Signal Processing, 2009

77 Vgl. Gleim, Bachelorarbeit, 2012, S. 45

78 Vgl. Flughafen Hamburg GmbH, WLAN-Service, <https://www.hamburg-airport.de/de/internet.php> [Zugriff am 06.10.2018]

79 Vgl. Wayn et al., *GPS / WiFi Real-Time Positioning Device: An Initial Outcome*, in Gartner et al., *Location Based Services and TeleCartography II*, 2009

80 Vgl. Singh, *Location determination using WLAN in conjunction with GPS network*, Vehicular Technology Conference: IEEE, 2004

Methodik kann von einer Gruppe oder einer einzigen Person angewendet werden.<sup>81</sup> Für die Bewertung der gewählten Kriterien wird eine Zehn-Punkte-Skala verwendet, angelehnt an Böge<sup>82</sup> und Kühnapfel<sup>83</sup>. Tabelle 5 erläutert die Bedeutungen der einzelnen Bewertungspunkte.

**Tabelle 5: Bewertungsschlüssel für die Nutzwertanalyse**

Punkte	Bedeutung
0	Nicht erfüllt
1 – 3	Unzureichend erfüllt
4 – 6	Hinreichend erfüllt
7 – 9	In guten Umfang erfüllt
10	In sehr gutem Umfang erfüllt

Auf Basis dieses Bewertungsschlüssels werden die drei Lösungsideen hinsichtlich der Erfüllung der Konzeptanforderungen (Kriterien) und deren Gewichtung bewertet. Die Anforderungen sind wie zu Beginn dieses Kapitels in Gruppen der übergeordneten Ziele (Kriteriengruppen) zusammengefasst. Dies dient einem besseren Verständnis der einzelnen Kriterien. Aus Tabelle 6 ist das Ergebnis der Methodik und die Bewertung der jeweiligen Lösungsideen abzulesen. In der Summe schneidet Lösung 2 (DBaaS) am besten ab. Der Abstand zur zweitbesten Idee, Lösung 3 (Filesharing DB Software), ist jedoch sehr gering. Das ausschlaggebende Kriterium in dieser Nutzwertanalyse sind die *laufenden Kosten*, da dieses 31.50% an den Gesamtanforderungen ausmachen. Unter der Voraussetzung, dass ein Unternehmen bereits MS SharePoint verwendet und Lizenzen für MS Access besitzt, würde Lösung 3 aufgrund geringerer zusätzlicher laufender Kosten sogar besser abschneiden. Jedoch müsste dies bei beiden Parteien der Fall sein, und weil hierzu keine Informationen vorliegen, ist Lösung 2 die geeignetste Lösung. Lösung 1 (verteilte Datenbank) weist die geringste Bewertung auf und gleichbedeutend die niedrigste Eignung. Für ein kleines Netzwerk mit wenigen Daten und einem potentiell nicht vollausgelasteten Server lohnt sich die Anschaffung und der Betrieb des Servers nicht<sup>84</sup>. Cloud-Lösungen sind besonders vorteilhaft für kleine Netzwerke, da diese genutzt werden können, ohne zusätzliche IT-Ressourcen anzuschaffen und die Gebühren aufgrund der Skaleneffekte geringer ausfallen.

81 Kühnapfel, *Nutzwertanalysen in Marketing und Vertrieb*, 2014, S. 1ff

82 Vgl. Böge, *Vieweg Handbuch Maschinenbau*, 2007, S. 17

83 Kühnapfel, *Nutzwertanalysen in Marketing und Vertrieb*, 2014, S. 10

84 Vgl. Kötteritzsch, *Database-as-a-Service: Übersicht*, 2010

Tabelle 6: Nutzwerttabelle der Lösungsideen

Kriteriengruppe	Kriterium	Gewichtung	1.		2.		3.	
			Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet	Punkte	gewichtet
			Verteilte Datenbank		Database-as-a-service		Filesharing DB Software	
geringe Kosten	Investitionskosten	13.50%	5	0.675	7	0.945	8	1.08
	Laufende Kosten	31.50%	6	1.89	8	2.52	7	2.205
geringe Bürokratie	Programmierung	3.00%	6	0.18	6	0.18	9	0.27
	Verwendung	12.00%	8	0.96	8	0.96	9	1.08
	Abrechnung	15.00%	10	1.5	10	1.5	10	1.5
angemessene Sicherheit	Zugang	15.00%	10	1.5	10	1.5	8	1.2
	Nachvollziehbarkeit	5.00%	10	0.5	10	0.5	9	0.45
	Datenschutz	5.00%	10	0.5	9	0.45	9	0.45
<b>Summe</b>				<b>7.705</b>		<b>8.555</b>		<b>8.235</b>

Nachfolgend wird in der Reihenfolge der Kriterien die Wertung der Lösungsideen diskutiert. Hierbei werden die Auswirkungen des Ortungssystems vernachlässigt, da diese für alle Lösungen gleich ist.

In der Kriteriengruppe *geringe Kosten* wird das Kriterium der *Investitionskosten* für Lösung 3 am besten, für Lösung 2 geringfügig schlechter und für Lösung 1 im Vergleich am schlechtesten erfüllt. Lösung Nummer 3 lässt sich durch seine leichte Programmiersprache und Benutzeroberfläche schnell und entsprechend kostengünstig programmieren<sup>85</sup>, für die anderen beiden Lösungen fallen diese Kosten u. a. aufgrund einer komplexeren Programmierung höher aus. Für die Cloud Lösungen (Lösung 2 und 3) werden die Anschaffungskosten und auch die Fixkosten durch den Skaleneffekt reduziert. Für die Server-basierte verteilte Datenbank (Lösung 1) hingegen muss zusätzlich benötigte Hard- und Software angeschafft und betrieben werden<sup>86</sup>. Bei den *laufenden Kosten* schneidet erneut Lösung 1 am schlechtesten ab, dieses Mal jedoch mit einem geringeren Unterschied zu den beiden anderen Lösungen. Lösung 2 wird am besten und Lösung 3 geringfügig schlechter bewertet. Die laufenden Kosten werden für Lösung 2 (DBaaS) am günstigsten eingeschätzt, da ausschließlich die Nutzung des Service nach realem Umfang bezahlt wird. Im Fall des kleinen Netzwerkes werden diese Kosten zusätzlich als besonders gering angenommen, wobei es sich hierbei um variable Kosten handelt. Als geringfügig teurer wird Lösung 3 angenommen, da Fixkosten für die Nutzung der Software und die Filesharing-Plattform anfallen. Bei beiden Lösungen fallen die Kosten, um die Anwendung zu betreiben, gering aus, da keine eigene Hardware vorgehalten wird und Energiekosten entsprechend gering sind. Für die verteilte Datenbank (Lösung 1) fallen zwar keine Nutzungsgebühren an, da eine Open-Source Software verwendet werden kann, allerdings fallen durch den Betrieb der Server höhere Energiekosten an. Zusätzlich muss Personal für die Pflege der Datenbank bezahlt werden<sup>87</sup>. Insgesamt schneiden die Cloud-basierten Lösungen in der Kriteriengruppe *geringe Kosten* besser ab als die Server-basierte Lösung. Die Kriterien werden für alle Lösungen als hinreichend bis gut erfüllt bewertet, eine volle Punktzahl wird jedoch nicht vergeben, da hinsichtlich der Prämisse geringer Kosten diese weiter zu reduzieren bzw. zu eliminieren wären. In dieser Kriteriengruppe ist Lösung 2 am höchsten bewertet.

Für die Kriteriengruppe *geringe Bürokratie* wird das Kriterium der *Programmierung* für Lösung 3 am besten, und für Lösung 1 und 2 im Vergleich schlechter erfüllt. Der Auf-

---

85 Vgl. Theis, Visual Basic .NET, <https://www.it-treff.de/it-lexikon> [Zugriff am 03.11.2018]

86 Vgl. Karlstetter, Was ist Database as a Service (DBaaS)?, <https://www.cloudcomputing-insider.de> [Zugriff am 02.11.2018]

87 Vgl. *ibid.*

wand der Programmierung von MS Access - für Lösung 3 - ist aufgrund seiner Programmiersprache geringer als der für die anderen beiden Lösungen<sup>88</sup>. Beim Kriterium *Verwendung* schließt ebenfalls Lösung 3 geringfügig besser ab als die anderen beiden Lösungen. Die Verwendung einer Microsoft Software ist für die meisten Menschen durch die bekannte Umgebung einfach<sup>89</sup>, und entsprechend leichter zu bedienen als neue Systeme. Bei allen drei Lösungen kann von unterschiedlichen Geräten auf die Datenbank zugegriffen werden, sodass die Mitarbeiter auf dem Vorfeld oder im Gepäckkeller eigenständig Reservierungen und Buchungen eintragen können. Auch ein Mehrbenutzerbetrieb ist für alle Lösungen möglich<sup>90</sup>. Bei der *Abrechnung* schließen alle Lösungen sehr gut ab, da nach den gegebenen Anforderungen programmiert werden würde. Insgesamt schneiden alle Lösungen in der Kriteriengruppe *geringe Bürokratie* hinreichend bis sehr gut ab. Lösung 3 ist in dieser Kriteriengruppe am höchsten bewertet.

Die Kriterien der Kriteriengruppe *angemessene Sicherheit* sind abhängig von der Programmierung der Lösung. Für den *Zugang* zur Datenbank wird erwartet, dass die Lösungen 1 und 2 die Anforderungen durch Benutzerkennung, Passwort und Benutzerrollen vollumfänglich erfüllen. Lösung 3 ist etwas schlechter bewertet, da bei MS Access zwar verschiedene Rechte, jedoch keine Benutzerrollen vergeben werden können<sup>91/92</sup>, sodass eine differenzierte Bearbeitung der Datenbank - je nach Rolle - nicht möglich ist. Auch bei der *Nachvollziehbarkeit* bekommt Lösung 3 weniger Punkte, da MS Access keine Lösung für eine lückenlose Nachvollziehbarkeit von Änderungen bietet, diese sich jedoch individuell programmieren lässt<sup>93</sup>. Der Datenschutz wird für Lösung 1 als sehr gut bewertet, Lösung 2 und 3 weisen hier einige Hürden auf. Beim Cloud Storage gilt es zu berücksichtigen, dass die Datenschutzhöhe und die anfallenden Kosten abhängig vom gewählten Anbieter sind. Die Kontrolle des Datenschutzes der in der Cloud gespeicherten Daten liegt beim Cloud Dienstanbieter, sodass dieser sorgfältig untersucht und gewählt werden

---

88 Vgl. Chung, Microsoft Access within an Organization's Overall Database Strategy, <http://www.fmsinc.com> [Zugriff am 06.11.2018]

89 Vgl. Statista, Verbreitung von Office-Software bei Internetnutzern in Deutschland im Januar 2010, <https://de.statista.com> [Zugriff am 11.11.2018]

90 Vgl. Microsoft, Möglichkeiten der Freigabe einer Access-Desktopdatenbank <https://support.office.com> [Zugriff am 03.11.2018]

91 Vgl. Microsoft, Erstellen einer im Web freizugebenden Access-Datenbank, <https://support.office.com> [Zugriff am 03.11.2018]

92 Vgl. Solid IT GmbH, Vergleich der Systemeigenschaften Microsoft Access vs. MongoDB, <https://db-engines.com> [Zugriff am 04.11.2018]

93 Vgl. Minhorst et al., Änderungshistorie von Daten, <http://www.access-im-unternehmen.de> [Zugriff am 23.10.2018]

muss<sup>94</sup>. Mit der Wahl eines geeigneten Anbieters lässt sich diese Anforderung jedoch ebenfalls erfüllen. Insgesamt schneiden alle Lösungen in der Kriteriengruppe *angemessene Sicherheit* gut bis sehr gut ab. Lösung 1 schließt in dieser Kriteriengruppe am besten ab.

Als Resultat der Nutzwertanalyse wird Lösung 2, Database-as-a-Service als finale Datenbank für das GSE Sharing der BVD am Flughafen Hamburg ausgewählt. Im weiteren Verlauf wird das Anforderungsprofil des finalen Konzeptes mit dem Anforderungsprofil des BVD-Netzwerkes abgeglichen und im Anschluss evaluiert.

### 3.6.3 Anforderungsprofil

Im Folgenden werden die Merkmale der Anforderungsgraphik für die finale Lösung, DBaaS, bewertet und als Anforderungsprofil visualisiert, welches anschließend mit dem Anforderungsprofil des Anwendungsbeispiels verglichen wird.

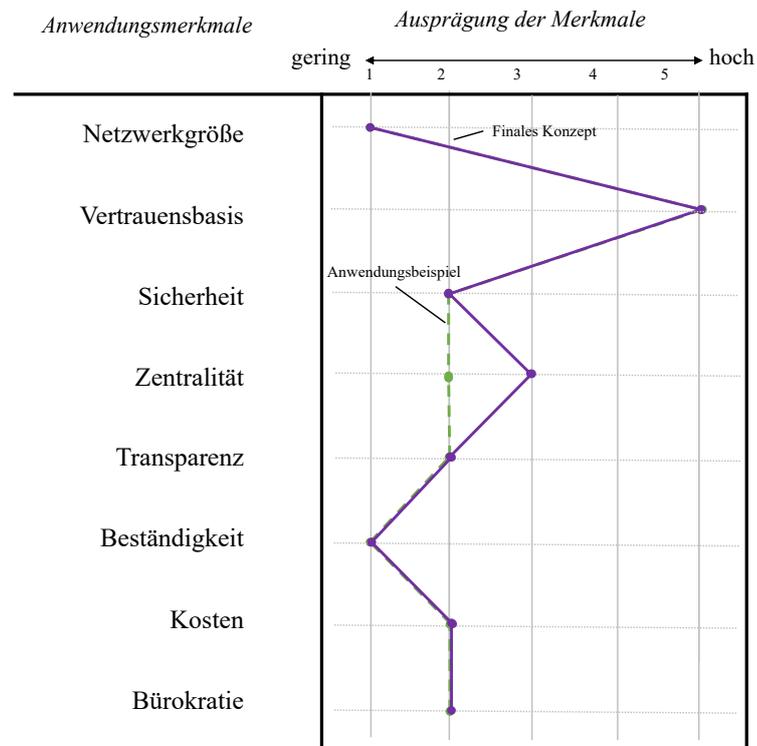
Das finale Konzept wurde für das Netzwerk im Anwendungsbeispiel für zwei Parteien entwickelt und wurde nicht auf die Verwendung durch Netzwerke mit mehreren Parteien untersucht. Das Merkmal *Netzwerkgröße* wird deshalb mit 1 bewertet. Das Konzept wurde basierend auf dem existierenden Vertrauen im Netzwerk entwickelt, sodass die *Vertrauensbasis* mit 5 bewertet wird. Aufgrund fehlender Mechanismen zum Unterbinden von Manipulation in der Datenbank und Sicherstellen der Vollständigkeit von Entlehnungen ist es auch nur für ein Netzwerk mit großem Vertrauen geeignet. Trotzdem kommt das Konzept nicht ganz ohne Sicherheitsmechanismen aus, u. a. um die Daten gegen die Einsicht von Außenstehenden zu schützen. Hierfür müssen sich die Mitarbeiter mit Zugangsdaten für das Einsehen und Bearbeiten der Datei verifizieren. Zusätzlich können je nach Verantwortlichkeit verschiedene Rollen für Zugreifende vergeben werden. Das Merkmal *Sicherheit* wird aufgrund der einfachen Mechanismen und damit verbundenen geringen Sicherheit mit 2 bewertet. Das Konzept der DBaaS ist dezentral angelegt und die Dateien sind allgemein dezentral zugänglich, jedoch erfolgt die Datenspeicherung in Abhängigkeit von der gewählten Cloud Plattform dezentral oder zentral. Außerdem erstet durch die Wahl der Datenbank eines Anbieters mit dazugehörigem Service eine gewisse Abhängigkeit, sodass das Merkmal *Zentralität* mit 3 bewertet ist. Innerhalb des Netzwerkes herrscht für die Daten der beiden Parteien volle Transparenz, von außen können die Daten jedoch nicht ohne Weiteres eingesehen werden, sodass das Merkmal *Transparenz* mit 2 bewertet wird. Es besteht die Möglichkeit die Daten jederzeit anzupas-

---

94 Vgl. Müller et al., *Dezentrale Datenhaltung und Datenschutz in Cloud-Netzwerken*, Wirtschaftsinformatik & Management, 2017

sen, sodass Reservierungen oder fehlerhafte Einträge bearbeitet werden können. Die *Beständigkeit* der Daten wird auf dieser Basis mit 5 bewertet. Die Kosten des gewählten Konzepts fallen sehr gering aus. Die Investitionskosten beschränken sich auf die Einrichtung der Hardware für die Ortung und die Programmierung der Datenbank. Als laufende Kosten fallen Gebühren für Nutzung der Datenbank, die Ortung und Energiekosten der IT an. Die Energiekosten fallen jedoch nicht signifikant höher aus als vor der Nutzung des Konzeptes, da keine zusätzliche IT-Infrastruktur verwendet wird. Das Merkmal *Kosten* wird deshalb mit 2 bewertet. Die Bürokratie wird vorrangig bewertet anhand der Verwendung und Abrechnung. Die Programmierung fällt als einmaliger Aufwand äußerst gering ins Gewicht und betrifft vor allem den externen Entwickler und entsprechend nicht die Verwender. Die Verwendung der DBaaS kann für die Mitarbeiter ungewohnt oder auch aufwendiger sein als für bekannte MS Software aufgrund der Oberfläche, allerdings kann diese möglichst ähnlich programmiert werden. Der größte Aufwand liegt in der Verwendung von zwei unterschiedlichen Anwendungen: eine für die Datenbank zum Eintragen der Transaktionen und eine für die Ortung der Geräte. Dabei wird ein Wechseln zwischen zwei verschiedenen Anwendungen - bspw. zwei Smartphone Apps - als eher geringe Herausforderung angesehen. Die Abrechnung kann ebenfalls programmiert werden. Die *Bürokratie* wird aufgrund der beiden zu bedienenden Systeme mit 2 bewertet.

Abbildung 15 visualisiert Übereinstimmungen und Abweichungen des Anforderungsprofils des finalen Konzeptes gegenüber dem Anforderungsprofil des Anwendungsbeispiels. Dabei wird ersichtlich, dass sich das finale Konzept lediglich hinsichtlich eines Merkmals von dem Anwendungsbeispiel unterscheidet.



**Abbildung 15: Vergleich der Anforderungsprofile des finalen Konzeptes und des Anwendungsbeispiels**

Das Anforderungsprofil des finalen Konzeptes weist eine Abweichung vom Anforderungsprofil des Anwendungsbeispiels von 0,125 auf. Die große Übereinstimmung der Merkmale kommt durch die Freiheiten hinsichtlich der individuellen Programmierung einer Anwendung zustande, sodass diese auf die Anforderungen des Anwendungsbeispiels zugeschnitten werden. Die einzige Abweichung ist bedingt durch eine Ungewissheit der Datenspeicherung beim Anbieter und die Abhängigkeit des Netzwerkes vom Serviceanbieter, der Software und Speicher zur Verfügung stellt. Eine Server-basierte verteilte Datenbank weist eine höhere Dezentralität auf, jedoch auch höhere Kosten. Da die Blockchain Technologie jedoch in einem früheren Kapitel als wenig geeignet identifiziert wurde, sind die Abweichungen des finalen Konzeptes von der Technologie nicht verwunderlich. Die Konzeptanforderungen sind schlussendlich entscheidender als die Nähe der Anwendung zur Blockchain Technologie. Mit einer Wertung von 8.555 aus 10 (vgl. Tabelle 7) erfüllt das finale Konzept die Konzeptanforderungen mit gut.

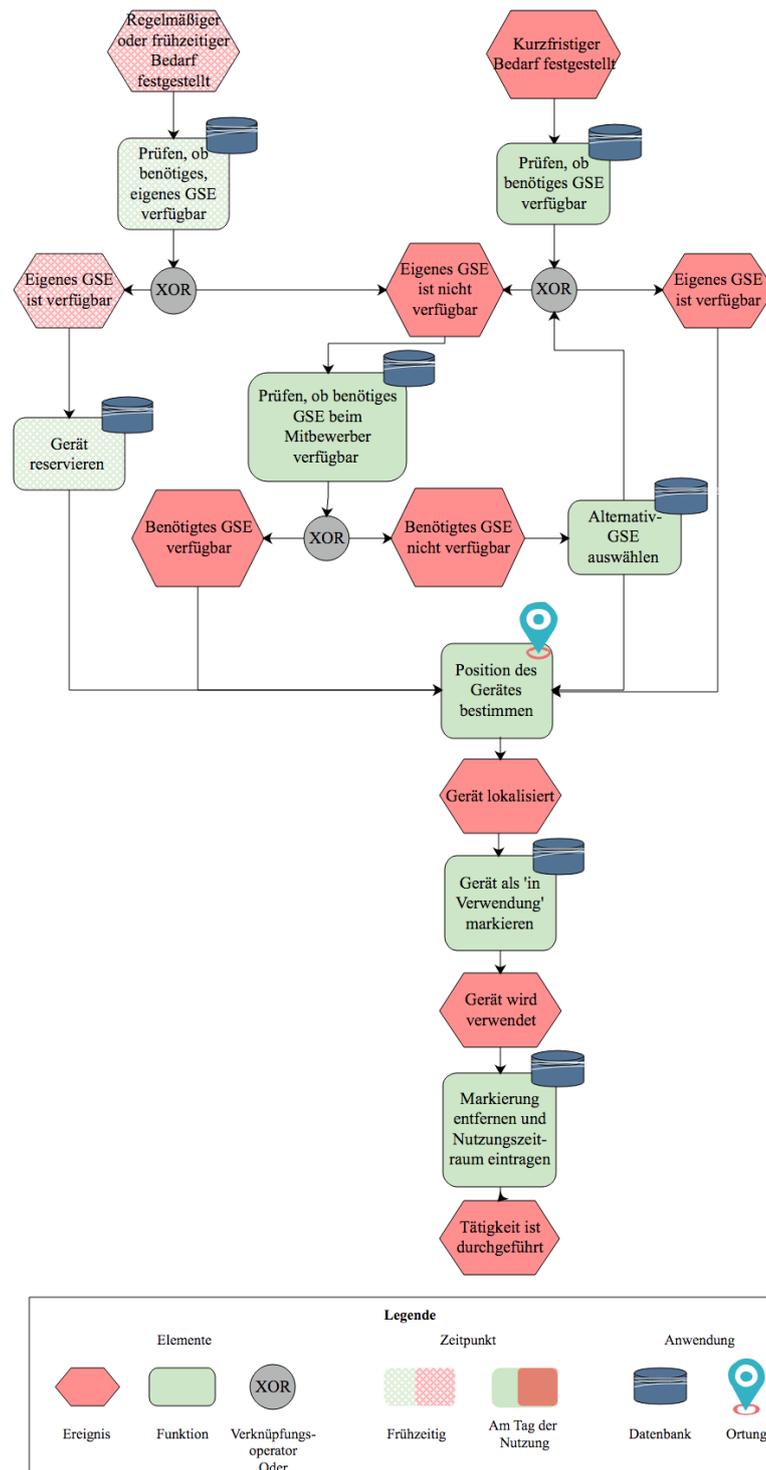
### 3.6.4 Evaluation des Soll-Prozesses

Im folgenden Kapitel wird zunächst der Soll-Prozess auf Basis des finalen Konzeptes visualisiert und das Gesamtkonzept (Datenbank und Ortung) anschließend analysiert.

### **Ereignisgesteuerte Prozesskette**

Für die Visualisierung des Soll-Prozesses mit der Umsetzung des finalen Konzepts wird - wie bereits für den Ist-Prozess - eine ereignisgesteuerte Prozesskette erstellt (vgl. Abbildung 7).

Es existieren zwei Prozesse in Abhängigkeit davon, ob ein GSE entweder mit Reservierung oder spontan genutzt wird. So kann ein Mitarbeiter ein eigenes GSE frühzeitig oder auch regelmäßig reservieren, sofern das gewünschte Equipment in der Datenbank für den gewünschten Zeitraum als verfügbar angezeigt wird. Am Tag der Nutzung - kurz vor dem Ausleihzeitpunkt - bestimmt der Mitarbeiter mithilfe des Ortungssystems die Position des Gerätes und markiert es anschließend in der Datenbank als ‚in Verwendung‘. Wenn die Nutzung beendet wird, entfernt der Mitarbeiter den Vermerk und trägt das Zeitfenster der Nutzung für das entsprechende GSE in der Datenbank ein. Sofern ein Mitarbeiter einen kurzfristigen Bedarf für GSE feststellt, oder für einen frühzeitigen Bedarf kein eigenes GSE reserviert werden konnte, wird die Verfügbarkeit von GSE direkt vor der Nutzung überprüft. Dies tut der Mitarbeiter entweder im eigenen Pool oder beim Mitbewerber. Wird ein geeignetes und verfügbares GSE ermittelt, bestimmt der Mitarbeiter im Ortungssystem die Position des Gerätes und geht ab diesem Schritt so vor, wie es bereits oben im Absatz für das reservierte GSE beschrieben ist. Ist kein geeignetes GSE verfügbar wird ein verfügbares Alternativ-GSE ausgewählt und nach der Ortung genauso vorgegangen wie zu Beginn des Absatzes für das reservierte GSE beschrieben. Im Allgemeinen gilt der Grundsatz, dass das eigene GSE gegenüber dem des Mitbewerbers zu bevorzugen ist. Außerdem werden Geräte jeweils für einen Turnarounds reserviert und/oder verwendet. Zwar wäre eine Nutzung des nächstliegenden GSEs praktischer und zeitsparender, doch entspricht dieser Ansatz vielmehr dem Pooling als dem Sharing. Es gilt, fremdes GSE zu verwenden, wenn in der eigenen Flotte kein geeignetes GSE verfügbar ist. Abbildung 16 visualisiert den Soll-Prozess des GSE Sharings am Flughafen Hamburg mit seinen zwei zeitabhängigen Prozessen.



**Abbildung 16: Prozesskette des finalen Konzeptes für das Sharing am Flughafen Hamburg**

Der Abrechnungsprozess ist in dieser Abbildung nicht visualisiert. Hierfür erfolgt am Ende des Monats die Abrechnung für die beiden Parteien, bei der aus den Ausleihzeiten von eigenem GSE durch fremden Mitarbeiter und der Nutzungsgebühr des jeweiligen GSE eine Rechnungssumme ermittelt wird. Die beiden Summen werden gegeneinander

aufgerechnet, sodass eine Endsumme resultiert und lediglich eine der beiden Parteien eine Auszahlung ausführen muss. Diese Maßnahme dient der Reduzierung des bürokratischen Aufwands. Beide Parteien können die Endsumme überprüfen, da die Daten der eigenen Entleihungen bzw. fremden Ausleihungen und der eigenen Ausleihungen bzw. fremden Entleihungen für alle einsehbar sind.

### **SWOT-Analyse**

Die nachfolgende SWOT-Analyse wird ebenfalls aus Sicht des Drittanbieters in Zusammenarbeit mit den bereits in Kapitel 3.1.1 erwähnten Studenten erarbeitet.

Die SWOT-Analyse in Tabelle 7 soll verstärkt dem Vergleich mit dem Ist-Prozess und dessen Chancen und Risiken dienen. Die kursiv geschriebenen Schlagwörter, sind jene, die im Vergleich zum Ist-Prozess neu hinzugekommen sind. Die Analyse zeigt auf, dass einige Vorteile, die durch das Sharing erreicht werden können eine Stärke dieses Prozesses sind. Niedrigere Betriebskosten und die Möglichkeit Ressourcen zu schonen, wurden bei der Ist-Analyse bereits als Chance gesehen. Die Lokalisierung der Geräte entwickelt sich von einer Schwäche aufgrund fehlender Lokalisierung zu einer Stärke. Zusätzlich wird die Chance gesehen Anschaffungskosten neuer GSEs zu teilen, hierfür müsste jedoch eine Nutzungsregelung aufgestellt werden. Außerdem können die Aufzeichnungen der Nutzungen verwendet werden um die GSE Flotte zu optimieren. Die neuen Schwächen des Konzeptes liegen in der manuellen Eintragung in die Datenbank und der Verwendung zweier Systeme. Zusätzlich müssen die Geräte für das Ortungssystem mit Hardware ausgerüstet werden. Die höhere Abnutzung der Geräte verbleibt als Schwäche, ist jedoch weniger gewichtet, da diese im Soll-Prozess vergütet wird. Als Risiko bleibt weiterhin die unklare Beschädigungssachlage, da dies im Rahmen dieser Arbeit nicht behandelt wurde. Mit dem neuen Konzept lässt sich jedoch zumindest aus der Datenbank ermitteln, welche Firma ein Gerät zuletzt verwendet hat. So wird dieses Risiko geringer bewertet, wobei festgelegte Regelungen dieses Risiko komplett eliminieren könnten. Darüber hinaus lassen sich, bedingt durch die geringe Sicherheit und die manuellen Eintragungen Manipulationen nicht ausschließen. So kann ein Mitarbeiter die Verwendung eines GSE gar nicht oder mit falschen Angaben eintragen. Als weiteres neues Risiko kommt eine Überschneidung der Nutzungs- und Reservierungszeiträume hinzu. Zwar sind die Abfertigungszeiträume im Voraus bekannt, doch kann es bei Verzögerungen (bspw. Flugzeugverspätungen) zu einer Überschneidung der Nutzung und Reservierung kommen. Da die Nutzungen jedoch spontan, nach der Feststellung eines zeitnahen Bedarfs erfolgen und Verzögerungen absehbar sind, lassen sich solche Überschneidungen vermeiden. Zusätzlich existiert die Mehrheit der GSE in mehrfacher Ausführung, sodass bei Eintreten in dem geschilderten Fall zeitnah eine Lösung gefunden werden kann. Vielmehr lässt sich dieses Risiko durch die Programmierung eines zusätzlichen Puffers

vor den Reservierungen oder einem Hinweis bei sehr engen Übergabe Zeiträumen reduzieren. Gewollte Überschneidungen werden aufgrund der Vertrauensbasis als nahezu unwahrscheinlich angesehen. Ferner lässt sich eine Ablehnung des neuen Prozesses nicht vollkommen ausschließen, jedoch ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering. Das Konzept wurde mit Hinblick auf die Akzeptanz des Prozesses entwickelt, sodass dieses Risiko in der SWOT-Analyse gering gewichtet ist. Für das finale Konzept und den sich daraus ergebenden Soll-Prozess sind die ermittelten Schwächen und Risiken weniger stark bewertet als für den Ist-Prozess. Außerdem sind die vorhandenen Stärken besser bewertet, da einige Chancen des Ist-Prozesses genutzt werden. Es konnten weniger Chancen ermittelt werden, welche zusätzlich in Summe geringer bewertet sind als für den Ist-Prozess.

**Tabelle 7: SWOT-Analyse des finalen Konzeptes**

Stärken (Strengths)			Schwächen (Weaknesses)		
<i>Nr.</i>	<i>Schlagwort</i>	<i>Bewertung</i>	<i>Nr.</i>	<i>Schlagwort</i>	<i>Bewertung</i>
1	Fixkostendegression durch geteilte Betriebskosten	10	1	Manuelle Eintragungen	-8
2	Kürzere Suchzeiten durch Lokalisierung der Geräte	8	2	Zwei Systeme (Datenbank und Ortung)	-6
3	Effizientere Gerätenutzung	8	3	Geräte müssen aufgerüstet werden (Ortung)	-4
4	Kurzfristige Mitarbeiterausfälle ausgleichen	8	4	Höhere und schnellere Geräteabnutzung	-2
5	Mehr Geräte zur Nutzung verfügbar	5	5		
Chancen (Opportunities)			Risiken (Threads)		
<i>Nr.</i>	<i>Schlagwort</i>	<i>Bewertung</i>	<i>Nr.</i>	<i>Schlagwort</i>	<i>Bewertung</i>
1	Beschleunigung und Vergünstigung von Prozessen	7	1	Unklare Beschädigungssachlage	-5
2	Anschaffungskosten teilen	6	2	Manipulation der Daten	-3
3	Optimierung der GSE-Flotte	6	3	Überschneidungen der Reservierungszeiten	-3
4	Strategische Partnerschaft mit Mitbewerber	5	4	Ablehnung des neuen Prozesses	-2
5			5		

### 3.7 Kritische Würdigung der Ergebnisse

Aufgrund der schnelllebigen Entwicklung der Blockchain und einiger Gegebenheiten bei der Entwicklung des Sharing-Konzeptes ist im Folgenden eine kritische Würdigung der Ergebnisse der Autorin angefügt. Dabei wird auf drei essentielle Elemente eingegangen, die dieser Arbeit zugrunde liegen oder deren Inhalt betreffen. Die nachfolgende Tabelle 8 listet die größten Kritikpunkte auf, geordnet nach dem Auftreten in dieser Ausarbeitung. Im Verlauf des Kapitels werden diese Kritikpunkte und ihre Einflüsse genauer erläutert.

**Tabelle 8: Essentielle Kritikpunkte an den Ergebnissen der Arbeit**

Nummerierung	Kritikpunkt
1	Literatur-Review und Experteninterviews
2	Konzeptanforderungen, Analysen und Evaluierung
3	Aufgabenstellung

Im Rahmen des ersten Punktes wird erläutert, weshalb die Art der Wissensgenerierung und das gesammelte Wissen über die Blockchain kritisch zu betrachten sind. Das in dieser Masterthesis durchgeführte Literatur-Review zur Identifikation der Elemente der Blockchain basiert auf den der Autorin derzeit verfügbaren Informationen aus Literatur und den durchgeführten Experteninterviews. So kann dies lediglich als Momentaufnahme der aktuellen Entwicklung der Blockchain Technologie angesehen werden. Da für die Technologie keine einheitliche Definition existiert, wurden die Merkmale und die bestehenden Limitationen der Technologie mithilfe von Literatur ermittelt. Der Autorin standen die Werke aller Hamburger Universitätsbibliotheken und dem Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft zur Verfügung, sodass die Auswahl potentiell relevanter Literatur begrenzt wurde. Nicht einsehbare Werke konnten entsprechend nicht in das Literatur-Review aufgenommen werden. Ferner wurde bei der Untersuchung einsehbarer Print-Medien festgestellt, dass ein Teil der Autoren eine direkte oder indirekte berufliche Verbindung zur Blockchain Technologie aufweist, sodass eine Voreingenommenheit bzw. reduzierte Kritikfähigkeit nicht ausgeschlossen werden kann. Hinzu kommt eine große Menge Online-Quellen, die sich mit der Blockchain Technologie befassen. Hierbei sah sich die Autorin der Schwierigkeit gegenüber, die Quellen und ihre Informationen als vertrauenswürdig einzustufen, sodass gegebenenfalls Falschinformationen und nicht ganzheitlich belegbare Aussagen übernommen sein könnten. Für das Literatur-Review wurde darauf geachtet, dass die Quellen einen empirischen Hintergrund aufweisen. Für

weitere Punkte der theoretischen Grundlagen - z. B. Unterschiede der öffentlichen und privaten Blockchain) wurden jedoch auch Quellen von Autoren mit Verbindungen zur Technologie und nicht-empirische Online-Quellen zitiert. Hierbei wurde stets versucht, die Kernaussage mit relevanter Literatur aus dem Review zu belegen. Auf Grundlage dieser Argumente sieht die Autorin eine berechtigte Angreifbarkeit der entwickelten Anforderungsgraphik und der Anforderungsprofile der Blockchain hinsichtlich der Korrektheit oder Vollständigkeit der Merkmale. Überdies wurde die Anforderungsgraphik für das Anwendungsbeispiel angepasst und vereinfacht. Darüber hinaus entwickelt sich die Technologie weiter und das Literatur-Review berücksichtigt lediglich einsehbarere Werke, die bis August 2018 veröffentlicht wurden. Da weiterhin Quellen zum Thema veröffentlicht werden, könnten einzelne Erkenntnisse dieser Arbeit zeitnah nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen. So ist es nicht auszuschließen, dass die Blockchain Technologie in Zukunft eine geeignete Technologie für das Sharing in kleinen Netzwerken darstellen könnte, was aber entsprechend dem Erkenntnisstand dieser Arbeit nicht zutrifft. Neben dem Literatur-Review wurde mithilfe von Experteninterviews Wissen über die Blockchain Technologie gesammelt. Die durchgeführten Experteninterviews dienen in dieser Arbeit als maßgebliche kritische Quelle im Rahmen der literarischen Vorstudie. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Experten durch ihre eigenen Tätigkeiten in ihrer Wahrnehmung beeinflusst sind. Wegen der geringen Anzahl der Befragten sind die Ergebnisse der Interviews zwar nicht repräsentativ, jedoch wurde angestrebt, alle Informationen aus den Gesprächen zusätzlich mit Aussagen anderer Quellen zu belegen. Auch hätten durch weitere Experteninterviews noch mehr relevante Informationen zusammengetragen werden können. Gleichwohl wurde dies hinsichtlich der Aufgabenstellung als abdingbar eingeschätzt, schließlich galt es nicht, eine Grundsatzuntersuchung der Technologie durchzuführen. Somit hätte eine umfangreiche, repräsentative Umfrage den Umfang dieser Masterthesis überstiegen. Aufgrund der eben genannten Punkte stellte sich die Untersuchung der Blockchain Technologie als äußerst schwierig heraus, zumal keine einheitliche Definition der Technologie existiert. Nicht zuletzt könnte begriffliche Unschärfe möglicherweise in Teilaussagen dieser Arbeit zu Fehleinschätzungen der Autorin geführt haben. Hinzu kommt, dass sich die Technologie im Jahr 2018 unmittelbar nach dem Höhepunkt der überzogenen Erwartungen befindet. So sind trotz der großen Aufmerksamkeit die meisten Initiativen der Technologie noch in der Alpha- oder Beta-Phase<sup>1</sup>. Zwar existiert es eine große Anzahl an Blockchain Konzeptstudien und Whitepapers, allerdings wird sich die Wichtigkeit der Technologie erst noch zeigen, wenn diese in Zukunft umgesetzt

---

<sup>1</sup> Vgl. Panetta, Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, <https://www.gartner.com> [Zugriff am 03.12.2018]

wird. Bisher fehlen der Annahme vieler Autoren, dass die Technologie weitere Anwendungen neben Kryptowährungen hervorbringen wird, noch die nötigen Belege.

Die Konzeptanforderungen, Analysen und die Evaluierungen sind kritisch zu betrachten, vor allem aufgrund eines fehlenden Austauschs mit den Betroffenen, der Auswahl des Teams für die Analysen, und die gewählte Bewertungsskala samt der Interpretation der Punkte. Die vorliegende Arbeit wurde an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg ohne Kooperation mit einer betroffenen Partei angefertigt. Die Idee zur Thesis entstammt einem vergangenen Projekt zur Entwicklung eines innovativen GSEs für die Wisag, im Rahmen dessen Gegebenheiten der Firma am Flughafen Hamburg untersucht wurden. Die Autorin und die Prüfer dieser Arbeit haben an dem Projekt mitgewirkt. So konnten gewisse Informationen für diese Thesis aus dem Projekt verwendet werden, jedoch fand kein weiterer Austausch mit den betroffenen BVDs statt. Anfragen bezüglich konkreter Informationen zu den GSE o. ä. blieben von beiden BVD unbeantwortet. Aufgrund des fehlenden Austauschs mit den Betroffenen ist es nicht auszuschließen, dass die Konzeptanforderungen fehlerhaft oder unvollständig sind. Weiterhin ist es nicht auszuschließen, dass unter der Gegebenheit anderer Anforderungen möglicherweise ein Blockchain Konzept hätte entwickelt werden können. Des Weiteren hätten in Zusammenarbeit mit mehr Personen vermutlich weitere Schlagworte für die SWOT-Analysen ermittelt werden können. Auch hätten Absprachen mit den Betroffenen zu mehr Praxisnähe bei den Analysen geführt. So konnten die Analysen der Ist- und Soll-Prozesse nur für den Drittanbieter, nicht jedoch für den lokalen Anbieter analysiert werden, da dazu keine Informationen ermittelt werden konnten. Auch die Skalierung und die Interpretation der Bewertungspunkte der Anforderungsgraphik hätten durchaus anders gewählt werden können und somit das Ergebnis entsprechend beeinflusst. Unter anderen Bedingungen - z. B. im Austausch mit Betroffenen - wären die Anforderungen und Ergebnisse dieser Arbeit fundierter und entsprechend aussagekräftiger. Wegen des Verzichtes auf eine quantitative Kostenuntersuchung kann das finale Konzept lediglich im Verhältnis zu den anderen Lösungsideen als kostengünstiger bewertet werden. Aufgrund der fehlenden Quantifizierung, aber auch hinsichtlich der Programmierung sind weitere Untersuchungen vor der Umsetzung des finalen Konzeptes notwendig.

In der Aufgabenstellung dieser Arbeit wurde festgehalten, dass ein Blockchain Konzept für das GSE Sharing am Flughafen Hamburg entwickelt werden soll. Jedoch stellt sich diese Technologie im Verlauf der Arbeit als wenig geeignet heraus, für den Einsatz als Sharing Konzept für die GSE der Bodenverkehrsdienste. Die Umsetzung der Aufgabenstellung und entsprechende Entwicklung einer Blockchain Anwendung hätte eine Nicht-Erfüllung der Anforderungen der BVD zur Folge gehabt. Nichtsdestotrotz die Aufgabenstellung zu erfüllen und ein Blockchain Konzept zu entwickeln hätte die Wissenschaftlichkeit und damit die Aussagekraft der Arbeit und deren Ergebnisse stark reduziert. Da-

her wurde ein Konzept mit Fokus auf Dezentralität, einem durchaus geeigneten Teilelement der Blockchain Technologie, entwickelt und das ursprünglich geplante Blockchain Konzept begründet verworfen.

## 4 Diskussion der Ergebnisse

Das Schlusskapitel beschäftigt sich mit den während der Arbeit gewonnenen Erkenntnissen und formuliert basierend auf diesen ein Fazit. Der Ausblick soll aufzeigen, wie die Technologie sich weiterentwickeln könnte und beleuchtet weiterführende Handlungsempfehlungen, damit das entwickelte Konzept umgesetzt werden kann.

### 4.1 Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Blockchain Technologie nicht für das Sharing in kleinen Netzwerken geeignet ist. Einige Eigenschaften der Technologie - wie bspw. Unveränderlichkeit, Transparenz und Energieverbrauch - sprechen gegen eine Verwendung. Und da sich die Elemente nur unter Aufwand in andere Lösungen integrieren lassen, ist in dieser Arbeit ein Sharing Konzept basierend auf einer verteilten Datenbank entwickelt worden.

Die Analyse des Ist-Zustandes des GSE Sharings am Flughafen Hamburg hat gezeigt, dass der derzeitige verwendete Prozess eine Vielzahl an nicht genutzten Chancen aufweist und zusätzlich mit starken Schwächen und Risiken verbunden ist. Aktuell können die BVD zusätzliche Geräte nutzen ohne Gebühren zu zahlen und mithilfe von geliehenen innovativen GSE sogar Mitarbeiterausfälle kurzfristig ausgleichen. Doch aufgrund fehlender Regeln sieht sich besonders der Drittanbieter dem Risiko gegenüber, eine unerwartete Gebührennachforderung zahlen zu müssen. Basierend auf der Literaturrecherche wurden folgende Konzeptanforderungen ermittelt: geringe Kosten, geringe Bürokratie und angemessene Sicherheit. Außerdem gilt es eine Ortung zu realisieren und Reservierungen zu ermöglichen. Als bereits existierende Lösung für die Problemstellung wurde das Equipment Pooling am Flughafen London Luton untersucht. Dieses Konzept stellte sich für das Anwendungsbeispiel jedoch als ungeeignet heraus, da es den Konzeptanforderungen nicht gerecht wird, u. a. weil eine komplette Umstrukturierung des Betriebes nötig wäre.

Basierend auf dem im 2. Kapitel - Theoretische Grundlagen - erstellten Literatur-Review wurden die folgenden charakteristischen Merkmale ermittelt, die für eine Blockchain-Anwendung erfüllt sein müssen: großes Netzwerk, geringe Vertrauensbasis, hohe Sicherheit, geringe Zentralität, hohe Transparenz, und hohe Beständigkeit der Daten. Diese sind zusammen mit den Konzeptanforderungen der Bodenverkehrsdienste am Flughafen Hamburg in einer Anforderungsgraphik mit Fünfpunktwertung veranschaulicht. Durch das Einzeichnen verschiedener Anforderungsprofile werden diese verglichen. Basierend darauf, dass das finale Konzept für das GSE-Sharing durchschnittlich weniger als 1 Punkt

abweichen soll, wird die Eignung der Blockchain Technologie untersucht. Die Abweichung des öffentlichen Blockchain Profils liegt bei 2,75 Punkten, sodass diese Blockchain nicht weiter als potentielle Lösung für das GSE-Sharing betrachtet wird. Das Anforderungsprofil einer privaten Blockchain erweist sich mit einer Abweichung von 1,75 Punkten als generell besser geeignet, obgleich einige Merkmale der Blockchain Technologie jegliche Verwendung für das Sharing-Konzept am Flughafen Hamburg verhindern. So kann z. B. aufgrund der Unveränderlichkeit der Daten keine Veränderung von Reservierungen vorgenommen werden, zusätzlich resultieren die hohen Sicherheitsmaßnahmen in hohen Energiekosten. Als durchaus geeignet stellt sich das Merkmal der Dezentralität heraus, da dadurch die Parteien unabhängig agieren können und Kosten für intermediäre Parteien entfallen. Die Dezentralität stellt ein zentrales und innovatives Element der Blockchain Technologie dar und wird als Element für die Entwicklung der finalen Lösung beibehalten.

Die Idee der grundlegenden Alternativlösung zur Blockchain - die verteilte Datenbank - wurde in einem Experteninterview gegeben. Eine verteilte Datenbank stellt eine dezentrale Lösung für Datenbanksysteme dar. Als Lösungsideen werden eine Server-basierte, und zwei verschiedene Cloud-basierte verteilte Datenbanken in einer Nutzwertanalyse hinsichtlich der Konzeptanforderungen untersucht und bewertet. Die bestbewertete Lösung der Database-as-a-Service verbindet die verteilte Datenbank mit Cloud-Computing, sodass die Nutzer keine eigene Hard- und Software mehr benötigen. Das Anforderungsprofil dieses Konzeptes weist eine durchschnittliche Abweichung von 0,125 auf. Außer beim Merkmal Dezentralität stimmt das Profil mit dem des Anwendungsbeispiels überein. Die Dezentralität des Konzeptes wird reduziert durch die Abhängigkeit vom Serviceanbieter. Das Datenbank-Konzept wird ergänzt durch eine Echtzeit GSE-Positionsbestimmung basierend auf GPS für Außen- und WLAN für Innen-Ortung. Die Stärken dieses Konzeptes liegen in geteilten Betriebskosten und der Lokalisierung der Geräte. Die Chancen des Ist-Prozesses wurden in Stärken verwandelt, zusätzlich sind die Anzahl und Bewertung der Schwächen und Risiken geringer im Vergleich zum Ist-Prozess. Dennoch sind für den Soll-Prozess des finalen Konzeptes auch Nachteile zu verzeichnen: Die manuellen Eingabungen können potentiell zu Manipulation führen, auch wenn die Wahrscheinlichkeit im untersuchten Netzwerk aufgrund der Vertrauensbasis eher gering ist. Die beiden unabhängigen Systeme der Datenbank und Ortung erhöhen den bürokratischen Aufwand für die Mitarbeiter und bedingen somit das Risiko, dass das Konzept abgelehnt werden könnte.

Die vorliegende Arbeit hat entsprechend der primären Forschungsfrage ermittelt, dass sich die Technologie aufgrund ihrer Eigenschaften nicht für ein Sharing Konzept für kleine Netzwerke eignet. Mithilfe der Anforderungsgraphik sind die Eigenschaften einer Blockchain Anwendung entsprechend der ersten Detailfrage visualisiert worden. Die

Grenzen der Technologie in der Verwendung für das Anwendungsbeispiel (siehe zweite Detailfrage) liegen in den hohen variablen Kosten, die durch die hohen Sicherheitsmechanismen entstehen und in der Einsehbarkeit der Daten hinsichtlich des gesetzlichen Datenschutzes. Weitere Grenzen stellen der Netzwerkeffekt und die Unveränderlichkeit der Daten dar, sodass die Blockchain erst mit mindestens sieben Nodes sicher sein kann und ein Anpassen von Reservierungen nicht möglich ist. Durch die Dezentralität können Kosten gespart werden, weil kein Intermediär notwendig ist, aber auch, weil dezentral gespeichert und gearbeitet werden kann, sodass keine eigene Hardware benötigt wird. So findet das Merkmal Dezentralität, herausgearbeitet durch die Untersuchung der Blockchain Technologie, Verwendung im Sharing-Konzept der Bodenverkehrsdienste am Flughafen Hamburg. Dies beantwortet die dritte Detailfrage, welche Elemente der Blockchain Technologie für das Sharing-Konzept im Anwendungsbeispiel verwendet werden können. Die finale Forschungsfrage nach dem konkreten Aussehen eines Sharing Konzeptes für die BVD am Flughafen Hamburg wird u. a. mithilfe der ereignisgesteuerten Prozesskette des Soll-Prozesses visuell beantwortet.

## 4.2 Ausblick

Für die Umsetzung des Konzeptes am Flughafen Hamburg oder Flughäfen mit vergleichbaren Netzwerken müssen die beiden Lösungskomponenten programmiert und eine Preistabelle für die verschiedenen GSEs erstellt werden. Es wird als realistisch angesehen, das vorgestellte Konzept an sämtlichen Flughäfen zu implementieren, die mit zwei Bodenverkehrsdienstleistern arbeiten. Aufgrund der Richtlinie 96/67/EG betrifft dies alle europäischen Verkehrsflughäfen, die bedingt durch die Passagieranzahl mit nicht mehr als der vorgeschriebenen Anzahl an BVD arbeiten. Auf Basis der Informationen, die durch die Aufzeichnung der Sharing-Vorgänge gewonnen werden, ist eine Aufdeckung von redundanten GSE möglich. So kann durch die Implementierung des Konzeptes eine Reduktion der GSE-Flotte bewirkt werden.

Potentiell können auch andere kleine horizontale Netzwerke das Konzept verwenden. Die Beschränkungen liegen hierbei im Vertrauen innerhalb des Netzwerkes und der Leistung der Database-as-a-Service. Das Konzept kann für mehr als zwei Parteien verwendet werden, sofern keine sensiblen Informationen in der Datenbank gespeichert werden, die Unbeteiligten nicht zugänglich sein dürfen. Dabei ist zu beachten, dass Manipulationen und Beschädigungen schwieriger identifiziert werden können.

Die in der SWOT-Analyse aufgedeckten Schwächen des finalen Konzeptes könnten durch Automatisierung des Prozesses eliminiert werden. So könnten GSE zu Smart Devices aufgerüstet werden, die ihre Nutzung und weitere Informationen selbst in die Da-

tenbank einspeisen. Nicht autorisierte Nutzungen könnten durch das Nachrüsten einer Wegfahrsperre unterbunden werden und in Verbindung mit den Smart Devices erst nach einer entsprechenden Autorisierung des Mitarbeiters freigeschaltet werden. So könnte das Konzept ebenfalls für Netzwerke mit einer geringeren Vertrauensbasis verwendet werden, da Manipulationen zu einem gewissen Maße unterbunden werden könnten. Diese Ideen könnten bei einer weiteren oder vergleichbaren Untersuchung eruiert werden.

Die vorliegende Arbeit zeigt schließlich nicht nur die Grenzen der Blockchain für kleine Netzwerke auf, sondern vielmehr die Schwachstellen der Technologie bezüglich industrieller Anwendungen. So ermöglicht die Transparenz der Daten nur eine geringe Diskretion und birgt Schwierigkeiten für den Datenschutz.

Für kleine Netzwerke eignet sich Blockchain derzeit nicht, da die Sicherheit erst ab sieben Teilnehmer gewährleistet werden kann. Würde das Netzwerk auf mindestens sieben Teilnehmer vergrößert werden - z. B. durch einen Zusammenschluss - könnte die Sicherheit der Blockchain geringes Vertrauen zwischen und zu den neuen Parteien auffangen. So könnten sich bspw. die BVD der Norddeutschen Flughäfen zusammenschließen. Hierbei würde Sharing vorrangig am eigenen Flughafen stattfinden, wäre dann jedoch auch über größere Distanzen möglich. Aufgrund der Transporte der GSE müsste die Minstdauer dann jedoch entsprechend angepasst werden. Bei dieser Vorstellung bleibt immer noch die Schwierigkeit der Reservierungen gegenüber den unveränderlichen Daten. Würde anstelle eines Sharing Konzeptes jedoch ein Pooling Konzept realisiert werden, entfielen Reservierungen aufgrund der veränderten Besitzverhältnisse. Ein Pooling Konzept für das GSE an Flughäfen könnte als Lösung an mehreren Flughäfen mithilfe der Blockchain umgesetzt werden. Die Anonymität der Nutzer und damit verbunden die Diskretion und der Datenschutz können u. a. durch die Verwendung unterschiedlicher (privater und öffentlicher) Schlüsselpaare und die rotierende Zuordnung von Mitarbeitern zu den Benutzern ermöglicht werden. Unbeantwortet bleibt hierbei die Frage, ob eine Blockchain gegenüber dem Konzept am London Luton Airport große Vorteile oder gar Nachteile hat. In Zukunft ist ebenfalls vorstellbar, dass die GSE als Nodes in der Blockchain agieren. So wäre die Größe des Netzwerkes abhängig von der Anzahl der eingebundenen Geräte. Zum aktuellen Zeitpunkt haben IoT Boards – wie bspw. Raspberry Pi – jedoch noch nicht die Prozessorleistung und Speicherkapazität, die ein full Node benötigt.

Trotz der vielen Vorteile wird erst die Umsetzung zukünftiger Projekte zeigen, ob sich die Technologie auch außerhalb der Finanzbranche etablieren kann. Auch muss mit den Nachteilen der Technologie - Energie-, Speicher- und Kostenintensivität - gearbeitet werden. Durch Anpassungen der Technologie hinsichtlich dieser Aspekte - wie bspw. energieärmere Konsensmechanismen - kann die Verwendung reizvoller werden. Dies ist zusätzlich eine notwendige Maßnahme hinsichtlich der Erreichung des Zwei-Grad-Ziels für

den Klimaschutz. Die Blockchain Technologie kann wegen des hohen Energieverbrauchs zur Beschleunigung des Klimawandels beitragen. Sofern der Anteil erneuerbarer Energien nicht drastisch steigt, wird die Blockchain Technologie mit ihrem Energieverbrauch ein relevanter Faktor für die Erderwärmung. Wenn allein die Verwendung der Bitcoin Blockchain bis 2033 eine Erwärmung um 2°C bewirken kann, stellt sich die Frage, wie sich eine Vielzahl solcher Anwendungen auswirken könnte.

# Literaturverzeichnis

- Airliners. 2009. *Acciona Airport Services gibt Hamburg auf* . 04. 12. Zugriff am 01. 10 2018. <http://www.airliners.de/acciona-airport-services-gibt-hamburg-auf/19793>.
- . 2013. *Bodenverkehrsdienste: EU-Parlament beschließt mehr Wettbewerb* . 16. 04. Zugriff am 01. 10 2018. <http://www.airliners.de/bodenverkehrsdienste-eu-parlament-beschliesst-mehr-wettbewerb/29436>.
- Anders, Franz. 2015. „Cloud-Datenbanken.“ *Extended Abstract Obserseminar: Datenbanksysteme - Aktuelle Trends* . Leipzig: HTWK Leipzig, 02. 07.
- Antonopoulos, Andreas M. 2018. *Bitcoin und Blockchain: Grundlagen und Programmierung*. 2. Heidelberg: O'Reilly.
- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen e.V. . 2018. *Aktuelle Verkehrszahlen*. Zugriff am 14. 10 2018. <https://www.adv.aero/aktuelle-verkehrszahlen/>.
- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen e.V. 2018. „ADV-Monatsstatistik 12/2017.“ *Flughafenverband ADV*. 05. 02. Zugriff am 15. 08 2018. <http://www.adv.aero/wp-content/uploads/2018/02/12.2017-ADV-Monatsstatistik.pdf>.
- Atzori, Marcella. 2015. „Blockchain Technology and Decentralized Governance: Is the State Still Necessary?“ *SSRN*. 12. Zugriff am 07. 09 2018. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2709713](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2709713).
- Böge, Alfred. 2007. *Vieweg Handbuch Maschinenbau: Grundlagen und Anwendungen der Maschinenbau-Technik*. Wiesbaden: Vieweg.
- Baier, Matthias. 2015. *Beladung eines Flugzeugs* . 18. 08. Zugriff am 17. 09 2018. <http://www.airliners.de/beladung-basiswissen-airline-operations/36499>.
- Barber, Lex. 2016. *Carsharing, carpooling, ridesharing... what's the difference?* 12. 05. Zugriff am 28. 09 2018. <http://blog.liftshare.com/liftshare/carsharing-carpooling-ridesharing-whats-the-difference>.
- Bauer, Steffen. 2016. *Produktionssysteme wettbewerbsfähig gestalten: Methoden und Werkzeuge für KMU's*. München: Carl Hanser Verlag.
- Baumbach, Anna. 2017. *Liberalisierung des EU-Luftverkehrs: Die Geburtsstunde der Billigflieger*. 08. 05. Zugriff am 15. 10 2018. <https://www.aerotelegraph.com/die-geburtsstunde-der-billigflieger>.

- Begerow, Markus. kein Datum. *Verteilte Datenbanksysteme*. Zugriff am 28. 10 2018.  
<http://www.datenbanken-verstehen.de/lexikon/verteilte-datenbanksysteme/>.
- Bitnodes. 2018. *24-hour charts*. 21. 11. Zugriff am 11. 21 2018.  
<https://bitnodes.earn.com/dashboard/>.
- Bodenabfertigungsdienst-Verordnung - BADV*. 2017. Verordnung über Bodenabfertigungsdienste auf Flugplätzen vom 10. Dezember 1997 (23. 05).
- Bogart, Spencer, und Kerry: Rice. 2015. „The Blockchain Report: Welcome to the Internet of Value.“ *We use coins*. 21. 10. Zugriff am 15. 07 2018.  
<https://www.weusecoins.com/assets/pdf/library/The%20Blockchain%20Report%20-%20Needham%20%28Huge%20report%29.pdf>.
- Bogner, Alexander, Beate Littig, und Wolfgang Menz. 2014. *Interviews mit Experten: Eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Booimans, Kees, und Dr. Alexis Eisenhofer. 2018. *Handbuch Finanzinformationen: Der digitale Wandel und die nächste Generation von Finanzinformationssystemen*. München: Finanzbuchverlag.
- Brenneis, Friedemann. 2017. *Warum "Private Blockchain" Unfug sind*. 13. 07. Zugriff am 18. 10 2018. <https://coinspondent.de/2017/07/13/warum-private-blockchains-unfug-sind/>.
- Bundesdatenschutzgesetz*. 2017. vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2097) (30. 06).
- Bundesministerium für Forschung und Entwicklung. kein Datum. *Forschungspartner - Fraunhofer-Gesellschaft (FhG)*. Zugriff am 07. 09 2018.  
<https://www.bmbf.de/de/fraunhofer-gesellschaft-fhg-827.html>.
- Bundesverband der Deutschen Fluggesellschaften. 2018. *Bodenverkehrsdienste*. Zugriff am 23. 09 2018. <http://www.bdf.aero/themen/bodenverkehrsdienste/>.
- Chung, Luke. kein Datum. *Microsoft Access within an Organization's Overall Database Strategy*. Zugriff am 06. 11 2018.  
<http://www.fmsinc.com/MicrosoftAccess/Strategy/>.
- Döring, Nicola, und Jürgen Bortz. 2016. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin: Springer.
- Datenschutz.org. 2018. *Datenschutz am Arbeitsplatz: Was dürfen Arbeitgeber – und Arbeitnehmer?* Zugriff am 22. 10 2018. <https://www.datenschutz.org/arbeitsplatz/>.

- Deutsche Enzyklopädie. kein Datum. *Dezentrale Datenbanken*. Zugriff am 10. 11 2018.  
<http://www.enzyklo.de/Begriff/Dezentrale%20Datenbanken> .
- Deutscher Bundestag. 2018. „Kurzinformation: Staatliche Flughafenbeihilfen.“ *Bundestag*. 25. 01. Zugriff am 28. 11 2018.  
<https://www.bundestag.de/blob/544878/98e6652ed6eb17e2f26c5906cedf6072/wd-5-099-17-pdf-data.pdf>.
- Drescher, Daniel. 2017. *Blockchain Grundlagen: Eine Einführung in die elementaren Konzepte in 25 Schritten*. Frechen: mitp Verlags GmbH & Co. KG.
- . 2017. *www.blockchain-basics.com*. Zugriff am 23. 09 2018. <http://www.blockchain-basics.com/HashFunctions.html>.
- Dresing, Dr. Thorsten, und Thorsten Pehl. 2015. *Praxisbuch Interview: Transkription & Analyse Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende*. Marburg: Eigenverlag.
- Europäisches Parlament und Rat. 2016. „Datenschutz-Grundverordnung.“ *Verordnung (Eu) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG* . 27. 04.
- Flughafen Hamburg GmbH. kein Datum. *Flughafenentwicklung*. Zugriff am 11. 10 2018.  
[https://www.hamburg-airport.de/de/aktuelle\\_entwicklungen.php](https://www.hamburg-airport.de/de/aktuelle_entwicklungen.php).
- . kein Datum. *Hamburg Airport Ground Handling*. Zugriff am 24. 09 2018.  
[https://www.hamburg-airport.de/de/ground\\_handling.php](https://www.hamburg-airport.de/de/ground_handling.php).
- . kein Datum. *WLAN-Service*. Zugriff am 06. 10 2018. <https://www.hamburg-airport.de/de/internet.php>.
- Franz, Markus. 2008. *Open Source: Freie Datenbanken im Vergleich*. 06. 10. Zugriff am 04. 11 2018. <https://www.computerwoche.de/a/freie-datenbanken-im-vergleich,1874904>.
- Fraunhofer-Gesellschaft. 2018. *Profil und Struktur* . Zugriff am 07. 09 2018.  
<https://www.fraunhofer.de/de/ueber-fraunhofer/profil-struktur.html>.
- Giese, Dr. Philipp, Mark Preuss, Maximilian Kops, Sven Wagenknecht, und Danny De Boer. 2016. *Die Blockchain Bibel – DNA einer revolutionären Technologie*. Klevve: BTC-ECHO.

- Glaser, Florian, und Luis Bezenberger. 2015. „Beyond Cryptocurrencies: A Taxonomy Of Decentralized Consensus.“ *Twenty-Third European Conference on Information Systems (ECIS)*. Münster.  
<https://balsa.man.poznan.pl/indico/event/44/material/paper/0?contribId=237>.
- Gleim, Daniel. 2012. *Bachelorarbeit: Sensorgestützte WLAN-Positionsbestimmung durch maschinelle Lernverfahren zur effizienten Indoor Navigation*. Universität Hamburg, 03. 05.
- Gramme, Arnaud. 2018. „LLA equipment pooling.“ *E-Mailverkehr*. Hamburg/London, 11. 09.
- Grau, Peter, Interview geführt von Maren Stenken. 2018. *Persönliches Telefonat der Autorin mit dem Head of Sales and Marketing der Power Stow A/S* (03. 12).
- Häcker, Martin, und Andreas Janson. 2006. „Filesharing: Eine Begriffsklärung.“ *Einst IG*. Zugriff am 06. 11 2018. <http://einst-ig.de/sites/einst-ig.de/files/HaeckerJanson-Filesharing-EineDefinition-2006-10-13.pdf>.
- Haese, Michael. 2015. „Aktueller Begriff Sharing Economy.“ *Bundestag.de*. 06. 08. Zugriff am 12. 09 2018.  
<https://www.bundestag.de/blob/377486/21fc4300787540e3881dbc65797b2cde/sharing-economy-data.pdf>.
- Hagenhoff, Svenja. 2004. *Kooperationsformen: Grundtypen und spezielle Ausprägungen*. Arbeitsbericht, Göttingen: Institut für Wirtschaftsinformatik, Georg-August-Universität.
- Harzing, Anne-Wil. 2018. *Google Scholar is a serious alternative to Web of Science*. 25. 04. Zugriff am 07. 08 2018. <https://harzing.com/blog/2017/02/google-scholar-is-a-serious-alternative-to-web-of-science>.
- Hinckeldeyn, Professor Dr. Johannes, Interview geführt von Maren Stenken. 2018. *Masterthesis Blockchain Sharing Hamburg*, (23. 07).
- Hoffmeister, Wolfgang. 2007. *Investitionsrechnung und Nutzwertanalyse: eine entscheidungsorientierte Darstellung mit vielen Beispielen und Übungen*. Oetzberg: Berliner Wissenschafts-Verlag.
- Hosp, Julian. 2018. *Blockchain 2.0 – einfach erklärt – mehr als nur Bitcoin*. München: Finanzbuchverlag.

- Huang, Pengda, Yiming Pi, und Zhiqin Zhao. 2009. „Weak GPS Signal Acquisition Algorithm Based on Chaotic Oscillator.“ *Advances in Signal Processing* 6.
- IBMBlockchain. 2017. „What is the difference between Bitcoin and blockchain?“ *Youtube*. 08. 05. Zugriff am 25. 09 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=MKwa-BqnJDg>.
- International Airport Review. 2018. *London Luton Airport: Ground Support Equipment (GSE) Pooling*. Zugriff am 05. 10 2018. [https://www.internationalairportreview.com/award\\_nominee/72072/london-luton-airport/](https://www.internationalairportreview.com/award_nominee/72072/london-luton-airport/).
- Jacoby, David. 2009. *The Economist - Guide to Supply Chain Management*. London: Profile Books Ltd.
- Jentzsch, Christoph. 2017. *Public vs Private chain*. 2. 01. Zugriff am 14. 09 2018. <https://blog.slock.it/public-vs-private-chain-7b7ca45044f>.
- Kötteritzsch, Christian. 2010. „Database-as-a-Service: Übersicht.“ *Seminararbeit im Rahmen des Seminars Cloud Data Management WS09/10*. Universität Leipzig: Fakultät für Mathematik und Informatik Institut für Informatik, 17. 03.
- Kühnapfel, Jörg B. 2014. *Nutzwertanalysen in Marketing und Vertrieb*. Wiesbaden: Springer.
- Kaiser, Robert. 2014. *Qualitative Experteninterviews: Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Karlstetter, Florian. 2018. *Was ist Database as a Service (DBaaS)?* Zugriff am 02. 11 2018. <https://www.cloudcomputing-insider.de/was-ist-database-as-a-service-dbaas-a-692502/>.
- Kasowski, Christian, Tom-Philipp Müller, Nico Müller, Sören Narjes, Maren Stenken, und Jan Ziegner. 2018. „Gepäcktransportspeicher - Erstellt im Rahmen des Projektes 'Ground handling processes' in Kooperation mit der WISAG Ground Service Hamburg GmbH & Co. KG.“ *Lastenheft-Light (unveröffentlicht)*. Hamburg, 06.
- . 2018. „Zwischenpräsentation.“ *Projekt 'Ground handling processes' (unveröffentlicht)*. Frankfurt am Main, 18. 05.

- Kolisko, Lukas. 2018. *Do we need mining in private and permissioned blockchains?* 14. 04. Zugriff am 12. 08 2018. <https://medium.com/@lkolisko/do-we-need-mining-in-private-and-permissioned-blockchains-1a69b4c2c7a1>.
- Kornmeier, Martin. 2011. *Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht: für Bachelor, Master und Dissertation*. Bern: Haupt.
- Kroehl, Dr. Rixa. 2018. „Projektspezifikation WISAG Aviation Service Holding “Ground Handling Processes”.“ *futury.eu*. 24. 04. Zugriff am 24. 10 2018. [http://futury.eu/wp-content/uploads/2018/05/Futury\\_Wisag-Projektspezifikation-20180424.pdf](http://futury.eu/wp-content/uploads/2018/05/Futury_Wisag-Projektspezifikation-20180424.pdf).
- Kudraß, Thomas. 2015. *Taschenbuch Datenbanken*. 2. München: Hanser.
- Kuhlman, Casey. 2016. *Smallest number of nodes for an Ethereum private blockchain*. 06. 03. Zugriff am 05. 11 2018. <https://ethereum.stackexchange.com/questions/1468/smallest-number-of-nodes-for-an-ethereum-private-blockchain>.
- Lanzer, Wolfgang. 2012. *Kontextsensitive Services für mobile Endgeräte: Spezifizierung und Evaluation eines Steuerungsmodells im Mobile Marketing*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Laurence, Tiana. 2018. *Blockchain für Dummies*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Luftverkehrsgesetz (LuftVG)*. 2017. in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2007 (20. 07).
- Müller, André, und André Ludwig. 2017. „Dezentrale Datenhaltung und Datenschutz in Cloud-Netzwerken.“ *Wirtschaftsinformatik & Management*, 08: 20-27.
- Mattila, Juri. 2016. „The Blockchain Phenomenon – The Disruptive Potential of Distributed Consensus Architectures.“ *ETLA*. 05. 10. Zugriff am 15. 06 2018. <http://pub.etla.fi/ETLA-Working-Papers-38.pdf>.
- Meinel, Christoph, Tatiana Gayvoronskaya, und Maxim Schnjakin. 2018. *Blockchain: Hype oder Innovation*. Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.
- Mell, Peter, und Timothy Grance. 2011. „The NIST Definition of Cloud Computing.“ *National Institute of Standards and Technology - U.S. Department of Commerce*. 9. Zugriff am 26. 10 2018. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>.

- Meyer, Albin. 2018. *Softwareentwicklung: Ein Kompass für die Praxis*. Berlin: De Gruyter.
- Microsoft. 2018. *Erstellen einer im Web freizugebenden Access-Datenbank*. Zugriff am 03. 11 2018. <https://support.office.com/de-de/article/Erstellen-einer-im-Web-freizugebenden-Access-Datenbank-cca08e35-8e51-45ce-9269-8942b0deab26>.
- . 2018. *Möglichkeiten der Freigabe einer Access-Desktopdatenbank*. Zugriff am 03. 11 2018. <https://support.office.com/de-de/article/möglichkeiten-der-freigabe-einer-access-desktopdatenbank-03822632-da43-4d8f-ba2a-68da245a0446>.
- Minhorst, André, und Dr. Holger H. Stutzke. 2003-2018. *Änderungshistorie von Daten*. Zugriff am 23. 10 2018. <http://www.access-im-unternehmen.de/index1.php?id=300&BeitragID=204>.
- Naceur, Med Ridha Ben. 2018. *Blockchain – ein Dilemma für den Datenschutz?* 31. 07. Zugriff am 15. 08 2018. <https://www.computerwoche.de/a/blockchain-ein-dilemma-fuer-den-datenschutz,3545513>.
- Nakamoto, Satoshi. 2008. „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.“ 10. Zugriff am 15. 06 2018. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Narayanan, Arvind. 2015. „Private blockchain“ is just a confusing name for a shared database.“ *Freedom To Tinker*. 18. 09. Zugriff am 20. 10 2018. <https://freedom-to-tinker.com/2015/09/18/private-blockchain-is-just-a-confusing-name-for-a-shared-database/>.
- Panetta, Kasey. 2018. *5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018*. 16. 08. Zugriff am 16. 10 2018. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>.
- . 2017. *Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017*. 15. 08. Zugriff am 03. 12 2018. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>.
- Peppers, Ken, Tuure Tuunanen, Marcus A. Rothenberger, und Samir Chatterjee. 2008. „A Design Science Research Methodology for Information Systems Research.“ *Journal of Management Information Systems* 24 (3): 45-77.
- Pesch, Dr. Paulina, und Prof. Dr. Rainer Böhme. 2017. „Datenschutz trotz öffentlicher Blockchain?“ *Datenschutz und Datensicherheit - DuD* 41 (2): 93-98.

- Petersen, Dr. Moritz, Interview geführt von Maren Stenken. 2018. *Masterthesis Blockchain Sharing* (26. 06).
- Pinl, Markus. 2005. *Positionsbestimmung*. Seminararbeit, Koblenz-Landau: Universität Koblenz-Landau.
- Plansky, John, Tim O'Donnell, und Kimberley Richards. 2016. „Strategy business.“ *A Strategist's Guide to Blockchain*. 11. 01. Zugriff am 01. 10 2018.  
<https://www.strategy-business.com/article/A-Strategists-Guide-to-Blockchain>.
- Power Stow A/S. kein Datum. *Extendable belt loading system*. Zugriff am 28. 09 2018.  
<https://www.powerstow.com/en-gb/product.aspx>.
- . 2018. *Power Stow*. Zugriff am 12. 07 2018. <https://www.powerstow.com/de-de.aspx>.
- Protschka, Florian, und Yannik Heinze. 2018. *Blockchain ABC: Von A wie Altcoin bis Z wie ZCash*. 1. Flensburg: Chainsulting UG.
- Rahm, Erhard, Gunter Saake, und Kai-Uwe Sattler. 2015. *Verteiltes und Paralleles Datenmanagement: Von verteilten Datenbanken zu Big Data und Cloud*. Berlin: Springer Vieweg.
- Reid, Johnathan. 2018. *What is the minimum number of nodes in a distributed ledger to be able to call itself blockchain?*. 09. 01. Zugriff am 05. 11 2018.  
<https://www.quora.com/What-is-the-minimum-number-of-nodes-in-a-distributed-ledger-to-be-able-to-call-itself-blockchain>.
- Reinsprecht, Stefan. 2013-2018. *Konzeptphase – Ideen finden und bewerten* . Zugriff am 14. 10 2018.  
<https://netzkonstrukteur.de/konstruktionsmethodik/konzeptphase/#ideenfindungstechniken-in-der-konzeptphase>.
- Richter, André. 2013. *Gepäcklogistik auf Flughäfen – Grundlagen, Systeme, Konzepte und Perspektiven*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler .
- Richtlinie 96/67/EG*. 2003. des Europäischen Rates über den Zugang zum Markt der Bodenabfertigungsdienste auf den Flughäfen der Gemeinschaft (29. 09).
- Rixecker, Kim. 2017. *Eine Bitcoin-Transaktion verbraucht mehr Strom als ein Einpersonenhaushalt im Monat*. 03. 11. Zugriff am 29. 09 2018.  
<https://t3n.de/news/bitcoin-stromverbrauch-energie-872715/>.

- Rosenberger, Patrick. 2018. *Bitcoin und Blockchain: Vom Scheitern einer Ideologie und dem Erfolg einer revolutionären Technik*. Berlin: Springer Vieweg.
- Schenk, Michael. 2015. *Produktion und Logistik mit Zukunft: Digital Engineering and Operation*. Berlin: Springer Vieweg.
- Schicker, Edwin. 2017. *Datenbanken und SQL: Eine praxisorientierte Einführung mit Anwendungen in*. 5. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Schlatt, Vincent, André Schweizer, Prof. Dr. Nils Urbach, und Prof. Dr. Gilbert Fridgen. 2016. *Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale*. White Paper, Bayreuth: Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT.
- Scholl, Gerd, Siegfried Behrendt, Christian Flick, Maike Gossen, Christine Henseling, und Lydia Richter. 2015. *Peer-to-Peer Sharing: Definition und Bestandsaufnahme*. Berlin, 09.
- Schwab, Klaus. 2016. *Die Vierte industrielle Revolution*. 4. Auflage. München: Pantheon Verlag.
- Shin, Laura. 2018. „Jimmy Song on Why Bitcoin Will Be the Winning Cryptocurrency.“ Podcast: Unchained: Big Ideas From The Worlds Of Blockchain And Cryptocurrency, 16. 06.
- Shirota, Lisa. 2018. *Bitcoin use tied to global warming*. 29. 10. Zugriff am 03. 12 2018. <https://www.hawaii.edu/news/2018/10/29/bitcoin-use-tied-to-global-warming/>.
- Singh, Reetu, Marco Guainazzo, und Carlo S. Regazzoni. 2004. „Location determination using WLAN in conjunction with GPS network (Global Positioning System).“ *Vehicular Technology Conference*. Milan: IEEE.
- Solid IT GmbH. 2018. *Vergleich der Systemeigenschaften Microsoft Access vs. MongoDB*. Zugriff am 04. 11 2018. <https://db-engines.com/de/system/Microsoft+Access;MongoDB>.
- Statista. 2018. *Size of the Bitcoin blockchain from 2010 to 2018, by quarter (in megabytes)*. 10. Zugriff am 02. 11 2018. <https://www.statista.com/statistics/647523/worldwide-bitcoin-blockchain-size/>.
- . 2018. *Verbreitung von Office-Software bei Internetnutzern in Deutschland im Januar 2010*. Zugriff am 11. 11 2018.

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/77226/umfrage/internetnutzer---verbreitung-von-office-software-in-deutschland/>.

Statistisches Bundesamt. 2018. *Forschung und Entwicklung*. 13. 04. Zugriff am 11. 11 2018.

<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/ForschungEntwicklung/Tabellen/ForschungEntwicklungSektoren.html;jsessionid=783171A2628C3A129105ABCDD914DE58.InternetLive2>.

Sury, Ursula. 2018. „Blockchain und Datenschutz.“ *Informatik-Spektrum* (Springer) 41 (2): 144 - 145.

Swan, Melanie. 2015. *Blockchain - Blueprint for a new economy*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Swanson, Tim. 2015. *Consensus-as-a-service: a brief report on the emergence of permissioned, distributed ledger systems*. Sidney: R3cev.  
<http://www.ofnumbers.com/wp-content/uploads/2015/04/Permissioned-distributed-ledgers.pdf>.

Töpfer, Armin. 2012. *Erfolgreich Forschen: Ein Leitfaden für Bachelor-, Master-Studierende und Doktoranden*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Tapscott, Don, und Alex Tapscott. 2017. *Die Blockchain Revolution: Wie die Technologie hinter Bitcoin nicht nur das Finanzsystem, sondern die ganze Welt verändert*. Bd. 3. Kulmbach: Börsenmedien AG.

Theis, Thomas. 2018. *Visual Basic .NET (Programmiersprache)*. Zugriff am 03. 11 2018.  
<https://www.it-treff.de/it-lexikon/visual-basic-net-programmiersprache>.

Thomas, Marc. 2018. „Luftverkehr: Marktregelungen.“ *European Parliament*. 02. Zugriff am 23. 10 2018. [http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/de/FTU\\_3.4.6.pdf](http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/de/FTU_3.4.6.pdf).

Ver.di. 2018. *Was sind die Bodenverkehrsdienste (BVD)?* Zugriff am 19. 10 2018.  
<https://www.verdi-airport.de/203>.

Walport, Mark. 2015. „Distributed Ledger Technology: beyond block chain.“ *gov.uk*. 12. Zugriff am 16. 06 2018.  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf).

- Wayn, Cheong Joon, Binghao Li, Andrew G. Dempster, und Chris Rizos. 2009. „GPS / WiFi Real-Time Positioning Device: An Initial Outcome.“ In *Location Based Services and TeleCartography II*, von Georg Gartner und Karl Rehr, 439-456. Berlin: Springer.
- Wilhelm, Rudolf. 2007. *Prozessorganisation*. München: Oldenbourg.
- Wilke, Peter, Katrin Schmid, und Stefanie Gröning. 2016. *Branchenanalyse Luftverkehr: Entwicklung von Beschäftigung und Arbeitsbedingungen*. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Winkelhake, Uwe. 2017. *Die digitale Transformation der Automobilindustrie: Treiber - Roadmap - Praxis*. Berlin: Springer Vieweg.
- WISAG. 2018. „Briefing Gepäckverladung am Hamburg Flughafen.“ *Persönlicher Termin vor Ort*. Hamburg, 29. 04.
- . 2016. *Pressemitteilung: WISAG Ground Service startet erfolgreich am Flughafen Hamburg*. 14. 04. Zugriff am 01. 10 2018.  
<https://www.aviation.wisag.de/aviation/presse/pressemitteilungen/presse/article/wisag-ground-service-startet-erfolgreich-am-flughafen-hamburg.html>.

# Anhang

A. EXPERTENINTERVIEW HINCKELDEYN – TRANSKRIPT.....	X
B. ERGÄNZENDE ANTWORTEN PROF. DR. HINCKELDEYN - E-MAIL-VERKEHR.....	XIX
C. EXPERTENINTERVIEW PETERSEN - TRANSKRIPT.....	XX
D. E-MAILVERKEHR ARNAUD GRAMME ZUM EQUIPMENT POOLING AM LONDON LUTON AIR-PORT.....	XXX

## A. Experteninterview Hinckeldeyn – Transkript

Interview mit Professor Dr. Johannes Hinckeldeyn; Oberingenieur am Institut für technische Logistik an der Technischen Universität Hamburg-Harburg.

23. Juli 2018 11 Uhr; 1,5h

**Maren Stenken:** Einleitung & Erläuterung Masterthesis. Definition Sharing: Beidseitiger Verleih von Betriebsmitteln

### Allgemeines

**MS:** Was bedeutet Blockchain für Sie?

**Prof. Dr. Johannes Hinckeldeyn:** Es gibt verschiedene Begriffe, wie man das beschreiben kann. Einerseits ist eine Datenstruktur, wie Sachen abgelegt werden. Andererseits ist es ein Netzwerk, an dem man teilnehmen kann, und eine Organisationsform. Und es ist eine Art Netzwerkprotokoll um Informationen und Werte miteinander auszutauschen. Zusammengefasst ist es eine dezentrale Datenbank mit eingebautem Mechanismus zur Absicherung der Datenintegrität.

**MS:** Welche Vorteile bietet Blockchain und warum ist diese Technologie so relevant?

**JH:** Die Frage ist relevant für was? Der Vorteil ist, dass eine Blockchain sich sehr schwer manipulieren und fälschen lässt, sodass man eine Datenstruktur hat, bei der man mit ziemlicher Sicherheit davon ausgehen kann, dass die dort gespeicherten Daten korrekt sind. Dies wiederum ermöglicht Werte so auszutauschen, wie Informationen ausgetauscht werden. Das bietet einen großen Vorteil gegenüber zentralen Systemen, die vielleicht nur einen Angriffspunkt haben.

**MS:** Welche Risiken birgt Blockchain, besonders in der industriellen Anwendung?

**JH:** Risiken ist das falsche Wort, es sind eher Nachteile. Blockchain soll Risiken minimieren, was jedoch nur gegen gewisse Kosten geht, welche da sind schwacher Durchsatz, lange Transaktionsdauer, hoher zeitlicher und finanzieller Aufwand.

Die Fragestellung, die sich aufgrund des aktuellen Hypes stellt, ob eine Blockchain überhaupt verwendet werden muss, oder ob andere dezentrale Strukturen, wie dezentrale Datenbanken, genutzt werden können, weil der Sicherungsmechanismus der Blockchain, der Vertrauen erzeugen soll, gar nicht zwingend benötigt wird. Es muss ein Trustmodell für jedes Geschäftsmodell in der Blockchain geben, es muss Trustless sein, aber ist es in jeden Anwendungsfall nötig? Die Frage, die sie sich in ihrem Use Case (*dt. ‚Anwendungsfall‘*) stellen sollten: Brauche ich dieses Trustmodell bei einem kleinen System? Wenn sich die Parteien soweit vertrauen, dass sie sich bereits gegenseitig Dinge verleihen und auf dem gleichen Standort sind, warum braucht man dann eine Blockchain? Man könnte Informationen in einer verteilten Datenbank speichern und jede Partei hat eine Kopie.

Die Fragwürdigkeit der industriellen Anwendung stellt sich: Brauche ich eine Blockchain, weil ich eine Blockchain brauche oder wird nur eine dezentrale Datenstruktur benötigt, die in der Lage ist nach gewissen Regeln zu verifizieren, dass die Datenqualität gut und richtig ist? In diesem Fall muss nicht zwangsläufig eine Blockchain eingesetzt werden mit den entsprechenden Sicherungsmechanismen.

**MS:** Wo sehen Sie in Zukunft die Rolle der Blockchain im Falle der industriellen Anwendung?

**JH:** Gewisse Anwendungsfälle sind vorstellbar. Zum Beispiel beim digitalen Austausch von Dateien, als Blockchain-basiertes Zahlungsmittel und bei der Datenarchivierung. Eigentlich immer dann, wenn größere Netzwerke, die in einem gewissen Maße offen sind, gesteuert werden sollen.

Für mich ist weiterhin die Frage unbeantwortet, warum ich als Firma eigentlich eine Blockchain Anwendung oder distributed ledger brauche, wenn doch sowieso wenige Player im gesamten Netzwerk sind, die sowieso soweit qualifiziert sind, dass man Ihnen vertrauen muss. Wenn ich einen Lieferanten habe, habe ich per se ein Interesse an einer langfristigen Beziehung um immer wieder gute Qualität zu bekommen. Eine Supply Chain funktioniert nicht wie ein Marktplatz. Warum wollen Unternehmen Blockchain Technology wirklich? Braucht man es wirklich oder wird es eventuell übertrieben?

Anders im Sales Bereich. Im Verkauf wird an Kunden herangetreten, die das Unternehmen nicht kennt, mit denen freier zusammengearbeitet werden soll. Oder gewisse Akteure, z. B. Regulierungsbehörden, die bereit sind Prozesse zu verschlanken, weil dieser Datenstruktur mehr Vertrauen entgegengebracht wird, als anderen Datenstrukturen. Beispiele hierfür sind Zollprüfungen, Import, Export und Echtheitszertifikate.

Alles fällt und steht mit dem Trustmodell. Auf Basis des Trustmodells muss entschieden werden, ob diese dezentrale Datenstruktur mit eingebauter Integritätssicherung gebraucht wird. Wenn Trustmodell voraussetzt, dass mit Akteuren zusammengearbeitet wird, denen nicht vertraut werden kann, die unbekannt oder anonym sind, ist es geboten über eine Blockchain nachzudenken.

Bei zwei Akteuren, die eng zusammen kooperieren wollen, wird keine Blockchain benötigt. Wenn man sich ohne hin vertraut ist es vorstellbar, aufgrund der Datenqualität die gleiche Kopie der gleichen Datenbank zu verwenden. Das ist allerdings keine Blockchain-Anwendung, sondern eine verteilte Datenbank.

**MS:** Ist es gerade aufgrund des Hypes, dass viele Blockchain-Ideen entstehen und auch der Eindruck entsteht, dass es unbürokratischer ist als mögliche andere Systeme?

**JH:** Ich weiß noch gar nicht, ob es unbürokratischer ist. Viele Unternehmen glaube sie müssten jetzt mitmachen, weil sie ansonsten etwas verpassen. Die Frage, ob ich das wirklich brauche wird zu selten gestellt. Viele reden über Use Cases, aber wenige über die fundamentalen Sachen oder die Sinnhaftigkeit hinterfragen. Blockchain per se muss nicht sein.

## Sharing

**MS:** Kennen Sie existierende Sharing-Konzepte auf Basis der Blockchain?

**JH:** Es muss vorweg konstatiert werden, dass es für Blockchain fast keine funktionierenden Use Cases gibt. Es gibt fast nur Proof of Concept, also Konzeptstudien mit denen versucht wird etwas darzustellen. Wobei das Ganze geht hauptsächlich über Ideen und Whitepapers geht. Whitepaper würde man in einer kritischen Begutachtung so vermutlich nicht akzeptieren. Ich sehe das schon auch kritisch, dass es wenige umgesetzte Konzeptstudien gibt.

Mir bekannte Use Cases ist eine Blockchain-basierte Datenarchivierung für Lieferscheine, Rechnungsdaten etc. bei Metro. Mit der Hoffnung, dass der Rechnungsprüfer die Unterlagen leichter nachvollziehen kann und diese schneller abhakt, weil man sagt, man vertraut der Datenstruktur, die da hinter liegt so stark, dass man weiß, das nichts manipuliert wurde.

Zum Thema Sharing fällt mir IOTA ein, die behaupten, man könnte darüber in Zukunft sein eigenes Auto verleihen. Das sind allerdings noch sehr luftige Idee, bei denen sehr viel noch unklar ist und IOTA hat meiner Meinung nach ein ziemliches Sicherheitsproblem.

Ich bin kein Experte in der Sharing Economy, aber man kann alles teilen, was man sich vorstellen kann, allerdings stellt sich hier erneut die Frage, was ist das Trustmodell darauf. Nur weil ich etwas in der Blockchain ablege, vertraue ich trotzdem jemand anderen mein Auto an? Car2Go oder DriveNow sind hingegen zentrale Lösungen, warum müsste man das wieder ablegen. Es ist etwas Anderes, wenn wir über das Teilen von digitalen Assets reden, CAD Modellen zum Beispiel, weil dann kein Vertrauen in die physische Welt benötigt wird. Das kann ich mir wiederum vorstellen und es ist nicht so, dass ich alles schlecht reden möchte was mit der Blockchain zu tun hat, aber man muss den einen oder anderen Use Case doch wirklich hinterfragen.

**MS:** Das unterstützt auf jeden Fall den Eindruck, denn ich während meiner Recherche gewonnen habe, dass es sehr viele Ideen gibt, aber die Umsetzungen fehlen.

**JH:** Na gut, man muss sich die ganzen Projekte man angucken, da gibt es sehr viele die in dem Bereich unterwegs sind, aber das sind halt alles Proof of Concept, Konzeptstudien, Ideen oder Whitepaper. Ich habe aber bisher wenig gesehen, die da irgendwie weitergetrieben wurden. Was ich allerdings gesehen habe ist ein Projekt von der GS1 in Köln, wo die versuchen den Paletten-Tauschhandel über eine Blockchain abzubilden. Da scheint die Blockchain allerdings mehr als Change-Management Tool zum Einsatz zu kommen, um die Aufmerksamkeit aller Akteure zu erregen. Da besteht ja eben auch ein Problem, ich kann zwar Blockchain Lösungen anwenden, aber dafür muss ich alle Player, die Interesse dran haben auch in die Blockchain bekommen. Wobei Usability eine ganz große

Rolle spielt, da viele von den Tools noch nicht einsatzfähig oder aufs Smartphone gezogen werden können.

### Frontend

**MS:** Welchen technischen Geräten können leichter in die Blockchain eingebunden werden? Für die Ausleih- und Rückgabetransaktionen ist es vorstellbar einen QR-Code mit einem Smartphone einzuscannen, oder ein Bedienterminal an den Betriebsmitteln zu installieren.

**JH:** Erstmal zu dem Thema QR-Code auf ein Gerät aufkleben. Angenommen ich wäre wirklich in einem System, in dem kein Vertrauen herrscht, dann könnte ich einen QR-Code auch einfach abfotografieren, ausdrucken und später einlesen oder einschlagen. In Bezug auf Blockchain wird immer vom Trustlayer gesprochen. Ich habe quasi eine Schicht, die Vertrauen schaffen soll, und die Frage ist, wie weit sich der Trustlayer ausdehnt. Wenn ich einen Sensor habe, muss der ja bis zum Sensor gehen, sonst könnte ich ja irgendwelche Daten über den Sensor einspeichern. Das Prinzip von Security ist, dass die Fälschung teurer sein muss, als sich an die Regeln zu halten. Die Ausdehnung des Trustlayers bis zum Anwendungsobjekt ist jedoch ein Problem besonders, wenn ich über Sensorik spreche. Wie kann ich davon ausgehen, dass die Daten, die ich von meinen Sensoren bekommen auch wirklich Daten sind, denen ich vertrauen kann? Das erste Problem ist, wenn ich falsche Sachen in die Blockchain schreibe stehen die natürlich auch in der Blockchain. Die Blockchain selbst weiß nicht was richtig oder falsch ist.

Das zweite Problem (in Abhängigkeit von der Architektur)

Hat jedes Gerät einen eigenen Blockchain Knoten? Sind meine Geräte die Blockchain und führen die Rechenleistung aus, die besonders bei Proof of Work gestützten Blockchains immens sein kann. Oder habe ich irgendwo andere Server, die das Netzwerk formen? Die Frage hier ist, wo stehen die Server? Man könnte natürlich sagen man versucht auf einer existierenden Blockchain aufzusetzen, wie zum Beispiel Ethereum, und borgt sich von dort den Trust und die Sicherheit. Dann ist aber noch die Frage Software lasse ich dann auf meinen Raspberry Pi oder Smartphone laufen? Light Clients führen keine eigenen Rechenoperationen durch und haben kein gesamtes Abbild der Blockchain gespeichert haben, aber wie ein kleines Interface benutzt werden können. Auch die sind oftmals bereits sehr rechenintensiv, sodass die Prozessorleistung und Speicherkapazität kleiner Geräte, z.B. IoT Boards, überschritten wird. Das Ausdehnen von Blockchains auf kleine Geräte ist ein großes Thema, weil die Rechenpower und der Datenspeicher benötigt wird. Und dann muss noch entschieden werden, wie das Netzwerk aussehen soll.

Light Clients sind keine richtigen Blockchain Clients sind, da es lediglich Eingabegeräte sind, die selbst keine Transaktionen validieren. Und wenn die selber nichts validieren, wer tut es dann? Dann kann man sich entweder in einer öffentlichen Blockchain über einen Smart Contract das Vertrauen einer öffentlichen Blockchain borgen, oder große Rechenzentren nutzen. Doch wer kontrolliert die Rechenzentren? Wenn man, wie im

Anwendungsfall lediglich zwei Parteien hat und jede Partei stellt einen Server auf. Dann kontrolliert derjenige das Netzwerk, dessen Server stärker ist.

**MS:** Muss ein Smart Contract immer auf einem öffentlichen Netzwerk laufen?

**JH:** Nein, er kann auch in einem privaten Netzwerk laufen. Hier stellt sich die Frage, bin ich derjenige, der die Blockchain betreibt? Hier ist die Frage nach der Architektur entscheidend. Wo und wer ist die Blockchain? Wo werden die Daten und Informationen der Blockchain validiert und verifiziert? Welche Menschen verifizieren? Davon ausgehend kann die Frage beantwortet werden was für ein handheld device benötigt wird, denn auf einem Raspberry pi kann kein Ethereum full Node laufen, lediglich ein Light Client. Kleine IoT Boards wären nicht mal in der Lage ein Light Client laufen zu lassen, weil sie aufgrund der kleinen Betriebssysteme i.d.R. nicht in der Lage sind die Zertifikate zu verarbeiten, die dafür notwendig sind und nicht die benötigten Speicherkapazitäten und Prozessorleistung besitzt.

Deswegen ist es so wichtig über die Architektur der Blockchain nachzudenken. Es kann schließlich kein vollwertiger PC an jedes Gerät gehängt werden, also muss woanders gerechnet und verifiziert werden. Wo sollgerechnet und verifiziert werden und wer ist derjenige der das tut?

**MS:** Viele Fragen, die es zu beantworten gilt.

**JH:** Nochmal: warum möchte man das eigentlich machen? Brauche ich das überhaupt?

**MS:** Es wird ein gemischtes System von pre-reserved und on-demand angestrebt, damit der Besitzer des jeweiligen Equipments ein Vorrecht vor den Wettbewerbern hat. Kann die Blockchain Technologie berücksichtigen, wenn Zeitslots vorreserviert sind und entsprechend eine Transaktion ablehnen?

**JH:** Man kann alles in einen Smart Contract reinschreiben. Da kommt noch ein anderes Thema: Angenommen wir borgen uns das Vertrauen der Ethereum Blockchain, dann kostet jede Transaktion in der Blockchain Geld und zwar über den Gas Preis. Es können dort regelmäßig Informationen gespeichert werden, aber was kostet eine solche Reservierung? Es kann alternativ auch die ganze Datenbank in der Blockchain abgespeichert werden falls das gewünscht ist. Eventuell ist das nicht gewünscht. Wenn man alle Reservierungen in der Blockchain speichert kommen entsprechend viele Transaktionen mit viel Datenvolumen zusammen, was zu großen Kosten führt.

Oder man wählt eine private Blockchain, beispielsweise Hyperledger fabric, aber das löst das Problem nicht. Dort können Informationen gespeichert, aber auch jederzeit wieder geändert werden und dann stellt sich erneut die Frage warum eine Blockchain benötigt wird. Da dreht sich alles drum.

Es gibt noch Plasma. Das sind Projekte die momentan in Ethereum durchgeführt werden um sogenannte Sidechains mit der Ethereum-Blockchain kompatibel zu machen. Dann könnte man eine eigene, private Blockchain erstellen und die würde sich regelmäßig mit der Ethereum-Blockchain synchronisieren und darüber den Trust zur Verfügung stellen.

Da könnte so etwas reinprogrammiert werden, es wäre dann wie eine Art Batch Transaktion, die dort ausgeführt würde. Vergleichbar mit Payment Channels im Lightning Projekt von Bitcoin, welche ebenfalls noch ein Whitepaper sind.

### Backend

**MS:** Muss immer Kryptowährung vorhanden sein und transferiert werden?

**JH:** Kryptowährung braucht man hauptsächlich in öffentlichen Blockchains. In Privaten Blockchains, wie z.B. Hyperledger fabric gibt es gar keine Kryptowährung.

Bei öffentlichen Blockchains kommen wir zu dem Thema Netzwerk und Trustmodell. Wer spielt mit und was ist die Motivation der Leute mitzuspielen? Wenn ich eine öffentliche Blockchain habe und Leute validieren für mich Informationen, was Miner eben machen, aber was ist der Anreiz das zu tun? Bei einer privaten Blockchain habe ich vielleicht ein Interesse an der Datenqualität oder an dem ganzen Thema. Dann liegt die Motivation mitzumachen in der Natur der Sache mit allen Vor- und Nachteilen. Die Motivation bei einer öffentlichen Blockchain ist dann i.d.R. eben das Geld, weshalb in öffentlichen Blockchains eine Kryptowährung gebraucht wird, in privaten jedoch nicht zwangsläufig.

**MS:** Wenn man in der industriellen Anwendung besonders besorgt ist um den Datenschutz, kann trotzdem eine öffentliche Blockchain in Betracht gezogen werden?

**JH:** Bezüglich des Datenschutzes muss zunächst überlegt werden, wo sich das Unternehmen befindet, um das es geht. Welche Informationen abgelegt werden, z.B. personenbezogen Daten, und wo sich die Server befinden, auf denen diese abgelegt werden. Bei einem USA-weitem Blockchain-Netzwerk gelten sicherlich andere Voraussetzungen als bei einem deutschen oder europaweiten Netzwerk, weil die Datenschutzgrundverordnung andere Spielregeln vorgibt. Aber auch dann gelten eben bei personenbezogenen Daten andere Vorschriften als bei allgemeinen Informationen, z.B. Recht auf Vergessen. Das ist aber eher eine Datenschutzrechtliche Frage und keine der Blockchain an sich. Der Datenschutz hängt von verschiedenen Rahmenparametern ab. Wobei bei öffentlichen Blockchains eventuell gar nicht bekannt ist, in welchem Land die Daten abgelegt werden.

**MS:** Nehmen wir an das Unternehmen sitzt in Deutschland und die Server sind in Deutschland und es werden lediglich indirekt personenbezogenen Daten übermittelt. Der Mitarbeiter bekommt eine verschlüsselte Kennzeichnung. Würde das Recht auf Vergessen erfüllt werden, wenn nach dem vorgegebenen Zeitraum die Zuordnung der Mitarbeiter vernichtet würde?

**JH:** Was in der Blockchain gespeichert ist, bleibt dort gespeichert, das lässt sich im Nachhinein nicht ändern. Es ist vorstellbar, dass nur die Kennzeichnung in der Blockchain gespeichert wird und der Schlüssel selbst nicht, sodass der vernichtet werden kann. Die neue Datenschutzverordnung gibt es ja noch gar nicht so lange und um die Frage zu beantworten kenne ich die rechtlichen Grundlagen nicht ausreichend und bin dementsprechend nicht der richtige Ansprechpartner.

**MS:** Welche Vorteile und Nachteile bietet die verschiedenen Elemente der Blockchain für die industrielle Anwendung? Elemente sind z.B. Private, Public und Permissioned; Proof of Work o.ä.; Smart Contract

**JH:** Smart Contract ist ein Programm, dass dezentral in einer Blockchain oder distributed ledger Struktur läuft. Proof of Work ist ein Validierungsmechanismus, der bei jeder Transaktion greift, auch bei Smart Contract greift, da dieser lediglich Transaktionen ausführt. Proof of Stake: wer validiert wie, dass eine Information richtig ist?

Ich nehme an, dass viele Unternehmen ein Problem damit haben ihre Daten in einem öffentlichen Netzwerk abzulegen, da die Kontrolle darüber fehlt, was mit den Daten passiert und sie von allen einsehbar sind. Deshalb bietet sich eine private Blockchain an. Dennoch sollte die Frage gestellt werden, warum eine Blockchain benötigt wird: Hat man ein Trustmodell, bei dem es gebraucht wird? Gerade bei permissioned Blockchains entsteht eine Zentralität, dadurch, dass es eine Person gibt, die Mitglieder zum Netzwerk zulässt, sodass es kein dezentrales System mehr ist. Und wenn dann eben nur Leute zum Netzwerk zugelassen werden, denen vertraut wird, warum brauche ich dann einen so starken Sicherheitsmechanismus? Am Ende geht es immer ums Vertrauen. Öffentliche Blockchains sind dazu da Daten auszutauschen mit Leuten, denen ich nicht vertraue, dafür wird ein hoher Preis in Rechenzeit gezahlt. Der Aufwand stellt sicher, dass keine Daten manipuliert werden.

**MS:** Wie lange dauert eine Transaktion und beeinträchtigt diese Dauer den Prozess des Ausleihens?

**JH:** Das kann nicht generell beantwortet werden, weil es von der Architektur abhängt. Bei einer Privaten Blockchain ist die Transaktionsdauer kein Problem, da der Durchsatz so schnell ist, wie es der Sicherungsmechanismus zulässt. Bzw. man kann es so schnell machen, wie man es haben möchte, wobei ein einfacherer Sicherheitsmechanismus schnell gefälscht werden kann und sich erneut die Frage des fehlenden Vertrauens stellt.

Bei einer öffentlichen Blockchain muss überlegt werden welche Transaktionen in der Blockchain gespeichert werden. Angenommen es würde jede Transaktion in der Blockchain gespeichert, Ethereum kann nur ca. 15 Transaktionen pro Sekunde verarbeiten. Im Internet sind die aktuellen Durchsätze einsehbar. Es gibt Projekte um die Anzahl zu erhöhen. Beim Projekt ‚Sharding‘ validiert nicht jeder Node jede, sondern nur gewisse Transaktion. Beim ‚Project Casper‘ geht es um die Entwicklung weg Proof of Work hin zu Proof of Stake und darum den Durchsatz zu steigern. Das eine ist wie viele Transaktionen können pro Sekunde verarbeitet werden und das andere ist, wie viele Blöcke muss ich warten um sicher zu sein. Bei Bitcoin braucht man gerade fünf bis sechs Blöcke um sicher zu gehen. Denn es kann sein, dass zwei Miner gleichzeitig einen Block lösen und dann teilt sich das Rennen auf und je nachdem wer den nächsten Block findet, ergeben sich Äste. Und die Transaktionen in einem solchen Ast validiert wurden müssen, sofern sie nicht ebenfalls im Block der Hauptkette stehen, erneut validiert werden um in einen

Block der Kette geschrieben zu werden. Diese Durchsatzschwierigkeiten gelten allerdings nur für öffentliche Blockchains.

### Allgemein

**MS:** Welche Kosten sind für die Implementierung zu berücksichtigen?

**JH:** Die Kosten sind extrem abhängig von der gewählten Architektur.

**MS:** Wovon ist die Arbeitsdauer der Programmierung und Implementierung abhängig?

**JH:** Das ist abhängig von der gewählten Architektur, wobei die Frage entscheidender ist, wie ich alle Player dazu bekomme mitzuspielen. Die Blockchain lebt von der Ausnutzung des Netzwerkeffektes.

**MS:** Welche laufenden Kosten sind zu berücksichtigen?

**JH:** Transaktionskosten und die Energiekosten, welche je nach gewählten Validierungsmechanismus einen erheblichen Anteil ausmachen können, z.B. Proof of Work.

**MS:** Sind Ihnen Blockchain-Anwendungen mit integrierter Ortungsfunktion bekannt?

**JH:** Da gibt es ein sehr cooles Projekt, das nennt sich ‚Foam‘, das die Idee verfolgt Blockchain mit Lokalisierungsgeräten zu koppeln, z.B. Mobilfunkmasten und Bluetooth beacons. Der Validerer ist der Betreiber der Ortungsstation. Wenn mehrere Validierer ein Objekt in ihrem Bereich lokalisieren kann mithilfe von Triangulation und Time of Flight die Position eines Objektes bestimmt werden. Und diese GPS Information wird in die Blockchain gespeichert, sodass eine Aussage getroffen werden kann welches Objekt sich wo befindet.

**MS:** Gibt es eine Mindest-Anzahl an Nodes?

**JH:** Zwei sind auf jeden Fall zu wenig, denn derjenige der die meiste Rechenleistung hat bestimmt was in der Blockchain steht, weil er in der Lage ist schneller zu validieren als der andere. Dass die Rechenleistung permanent wirklich ausgeglichen sein wird ist ein eher theoretischer Fall. Je kleiner das Netzwerk, desto geringer die Sicherheit, desto geringer das Vertrauen in das System, desto mehr muss hinterfragt werden wofür Blockchain verwendet wird.

Blockchain ist ein verteiltes System und verteilte Systeme sind immer dann besser, wenn möglichst viele Teilnehmer dabei sind. Der Netzwerkeffekt funktioniert dann gut, wenn n gegen unendlich geht.

**MS:** Was sind die Vor- und Nachteile von IOTA?

**JH:** IOTA benutzt noch Proof of Work, das ist per definitiv Rechenintensiv und da ist die Frage, wie das einhergehen kann mit den kleinen IoT Boards. Sie könnten die Schwierigkeit des PoW runterdrehen, und es einfacher machen, damit diese Boards das ganze leichter verrechnen können, damit sinkt aber die Sicherheit des gesamten Netzwerkes. Ich glaube die haben eine ziemlich gute Marketingabteilung und gehen ziemlich aggressiv gegen Kritik vor. Es ist herausgekommen, dass deren Hash-Algorithmus war nicht kollisionsfrei war. D.h. das mit zwei verschiedenen Inputs der gleichen Hash-Wert generiert werden konnte, und am Ende nicht mehr eindeutig bekannt war, was der Input war. Als

das bekannt geworden ist, haben die mit gedroht mit rechtlichen Schritten gegen die Veröffentlichenden vorzugehen.

Ich finde die Idee mit den Tangle schon interessant, aber man liest sich das Projekt durch und weißt trotzdem nicht richtig, wie es funktioniert. Und wenn man das nicht weiß, ist die Frage, ob es wirklich sicher ist.

**MS:** Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit für dieses Gespräch genommen haben.

*Hinweis: Es handelt sich bei dieser Mitschrift lediglich um eine freie (sinngemäße) Transkription des Gespräches, in der zusätzlich irrelevante Passagen ausgelassen wurden.*

## B. Ergänzende Antworten Prof. Dr. Hinckeldeyn - E-Mail-Verkehr

AW: Masterthesis Blockchain Sharing HAW Hamburg

19/11/18, 14:51

### **AW: Masterthesis Blockchain Sharing HAW Hamburg**

Dr. Johannes Hinckeldeyn [Johannes.Hinckeldeyn@tuhh.de]

**Gesendet:** Donnerstag, 13. September 2018 09:14

**An:** Stenken, Maren

Hallo Frau Stenken,

sehr gerne. Anbei die Antworten:

1. Halten Sie die Verwendung von Blockchain für equipment sharing an Flughäfen mit 3 oder sogar 4 Parteien für sinnvoll?
2. Kann eine Aussage dazu getroffen werden, wie viele verschiedene Parteien mindestens notwendig sind, um Blockchain sinnvoll und sicher anwenden zu können?

>> Antwort: Ich finde die Fragen sind falsch gestellt. Es gibt keine feste Grenze, ab der sich so ein verteiltes System mit eingebautem Sicherungsmechanismus lohnt. Natürlich sollten es mehr zwei Parteien sein. Sie müssen sich eher fragen, ob sich das alles in einem trustless System abbilden lassen können muss. Also brauche ich diesen Sicherungsmechanismus der verteilten Datenbank wirklich, um diesen System vertrauen zu können oder vertrauen wir uns ohnehin schon so weit, dass wir gemeinsam Daten austauschen? Wenn wir uns ohnehin schon vertrauen, und das scheint mir bei so engen Kooperationen wie am Flughafen der Fall zu sein, warum brauchen Sie dann noch dieses trustless System mit allen Nachteilen (Durchsatz, Energieverbrauch, Speicherkapazität, Overhead etc.)? Das sehe ich bei Ihnen nicht so richtig gegeben. Wenn die Firmen ohnehin alle am Flughafen arbeiten, akkreditiert sind und Gegenstände austauschen, warum nutzen Sie nicht eine verteilte Datenbank ohne Sicherung? Oder hat man Angst, dass Sachen abhanden kommen?

Grundsätzlich gilt sowieso immer, dass die Sicherheit eine Blockchain mit dem Netzwerkeffekt steigt. Dieser Netzwerkeffekt hängt dann von der Anzahl der Knoten ab. In einem öffentlichen System, wie Ethereum oder Bitcoin, sind es 1000de Knoten, die so etwas absichern. Das sind aber ganz andere Anwendungen als bei Ihnen.

Quintessenz: Schauen Sie sich das Vertrauensmodell an und nicht die Anzahl der Teilnehmer. Darin liegt die Antwort zu der Frage.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Johannes Hinckeldeyn  
Oberingenieur

Institut für Technische Logistik  
Technische Universität Hamburg  
Theodor-Yorck-Straße 8  
21079 Hamburg

Telefon: +49 40 42878-4860  
Mobil: +49 177 6701835  
E-Mail: [johannes.hinckeldeyn@tuhh.de](mailto:johannes.hinckeldeyn@tuhh.de)  
Website: [www.tuhh.de/it/](http://www.tuhh.de/it/)

## C. Experteninterview Petersen - Transkript

Interview mit Dr. Moritz Petersen; Senior Researcher an der Kühne Logistik Universität in Hamburg.

26. Juli 2018 9 Uhr; 1h

**Maren Stenken:** Einleitung & Erläuterung Masterthesis.

Allgemeines

**MS:** Was bedeutet Blockchain für Sie?

**Dr. Moritz Petersen:** Ich gehöre grundsätzlich nicht zu denen die uneingeschränkt ‚Hurra‘ schreien, sobald es um diese Technologie geht. Die ist mit Sicherheit sehr interessant und es gibt auch Anwendungsfälle für die es geeignet erscheint, ob das tatsächlich so ist weiß noch kein Mensch. Denn jeder der behauptet er hätte irgendwas großskalig implementiert, abgesehen von irgendeiner Funktion als Kryptowährung – und das hat ja noch keine Währungsfunktion im eigentlichen Sinne – der lügt aus meiner Sicht oder übertreibt. Ich komme ja aus dem Logistik- und Supply Chain Eck und weniger aus dem Produktionsumfeld, zumindest in dem Thema Blockchain. Und da gibt es eine ganze Menge Menschen, die das als Beratung verkaufen wollen, die dann immer sagen der und der die haben jetzt einen Test gemacht und die rollen das jetzt aus auf eine Million Shipments oder so. Und das ist übertrieben und gelogen, denn das sind Pläne und ob die funktionieren weiß kein Mensch, denn für viele Fragestellungen ist es ich habe eine Lösung und jetzt suche ich ein Problem auf, das das passt. Und für viele dieser Lösungen würde auch eine völlig andere Lösung funktionieren. Dass das Problem noch nicht gelöst ist, liegt weniger daran, dass es ein Mangel an geeigneter Technologie war, sondern eher ein organisatorisches- oder Abstimmungsproblem. Das beantwortet jetzt noch nicht die Frage. Blockchain ist eine datenbankähnliche Struktur, die eine ziemlich schlechte Performance hat aktuell. Also mit einer richtigen, relationalen Datenbank überhaupt nicht vergleichbar ist von der Performance, aber es besondere, in manchen Kontexten wünschenswerte Eigenschaft hat, dass sie eben sehr, sehr manipulationssicher ist, auditierbar, dass die Einträge miteinander verknüpft sind über die die Verhashungsgeschichte. Es ist ein Kassenbuch, an dem man hinterher nichts mehr ändern kann. Und das gibt es Situationen, dass es eine größere Menge Teilnehmer an einem bestimmten Prozess gibt, die sich möglicherweise nicht vertrauen, für die man sonst um das Vertrauen herzustellen eine zentrale Instanz bräuchte – wie eben bei einer Währung eine Bank, oder auch ein Vermittlungsdienst. Das Versprechen von Blockchain ist Intermediäre überflüssig zu machen. Ob das klapp, schauen wir mal. Es gab vor einiger Zeit mal eine ähnliche Situation und das war RFID, wo sich sehr viele Leute ganz doll die Finger dran verbrannt haben, weil sie von

den Dächern gerufen haben, dass alle Prozesse vollständig neu aufgesetzt werden können, weil es ganz neue Identifikationsmöglichkeiten gibt. Die erhoffte neue Dimension der Supply Chain Transparenz ist nicht gekommen. Und das ist für mich gerade ein bisschen die gleiche Situation.

Das System ist nicht so einfach wie das Aufsetzen einer normalen Datenbank. Was mich interessiert sind organisatorische, governance Fragen und da muss der Mehraufwand im Ergebnis durch Mehrwert ausgeglichen werden.

**MS:** die nachfolgenden beiden Antworten wurden bereit angeschnitten. Würden sie neben der Manipulationssicherheit noch weitere Vorteile ergänzen?

**MP:** In manchen Situationen ist der Vorteil, dass der Mittelmann oder die Mittelfrau überflüssig wird. Bitcoin ist ja quasi der erste Anwendungsfall und da kann man das gut nachvollziehen. In anderen Kontexten, wo es vielleicht weniger um Vertrauen geht, würde man den Mittelmann unterstellen, dass er sonst keinen Mehrwert schafft. In der Logistik würde dem Logistikdienstleister oder Spediteur unterstellt, dass man im Grund nur jemanden braucht, der Waren fährt. Und wofür dieser Mittelmann auch noch bezahlt wird, für die Vermittlung, Koordination und das Tracking, dass kann dann durch eine Zaubertechnologie ersetzt werden. Das Mittelmanntema ist gar nicht überall so relevant als Vorteil.

Es ist dezentral, jeder hat einen eigenen Datensatz, es ist transparent, jeder kann sich das auswerten wie er will und seine business intelligence Lösung drüber laufen lassen. Daten gehören nicht einem und jeder kann von den Daten profitieren der an dem Thema angeschlossen ist. Und es ist verifiziert, wenn ich da drinstehen habe, dass ich was überwiesen habe, dann ist auch verifiziert, dass ich das wirklich war und das ich das Geld hatte. Ist wieder ein Thema für Währungen.

**MS:** Welche Schwierigkeiten birgt die Technologie, besonders im Hinblick auf die industrielle Anwendung?

**MP:** Es ist halt nicht ausgereift, die ist noch jung – ganz so jung auch nicht – und dass sie auf dem Schirm von allen möglichen Leuten ist, ist noch relativ früh. Es gibt Implementierung um Implementierung immer mehr, die alle immer besser werden im Hinblick auf die Anzahl der Transaktionen, die abgewickelt werden können. Am Horizont noch ein paar, wie IOTA, die sehr domainspezifisch und nicht für eine Hochsicherheitsanwendung, wie Finanztransaktionen, sondern als Betriebssystem für IOT Devices gedacht sind. DA passiert ganz viel, aber wir wissen noch überhaupt nicht wo es hingeht, oder wo es endet. Vielleicht hat man eine Idee davon, wo es enden sollte, aber wie man da hinkommt, weiß man auch nicht, denn aus volkswirtschaftlicher Sicht braucht man ja nicht Tausende Einzellösungen, die alle nicht interoperabel sind, sondern man braucht eine durchgängige Infrastruktur, wie das Internet auch. Da ist es völlig egal, wie sie da rein gehen oder mit welchem Programm sie ihre Email abrufen, es funktioniert einfach. Und da sind wir bei der Blockchain noch ganz weit von weg. Also erstmal gibt es von den public Blockchain

viel zu viele verschiedene Implementierungen, die nicht miteinander arbeiten und dann gibt es, wenn man dieses offene Prinzip auf den Geschäftskontext übersetzen will, dann stellen die Firmen ganz schnell fest: Das ist ja so offen und so transparent, das wollen wir ja doch nicht. Dann wird es erstmal private, dann merkt man je weiter man sich von der Ursprungsidee entfernt, natürlich die Vorteile auch nicht mehr so riesig sind wie vorher. Im Logistik Kontext: Logistik ist eine Netzwerkindustrie, in der ein Standort attraktiver wird, je Dienstleister ansässig sind. Beispiel Hamburg: Der Standort ist dann ein Knoten und so ist die Anbindung besser, an andere Orte. Die Branche profitiert aus Transportsicht davon, wenn viele Dienstleister an einem Standort ansässig sind. Bei Blockchain ist das etwas anderes: Wenn jeder sein eigenes System aufsetzt mit 5-6 handverlesenen Partner, auch wenn die viel Volumen haben, hilft das der Branche insgesamt nichts. Da muss es ein durchgängiges System geben, wo zumindest eine kritische große Masse teilnehmen kann. Das ist jetzt eher eine Hürde für eine größere industrielle Durchdringung. Ich glaube ein Problem der Technologie ist Bitcoin als erste Implementierung, weil Bitcoin ein negatives Image hat, was die Manipulationssicherheit angeht. Die Bitcoin Blockchain ist intakt, aber an angeschlossenen Wechselbörsen kommt immer wieder etwas abhanden, weil die geknackt werden. Es versteht aber kein Mensch, dass das etwas anderes ist und nicht die Blockchain. In einer relationalen Datenbank wäre das dort wo irgendwelche Schlüssel gespeichert werden. Es ist volatil, es wird als Hype wahrgenommen, es hat keinen richtigen Durchsatz und es verbraucht absurd viel Energie – und das kennen alle, mit denen ich über die Technologie 1-2 mal drüber spreche: Ich habe gehört, der kann nur 7 Transaktionen, der verbraucht so viel Energie wie... Dass das nicht das gleiche ist und es von den Proof-mechanismen Unterschiede gibt. Dass das nicht das gleiche ist und es von den Proof-Mechanismen Unterschiede gibt, dass nicht der extreme Proof-of-Work Mechanismus genutzt werden muss, den Bitcoin verwendet genutzt werden muss, ist vielen nicht bewusst. Bei IOTA ist es viel, viel schlanker. Das und überzogene Erwartungen.

**MS:** Wo sehen Sie in Zukunft die Rolle der Blockchain im Falle der industriellen Anwendung?

**MP:** Ist schwer zu sagen, ich reite ja auch so ein bisschen auf der Welle, was so Projekte und Veröffentlichungen angeht und würde mir deshalb wünschen, dass es durchgeht, weil die grundlegende Idee ja auch sehr charmant ist. Da sind wir bestimmt noch ein Jahrzehnt von weg. Wenn es gelingt, dass es eine durchgängige Infrastruktur wird, dann kann ich mir durchaus vorstellen, dass es für die Logistik potentiell für Regionen oder Transportmodus Lösungen gibt, die Durchgängig genutzt werden können, z. B. zum Absichern für Gefahrenübergänge und Dienstleisterübergreifendes Track and Trace. Dann gibt es so spezialisierte Beispiele, Everledger zum Beispiel für Diamanten, wo es kein richtiges Netzwerk braucht, sondern man es einfach auf Ethereum abbilden kann, ohne dass die gesamte Industrie mitziehen muss, sondern einfach ein neuer Standard gesetzt wird. Da

brauch es keinen Netzwerkeffekt, wenn nur 20% der Händler das nutzt, ist es eben für dieses 20% von Vorteil, weil die die Herkunft ihrer Diamanten zertifizieren können. Es ist aber kein Problem, dass die anderen 80% nicht mitmachen. Das ist dann eben ein anderer Umfang von Use Case. Da kann auch ganz schnell die Luft rausgehen.

**MS:** Es klingt im Allgemeinen so: Es wäre wünschenswert, wenn es sich durchsetzt, aber wir müssen einfach abwarten.

**MP:** Ja, genau. Wenn sich die Technologie in eine Richtung entwickelt, die dann irgendwann das abbilden kann, was sie abbilden müsste und wenn sich die richtigen Player einigen. Wenn man sich z. B. den Ocean Carrier Markt anguckt, dort gibt es 3-4 große Reedereien oder Verbünde, die müssen sich nur einigen und zusammen ein System aufsetzen. Maersk hat mit IBM gezeigt, dass es machbar ist und Vorteile hat, aber ansonsten macht jeder irgendein Proof of Concept, dass lediglich in einem sehr künstlichen Umfeld zeigt, dass das möglicherweise funktionieren könnte. Aber da erscheint es sinnvoll und der Schmerz ist groß. Außerdem verdient die Industrie nicht so viel Geld, von daher sind alle gut beraten, wenn die Prozesse etwas durchgängiger werden und die Papierwirtschaft ein bisschen zurückgefahren wird. Aber diese 3 oder 4 müssten sich zusammensetzen und gemein in Infrastruktur investieren, in der alle gleich sind und keiner Geld mit verdient. Und dann haben sie hinterher alle Vorteile davon. Das machen sie aber nicht, sondern Maersk prescht vor und bietet seinen Service an, damit alle auf ihre Plattform kommen. CMA, Hapag sagen alle sicher nicht. Es ist schon in einer Industrie, in der es sehr wenige gibt schwierig, entsprechend ist es in einer Industrie, wo selbst die größten Player nur wenige Prozente am Markt halten kaum vorstellbar. Aber mal schauen.

### Sharing

**MS:** Kennen Sie existierende Sharing-Konzepte auf Basis der Blockchain, z. B. Carsharing?

**MP:** Ich erinnere mich nicht an den Namen, aber ich weiß, dass VW sowas als Proof of Concept gebaut hat, bereits vor 2 Jahren. Da ist der Proof of Concept noch ein bisschen aufwendiger, weil noch Hardware im Auto dazugehört. Keine Ahnung, ob das etwas ist, was die verfolgen. In 10 oder 20 Jahren haben unsere Autos, dann vielleicht E-Wallets. Ich bin da insgesamt etwas skeptisch. Es heißt nicht, dass das nicht funktionieren kann, aber auch das Smart Contract ist einfach so kompliziert noch: Wie man den schreibt und wenn man den falsch schreibt, dann ist der einfach da. Der Sinn ist ja eigentlich, dass der dann nicht mehr editierbar ist. Falls es doch eine Möglichkeit Teile auszulagern widerspricht das dem System. Für jüngere Menschen mag das alles gut vorstellbar sein, es gibt aber eine ganze Menge Menschen jenseits 30, 40 oder 50 Jahre, für die das relativ schwer zu verstehen ist. In 15 Jahren fahren unsere Autos vielleicht selbst und das ist einfach zu verstehen, dass man kein Auto mehr besitzt, dass das auch selbst verwaltet und abrechnet, dass man auf der Autobahn dem vorausfahrenden einen Minimalbetrag zahlt, dass man in seinem Windschatten fahren darf, das ist so eine Sciene Fiction Zukunftsmusik, dass sich

Menschen, die sich damit nicht intensiv beschäftigen, sich da nichts drunter vorstellen können.

### Backend

**MS:** Beim Aufbau einer Blockchain in der industriellen Anwendung gibt es verschiedene Dinge zu berücksichtigen. Z. B. bei der Architektur (public, private, permissioned – proof of work, proof of stake...) Ich bin mir nicht ganz sicher, wo ich Smart Contract einordnen soll. Ist das einfach nur ein Framework?

**MP:** Also, es gibt unterschiedliche Implementierungen: Die erste ist Bitcoin, dann IBM mit Hyperledger – da gab es vielleicht noch was zwischen ich bin kein Experte was Implementierungen an geht - und dann kam Ethereum als Dritte. Und Ethereum hat Smart Contract als feature eingeführt. Und smart Contracts sind nicht anderes als ein bisschen Programmiercode, der, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind, ausgeführt werden. Die Idee ist sehr charmant. Wenn z. B. eine Radiostation einen bestimmten Song abspielt, wird automatisch ein Smart Contract ausgelöst, wo dann ein Minimalbetrag an den Künstler geht. Das ist nur eine Bedingung: Wenn das passiert, dann machst du genau das. Das gibt es für manche Implementierungen und für manche nicht und die regen die Fantasie an. So können Zahlungen automatisiert werden. Oder auch im Energiehandel: Ungenutzte Elektroautos könnten ihren Strom zu Spitzenzeiten verkaufen und sich dann später wieder aufladen, um die Netzauslastung zu balancieren.

**MS:** Das heißt hinter Smart Contract steht immer eine Blockchain, weil es ja immer auf Zahlungen zurückläuft?

**MP:** Ja. Aber Smart Contracts laufen auch nur auf manchen Implementierungen. Ich bin allerdings kein Technologieexperte – ich finde Anwendungen interessant. Aber immer wenn man so etwas aufsetzt sollte die erste Frage sein: Brauch es eine Blockchain dafür. Diese Frage ist extrem wichtig finde ich. Denn gerade, wenn es nur zwei Partner sind, die miteinander agieren, brauch man den Aufwand nicht treiben eine Blockchain zu bauen. Wenn man größer denkt und sagt irgendwann sind das 100, dann eventuell schon.

Es gibt eine ganze Reihe schöner Bilder – Entscheidungsbaum und flowcharts – mit verschiedenen Fragen und wenn man die alle ehrlich mit Ja beantwortet, dann kann man in Erwägung ziehen eine Blockchain zu entwickeln. Andernfalls, falls es ein Vertrauensproblem gibt, kann man erst einmal etablierte Mittelmänner verwenden. Dann ist auch die Frage, ob es Manipulationssicher sein muss und Transparenz über Informationen vorhanden sein muss. Die Frage ob es mehr als zwei Teilnehmer sind, habe ich habe noch nicht gesehen, ist aber natürlich auch ein Thema.

Mir fällt noch was ein: Schauen sie sich mal Contractus an. Das ist ein Technologieunternehmen/Berater, also ein Blockchainunternehmen, von denen ich letztes Jahr im Oktober einen Vortrag gesehen habe zum Thema Sharing von Maschinen. Die haben im Grund angefangen die Abstimmung per Mail, Telefon und Fax zu ersetzen. Da ist der Benefit

der Blockchainlösung ist weniger, dass das super sicher und auditierbar ist, sondern, dass man händische Papierprozesse versucht zu ersetzen.

**MS:** Die verschiedenen Elemente der Blockchain bietet in der industriellen Anwendung Vorteile und Nachteile. Elemente sind z.B. Private, Public und Permissioned. Die Vorteile des öffentlichen Netzwerkes sind, dass es die ursprüngliche Idee, die angedachten Sicherheiten und Dezentralität. Was wären die Vorteile des privaten Netzwerkes?

**MP:** Man braucht nicht so hohe Sicherheitsanforderungen. Man kann ein Teil des Sicherheitsbedingten Vertrauens ersetzen, weil man ja doch Vertrauen im Netzwerk hat. Absprachen werden zusätzlich juristisch festgemacht. Bei Aufbau einer solchen Blockchain macht die Implementierung nur 20 oder 30% aus, während die Einigung mit den Partnern und die juristische Abklärung einen Großteil einnimmt. Bei der privaten Blockchain weiß man wer beteiligt ist. Bei Bitcoin zum Beispiel kennt man den Gegenpart i.d.R. nicht oder man muss ihn nicht kennen. Es ist sicherer dadurch, dass sich nicht jeder anschließen kann. In den meisten Idee gibt es doch einen Superuser, der dann Zugriffsrechte vergibt, diese Netzwerke sind immer permissioned. Es entspricht eher dem Mindset der meisten Unternehmen, dass es zugriffsbeschränkt ist und eine Privatveranstaltung.

**MS:** Wobei durch die Zugangsbeschränkung dann der Mittelman doch wieder zum Thema wird und man sich sehr weit entfernt von der ursprünglichen Idee der Blockchain. Im letzten Interview wurde dabei die Frage aufgeworfen, warum nicht eine andere dezentrale Datenstruktur verwendet wird.

**MP:** Genau, bei zwei Partner kann man bei Google docs auch einfach eine Tabelle bauen, auf die man online zugreifen kann. Abhängig von den Anforderungen natürlich. Blockchain ist eine Lösung mit der oftmals versucht wird eine Lösung zu erschlagen, die vorher auch schon hätte erschlagen werden können. Das Everledger Projekt für den Diamantehandel stellt allerdings eine Lösung dar, die neu ist. Diamanten haben einzigartige Charakteristika, und damit eventuell auch das einzige Produkt, sodass man die eindeutig identifizieren kann. Wie so einen Fingerabdruck. Ein Verändern des Fingerabdrucks ist möglich, aber durch den Wertverlust beim Umschleifen bietet sich das wirklich nicht an. Zertifizierung auf Papier ist geduldig und kann gefälscht werden. Und wenn ein Diamant geklaut wird ist es wohl kein Problem neue Papiere dafür zu beschaffen und sich als Eigener auszuweisen. Eine Blockchainlösung in der der Fingerabdruck des Steins gespeichert ist und dahinter steht wem der gerade gehört, führt dazu, dass der Händler, der den ankauft will danach suchen kann und dann eben feststellen kann, ob der Verkäufer auch der Eigentümer ist. Und da stellt die nicht Manipulierbarkeit der Einträge vertrauen her und es muss öffentlich sein, permissionless sein. Da wird völlig klar, dass es sinnvoll ist und Vorteile hat.

**MS:** Wo liegen beim Proof of Work und Proof of Stake die Vor- und Nachteile?

**MP:** Das sind ja nur zwei und es gibt ja irrsinnig viele und die unterscheiden sich halt hinsichtlich der Sicherheitsstufe quasi. Wenn man das zu zweit oder zu fünft macht, alle

an einem Standort und es muss eine Blockchain sein, weil es irgendeinen Vorteil hat, den keiner sehen kann, dann ist das Vertrauensproblem nicht so groß. Dann geht es mehr um eine Nachvollziehbarkeit. Was natürlich interessant sein könnte – ich weiß nicht, ob das für ihren Anwendungsfall relevant ist – wenn man Maschinenstunden hätte, bspw. bei CNC Bearbeitungszentren, verschiedene Abteilungen eines Unternehmens eine Maschine teilen, dann braucht man kein Buch. Sondern da kann man das potentiell vernünftig nachvollziehen, um Kosten umzulegen. Das geht jetzt etwas von dieser Proof Frage weg. Aber es geht dann doch nur darum, dass die Transaktionen, die eingetragen werden auch die Richtigen sind. Manchmal braucht man auch gar keinen richtigen Proof. Interessant ist doch warum die gemeinsam Daten ablegen wollen und welche Daten, was die dann mit den Daten machen wollen.

Was ist jetzt das Problem warum das gelöst wird? Wir haben jetzt zwei Ground Handling Firmen und die Förderbänder o.ä. stehen darum, es sind genug da. Gibt es denn eine Knappheit? Es muss aber doch bereits jetzt eine Planung der Betriebsmittel stattfinden, es sei denn es gibt wirklich ausreichend. Dann kann es sein, dass ein GSE kaputt geht und dann soll nachvollziehbar sein, wer das kaputt gemacht hat.

**MS:** Von einigen GSE haben beide Parteien genügend, aber einige wenige erleichtern die Tätigkeiten, aber nur eine Partei verfügt über diese.

**MP:** Wofür brauche ich dann eine Blockchain. Einer hat etwas, dass der andere nutzen möchte. Ich könnte ja einfach aus dem Fenster gucken und schauen ob das Gerät dort gerade steht und dann den anderen Fragen ob er das in der nächsten Stunde nutzt. Also welche Daten müssten überhaupt in eine Datenbank Lösung eingetragen werden und was wird mit den Daten gemacht. Will man hinterher abrechnen?

**MS:** Genau, die Nutzung soll finanziell kompensiert werden.

**MP:** Und wie kommen die Daten überhaupt rein in die Blockchain?

**MS:** Da habe ich verschiedene Ansätze. Es könnte von PC zu PC sein. Also ein Mitarbeiter hat Zugriff auf die Blockchain und kann prüfen, welche Geräte verfügbar sind. Alternativ ist es vorstellbar über eine App mit dem Smartphone o.ä. auf die Blockchain zuzugreifen. Wo die Geräte im Idealfall mit einer Ortungsfunktion versehen werden, d. h. ich kann auf einer Karte sehen wo sich welches Gerät befindet und kann dann sehen ob das Gerät von eigentlich Besitzer reserviert oder komplett frei ist. Und dann direkt am Gerät die Entleiherung mittels QR oder etwas sichererem auszulösen. Nach der Nutzung wird es zurückgegeben. Dann kann für die Abrechnung in Echtzeit Kryptowährung transferiert werden, oder es werden Daten ausgetauscht, auf Basis derer am Ende des Monats eine Abrechnung gemacht wird.

**MP:** Es klingt alles sinnvoll, aber es klingt nicht so, als ob für den Anwendungsfall eine komplizierte neue Technologie gebraucht wird. Blockchain würde ja nur helfen, wenn einer Angst hat, dass der Andere ich betrügt. Und dann gäbe es immer noch ganz viele Möglichkeiten das zu tun. Ansonsten müsste das Ausbuchen mit irgendwelchen Bewe-

gungsdaten verbunden sein, ansonsten kann ich auch ausbuchen, während es noch läuft. Das ist auch ein Grundproblem von der Blockchain. Es ist schön, dass da Sensoren o. ä. angebunden werden können, aber auch das funktioniert alles noch nicht so sauber, als dass das dann manipulationssicher wäre. Wenn das drinsteht, dann mag es nicht editierbar sein. Aber dass das richtige eingetragen wurde, das kann man vielfach nicht nachweisen, wenn es um physische Dinge geht. Wenn es nur digital Transaktionen sind, gibt es keine Schnittstelle zur physischen Welt, wo wer Schindluder treiben könnte. Bei allem anderen gibt es das aber und dann ist der Proof-Mechanismus völlig irrelevant, weil das Problem ist nicht das jemand die Daten verändern würde wollen.

Bei zwei Knoten müssen sich die beiden immer einig sein, man hat nie die Situation wo ein Knoten den Anderen überstimmen könnte. Damit es vielleicht nicht ganz so negativ ist, kann man größer denken. Es mag auch Situationen geben, wo es eben um Sharing geht – z. B. ein selbstverwaltendes Car2Go System, ohne Mittelmann – dann gibt es natürlich Vertrauens- und Nachvollziehbarkeitsthemen für die das dann wieder interessant ist. Aber in so einem ganz kleinen Kontext reicht wahrscheinlich eine Excel Datei.

**MS:** Wenn man sich in das Thema eingearbeitet hat, sind es mehrere Themen, die gegen die Verwendung sprechen: Es ist ein kleines Netzwerk, d. h. der Netzwerkeffekt kann nicht wirken. Man hat auch Schwierigkeiten mit dem 51%-Angriff, und Sicherheit als Vertrauensersatz ist kein Thema, da ich die andere Partei kenne.

**MP:** Genau. Und es wird immer noch eine andere Lösung dazu benötigt. Man wird ja nicht in die Blockchain die Planung des Betriebsmittels eintragen. Und dann immer noch ein Abruf – eine App klingt ja ganz charmant. Aber die Daten, die auf der App angezeigt werden, ob das überhaupt verfügbar ist, können sich ständig ändern, je nachdem wie der Flugverkehr sich entwickelt. Diese Informationen würde man nicht in eine Blockchain speichern – klar kann man alles dort speichern – aber das sind ja die eigenen Planungsdaten. D. h. es gäbe sowieso ein anderes System und für die Verrechnung von Maschinenstunden gibt es bestimmt irgendwelche tollen Lösungen – dafür bin ich nur wahrlich kein Experte – die das Abbilden.

Fragen Sie doch mal Jemanden von Lufthansa Industrie Solutions, die machen auch so ähnliche Sachen. Die beschäftigen sich auch, z. B. in Richtung Ortung, mit Blockchain – so wie jeder heutzutage. Was die da genau machen, weiß ich allerdings nicht.

**MS:** Das werde ich auf jeden Fall machen.

#### Allgemein

**MS:** Sind Ihnen Blockchain-Anwendungen mit integrierter Ortungsfunktion bekannt? Im letzten Interview habe ich z. B. von ‚Foam‘ gehört.

**MP:** Im Logistikkontext möchte man ja immer wissen, wo seine Sendung ist. Und das ist dann weniger eine Ortung, sondern mehr eine „Letzter Standort“-Abfrage. Also das letzte Mal irgendwo eingecheckt, im Grunde das gleiche, was die Paketdienstleister heute auch machen. Das hilft den Fortschritt nachzuvollziehen, aber wo das Ding genau ist, weiß

man dann immer noch nicht. Man muss sich allerdings auch überlegen, je nachdem welche Blockchain es ist, dass die vom Durchsatz noch sehr begrenzt sind und man da nicht alles unbegrenzt reinspeichern kann. Bei Ethereum kostet es zum Beispiel wirklich viel Geld dort Daten zu speichern.

**MS:** Dass ist eine Thematik, über die ich auch gestolpert bin, dass es übertrieben teuer wäre alle Reservierungspläne dort einzuspeisen.

**MP:** Ja, genau. Zumindest in einem öffentlichen Netzwerk. Man kann natürlich seine eigene Lösung aufsetzen, die man dann nicht bezahlen muss, aber dann sollte man sich zumindest im Klaren sein, was Sinn macht dort abzuspeichern. Oder wirklich eine verteilte Datenstruktur zu nehmen, in die jeder reingucken kann, aber wo es nicht darum geht, dass man diese Proof-Mechanismen dahinter hat, weil die das ganze enorm verkomplizieren.

Zurück zur Frage: Viele Logistik Use Cases zielen auch auf eine Nachvollziehbarkeit – auch Versicherungstechnisch – ab, sodass man weiß wo sich etwas befindet. Das spielt immer irgendeine Rolle, aber an eine Lösung auf einem begrenzten Firmengelände – wie beim Flughafen – kann ich mich nicht erinnern.

**MS:** Was halten sie von dem Ansatz von IOTA im aktuellen Entwicklungszustand?

**MP:** Ich bin da gar kein großer Experte. Ich weiß nur, dass der Proof-Mechanismus mit nur zwei Knoten funktioniert, also dass die Idee ist, je weniger Knoten bestätigen, desto schneller und dezentral abgewickelt werden kann. Vor zwei Wochen hat auf einer Konferenz ein Förderer des Projektes ausgesagt, dass die noch nicht richtig geliefert haben, aber große Versprechungen gemacht werden, dass das kryptografisch alles passt. Er sagte aber auch, dass er sicher kein unreflektierter Fanboy, aber wenn die Hälfte von den Versprechungen umsetzbar wäre, dann wäre das eine hilfreiche Entwicklung für Internet of Things Anwendungen. Aber viel mehr kann ich da auch gar nicht zu sagen.

**MS:** Ich habe gehört, dass die wohl eine gute Marketingabteilung haben sollen.

**MP:** Das bestimmt. Aber das haben die alle, die verkaufen sich alle. Die ganze Blockchain Start-Ups – wir könnten auch in drei Tagen ein Blockchain Start-Up aufsetzen und würden dann ein Whitepaper schreiben über Betriebsmittel-Sharing am Flughafen und würden sagen: Es gibt schon eine Idee und machen ein paar Fotos von Flugzeugen mit einem Trolley drauf auf unsere Webseite. Und sagen: So, das ist unsere Idee und sammeln Geld von Investoren. Viel mehr steckt hinter dem meisten nicht. Die Ideen sind auch gar nicht schlecht, aber wenn man versucht herauszufinden, was die denn machen, findet man doch eher Idee. Es heißt zwar oft: Es gibt Start-Ups, die machen das. Es sind aber doch nur ihre Ideen.

**MS:** Genau, es sind sehr, sehr viele Ideen im Umlauf, viele Whitepapers, und sehr, sehr wenig ist umgesetzt.

**MP:** Es ist schwierig festzustellen, was da tatsächlich hinter steht. Mir fällt das nicht leicht. Ins Whitepaper kann man zwar reingucken, aber da steht immer das gleiche drin:

Tolle Pläne und Ideen. Es regt die Fantasie an und man kann sich ganz vieles vorstellen, was funktionieren könnte, aber ob das dann klappt weiß man auch nicht.

**MS:** Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit für dieses Gespräch genommen haben, das für mich sehr aufschlussreich war. Ich komme immer mehr zu dem Schluss, dass ich kein Konzept entwickeln werde, sondern es vielmehr eine kritische Auseinandersetzung mit der Technologie wird.

**MP:** Ja, also ein Implementierungskonzept wäre wahrscheinlich wirklich nicht so sinnvoll. Man muss bei den Use Cases wirklich sauber rausschneiden, was dafür die Anstrengung wirklich rechtfertigt. Und nur ein wir wollen jetzt auch mal Blockchain machen – dann macht man irgendein Proof of Concept und kann das behaupten getan zu haben, dafür muss man nicht wirklich eine Implementierung starten für irgendein Thema, das sich dann eigentlich gar nicht lohnt. Der finanzielle Impact des Sharings ist natürlich auch relevant. Wenn nur ein Förderband hin- und her getauscht wird, ist der wohl eher nicht so groß. Das muss alles irgendwie im Verhältnis stehen und da ist wahrscheinlich irgendeine online Eingabemaske passender. Schauen Sie sich wirklich das Projekt von Contractus an, so langsam setzten sich da wieder einige Informationen zusammen. Da gingen ursprünglich gar nicht darum erstmal eine Blockchain aufzusetzen, sondern überhaupt Datenaustausch zu institutionalisieren. Vielleicht finden sie da irgendwas.

**MS:** Ansonsten noch eine Frage: Kennen Sie weitere Personen, die ich zu diesem Thema befragen könnte.

**MP:** Nicht zu ihrem speziellen Thema. Ich kenne noch andere Leute, die ihnen das gleiche erzählen würden wie ich, aber es sollte natürlich eine sinnvolle Ergänzung der Informationen sein und keine Kopie von dem was ich Ihnen gerade erzählt habe. Ich denke mal drüber nach, wobei sich die Fragestellung der kleinen Netzwerke in der Logistik eher nicht stellt.

**MS:** Vielen Dank.

*Hinweis: Es handelt sich bei dieser Mitschrift lediglich um eine freie (sinngemäße) Transkription des Gespräches, in der zusätzlich irrelevante Passagen ausgelassen wurden.*

## D. E-Mailverkehr Arnaud Gramme zum Equipment Pooling am London Luton Airport

From: "Gramme, Arnaud" <arnaud.gramme@tcr-group.com>  
To: "Stenken, Maren" <Maren.Stenken@haw-hamburg.de>  
Date: 9/11/2018 6:13:18 AM  
Subject: RE: LLA equipment pooling

---

Hi Maren,

In case my colleagues don't come back with you, here's what I know (see comments below). I'm not 100% sure about the practicalities and stand allocation though (is it just one stand or are GSE allocated to a group of stands)

Best regards,

Arnaud

---

**From:** Stenken, Maren [mailto:Maren.Stenken@haw-hamburg.de]  
**Sent:** 11 September 2018 13:57  
**To:** Info UK <info.uk@tcr-group.com>  
**Subject:** LLA equipment pooling

Dear ladies and gentleman,

I'm a masters student in production technology and management at the university of applied sciences Hamburg and I'm currently working on a master thesis on the topic of GSE sharing for airports based on blockchain technology.

During my research I read about equipment pooling at London Luton Airport.

For my thesis I'm kindly asking you for your help to answer me some questions on the equipment pooling that's in use at LLA. I hope that you're the right contact for this topic or, if not, advise me whom to contact.

1. Who owns the equipment at LLA? TCR UK owns the equipment which is rented to the handlers under a pooling agreement
2. Is the pooling based on a certain technology, (safety) mechanism, programming or similar? The pooling is not based on a specific technologies but the specifications of the equipment have been agreed upon by the handlers, the airport and TCR. The principle is to have equipment available to use for all the handlers.
3. How is the equipment tracked? Does the equipment have fixed parking positions? The equipment is tracked through telematics devices showing where the equipment is, when the equipment is used and by whom (operator). As far as I know there's not an exact parking position but the GSE is allocated to a specific stand (or a specific zone of several stands).
4. How do employees of ground handlers rent an equipment? Which actions are needed and do the actions only take place on site of the equipment? (Is it only a card that is needed to rent?) In order to use an equipment, employees (ground operators) need a badge which will be swiped on the telematic device and enable the operator to use the equipment. All equipment available on site is rented under the pooling contract, meaning no specific steps are needed other than swiping and using the equipment.
5. Is it possible to reserve equipment in advance? Equipment cannot be reserved and is used when necessary. Having the GSE reserved for a dedicated stand makes it unnecessary to reserve it as it will be available anyway.
6. Is the settlement automated? The settlement is not automated and is subject to specific calculations and checks from TCR's part. The payment is based on the number of turns (aircrafts serviced , 1 turn is an arrival + the departure). TCR invoices based on the DidFly report received from the airport authorities and calculates the amount of turns serviced by each handler (knowing that handler X serves British Airways and Ryanair, handler Y serves EasyJet, etc etc). The monthly payment is then based on the number of turns x price per turn (which is fixed and predefined)

I really appreciate your help.

Kind regards,  
Maren Stenken



## Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung einer Abschlussarbeit

Gemäß der Allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung ist zusammen mit der Abschlussarbeit eine schriftliche Erklärung abzugeben, in der der Studierende bestätigt, dass die Abschlussarbeit „– bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit [(§ 18 Abs. 1 APSO-TI-BM bzw. § 21 Abs. 1 APSO-INGI)] – ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich zu machen.“

Quelle: § 16 Abs. 5 APSO-TI-BM bzw. § 15 Abs. 6 APSO-INGI

Dieses Blatt, mit der folgenden Erklärung, ist nach Fertigstellung der Abschlussarbeit durch den Studierenden auszufüllen und jeweils mit Originalunterschrift als letztes Blatt in das Prüfungsexemplar der Abschlussarbeit einzubinden.

Eine unrichtig abgegebene Erklärung kann -auch nachträglich- zur Ungültigkeit des Studienabschlusses führen.

### Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung der Arbeit

Hiermit versichere ich,

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

dass ich die vorliegende \_\_\_\_\_ – bzw. bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit – mit dem Thema:

ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

*- die folgende Aussage ist bei Gruppenarbeiten auszufüllen und entfällt bei Einzelarbeiten -*

Die Kennzeichnung der von mir erstellten und verantworteten Teile der \_\_\_\_\_ ist erfolgt durch:

\_\_\_\_\_  
Ort

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift im Original