



VERY LARGE
BUSINESS APPLICATIONS
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Potentiale für den Einsatz von Blockchain Technologie in der Energiewirtschaft

Masterarbeit

Themensteller: Prof. Dr.-Ing. Jorge Marx Gómez
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Hergen Pargmann

Vorgelegt von: Nils Lutz
Erlenweg 5
26129 Oldenburg
+49 173 25 28 407
nils.lutz@uni-oldenburg.de

Abgabetermin: 30. April 2017

Inhaltsverzeichnis

Glossar	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
1.1. Problem	1
1.2. Fragestellung	2
1.3. Zielsetzung	2
1.4. Aufbau der Arbeit	3
2. Grundlagen Distributed Ledger Technology	4
2.1. Definition	4
2.2. Technologischer Hintergrund	6
2.2.1. Sicherheit	6
2.2.2. Konsensalgorithmen	6
2.2.3. Netzwerke	7
2.2.4. Distributed Computing	8
2.3. Ausprägungen von Distributed Ledger Technology	8
2.3.1. Blockchain	8
2.3.2. Tangle	9
2.3.3. Hash Graph	9
2.3.4. Public	9
2.3.5. Private	9
2.3.6. Consortium	10
2.4. Abgrenzung Kryptowährungen	10
2.5. Vorhandene Distributed Ledger	11
2.5.1. Bitcoin	11
2.5.2. Ethereum	11
2.5.3. IOTA	11
2.5.4. Ripple	11
2.5.5. IBM Bluemix	11
2.5.6. Microsoft Azure	11
2.5.7. Hyperledger Fabric	11
3. Energiewirtschaft	12
3.1. Energieträger	12
3.1.1. Konventionelle	12
3.1.2. Erneuerbare	13

3.2. Energiemarkt	14
3.2.1. Erzeuger	14
3.2.2. Konsumenten	14
3.2.3. Handel in Europa	14
3.2.4. Deutschland	14
3.3. Wandel der Energiewirtschaft	14
3.3.1. Rechtliche Situation	14
3.3.2. Infrastruktur	14
3.3.3. Energiemix	14
3.3.4. Smart Grids und Smart Cities	14
3.4. Geschäftsmodelle	14
3.4.1. B2B	14
3.4.2. B2C	14
3.4.3. M2M	14
4. Anwendungsgebiete für DLT in der Energiewirtschaft	16
4.1. Methoden zur Ermittlung der Anwendungsgebiete	16
4.1.1. SWOT-Analyse der Technologie	16
4.1.2. Entscheidungsbaum	16
4.2. Kriterien	16
4.2.1. Transaktional	16
4.2.2. Geschwindigkeit	16
4.2.3. Transparenz	16
4.2.4. Vertrauen	16
4.2.5. Unveränderlichkeit	16
4.2.6. Geschäftsregeln	16
4.3. Mehrwerte durch Distributed Ledger Technology	16
4.3.1. Transaktionskosten	16
4.3.2. Transaktionsgeschwindigkeit	16
4.3.3. Datenverfügbarkeit	16
4.3.4. Innovationskraft	16
4.4. Auswahl Geschäftsprozesse der Energiewirtschaft	16
4.4.1. Virtuelles Kraftwerk	16
4.4.2. Verwaltungsgesellschaft	16
4.4.3. Energiehandel	16
5. Proof of Concept	17
5.1. Anforderungen DLT und Energiewirtschaft	17
5.1.1. Data Flow	17
5.1.2. UI und UX	17

5.2. System Architektur	17
5.2.1. Business Network	17
5.2.2. Sicherheit	17
5.2.3. Cloud Ressourcen	17
5.3. Entwicklung	17
5.3.1. Tools	17
5.3.2. Algorithmen	17
5.4. Evaluation	17
6. Abstraktion	18
7. Fazit	19
A. Anhang	VII
Literaturverzeichnis	VIII

Glossar

BTC	Bitcoin.....	6
DLT	Distributed Ledger Technology.....	4

Abbildungsverzeichnis

1.	Gartner Inc. Hype Cycle 2017	1
2.	Vereinfachte Darstellung einer Blockchain	4
3.	Veränderung des Transaktionsmodells durch die Blockchain	5
4.	Placeholder Half Page	7
5.	Placeholder Half Page	8
6.	Placeholder Half Page	9
7.	Placeholder Half Page	10
8.	Placeholder Half Page	11
9.	Placeholder Half Page	12
10.	DLT Type Matrix	13
11.	Placeholder Half Page	15

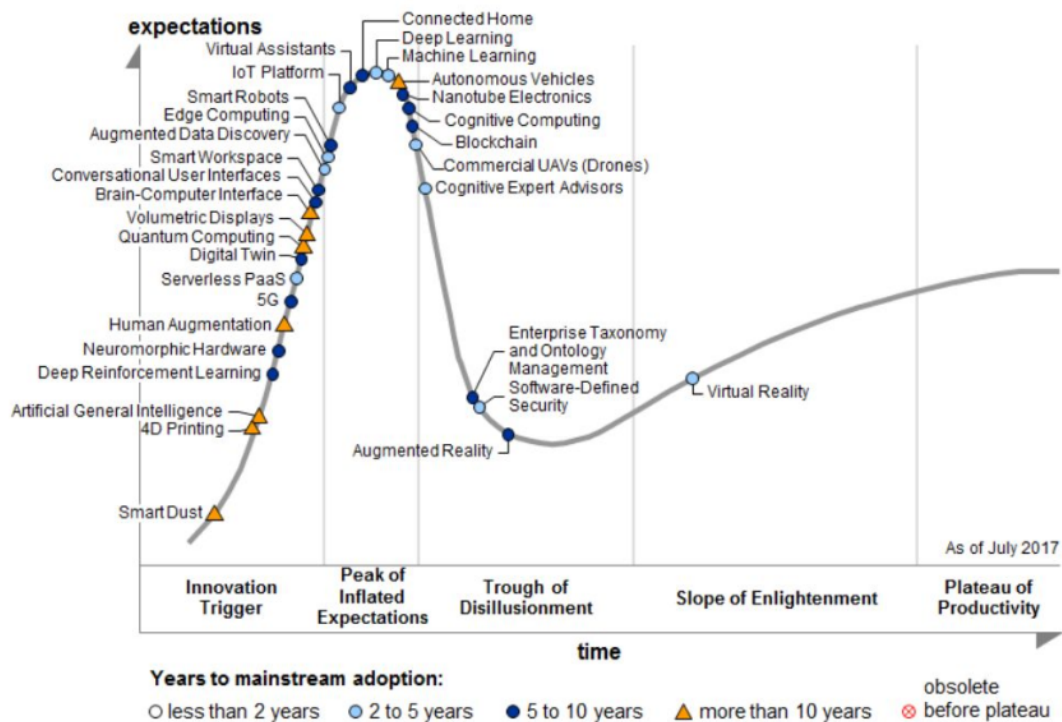
Tabellenverzeichnis

1. Einleitung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

1.1. Problem

Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017



Note: PaaS = platform as a service; UAVs = unmanned aerial vehicles

Source: Gartner (July 2017)

Abbildung 1: Gartner Inc. Hype Cycle 2017

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At

vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

1.2. Fragestellung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

1.3. Zielsetzung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo

dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

1.4. Aufbau der Arbeit

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

2. Grundlagen Distributed Ledger Technology

In diesem Grundlagen Kapitel soll ein Verständnis für die unterschiedlichen Begriffe und Verfahren der Blockchain Technologie etabliert werden. Beginnend mit einer allgemeinen Definition des Begriffs Blockchain, werden die verschiedenen Arten von Distributed Ledger Technology (DLT) im Detail betrachtet und definiert. Eine Abgrenzung zu Kryptowährungen soll zeigen, dass Blockchain nicht gleich Kryptowährungen bedeutet. In Kapitel 2.4 wird der technologische Hintergrund erörtert und abschließend soll eine Auflistung der vorhandenen DLT die aktuelle Herstellerlandschaft zeigen.

2.1. Definition

Unter dem Begriff Blockchain wird eine Technologie verstanden, die eine erweiterbare Liste von Datensätzen bildet. Jeder Eintrag in dieser Liste wird Block genannt und ist durch kryptographische Methoden untereinander verkettet. Als Inhalt besitzt jeder Block einen kryptographischen Hashwert des vorhergehenden Blocks, sowie einen Zeitstempel und die eigentlichen Daten.[Nar16, Vgl.] (Abbildung 2)

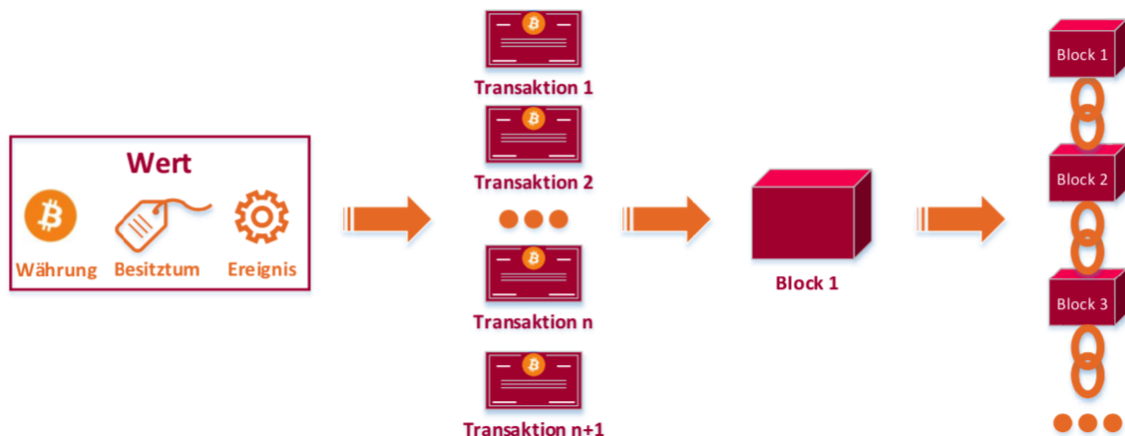


Abbildung 2: Vereinfachte Darstellung einer Blockchain[GMS17]

Technisch ist eine Blockchain also eine Art dezentrale Datenbank. Das Netzwerk aus Teilnehmern der Blockchain entscheidet im Konsens welcher Block (Datensatz) valide ist und der Gesamtmenge an Blöcken (Datenbank) angehängen wird. Zur

Konsensbildung werden spezielle Algorithmen verwendet, um einen sog. byzantinischen Fehler zu verhindern. Durch die Vielzahl der Teilnehmer kann das mögliche Fehlermodell bei der Konsensbildung sehr komplex und schwer zu erfassen sein. Darauf beziehen sich byzantinische Fehler und die vorhandenen Lösungsansätze.

Der Oberbegriff Distributed Ledger Technology (DLT) wird in diesem Kontext gleichermaßen Synonym verwendet. Jedoch muss nicht zwingend jedes „Distributed Ledger“ eine Blockchain als technische Grundlage verwenden. Viele unterschiedliche Ansätze werden aktuell in der Forschung und freien Marktwirtschaft erprobt und auf ihre Eigenschaften hin untersucht.[Mit18, Vgl.]

Das hohe Maß an Sicherheit, welches mit dem Begriff Blockchain assoziiert wird, wird durch die Signierung der Blöcke und Transaktionen mit dem Public-Key-Verfahren garantiert. Auf dieses kryptographische Verfahren wird in Kapitel 2.2.1 näher eingegangen. In klassischen verteilten Datenbanken oder Systemen hat eine zentrale Organisation oder Kontrolleinheit als einzige die Möglichkeit den Datenbestand in einem konsistenten Zustand zu halten. Viel mehr ist diese zentrale Organisation der Vertrauensgeber des Systems - ohne Schutz vor Missbrauch. Um einem Missbrauch vorzubeugen sind DLT dezentral organisiert. Dies bedeutet das es keine zentrale Einheit benötigt um Vertrauen über die Korrektheit der Transaktionen herzustellen.[W⁺17, Vgl.] Abbildung 3 veranschaulicht die Veränderung des Transaktionsmodells durch DLT.

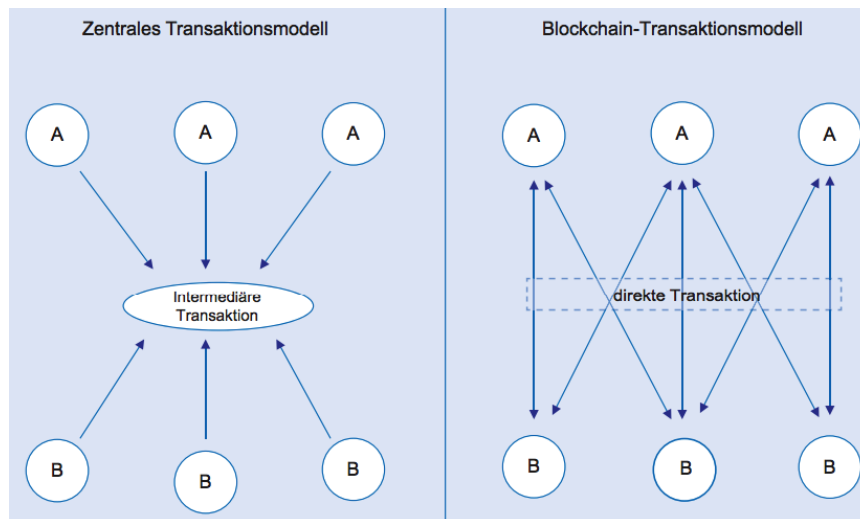


Abbildung 3: Veränderung des Transaktionsmodells durch die Blockchain[KW16]

Die älteste sich noch in Betrieb befindliche DLT ist die Blockchain der Kryptowährung Bitcoin (BTC).

2.2. Technologischer Hintergrund

Der technologische Hintergrund bei DLT hat verschiedene Fundamente. Sicherheit wird durch Kryptographie hergestellt. Insbesondere werden digitale Signaturen verwendet um Transaktionen fälschungssicher zu erzeugen und über das Netzwerk zu verteilen. Unterschiedlichste Konsensalgorithmen kommen zum Einsatz um ein Konsistenten Zustand zu garantieren. Das Netzwerk selbst ist ein Peer-to-Peer Netzwerk. Ein Netzwerk, dass auf dem normalen Internet aufsetzt und operiert. Außerdem bietet DLT die Möglichkeit des verteilten Computing durch sog. Smart Contracts die im Netzwerk gespeichert und von diesem auch ausgeführt werden.

2.2.1. Sicherheit

Sicherheit ist eines der Hauptmerkmale einer DLT. Zum einen müssen die Konten bzw. Accounts der Teilnehmer ausreichend geschützt sein vor Missbrauch oder Diebstahl. Zum anderen müssen Transaktionen zwischen Teilnehmern so gesichert sein, dass alle Teilnehmer im Netzwerk die Authentizität prüfen können ohne die Parteien der Transaktion direkt kennen zu müssen. Diese Anforderungen werden durch kryptographische Methoden sichergestellt die nachfolgend näher ausgeführt werden.

Public-Key Authorization - Verwendete Algorithmen - Public Keys - Private Keys
- Multi-Sig

Hashing Algorithmus - Algorithmen - Allgemeine Erklärung Hash Funktion

2.2.2. Konsensalgorithmen

byzantinische Fehler als Ursprung des Konsensproblems. Verschiedene Ansätze vorhanden um dieses Problem zu lösen. Darunter Proof-of-Work (Bitcoin), Proof-of-Stake (Ethereum nach Caspar), Delegated Proof-of-Stake (EOS).

Proof-of-Work



Abbildung 4: Placeholder Half Page

Proof-of-Stake

Delegated Proof-of-Stake

2.2.3. Netzwerke

- Herkunft - Technologie

Peer-to-peer Netzwerke

Business Netzwerke

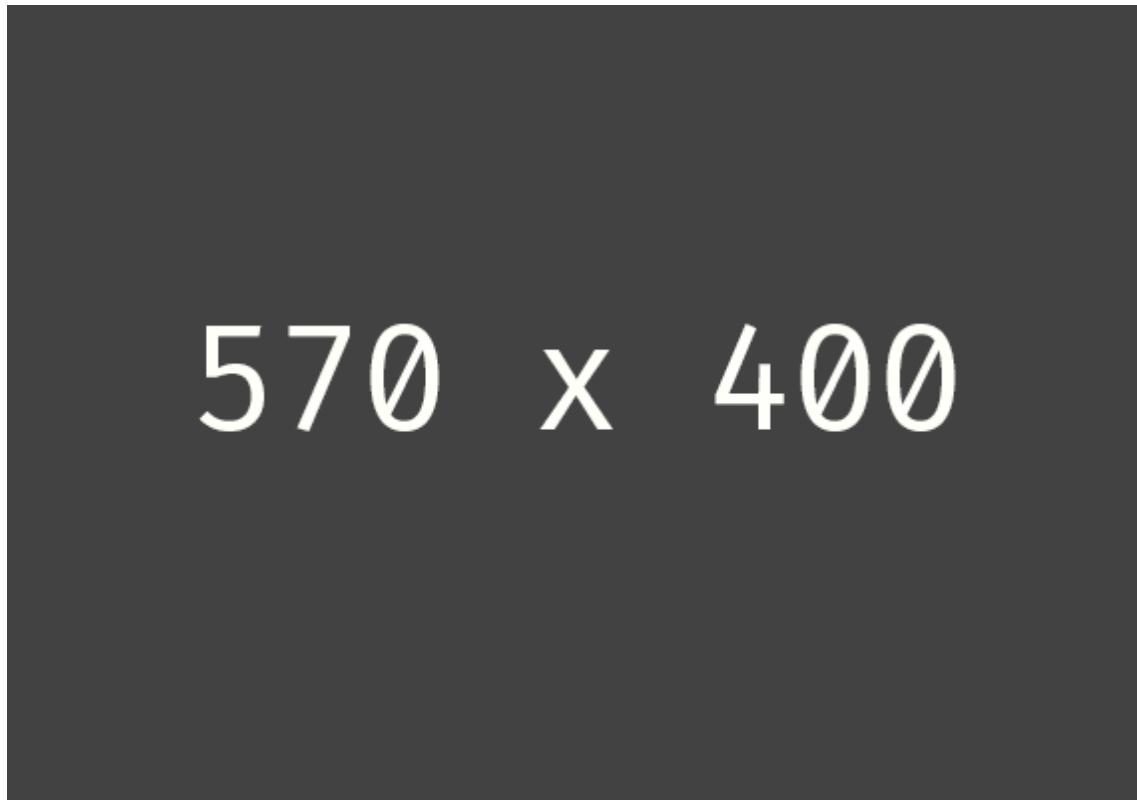


Abbildung 5: Placeholder Half Page

2.2.4. Distributed Computing

2.3. Ausprägungen von Distributed Ledger Technology

Neben dem Blockchain Ansatz existieren noch weitere Ideen eines DLT. Die aktuell am weitesten fortgeschrittenen Projekte sind das Ethereum Projekt, der sog. „Tangle“ von der Iota Foundation und die „HashGraph“ genannte Technologie von Leemon Baird.[Bai16] Außerdem lassen sich DLT in öffentlich-, privat- und konsortium Geführte Lösungen kategorisieren. Einige Ansätze lassen sich zu mehr als einer Kategorie zuordnen. Dies wird in den folgenden Unterkapiteln näher untersucht.

2.3.1. Blockchain

- Herkunft - Technologie

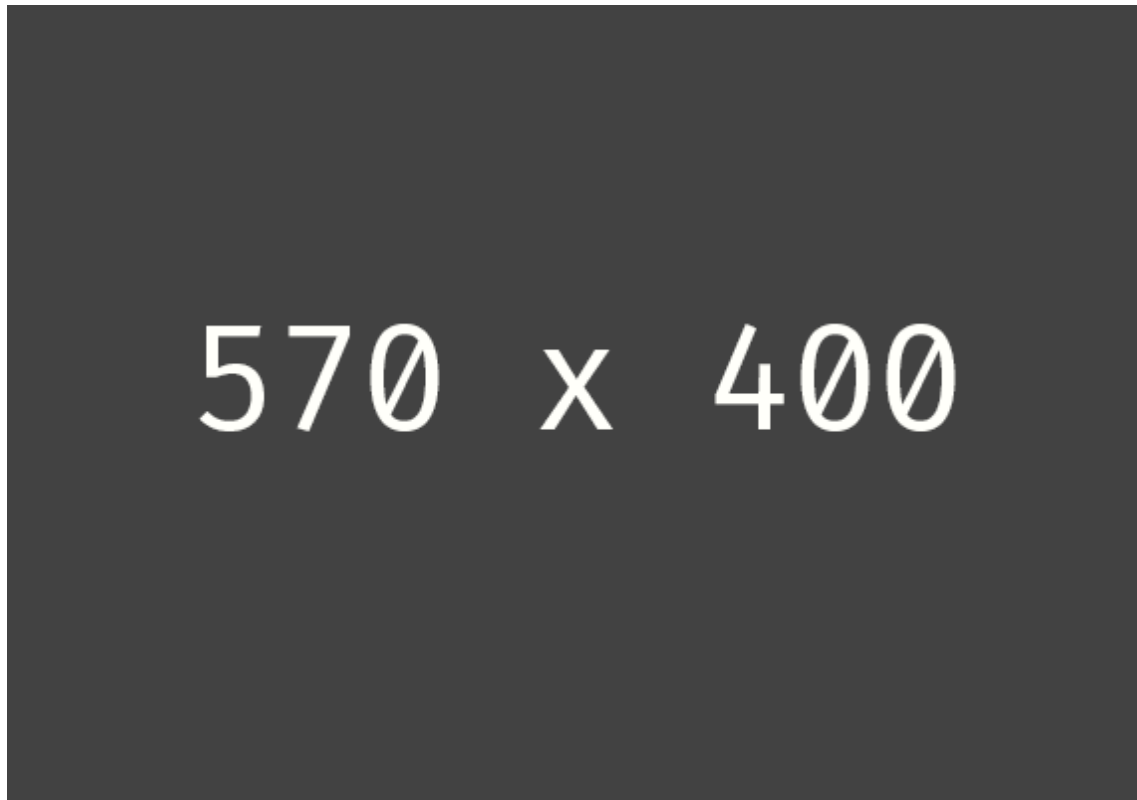


Abbildung 6: Placeholder Half Page

2.3.2. Tangle

- Herkunft - Technologie

2.3.3. Hash Graph

- Herkunft - Technologie

2.3.4. Public

- Vorteile - Nachteile

2.3.5. Private

- Vorteile - Nachteile

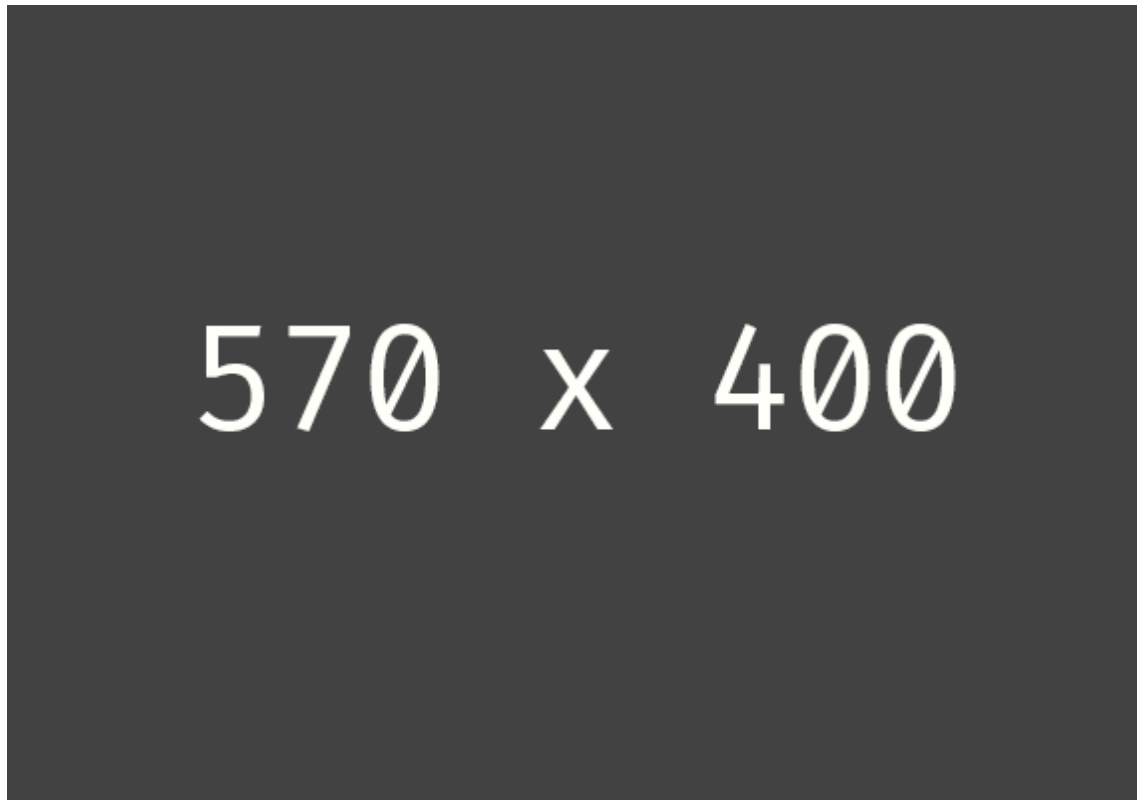


Abbildung 7: Placeholder Half Page

2.3.6. Consortium

- Vorteile - Nachteile

2.4. Abgrenzung Kryptowährungen

Blockchain ist nicht gleich Bitcoin. Mit dem Bitcoin Protokoll wurde die erste Blockchain verwendet. Erfinder ist bis heute unbekannt. Auszüge Whitepaper

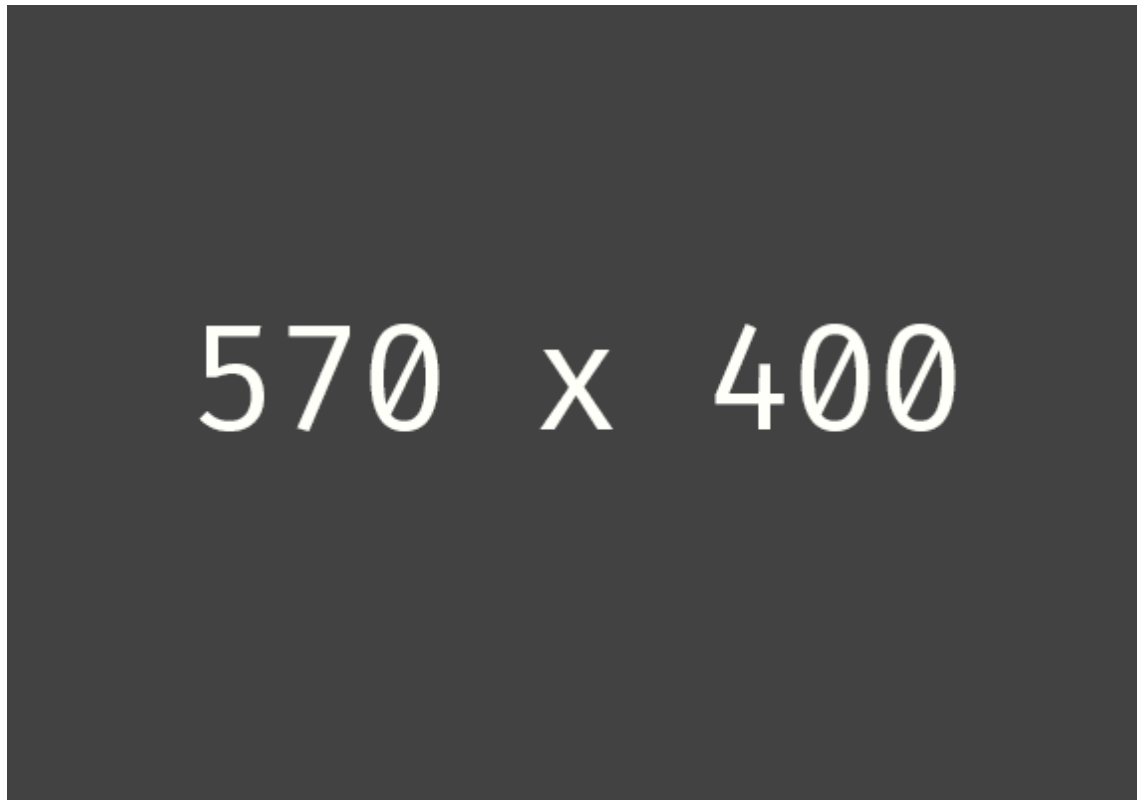


Abbildung 8: Placeholder Half Page

2.5. Vorhandene Distributed Ledger

2.5.1. Bitcoin

2.5.2. Ethereum

2.5.3. IOTA

2.5.4. Ripple

2.5.5. IBM Bluemix

2.5.6. Microsoft Azure

2.5.7. Hyperledger Fabric

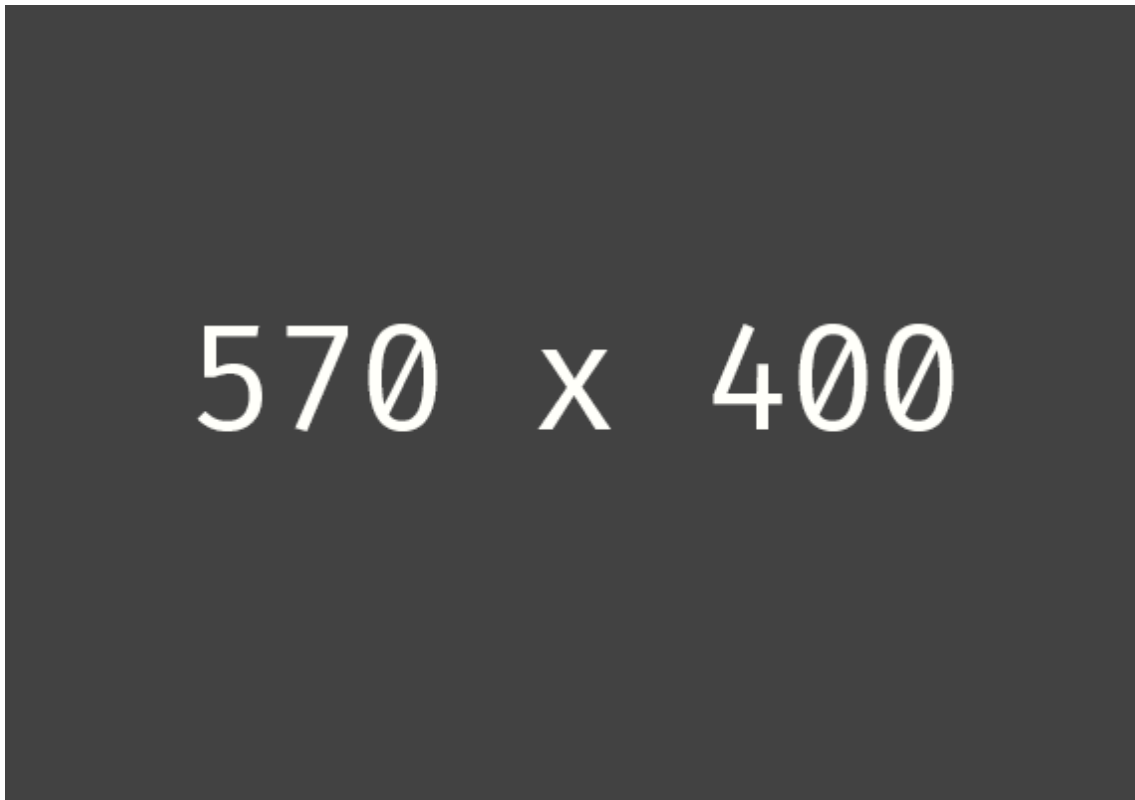


Abbildung 9: Placeholder Half Page

3. Energiewirtschaft

3.1. Energieträger

3.1.1. Konventionelle

Erdöl

Kohle

Erdgas

Kernbrennstoff

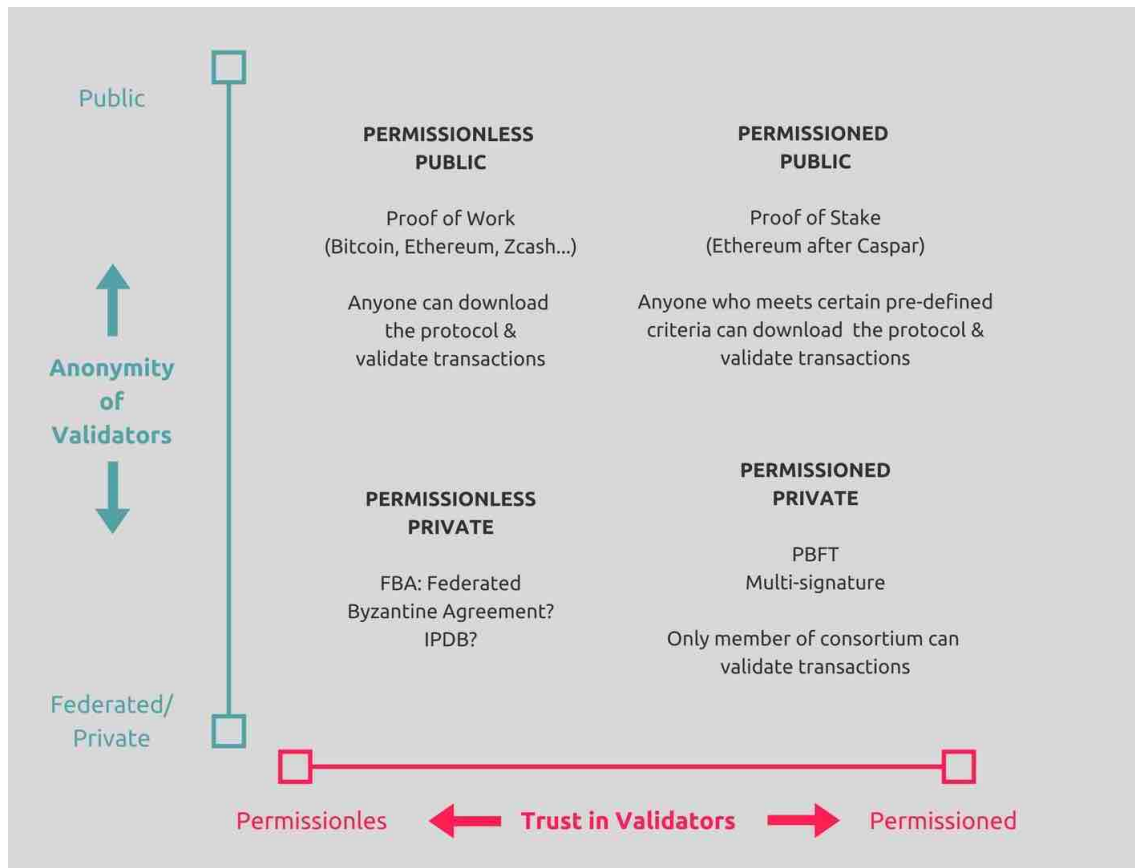


Abbildung 10: DLT Type Matrix

3.1.2. Erneuerbare

Wasser

Sonne

Wind

Biomasse

3.2. Energiemarkt

3.2.1. Erzeuger

3.2.2. Konsumenten

3.2.3. Handel in Europa

Börse

OTC Handel

3.2.4. Deutschland

3.3. Wandel der Energiewirtschaft

3.3.1. Rechtliche Situation

3.3.2. Infrastruktur

3.3.3. Energiemix

3.3.4. Smart Grids und Smart Cities

3.4. Geschäftsmodelle

3.4.1. B2B

3.4.2. B2C

3.4.3. M2M



570 x 400

Abbildung 11: Placeholder Half Page

4. Anwendungsgebiete für DLT in der Energiewirtschaft

4.1. Methoden zur Ermittlung der Anwendungsgebiete

4.1.1. SWOT-Analyse der Technologie

4.1.2. Entscheidungsbaum

4.2. Kriterien

4.2.1. Transaktional

4.2.2. Geschwindigkeit

4.2.3. Transparenz

4.2.4. Vertrauen

4.2.5. Unveränderlichkeit

4.2.6. Geschäftsregeln

4.3. Mehrwerte durch Distributed Ledger Technology

4.3.1. Transaktionskosten

4.3.2. Transaktionsgeschwindigkeit

4.3.3. Datenverfügbarkeit

4.3.4. Innovationskraft

4.4. Auswahl Geschäftsprozesse der Energiewirtschaft

4.4.1. Virtuelles Kraftwerk

4.4.2. Verwaltungsgesellschaft

4.4.3. Energiehandel

5. Proof of Concept

5.1. Anforderungen DLT und Energiewirtschaft

5.1.1. Data Flow

5.1.2. UI und UX

5.2. System Architektur

5.2.1. Business Network

5.2.2. Sicherheit

5.2.3. Cloud Ressourcen

5.3. Entwicklung

5.3.1. Tools

5.3.2. Algorithmen

5.4. Evaluation

6. Abstraktion

7. Fazit

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark.

„Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern.

Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich.

Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim.

Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Vic-

tor jagt zwölf

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark.

„Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern.

Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich.

Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim.

Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf

A. Anhang

Weitere Informationen werden im Anhang abgedruckt (z. B. Listings).

```
10 PRINT "Sales and Distribution"  
20 GOTO 10
```

Literatur

- [Bai16] Leemon Baird. The Swirlds HashGraph Consensus Algorithm: Fair, Fast, Byzantine Fault Tolerance. <http://bit.ly/2KjoKDj>, 2016. abgerufen am 30.06.2018.
- [GMS17] Tatiana Gayvoronskaya, Christoph Meinel, and Maxim Schnjakin. *Blockchain Hype oder Innovation*. Universitaetsverlag Potsdam, Potsdam, 2017.
- [KW16] Gresa Kastrati and Christoph Weissbart. Kurz zum Klima: Blockchain - Potenziale und Herausforderungen für den Strommarkt. <http://bit.ly/2KAGSVi>, 2016. abgerufen am 30.06.2018.
- [Mit18] Prof. Dr. Andreas Mitschele. Blockchain. <http://bit.ly/2KAc2ML>, 2018. abgerufen am 30.06.2018.
- [Nar16] Arvind Narayanan. *Bitcoin and cryptocurrency technologies : a comprehensive introduction*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 2016.
- [W⁺17] Christian Welzel et al. OEFIT-Trendschau: Oeffentliche Informationstechnologie in der digitalisierten Gesellschaft - Blockchain. <http://bit.ly/2ID2Zcb>, 2017. abgerufen am 30.06.2018.

Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Masterarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe, und dass ich alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen wie auch die sich an die Gedankengänge anderer Autoren eng anlegenden Ausführungen meiner Arbeit besonders gekennzeichnet und die Quellen zitiert habe.

Oldenburg, den 17. November 2018

Nils Lutz