



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
Symbolverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Problemstellung	1
1.3. Lösungsansatz	1
1.4. Struktur	1
2. Blockchain	2
2.1. Definition	2
2.2. Arten von DLT	2
2.2.1. Blockchain	2
2.2.2. Tangle	2
2.2.3. Hash Graph	2
2.2.4. Public	2
2.2.5. Private	2
2.2.6. Consortium	2
2.3. Abgrenzung Kryptowährungen	2
2.4. Technologischer Hintergrund	2
2.4.1. Sicherheit	2
2.4.2. Consensus Algorithmus	2
2.4.3. Peer-to-Peer Netzwerke	3
2.4.4. Distributed Computing	3
2.5. Vorhandene Distributed Ledger	3
2.5.1. Bitcoin	3
2.5.2. Ethereum	3
2.5.3. IOTA	3
2.5.4. Ripple	3
2.5.5. IBM Bluemix	3
2.5.6. Microsoft Azure	3
2.5.7. Hyperledger Fabric	3

3. Energiewirtschaft	4
3.1. Energieträger	4
3.1.1. Konventionelle	4
3.1.2. Erneuerbare	4
3.2. Energiemarkt	4
3.2.1. Erzeuger	4
3.2.2. Konsumenten	4
3.2.3. Handel in Europa	4
3.2.4. Deutschland	5
3.3. Geschäftsmodelle	5
3.3.1. B2B	5
3.3.2. B2C	5
3.3.3. M2M	5
3.4. Status Quo	5
3.4.1. Rechtliche Situation	5
3.4.2. Infrastruktur	5
3.5. Herausforderungen	5
3.5.1. Energiemix	5
3.5.2. Smart Grids und Smart Cities	5
4. Ermittlung und Definition potentieller Anwendungsgebiete für DLT	6
4.1. Methoden zur Ermittlung	6
4.1.1. SWOT-Analyse	6
4.1.2. Entscheidungsbaum	6
4.2. Kriterien	6
4.2.1. Transaktional	6
4.2.2. Geschwindigkeit	6
4.2.3. Transparenz	6
4.2.4. Vertrauen	6
4.2.5. Unveränderlichkeit	6
4.2.6. Geschäftsregeln	6
4.3. Mehrwerte durch Distributed Ledger Technology	6
4.3.1. Transaktionskosten	6
4.3.2. Transaktionsgeschwindigkeit	6
4.3.3. Datenverfügbarkeit	6
4.3.4. Innovationskraft	6
4.4. Betrachtung Geschäftsprozesse in der Energiewirtschaft	6
4.5. Auswahl eines Use-Case	6
4.5.1. Virtuelles Kraftwerk	6
4.5.2. Verwaltungsgesellschaft	6
4.5.3. Energiehandel	6

5. Proof of Concept	7
5.1. Anforderungen DLT und Energiewirtschaft	7
5.1.1. Data Flow	7
5.1.2. UI und UX	7
5.2. Architektur	7
5.2.1. Business Network	7
5.2.2. Sicherheit	7
5.2.3. Cloud Ressourcen	7
5.3. Entwicklung	7
5.3.1. Tools	7
5.3.2. Listings	7
6. Auswertung	8
6.1. Kriterien	8
6.2. Abstraktionsmöglichkeit	8
7. Fazit	9
A. Anhang	V
Literaturverzeichnis	VI

Glossar

Symbolverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1. Einleitung

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter

1.1. Motivation

1.2. Problemstellung

Welche Algorithmen und Analyse Methoden sind im konkreten Fall bei SCADA-Daten von Windenergieanlagen sinnvoll und liefern aussagekräftige Ergebnisse die zur vorausschauenden Instandhaltung genutzt werden können.

1.3. Lösungsansatz

Aufbau eines PoC und testen der Algorithmen damit.

1.4. Struktur

Wie ist die Arbeit strukturiert. Erst Industrie 4.0, dann Instandhaltung, dann Predictive Analysis, dann PoC und zuletzt das Fazit

2. Blockchain

2.1. Definition

2.2. Arten von DLT

2.2.1. Blockchain

2.2.2. Tangle

2.2.3. Hash Graph

2.2.4. Public

2.2.5. Private

2.2.6. Consortium

2.3. Abgrenzung Kryptowährungen

2.4. Technologischer Hintergrund

2.4.1. Sicherheit

Public-Key Authorization

Hashing Algorithmus

2.4.2. Consensus Algorithmus

Proof-of-Work

Proof-of-Stake

Delegated Proof-of-Stake

2.4.3. Peer-to-Peer Netzwerke

2.4.4. Distributed Computing

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

3. Energiewirtschaft

3.1. Energieträger

3.1.1. Konventionelle

Erdöl

Kohle

Erdgas

Kernbrennstoff

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. Geschäftsmodelle

3.3.1. B2B

3.3.2. B2C

3.3.3. M2M

3.4. Status Quo

3.4.1. Rechtliche Situation

3.4.2. Infrastruktur

3.5. Herausforderungen

3.5.1. Energiemix

3.5.2. Smart Grids und Smart Cities

4. Ermittlung und Definition potentieller Anwendungsgebiete für DLT

4.1. Methoden zur Ermittlung

4.1.1. SWOT-Analyse

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. Betrachtung Geschäftsprozesse in der Energiewirtschaft

4.5. Auswahl eines Use-Case

4.5.1. Virtuelles Kraftwerk

4.5.2. Verwaltungsgesellschaft

4.5.3. Energiehandel

5. Proof of Concept

5.1. Anforderungen DLT und Energiewirtschaft

5.1.1. Data Flow

5.1.2. UI und UX

5.2. 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. Listings

6. Auswertung

6.1. Kriterien

6.2. Abstraktionsmöglichkeit

7. Fazit

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwaehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwick 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 verwaehrlosten Taxi quer durch Bayern.

Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwick 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 verwaehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwick 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 verwaehrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwick 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

Abschließende Erklärung

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

Oldenburg, den 16. Juni 2018

Nils Lutz