



Expose zur Bachelorarbeit
**Umsetzung des europäischen
Emissionshandelssystem mit
Blockchain-Technologie**

erstellt von
Wolfgang Landes
Matrikel: 365743

Hochschullehrer: Prof. Dr. Florian Tschorsch, TU Berlin
Betreuer: Elias Rohrer, TU Berlin

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Distributed Security Infrastructures
Institut für Softwaretechnik und Theoretische Informatik
Berlin, 20. März 2018

1 Motivation

Ab 2020 startet die vierte Phase des EU-Emissionshandelssystem. Gerade jetzt ist es also an der Zeit über potenzielle Veränderungen nachzudenken. Diese Bachelorarbeit strebt an einen Anreiz zu geben in der kommenden Phase Errungenschaften der Blockchain-Technologie einzubringen.

2 Aufbau der Bachelorarbeit

Das Vorhaben setzt voraus, das Grundkenntnisse im Emissionshandel sowie Blockchain-Technologie näher beleuchtet werden. Basierend auf den Erfahrungswerten des bisherigen Ansatzes soll ein Blockchainmodell zur Umsetzung des Emissionshandels entwickelt werden. Anschließend soll analysiert werden, wie sich private Teilnehmer ins Netzwerk integrieren lassen. Um dabei möglichst praxisnah zu arbeiten, soll ein „Proof of Concept“ in Form eines „Smart Contracts“ mit Frontendschnittstelle erstellt werden. Dessen Funktionalität soll anschließend unter verschiedener Auslastung geprüft werden.

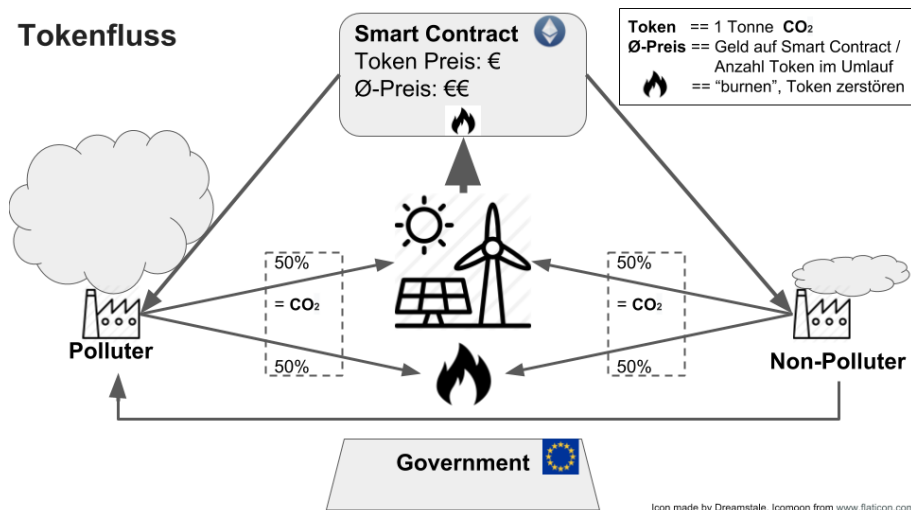


Abbildung 1: Bisheriger Entwurf

Mein Entwurf sieht vor Emissionszertifikate ($\equiv 1$ Tonne CO₂) in Form von handelbaren Token auf „Smart Contract“ Basis mit einem Festpreis zu erzeugen und Unternehmen gestatten eine bestimmte Anzahl zu kaufen. Beim erwerben erhöht sich die Anzahl der existierenden Token, sowie das auf dem „Smart Contract“ gespeicherte Geld. Im Modell existieren die Teilnehmer: Unternehmen, Erzeuger erneuerbarer Energien, Privatpersonen und eine Verwaltungsstelle die am Tokenhandel nicht teilnimmt, aber

das dafür verwendete „Smart Contract“ initialisiert und Marktteilnehmer verwaltet. Unternehmen müssen Token erwerben, da sie rechtlich verpflichtet sind entsprechend ihrer Emissionen zu 50% Token in erneuerbare Energien zu investieren und zu 50% Token zu zerstören. Erzeugern erneuerbarer Energien ist es gestattet, die erhaltenen Token gegen das auf dem „Smart Contract“ gespeicherte Geld zurückzutauschen. Der ausgezahlte Betrag ergibt sich wie folgt:

$$\text{Ausgezahlter_Betrag} = \frac{\text{Gespeichertes_Geld}}{\text{Anzahl_existierender_Token}}$$

Dadurch steigt der ausgezahlte Betrag sobald Unternehmen Token zerstören. Da beim zerstören beziehungsweise „burnen“ Token ohne Gegenwert entwertet werden, womit die Anzahl an existierenden Token verringert wird, ohne das gespeicherte Geld ausbezahlen. Um Unternehmen zu ermöglichen ohne Mittelsmann mit Token zu handeln, soll das „Smart Contract“ zusätzlich als Handelsplattform dienen.

Die Blockchain wird hauptsächlich benötigt, um ein Handelsnetzwerk zwischen den Teilnehmern zu erzeugen, in dem unterschiedliche Teilnehmer unterschiedliche Aktionen mit dem Handelsgut betätigen können, ohne dass dabei eine zentrale Stelle Transaktionen bestätigen muss. Dies wird über ein „Smart Contract“ realisiert, dass einer automatisierten Handelsplattform gleicht. Die Sicherheit und Transparenz der Blockchain erzeugt das nötige Vertrauen, dass sämtliches Geld im System auf dem „Smart Contract“ gespeichert bleibt und schlussendlich in die Förderung erneuerbarer Energien geht. Durch Blockchain entsteht ein vollständig transparenter Markt der fälschungssichere ein-weg Transaktionen zulässt, ohne dass dafür ein Mittelsmann benötigt wird.

Die Erstellung eines „Proof of Concept“ des entwickelten Modells soll den Hauptteil der Bachelorarbeit bilden. Ziel ist es auf der „Smart Contract“-fähigen Blockchain Ethereum einen auf dem Testnetzwerk funktionierenden Prototypen zu implementieren. Beispielhaft soll es möglich sein, über eine Frontendschnittstelle die Funktionalität zu testen. Wichtig ist dabei ethereumspezifische Elemente zu beachten. Es gilt zu klären ob ein großes „Smart Contract“ mehr Sinn macht als eine modularisierte Implementierung und wie sich der Gas Preis für Transaktionen niedrig halten lässt. Zudem sollen Fehler die zu bekannten Hackangriffen bisheriger „Smart Contracts“, zum Beispiel DAO oder Parity vermieden werden.

Als erster Schritt gilt die Erzeugung eines Klassendiagramms des Systems. Dort sollen die oben genannten Teilnehmer und deren Attribute und Funktionen festgelegt werden. Es gilt auf die Privatsphäre von Privatpersonen zu achten und darauf, dass die Bedingungen eine Funktion aufzurufen klar definiert sind. Das „Smart Contract“ besitzt die Möglichkeit in Listen („Mapping“ Struktur) gespeicherten Adressen Token zuzuweisen, wenn diese zu einem festgelegten Preis erworben werden. Zusätzlich soll gespeichert werden, wie viele Token sich im Umlauf befinden, um daraus den Rücktauschpreis zu kalkulieren. Um dies zu realisieren muss bei jedem Erstellen beziehungsweise Zerstören von Token („burnen“) die Anzahl angepasst werden. Dies bedarf einer Funktion, welche die Anzahl der Token im Umlauf reduziert, Unternehmen das

entwerten verifiziert und den Rücktauschpreis aktualisiert.

Eine Rücktauschfunktion soll überprüfen, ob der aufrufende Account auf der Liste der erneuerbaren Energieteilnehmer gespeichert ist und nur dann den Tausch akzeptieren. Listen sollen öffentlich einsehbar sein und Unternehmen bekannte („Trusted“) Accounts besitzen damit der Handel mit Emissionszertifikaten auf einer transparenten Basis abläuft.

Die Verwaltungsstelle benötigt eine Ethereumadresse, die das „Smart Contract“ initiiert. Im „Smart Contract“ soll die Adresse der Verwaltungsstelle als „Creator“ gespeichert werden und ihr Funktionen zur Teilnehmerverwaltung und Verwaltung der Preise erlauben. Soll ein „Smart Contract“ auch über mehrere Jahre hinweg verwendet werden, ist auch eine Funktion nötig die entsprechend der gemessenen Emissionen die Werte der Unternehmen aktualisiert.

Unternehmen benötigen Ethereumadressen, die sie bei der Verwaltungsstelle registrieren lassen, um mit passender Emissionsgrenze auf die „Smart Contract“ Liste geschrieben zu werden. Danach können sie vom „Smart Contract“ Token erwerben oder mit anderen Unternehmen „Peer to Peer (P2P)“ handeln. Bezüglich des Handelns gilt es eine Möglichkeit zu finden Unternehmen zu ermöglichen Token für einen Gegenwert zum Kauf freizugeben. Zudem benötigen Sie Funktionen zum Zerstören der Token und Erwerben von erneuerbaren Energien.

Erneuerbaren Energieerzeugern soll es als einzigen ermöglicht sein, die Rücktauschfunktion aufzurufen. Der Preis ist wie oben gezeigt fest vollständig deterministisch und da kein Token zu einem geringeren Preis als dem Festpreis erzeugt wird, kann der Rücktauschpreis nur über dem Kaufpreis liegen. Folglich entsteht eine große Nachfrage nach Token da darin eine Subventionierung erneuerbarer Energien steckt.

Private Teilnehmer benötigen identifizierte Accounts um an der Subventionierung teilnehmen zu können. Auf dem „Smart Contract“ werden Sie als eigene Liste gespeichert. Bei Transaktionen soll jeweils automatisiert überprüft werden, ob die Transaktion zwischen den Accounts zulässig ist.

Emissionszertifikate in Form von Token müssen mit bestimmten Standards entwickelt werden, um einen sicheren Handel zu gewährleisten. Vorbild und eventuell Vorlage zur Implementierung ist der Tokenstandard ERC20, die dezentrale Handelsplattform „0x Protocol“ und das Framework für sichere Solidity „Smart Contracts“ „OpenZeppelin“. Im Sinne des „Proof of Concept“ soll eine „Distributed Application (DAPP)“ die Simulation des Systems ermöglichen. Mithilfe des Google Chrome Plug-Ins „MetaMask“ soll eine Schnittstelle Zugriff auf die Adresslisten sowie Funktionen des „Smart Contracts“ erhalten. Im besten Fall soll eine Transaktionshistorie existieren, die den Emissionshandel statistisch auswertbar und nachvollziehbar macht. Das Aktualisieren der Werte soll über „Solidity-Events“ realisiert werden. Bei der Erstellung des Prototypen soll der „Truffle Debugger“ verwendet werden. Nach Prüfen der Funktionalität des fertigen Prototyps gilt es, diesen ausgiebig in einer Simulation zu testen. Es gilt zu klären ob das simultane ausführen verschiedener Funktionen zu unerwünschten Nebeneffekten führt. Daraus sollte sich ableiten lassen, für wie viele Teilnehmer beziehungsweise Transaktionen die Handelsplattform geeignet ist.

3 Optionale Bestandteile

Im Folgenden sollen zusätzliche Leistungen beschrieben werden, die abhängig von Zeitaufwand und Umfang der bisherigen Teile ergänzend die Arbeit verbessern können.

Um eine noch aussagekräftigere Simulation zu erzeugen, gilt es Skripts für die einzelnen Marktteilnehmer zu schreiben. So sollen bestimmte Verhaltensmuster und Marktsituationen automatisiert simuliert werden. Sollte dies nicht in der dezentralen Implementierung möglich sein, gilt es alternativ einen auf einer zentralen Datenbank realisierten Prototypen zu erstellen. Dies soll es ermöglichen, die gewonnene Datenmenge anhand von festgelegten Metriken zu analysieren. Um negative Auswirkungen einer radikalen Marktänderung zu vermeiden, hat sich das bisherige EU-EHS für eine phasenweise Umsetzung entschieden. Es stellt sich die Frage, wie sich eine Umstellung zum entwickelten Blockchainansatz gestalten könnte. Dabei soll analysiert werden, ob sich der Blockchainansatz ebenfalls in eine phasenweise Umsetzung unterteilen lässt. Zum Abschluss der Bachelorarbeit sollen gewonnene Erkenntnisse zusammengefasst werden.

Literatur

- [1] A.M. Antonopoulos. *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies*. O'Reilly Media, 2014.
- [2] F. Bitzer and K.M. Brisch. *Digitale Signatur: Grundlagen, Funktion und Einsatz*. Springer Berlin Heidelberg, 1999.
- [3] J. Clark, S. Meiklejohn, P.Y.A. Ryan, D. Wallach, M. Brenner, and K. Rohloff. *Financial Cryptography and Data Security: FC 2016 International Workshops, BITCOIN, VOTING, and WAHC, Christ Church, Barbados, February 26, 2016, Revised Selected Papers*. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, 2016.
- [4] Chris Dannen. *Introducing ethereum and solidity : Foundations of cryptocurrency and blockchain programming for beginners*, 2017.
- [5] Michael Dutschke and Axel Michaelowa. *Issues and open questions of greenhouse gas emission trading under the kyoto protocol*. HWWA Discussion Paper 68, Hamburg, 1998.
- [6] Vivid Economics et al. *State and trends of carbon pricing 2017*. 2017.
- [7] M. Gerhard. *Theorie und Praxis einer nachhaltigen Umweltpolitik mit handelbaren Emissionsrechten: eine theoretische und empirische Analyse der Anwendungsbedingungen und Erfolgsfaktoren mengensteuernder Allokationsverfahren in der Umweltpolitik*. Akademische Abhandlungen zu den Wirtschaftswissenschaften. VWF, 2000.
- [8] Godefroy Grosjean. *Reforming the european union emissions trading system (eu ets)*, 2017.
- [9] J. Panko and R.R. Panko. *Business Data Networks and Security, Global Edition*. Always learning / Pearson. Pearson Education, Limited, 2014.
- [10] T.H. Tietenberg. *Emissions Trading: Principles and Practice*. An RFF Press book. Resources for the Future, 2006.