



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, 10. Februar 2018

1 Motivation

Ab 2020 startet die vierte Phase des EU-Emissionshandelssystems. 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

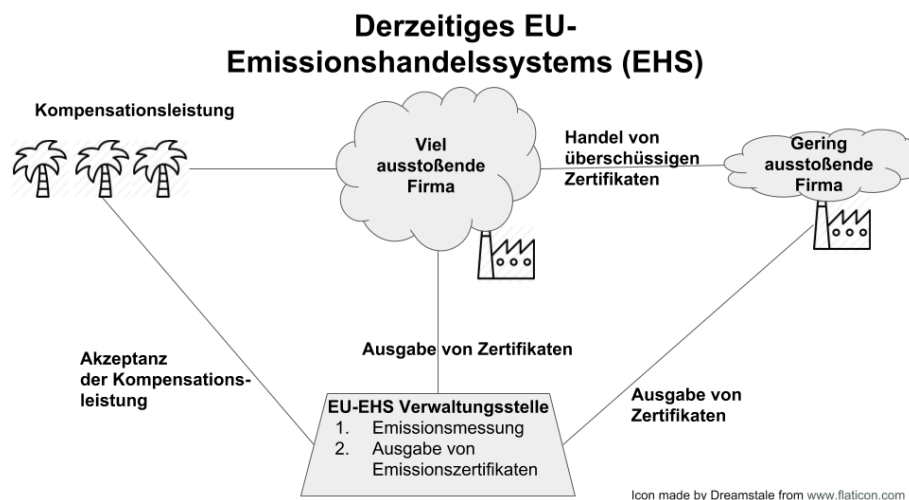


Abbildung 1: EU-Emissionshandelssystem Stand 2017

Das Vorhaben setzt voraus, dass 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, inwieweit das Modell auch auf einer zentralen Datenbank realisierbar wäre. Wie dezentral eine Lösung mit einer zentralen Verwaltungsstelle überhaupt sein kann und wie sich private Teilnehmer ins Netzwerk integrieren lassen. Um dabei möglichst praxisnah zu arbeiten, soll ein „Proof of Concept“ erstellt werden. Um dessen Funktionalität unter Beweis zu stellen, sollen an diesem die Auswirkungen von bestimmten Marktsituationen, wie zum Beispiel einer Wirtschaftskrise, simuliert werden.

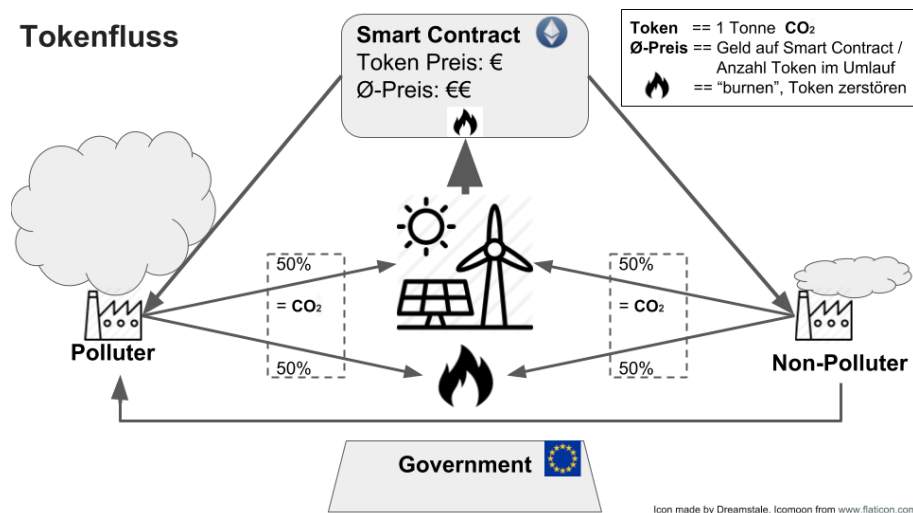


Abbildung 2: Bisheriger Entwurf

3 Blockchainmodell des Emissionshandel

Mein Entwurf zur Überarbeitung des Emissionshandelssystems sieht vor, die Grundidee des Emissionshandelsprinzips beizubehalten. Anstatt allerdings Unternehmen zu verpflichten basierend auf ihren tatsächlichen Emissionen Emissionszertifikate an eine zentrale Verwaltungsstelle einzureichen, müssen Unternehmen Emissionszertifikate bzw. Token zu 50% in erneuerbare Energien investieren und zu 50% entwerten. Eine zentrale Verwaltungsstelle setzt eine individuelle Emissionsgrenze für Unternehmen wodurch sich eine Gesamtemissionsgrenze ergibt die jährlich verringert wird. Die Token werden nicht mehr von der zentralen Verwaltungsstelle verkauft, sondern von einem automatisierten „Smart Contract“. Diese Grenze legt fest, wie viele Token gekauft werden können (Zusätzliche Token kosten einen deutlichen Aufpreis der Strafzahlungen simuliert). Damit wird auf den viel kritisierten Bestandteil der Gratiszertifikate eingegangen. Auf diese zu verzichten ist ohne große wirtschaftliche Auswirkungen möglich, da der Kaufpreis von Token deutlich unter einer vergleichbaren Emissionssteuer liegt und zugleich das gezahlte Geld, anders als bei einer Steuer, den Markt nicht verlässt. Benötigt ein Unternehmen mehr Token als die Verwaltungsstelle ihm zusteht, müssen diese entweder zu einem teureren Preis vom „Smart Contract“ oder von anderen Marktteilnehmern, die ihre Token nicht vollständig aufbrauchen, erworben werden. Als zweite Änderung macht es Sinn auf die viel kritisierte Möglichkeit Token durch Kompensationsleistungen zu erzeugen zu verzichten. Dies führte zu sehr fragwürdigen Projekten (z.B. die Erstellung einer Palmölplantage auf zuvor genutztem Ackerland in Schwellenländern) und zugleich sank der Marktpreis für Zertifikate durch Inflation des Marktes. Stattdessen ist es Marktteilnehmern erlaubt, mit überschüssigen Token in

erneuerbare Energie zu investieren. Um dies zu ermöglichen, benötigt es spezielle Accounts, welche es Erzeugern von erneuerbaren Energien gestattet, im „Smart Contract“ Token gegen das dort gespeicherte Geld zurückzutauschen. Der Preis des Zurücktauschens basiert auf dem Gesamtkapital des „Smart Contract“s geteilt durch die Anzahl von Token im Umlauf. Der Preis ist somit vollständig deterministisch und kann nur über dem Kaufpreis liegen. Folglich entsteht eine große Nachfrage nach Token da darin eine Subventionierung erneuerbarer Energien steckt.

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. Erzeuger erneuerbarer Energien sollen als einzige Accounts besitzen, mit denen Token gegen Geld zurückgetauscht werden kann. Dies ist notwendig, um einen Investitionsanreiz zu schaffen. Ansonsten würden Marktteilnehmer überschüssige Emissionsberechtigungen erwerben und selbst zurücktauschen. In einer späteren Phase wäre es denkbar, Privatpersonen zu ermöglichen, an der Subventionierung teilzuhaben. Dabei sehe ich zwei sinnvolle Möglichkeiten. Einerseits könnte die Verwaltungsstelle Privatpersonen ermöglichen eine kleine Menge an Token zu erwerben. Solange es diesen Accounts nicht gestattet ist mit Unternehmen zu handeln, ist gewährleistet, dass es zu keiner Beeinflussung der gemeinschaftlichen Emissionsgrenze kommt. Natürlich müssten die Privatpersonen sich bei der Verwaltungsstelle identifizieren, um Betrugsversuchen zuvorzukommen.

Dabei ist auch denkbar das Privatpersonen die erneuerbare Energien erzeugen auch als Accounts registriert werden, welche Token gegen Geld zurücktauschen können. Komplett dezentral wäre der Ansatz, jedem anonym zu gestatten sich am Emissionshandel mit Unternehmen zu beteiligen. Es ist zu erwarten, dass der Preis pro Token unter dem Preis liegt, den erneuerbare Energieerzeuger dafür bekommen, da Unternehmen spontanes Geld einer Investition bevorzugen. Daher existiert auch hier eine geringe Subventionierung für Privatpersonen die in erneuerbare Energien investieren möchten. Privatpersonen können bei diesem Ansatz völlig anonym bleiben. Durch Blockchain entsteht ein vollständig transparenter Markt der fälschungssichere ein-weg Transaktionen zulässt ohne das dafür ein Mittelsmann benötigt wird. Gerade die Transparenz soll einen zusätzlichen Anreiz erzeugen im Sinne von grüner „Public Relations“ sich unterhalb der Emissionsgrenze aufzuhalten oder eher in erneuerbare Energien zu investieren, als überschüssige Token an andere Unternehmen zu verkaufen. Zusätzlich sollen dadurch Marktmanipulationsversuche einfacher erkannt werden. Der Verwaltungsstelle obliegt die Aufgabe, Marktteilnehmer zu verifizieren, Emissionen zu messen und zu überprüfen, dass die damit verbundenen Token investiert beziehungsweise zerstört wurden. Gerade da durch das zerstören der Token die Gesamtzahl an sich im Umlauf befindlichen Token sinkt steigt Zurücktauschpreis. Alternativ besteht die Möglichkeit in die Forschung erneuerbarer Energien zu investieren. Nach abschließender Modellie-

rung gilt es zu analysieren, ob das fertige Modell nicht auch auf einer traditionellen, zentral verwalteten Datenbank umsetzbar wäre. Es gilt abzuwägen, wie aufwendig die Umsetzung des Modells in beiden Szenarien wäre und welche Problemstellungen zu lösen sind.

4 Erstellung eines „Proof of Concept“

Die Erstellung eines „Proof of Concept“ des entwickelten Modells soll den Hauptteil der Bachelorarbeit bilden. Ziel ist es auf einer „Smart Contract“-fähigen Blockchain (voraussichtlich Ethereum) einen auf dem Testnetzwerk funktionierenden Prototypen zu implementieren. Beispielhaft soll es möglich sein, über eine Frontendschnittstelle die Funktionalität zu testen. Als erster Schritt gilt die Erzeugung eines Klassendiagramms des Systems. Es existieren die folgenden Marktteilnehmer/Klassen: Das „Smart Contract“ benötigt zwei Preise, die nur durch den Ersteller geändert werden können. In Listen („Mapping“ Struktur), die wiederum vom Ersteller geändert werden können, sollen alle Unternehmen mit der jeweiligen Emissionsgrenze und was davon bereits erworben wurde, gespeichert werden. Zusätzlich soll gespeichert werden, wie viele Token sich im Umlauf befinden, um daraus den Rücktauschpreis zu kalkulieren. 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, da Unternehmen bekannte („Trusted“) Accounts besitzen und der Handel mit Emissionszertifikaten auf einer transparenten Basis ablaufen soll. Um Token ohne Gegenwert zu entwerten, soll eine Funktion existieren, welche die Anzahl der Zertifikate im Umlauf reduziert, Unternehmen das entwerten verifiziert und den Rücktauschpreis aktualisiert.

Die Verwaltungsstelle benötigt eine Ethereumadresse, die das „Smart Contract“ initiiert.

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.

Erneuerbaren Energieerzeugern soll es als einzigen ermöglicht sein, die Rücktauschfunktion aufzurufen. Es ist zu überlegen, ob es Sinn macht, auch erneuerbaren Energieerzeugern Grenzen zu setzen, damit sich die Subventionierung nicht zu einseitig entwickelt. Private Teilnehmer können entweder als identifizierte Accounts oder Anonyme Marktteilnehmer implementiert werden. Identifizierte Accounts benötigen eine eigene Liste. Bei Transaktionen soll jeweils automatisiert überprüft werden, ob die Transaktion zwischen den Accounts zulässig ist.

Anonyme Teilnehmer benötigen keine besondere Implementierung. Allerdings müssen die Zertifikate in Form von bestimmten Token-Standards entwickelt werden, um einen sicheren Handel durch nicht registrierten Accounts zu gewährleisten. Im Sinne des „Proof of Concept“ soll eine Frontend-Schnittstelle die Simulation des Systems

ermöglichen. Diese benötigt Zugriff auf die Listen sowie Funktionen des „Smart Contract“-s. Im besten Fall soll eine Transaktionshistorie existieren, die den Emissionshandel statistisch auswertbar und nachvollziehbar macht. Nach Prüfen der Funktionalität des fertigen Prototyps gilt es, diesen ausgiebig in einer Simulation von verschiedenen Marktsituationen zu testen. Ziel ist es, potenzielle Probleme bestimmter Ereignisse, zum Beispiel der Wirtschaftskrise, im bisherigen EU-EHS zu erkennen. Das Verhalten der verschiedenen Marktteilnehmer soll analysiert werden, um festzustellen, ob es einzelnen Teilnehmern möglich ist das System auszunutzen beziehungsweise dessen Funktionalität zu gefährden.

5 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. 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, was die notwendigen Schritte sind um dies zu erwirken. Zum Abschluss der Bachelorarbeit sollen gewonnene Erkenntnisse zusammengefasst werden. Zusätzlich soll eine realistische Prognose über die Umsetzung erstellt werden. Es gilt auch einen Ausblick über die Übertragbarkeit des Blockchainansatzes auf andere Bereiche des öffentlichen Sektors zu geben.

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.