
IP6: Blockchain Transactionmanager

Bachelorthesis

Faustina Bruno, Jurij Maïkoff

Studiengang:

- iCompetence
- Informatik

Betreuer:

- Markus Knecht
- Daniel Kröni

Auftraggeber:

Fachhochschule Nordwestschweiz
FHNW Campus Brugg-Windisch
Bahnhofstrasse 6
5210 Windisch



2019-10-01

Abstract

Contrary to popular belief, Lorem Ipsum is not simply random text. It has roots in a piece of classical Latin literature from 45 BC, making it over 2000 years old. Richard McClintock, a Latin professor at Hampden-Sydney College in Virginia, looked up one of the more obscure Latin words, consectetur, from a Lorem Ipsum passage, and going through the cites of the word in classical literature, discovered the undoubtable source. Lorem Ipsum comes from sections 1.10.32 and 1.10.33 of "de Finibus Bonorum et Malorum" (The Extremes of Good and Evil) by Cicero, written in 45 BC. This book is a treatise on the theory of ethics, very popular during the Renaissance. The first line of Lorem Ipsum, "Lorem ipsum dolor sit amet..", comes from a line in section 1.10.32.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Ziel	1
1.3	Methodik	1
1.4	Strukturierung des Berichts	2
2	Theoretische Grundlagen	3
2.1	Anwendungsbereich	3
2.2	Komponenten	3
2.2.1	Ethereum Blockchain	4
2.2.2	Smart Contracts	4
2.2.3	Transaktionen	5
2.2.4	Gas	6
2.2.5	Account	7
2.2.6	Blockchain Wallet	7
2.2.7	Denial of Service (DoS) Attacken	8
2.2.8	Whitelist von Parity	9
2.3	Lösungsansätze	9
2.3.1	Lösungsansatz 1: Smart Wallet	9
2.3.2	Lösungsansatz 2: Smart Wallet mit externen JavaProgramm nach Whitelist-Check	13
2.3.3	Lösungsansatz 3: Smart Wallet mit externen JavaProgramm vor Whitelist-Check	16
2.3.4	Lösungsansatz 4: Super Smart Wallet	19
2.4	Evaluation der Lösungsansätze	20
2.4.1	Lösungsansatz 1: Smart Wallet	21
2.4.2	Lösungsansatz 2: Smart Wallet mit externen JavaProgramm nach Whitelist-Check	21
2.4.3	Lösungsansatz 3: Smart Wallet mit externen JavaProgramm vor Whitelist-Check	21
2.4.4	Lösungsansatz 4: Super Smart Wallet	22
3	Praktischer Teil	23
4	Fazit	24

5	Quellenverzeichnis	25
6	Anhang	28
6.1	Glossar	28
6.2	Entwicklungsumgebung	28
6.2.1	Blockchain	29
6.2.2	Wallet	29
6.2.3	Smart Contracts	29
7	Ehrlichkeitserklärung	31

1 Einleitung

Dieses Kapitel liefert eine ausführliche Zusammenfassung der Bachelorthesis.

1.1 Problemstellung

Die Aufgabe beinhaltet ein Blockchain Netzwerk [1] für die Fachhochschule Nordwest Schweiz[2] (FHNW) zur Verfügung zu stellen, welches von den Studierenden zu Testzwecken genutzt werden kann. Blockchains verfügen über verschiedene Mechanismen, um sich gegen Attacks abzusichern. Eine davon ist eine Gebühr auf jeder Transaktion, der sogenannte Gas Price 2.2.4 [3]. Dadurch können Denial of Service (DoS) Attacks 2.2.7 [4], bei denen das Netzwerk mit unzähligen Transaktionen geflutet wird, effizient bekämpft werden. Der Angreifer kann die Attacke nicht aufrecht erhalten, da ihm die finanziellen Mittel zwangsläufig ausgehen. Obwohl dieser Schutzmechanismus auf einer öffentlichen Blockchain sehr effizient und elegant ist, eignet er sich nicht für eine Lernumgebung. Hier sollen Anwender die Möglichkeit haben, Transaktionen ohne anfallende Gebühren ausführen zu können. Dadurch wird jedoch die Blockchain anfällig für DoS Attacks.

1.2 Ziel

Das Ziel der Arbeit ist es ein Test Blockchain Netzwerk aufzubauen, welches für eine definierte Gruppe von Benutzern gratis Transaktionen erlaubt und trotzdem ein Schutzmechanismus gegen DoS Attacks hat.

1.3 Methodik

//TODO Kapitel besprechen und beschreiben Hier wird beschrieben wie und was gemacht wurde

!!muss besprochen überarbeitet werden Wir haben zu Beginn Meilensteine und grössere Arbeitspakete definiert. Die kleineren Arbeitspakete wurden nach neugewonnen Wissen und Arbeitsstand definiert.

Durch die erarbeiteten Lösungsansätze, der Evaluation und die Besprechung nach der Zwischenpräsentation, wurden die Meilensteine geändert und die Planung anders gestaltet.

Agiles Vorgehen, -> mit neuem Wissen weiter geplant

//TODO möglicher Text besprechen und überarbeiten Zu Beginn wurde ein provisorischer Projekt Plan mit möglichen Arbeitspaketen und Meilensteine definiert. Da die Thematik komplett unbekannt war, wurde auf ein agiles Vorgehen gesetzt, um neue Erkenntnisse in die Planung einfließen zu lassen. Nach der Einlese- und Probierphase, wurden Lösungskonzepte konzipiert, evaluiert und an der Zwischenpräsentation dem Experten und den Betreuern präsentiert. Hier wurde das weitere Vorgehen besprochen und die neuen Meilensteine definiert. Die Arbeitspakete werden alle zwei Wochen definiert.

1.4 Strukturierung des Berichts

Der Bericht ist in einen theoretischen und praktischen Teil gegliedert. Gemachte Literaturstudien, geprüfte Tools, der aktuelle Stand der Ethereum Blockchain, sowie die konzipierten Lösungsansätze und deren Evaluation werden im theoretischen Teil behandelt. Im praktischen Teil wird beschrieben, wie das gewonnene Wissen umgesetzt wird. Es wird auf die implementierte Lösung und deren Vor- und Nachteile eingegangen. Geprüfte Alternativen und deren Argumente sind ebenfalls enthalten. Das Fazit bildet den Abschluss des eigentlichen Berichts. Im Anhang ist eine Beschreibung der Entwicklungsumgebung, die Installationsanleitung und verwendeter Code zu finden.

2 Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel befasst sich nebst dem Kontext der Arbeit, mit den gemachten Literaturrecherchen, welche für die Erarbeitung der Lösungsansätze nötig sind. Weiter wird der Anwendungsbereich der Lösung behandelt.

2.1 Anwendungsbereich

Die FHNW möchte zu Ausbildungszwecken eine eigene Ethereum Blockchain betreiben. Die Blockchain soll die selbe Funktionalität wie die öffentliche Ethereum Blockchain vorweisen. Sie soll den Studenten die Möglichkeit bieten, in einer sicheren Umgebung Erfahrungen zu sammeln und Wissen zu gewinnen. Obwohl eine öffentliche Blockchain für jedermann frei zugänglich ist, sind fast alle Aktionen mit Kosten verbunden. Die Kosten sind ein fixer Bestandteil einer Blockchain. So fallen zum Beispiel bei jeder Transaktionen Gebühren an. Diese ermöglichen nicht nur deren Verarbeitung, sondern garantieren auch Schutz vor Attacken.

Im Gegensatz zu einer öffentlichen Blockchain, sind Transaktionsgebühren in einer Lernumgebung nicht praktikabel. Die Studenten sollen gratis mit der Blockchain agieren können, ohne dass der Betrieb oder die Sicherheit der Blockchain kompromittiert werden.

Die FHNW bietet die kostenlose Verarbeitung von Transaktionen zu Verfügung. Damit sichert sie den Betrieb der Blockchain. Die Implementation von gratis Transaktionen und einem Schutzmechanismus wird in diesem Bericht behandelt.

2.2 Komponenten

//TODO Spellcheck

Die folgenden Abschnitte behandeln die gemachten Literaturrecherchen. Für jedes Thema sind die gewonnen Erkenntnisse aufgeführt. Dabei ist nebst einem grundsätzlichen Verständnis für die Materie immer der Schutz vor einer Denial of Service (DoS) Attacke im Fokus.

2.2.1 Ethereum Blockchain

Eine Blockchain ist eine kontinuierlich erweiterbare Liste von Datensätzen, „Blöcke“ genannt, die mittels kryptographischer Verfahren miteinander verkettet sind. Jeder Block enthält dabei typischerweise einen kryptographisch sicheren Hash (Streuwert) des vorhergehenden Blocks, einen Zeitstempel und Transaktionsdaten.[1]

Blockchains sind auf einem peer-to-peer (P2P) Netzwerk[5] aufgebaut. Ein Computer der Teil von diesem Netzwerk ist, wird Node genannt. Jeder Node hat eine identische Kopie der Historie aller Transaktionen. Es gibt keinen zentralen Server der angegriffen werden kann. Das erhöht die Sicherheit der Blockchain. Es muss davon ausgegangen werden, dass es Nodes gibt, die versuchen die Daten der Blockchain zu verfälschen. Dem wird mit der Verwendung von diversen Consensus Algorithmen[6] entgegengewirkt. Die Consensus Algorithmen stellen sicher, dass die Transaktionen auf der Blockchain valide und authentisch sind.

Im Gegensatz zur Bitcoin[7] kann bei Ethereum[8] auch Code in der Chain gespeichert werden, sogenannte Smart Contracts, siehe 2.2.2. Ethereum verfügt über eine eigene Kryptowährung, den Ether (ETH).

2.2.2 Smart Contracts

Der Begriff Smart Contract, wurde von Nick Szabo[9] in den frühen 1990 Jahren zum erten Mal verwendet. Es handelt sich um ein Stück Code, das auf der Blockchain liegt. Es können Vertragsbedingungen als Code geschrieben werden. Sobald die Bedingungen erfüllt sind, führt sich der Smart Contract selbst aus. Der Code kann von allen Teilnehmern der Blockchain inspiziert werden. Da er dezentral auf der Blockchain gespeichert ist, kann er auch nicht nachträglich manipuliert werden. Das schafft Sicherheit für die beteiligten Parteien.

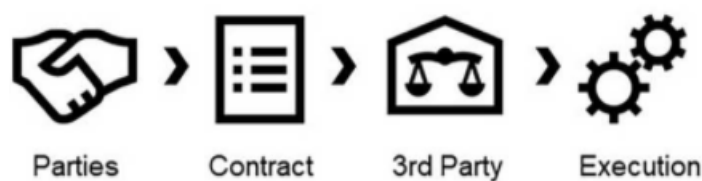


Abbildung 2.1: Ein traditioneller Vertrag[10]



Abbildung 2.2: Ein Smart Contract[10]

Der grosse Vorteil von Smart Contracts ist, dass keine third parties benötigt werden, das ist auf den Bildern 2.1 und 2.2 dargestellt. Der Code kontrolliert die Transaktionen, welche Nachverfolgbar und irreversibel sind. Bei einem traditionellen Vertrag werden diese durch third parties kontrolliert und meistens auch ausgeführt.

Sobald ein Smart Contract auf Ethereum deployed ist, verfügt er über eine Adresse, siehe Abschnitt 2.2.5.3. Mit dieser, kann auf die Funktionen des Smart Contracts zugegriffen werden.

2.2.2.1 Decentralized application (DApp)

Eine DApp ist eine Applikation (App), deren backend Code dezentral auf einem peer-to-peer Netzwerk läuft, zum Beispiel die Ethereum Blockchain. Der frontend Code kann in einer beliebigen Sprache geschrieben werden, sofern Aufrufe an das Backend möglich sind. DApp's für die Ethereum Blockchain werden mit Smart Contracts realisiert. Das prominenteste Beispiel einer DApp ist CryptoKitties[11]. Die Benutzer können mit digitale Katzen handeln und züchten.

2.2.3 Transaktionen

Um mit der Blockchain zu interagieren, werden Transaktionen benötigt. Sie erlauben es Daten in der Blockchain zu erstellen oder anzupassen. Eine Transaktion verfügt über folgende Felder:

From Der Sender der Transaktion. Wird mit einer 20 Byte langen Adresse, siehe Abschnitt 2.2.5.3, dargestellt.

To Der Empfänger der Transaktion. Wird ebenfalls mit einer 20 Byte langen Adresse dargestellt. Falls es sich um ein Deployment von einem Smart Contract handelt, wird dieses Feld leer gelassen.

Value Mit diesem Feld wird angegeben, wieviel Wei[12] übertragen werden soll. Der Betrag wird von „From“ nach „To“ übertragen.

Data/Input Dieses Feld wird hauptsächlich für die Interaktion mit Smart Contracts, siehe Abschnitt 2.2.2, verwendet. Wenn ein Smart Contract deployed werden soll, wird in diesem Feld der dessen

Bytecode[13] übertragen. Bei Funktionsaufrufen auf einen Smart Contract wird die Funktionssignatur und die codierten Parameter mitgegeben. Bei reinen Kontoübertragungen wird das Feld leer gelassen.

Gas Price Gibt an, welcher Preis pro Einheit Gas man gewillt ist zu zahlen. Mehr dazu im Abschnitt 2.2.4

Gas Limit Definiert die maximale Anzahl Gas Einheiten, die für diese Transaktion verwendet werden können, siehe Abschnitt 2.2.4 [14]

Damit eine Transaktion in die Blockchain aufgenommen werden kann, muss sie signiert[15] sein. Dies kann beim Benutzer offline gemacht werden. Die signierte Transaktion wird dann an die Blockchain übermittelt.

2.2.4 Gas

Mit Gas[3] ist in der Ethereum Blockchain eine spezielle Währung gemeint. Mit ihr werden Transaktionskosten gezahlt. Jede Aktion in der Blockchain kostet eine bestimmte Menge an Gas (Gas Cost). Somit ist die benötigte Menge an Gas proportional zur benötigten Rechenleistung. So wird sichergestellt, dass die anfallenden Kosten einer Interaktion gerecht verrechnet werden. Die anfallenden Gas Kosten werden in Ether gezahlt. Für die Berechnung der Transaktionskosten wird der Preis pro Einheit Gas (Gas Price) verwendet. Dieser kann vom Sender selbst bestimmt werden. Ein zu tief gewählter Gas Price hat zur Folge, dass die Transaktion nicht in die Blockchain aufgenommen wird, da es sich für einen Miner, siehe Abschnitt ??, nicht lohnt, diese zu verarbeiten. Ein hoher Gas Price stellt zwar sicher, dass die Transaktion schnell verarbeitet wird, kann aber hohe Gebühren generieren.

$$TX = gasCost * gasPrice$$

Die Transaktionskosten werden nicht direkt in Ether berechnet, da dieser starken Kursschwankungen unterworfen sein kann. Die Kosten für Rechenleistung, also Elektrizität, sind hingegen stabiler Natur. Daher sind Gas und Ether separiert.

Ein weiterer Parameter ist Gas Limit. Mit diesem Parameter wird bestimmt, was die maximale Gas Cost ist, die man für eine Transaktion bereitstellen möchte. Es wird aber nur so viel verrechnet, wie auch wirklich benötigt wird, der Rest wird einem wieder gutgeschrieben. Falls die Transaktionskosten höher als das gesetzte Gas Limit ausfallen, wird die Ausführung der Transaktion abgebrochen. Alle gemachten Änderungen auf der Chain werden rückgängig gemacht. Die Transaktion wird als „fehlgeschlagene Transaktion“ in die Blockchain aufgenommen. Das Gas wird nicht zurückerstattet, da die Miner bereits Rechenleistung erbracht haben.

2.2.5 Account

Um mit Ethereum interagieren zu können, wird ein Account benötigt. Dieser besteht aus einer Adresse, einem öffentlichen und einem geheimen Schlüssel. Es gibt zwei Arten von Accounts, solche von Benutzern und jene von Smart Contracts. Ein Account ermöglicht es einem Benutzer oder Smart Contract, Transaktionen zu empfangen und zu senden.

2.2.5.1 Geheimer Schlüssel

Der geheime Schlüssel ist ein 256 Bit lange zufällig generierte Zahl. Er definiert einen Account und wird verwendet um Transaktionen zu signieren. Daher ist es von grösster Wichtigkeit, dass ein geheimer Schlüssel sicher gelagert wird. Wenn er verloren geht, gibt es keine Möglichkeit mehr auf diesen Account zuzugreifen.

2.2.5.2 Öffentlicher Schlüssel

Der öffentliche Schlüssel wird aus dem geheimen Schlüssel abgeleitet. Für die Generierung wird Keccak[16] verwendet, ein „Elliptical Curve Digital Signature Algorithm“[17]. Der öffentliche Schlüssel wird verwendet um die Signatur einer Transaktion zu verifizieren.

2.2.5.3 Adresse

Die Adresse wird aus dem öffentlichen Schlüssel abgeleitet. Es wird SHA3[18] verwendet um einen 32 Byte langen String zu bilden. Von diesem bilden die letzten 20 Bytes, also 40 Zeichen, die Adresse von einem Account. Die Adresse wird bei Transaktionen oder Interaktionen mit einem Smart Contract verwendet.

2.2.6 Blockchain Wallet

Eine Blockchain Wallet, kurz Wallet, ist ein digitales Portmonaie. Der Benutzer hinterlegt in der Wallet seinen geheimen Schlüssel, siehe 2.2.5.1. Dadurch erhält er eine grafische Oberfläche für die Verwaltung seines Accounts. Nebst dem aktuellen Kontostand, wird meistens noch die Transaktionshistorie angezeigt. In der Wallet können mehrere Accounts verwaltet werden. So muss sich der Benutzer nicht selbst um die sichere Aufbewahrung der geheimen Schlüssel kümmern. Bei den meisten Wallets ist es möglich verschiedene Währungen zu verwalten. Es existieren zwei unterschiedliche Arten von Wallets, Hot und Cold Wallets:

Hot Wallet Ein Stück Software, welches die geheimen Schlüssel verwaltet.

Es existieren drei unterschiedliche Typen, Desktop, Web und Mobile Wallets. [19], [20], [21]

Cold Wallet Der geheime Schlüssel wird in einem Stück Hardware gespeichert. Dadurch können die geheimen Schlüssel offline gelagert werden. Das erhöht die Sicherheit der Wallet, da Angriffe aus dem Internet ausgeschlossen werden können. [19], [20], [21]

2.2.6.1 Smart Wallet

Smart Wallets basieren auf Smart Contracts. Der Benutzer ist der Besitzer der Smart Contracts und somit der Wallet. Die Verwendung von Smart Contract bei der Implementierung der Wallet ermöglicht mehr Benutzerfreundlichkeit ohne die Sicherheit zu kompromittieren. [22], [23], [24] //TODO ..

2.2.7 Denial of Service (DoS) Attacken

Bei einer DoS Attacke versucht der Angreifer einen Service mit Anfragen zu überlasten. Die Überlastung schränkt die Verfügbarkeit stark ein oder macht den Service sogar gänzlich un verfügbar für legitime Anfragen.

Zurzeit sind Blockchains noch relativ langsam bei der Verarbeitung von Transaktionen. Ethereum kann ungefähr 15 Transaktionen pro Sekunde abarbeiten.[25] Dadurch ist ein möglicher Angriffsvektor, die Blockchain mit Transaktionen zu fluten. Das würde dazu führen, dass Benutzer sehr lange auf die Ausführung ihrer Transaktionen warten müssen. Blockchains schützen sich vor diesem Angriff mit einer Transaktionsgebühr. Diese werden durch Angebot und Nachfrage bestimmt. Das heisst, wenn es viele Transaktionen gibt, steigt der Bedarf an deren Verarbeitung und es kann davon ausgegangen werden, dass auch die Transaktionsgebühren steigen. Das bedeutet, dass bei einer DoS Attacke die Transaktionsgebühren tendenziell steigen. Um sicherzustellen, dass seine Transaktionen weiterhin zuverlässig in die Blockchain aufgenommen werden, muss der Angreifer seinen Gas Price kontinuierlich erhöhen. Ein DoS Angriff auf eine Blockchain wird dadurch zu einem sehr kostspieligen Unterfangen. Die hohen Kosten schrecken die meisten Angreifer ab und sind somit ein sehr effizienter Schutzmechanismus.[26]

2.2.7.1 DoS Attacke identifizieren

Auf der Blockchain der FHNW existiert eine privilegierte Benutzergruppe. Diese dürfen gratis Transaktionen ausführen. Diese Gruppe von Benutzer ist eine potentielle Bedrohung. Ohne Transaktionskosten hat die Blockchain keinen Schutzmechanismus gegen eine DoS Attacke. Aus diesem Grund muss das Verhalten der privilegierten Accounts überwacht werden. Falls einer dieser Accounts eine DoS Attacke einleitet, muss das frühst möglich erkannt und unterbunden werden können.

//TODO Möglich Vorgehensweisen nebst TX limite pro ACC

Transaktionslimite pro Account Jeder Account darf nur eine gewisse Anzahl von gratis Transaktionen pro Zeiteinheit tätigen. Beim Überschreiten des Limits, wird er von der Whitelist gelöscht und muss die Transaktionsgebühr zahlen. Der Account kann nach einer bestimmten Zeit automatisch wieder in die Whitelist eingefügt werden.

2.2.8 Whitelist von Parity

Der Client Parity hat eine Whitelist Funktionalität. Die Liste ist als Smart Contract geschrieben. Im Genesisblock[27] wird der Bytecode des Smart Contracts an der gewünschten Adresse hinterlegt. In der Liste können Accounts hinterlegt werden. Diese geniessen das Privileg, gratis Transaktionen tätigen zu dürfen. Dabei wird nur geprüft, ob der Sender einer Transaktion mit einem Gas Price von Null, sich in der Whitelist befindet. Ist er das, wird die Transaktion vom Node akzeptiert. Befindet sich der Account nicht in der Whitelist, wird die Transaktion vom Node abgelehnt. Die Whitelist wird initial von der FHNW mit Accounts befüllt. Die FHNW verfügt über einen Account, der berechtigt ist die Liste notfalls anzupassen. Idealerweise benutzt die FHNW diesen Account ausschliesslich zur Befüllung der Liste. Ein weiterer Account, der die Liste anpassen kann, wird vom entwickelten Schutzmechanismus kontrolliert. So kann bei einer Bedrohung, der bösartige Account von der Liste entfernt werden.

2.3 Lösungsansätze

//TODO Spellcheck über ganze Seite

//TODO Erläuterungen zu Flow Charts

In diesem Kapitel werden die erarbeiteten Lösungsansätze vorgestellt. Die Stärken und Schwächen von jedem Lösungsansatz werden analysiert und dokumentiert. Mit der vorgenommenen Analyse wird ein Favorit bestimmt. Dieser wird weiterverfolgt und implementiert.

2.3.1 Lösungsansatz 1: Smart Wallet

Es wird selbst eine Smart Wallet entwickelt. Diese benötigt die volle Funktionalität einer herkömmlichen Wallet. Zusätzlich ist ein Schutzmechanismus gegen DoS Attacken implementiert. Wie in Abbildung ?? ersichtlich, wird für jeden Benutzer eine Smart Wallet deployed. Dies wird von der FHNW übernommen. So fallen für die Benutzer keine Transaktionsgebühren an. Wie unter 2.2.8 beschrieben, wird für die Betreuung der Blockchain der Client Parity mit einer Whitelist verwendet.

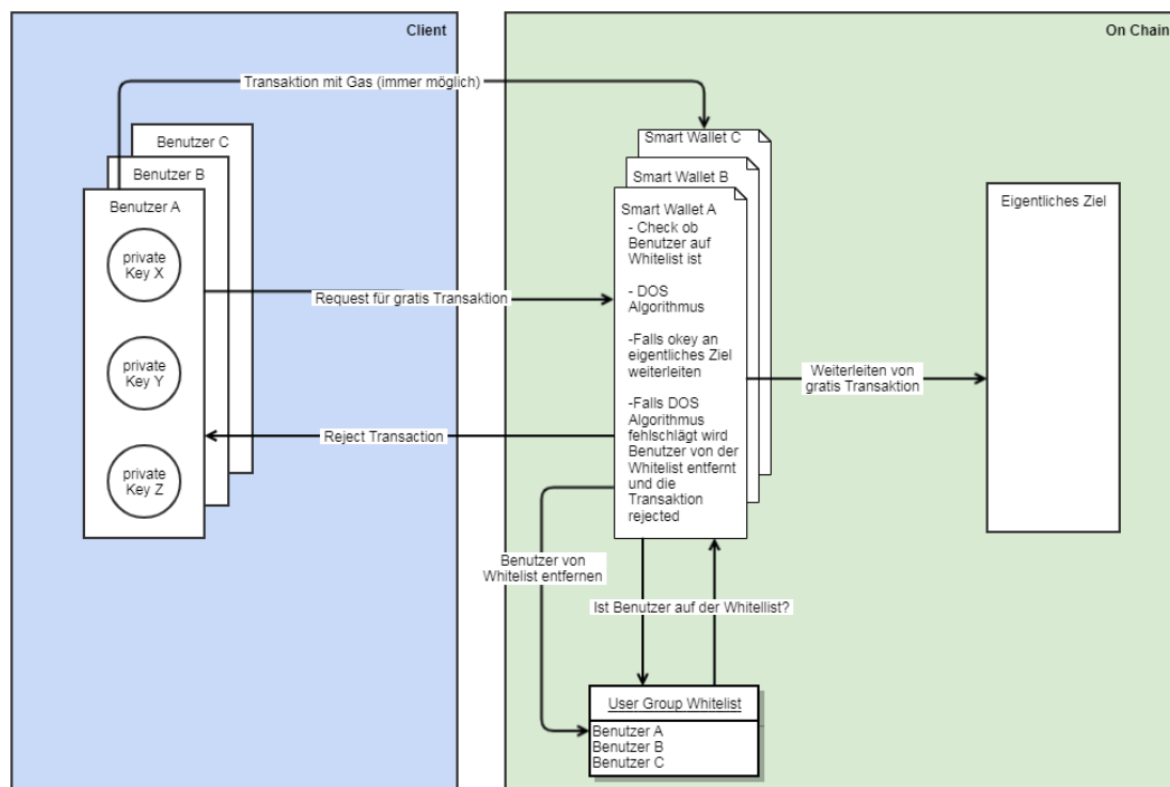


Abbildung 2.3: Lösungsansatz1

Es muss sichergestellt werden, dass ein Benutzer auf seine Smart Wallet zugreifen kann, unabhängig davon ob er gratis Transaktionen tätigen darf oder nicht. Dies ist in der Abbildung 2.3 dargestellt.

Wie in 2.2.8 beschrieben, prüft Parity bei einer gratis Transaktion nur, ob sich der Account in der Whitelist befindet. Das bedeutet, dass mit einem whitelisted Account auch gratis Transaktionen getätigt werden können, die nicht an die Smart Wallet gerichtet sind. Somit kann der Benutzer den DoS Schutzmechanismus umgehen. Deswegen muss ein Weg gefunden werden, der den Benutzer zwingt Transaktionen über die Smart Wallet abzuwickeln. Eine Möglichkeit ist Parity selbst zu erweitern. Anstelle einer Liste mit Accounts, muss eine Liste von Verbindungen geführt werden. So kann definiert werden, dass nur eine Transaktion auf die Smart Wallet gratis ist.

2.3.1.1 Pro

//TODO mehr Text

Der Vorteil des Lösungsansatzes 1 ist, dass die ganze Lösung auf der Blockchain läuft und somit dezentral ist. Diese Lösung ist die eleganteste Lösung, da sie die Prinzipien einer Blockchain einhält.

//TODO Text oder Auflistung

//vlt als text ausformulieren? -> Bei allen PRO und CONTRAS

- Alles auf der Blockchain
- Dezentral
- Elegant
- Ein System

2.3.1.2 Contra

Ein grosses Nachteil des Lösungsansatzes 1 ist, dass es unklar ist, ob er machbar ist. Um diesen Lösungsansatz umzusetzen, muss der Blockchain Client, Parity, erweitert werden, um die Accounts zu zwingen über die Smart Wallet Transaktionen zu verschicken. Diese Erweiterungen müssen in einer weiteren Sprache entwickelt werden. Diese Änderungen macht den Lösungsansatz sehr komplex. Ein weiterer Nachteil ist, dass bei einer Änderung am DoS Schutzalgorithmus eine neue Smart Wallet für jeden Account deployed werden muss. Des weiteren bleibt die alte Smart Wallet bestehen, ausser die Blockchain wird resetted.

//TODO Verb Zeiten kontrollieren. //Punkt: Sender IDs auf Whitelists muss für jeden Account in Whitelist angepasst werden nach neuem Smart Contract Deployment

2.3.1.3 Prozessworkflow

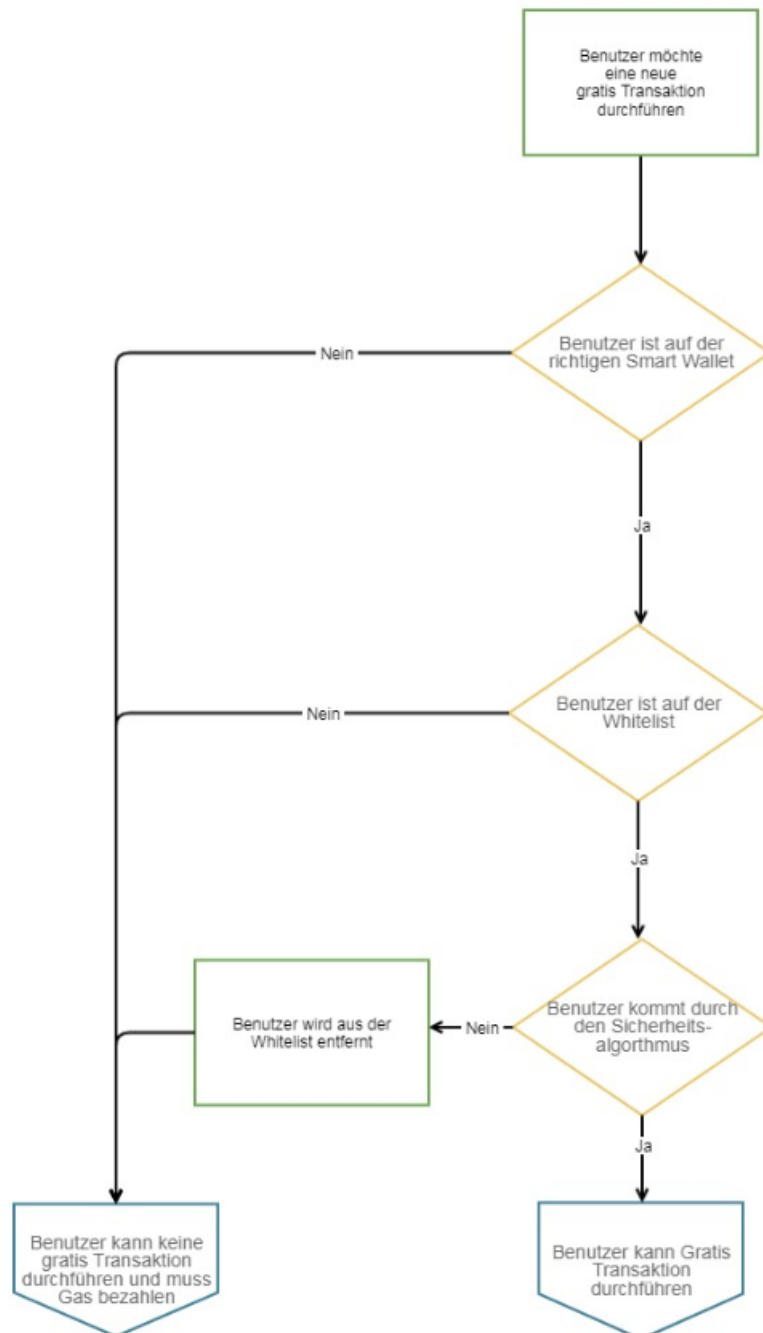


Abbildung 2.4: Flowchart Lösungsansatz 1

In der Abbildung 2.4 ist der Prozessablauf für eine gratis Transaktion dargestellt.

//TODO weitere Erläuterung?

2.3.2 Lösungsansatz 2: Smart Wallet mit externen JavaProgramm nach Whitelist-Check

Bei diesem Lösungsansatz wird auf die Entwicklung einer Smart Wallet verzichtet. Stattdessen wird der Schutzmechanismus gegen DoS Attacken mit einem Javaprogramm implementiert.

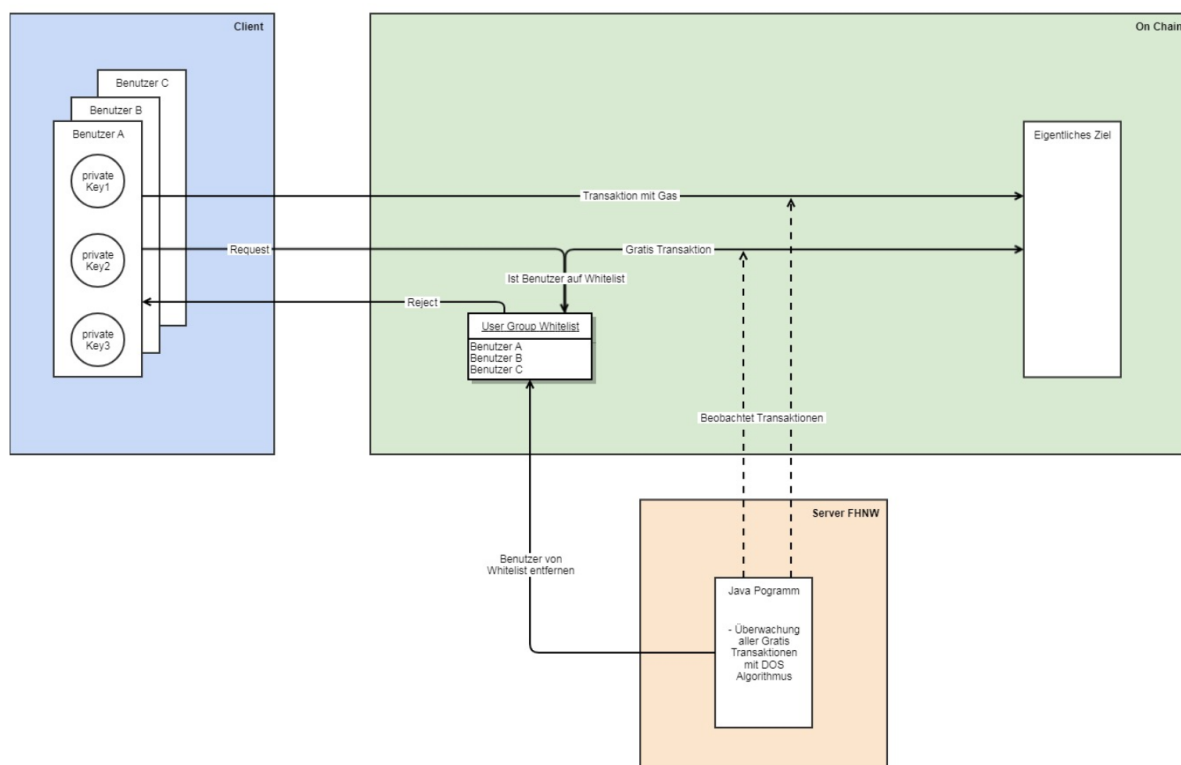


Abbildung 2.5: Lösungsansatz 2

Wie in Abbildung 2.5 ersichtlich ist, wird für diesen Lösungsansatz der DoS Schutzalgorithmus in einem externen Java Programm implementiert. Es wird auch für diesen Lösungsansatz die Whitelist von Parity verwendet, siehe 2.2.8. Der externe Sicherheitsalgorithmus überwacht getätigte gratis Transaktionen. Falls ein Account die Sicherheitsrichtlinien verletzt, wird dieser vom Algorithmus aus der Whitelist gelöscht.

2.3.2.1 Pro

Ein klarer Vorteil des Lösungsansatzes 2 ist, dass er sicher umsetzbar ist. Die Eleganz dieser Lösung besteht darin, dass bei einer Änderung des DoS Schutzalgorithmus nur das Java Programm neu deployed werden muss. Dies ist ein einmaliges Deployment und die Blockchain muss nicht resettet werden, um den alten Code zu entfernen.

2.3.2.2 Contra

Ein grosser Nachteil dieses Lösungsansatzes ist, dass durch die zentrale Autorität die Prinzipien der Blockchain verletzt werden. Somit wäre die Lösung nicht sehr elegant. Ein weiterer Nachteil ist, dass durch das Java Programm ein Server als Komponente hinzukommen würde und somit nicht alles auf einer Komponente läuft. Dies bringt weiteren administrativen Aufwand.

2.3.2.3 Prozessworkflow

//TODO Flowchart falsch.. gibt keine Smart wallet, Transaktion kommt immer durch Java wenn auf white list, da java nur passiv mithört

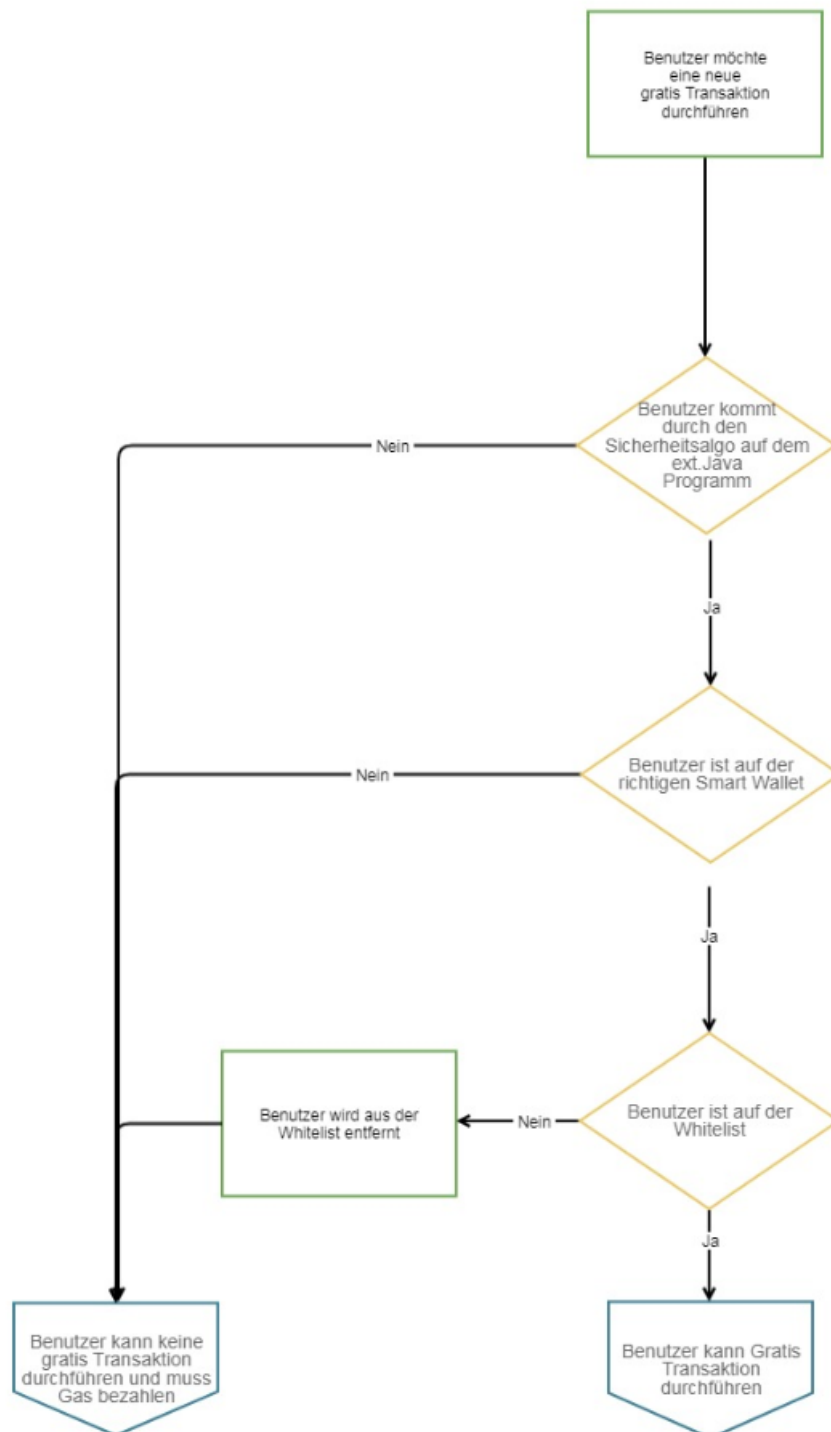


Abbildung 2.6: Flowchart Lösungsansatz 2

Auf dem Flowchart 2.6 dargestellt ist, kann ein Benutzer mit einem whitelisted Account direkt gratis

Transaktionen ausführen.

2.3.3 Lösungsansatz 3: Smart Wallet mit externen JavaProgramm vor Whitelist-Check

Wie in Abbildung 2.7 illustriert, ist der Blockchain ein Javaprogramm vorgelagert. Das Programm verwaltet eine eigene Whitelist mit Accounts. Diese sind für gratis Transaktionen berechtigt. Weiter beinhaltet es den DoS Schutzalgorithmus. Dieser prüft ob der Account auf der Whitelist ist und ob die Transaktion die Schutzrichtlinien verletzt. Falls der Benutzer die Sicherheitsrichtlinien verletzt, wird sein Account vom Algorithmus aus der eigenen Whitelist gelöscht. //TODO Benutzer oder Transaktion verletzt die Schutzrichtlinien?

Sofern keine Richtlinien verletzt werden, wird die Transaktion ins Data-Feld, siehe 2.2.3, einer neuen Transaktion gepackt. Das ist nötig, um die Transaktionsinformationen (wie z.B. Sender Identität) zu präservieren. Die neue erstellte Transaktion wird vom Javaprogramm an die Smart Wallet gesendet.

//TODO wer verwaltet die Whitelist des Javaprogramms?

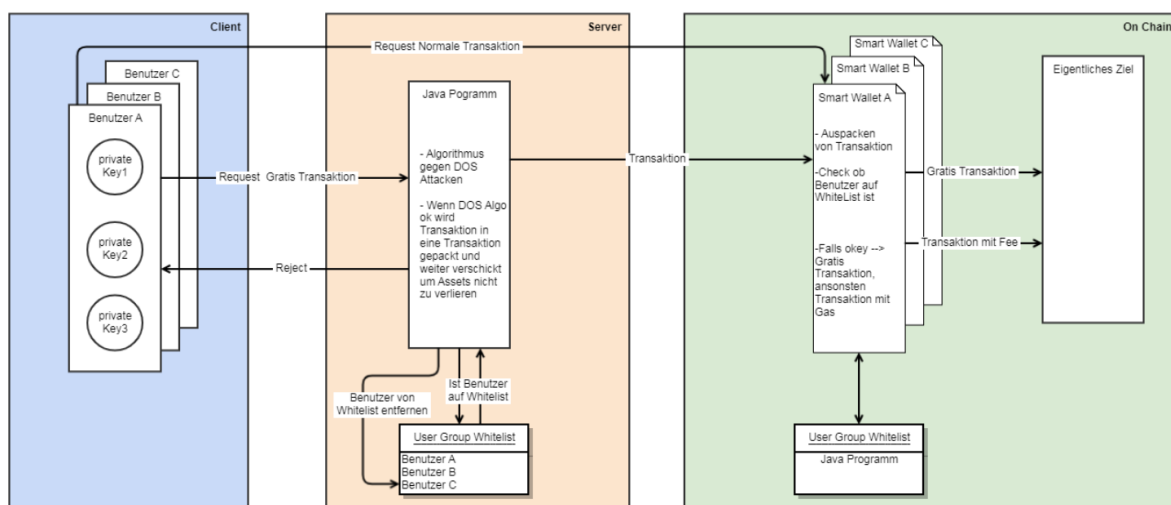


Abbildung 2.7: Lösungsansatz 3

Weiter wird eine Smart Wallet entwickelt. Diese ist nötig, um die verschachtelten Transaktionen des Javaprogramms zu verarbeiten. Aus dem Data-Feld wird die eigentliche Transaktion extrahiert und abgesetzt.

Jeder Benutzer besitzt eine eigene Smart Wallet um die Sender Identität für jeden Benutzer einmalig zu halten. Auf der im Abschnitt 2.2.8 beschriebenen Whitelist ist nur der Account des Javaprogrammes aufgelistet. So ist sichergestellt, dass nur Transaktionen die vom Java Programm weitergeleitet werden,

kostenfrei durchgeführt werden können. Der Benutzer kann immer mit kostenpflichtigen Transaktionen auf die Smart Wallet zugreifen. Dies ist insbesondere wichtig, falls das Java Programm nicht aufrufbar ist, wenn z.B. der Server ausfällt.

2.3.3.1 Pro

//TODO kürzere Sätze

Ein grosser Vorteil dieses Lösungsansatzes ist, dass alle gratis Transaktionen vom DoS Schutzalgorithmus geprüft werden, da sie alle über das Javaprogramm laufen müssen, weil dort die Whitelist der Accounts geführt wird. Ein weiterer grosser Vorteil ist, dass der DoS Schutzalgorithmus im Javaprogramm geändert werden kann und nur einmalig deployed werden muss und der alte nicht auf der Blockchain bestehen bleibt. Somit muss bei Änderungen die Blockchain nicht resettet werden. Das Besondere bei dieser Lösung ist, dass der DoS Schutzalgorithmus die unerwünschten Transaktionen blockt bevor sie auf die Blockchain treffen.

2.3.3.2 Contra

Durch die zentrale Autorität werden bei diesem Lösungsansatz die Prinzipien der Blockchain verletzt. Ein weiterer Nachteil sind die weitere Komponente die durch das Java Programm und dessen zusätzlichen Server anfallen.

//TODO Text oder Auflistung

- Mehrere Systeme
- Zentrale Autorität

2.3.3.3 Prozessworkflow

//Todo flowchart falsch, zuerst Java dann richtige smart wallet

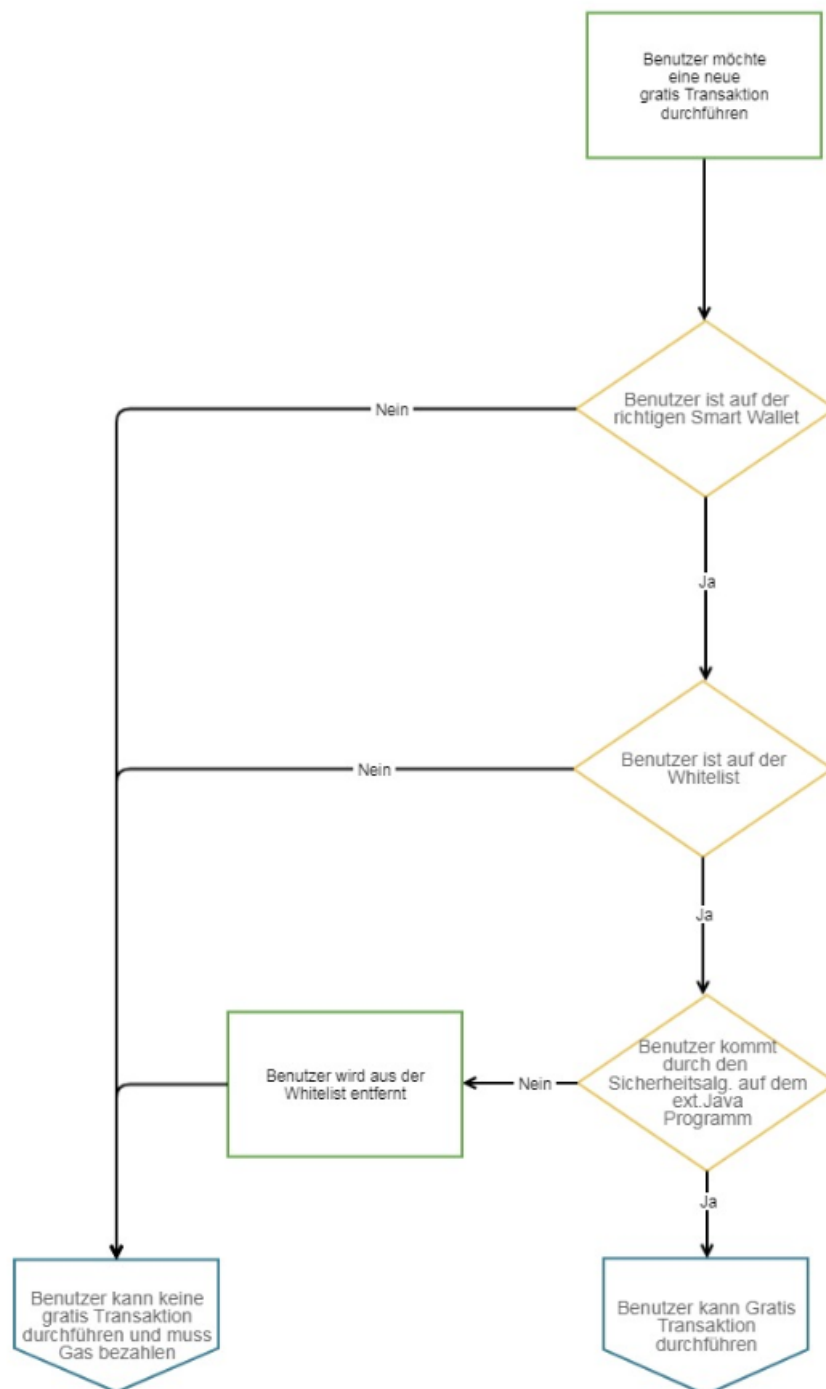


Abbildung 2.8: Flowchart Lösungsansatz 3

Die Abbildung 2.8 zeigt, dass alle gratis Transaktionen in erster Instanz von einem Javaprogramm geprüft werden. Falls keine Richtlinien verletzt werden, wird die Transaktion im Data-Feld einer neu

generierten Transaktion an die Smart Wallet übermittelt.

2.3.4 Lösungsansatz 4: Super Smart Wallet

Es wird eine zentrale Smart Wallet entwickelt. Im Gegensatz zu Lösungsansatz 1, 2.3.1, wird nicht für jeden Benutzer eine Smart Wallet deployed, sondern nur eine einzige. Diese kann von allen Benutzern der Blockchain genutzt werden. Bei diesem Ansatz wird mit der in Absatz 2.2.8 beschriebenen Whitelist gearbeitet.

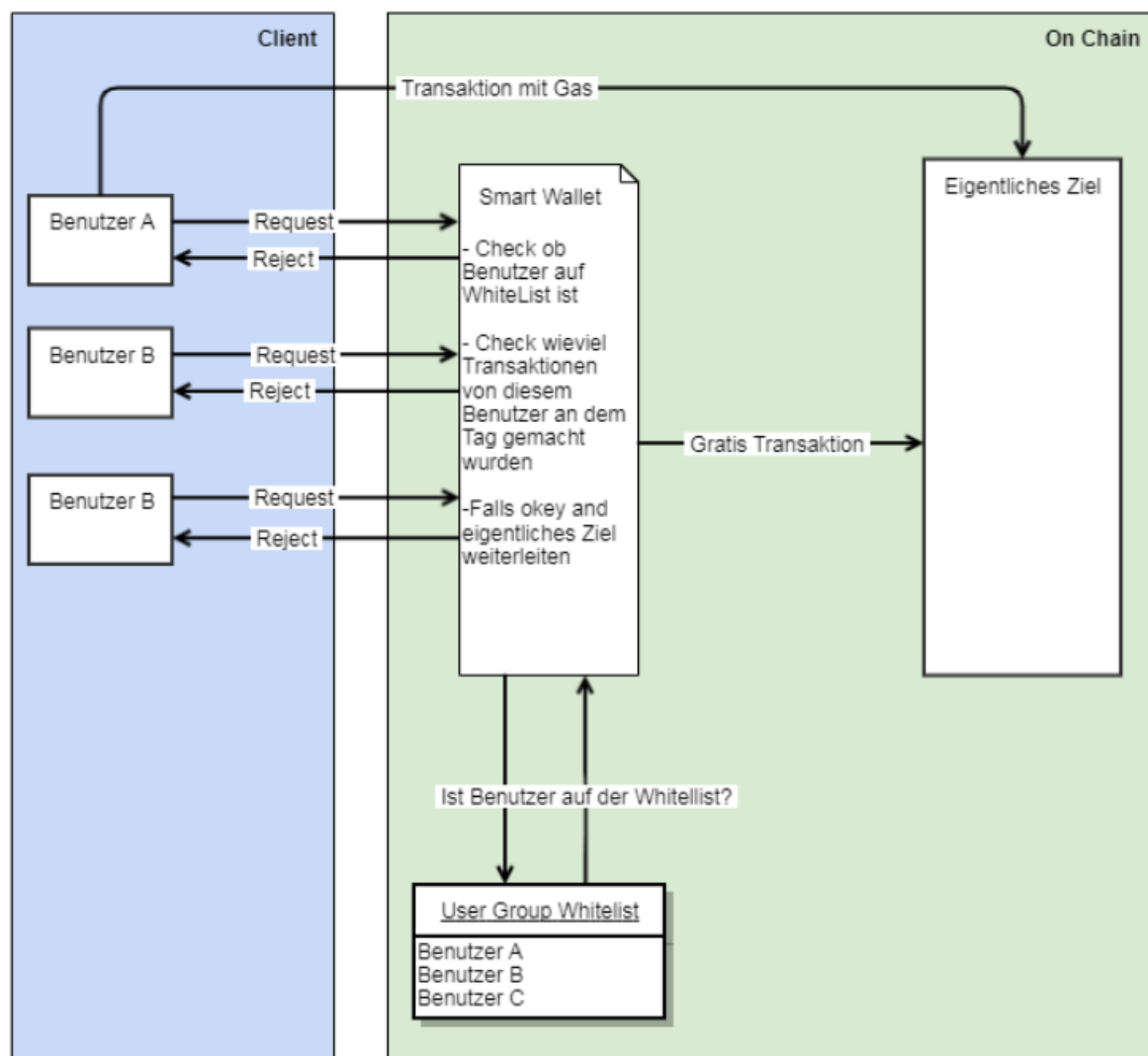


Abbildung 2.9: Lösungsansatz 4

Die Smart Wallet verwaltet die Whitelist und den Schutzmechanismus gegen DoS Attacken. Das ist auf Abbildung 2.9 ersichtlich.

//TODO nicht die Smart Wallet, sondern die Blockchain verwaltet die Whitelist?

2.3.4.1 Pro

Vorteil dieses Lösungsansatzes ist, dass nur eine Smart Wallet deployed werden muss und nicht für jeden Benutzer einzeln eine zur Verfügung gestellt werden muss. Dies bringt weniger administrativer Aufwand.

//TODO Text oder Auflistung

- Nur eine Smart Wallet muss deployed und betrieben werden
- Weniger administrativer Aufwand für Administratoren

2.3.4.2 Contra

Bei diesem Lösungsansatz ist nicht klar, ob er umsetzbar ist. Die Blockchain muss umgeschrieben werden, da nicht die Senderidentität der Smart Wallet genutzt würde, sondern die des Accounts. Des weiteren ist es bei dieser Lösung möglich, gratis Transaktionen nicht über die Smart Wallet zu schicken und somit den DoS Schutzalgorithmus zu umgehen.

//TODO auflistung oder Text

-Schwierig Sender ID für Transaktion zu setzten (überhaupt möglich?)

2.4 Evaluation der Lösungsansätze

Um einen Lösungsansatz auszuwählen, haben wir folgende Kriterien definiert:

Komplexität (KP) Dieses Kriterium gibt an, wie Komplex die Umsetzung des Lösungsansatzes ist.

Gewichtung 3 // TODO weiter ausführen

Blockchainprinzipien (BCP) Hier wird bewertet, ob die Prinzipien einer Blockchain berücksichtigt werden. Wie Dezentralität, alles „on-Chain“ etc

Gewichtung 1 // TODO weiter ausführen

Administrativer Aufwand (AA) Mit diesem Punkt wird der administrative Aufwand für die Betreuung des Lösungsansatzes bewertet. (Deployment Smart Contracts, Anpassung Whitelist, Server Betrieb)

Gewichtung 2 //TODO weiter ausführen

Security (SEC) Wie sicher ist der Lösungsansatz? Welche Bedenken bestehen

Gewichtung 3 //TODO Weiter ausführen / definieren

//TODO TEXT Erklären, dass Gewichtung 1-3 ist. 3 ist höchste //TODO bei allen Kriterien noch die Gewichtung + Erklärung

Tabelle 2.1: Evaluation Lösungsansätze

	KP	BCP	AA	SEC	Total
Gewichtung	3	2	2	1	
Lösungsansatz 1	1	3	1		11
Lösungsansatz 2	3	2	2		17
Lösungsansatz 3	2	1	3		12
Lösungsansatz 4	0	2	2		8

2.4.1 Lösungsansatz 1: Smart Wallet

//TODO nach Prio nochmals umschreiben Der Lösungsansatz 1 ist die eleganteste Lösung, jedoch laut Evaluation die zweit beste, zusammen mit dem Lösungsansatz 3. Da diese Lösung kein Java Programm wie Lösungsansatz 2 und 3 vorsieht ist sie prioritär zu Lösungsansatz 3. Falls die Kapazitäten ausreichen, wird sie somit auch implementiert.

2.4.2 Lösungsansatz 2: Smart Wallet mit externen JavaProgramm nach Whitelist-Check

Ergebnis der Evaluation zeigt, dass diese Lösung die beste nach den Kriterien ist. Deswegen wird diese Lösung als erstes implementiert.

2.4.3 Lösungsansatz 3: Smart Wallet mit externen JavaProgramm vor Whitelist-Check

Laut Evaluation ist dieser Lösungsansatz auf dem zweiten Platz, zusammen mit Lösungsansatz 1. Da diese Lösung auch ein Javaprogramm wie Lösung 2 vorsieht, wird sie weniger prioritär wie Lösungsansatz 1 betrachtet.

2.4.4 Lösungsansatz 4: Super Smart Wallet

Dieser Lösungsansatz ist laut Evaluation auf dem letzten Platz. Dies war von Anfang an klar. Dieser Ansatz wurde jedoch aufgezeigt, da er das erste Lösungskonzept war.

3 Praktischer Teil

4 Fazit

5 Quellenverzeichnis

- [1] „Blockchain - Wikipedia“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain>.
- [2] „University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.fhnw.ch/>.
- [3] M. Inc., „What is Gas | MyEtherWallet Knowledge Base“, 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://kb.myetherwallet.com/en/transactions/what-is-gas/>.
- [4] „Denial-of-service attack - Wikipedia“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://en.wikipedia.org/wiki/Denial-of-service_attack.
- [5] „Peer-to-peer - Wikipedia“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://en.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer>.
- [6] „What Is a Blockchain Consensus Algorithmen | Binance Academy“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.binance.vision/blockchain/what-is-a-blockchain-consensus-algorithm>.
- [7] „Bitcoin - Wikipedia“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bitcoin>.
- [8] Ethereum, „Home | Ethereum“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ethereum.org/>.
- [9] „Nick Szabo - Wikipedia“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://en.wikipedia.org/wiki/Nick_Szabo.
- [10] „Smart Contracts for Alpiq | ETH Zürich“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://ethz.ch/en/industry-and-society/industry-relations/industry-news/2019/04/smart-contract-for-alpiq.html>.
- [11] „CryptoKitties | Collect and breed digital cats!“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.cryptokitties.co/>.
- [12] „Wei“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.investopedia.com/terms/w/wei.asp>.
- [13] S. Fontaine, „Understanding Bytecode on Ethereum - Authereum - Medium“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://medium.com/authereum/bytecode-and-init-code-and-runtime-code-oh-my-7bcd89065904>.
- [14] K. Tam, „Transactions in Ethereum - KC Tam - Medium“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://medium.com/@kctheservant/transactions-in-ethereum-e85a73068f74>.

- [15] Y. Riady, „Signing and Verifying Ethereum Signatures - Yos Riady“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://yos.io/2018/11/16/ethereum-signatures/>.
- [16] „<https://keccak.team/>“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: Keccak%20Team.
- [17] „Elliptic Curve Digital Signature Algorithm - Wikipedia“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://en.wikipedia.org/wiki/Elliptic_Curve_Digital_Signature_Algorithm.
- [18] „SHA-3 - Wikipedia“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://en.wikipedia.org/wiki/SHA-3>.
- [19] „Crypto Wallet Types Explained | Binance Academy“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.binance.vision/blockchain/crypto-wallet-types-explained>.
- [20] M. Wachal, „What is a blockchain wallet? - SoftwareMill Tech Blog“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://blog.softwaremill.com/what-is-a-blockchain-wallet-bbb30bf97f8>.
- [21] StellaBelle, „Cold Wallet Vs. Hot Wallet: What’s The Difference?“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://medium.com/@stellabelle/cold-wallet-vs-hot-wallet-whats-the-difference-a00d872aa6b1>.
- [22] M. Wright, „So many mobile wallets, so little differentiation - Argent - Medium“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://medium.com/argenthq/recap-on-why-smart-contract-wallets-are-the-future-7d6725a38532>.
- [23] E. Conner, „smart Wallets are Here - Gnosis“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://blog.gnosis.pm/smart-wallets-are-here-121d44519cae>.
- [24] D. Labs, „Why Dapper is a smart contract wallet - Dapper Labs - Medium“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://medium.com/dapperlabs/why-dapper-is-a-smart-contract-wallet-ef44cc51cfa5>.
- [25] „Crypto Bites: Chat with Ethereum founder Vitalik Buterin“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?v=u-i_mTwL-FI&feature=emb_logo.
- [26] R. Greene und M. N. Johnstone, „An investigation into a denial of service attack on an ethereum network“, 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1219&context=ism>.
- [27] „Genesis block - Bitcoin Wiki“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://en.bitcoin.it/wiki/Genesis_block.
- [28] go-ethereum, „Go Ethereum“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://geth.ethereum.org/>.
- [29] P. Technologies, „Blockchain Infrastructure for the Decentralised Web | Parity Technologies“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.parity.io>.
- [30] „<https://github.com/ethereum/aleth>“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/ethereum/aleth>.
- [31] T. B. G. 2019, „Sweet Tools for Smart Contracts“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.truffle-suite.com/>.

- [32] uPort, „uPort“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.uport.me/>.
- [33] MetaMask, „MetaMask“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://metamask.io/>.
- [34] A. Wallet, „Atomic Cryptocurrency Wallet“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://atomicwallet.io/>.
- [35] E. M. Inc., „Crypte Wallet - Send, Receive & Exchange Cryptocurrency | Exodus“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.exodus.io>.
- [36] MyEtherWallet, „MyEtherWallet | MEW“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.myetherwallet.com/>.
- [37] Solidity, „Solidity - Solidity 0.5.11 documentation“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://solidity.readthedocs.io/en/v0.5.11/>.
- [38] „Vyper–Vyper documentation“, 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://vyper.readthedocs.io/en/v0.1.0-beta.13/#>.

6 Anhang

6.1 Glossar

Begriff	Bedeutung
---------	-----------

6.2 Entwicklungsumgebung

In diesem Abschnitt wird die geplante Testumgebung und deren Verwendung beschrieben.

6.2.1 Blockchain

Es wird eine Test-Blockchain aufgesetzt. Diese wird benötigt, um geschriebenen Code zu testen und analysieren.

Als Blockchain wird Ethereum[8] verwendet. In den nachfolgenden Absätzen werden mögliche Tools besprochen, die für den Aufbau von einer Testumgebung genutzt werden können.

6.2.1.1 Client

In der Arbeit wird evaluiert ob Geth[28] als Client den Ansprüchen genügt oder ob ein anderer Client (z.B. Parity[29], Aleth[30], etc.) zum Einsatz kommt.

Trufflesuite Trufflesuite[31] wird verwendet, um eine simulierte Blockchain aufzusetzen. Diese kann für die Einarbeitung in die Materie genutzt werden.

6.2.2 Wallet

Wallets werden für die Verwaltung von Benutzerkonten und deren Transaktionen benötigt. Zu den möglichen Wallets gehören z.B.:

- uPort[32]
- Metamask[33]
- Atomic Wallet [34]
- Exodus[35]

Es wird davon ausgegangen, dass keine Wallet alle Bedürfnisse abdecken kann, daher wird die gewählte Wallet im Zuge dieses Projekts erweitert. Für Ethereum existiert ein offizieller Service um eine eigene Wallet zu erstellen: MyEtherWallet[36]

6.2.3 Smart Contracts

Smart Contracts werden benötigt, um zu bestimmen, wer auf einer Blockchain gratis Transaktionen ausführen kann. Sobald eigene Smart Contracts entwickelt werden, kann die Testumgebung genutzt werden, um diese zu testen.

6.2.3.1 Programmiersprache

Für die Entwicklung von Smart Contracts werden folgende zwei Sprachen evaluiert:

- Solidity[37]
- Vyper[38]

7 Ehrlichkeitserklärung

Die eingereichte Arbeit ist das Resultat unserer persönlichen, selbstständigen Beschäftigung mit dem Thema. Alle wörtlichen und sinngemässen Übernahmen aus anderen Werken sind als solche gekennzeichnet

Datum _____

Ort _____

Faustina Bruno _____

Serge Jurij Maïkoff _____