

Bachelorarbeit  
im Bachelorstudiengang  
**Betriebswirtschaftslehre**  
an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm

**CoffeeChain als Use Case einer Blockchain**

Erstkorrektor/-in: Prof. Dr. Elmar Steurer

Betreuer/-in: Prof. Dr. Erik Rederer

Verfasser/-in: Sheikh-Kalach Amina (Matrikel-Nr.: 273925)

Thema erhalten: 04.04.2025

Arbeit abgegeben: 21.07.2025

## Abstract

Diese Forschungsarbeit untersucht, wie die Blockchain-Technologie im Rahmen der Twin-Transformation zur Förderung fairer Entlohnung in globalen Kaffeelieferketten beitragen und gleichzeitig die Einhaltung menschenrechtlicher und umweltbezogener Sorgfaltspflichten gemäß dem Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz unterstützen kann. Im Fokus stehen die Potenziale von Transparenz, Rückverfolgbarkeit und automatisierte Zahlungsabwicklung, wie sie durch Smart Contracts und Stablecoins ermöglicht werden. Aufbauend auf einer technischen Analyse werden mit „CoffeeChain“ konzeptionelle Use Cases entwickelt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Blockchain-basierte Lösungen konkrete Ansätze bieten, um die gesetzlichen Anforderungen mit sozialen und ökologischen Zielsetzungen zu verbinden. Gleichzeitig werden die technologischen und organisatorischen Voraussetzungen sowie Herausforderungen kritisch reflektiert. Die Arbeit veranschaulicht, wie verantwortungsvolle, digital gestützte Lieferketten im Sinne der Twin-Transformation gestaltet werden können.

# Inhaltsverzeichnis

|  |     |
|--|-----|
| Abstract .....   | II  |
| Abkürzungsverzeichnis .....  | VII |
| 1 Einleitung .....   | 1   |
| 1.1 Problemstellung und Zielsetzung .....                            | 1   |
| 1.2 Aufbau der Arbeit .....  | 2   |
| 2 Grundlagen der Blockchain-Technologie .....                        | 4   |
| 2.1 Ursprung und Definition der Blockchain-Technologie .....         | 4   |
| 2.2 Technische Grundprinzipien .....                                 | 5   |
| 2.2.1 Distributed-Ledger-Technologie .....                           | 5   |
| 2.2.2 Kryptografische Funktionen .....                               | 6   |
| 2.2.3 Konsensmechanismen .....                                       | 9   |
| 2.3 Token, Coins & Blockchain-Varianten .....                        | 12  |
| 2.3.1 Unterschied Token vs. Coin .....                               | 12  |
| 2.3.2 Ethereum und Solana .....                                      | 13  |
| 2.3.3 Das Blockchain-Trilemma .....                                  | 15  |
| 2.3.4 Stablecoins als stabiles Zahlungssystem .....                  | 16  |
| 2.4 Smart Contracts und ihre Anwendung .....                         | 19  |
| 3 Kaffeelieferkette .....  | 20  |
| 3.1 Einführung in die Kaffeelieferkette .....                        | 20  |
| 3.2 Arabica und Robusta .....  | 20  |
| 3.2.1 Anbaubedingungen und -regionen .....                           | 22  |
| 3.2.2 Soziale und ökologische Herausforderungen .....                | 23  |
| 3.3 Verarbeitung und globale Lieferkettenstrukturen von Kaffee ..... | 27  |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.3.1 | Verarbeitungsmethoden.....  | 27 |
| 3.3.2 | Lieferkettennetzwerke in der Kaffeeproduktion .....   | 29 |
| 3.3.3 | Mangelnde Rückverfolgbarkeit und die Herausforderungen in der Kaffeelieferkette am Beispiel Seeberger ..... | 31 |
| 3.4   | Die Blockchain als Lösung für Fairness und Transparenz.....   | 33 |
| 3.4.1 | Das Potenzial der Blockchain zur direkten und fairen Bezahlung  | 34 |
| 3.4.2 | Verbesserung der Rückverfolgbarkeit und Transparenz entlang der Lieferkette .....                           | 34 |
| 3.4.3 | Die Blockchain als Instrument zur Einhaltung sozialer und ökologischer Standards .....                      | 35 |
| 4     | Das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz.....   | 35 |
| 4.1   | Kernpunkte und Anforderungen .....  | 35 |
| 4.2   | Relevanz für die Kaffee-Lieferkette .....   | 36 |
| 5     | CoffeeChain .....   | 36 |
| 5.1   | Zielsetzung und Einbettung in die Twin-Transformation.....  | 36 |
| 5.2   | Anforderungsanalyse.....  | 37 |
| 5.3   | Technische Grundlagen .....   | 41 |
| 5.4   | Implementierungsphasen der CoffeeChain .....  | 42 |
| 5.4.1 | Onboarding der Kaffeebäuerinnen .....   | 42 |
| 5.4.2 | Verarbeitung und Export.....  | 45 |
| 5.4.3 | Distribution und Nachverfolgbarkeit bis zum Endkunden.....  | 45 |
| 5.5   | Zahlungsabwicklung mit Stablecoins.....   | 46 |
| 5.6   | Datensicherheit und Datenschutz .....   | 46 |
| 6     | Chancen und Herausforderungen von CoffeeChain .....   | 47 |
| 7     | Blockchain im Einsatz: Das Beispiel Fairchain in der Kaffeeproduktion....                                   | 48 |
| 8     | Entwicklung von Use-Cases .....   | 49 |
| 8.1   | Szenario: CoffeeChain in der Praxis – Ein fiktiver Anwendungsfall....                                       | 50 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 8.2 | Use Case 1: Automatisierte, faire Zahlungen an Kaffeebäuerinnen...                                     | 51 |
| 8.3 | Use Case 2: Bonuszahlungen für soziale Projekte .....  | 53 |
| 8.4 | Use Case 3: Frühzeitige Risikoerkennung in der Lieferkette und<br>Kosteneinsparung bei Seeberger ..... | 55 |
| 8.5 | Use Case 4: Nachhaltigkeitsprämie für umweltschonenden Anbau ...                                       | 57 |
| 8.6 | Einordnung im Rahmen der Twin-Transformation.....  | 58 |
| 9   | Fazit und Ausblick .....   | 59 |
| 10  | Literaturverzeichnis.....  | 61 |

# Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Zentrales Ledger vs. Dezentrales Ledger .....  | 5  |
| Abbildung 2: Kryptografische Verkettung einzelner Blöcke .....  | 8  |
| Abbildung 3: Wie funktioniert Proof-of-Stake? .....   | 10 |
| Abbildung 4: Entwicklung des jährlichen Energieverbrauchs von Ethereum (in TWh) von April 2017 bis September 2022 ..... | 14 |
| Abbildung 5: Blockchain-Trilemma .....  | 15 |
| Abbildung 6: Die größten Stable Coins .....   | 17 |
| Abbildung 7: Arabica vs. Robusta .....  | 21 |
| Abbildung 8: Trocknung und Sortierung von Kaffeekirschen .....  | 24 |
| Abbildung 9: Bio und Fairtrade-Siegel.....  | 26 |
| Abbildung 10: Eigene Darstellung der CoffeeChain App .....  | 43 |
| Abbildung 11: Eigene Darstellung der CoffeeChain App .....  | 44 |
| Abbildung 12: Eigene Darstellung - Ablauf der automatisierten Zahlung über CoffeeChain .....                            | 53 |

## Abkürzungsverzeichnis

|         |   |                                      |
|---------|---|--------------------------------------|
| BTC     | - | Bitcoin                              |
| DLT     | - | Distributed-Ledger-Technologie       |
| DSGVO   | - | Datenschutz-Grundverordnung          |
| ETH     | - | Ether                                |
| LkSG    | - | Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz |
| PoH     | - | Proof-of-History                     |
| PoS     | - | Proof-of-Stake                       |
| PoW     | - | Proof-of-Work                        |
| QR-Code | - | Quick Response Code                  |
| Vgl.    | - | Vergleich                            |

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Als eine der weltweit führenden Kaffeebarketten erzielte Starbucks im vergangenen Jahr einen Rekordumsatz von 36,2 Milliarden Euro.<sup>1</sup> Diese beeindruckende Zahl spiegelt die immense Rentabilität der weltweiten Kaffeeindustrie wider. Jedoch steht hinter jeder servierten Tasse eine bittere Realität: Die Mehrheit der Kaffeebäuerinnen und -bauern verdient so wenig, dass sie kein menschenwürdiges Leben führen können.

Dieser Kontrast zwischen dem geringen Einkommen der Produzierenden und die enormen Gewinne multinationaler Konzerne offenbart ein zentrales Spannungsfeld innerhalb der globalen Lieferkette. Hinzu kommt, dass der Klimawandel den Kaffeeanbau zunehmend beeinträchtigt, während geringe Einkommen eine Umstellung auf nachhaltige Anbaumethoden erschweren.<sup>2</sup>

Diese Herausforderungen erfordern umfassende und ganzheitliche Lösungsansätze. Ein viel diskutierter und potenziell wirksamer Ansatz ist die Twin-Transformation. Dabei geht es um den Wandel hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft, der durch den Einsatz digitaler Technologien und moderner Lösungen ermöglicht wird.<sup>3</sup> Vor diesem Hintergrund erscheint die Verbindung von Nachhaltigkeit und Digitalisierung besonders wichtig für globale Lieferketten, wie beispielsweise die des Kaffees. Während Nachhaltigkeit darauf abzielt, ökologische und soziale Herausforderungen entlang der Kaffeelieferkette zu adressieren, können digitale Technologien genutzt werden um Transparenz, Rückverfolgbarkeit und Verantwortlichkeit signifikant zu steigern.

Eine besonders vielversprechende Technologie in diesem Zusammenhang ist die **Blockchain-Technologie**. Sie trägt zu einer transparenten und

---

<sup>1</sup> Vgl. Graefe (2025)

<sup>2</sup> Vgl. Augustin (2021)

<sup>3</sup> Vgl. esentri (o. J.)

fälschungssicheren Rückverfolgbarkeit innerhalb der Lieferkette bei und erleichtert zugleich den Zugang zu finanziellen Mitteln für Produzierende.<sup>4</sup>

Durch Blockchain können Unternehmen, aber auch Konsumenten nachvollziehen, wie und unter welchen Bedingungen die Kaffeebohnen produziert wurden. Besonders wichtig hierbei ist es, das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz zu berücksichtigen, welches darauf abzielt, Menschen- sowie Umweltrechte innerhalb einer Lieferkette stärker zu schützen. Die Herausforderung liegt darin, wie Unternehmen diese Vorgaben effektiv umsetzen können.

Die Frage, die sich daraus ergibt, lautet: Wie kann die Integration der Twin-Transformation einen Blockchain-basierten Use Case (CoffeeChain) zur Verbesserung von Transparenz und Fairness in der Lieferkette unterstützen, insbesondere im Hinblick auf die Einhaltung des LkSG und die faire Entlohnung der Kaffeebäuerinnen?

## 1.2 Aufbau der Arbeit

Diese Bachelorarbeit gliedert sich in neun Kapitel, die systematisch aufeinander aufbauen. Nach der **Einleitung**, in der die Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit dargelegt werden, folgt eine umfassende Einführung in die technischen und konzeptionellen **Grundlagen der Blockchain-Technologie**. Hierbei werden zentrale Prinzipien wie die Distributed-Ledger-Technologie, kryptografische Funktionen und Konsensmechanismen erläutert. Darüber hinaus werden weitere Themen behandelt, die für das Verständnis moderner Blockchain-Anwendungen wichtig sind. Dazu gehört das sogenannte Blockchain-Trilemma, das den Zielkonflikt zwischen Dezentralität, Sicherheit und Skalierbarkeit beschreibt. Ergänzend werden digitale Zahlungssysteme wie Stablecoins thematisiert sowie das Konzept der Smart Contracts, das automatisierte Vertragsabwicklungen ermöglicht und auf Plattformen wie Ethereum oder Solana zur Anwendung kommt.

Das Kapitel **Kaffeelieferkette** dient als konkreter Anwendungsfall. Im Mittelpunkt stehen dabei zwei bekannte Kaffeesorten, anhand derer die

---

<sup>4</sup> Vgl. Günthner (2023)

sozialen und ökologischen Herausforderungen des Kaffeeanbaus analysiert werden. Außerdem werden die verschiedenen Verarbeitungsmethoden sowie Lieferkettennetzwerke näher betrachtet und anschließend die Problematik mangelnder Rückverfolgbarkeit verdeutlicht.

Im weiteren Verlauf wird das **Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz** behandelt und stellt dessen Anforderungen und Relevanz für die Kaffeelieferkette dar.

**CoffeeChain** greift die zentralen Erkenntnisse aus den Kapiteln 2 bis 4 auf. Zunächst werden die wesentlichen Anforderungen abgeleitet, die in das Konzept einfließen. Das Kapitel beschreibt die beteiligten Akteure und zeigt auf, welche technischen, sozialen und regulatorischen Aspekte in die Anwendung integriert werden. Um die Funktionsweise und Gestaltung von CoffeeChain anschaulich zu machen, wird das System mithilfe selbsterstellter Screenshots beispielhaft visualisiert.

Der sechste Teil der Arbeit befasst sich mit den **Chancen und Herausforderungen von CoffeeChain** – insbesondere im Kontext der praktischen Anwendung.

Kapitel sieben zeigt mit dem Projekt „**Fairchain**“ ein reales Beispiel für den Einsatz von Blockchain in der Kaffeeproduktion.

Ein zentraler Bestandteil der Arbeit ist die **Entwicklung von Use-Cases**, die auf den im fünften Abschnitt erarbeiteten Konzepten basieren. Ausgangspunkt ist ein fiktives, aber praxisnahes Anwendungsszenario in der Kaffeelieferkette. Diese Use-Cases umfassen automatisierte Zahlungen an Kaffeebäuerinnen, Bonuszahlungen für soziale Projekte, eine Nachhaltigkeitsprämie für umweltschonenden Anbau, die frühzeitige Risikoerkennung sowie potenzielle Kosteneinsparungen für das Unternehmen Seeberger. Im Anschluss werden die Anwendungsfälle im Rahmen der Twin-Transformation eingeordnet.

Den Abschluss der Arbeit bildet ein **Fazit**, in dem die Forschungsfrage beantwortet, die Ergebnisse im Kontext der Twin-Transformation reflektiert und einen Ausblick auf weiterführende Potenziale bietet.

**Sprachlicher Hinweis:** In dieser Arbeit wird aus Gründen der Lesbarkeit grundsätzlich das generische Maskulin verwendet. Ausnahme: Im

Zusammenhang mit der Darstellung der CoffeeChain sowie allen darauf bezugnehmenden Analysen wird ausschließlich die Form „**Kaffeebäuerinnen**“ verwendet, um die zentrale Rolle von Frauen im Kaffeeanbau sichtbar zu machen, ohne andere Geschlechter auszuschließen.

## 2 Grundlagen der Blockchain-Technologie

### 2.1 Ursprung und Definition der Blockchain-Technologie

Die Blockchain-Technologie wurde erstmals im Jahr 2008 von einer Person oder Gruppe unbekannter Identität unter dem Pseudonym Satoshi Nakamoto im Kontext der Kryptowährung Bitcoin vorgestellt. In dem veröffentlichten Whitepaper „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System“ wird von Nakamoto die Idee eines rein dezentralen elektronischen Geldsystems erläutert, welches ohne die Notwendigkeit einer vertrauenswürdigen dritten Partei auskommt. Die Blockchain ermöglicht es, Transaktionen in einem transparenten und sicheren Netzwerk zu verifizieren, indem sie in einer Kette von Blöcken gespeichert werden, die durch kryptografische Verfahren miteinander verbunden sind.<sup>5</sup> Nakamoto stellt die Blockchain also als eine Lösung vor, die es ermöglicht, Transaktionen sicher und transparent, ohne zentrale Kontrolle durch Banken oder andere Finanzinstitute durchzuführen.

Auf der Website von A Proact Company heißt es: „Der Begriff Blockchain stammt aus dem Englischen und bedeutet übersetzt Blockkette. Die „Blöcke“ stehen dabei für einzelne Datensätze, die hintereinander abgespeichert werden, wodurch eine Art Datensatzkette entsteht.“<sup>6</sup> Beschreiben kann man eine Blockchain als ein System, welches aus nicht veränderbaren Datenstrukturen besteht. Die Datenstruktur basiert auf einem Netzwerk von Rechnern, wobei keine zentrale Speicherung stattfindet.<sup>7</sup> Während eine herkömmliche Datenbank von einer zentralen Stelle kontrolliert wird, erfolgt die Kontrolle der Blockchain über ein Netzwerk aus Computern, die auch als Knoten oder Nodes bezeichnet werden. Die Knoten sichern die gemeinsame

---

<sup>5</sup> Vgl. *Satoshi Nakamoto (2008)*

<sup>6</sup> *ahd (o. J.)*

<sup>7</sup> Vgl. *Lewrick/Di Giorgio (2018), S. 19*

Datenaufzeichnung. Wenn also neue Transaktionen getätigt werden, werden diese durch die Knoten geprüft und werden als neue Blöcke an die bestehende Kette angehängt.<sup>8</sup>

Durch diese verteilte Struktur werden Manipulationen nahezu unmöglich gemacht. Die genaue Funktionsweise dieses sogenannten Distributed-Ledger-Prinzips wird in Kapitel 2.1.1 detailliert beschrieben.

## 2.2 Technische Grundprinzipien

Im Folgenden werden die zentralen technischen Komponenten vorgestellt, die die Funktionsweise und Sicherheit von Blockchains sicherstellen. Die wichtigsten Prinzipien sind die Distributed-Ledger-Technologie, kryptografische Verfahren und Konsensmechanismen. Jede dieser Komponenten erfüllt eine eigenständige Funktion, dennoch bilden sie gemeinsam das Fundament eines vertrauenswürdigen und dezentralen Transaktionssystems. Diese drei Prinzipien werden getrennt voneinander erläutert.

### 2.2.1 Distributed-Ledger-Technologie

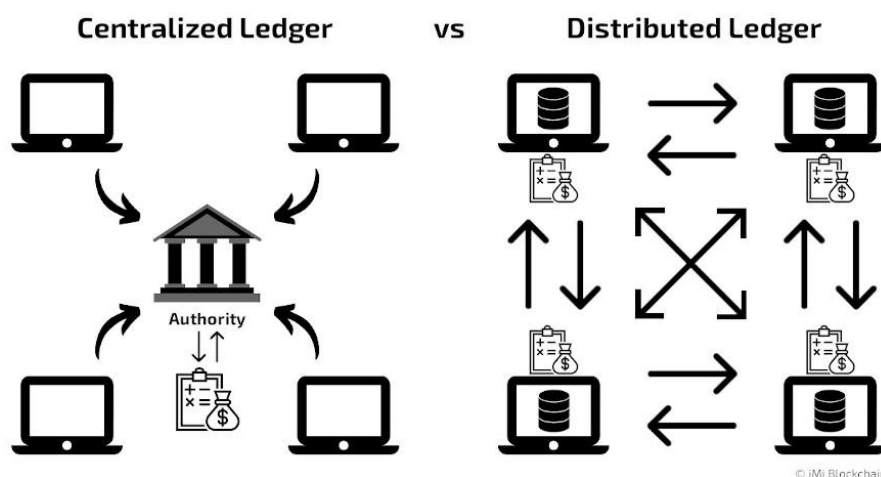


Abbildung 1: Zentrales Ledger vs. Dezentrales Ledger<sup>9</sup>

Ein zentrales Konzept der Blockchain ist die sogenannte Distributed-Ledger-Technologie. Während klassische zentrale Systeme auf einer einzigen vertrauenswürdigen Instanz beruhen, ermöglicht die DLT – auch bekannt als

<sup>8</sup> Vgl. *bitpanda* (o. J)

<sup>9</sup> Vgl. *Godfrey* (2023)

Ledger oder verteiltes Kassenbuch – eine dezentrale Speicherung und Validierung von Transaktionsdaten.<sup>10</sup>

Die Daten sind auf mehreren Knoten verteilt und werden dabei von den verschiedenen Teilnehmern gemeinsam verwaltet und gespeichert. Das macht es sehr schwer, sie anzugreifen oder zu manipulieren. Die Bitcoin-Blockchain ist das wohl bekannteste Beispiel für einen DLT. Sie ermöglicht sichere digitale Transaktionen, welche nicht von einer zentralen Instanz kontrolliert werden. Vielmehr besitzt jeder Nutzer im Bitcoin-Netzwerk eine vollständige und aktuelle Aufzeichnung aller Transaktionen, was die Funktionsweise des Systems nachvollziehbar und damit transparent macht. Bevor neue Transaktionen als endgültig gelten, ist eine gemeinsame Validierung durch alle Netzwerkteilnehmer erforderlich. Die Unveränderlichkeit der einmal gespeicherten Daten sorgt dafür, dass diese nachträglich kaum zu ändern sind.<sup>11</sup>

Die Kryptografie liefert dabei den stärksten Schutz für die Sicherheit der Blockchain. Hierbei handelt es sich um spezielle Methoden, um digitale Informationen zu verschlüsseln und somit zu sichern. Diese Verschlüsselungstechniken bilden die Basis für die hohe Sicherheit der Blockchain.<sup>12</sup> Im Folgenden werden diese kryptografischen Verfahren genauer betrachtet.

### 2.2.2 Kryptografische Funktionen

Die Rolle der Kryptografie in Blockchains zeichnet sich darin aus, dass sie mithilfe mathematischer Verfahren die Sicherheit und Integrität des Systems sicherstellt.<sup>13</sup> Eine zentrale Rolle spielt hierbei die sogenannte Public-Key-Kryptografie, die auch asymmetrische Verschlüsselung genannt wird. Diese wird in Bitcoin und anderen ähnlichen Kryptowährungen für digitale Signaturen von Transaktionen verwendet. Der Private Key und der Public Key bilden ein

---

<sup>10</sup> Vgl. Urbach/Völter (2020), S. 119

<sup>11</sup> Vgl. StudySmarter (o. J.)

<sup>12</sup> Vgl. Phemex (2022)

<sup>13</sup> Vgl. Rieger/Bruns (2023)

Schlüsselpaar, das die Grundlage für sichere Transaktionen und den Besitz digitaler Vermögenswerte bildet.

Der Public Key fungiert als Empfangsadresse für Kryptowährungen. Dieser Schlüssel kann öffentlich geteilt werden, da er es Dritten lediglich ermöglicht, Transaktionen an die zugehörige Wallet auszuführen. Im Gegensatz dazu ist der Private Key ein geheimer Schlüssel, mit dem man Kryptowährungen ausgeben sowie Transaktionen durchführen kann. Sobald ein anderer diesen Schlüssel hat, hat dieser einen Zugriff auf die damit verbundenen Krypto-Assets, weswegen der Schlüssel strengstens geheim bleiben muss, um einen unbefugten Zugriff zu verhindern. Die Schlüssel sind durch spezielle mathematische Beziehungen miteinander verbunden. Die Beziehung ist so gestaltet, dass der Public Key rechnerisch aus dem Private Key hervorgeht. Die Ableitung des Private Keys aus dem Public Key ist jedoch praktisch unmöglich. Bei der Durchführung einer Transaktion erstellt der Sender eine digitale Signatur mit seinem persönlichen Private Key. Dies ist mathematischer Beweis dafür, dass die Transaktion vom Besitzer der Wallet durchgeführt wurde. Mithilfe des Public Keys des Absenders können Empfänger und andere Teilnehmer im Netzwerk die digitale Signatur einer Transaktion überprüfen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Transaktion authentisch und unverändert ist, ohne dass der Private Key des Absenders sichtbar wird.<sup>14</sup>

Neben der Public-Key-Kryptografie, die die sichere Übertragung und Autorisierung von Transaktionen ermöglicht, spielen kryptografische Hash-Funktionen eine ebenso ausschlaggebende Funktion bei der Gewährleistung und Unveränderlichkeit der in der Blockchain gespeicherten Daten. Eine Hash-Funktion im Sinne einer Blockchain kann als digitalisierter Fingerabdruck eines Dokuments oder eines Datensatzes verstanden werden. Ein Blockchain-Hash wird mithilfe einer kryptografischen Hash-Funktion erzeugt. Diese mathematische Formel wandelt eine beliebig lange Zeichenfolge in einen numerischen Wert fester Länge um, der in der Regel kürzer ist. In einer Blockchain nimmt diese Funktion einen Eingabeblock – inklusive dessen Daten und dem Hash-Wert des vorherigen Blocks – entgegen, um daraus einen

---

<sup>14</sup> Vgl. *Bitpanda (o. J.-a)*

neuen, eindeutigen Hash-Wert zu berechnen. Stimmt dieser neu generierte Hash-Wert mit einem erwarteten Wert überein, bestätigt dies, dass die ursprünglichen Eingabedaten unverändert geblieben sind und die Informationen nicht manipuliert oder verändert wurden.<sup>15</sup>

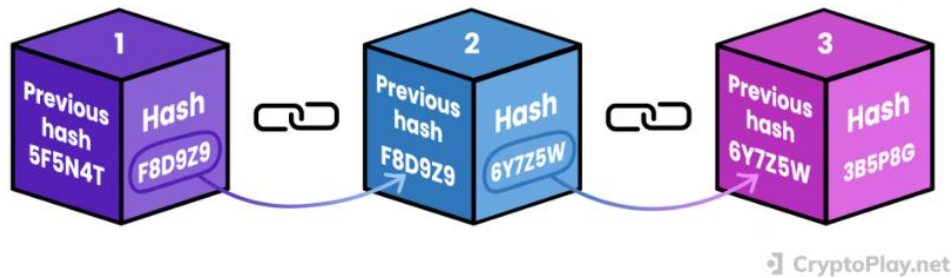


Abbildung 2: Kryptografische Verkettung einzelner Blöcke<sup>16</sup>

Die vorliegende Abbildung illustriert das grundlegende Funktionsprinzip einer Blockchain, insbesondere die kryptografische Verkettung ihrer einzelnen Blöcke.

Wie zu sehen ist, speichert jeder Block neben seinen eigenen Daten auch den Hash des vorherigen Blocks. Dadurch entsteht eine durch Hash-Werte gesicherte Kette. Block 1 als Startpunkt der Kette, enthält seine spezifischen Daten und eines daraus abgeleiteten, eindeutigen Hash-Wert. Dieser Hash-Wert kann als ein digitaler Fingerabdruck des gesamten Inhalts von Block 1 verstanden werden. Die nachfolgenden Blöcke, beginnend mit Block 2, bauen direkt auf ihren Vorgängern auf. Block 2 enthält nun nicht nur seine eigenen Daten, Transaktionen und Informationen, sondern integriert auch den Hash-Wert des vorherigen Blocks. Aus all diesen Informationen – also die eigenen Daten sowie der Hash des Vorgängers – wird dann ein eigener neuer Hash-Wert für Block 2 berechnet. Dieses Muster setzt sich fort, indem Block 3 den Hash-Wert von 2 speichert und seinen eigenen Hash generiert. Diese nahtlose Verkettung durch Hash-Werte ist entscheidend für die Manipulationssicherheit der Blockchain.<sup>17</sup> Würde man versuchen, die Daten, Transaktionen und

<sup>15</sup> Vgl. *Scaling Parrots* (o. J.); Satoshi Nakamoto (2008)

<sup>16</sup> Vgl. Minaev (2022)

<sup>17</sup> Vgl. *CyberRiskmanage.de* (2025)

Informationen in Block 2 nachträglich zu verändern, würde sich dies wie folgt auf die Kette auswirken:

Die Manipulation würde sofort dazu führen, dass der ursprünglich berechnete Hash-Wert von Block 2 ungültig wird und ein völlig neuer Hash-Wert entsteht. Da Block 3 jedoch den ursprünglichen und nun falschen Hash-Wert von Block 2 gespeichert hat, würde die Übereinstimmung zwischen dem referenzierten und dem tatsächlich neu berechneten Hash-Wert von Block 2 nicht mehr gegeben sein. Dies würde zur Folge haben, dass die „Kette“ zwischen Block 2 und Block 3 bricht. Jeder nachfolgende Block, der den ungültigen Hash-Wert von Block 2 referenziert, wird damit ebenfalls als ungültig erkannt. Eine Manipulation eines einzigen Blocks würde demnach die Integrität der gesamten nachfolgenden Kette umgehend unterbrechen und für jeden Prüfer der Blockchain transparent erkennbar machen. Neben dieser kryptografisch verankerten Sicherheit ist in einem dezentralen Umfeld ein Mechanismus notwendig, der die Einigung der Netzwerkteilnehmer über den nächsten gültigen Block steuert. Diese Funktion erfüllen die Konsensmechanismen.

### 2.2.3 Konsensmechanismen

Kryptowährungen unterscheiden sich in ihren Konsensmechanismen, die zur Bestätigung von Transaktionen und zur Absicherung des Netzwerks dienen. Ein bekanntes Beispiel ist Bitcoin, das auf Proof-of-Work setzt, während Ethereum nach dem Umstieg von PoW nun Proof-of-Stake verwendet.<sup>18</sup>

Beim PoW-Konsensmechanismus stellen Teilnehmer ihre Rechenleistung bereit, um komplexe Aufgaben zu lösen und dadurch neue Coins zu erzeugen. Dieser Prozess, auch bekannt unter dem Begriff „Mining“, beinhaltet das Lösen anspruchsvoller mathematischer Rätsel, bevor Transaktionen im Netzwerk validiert werden können. Besonders die zunehmende Beliebtheit von Bitcoin ist mit einem enormen Energieverbrauch verbunden. Das liegt daran, dass die ständig wachsende Komplexität der zu lösenden Rätsel immer mehr Rechenkapazität erfordert. Da herkömmliche Computer nur eine begrenzte Verarbeitungskapazität aufweisen, werden für das Mining inzwischen hoch

---

<sup>18</sup> Vgl. *Beisswenger/Wenz (2025)*

spezialisierte Geräte, die ASICs (Application-Specific Integrated Circuits) benötigt.<sup>19</sup>

Anders als Proof-of-Work, das auf energieintensive Rechenleistung der Teilnehmer angewiesen ist, ermöglicht Proof-of-Stake den Teilnehmern, neue Blöcke basierend auf der Menge ihrer hinterlegten Coins zu validieren.



Abbildung 3: Wie funktioniert Proof-of-Stake?<sup>20</sup>

Die oben dargestellte Abbildung veranschaulicht den Ablauf eines PoS, der im Folgenden näher erläutert wird. Jede Interaktion mit einer Blockchain beginnt dadurch, dass ein Teilnehmer eine Transaktion durchführen möchte. Das kann der Versand von Kryptowährungen, der Abschluss eines Smart Contracts oder jede andere beabsichtigte Blockchain-Aktion sein. Was genau Smart Contracts sind, wird im späteren Verlauf (vgl. Kapitel 2.4) ausführlich erklärt. Zunächst wird diese Transaktion digital signiert, um ihre Authentizität und Herkunft vom Absender zu bestätigen. Anschließend wird sie an Nodes übermittelt. Sobald eine Transaktion das Netzwerk erreicht, wird sie nicht sofort verarbeitet. Diese wird stattdessen zunächst im sogenannten Mempool gesammelt und vorläufig gespeichert. Hier sammeln sich alle gültigen, aber noch nicht bestätigten Transaktionen und warten darauf, in einen neuen Block aufgenommen zu werden. Die Inhalte der Mempools der einzelnen Nodes im Netzwerk ähneln sich stark, da ein ständiger Austausch und eine Synchronisation der

<sup>19</sup> Vgl. Coinbase (o. J.-a)

<sup>20</sup> Vgl. Rieger/Wenz (2025)

Transaktionen stattfinden. Dabei wird nicht jede Transaktion zwingend in den nächsten Block integriert, sondern ihre Aufnahme hängt stattdessen von der Gebühr ab, die der Absender bereit ist zu zahlen. Bevorzugt wird derjenige, der bereit ist, mehr zu zahlen. Die Validatoren sind die zentrale Instanz im Proof-of-Stake-System und entscheiden darüber, welche Transaktionen tatsächlich in den nächsten Block aufgenommen werden. Hier wird mittels des Algorithmus ein Validator unter allen berechtigten Teilnehmern ausgewählt. Dabei werden Kriterien wie Zufall, Rotationsprinzipien oder Alter des Stakes berücksichtigt. Der Einsatz spielt hier die Hauptrolle, denn je mehr Coins ein Teilnehmer „staked“, desto größer ist seine Chance, für die Erzeugung des nächsten Blocks ausgewählt zu werden. Die Bezeichnung „Stake“ beschreibt dabei die Menge an Coins, die ein Netzwerkmitglied als Sicherheit einsetzt, um sich an der Transaktionsvalidierung zu beteiligen. Nachdem der Validator also ausgewählt wurde, erstellt er den nächsten Block für die Blockchain. Hierfür wählt er Transaktionen aus dem Mempool basierend auf Faktoren wie Transaktionsgebühren und Gültigkeit aus. Er fügt dem Block zudem essenzielle Informationen wie einen Verweis auf den vorherigen Block, der auch Parent-Hash genannt wird, sowie seine digitale Signatur hinzu. Der fertiggestellte Block muss dann, bevor er offiziell in die Blockchain aufgenommen wird, von weiteren Netzwerkteilnehmern bestätigt werden. Sie prüfen den vorgeschlagenen Block auf seine Korrektheit. Dies beinhaltet die Validierung aller enthaltenen Transaktionen, die Echtheit der Signatur des Blockerstellers und die Einhaltung der Protokollregeln. Ihre Zustimmung machen sie deutlich durch eine digitale Signatur. Für die Akzeptanz des Blocks ist in der Regel eine vorab festgelegte Anzahl an Bestätigungen oder eine bestimmte Quote innerhalb des Netzwerks erforderlich. Dies sorgt für Sicherheit und Integrität des Netzwerks. Um die endgültige Aufnahme eines Blocks in die Blockchain zu gewährleisten, ist die Finalisierung im PoS-System entscheidend. Obwohl ein Block bereits vom Validator vorgeschlagen und von anderen Netzwerkteilnehmern bestätigt wurde, wird er erst durch die Finalisierung unwiderruflich. Dieser Prozess macht deutlich, dass sich das gesamte Netzwerk auf diesen Block geeinigt hat und keine alternative Kette mehr als gültig anerkannt wird. Die Finalisierung erfolgt in der Regel durch zusätzliche Abstimmungen in nachfolgenden Zeitfenstern, wobei Validatoren ihre Zustimmung signalisieren. Ist ein Block finalisiert, ist

seine Unveränderlichkeit gesichert, was bedeutet, dass darin enthaltene Transaktionen endgültig und nicht umkehrbar abgeschlossen sind. Nach der Finalisierung eines Blocks erhält der ausgewählte Validator eine Blockbelohnung, die sich meist aus den gezahlten Transaktionsgebühren der Nutzer und vom Netzwerk generierten, neuen Coins zusammensetzt. Auch die übrigen Netzwerkteilnehmer, die den Block ebenfalls bestätigt haben, erhalten in vielen Systemen ebenso eine geringere Belohnung für ihre Mithilfe bei der Finalisierung. Diese soll einen Anreiz dafür schaffen, regelmäßig und korrekt zu validieren. Das PoS-System belohnt zwar gutes Verhalten, bestraft aber ebenso Regelverstöße. Validatoren, die betrügerisch oder fahrlässig handeln bspw. durch doppelte Signaturen werden sanktioniert, indem ein Teil ihrer eingesetzten Coins einbehalten wird. Dieses Verfahren, welches Slashing genannt wird, gewährleistet, dass Validatoren neben der Aussicht auf Belohnungen auch Verantwortung für ihr Handeln übernehmen müssen. So wird sichergestellt, dass Sicherheit, Fairness und Effizienz im System ausbalanciert werden.<sup>21</sup>

## 2.3 Token, Coins & Blockchain-Varianten

### 2.3.1 Unterschied Token vs. Coin

In der Welt der Kryptowährungen wird häufig zwischen „Coins“ und „Tokens“ unterschieden. Obwohl beide digitale Werte darstellen, gibt es grundlegende Unterschiede in ihrer Funktion und technischen Struktur.

Ein Coin ist eine native Währung einer eigenen Blockchain.<sup>22</sup> Er funktioniert auf einer eigenen, unabhängigen Blockchain und benötigt keine externe Plattform. Bekannte Beispiele sind BTC auf der Bitcoin-Blockchain oder ETH auf Ethereum. Coins sind essenzieller Bestandteil des jeweiligen Netzwerks und werden meist zur Bezahlung von Transaktionen und als Belohnung für Miner und Validatoren verwendet.<sup>23</sup>

Ein Token hingegen existiert nicht auf einer eigenen Blockchain, sondern wird auf einer bestehenden Plattform ausgegeben – meist über sogenannte Smart

---

<sup>21</sup> Vgl. Rieger/Wenz (2025)

<sup>22</sup> Vgl. Atkins (2024)

<sup>23</sup> Vgl. Tischmacher (2022)

Contracts. Besonders verbreitet ist hierfür die Ethereum-Blockchain, die mit dem sogenannten ERC-20-Standard eine Grundlage für die Erstellung solcher Tokens bietet. Diese digitalen Vermögenswerte übernehmen in dezentralen Anwendungen vielfältige Funktionen. Sie können als Zahlungsmittel dienen, doch ihr primärer Zweck ist oft die Ermöglichung des Zugangs zu spezifischen Projektfunktionen. Ein Beispiel ist der Basic Attention Token (BAT), der zur Verbesserung digitaler Werbung genutzt wird: Werbetreibende kaufen Anzeigen mit BAT-Tokens, die dann an Verleger und Browsernutzer als Vergütung für das Bereitstellen bzw. Ansehen der Anzeigen verteilt werden.<sup>24</sup>

### 2.3.2 Ethereum und Solana

Die zuvor beschriebenen Konsensmechanismen finden in unterschiedlichen Blockchain-Netzwerken konkrete Anwendung. Besonders Ethereum und Solana dienen dabei als prägnante Beispiele, um deren technische Umsetzung und Auswirkung auf Skalierbarkeit und Dezentralisierung zu verdeutlichen. Ethereum wurde im Jahr 2015 von dem damals 19-jährigen Programmierer Vitalik Buterin ins Leben gerufen und ist nach Bitcoin die zweitgrößte Kryptowährung. Es erweitert das ursprüngliche Konzept der Bitcoin-Blockchain um sogenannte Smart Contracts.<sup>25</sup>

Dabei handelt es sich um digitale Vereinbarungen auf der Blockchain, die Aktionen automatisch ausführen, sobald festgelegte Voraussetzungen erfüllt sind.<sup>26</sup> Ethereum war lange Zeit auf den ressourcenintensiven Proof-of-Work-Konsensmechanismus angewiesen. Am 15. September 2022 stieg es jedoch durch ‚The Merge‘, also die Umstellung vom energieintensiven Proof-of-Work auf den deutlich effizienteren Proof-of-Stake-Konsensmechanismus, was seinen Energieverbrauch sofort um 99,9% senkte.<sup>27</sup>

---

<sup>24</sup> Vgl. *Coinbase (o. J.-b)*

<sup>25</sup> Vgl. *Coinbase (o. J.-c)*

<sup>26</sup> Vgl. *Marketing Faktor (o. J.)*

<sup>27</sup> Vgl. *Sarkar (2022)*

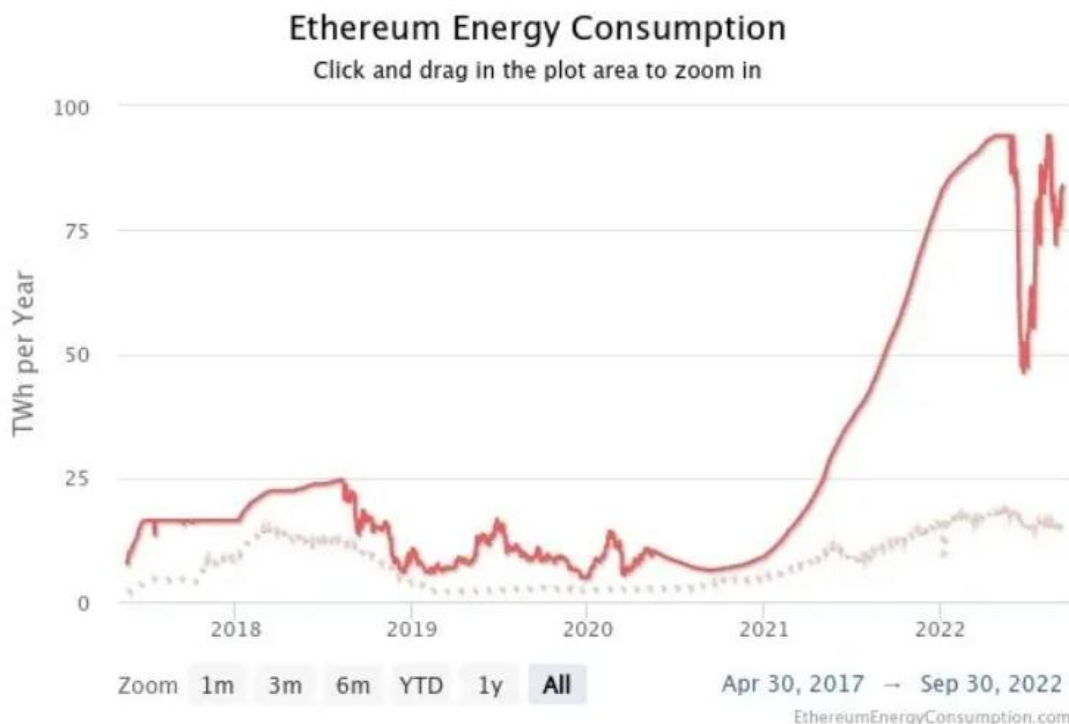


Abbildung 4: Entwicklung des jährlichen Energieverbrauchs von Ethereum (in TWh) von April 2017 bis September 2022<sup>28</sup>

Neben Ethereum hat sich auch Solana als leistungsstarkes Blockchain-Netzwerk etabliert, welches im Jahr 2017 von Anatoly Yakovenko konzipiert wurde und sich durch eine besonders hohe Transaktionsgeschwindigkeit auszeichnet. Dies wird durch eine innovative Konsensmethode namens Proof-of-History ermöglicht. Der PoH fügt jeder Transaktion automatisch einen kryptografischen Zeitstempel hinzu. Dadurch kann das Netzwerk die Reihenfolge der Transaktionen eindeutig festlegen, ohne dass es einer aufwendigen Synchronisation durch alle Teilnehmer bedarf. In Kombination mit Proof-of-Stake ermöglicht dies eine deutlich höhere Geschwindigkeit bei der Übertragung von Kryptowährungen als bei vielen anderen Blockchains. Solana ist in der Lage 50.000 Transaktionen pro Sekunde zu verarbeiten – ein erheblicher Unterschied zum Ethereum-Netzwerk, welches durchschnittlich ungefähr 15-30 Transaktionen pro Sekunde verarbeiten kann.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Vgl. Chandler (2023)

<sup>29</sup> Vgl. BTC-Echo (o. J.-a); KM Intelligent Investments (o. J.)

### 2.3.3 Das Blockchain-Trilemma

Ein zentrales Konzept in der Diskussion um Blockchain-Technologien ist das sogenannte Blockchain-Trilemma. Es beschreibt die Schwierigkeit drei zentrale Eigenschaften einer Blockchain zu maximieren: Dezentralisierung, Sicherheit und Skalierbarkeit.

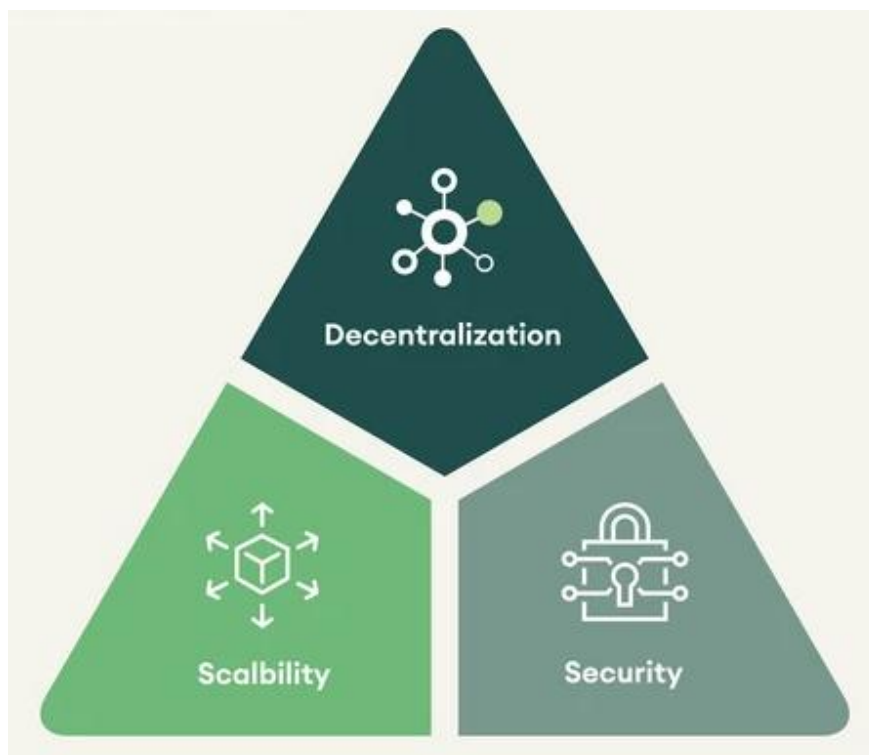


Abbildung 5: Blockchain-Trilemma<sup>30</sup>

Sicherheit bedeutet im Kontext der Blockchain, dass das Netzwerk resistent gegenüber Angriffen oder Manipulationen ist. Dezentralisierung bezieht sich darauf, dass Macht und Kontrolle innerhalb eines Netzwerks auf möglichst viele Teilnehmer verteilt werden, was das Grundprinzip der Blockchain-Technologie ist, um eine zentrale Autorität zu vermeiden. Skalierbarkeit hingegen beschreibt, dass ein System auch bei einer wachsenden Zahl von Nutzern und einem höheren Transaktionsvolumen weiterhin effizient und reibungslos funktioniert. Viele Blockchain-Projekte entscheiden sich dafür, zwei dieser drei Aspekte zu priorisieren, während andere innovative Wege suchen, um das Trilemma als Ganzes direkt zu bewältigen.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> Vgl. Longchamp (2024)

<sup>31</sup> Vgl. Coinbase (o. J.-d)

Ein klassisches Beispiel für dieses Spannungsverhältnis ist Ethereum vor dem Merge: Der Fokus auf Dezentralisierung und Sicherheit führte zu hohen Gebühren und langen Transaktionszeiten. Im Gegensatz dazu bietet Solana eine hohe Skalierbarkeit, wird jedoch dafür kritisiert, weniger dezentral zu sein.<sup>30</sup>

### 2.3.4 Stablecoins als stabiles Zahlungssystem

Eine der größten Herausforderungen klassischer Kryptowährungen ist die starke Preisvolatilität. In diesem Zusammenhang bedeutet das, dass die Kurse stark und unvorhersehbar schwanken – vor allem, weil Anleger aufgrund von Gerüchten und Erwartungen über künftige Kursentwicklungen handeln. Diese Eigenschaft macht sich für viele wirtschaftliche Anwendungsfälle – insbesondere als Zahlungsmittel – wenig geeignet.<sup>32</sup> Vor allem in globalen Lieferketten jedoch sind zuverlässige und wertstabile Zahlungsmittel erforderlich. Stablecoins adressieren diese Herausforderung: Es handelt sich um eine Art von Kryptowährung, die seinen Wert durch die Bindung an stabile Vermögenswerte wie Fiat-Geld oder Edelmetalle konstant hält, wodurch sie sich besser für alltägliche Zahlungen eignen. Ganz im Gegensatz zu bspw. Bitcoin oder Ether, die zwar keine zentrale Instanz benötigen, aber die Entwicklung ihrer Preise dafür unvorhersehbar sind und zu starken Schwankungen neigen. Stablecoins sind ein zentrales Element im Krypto-Ökosystem, denn sie nutzen die schnellen und sicheren Eigenschaften der Blockchain, vermeiden aber gleichzeitig die starken Preisschwankungen anderer Kryptowährungen.<sup>33</sup>

---

<sup>32</sup> Vgl. *Cryptomus (2023)*

<sup>33</sup> Vgl. *Coinbase (o. J.-e)*

Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick über die größten Stablecoins.

| Stablecoin         | Ticker | Emittent            | Marktkapitalisierung |
|--------------------|--------|---------------------|----------------------|
| Tether             | USDT   | Tether Ltd.         | 144 Mrd. USD         |
| USD Coin           | USDC   | Circle              | 60 Mrd. USD          |
| USDS (ehemals DAI) | USDS   | MakerDAO            | 7,7 Mrd. USD         |
| Ethena USDe        | USDe   | Ethena Labs         | 5,2 Mrd. USD         |
| First Digital USD  | FDUSD  | First Digital Trust | 2,5 Mrd. USD         |
| PayPal USD         | PYUSD  | PayPal              | 800 Mio. USD         |
| TrueUSD            | TUSD   | TrustToken          | 500 Mio. USD         |
| Frax               | FRAX   | Frax Finance        | 350 Mio. USD         |
| USDD               | USDD   | TRON DAO            | 240 Mio. USD         |
| Ripple USD         | RLUSD  | Ripple              | 190 Mio. USD         |

Abbildung 6: Die größten Stable Coins<sup>34</sup>

Tether (USDT) ist der wichtigste Stablecoin auf dem Markt, ausgegeben von dem Unternehmen Tether Limited. Eine Besonderheit ist die Möglichkeit, jederzeit US-Dollar im Verhältnis 1:1 gegen USDT zu tauschen. Der Stablecoin USDT ist durch Cash und Anleihen gedeckt, was die Stabilität der Kryptowährung sicherstellt. Obwohl der Marktanteil von Tether in den letzten Jahren rückläufig war, handelt es sich immer noch um den größten Stablecoin weltweit.

Der zweitgrößte Stablecoin USDC ist der wichtigste Konkurrent von USDT. Er wird von Circle ausgegeben und garantiert wie Tether einen 1-1-Umtausch in US-Dollar.

Der dritte Stablecoin USDS in der Tabelle, ist ein dezentraler Stablecoin, ehemals bekannt als DAI. Er wurde ursprünglich von MakerDAO entwickelt und im Jahr 2024 umbenannt. USDS wird durch Übersicherung mit Kryptowährungen wie Ethereum gestützt. Nutzer hinterlegen dabei digitale Vermögenswerte in Smart Contracts, um neue USDS zu generieren. Dieses

<sup>34</sup> Vgl. Wenz/Bruns (2025)

System bietet volle Transparenz, da alle Transaktionen öffentlich auf der Blockchain einsehbar sind.

Obwohl der USDS der drittgrößte Stablecoin nach Marktkapitalisierung ist, liegt er weit hinter USDT und USDC.

Stablecoins lassen sich in vier Hauptkategorien einteilen:

### **Zentralisierte Stablecoins**

Diese werden von Unternehmen ausgegeben und sind 1:1 an Fiat-Währungen (z. B. USD) gekoppelt, wobei ihre Stabilität durch Bankreserven gespeichert ist. Beispiele hierfür sind USDT und USDC.

### **Krypto-basierte Stablecoins**

Hierbei handelt es sich um dezentrale Stablecoins, die durch die Übersicherung mit anderen Kryptowährungen in Smart Contracts gestützt werden, wie etwa USDS.

### **Algorithmische Stablecoins**

Die Wertstabilität wird durch Algorithmen reguliert, die Angebot und Nachfrage ohne direkte Sicherheiten steuern. Ein bekanntes Beispiel ist FRAX, wobei dieser Typ als besonders risikoreich gilt, da die Preisbindung bei Vertrauensverlust schnell verloren gehen kann.

### **Rohstoffbasierter Stablecoin**

Diese sind an den Wert von physischen Rohstoffen wie Gold gebunden, wobei jeder Token einen Anteil des eingelagerten Rohstoffs repräsentiert. Beispiele sind PRAXG und XAUT.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Vgl. *Wenz/Bruns* (2025)

## 2.4 Smart Contracts und ihre Anwendung

Smart Contracts sind automatisierte, blockchain-basierte Verträge, die ohne manuelles Eingreifen ablaufen. Die darin festgelegten Bedingungen werden direkt im Code definiert und automatisch umgesetzt. Das bedeutet, man programmiert im Voraus genau, welche Aktion automatisch ausgeführt werden soll, sobald ein bestimmtes Ereignis eintritt. Dabei wird oft eine spezielle Programmiersprache wie Solidity verwendet. Sie folgen also dem Prinzip: „Wenn Bedingung X erfüllt ist, führe Aktion Y aus“<sup>36</sup>

Ein Beispiel dafür wäre Folgendes: Wenn die Vertragspartei A den vereinbarten Betrag für den Kaffee, den sie bestellt haben, bis zu einem festgelegten Zeitpunkt X an Vertragspartei B überweist, dann wird automatisch die Aktion ausgelöst, dass Vertragspartei B den Kaffee versenden. Sobald die vordefinierte Bedingung „Kaufpreis für den Kaffee pünktlich zahlen“ erfüllt ist, ordnet der Algorithmus des Smart Contracts automatisch die Transaktion „Kaffee versenden“ an. Dies geschieht, nachdem die Zahlung geprüft, bestätigt und in einem Block der Blockchain gespeichert wurde. Die Ausführung des Versandes erfolgt dann ohne weiteres menschliches Eingreifen.

Der Vorteil liegt in der Automatisierung und Transparenz von Abläufen, da alle Vertragsbedingungen nicht manipulierbar sowie offen einsehbar sind. Bei dieser Technologie gilt die Regel „Code is Law“. Ist der Programmiercode einmal geschrieben und festgelegt, so ist eine nachträgliche Änderung oder externe Eingriffe nahezu unmöglich.<sup>37</sup>

Smart Contracts finden heute in einer Vielzahl von Anwendungsfeldern Einsatz. Im Finanzwesen werden sie beispielsweise für automatisierte Kreditvergabe oder dezentrale Börsen genutzt. Im Versicherungswesen können ebenfalls Schadensmeldungen sowie Zahlungen automatisiert werden, sobald bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist das Lieferkettenmanagement: Smart Contracts ermöglichen eine lückenlose

---

<sup>36</sup> Vgl. *Gottlob (2023)*

<sup>37</sup> *Ebd.*

Rückverfolgung von Waren und die automatisierte Auslösung von Zahlungen bei Ankunft der Ware.<sup>38</sup>

Trotz ihrer Vorteile bergen Smart Contracts auch Risiken. Da sie auf Code basieren, können Programmierfehler schwerwiegende Konsequenzen haben. Das bekannteste Beispiel ist der DAO-Hack aus dem Jahr 2016, bei dem durch eine Sicherheitslücke Ether im Wert von mehreren Millionen US-Dollar entwendet wurde.<sup>39</sup>

## 3 Kaffeelieferkette

### 3.1 Einführung in die Kaffeelieferkette

Afrika, Asien und Lateinamerika sind die Hauptanbaugebiete für den weltweit konsumierten Kaffee. Der Weg der Kaffeebohne - vom Anbau bis zur fertigen Tasse - stellt einen komplexen Prozess dar, was die Schaffung eines transparenten Überblicks über die einzelnen Produktionsstufen erschwert.<sup>40</sup> In diesem Kapitel sollen die wichtigsten Stationen der Kaffeelieferkette analysiert und dabei die damit verbundenen Herausforderungen beleuchtet werden. Des Weiteren wird analysiert, inwieweit eine Blockchain als Lösung hierzu beitragen kann.

### 3.2 Arabica und Robusta

99 Prozent der weltweiten Kaffeeproduktion entfallen auf die zwei bekanntesten Kaffeebohnen: Arabica und Robusta.<sup>41</sup> Der „Kaffee-Report 2024“, herausgegeben von Tchibo und in Zusammenarbeit mit Brand eins und Statista, gibt für das Jahr 2022 an, dass der Anteil der Sorte Arabica an der weltweiten Kaffeeproduktion 57,5 Prozent betrug, während der Anteil der Sorte Robusta 42,5 Prozent erreichte. Weiterhin wird im Zeitraum von 2013 bis 2022 eine gegenläufige Entwicklung der beiden Sorten aufgezeigt: Während der Anteil von Robusta um 4,4 Prozent gestiegen ist, verzeichnete Arabica einen Rückgang

---

<sup>38</sup> Vgl. *Bitpanda (o. J.-b)*

<sup>39</sup> Vgl. *Kerber (2023)*

<sup>40</sup> Vgl. *Martinuzzi/Kovacic-Lukic/Nacken (2024)*

<sup>41</sup> Vgl. *Welt Partner (2016)*

von 3 Prozent.<sup>42</sup> Daraus lässt sich schließen, dass Robusta an Beliebtheit immer mehr zunimmt.

Wie man dem Namen „Robusta“ schon entnehmen kann, liegt der Unterschied der beiden Kaffee-Sorten in der „Robustheit“ oder Widerstandsfähigkeit. Während die Sorte Robusta eine höhere Resistenz aufweist gegenüber Krankheiten, Schädlingen und stärkerer Sonneneinstrahlung, ist Arabica empfindlicher, was diese Aspekte angeht.<sup>43</sup>

Der Preis der Arabica ist aufgrund der deswegen komplexeren Anbaumethode etwas höher.<sup>44</sup> Es stellt sich die Frage, ob der höhere Preis aber letztendlich etwas über die Qualität aussagt.



Abbildung 7: Arabica vs. Robusta<sup>45</sup>

Für Konsumenten ist beim direkten Vergleich der zwei Kaffeebohnen keine klare, objektivierbare Verbesserung erkennbar. Ob man sich für Arabica oder Robusta entscheidet, bleibt Geschmackssache. Wenn man einen eher milden,

<sup>42</sup> Vgl. Tchibo/Brand eins/Statista (2024), S. 13

<sup>43</sup> Vgl. Coffee Circle (o. J.)

<sup>44</sup> Vgl. Emmakaffee (2024)

<sup>45</sup> Vgl. Finn (2018)

fruchtigeren und süßlichen Kaffee mag, dann ist Arabica die richtige Wahl. Bevorzugt man jedoch stärkeren Kaffee mit einem holzigen und nussigen Beigeschmack, wird man eher auf den Robusta zugreifen.<sup>46</sup>

Qualitätstechnisch kann man sagen, dass es bei beiden Sorten guten als auch schlechten Kaffee gibt. Denn die Qualität setzt sich nicht aus dem teureren Preis zusammen, sondern aus dem Anbau, der Ernte- und dem Röstverfahren. Nicht nur bei den Konsumenten ist der Robusta-Kaffee immer beliebter, sondern gilt auch bei den Bauern als wirtschaftlich vorteilhafter, da er nicht so anspruchsvoll beim Anbau ist.<sup>47</sup>

Was genau diese einfacheren Anbaubedingungen ausmacht, wird im folgenden Kapitel näher erläutert. Dabei werden ebenfalls die Anforderungen und Merkmale von Arabica-Kaffee betrachtet.

### 3.2.1 Anbaubedingungen und -regionen

Die Robusta-Pflanze wächst auf einer Höhe bis zu 7 Metern. Die Pflanze braucht für eine optimale Entwicklung einen Niederschlag von 2200-3000 mm sowie eine Anbauhöhe bis ca. 600 Meter. Die ideale Temperatur liegt zwischen 18 und 36 Grad Celsius. Die Arabica-Pflanze hingegen wächst bis zu ca. 2 bis 5 Meter. Sie wächst bereits bei einer Temperatur von 15-20 Grad gut und benötigt einen Niederschlag von 1200 und 2200 mm. Diese Kaffeebohne kann optimal in einer Höhe ab 600 Meter und bis ca. 2300 Meter angebaut werden.<sup>48</sup>

Da Robusta niedrige Höhenlagen, viel Sonnenlicht und eine hohe Wasserversorgung benötigt, zählen Westafrika, Südostasien – insbesondere Vietnam und Indonesien – sowie Brasilien zu den wichtigsten Anbaugebieten.<sup>49</sup>

Unter den richtigen klimatischen Bedingungen reifen die Robusta-Bohnen ca. 9 bis 11 Monate und werden anschließend nach der Ernte verarbeitet.

Insbesondere bei Robusta kommen vor allem die trockene und die nasse Aufbereitungsmethode zum Einsatz. Die Trocknung der Bohlen mit

---

<sup>46</sup> Vgl. *CoffeeFellows* (o. J.)

<sup>47</sup> Vgl. *Coffee Circle* (o. J.)

<sup>48</sup> Vgl. *Kaffee Partner* (2023a)

<sup>49</sup> Vgl. *Beans* (o. J. -c)

Fruchtfleisch in der Sonne sorgt für einen intensiveres Aroma. Bei der nassen Verarbeitung entstehen dagegen eher reinere Geschmacksnoten.<sup>50</sup>

Wie bereits erwähnt (vgl. Kapitel 3.1) ist die Arabica-Pflanze anfälliger gegenüber Krankheiten. Ein Beispiel hierfür sind Insektenbefälle sowie auch Pilzinfektionen.<sup>51</sup> Unübliche Wetterschwankungen wie Wind, Feuchtigkeit und Hitze machen der Arabica ebenfalls zu schaffen. Außerdem fallen die Kaffeekirschen runter und fangen an zu faulen. Hier hat die Robusta-Bohne einen klaren Vorteil, bei der die Kirschen an den Ästen hängen bleiben.<sup>52</sup>

### 3.2.2 Soziale und ökologische Herausforderungen

Laut dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit werden 80 Prozent des weltweiten Kaffeeanbaus von kleinbäuerlichen Familienbetrieben angebaut, wobei trotz der harten Arbeit ihre Existenz nicht gesichert ist.<sup>53</sup>

Schlechte Arbeitsbedingungen, niedrige Löhne sowie fehlende feste Arbeitsverträge gehören laut der im Jahr 2020 veröffentlichten Studie „Auf ein Tässchen – die Wertschöpfungskette von Kaffee“ des Südwind e.V. zum Alltag. Des Weiteren wird über Sklaverei ähnliche Beschäftigungsverhältnisse berichtet. Diese kommen nicht nur bei nicht zertifizierten Anbaubetrieben vor, sondern auch bei zertifizierten.

Ein besonders tiefgreifendes Problem stellt die anhaltende Kinderarbeit im Kaffeesektor dar. Laut der List of Goods Produced by Child Labor or Forced Labor des US Department of Labor ist in mindestens 17 Ländern Kinderarbeit dokumentiert worden, darunter Honduras, Vietnam und Uganda. Dabei sind besonders wirtschaftsschwache Regionen betroffen, in denen Armut, fehlender Zugang zu Bildung und mangelnde Gesetzesdurchsetzung zum Alltag gehören. Die betroffenen Kinder sind in der Regel zwischen 5 und 17 Jahren alt, wobei ein Anstieg bei jungen Kindern im Alter von 2 bis 11 Jahren festgestellt wurde.<sup>54</sup>

---

<sup>50</sup> Vgl. Kapiszka (2025)

<sup>51</sup> Vgl. Scott (2015)

<sup>52</sup> Vgl. Kaffee Partner (2023a)

<sup>53</sup> Vgl. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2023)

<sup>54</sup> Vgl. Much (2022), S. 8-17

Darüber hinaus haben Kaffeebauern als auch die Beschäftigten auf den Kaffeeplantagen nie die Gewissheit, ob sie in den nächsten Wochen und Monaten ihren Bedarf an Nahrungsmitteln decken können.<sup>55</sup>



Abbildung 8: Trocknung und Sortierung von Kaffeeirschen<sup>56</sup>

Die Abbildung zeigt Frauen, die Kaffeeirschen auf einer Trocknungsstation sortieren – ein Beispiel für die harte Handarbeit. Der globale Temperaturanstieg infolge der Klimaerwärmung hat dazu signifikante Auswirkungen auf zahlreiche Kaffeeanbauregionen. Für die Kaffeesorten Robusta und Arabica wurden zu Beginn dieses Kapitels die idealen Klimabedingungen erläutert. Abweichende und steigende Durchschnittstemperaturen führen zu einer Belastung, die sich negativ auf die Kaffee-Ernte auswirken. Als eine indirekte Folge der globalen Erwärmung begünstigen die veränderten klimatischen Bedingungen die Entwicklung und Vermehrung von Schädlingen und Bakterien, die für den Kaffeerost verantwortlich sind. Als Folge können diese Infektionen massive Schäden an den Kaffeepflanzen anrichten und somit die Ernte vollständig vernichten. Die Verhinderung dieser direkten Bedrohung verursacht hohe Kosten und benötigt zusätzliche Ressourcen. Folgen des Klimawandels sind

---

<sup>55</sup> Vgl. Hütz-Adams/Mürlebach (2020)

<sup>56</sup> Vgl. Tegernsee Kaffeerösterei (2023)

ebenso veränderte Niederschlagsmuster. Dabei sind Dürren oder übermäßiges Regen schlecht für den Kaffeeanbau. Während Dürren die Wasserverfügbarkeit für die Kaffeepflanzen begrenzen, verursachen starke Regenfälle Erosion sowie Verlust von Nährstoffen im Boden.<sup>57</sup>

Eine weitere Herausforderung steckt in der Kaffeeproduktion selbst. Um den globalen Bedarf an Kaffee zu decken, werden enorme Flächen für Plantagen benötigt. Die jährliche Entwaldung für den Kaffeeanbau haben gravierende Auswirkungen auf die Biodiversität in wichtigen Tropenwaldregionen wie Brasilien, Vietnam und Indonesien. Der Verlust des natürlichen Lebensraums bedroht zahlreiche Tier- und Pflanzenarten. Zudem erhöhen die neu angelegten Plantagen die Anfälligkeit des Bodens für Erosion. Der intensive Einsatz von Pestiziden, insbesondere im führenden Produktionsland Brasilien mit jährlich etwa 38 Millionen Kilogramm, führt zu einer Belastung der Ökosysteme und zur Verschmutzung des Grundwassers in den Anbauregionen. Auch zu erwähnen ist der Wasser- und CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Kaffee. Für eine einzige Tasse schwarzen Kaffee werden ca. 280 Liter Wasser benötigt. Der Großteil dieses Verbrauchs entsteht im Anbau.<sup>58</sup> Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit erklärt: „Der Begriff „Pestizide“ wird häufig als Synonym für Pflanzenschutzmittel verwendet. Pflanzenschutzmittel sind Pestizide, die überwiegend eingesetzt werden, um die Gesundheit von Kulturpflanzen zu erhalten und ihrer Vernichtung durch Krankheiten und Schädlingsbefall vorzubeugen.“<sup>59</sup>

Als Reaktion auf die genannten sozialen und ökologischen Faktoren greifen viele Unternehmen auf Zertifizierungen wie Fairtrade oder das EU-Bio-Siegel zurück, um die Mindeststandards im Hinblick auf Arbeits- sowie Umweltbedingungen und Preisstabilität zu sichern.

---

<sup>57</sup> Vgl. *Schön Kaffee* (2024)

<sup>58</sup> Vgl. *OroVerde - Die Tropenwaldstiftung* (o. J.)

<sup>59</sup> Vgl. *Lebensmittelsicherheit* (2025)



Abbildung 9: Bio und Fairtrade-Siegel<sup>60</sup>

Beim Fairtrade-Kaffee steht insbesondere die soziale Absicherung im Fokus: Festgelegte Mindestpreis sollen den Produzenten ein Einkommen oberhalb des üblichen Weltmarktpreises ermöglichen. Er soll gewährleisten, dass die Produktionskosten gedeckt werden können trotz schwankender Marktpreise. So soll eine wirtschaftliche Absicherung ermöglicht werden. Das Bio-Siegel hingegen konzentriert sich auf ökologische Kriterien. Beim Anbau von Bio-Kaffee wird auf den Einsatz von chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel, Gentechnik und mineralische Stickstoffdünger verzichtet. Stattdessen wird auf eine nachhaltige Bewirtschaftung, Bodenschutz und die Förderung der Artenvielfalt gesetzt.<sup>61</sup>

In der praktischen Umsetzung bleiben jedoch einige Defizite bestehen: Die Zertifizierung verursacht hohe Kosten, ein erheblicher Teil des Preisaufschlags verbleibt bei den Zwischenhändlern und Fairtrade-Organisationen, während die Bauern nur einen geringen Anteil erhalten. Die tatsächliche Transparenz der Fairtrade-Kennzeichnung sowie des Anteils fair-gehandelter Zutaten im Endprodukt bleiben unklar.<sup>62</sup>

<sup>60</sup> Vgl. Rupp (2022)

<sup>61</sup> Vgl. Kaffee Partner (2023b)

<sup>62</sup> Vgl. Meyer (o. J.)

Trotz bestehender Zertifizierungssysteme bleiben also wesentliche Herausforderungen entlang der Kaffeeproduktion bestehen – insbesondere hinsichtlich Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Um diese Faktoren besser zu verstehen, widmet sich der folgende Abschnitt den weiteren Stationen der Wertschöpfungskette.

### 3.3 Verarbeitung und globale Lieferkettenstrukturen von Kaffee

#### 3.3.1 Verarbeitungsmethoden

Nach der Ernte beginnt die erste entscheidende Verarbeitungsstufe in der Kaffee-Lieferkette: die Aufbereitung der Kaffeekirschen. Diese muss schnell erfolgen, um einen aromatischen Kaffee zu erhalten. Hier gibt es 3 mögliche Verfahren, die je nach Region und Ressourcenlage eingesetzt werden. Mit der Aufbereitung soll die Kaffeekirsche für die Schälung und letztendlich für die Röstung vorbereitet werden.<sup>63</sup>

Im folgenden Verlauf werden die 3 gängigsten Methoden der Kaffeeaufbereitung erläutert.

#### **Nasse Verarbeitungsmethode**

Die Nasse-Methode wird vorwiegend für Arabica-Kaffee verwendet. Bei dieser Methode ist es wichtig, dass man spätestens 24 Stunden nach der Ernte beginnt. Da diese Vorgehensweise enorme Mengen an Wasser benötigt, ist sie eher für kleinere Erntemengen geeignet.<sup>64</sup> Im ersten Schritt werden die Kirschen vorsortiert und anschließend gereinigt, indem man die Kirschen in Tanks unter fließendem Wasser wäscht. Um unreife und kleine Kirschen auszusortieren, können Siebe verwendet werden. Als nächstes erfolgt das sogenannte „Pulping“. Das ist ein Prozess, bei dem das Fruchtfleisch aus der Kirsche maschinell entfernt wird.<sup>65</sup> Anschließend werden die Bohnen für 12-36 Stunden in einem Wasserbad gelagert. Somit wird der Fermentierungsprozess aktiviert.<sup>66</sup> Berazekt betont: „Die Fermentation ist die Umwandlung von

---

<sup>63</sup> Vgl. Mehring (2022)

<sup>64</sup> Vgl. Kaffeезentrale DE GmbH (o. J.)

<sup>65</sup> Vgl. Beans (o. J. -a)

<sup>66</sup> Vgl. Hütz-Adams/Mürlebach (2020)

organischen Stoffen. Sie ist für den Kaffee besonders wichtig, da sich innerhalb des Prozesses Aromastoffe bilden, die die Qualität und die Geschmackseigenschaften des Kaffees beeinflussen. Sie erfolgt nur bei der nassen Aufbereitung.<sup>67</sup> Nach Ablauf dieser Zeit werden die Bohnen gewaschen, damit keine Fruchtfleischreste an den Bohnen haften bleiben. Die Bohnen müssen danach so getrocknet werden, dass noch eine Restfeuchtigkeit von ca. 12 Prozent bestehen bleibt.<sup>68</sup> Diese Restfeuchtigkeit kann man durch Sontrocknung, mechanische Trocknung oder durch die eine Kombination beider Varianten erreichen. Die mechanische Trocknung benötigt 18 bis 36 Stunden, während die Sontrocknung 1 bis 2 Wochen Zeit in Anspruch nimmt.<sup>69</sup>

Nach der Trocknungsphase wird der Kaffee in dieser Aufbereitungsform, auch als "Parchment"-Kaffee bekannt, bis zum Export gelagert. Unmittelbar vor dem Versand erfolgt eine abschließende Bearbeitung, bei der die äußere Pergamentschicht entfernt und eine Qualitätsklassifizierung der Kaffeebohnen vorgenommen wird.<sup>70</sup>

### **Trockenaufbereitung**

Trockene und warme Bedingungen bieten optimale Voraussetzungen für die Trockenmethode. Aus diesem Grund wird sie in Ländern wie Brasilien, Äthiopien, Haiti, Paraguay sowie in Teilen Indiens und Ecuadors eingesetzt – insbesondere bei der Arabica-Bohne, bei der rund 90 % der Ernten auf diese Methode entfallen. Dies gilt analog für nahezu alle Robusta-Anbauregionen. Die Trockenaufbereitung erfolgt in 3 Grundschritten: Wie bei der nassen Aufbereitung werden auch hier die Kirschen zunächst sortiert und mit Hilfe eines großen Siebes gereinigt. Das Ziel ist hier ebenfalls unbrauchbare Früchte wie z. B. beschädigte, unreife, aber auch überreife auszusortieren und Verunreinigungen zu entfernen. Im zweiten Arbeitsschritt werden die Kaffeekirschen bis zur maximalen Feuchtigkeit von 12,5 Prozent in der Sonne

---

<sup>67</sup> Berazek (2025)

<sup>68</sup> Vgl. Beans (o. J. -a)

<sup>69</sup> Vgl. Die Röster (o. J.)

<sup>70</sup> Vgl. Berazek (2025)

getrocknet. Dieser Prozess kann bis zu 4 Wochen benötigen. Hierbei werden die Kirschen regelmäßig mit einem Rechen gewendet, damit eine ebene Trocknung sichergestellt wird. Wichtig ist, dass der Kaffee ausreichend getrocknet wird, da eine unzureichende Trocknung Schädlingsbefall verursacht. Die getrockneten Kaffeekirschen verbleiben zur Lagerung in speziellen Silos, bis sie zur Weiterverarbeitung in einer Mühle eintreffen, um geschält, sortiert, klassifiziert und schließlich verpackt zu werden.<sup>71</sup>

### **Halbtrockene Aufbereitung**

Die halbtrockene Aufbereitung ist eine Mischung aus den oben genannten Methoden, die auch unter dem Begriff „semi washed“ bekannt ist. Die Kirschen werden gewaschen und dazu wird die äußere Haut und das Fruchtfleisch entfernt. Die klebrigen und zuckrigen umhüllten Kerne werden nun aber nicht wie kennengelernt fermentiert, sondern wie bei der halbtrockenen Methode sonnengetrocknet. Diese Bohnen erfordern jedoch mehr Aufmerksamkeit, da sie von einer schützenden Hülle umgeben sind. Aufgrund ihrer Anfälligkeit für Fäulnis ist das regelmäßige Wenden der Kirschen während der Trocknung wichtig. Der semi washed-Kaffee wird nach dieser Zubereitungsmethode würziger und durch die Trocknung erhält er zusätzlich noch eine leichte Süße.<sup>72</sup> Neben der Art der Aufbereitung beeinflusst auch die Struktur der Lieferkette maßgeblich den Weg des Kaffees bis zum Endverbraucher. Wie diese Lieferketten aufgebaut sind, zeigt das folgende Kapitel.

### **3.3.2 Lieferkettennetzwerke in der Kaffeeproduktion**

Intransparente und komplizierte Lieferketten stellen ein Hindernis für die Umsetzung nachhaltiger und ethnischer Standards aus Sicht der Verbraucher dar. Denn die globale Lieferkette ist durch ein komplexes Lieferkettennetzwerk verschiedenster Akteure geprägt. Jeder Akteur bringt Informationen, Prozesse und Dokumentationen in die Lieferkette ein oder lässt sie unvollständig. Das erschwert eine lückenlose Rückverfolgbarkeit der Herkunft, Produktionsbedingungen und zwischenliegender Prozesse.<sup>73</sup>

---

<sup>71</sup> Vgl. *Beans* (o. J. -b)

<sup>72</sup> Vgl. *Dinzler* (o. J.)

<sup>73</sup> Vgl. *Fairtrade Deutschland* (o. J.)

Am Beginn der Lieferkette stehen überwiegend Kleinbauern, die in der Regel über zwei bis fünf Hektar Anbaufläche verfügen. Sie übernehmen die Pflege der Pflanzen und die Ernte der Kaffeekirschen, welche je nach Region und Infrastruktur entweder manuell oder maschinell erfolgt. Im persönlichen Austausch mit einem Vertreter der Seeberger GmbH wurde zudem deutlich, dass Kooperativen innerhalb der Lieferkette eine zentrale Rolle einnehmen. Diese Zusammenschlüsse von Kleinproduzenten bündeln nicht nur Ernten und unterstützen die Qualitätssicherung, sondern stellen meistens auch die letzte Instanz dar, bis zu der eine digitale Rückverfolgbarkeit der Kaffeeherkunft gewährleistet werden kann.

Unmittelbar nach der Ernte beginnt die Verarbeitung der Kaffeekirschen, die entweder von den Erzeugern selbst oder von spezialisierten Betrieben durchgeführt werden. Die drei gängigen Verarbeitungsmethoden – trocken, nass und halbtrocken – wurden bereits im vorherigen Kapitel detailliert erläutert. Im Anschluss übernehmen Zwischenhändler den Transport der verarbeiteten Bohnen zu Exportterminals. Hier wird der Kaffee für den internationalen Handel vorbereitet, meist per Seefracht. In Deutschland erfolgt die Einfuhr beispielsweise häufig über den Hamburger Hafen, wo der Kaffee zolltechnisch abgefertigt und weiterverteilt wird. Nach der Einfuhr des Kaffees gelangt der Rohkaffee zu Röstereien, in denen die Bohnen hinsichtlich Qualität geprüft und einem spezifischen Röstprofil zugeordnet werden. Erst durch diesen Veredelungsprozess wird das Produkt konsumfähig. Nach einer Ruhezeit von 5 bis 7 Tagen werden die Bohnen verpackt und an Einzelhändler oder gastronomische Betriebe ausgeliefert.<sup>74</sup>

Dadurch, dass viele Unternehmen ihren Kaffee über Zwischenhändler beziehen, ist es schwer, die genauen Bedingungen der Produktion sowie die Herkunft nachzuvollziehen. Dies führt dazu, dass Menschenrechts- und Umweltverletzungen unentdeckt bleiben. Gerade im Hinblick auf das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz, welches am 01.01.2023 in Kraft getreten ist, erschwert diese Intransparenz die Einhaltung der im LkSG verankerten Sorgfaltspflichten, insbesondere hinsichtlich der Vermeidung von Risiken für

---

<sup>74</sup> Vgl. Laubner (2022)

Mensch und Umwelt.<sup>75</sup> Die Vielzahl von Akteuren in der Kaffeelieferkette – von Kleinbauern bis hin zum Einzelhandel werfen zugleich Fragen zur Rückverfolgbarkeit auf – besonders dann, wenn Informationen zu Herkunft und Verarbeitungsschritten unvollständig oder gar nicht dokumentiert werden.

### 3.3.3 Mangelnde Rückverfolgbarkeit und die Herausforderungen in der Kaffeelieferkette am Beispiel Seeberger

Aufgrund der komplexen Rückverfolgbarkeit innerhalb der Kaffeelieferkette ist es wichtig, sicherzustellen, dass die Kaffeebauern nicht unterbezahlt werden. Gleichzeitig müssen Konsumenten in der Lage sein, die einzelnen Stationen der Lieferkette nachzuvollziehen, um eine faire Bezahlung sowie nachhaltige Produktionsweisen gezielt unterstützen zu können. Für Unternehmen ist diese Nachvollziehbarkeit ebenso wichtig, um zu vermeiden, dass sie unbeabsichtigt umwelt- oder menschenrechtswidrige Praktiken fördern und dadurch gegen Gesetzesanforderungen verstoßen. Aber nicht nur die hohe Anzahl der Beteiligten erschweren die Rückverfolgbarkeit, sondern auch die Tatsache, dass die Kaffeebohnen oft vermischt werden. Dies erschwert es, ein System zu implementieren, welches eine zuverlässige Rückverfolgung gewährleistet.<sup>76</sup>

Von diesen Herausforderungen sind viele Kaffee-Unternehmen betroffen, unter anderem Seeberger. Die Seeberger GmbH hat ihren Sitz in Ulm und wurde am 6 Oktober 1844 von Christoph Seeberger als Kolonialwarenhandel gegründet. Ursprünglich auf Tee, Kaffee und exotische Gewürze spezialisiert, entwickelte sich das Unternehmen über die Jahre zu einem führenden Anbieter von Nüssen, Trockenfrüchten und Kaffee in Europa.<sup>77</sup>

Die Ausführungen beruhen auf einem Interview mit Tim Eggel, der bei Seeberger für die Abteilung Einkauf zuständig ist. Seine Aussagen bieten Einblick in aktuelle Praktiken, Herausforderungen und Strategien im Hinblick auf Transparenz und Rückverfolgbarkeit in der Kaffeelieferkette.

Seeberger erkennt die strategische Bedeutung der Digitalisierung für die nachhaltige Transformation an und ist bestrebt, ihre Prozesse durch

---

<sup>75</sup> Vgl. *Menschen für Menschen* (07.02.2024)

<sup>76</sup> Vgl. *Melo* (2023)

<sup>77</sup> Vgl. *Seeberger* (o. J.)

Softwarelösungen zu optimieren. Die derzeitige Situation von Seeberger bietet wertvolle Einblicke in die vielschichtigen Realitäten und Bestrebungen innerhalb der Kaffeebranche. Sie gewährleisten die Rückverfolgbarkeit ihrer Kaffeeprodukte durch eine Kombination aus Transparenz- und Risikoanalysen sowie einer engen Zusammenarbeit mit ihren Lieferanten. Das Unternehmen führt demnach kontinuierlich Transparenzanalysen durch, um Einblicke in die Lieferkette zu erhalten und potenzielle Risiken zu identifizieren. Ein wichtiges Element bei dieser Strategie ist dabei die persönliche und langjährige Beziehung zu den Lieferanten, die eine Grundlage für Vertrauen und Informationsaustausch bietet.

Zu Sicherstellung von Qualitäts- und Nachhaltigkeitsstandards setzt sie auf diverse Zertifizierungen, darunter Fair Trade und Bio-Siegel. Die Einhaltung dieser Standards wird durch Besuche in den Ursprungsländern sowie durch persönliche Gespräche als auch durch Audits der Farmen überprüft. Die Besuche finden 1- bis 2-mal im Jahr statt. Die Überprüfung, ob die Mehrerlöse aus dem Fairtrade auch tatsächlich bei den Kaffeebauern ankommen und nicht auf Zwischenstufen versickern, erfolgt ebenfalls durch diese persönlichen Kontakte und Gespräche. Ergänzend dazu dienen ein Hinweisgebersystem und Fragebögen dazu, Transparenz und Rechenschaftspflicht zu fördern, wobei man hier auf das Vertrauen in die Kooperationspartner angewiesen ist, dass die Fragebögen wahrheitsgemäß ausgefüllt werden.

Trotz dieser umfangreichen Bemühungen stößt Seeberger bei der Erreichung einer vollständigen Rückverfolgbarkeit bis zum einzelnen Bauern auf Signifikante Herausforderungen. Einer der größten Hürden ist die Vielzahl der Zwischenhändler und Stufen in der Lieferkette. Der Kaffee durchläuft vom Anbau bis zum Konsumenten eine Kette von Akteuren, was eine lückenlose Nachverfolgung erschwert und die Komplexität sowie die Kosten der Transparenz erhöht: „Je transparenter man es haben möchte, desto mehr zahlt man für die Schritte“, erklärte Eggel im Interview. Ein weiteres Problem, dass die Rückverfolgbarkeit zusätzlich erschwert, ist das Vermischen von Kaffeelots. Sobald Kaffeebohnen aus unterschiedlichen Farmen, Kooperativen oder Regionen vermischt werden – sei es bereits bei Zwischenhändlern im

Ursprungsland oder später bei der Rösterei zur Kreation spezifischer Blends – geht die präzise Herkunftsinformation einzelner Bohnen verloren.

Die Verschiedenartigkeit der Ursprungsländer stellt eine weitere Herausforderung dar. Die Rückverfolgbarkeit wird in Ländern wie Brasilien und Indien als vergleichsweise gut etabliert beschrieben. Im Gegensatz dazu gestaltet sich dies in anderen Regionen deutlich komplexer. Insbesondere der Kaffeehandel in Kenia, der primär über Auktionssysteme abgewickelt wird, ermöglicht Seeberger kaum Einfluss auf die direkten Verkaufsbedingungen oder eine Rückverfolgbarkeit bis zum einzelnen Erzeuger. Auch in Vietnam kann die Lieferkette je nach Einkaufsvariante sehr komplex sein. Die Rückverfolgbarkeit von Seeberger endet daher meist bei der Kooperative und nur in Ausnahmefällen, beispielsweise bei größeren Farmen, mit denen eine Direct-Trade-Beziehung besteht, beim einzelnen Farmer.

Die derzeitige Dokumentation der Lieferkette erfolgt dazu überwiegend manuell, was die Effizienz und Detailtiefe der Datenaufnahme einschränkt und das Potenzial für eine umfassende Analyse begrenzt. Darüber hinaus müssen sie wettbewerbsfähig bleiben, weshalb nicht jedem einzelnen Bauern eine Prämie ausgezahlt werden kann.

Die Herausforderungen durch vermischte Bohnen und fehlende Transparenz erfordern neue Ansätze, um die Rückverfolgbarkeit und Verantwortung in der Lieferkette sicherzustellen. Eine solche vielversprechende Lösung bietet die Blockchain-Technologie. Im Folgenden wird untersucht, inwieweit Blockchain-basierte Ansätze zur Verbesserung der Kaffeelieferkette beitragen können.

### 3.4 Die Blockchain als Lösung für Fairness und Transparenz

Traditionelle Systeme zur Dokumentation wie im Fall von Seeberger sind auf Dauer sehr ineffizient, da sie zentralisiert und anfällig für Manipulationen sind. Die Blockchain-Technologie bietet hier ein innovatives Potenzial: Durch ihre dezentrale, unveränderliche Datenstruktur soll sie alle relevanten Informationen entlang der Lieferkette sicher, nachvollziehbar und transparent abbilden können. Dies erhöht nicht nur das Vertrauen aller Beteiligten, sondern schafft

auch die Grundlage für gerechtere Handlungsbeziehungen sowie auch fairere Entlohnungen.

### 3.4.1 Das Potenzial der Blockchain zur direkten und fairen Bezahlung

Wie bereits erwähnt (vgl. Kapitel 2.4) ist die Automatisierung und Absicherung von Zahlungsprozessen ein bedeutender Vorteil der Blockchain-Technologie. Diese selbstausführenden Verträge erlauben es, Zahlungen automatisch auszulösen, sobald definierte Bedingungen erfüllt sind. Dadurch können Kaffeebauern direkt und schnell bezahlt werden, ohne dass Zwischenhändler oder administrative Verzögerungen den Prozess verlangsamen oder die Auszahlung schmälern.

### 3.4.2 Verbesserung der Rückverfolgbarkeit und Transparenz entlang der Lieferkette

Die Blockchain-Technologie bietet ein hohes Potenzial, um Lieferketten im Kaffeesektor dauerhaft transparenter und zuverlässiger zu gestalten. Die dezentrale, chronologische sowie unveränderbare Datenstruktur ermöglicht es, sämtliche Schritte entlang der Wertschöpfungskette lückenlos zu dokumentieren. Jeder relevante Vorgang, wie etwa die Verarbeitung, Lagerung oder der Transport, kann eindeutig erfasst und dauerhaft gespeichert werden. So entsteht ein durchgängiger digitaler Herkunftsnachweis, der allen berechtigten Akteuren zugänglich ist. Einträge in einer Blockchain können im Nachgang nicht verändert oder gelöscht werden, somit entsteht eine neue, technisch abgesicherte Vertrauensbasis. Dadurch ist es möglich, Herkunftsinformationen digital und dauerhaft zu sichern, etwa über geografische Herkunftsdaten, Verarbeitungsschritte oder Transportwege. Diese lückenlose Transparenz erleichtert die Überwachung von Qualitäts- und Nachhaltigkeitsstandards und stellt eine wichtige Grundlage dar, um gesetzlichen Pflichten zu erfüllen.<sup>78</sup>

---

<sup>78</sup> Vgl. Jungblut (2025)

### 3.4.3 Die Blockchain als Instrument zur Einhaltung sozialer und ökologischer Standards

Durch die transparente Dokumentation aller Schritte in der Blockchain wird für mehr Verlässlichkeit gesorgt. So können soziale und ökologische Anforderungen besser kontrolliert und eingehalten werden. Da alle Beteiligten jederzeit Zugriff auf dieselben, unveränderlichen Informationen haben, wird die Zusammenarbeit erleichtert und die Manipulation erschwert. Dadurch schafft diese Technologie Vertrauen entlang der gesamten Lieferkette.<sup>79</sup> Um zu verstehen, welche konkreten Pflichten und Verantwortungen Unternehmen tragen, wird im nächsten Abschnitt das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz erläutert. Dieses Gesetz bildet den rechtlichen Rahmen, der die Umsetzung sozialer und ökologischer Standards in Lieferketten verbindlich regelt.

## 4 Das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz

### 4.1 Kernpunkte und Anforderungen

Das am 1. Januar 2023 in Kraft getretene Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz markiert einen Paradigmenwechsel in der deutschen Unternehmensverantwortung. Erstmals verpflichtet dieses Gesetz Unternehmen ab einer bestimmten Größe dazu, menschenrechtliche Standards und ökologische Belange in ihren Lieferketten zu übernehmen. Seit diesem Zeitpunkt gelten für Unternehmen mit mehr als 3.000 Mitarbeitenden – ab dem 1. Januar 2024 auch solche mit mehr als 1.000 Mitarbeitenden – gemäß § 1 Abs. 1 und 3 des LkSG verbindliche Sorgfaltspflichten.

Insgesamt nennt das Gesetz in § 3 neun zentrale Pflichten, darunter Risikoanalysen, Präventions- und Abhilfemaßnahmen sowie eine Dokumentations- und Berichtspflicht. Dabei sind Unternehmen nicht nur für die Einhaltung der Pflichten im eigenen Geschäftsbereich verantwortlich, sondern auch für das Verhalten ihrer unmittelbaren und mittelbaren Zulieferer. Die Risiken, die ein Unternehmen entlang der Lieferkette betreffen könnten, müssen von diesem ermittelt, bewertet sowie priorisiert werden. Auf Basis

---

<sup>79</sup> Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2022), S. 22

dieser Risikoanalyse sind sie verpflichtet, eine öffentlich zugängliche Grundsatzklärung zu veröffentlichen sowie angemessene Präventions- und Abhilfemaßnahmen zu implementieren. Des Weiteren ist die Einrichtung effektiver Beschwerdemechanismen relevant, die von den Interessengruppen verwendet werden können. Weiterhin ist es wichtig, eine regelmäßige Berichterstattung zu veröffentlichen über die Einhaltung und Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen.<sup>80</sup>

Eine Nichteinhaltung kann zu hohen Bußgeldern und Reputationsschäden führen. Diese reichen von bis zu 8 Millionen Euro oder bis zu 2 Prozent des Jahresumsatzes.<sup>81</sup>

## 4.2 Relevanz für die Kaffee-Lieferkette

In der Kaffeeproduktion und -verarbeitung bestehen erhebliche Risiken im Zusammenhang mit menschenrechtlichen und ökologischen Sorgfaltspflichten. Das LkSG erwartet von den beteiligten Akteuren, diese Risiken proaktiv zu managen. Ein zentraler Aspekt der Relevanz liegt in den sozialen und ökologischen Herausforderungen, die bereits thematisiert wurden (vgl. Kapitel 3.2.2). Deutsche Kaffee-Importeure und -Röstereien müssen Risiken proaktiv identifizieren, bewerten und Maßnahmen ergreifen, um ihnen zu begegnen. Die erläuterte Komplexität und mangelnde Transparenz der Kaffee-Lieferkette erschweren die Umsetzung der LkSG-Anforderungen (vgl. Kapitel 3.3.2 und 3.3.3).

# 5 CoffeeChain

## 5.1 Zielsetzung und Einbettung in die Twin-Transformation

Wie zu Beginn erläutert, bildet die Twin-Transformation – also die Verbindung von Digitalisierung und Nachhaltigkeit – die Grundlage für die Neuausrichtung globaler Lieferketten. Parallel dazu fordert das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz Unternehmen auf, soziale und ökologische Mindeststandards entlang ihren Lieferketten einzuhalten und die Umsetzung zu

---

<sup>80</sup> Vgl. *Bundesministerium für Arbeit und Soziales (o. J.)*

<sup>81</sup> Vgl. *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (o. J.)*

überwachen. Hierdurch steigt der Bedarf an zuverlässigen, nachvollziehbaren und manipulationssicheren Systemen zur Dokumentation von Lieferketten.

Das Ziel der CoffeeChain besteht darin, ein umfassendes digitales System zu entwerfen, das eine transparente Nachverfolgung des Kaffees von der Anbaufläche bis zum Endkunden ermöglicht. Der bedeutende Faktor in diesem System soll nicht nur die Nachvollziehbarkeit der Herkunft des Produktes sein, sondern auch die Gewissheit darüber, ob entlang der Lieferkette faire Löhne gezahlt, ökologische Standards eingehalten und soziale Rechte respektiert werden. Kaffeebäuerinnen sollen darüber hinaus direkt und ohne Zwischeninstanzen belohnt werden, während Endkunden eine bedenkenlose Kaufentscheidung auf Grundlage zuverlässiger Daten treffen können.

Die CoffeeChain in dieser wissenschaftlichen Arbeit versteht sich als prototypisches Konzept, das auf den in Kapitel 2 bis 4 dargelegten technischen und theoretischen Grundlagen aufbaut. Sie zeigt beispielhaft auf, wie die Blockchain-Technologie genutzt werden kann, um einen sensiblen Wirtschaftsbereich zu unterstützen. Dabei dient die CoffeeChain nicht nur der operativen Verbesserung von Transparenz und Fairness, sondern auch als Werkzeug zur Umsetzung der regulatorischen Anforderungen des LkSG, was gleichzeitig den damit verbundenen Kostenaufwand für Unternehmen reduzieren soll.

Die nachfolgenden Abschnitte dieses Kapitels konkretisieren dieses Konzept in technischer, organisatorischer und ökonomischer Hinsicht. Im Zentrum steht die Entwicklung eines realitätsnahen Systems.

## 5.2 Anforderungsanalyse

Um die CoffeeChain als effektives und praxisnahes System zu gestalten, werden zunächst die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an eine blockchain-basierte Lösung innerhalb der Kaffee-Lieferkette identifiziert. Diese Anforderungen ergeben sich sowohl aus den täglichen Bedingungen der Kaffeeproduktion und – Verarbeitung (vgl. Kapitel 3), als auch aus den technologischen Möglichkeiten der Blockchain-Technologie (vgl. Kapitel 2) sowie aus den rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere dem Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (vgl. Kapitel 4).

Funktionale Anforderungen beziehen sich auf konkrete Funktionen. Sie beschreiben genau, was ein System tun soll – wie z. B. die Durchführung von Transaktionen. Nicht-funktionale Anforderungen dagegen legen fest, wie gut das System diese Funktionen erfüllen soll etwa in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit.<sup>82</sup>

Die zentralen funktionalen Anforderungen an CoffeeChain umfassen folgende Eigenschaften:

### **Transparente Rückverfolgbarkeit**

Das System muss es ermöglichen, jeden Schritt der Kaffeeproduktion – vom Anbau bis zum Verkauf – eindeutig und transparent zu dokumentieren. Durch die Speicherung der Daten auf der Blockchain wird die Manipulation dieser verhindert und der Weg entlang der Lieferkette sowie die Herkunft des Produkts wird jederzeit nachverfolgbar sein können.

### **Erfassen von Qualität- und Nachhaltigkeitsdaten**

Außerdem soll das System sämtliche Daten wie die Anbauweise, verwendete Pflanzensorten (z. B. Arabica und Robusta), Erntemethoden sowie Verarbeitungsprozesse dokumentieren. Weiterhin können auch soziale und ökologische Zertifizierungen (z. B. Bio, Fairtrade) erfasst werden. Durch die transparente Bewertung der Qualität und Nachhaltigkeit, wird ein Vertrauen bei den Endkunden geschaffen.

### **Digitale Zahlungen mittels Stablecoins**

CoffeeChain soll es ermöglichen, Zahlungen direkt und automatisiert an Kaffeebäuerinnen auszuschütten. Hierzu sollen kryptobasierte Stablecoins wie USDS verwendet werden.

### **Digitale Wallets für Kaffeebäuerinnen**

Für die Teilnahme der Kaffeebäuerinnen am Zahlungssystem und für die Auszahlung der Stablecoins, werden digitale Wallets benötigt, die mit Ethereum-kompatiblen digitale Vermögenswerten – insbesondere Stablecoins USDS – umgehen können. Innerhalb der CoffeeChain-App wird daher eine

---

<sup>82</sup> Vgl. Puzhevich (2021)

benutzerfreundliche und leicht verständliche Wallet integriert, die - ähnlich wie bestehende Lösungen wie MetaMask<sup>83</sup> – den sicheren Empfang und die Verwaltung digitaler Zahlungen ermöglicht.

### **Automatische Auszahlung über Smart Contracts**

Um klare Bedingungen für automatische Zahlungen umzusetzen, sollen Smart Contracts genutzt werden. Die Auszahlung soll ausgelöst werden, sobald entweder eine erfolgreiche Lieferung vorliegt, die Qualitätsanforderungen erfüllt sind oder zusätzliche, vereinbarte Angaben erbracht wurden. Smart Contracts stellen im Kontext der CoffeeChain sicher, dass die Kaffeebäuerinnen fair und ohne Zwischeninstanz belohnt werden.

### **Automatisierte Unterstützung der LkSG-Dokumentation**

Das System muss Daten erfassen, die für die Einhaltung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes relevant sind. Dazu gehören z. B. Informationen über:

- Arbeitsbedingungen auf Plantagen,
- Soziale Standards,
- Umweltaspekte entlang der Lieferkette

Um den Verwaltungsaufwand für Unternehmen zu minimieren und die Risikoerkennung zu verbessern, werden diese Daten standardisiert und automatisiert über die CoffeeChain App erfasst. Um den Kaffeebäuerinnen die Bedienung zu erleichtern, wird bewusst auf komplexe Eingabeformulare verzichtet: Die relevanten Informationen können durch einfache Checklisten erfasst werden. Darüber hinaus können die Bäuerinnen freiwillige Anmerkungen über ein einfaches Auswahlfeld machen. Somit müssen sie keine aufwändigen Texte verfassen, was insbesondere die Nutzbarkeit erhöht und den Einstieg in das System erleichtert.

---

<sup>83</sup> Vgl. *BTC-Echo* (o. J.-b)

Die nicht-funktionalen Anforderungen spielen ebenfalls eine wichtige Rolle für die Praxisumsetzung der CoffeeChain, insbesondere im Hinblick auf Benutzerfreundlichkeit, Zugänglichkeit und Datensicherheit:

### **Benutzerfreundlichkeit und Schulung**

Das System muss einfach und verständlich gestaltet sein – insbesondere für Kaffeebäuerinnen, die oft keinen Zugang und auch keine Erfahrungen mit komplexen digitalen Anwendungen haben. Hier ist es wichtig, Schulungen bereitzustellen – zum Beispiel durch Kooperativen oder Partnerorganisationen vor Ort. Ein Beispiel hierfür ist ein Projekt der deutschen Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit in Ruanda, bei dem Frauen-Kooperativen gezielt geschult werden, blockchain-basierte Rückverfolgbarkeitssysteme zu nutzen.<sup>84</sup>

### **Digitale Teilhabe ermöglichen**

Die Plattform muss ebenfalls in Regionen mit eingeschränktem Internetzugang funktionieren bspw. durch mobile Apps mit Offline-Funktionalität. Die Speicherung der Daten (z. B. Erntemengen, Herkunft etc.) können offline in der App eingegeben und lokal gespeichert werden. Sobald eine Internetverbindung verfügbar ist, erfolgt eine Synchronisation der Daten und sie werden in die Blockchain geschrieben.

### **Datenschutz**

Alle persönlichen und sensiblen Daten müssen sicher gespeichert werden. Nur berechnigte Personen oder Institutionen dürfen auf bestimmte Informationen zugreifen. Gleichzeitig muss die Blockchain genug Transparenz ermöglichen, damit Vertrauen geschaffen werden kann.

### **Verständliche Oberfläche für Unternehmen**

Auch für Unternehmen am Ende der Lieferkette ist eine übersichtliche Darstellung der Daten wichtig. Dies kann durch ein Dashboard erfolgen, welches den Status einzelner Lieferungen oder Risiken entlang der Kette aufzeigt. Zusätzlich können automatisierte E-Mail-Benachrichtigungen

---

<sup>84</sup> Vgl. Platz/Kahnert (o. J.)

eingrichtet werden, um auf Verantwortlichkeiten bei kritischen Ereignissen der Abweichungen zu informieren – ausgelöst durch zuvor definierte Smart Contracts.

### 5.3 Technische Grundlagen

Die grundlegenden technischen Prinzipien der Blockchain-Technologie, wie in Kapitel 2 ausführlich dargestellt, bilden die Basis für die Umsetzung von CoffeeChain. Die Anwendung basiert konzeptionell auf einem öffentlichen Blockchain-Netzwerk wie Ethereum, das die Nutzung von Smart Contracts ermöglicht und gleichzeitig auf einen energieeffizienten Konsensmechanismus PoS setzt. Alternativ können auch andere energieeffiziente Netzwerke wie Solana in Betracht gezogen werden, für dieses Konzept wurde jedoch Ethereum als Referenznetzwerk gewählt. Diese transparenten und dezentralen Netzwerke eignen sich besonders gut, um komplexe Lieferketten wie die der Kaffeeproduktion abzubilden.

Ein zentrales Element der CoffeeChain sind Smart Contracts, die automatisierten Entscheidungen auf Basis zuvor definierter Bedingungen treffen. Informationen über Anbau, Ernte, ökologische Standards und soziale Kriterien werden direkt über mobile Anwendungen in die Blockchain eingetragen. Sobald die im Smart Contract definierten Kriterien erfüllt sind wie bspw. die Einhaltung von bestimmten Qualitätsstandards oder die Einhaltung von Arbeitsrechten – wird automatisch eine Zahlung ausgelöst.

Die Auszahlung im Rahmen der CoffeeChain erfolgt in Form von Stablecoins. Dies garantiert den Kaffeebäuerinnen eine stabile, faire und direkte Entlohnung – ohne Zwischeninstanzen oder starke Währungsschwankungen. Langfristig kann dieser Stablecoin in die lokale Währung getauscht werden. Zusätzlich können Unternehmen oder Endkunden auf Basis der Blockchain-Daten freiwillige Bonuszahlungen vergeben bspw. für besonders umweltfreundlichen Anbau oder Schulbesuche von Kindern der Arbeiterfamilien.

Durch die CoffeeChain und dem damit verbundenen Wegfall aufwändiger manueller Dokumentationspflichten, die im Rahmen des LkSG entstehen, ergibt sich vor allem ein Anreiz aus den Kosteneinsparungen. Die Blockchain-gestützte Automatisierung von Prüf- und Berichtserstattungsprozessen können

Unternehmen personelle und finanzielle Mittel einsparen. Die dadurch gewonnenen Kapazitäten können direkt in nachhaltige und ökologische Projekte in den Herkunftsregionen der Lieferkette fließen.

Ein weiterer Vorteil der Blockchain liegt wie bereits intensiv erläutert in ihrer fälschungssicheren Nachverfolgbarkeit. Jede Transaktion – etwa eine Qualitätserfassung, ein Transportnachweis oder ein Herkunftslabel – wird dauerhaft in der Blockchain gespeichert und kann im Nachhinein nicht verändert werden. So kann lückenlos nachgewiesen werden, woher der Kaffee stammt, unter welchen Bedingungen er produziert wurde und welche Stationen er bis zur Röstung oder zum Verkauf durchlaufen hat.

Die Interaktion mit der CoffeeChain erfolgt über eine benutzerfreundliche App, die eine digitale Wallet integriert. Über diese können Kaffeebäuerinnen ihre Zahlungen empfangen, Smart Contracts bestätigen und ihre Dateneinträge verwalten. Durch einen Offline-Modus können sie auch ohne stabile Internetverbindung teilnehmen.

## 5.4 Implementierungsphasen der CoffeeChain

Coffeechain wird in drei aufeinanderfolgenden Phasen implementiert. Das ermöglicht eine reibungslose Einbindung aller Beteiligten in der Kaffee-Lieferkette und nutzt die Blockchain-Technologie bestmöglich.

### 5.4.1 Onboarding der Kaffeebäuerinnen

Der erste Schritt ist das Onboarding der lokalen Kaffeebäuerinnen, welche die Grundlage für das gesamte System bilden. Sie erhalten eine digitale Identität in der Blockchain welche dazu dient, dass alle späteren Einträge wie z. B. die Erntemenge, Anbaumethoden sowie Arbeitsbedingungen eindeutig zugeordnet werden können. Die Informationen sollen dabei über eine speziell entwickelte mobile Anwendung erfasst werden mit integrierter Wallet. Um Zugangshürden zu verringern, ist die App bewusst einfach gestaltet – mit Symbolen, Auswahlfeldern und Offline-Funktionalität. So gehen wichtige Informationen nicht verloren, sondern werden auch ohne Internetverbindung erfasst und später automatisch synchronisiert. Um den Einstieg in das System zu erleichtern, erhalten die Kaffeebäuerinnen gezielte Schulungen durch lokale

Kooperativen. Außerdem können auch Video-Tutorials angeboten werden, welche beliebig oft abgespielt werden können.



Abbildung 10: Eigene Darstellung der CoffeeChain App

Die vorliegende Abbildung zeigt beispielhaft die Benutzeroberfläche der CoffeeChain-App aus Sicht der Kaffeebäuerin Tsehay. Die Darstellung ist in englischer Sprache gehalten, dient jedoch nur zur Veranschaulichung. In der finalen Anwendung soll die App mehrsprachig verfügbar sein und lokal angepasst werden, um den barrierearmen Zugang zu ermöglichen.



Abbildung 11: Eigene Darstellung der CoffeeChain App

Über die App können Nutzerinnen ihr Profil verwalten, produktspezifische Daten eingeben sowie digitale Zahlungen empfangen und verwalten.

Relevante Angaben für die Dokumentation und spätere Auszahlung über Smart Contracts sind unter anderem:

- Die verwendete Anbaumethode
- Angaben zur Kaffeesorte (z. B. Arabica oder Robusta)
- Die eingesetzten Düngemittel und Pflanzenschutzmittel
- Die Erntemenge und das Erntedatum
- Informationen zu den Arbeitsbedingungen, wie etwa zumutbare Arbeitszeiten, Verbot von Kinderarbeit und Schutzmaßnahmen für die Arbeiterinnen

Zusätzlich können weitere freiwillige Informationen eingegeben werden, die für Bonuszahlungen durch Endkunden oder Unternehmen relevant sind. Dazu gehört beispielsweise die Teilnahme der Kinder von Kaffeebäuerinnen am Schulunterricht. Diese Nachweise – etwa durch von Schulen bestätigte Anwesenheitslisten – können sicher über eine Upload-Funktion in die Blockchain integriert werden.

Sobald alle für die Zahlung relevanten Kriterien erfüllt sind, erfolgt die Auszahlung automatisch über einen Smart Contract in Form von Stablecoins auf die digitale Wallet der jeweiligen Bäuerin. So entsteht ein fairer, transparenter und unmittelbarer Vergütungsprozess – ohne Zwischeninstanz und Verzögerungen.

#### 5.4.2 Verarbeitung und Export

Nach dem Onboarding der Kaffeebäuerinnen folgt die Einbindung der nächsten Glieder der Lieferkette: Verarbeitungsbetriebe und Exportfirmen. Diese Akteure erfassen ebenfalls wichtige Daten direkt auf der Blockchain wie Informationen zu Trocknung, Röstung, Qualitätskontrollen, Verpackung und Transport. Jede Übergabe wird dabei fälschungssicher dokumentiert. Auf diese Weise entsteht eine lückenlose digitale Kette vom Ursprung bis zur Ausfuhr.

Alle beteiligten Akteure erhalten eine digitale Identität. Diese ermöglicht die eindeutige Zuordnung der digital erfassten Daten und macht Verantwortlichkeiten transparent.

#### 5.4.3 Distribution und Nachverfolgbarkeit bis zum Endkunden

In der dritten und letzten Phase dieses Systems wird die CoffeeChain bis zum Endverbraucher ausgeweitet. Jede einzelne Kaffeereinheit wird mit einem QR-Code versehen. Ein QR-Code ist ein zweidimensionaler Code, der Informationen maschinenlesbar speichert und per Smartphone-Kamera sowie speziellen Scannern ausgelesen werden kann.<sup>85</sup>

Dieser ermöglicht im Kontext der CoffeeChain einen Zugang zu allen relevanten Informationen über Herkunft, Produktionsbedingungen und Transport. Somit können Verbraucher nachvollziehen, woher ihr Kaffee stammt und unter welchen Bedingungen er hergestellt wurde.

Diese Transparenz bietet nicht nur einen Mehrwert für die Konsumenten, sondern auch für Unternehmen, die ihrer Berichtspflicht im Rahmen des LkSG nachkommen müssen. Durch die manuelle Dokumentation werden alle

---

<sup>85</sup> Vgl. *ecovium* (o. J.)

erforderlichen Daten bereits strukturiert und nachvollziehbar in der Blockchain gespeichert.

Diese Phase eröffnet ebenfalls eine neue Möglichkeit für soziales Engagement. Endkunden können hier freiwillige Bonuszahlungen leisten – zum Beispiel für umweltfreundlichen Anbau oder soziale Projekte wie Schulbildung. Diese Zahlungen werden ebenfalls direkt über Smart Contracts abgewickelt und kommen unmittelbar bei den Bäuerinnen an.

## 5.5 Zahlungsabwicklung mit Stablecoins

Die direkte und transparente Zahlungsabwicklung wird bei der CoffeeChain mittels Stablecoins sichergestellt. Durch den Einsatz von Stablecoins in der CoffeeChain wird sichergestellt, dass die Kaffeebäuerinnen eine faire und unmittelbare Bezahlung für ihre Produkte erhalten. Sobald die im Smart Contract hinterlegten Bedingungen erfüllt sind wie bspw. die Einhaltung bestimmter Anbaustandards, wird die Zahlung automatisch ausgelöst und direkt auf die digitale Wallet der jeweiligen Kaffeebäuerin übertragen.

Um eine tatsächliche Nutzung der erhaltenen Stablecoins sicherzustellen, sind lokale Umtauschmöglichkeiten essenziell. Hierzu sieht dieses Konzept die Zusammenarbeit mit vertrauenswürdigen Partnerorganisationen oder lokalen Auszahlungsstellen vor, die den Umtausch in die Landeswährung ermöglichen und das Geld bar auszahlen. So wird sichergestellt, dass die digitalen Zahlungen auch unter eingeschränkten digitalen Rahmenbedingungen praktisch nutzbar bleiben. Dies sorgt über einen einfachen, sicheren sowie nachvollziehbaren Zahlungsprozess und die Kaffeebäuerinnen erhalten ihr Geld direkt und ohne Umwege.

## 5.6 Datensicherheit und Datenschutz

Gemäß der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) der EU müssen personenbezogene Daten besonders geschützt werden.<sup>86</sup> Dies ist auch für CoffeeChain wichtig, da hier sensible Informationen von Kaffeebäuerinnen verarbeitet werden und deren Privatsphäre geschützt werden muss. Damit der

---

<sup>86</sup> Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 (DSGVO)

Datenschutz gewährleistet wird, werden sensible Informationen nicht direkt in der Blockchain gespeichert. Die Speicherung erfolgt stattdessen außerhalb der Blockchain und es werden Maßnahmen wie Pseudonymisierung und Verschlüsselung eingesetzt, um die Privatsphäre der Beteiligten zu schützen. Bei der Pseudonymisierung werden Daten so verändert, dass eine unmittelbare Zuordnung zu einer bestimmten Person nicht mehr möglich ist.<sup>87</sup>

Auf Basis der technischen und datenschutzrechtlichen Grundlagen bietet CoffeeChain vielfältige Möglichkeiten, die Transparenz und Fairness in der Kaffeelieferkette zu verbessern. Gleichzeitig müssen auch potenzielle Herausforderungen betrachtet werden, um eine erfolgreiche Umsetzung sicherzustellen. Im folgenden Kapitel werden daher die wichtigsten Chancen und Herausforderungen von CoffeeChain zusammengefasst.

## 6 Chancen und Herausforderungen von CoffeeChain

Wie bereits in den vorherigen Kapiteln erläutert, wird durch die Blockchain-Technologie eine detaillierte und nicht manipulierbare Dokumentation sämtlicher Verarbeitungsschritte ermöglicht. Dadurch wird eine lückenlose Nachverfolgbarkeit von Informationen ermöglicht, was Unternehmen die Erfüllung ihrer Dokumentationspflichten nach dem LkSG deutlich erleichtert, zur Senkung von Kosten beiträgt und gleichzeitig das Vertrauen der Verbraucher stärkt. Ein weiterer Vorteil – und gleichzeitig eines der übergeordneten Ziele des Blockchain-Einsatzes in der Kaffeelieferkette – ist die faire Vergütung von Kaffeebäuerinnen. Dieser Aspekt steht in direktem Zusammenhang mit der Transparenz: Konsumenten können nachverfolgen, wie viel die Kaffeebäuerinnen vom Verkaufserlös erhalten haben. Die Zahlungen werden dabei wie bereits erläutert, durch den Einsatz von Smart Contracts automatisiert und an vorab definierte Bedingungen geknüpft. Die Rolle des Zwischenhändlers entfällt, sodass die Kaffeebäuerinnen stärker und gerechter in den

---

<sup>87</sup> Vgl. *European Data Protection Board (o. J.)*

Wertschöpfungsprozess eingebunden werden. Nicht nur die finanzielle Lage wird dabei verbessert, sondern auch der Lebensstandard wird angehoben.<sup>88</sup>

Trotz dieser Potenziale zeigen sich in der praktischen Umsetzung erwähnenswerte Hürden. Eine der größten Herausforderungen bei der Umsetzung von CoffeeChain liegt in der ungleichen digitalen Infrastruktur. In vielen Ländern wie Äthiopien fehlt es oft an stabilem Internet, geeigneten Geräten und technischem Know-How.<sup>89</sup> Kaffeebäuerinnen sind dadurch ohne zusätzlich Unterstützung kaum in der Lage, aktiv am System teilzunehmen, was zu Informationsungleichgewichten innerhalb der Lieferkette führt. Krings und Schwab verweisen auf ein Beispiel aus Äthiopien, bei dem der erste Teil der Lieferkette nicht digital erfasst werden konnte, weil den Bauern der Zugang zur Technologie gefehlt hat. Ein weiterer Punkt ist die finanzielle Herausforderung: Kleinere Betriebe können die Kosten, die im Zusammenhang mit einer Blockchain entstehen, nicht stemmen wie etwa die notwendige Hardware beschaffen oder Schulungen durchführen. Ein weiteres Risiko besteht in der Qualität und Vertrauenswürdigkeit der erfassten Daten. Die Unveränderlichkeit der Blockchain schützt zwar vor Manipulationen nach der Eingabe, aber fehlerhafte oder falsche Eingaben können die Integrität der gesamten Lieferkette gefährden. Regulatorische Unsicherheiten, besonders in den Bereichen Datenschutz und Haftung stellen ebenfalls eine signifikante Herausforderung dar.<sup>90</sup>

## 7 Blockchain im Einsatz: Das Beispiel Fairchain in der Kaffeeproduktion

Das Projekt Fairchain veranschaulicht besonders überzeugend, wie Blockchain-Technologie effektiv in Lieferketten eingesetzt werden kann. Es setzt sich für mehr Transparenz, Fairness und nachhaltige Wertschöpfung in der Kaffeeproduktion ein. Mithilfe der Blockchain wird die gesamte Lieferkette digital erfasst und fälschungssicher dokumentiert. Ein konkretes Beispiel dafür ist die

---

<sup>88</sup> Vgl. *Kaffee Kooperative (2021)*

<sup>89</sup> Vgl. *Länderdaten.info (o. J.)*

<sup>90</sup> Vgl. *Krings/Schwab (2020), S. 3*

Zusammenarbeit mit Moyee Coffee in Äthiopien. Das europäische Unternehmen arbeitet eng mit lokalen Kaffeebäuerinnen zusammen und dokumentiert den Weg des Kaffees vollständig auf einer öffentlich zugänglichen Blockchain. Ziel ist, eine transparentere Lieferkette sowie auch eine faire Verteilung des Gewinns zu ermöglichen.<sup>91</sup>

Laut Moyee Coffee wird mithilfe der Blockchain eine digitale Lieferkette aufgebaut, in der sämtliche relevante Informationen gespeichert und für alle Beteiligten einsehbar sind. Dazu gehören unter anderem:

- Herkunft der Kaffeebohnen (Regionen, Bauernkooperative)
- Verarbeitungsschritte (Zeitpunkt und Ort)
- Transport- und Logistikdaten
- Zahlungsflüsse entlang der Lieferkette

Moyee stattet die Kaffeebauern mit digitalen Geldbörsen, kontaktlosen Karten, eindeutigen Identifikationsnummern und Barcodes aus. Ihre Farmen sowie die Waschstationen werden per Geo-Tagging lokalisiert. Dadurch lassen sich sämtliche Produktions- und Zahlungsschritte eindeutig zuordnen und lückenlos auf der Blockchain dokumentieren. Zudem haben Verbraucher die Möglichkeit, durch einen auf der Packung enthaltenen QR-Code, den gesamten Weg ihres Kaffees – vom Bauern bis hin zur Rösterei - transparent nachzuvollziehen. Zusätzlich können sie den Kaffeebauern direkt über die Blockchain Trinkgelder zukommen lassen. Hier setzt Moyee teilweise auf digitale Token, die auf der Blockchain ausgegeben werden können.<sup>92</sup>

## 8 Entwicklung von Use-Cases

Die im Kapitel 5 ausführlich erläuterten technologischen Grundlagen und Anforderungen – wie die Offline-Funktionalität, Smart Contracts und digitale Wallets sowie weitere technische Komponenten – bilden die Basis aller nachfolgenden Use Cases. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird bei der

---

<sup>91</sup> Vgl. *FairChain* (o. J.)

<sup>92</sup> Vgl. *Moyee* (o. J.)

Beschreibung der Use Cases nicht erneut im Detail auf diese technologischen Details eingegangen, sondern der Fokus auf die konkrete Anwendung gelegt.

## 8.1 Szenario: CoffeeChain in der Praxis – Ein fiktiver Anwendungsfall

Um die folgenden Use Cases (Kapitel 8.1 – 8.4) besser einordnen zu können, wird ein ausgedachtes, aber realitätsnahes Szenario entwickelt, das beispielhaft aufzeigt, wie CoffeeChain in der Praxis zur Anwendung kommen kann. Die folgende Situation basiert auf typischen Herausforderungen der Kaffeelieferkette, wie sie in Kapitel 3 dargestellt wurden.

Im Hochladen Südäthiopiens nahe der Region Sidama, betreibt eine Kooperative mit rund 300 Mitgliedern den Anbau von Arabica-Kaffee. Die Kaffeebäuerinnen bewirtschaften durchschnittlich zwei Hektar Land, oft mit traditionell-ökologischen Methoden. Trotz der hohen Einnahmen auf dem Weltmarkt durch den äthiopischen Kaffee erreichen diese Gewinne die Bäuerinnen kaum. Der Verkauf erfolgt über lokale Zwischenhändler und die genaue Herkunft und Qualität der Bohnen verschwimmen häufig durch das Vermischen verschiedener Lots.

Ein europäisches Unternehmen – die Seeberger GmbH – plant, den Kaffee dieser Kooperative in sein Sortiment aufzunehmen. Gleichzeitig muss das Unternehmen die gesetzlichen Anforderungen des LkSG erfüllen, insbesondere hinsichtlich der Rückverfolgbarkeit, fairer Entlohnung und Einhaltung sozialer Standards.

An dieser Stelle setzt CoffeeChain an: Eine digitale Plattform auf Blockchain-Basis, die es ermöglicht, Informationen zur Produktion, Verarbeitung und Bezahlung der Kaffeebäuerinnen manipulationssicher zu dokumentieren. Durch Smart Contracts, digitale Wallets und mobile Anwendungen wird die gesamte Lieferkette digital abgebildet – transparent, nachvollziehbar und gesetzeskonform.

Die Einführung von CoffeeChain eröffnet nicht nur die Wege zur fairen Entlohnung und Nachvollziehbarkeit, sondern bildet zugleich einen beispielhaften Anwendungsfall für die Twin-Transformation. Die nachfolgenden

Use Cases zeigen anhand konkreter Anwendungsszenarien auf, wie CoffeeChain innerhalb dieses Rahmens wirksam eingesetzt werden kann. Dabei ist nicht nur die technologische Innovation allein genügend, vielmehr geht es um die Integration in bestehende soziale und wirtschaftliche Strukturen.

## 8.2 Use Case 1: Automatisierte, faire Zahlungen an Kaffeebäuerinnen

### **Akteure:**

- Kaffeebäuerinnen
- CoffeeChain System (Mobile App, Blockchain, Smart Contracts)
- Abnehmende Unternehmen oder Kooperativen

### **Ziel des Use Cases**

Basierend auf den zuvor beschriebenen Herausforderungen im Bereich der fairen Vergütung von Kaffeebäuerinnen zeigt dieser Use Case wie CoffeeChain eine faire und transparente Entlohnung ermöglicht - direkt, automatisiert und ohne Zwischeninstanzen. Grundlage dafür sind Smart Contracts, die Zahlungen auslösen, sobald vordefinierte Bedingungen erfüllt sind.

### **Umsetzung in CoffeeChain**

Die Kaffeebäuerinnen erhalten über die CoffeeChain-App eine digitale Identität und eine persönliche Wallet. Dort dokumentieren sie relevante Informationen zur Ernte - etwa Kaffeesorte, Anbaumethode, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sowie soziale Aspekte wie Arbeitszeiten. Diese Daten können zunächst offline gespeichert und später – bei Internetverbindung – in die Blockchain übertragen werden. Die Überprüfung der dokumentierten Informationen werden anschließend automatisiert durch Smart Contracts geprüft. Werden alle vorgegebenen Kriterien erfüllt wie bspw. die Einhaltung von Nachhaltigkeitsstandards, eindeutig rückverfolgbare Herkunftsnachweise und soziale Mindestanforderungen, so wird die zuvor vereinbarte Auszahlung automatisch ausgelöst. Die Auszahlung erfolgt in Form von Stablecoins (USDS)

direkt in die Wallet der jeweiligen Kaffeebäuerin. Ein späterer Umtausch in die Landeswährung erfolgt über lokale Partnerorganisationen.

**Beispielhafte Bedingungen im Smart Contract:**

- Kaffeesorte: Arabica oder Robusta
- Anbaumethode: natural oder washed
- Soziale Standards: Keine Kinderarbeit, sichere Arbeitsbedingungen, Einhaltung der Arbeitszeit etc.
- Ökologische Standards: Kein Einsatz von verbotenen Pflanzenschutzmitteln

Freiwillige Angaben, wie dokumentierte Schulbesuche der Kinder, motiviert Abnehmer oder Konsumenten dazu, Bonuszahlung zu leisten. Durch die zusätzliche Vergütung steigt zudem der Anreiz für Kaffeebäuerinnen, Wert auf die Bildung ihrer Kinder zu legen und diese weiterhin finanzieren zu können.

**Mehrwert**

Smart Contracts sorgen dafür, dass eine faire, überprüfbare und automatisierte Bezahlung sichergestellt wird. Dies stärkt sowohl die wirtschaftliche Selbstbestimmung der Kaffeebäuerinnen als auch das Vertrauen in die Lieferkette. Darüber hinaus ermöglicht das System Unternehmen, regulatorische Vorgaben wie das LkSG effizient und glaubwürdig umzusetzen.

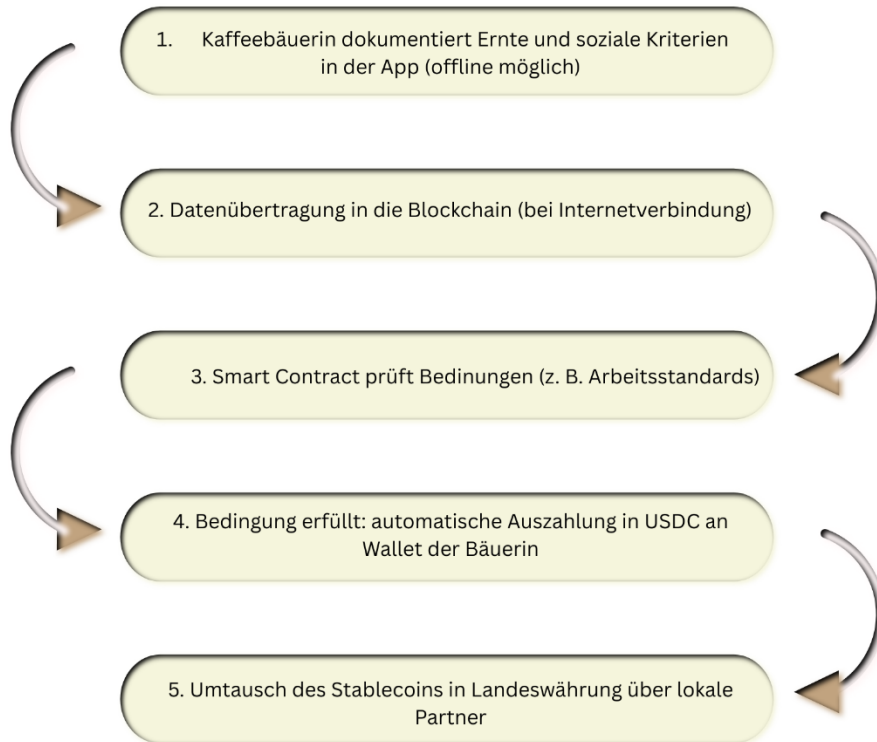


Abbildung 12: Eigene Darstellung - Ablauf der automatisierten Zahlung über CoffeeChain

Die Grafik zeigt die zentralen Schritte von der Datenerfassung bis zur Auszahlung in Stablecoins – inklusive der Umwandlung in Landeswährung über lokale Partner. (eigene Darstellung)

## 8.3 Use Case 2: Bonuszahlungen für soziale Projekte

### Akteure:

- Kaffeebäuerinnen
- Kooperativen und lokale Händler
- Röstereien und Importfirmen
- Endkunden

### Problemstellung

Die Rückverfolgbarkeit von Kaffeebohnen endet meist bei den Kooperativen, die als Sammelstellen für Kaffeebohnen fungieren. Das hat zur Folge, dass weder eine gerechte Entlohnung noch die gezielte Unterstützung sozialer Projekte zuverlässig nachgewiesen kann. Unternehmen wie Seeberger stehen

somit vor der Herausforderung, glaubhaft belegen zu können, dass ihre Maßnahmen tatsächlich bei den Kaffeebäuerinnen ankommen.

### **Ziel des Use Cases**

Dieser Use Case zielt darauf ab, die Herausforderung der Transparenzlücke anzugehen, indem die CoffeeChain eine lückenlose Nachverfolgbarkeit bis zu den einzelnen Kaffeebäuerinnen ermöglicht und dabei auch Bonuszahlungen für soziale Projekte direkt und nachvollziehbar über die Blockchain abgewickelt werden.

### **Umsetzung in CoffeeChain**

Jede einzelne Kaffeeverpackung wird mit einem individuellen QR-Code versehen, um eine Rückverfolgbarkeit bis zum Endkunden zu ermöglichen, ohne dass die Nachverfolgung dabei wie bisher bei der Kooperativen einfach abbricht. Dieser führt zu einem datengeschützten Profil innerhalb der CoffeeChain. Endkunden und Endkundinnen können über dieses Profil nicht nur Informationen zur Herkunft und den Anbaubedingungen abrufen, sondern auch freiwillige Bonuszahlungen für soziale Projekte leisten – z. B. für Bildungsprojekte.

Die Smart Contracts der CoffeeChain überprüfen dabei automatisch, ob die hinterlegten Bedingungen für eine Bonuszahlung erfüllt sind z. B. Schulbesuch der Kinder mit dokumentiertem Nachweis. Ist dies der Fall, erfolgt eine automatische Auszahlung des Betrages in Stablecoins an die Wallet der jeweiligen Bäuerin – ohne Zwischeninstanzen.

### **Beispielhafte Bedingungen für Smart Contracts**

- Hochgeladene Schulbescheinigung der Kinder
- Einhaltung sozialer Mindeststandards
- Nachweis umweltfreundlicher Anbaumethoden

### **Mehrwert:**

Durch die direkte und transparente Abwicklung von Bonuszahlungen mittels CoffeeChain wird verhindert, dass die Rückverfolgbarkeit bei den Kooperativen

abbricht und die Bonuszahlung nicht bei den Bäuerinnen ankommt. Die Kaffeebäuerinnen haben durch dieses System die Möglichkeit, ihre finanziellen Mittel erheblich zu verbessern.

Für Unternehmen wie Seeberger bedeutet das eine erhöhte Wertschätzung von den Kunden, da sie zur Einhaltung sozialer Standards beitragen. Gleichzeitig fördert es eine stärkere Bindung an die Marke. Konsumenten und Konsumentinnen bekommen die Möglichkeit, gezielt und nachvollziehbare soziale Wirkung zu erzielen.

## 8.4 Use Case 3: Frühzeitige Risikoerkennung in der Lieferkette und Kosteneinsparung bei Seeberger

Dieser Use Case zeigt, wie ein Unternehmen wie Seeberger mithilfe der CoffeeChain potenzielle menschenrechtliche und umweltrechtliche Risiken frühzeitig erkennen und gleichzeitig Kosten senken kann, die im Zusammenhang mit der Einhaltung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes entstehen.

### **Ausgangssituation bei Seeberger**

Seeberger bezieht seinen Kaffee über ein Netzwerk aus Kooperativen und Farmen aus Ländern wie Brasilien, Vietnam und Kenia. Die manuelle Dokumentation der im LkSG geforderten Sorgfaltspflichten hat einen hohen Kosten- als auch Zeitaufwand zur Folge. Derzeit erfolgen Risikoanalysen und Nachweisdokumentationen gemäß LkSG manuell. Das Eintreten von Risiken sowie die frühzeitige Erkennung dieser wird mithilfe von Hinweisgebersystemen, Besuchen vor Ort sowie durch Lieferantenbefragungen unterstützt, was ein hohes Vertrauen in die Partner voraussetzt. Ein weiteres Problem besteht darin, dass die Rückverfolgbarkeit des Kaffees in der Praxis meist bei den Kooperativen endet. Dadurch bleibt unklar, unter welchen Bedingungen der Kaffee auf Farmebene produziert wurde.

### **Umsetzung mit CoffeeChain**

Durch die digitale Erfassung auf der Farmebene wird die Transparenzlücke geschlossen. Die Kaffeebäuerinnen werden in den Nachweisprozess eingebunden, dadurch gehen sie nicht auf dem Weg der Rückverfolgbarkeit

verloren. Mithilfe von Smart Contracts innerhalb der CoffeeChain werden wichtige Informationen – wie Arbeitszeit, Umweltfaktoren oder soziale Bedingungen – digital und standardisiert erfasst. Die Kaffeebäuerinnen oder lokale Kooperativen geben die Daten über die CoffeeChain-App ein. Sobald die App mit dem Internet verbunden ist, werden die Einträge in die Blockchain übertragen.

Die Smart Contracts werten diese Information automatisiert aus. Beim Feststellen von Abweichungen wie etwa Überschreitungen von Arbeitszeiten oder den Einsatz nicht zugelassener Substanzen, wird automatisch eine Benachrichtigung an die Compliance-Abteilung des Unternehmens ausgelöst.

Ein Beispiel für eine vereinfachte Logik innerhalb eines Smart Contracts könnte lauten: „Wenn in einem Zeitraum von sieben Tagen mehr als 60 Arbeitsstunden dokumentiert sind, sende automatisch eine E-Mail an das Compliance-Team von Seeberger“

### **Nutzen und wirtschaftlicher Mehrwert für Seeberger**

Die automatisierten Reaktionen entlasten das Unternehmen nicht nur im täglichen Arbeitsablauf, sondern unterstützen aktiv die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen. Gleichzeitig wird die Dokumentation in der Blockchain gespeichert und steht bei Audits oder Prüfungen somit sofort zur Verfügung. Weiterhin reduziert es auch den operativen Aufwand im Compliance Management. Durch die direkte Erfassung und Prüfung der Daten entfallen viele manuelle Kontrollschritte, die derzeit durch eigenes Personal durchgeführt werden, wie etwa die Auswertung der Befragungen oder das Reisen in die Ursprungsländer.

Basierend auf der Aussage von Tim Eggel verursacht die Umsetzung des LkSG spürbare zusätzliche Kosten bei Seeberger. Mit einer automatisierten Lösung wie CoffeeChain können diese Kosten deutlich reduziert werden. Laut einer Studie des Digitalverbands Bitkom werden durch den Einsatz von Blockchain-Technologien manuelle Prüf- und Dokumentationsaufwände in der Lieferkette

ebenfalls signifikant gesenkt, was wiederum zu erheblichen Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen führt.<sup>93</sup>

Für Seeberger bedeutet dies nicht nur die Reduzierung des administrativen Aufwands im Rahmen der Einhaltung von LkSG-Anforderungen, sondern auch eine erhebliche finanzielle Entlastung durch verringerte Kosten.

Die entstehenden Einsparungen durch CoffeeChain würde Seeberger nach eigener Aussage wie folgt strategisch nutzen:

- Förderung von Nachhaltigkeitsprojekten bei Partnerkooperativen vor Ort, z.B. Bildungsinitiativen oder Umweltmaßnahmen.
- Stabilisierung der Verkaufspreise trotz stark schwankender Börsenpreise, um die Kundenzufriedenheit beizubehalten.
- Stärkung des Markenimages, da die Einhaltung von Sorgfaltspflichten durch technologische Rückverfolgbarkeit belegbar und glaubwürdig kommunizierbar ist.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass der Einsatz der CoffeeChain bei Seeberger nicht nur zur Kosteneinsparungen führen kann, sondern auch neue Handlungsspielräume eröffnet, die künftig strategisch genutzt werden können.

## 8.5 Use Case 4: Nachhaltigkeitsprämie für umweltschonenden Anbau

### **Akteure:**

- Kaffeebäuerinnen
- Kooperativen
- Importierende Unternehmen
- CoffeeChain-System

### **Umsetzung in CoffeeChain:**

Die Kaffeebäuerinnen erfassen die relevanten Angaben selbstständig – darunter Informationen zu Anbaumethoden, sozialen Bedingungen und LkSG-

---

<sup>93</sup> Vgl. Bitkom (2019), S. 29

relevanten Kriterien. Diese Daten werden über die CoffeeChain-App eingegeben und im System gespeichert. Selbst wenn die Kaffeebäuerin Teil einer Kooperative ist, bleibt sie für die relevanten Daten verantwortlich. Das ist bewusst so vorgesehen, um sicherzustellen, dass sie nicht benachteiligt wird, sondern weiterhin direkt sichtbar und transparent vergütet wird. Bei der Erfassung der Daten können Kooperativen als unterstützende Rolle agieren, etwa durch technische Infrastruktur oder ähnliches, aber ohne die Bäuerin bei der Dateneingabe zu beeinträchtigen.

Im Rahmen dieses Use Cases kann zusätzlich angegeben werden, ob nachhaltige Anbaupraktiken erfüllt wurden. Die Mindestanforderungen des LkSG müssen dabei ohnehin eingehalten werden, da sie durch die in der App integrierte Checkliste kontrolliert werden. Zu den freiwilligen Zusatzkriterien gehören – beispielweise der Einsatz ressourcenschonender Anbaumethoden oder der Verzicht auf bestimmte Pflanzenschutzmittel. Diese erweiterten Angaben dienen als Basis für die Vergabe einer optionalen Nachhaltigkeitsprämie durch das importierende Unternehmen oder aber auch durch Verbraucher und Verbraucherinnen. Die Auswahl erfolgt direkt bei der Dateneingabe und wird auf der Blockchain gespeichert. Die Auszahlung der Prämie erfolgt automatisiert über Smart Contracts und gelangt in Form von Stablecoins in die digitale Wallet der Bäuerin.

**Mehrwert:**

Durch die Kombination aus der verpflichtenden LkSG-Checkliste und freiwilligen Zusatzangaben erhalten Kaffeebäuerinnen die Chance, durch zusätzliche nachhaltige Anbaupraktiken eine freiwillige Prämie zu erhalten, was sie dazu motiviert, weiterhin nachhaltig vorzugehen. Unternehmen wiederum können ihr Verantwortungsbewusstsein für Umwelt klar positionieren. Die Transparenz bleibt durch die direkte Dateneingabe der Bäuerinnen gewahrt und gleichzeitig wird die Wirkung des Systems im Sinne der Twin-Transformation gestärkt.

## 8.6 Einordnung im Rahmen der Twin-Transformation

Die Use Cases 1 bis 4 zeigen exemplarisch, wie digitale Werkzeuge wie die Blockchain, Smart Contracts und digitale Wallets entlang der Kaffeelieferkette

eingesetzt werden können. Obwohl sie unterschiedliche Schwerpunkte setzen – von fairer Entlohnung über Compliance bis hin zu Nachhaltigkeitsszenarien – verfolgen sie ein gemeinsames Ziel: die strukturelle Verbesserung globaler Lieferketten im Sinne der Twin-Transformation. Sie fördern Transparenz, stärken die Position der Kaffeebäuerinnen und erleichtern Unternehmen gleichzeitig die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben.

Die in diesem Kapitel vorgestellten Lösungen machen deutlich, welches Potenzial in der Kombination aus Digitalisierung und Nachhaltigkeit steckt. Auf Basis dieser praktischen Anwendungsbeispiele wird im abschließenden Kapitel nun die zentrale Forschungsfrage beantwortet.

## 9 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, zu untersuchen, wie die Integration der Twin-Transformation in Form eines Blockchain-basierten Use Cases (CoffeeChain) zur Verbesserung von Transparenz und Fairness in der Kaffee-Lieferkette beitragen kann. Dabei lautete die zentrale Forschungsfrage, inwiefern ein solches System insbesondere die Einhaltung des Lieferkettensorgfaltspflichtengesetzes unterstützt und dabei besonders die faire Entlohnung von Kaffeebäuerinnen stärkt.

Die intensive Analyse hat gezeigt, dass die Blockchain-Technologie – gekoppelt mit digitalen Instrumenten wie Smart Contracts und Stablecoins – einen vielversprechenden Mehrwert bietet, um Lieferketten fälschungssicher, transparent und sozial gerechter zu gestalten. Kaffeebäuerinnen bekommen die Möglichkeit auf eine wirtschaftliche Unabhängigkeit durch die direkte und automatisierte Zahlung und gleichzeitig wird die Transparenz innerhalb der Wertschöpfungskette deutlich erhöht.

Besonders hervorzuheben ist die Erkenntnis, dass ein solches System nicht nur aus menschenrechtlicher Perspektive attraktiv ist, sondern auch ökonomisches Potenzial mit sich bringt. Am Praxisbeispiel Seeberger wird deutlich, dass selbst etablierte Unternehmen zur Implementierung einer Blockchain-Lösung bereit wären – sofern sich darauf Effizienzgewinne und Kosteneinsparungen ergeben.

CoffeeChain beweist damit, dass sie gleichzeitig soziale Innovationskraft besitzt und konkrete Vorteile für die Praxis bietet.

Trotz bestehender Herausforderungen lässt sich festhalten: Der Einsatz blockchain-basierter Systeme wie CoffeeChain kann einen bedeutenden Beitrag dazu leisten, die Ziele der Twin-Transformation in globalen Lieferketten umzusetzen – insbesondere durch die Förderung gerechter Entlohnung, rechtlicher Compliance und verantwortungsbewussten Konsums. Die CoffeeChain ist damit mehr als ein technisches Konzept und die Umsetzung solcher Innovationen hängt nicht allein von der Technologie ab – sondern vom Engagement der beteiligten Akteure zur Umsetzung sozialer Verantwortung.

## 10 Literaturverzeichnis

- ahd* (o. J. ), in: <https://www.ahd.de/was-ist-eine-blockchain-die-erklaerung-fuer-einsteiger/>, abgerufen am 16.04.2025.
- Atkins*, S. (2024), Unterschied Krypto - Coins und Token, in: <https://www.etoro.com/de/crypto/coins-vs-tokens/>, abgerufen am 17.04.2025.
- Augustin*, N. (2021), [Pressemitteilung] Auf dem Weg zu einem Existenzsichernden Einkommen für Kaffeebäuer\*innen, in: <https://www.fairtradeoriginal.de/story/pressemitteilung-auf-dem-weg-zu-einem-existenzsichernden-einkommen-fuer-kaffeebaeuerinnen/>, abgerufen am 08.04.2025.
- Beans* (o. J. -a), Kaffee - Nasse Aufbereitung, in: <https://beans.at/de/kaffeewissen/kaffeeernte-kaffeeverarbeitung/nasse-aufbereitung-kaffee>, abgerufen am 26.04.2025.
- Beans* (o. J. -b), Kaffee - Trockene Aufbereitung in: <https://beans.at/de/kaffeewissen/kaffeeernte-kaffeeverarbeitung/trockene-aufbereitung-kaffee>, abgerufen am 27.04.2025.
- Beans* (o. J. -c), Robusta: Anbau in: <https://beans.at/de/kaffeewissen/kaffeesorten-arabica-robusta/robusta>, abgerufen am 15.04.2025.
- Beisswenger, A./Wenz, D.* (2025), Konsensmechanismus in: <https://bitcoin-2go.de/wiki/konsensmechanismus/>, abgerufen am 13.04.2025.
- Berazek, A.* (2025), Die Fermentierung von Kaffeebohnen - Auf dem Weg zur genussvollen Tasse Kaffee, in: <https://www.roastmarket.de/magazin/fermentierung-von-kaffeebohnen/#:~:text=Die%20Fermentation%20ist%20die%20Umwandlung,nur%20bei%20der%20nassen%20Aufbereitung.>, abgerufen am 26.04.2025.
- Bitkom* (2019), Blockchain in Deutschland – Einsatz, Potenziale, Herausforderungen, Bitkom e.V.: Berlin.
- bitpanda* (o. J), Blockchain und innovative Technologien: Wie funktioniert eine Blockchain?, in: <https://www.bitpanda.com/academy/de/lektionen/wie-funktioniert-eine-blockchain/#definition-blockchain-einfach-erklartnbspnbsp>, abgerufen am 10.04.2025.
- Bitpanda* (o. J.-a), Was sind Public Keys, Private Keys und Wallet Adressen?, in: <https://www.bitpanda.com/academy/de/lektionen/was-sind-public-keys-private-keys-und-wallet-adressen/#public-keys-und-private-keys-einfach-erklart>, abgerufen am 15.04.2025.
- Bitpanda* (o. J.-b), Was sind Smart Contracts und wie funktionieren sie?, in: <https://www.bitpanda.com/academy/de/lektionen/was-sind-smart-contracts-und-wie-funktionieren-sie/#beispiele-fur-die-anwendung-von-smart-contracts>, abgerufen am 20.04.2025.
- BTC-Echo* (o. J.-a), Solana (SOL), in: <https://www.btc-echo.de/academy/bibliothek/solana-sol/>.

*BTC-Echo* (o. J.-b), Metamask in: <https://www.btc-echo.de/academy/bibliothek/metamask/>, abgerufen am 07.05.2025.

*Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle* (o. J.), Lieferketten, in: [https://www.bafa.de/DE/Lieferketten/FAQ/\\_functions/faq\\_table\\_lieferkette\\_n.html](https://www.bafa.de/DE/Lieferketten/FAQ/_functions/faq_table_lieferkette_n.html), abgerufen am 06.05.2025.

*Bundesministerium für Arbeit und Soziales* (o. J.), Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten, in: <https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze-und-Gesetzesvorhaben/Gesetz-Unternehmerische-Sorgfaltspflichten-Lieferketten/gesetz-unternehmerische-sorgfaltspflichten-lieferketten.html>, abgerufen am 04.05.2025.

*Bundesministerium für Bildung und Forschung* (2022), Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie: Anwendungsbeispiele, Herausforderungen und Handlungsfelder, Bundesministerium für Bildung und Forschung: Berlin.

*Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung* (2023), Kaffee: Das Lieblingsgetränk der Deutschen.

*Chandler, S.* (2023), Umweltfreundliche Kryptowährungen? Zusammenführung von Ethereum verringert Stromverbrauch um 99 %, in: <https://www.cryptovantage.com/de/news/umweltfreundliche-kryptowaehrungen-zusammenfuehrung-von-ethereum-verringert-stromverbrauch-um-99/>, abgerufen am 19.04.2025.

*Coffee Circle* (o. J.), Im Vergleich: Arabica und Robusta, in: <https://www.coffeecircle.com/de/b/arabica-robusta-unterschied>, abgerufen am 13.04.2025.

*CoffeeFellows* (o. J.), Arabica vs. Robusta - Welcher Kaffee ist besser?, in: [https://shop.coffee-fellows.com/blogs/kaffeewissen/arabica\\_robusta\\_unterschiede?srsId=AfmBOoq201FbenpEVnRKDCAYBVEiDOHQ2uG\\_Gn0YBY4ghcvy7Ewz-kla](https://shop.coffee-fellows.com/blogs/kaffeewissen/arabica_robusta_unterschiede?srsId=AfmBOoq201FbenpEVnRKDCAYBVEiDOHQ2uG_Gn0YBY4ghcvy7Ewz-kla), abgerufen am 13.04.2025.

*Coinbase* (o. J.-a), Nachweis der Arbeit (PoW) vs. Nachweis des Einsatzes (PoS): Was ist der Unterschied?, in: <https://www.coinbase.com/de/learn/crypto-basics/proof-of-work-pow-vs-proof-of-stake-pos-what-is-the-difference>, abgerufen am 13.04.2025.

*Coinbase* (o. J.-b), Was ist der Unterschied zwischen einer Münze und einem Token?, in: <https://www.coinbase.com/de/learn/crypto-basics/what-is-the-difference-between-a-coin-and-a-token>, abgerufen am 17.04.2025.

*Coinbase* (o. J.-c), Was ist Ethereum?, in: <https://www.coinbase.com/de/learn/crypto-basics/what-is-ethereum#is-ethereum-secure>, abgerufen am 19.04.2025.

*Coinbase* (o. J.-d), Was ist das Blockchain-Trilemma?, in: <https://www.coinbase.com/de/learn/crypto-glossary/what-is-the-blockchain-trilemma>, abgerufen am 20.04.2025.

*Coinbase* (o. J.-e), Was ist ein Stablecoin?, in: <https://www.coinbase.com/de/learn/crypto-basics/what-is-a-stablecoin>, abgerufen am 19.04.2025.

- Cryptomus* (2023), Die Rolle der Spekulation bei der Preisvolatilität von Kryptowährungen, in: <https://cryptomus.com/de/blog/the-role-of-speculation-in-crypto-price-volatility?srsltid=AfmBOooMUFoNMZmx0ub7ilzYUUKFEKGI2xaJCt7A6jZ5hEILY9xUotlD>, abgerufen am 19.04.2025.
- CyberRiskmanage.de* (2025), Blockchain in der Cybersicherheit: Potenziale & Herausforderungen, in: <https://www.cyberriskmanager.de/blockchain-in-der-cybersicherheit>, abgerufen am 12.04.2025.
- Die Röster* (o. J.), Aufbereitungsverfahren und Auswirkungen auf den Geschmack, in: [https://www.dieroester.at/kaffeetratsch/aufbereitungsverfahren#:~:text=Na+sse%20Aufbereitung%20\(washed\)&text=Vor%20dem%20Trocknen%20werden%20die,und%20ihre%20lebendige%20S%C3%A4ure%20gesch%C3%A4tzt.](https://www.dieroester.at/kaffeetratsch/aufbereitungsverfahren#:~:text=Na+sse%20Aufbereitung%20(washed)&text=Vor%20dem%20Trocknen%20werden%20die,und%20ihre%20lebendige%20S%C3%A4ure%20gesch%C3%A4tzt.), abgerufen am 03.05.2025.
- Dinzler* (o. J.), Von der Frucht zum Rohkaffee, in: <https://www.dinzler.de/kaffeeroesterei/kaffeekademie/kaffeewissen/die-kaffeepaufbereitung>, abgerufen am 02.05.2025.
- ecovium* (o. J.), QR Code, in: <https://ecovium.com/de/lexikon-logistik/qr-code>, abgerufen am 25.05.2025.
- Emmakaffee* (2024), Arabica oder Robusta? Der Unterschied bei Spezialitätenkaffee, in: <https://emmakaffee.de/blogs/news/arabica-oder-robusta-unterschied-spezialitaetenkaffee?srsltid=AfmBOor6tb0jUZzhiPuXbuCyrteQ3QGw3f6cpd-puyRgAqbK8nSwTZL>, abgerufen am 13.04.2025.
- esentri* (o. J.), Twin Transformation, in: <https://esentri.com/business-innovation/twin-transformation-als-unternehmensstrategie/#definition>, abgerufen am 08.04.2025.
- European Data Protection Board* (o. J.), Was ist der Unterschied zwischen pseudonymisierten und anonymisierten Daten?, in: [https://www.edpb.europa.eu/sme-data-protection-guide/faq-frequently-asked-questions/answer/what-difference-between\\_de](https://www.edpb.europa.eu/sme-data-protection-guide/faq-frequently-asked-questions/answer/what-difference-between_de), abgerufen am 17.06.2025.
- FairChain* (o. J.), Using Blockchain to create fairchain coffee, in: <https://fairchain.org/posterior-tech/>, abgerufen am 30.06.2025.
- Fairtrade Deutschland* (o. J.), Die Kaffee Industrie, in: [https://www.fairtrade.net/de-de/produkte/fairtrade\\_produkte/Kaffee.html](https://www.fairtrade.net/de-de/produkte/fairtrade_produkte/Kaffee.html), abgerufen am 02.05.2025.
- Finn* (2018), Arabica vs. Robusta: Worin liegen die Unterschiede?, in: <https://www.barista-passione.de/arabica-vs-robusta-unterschiede/>, abgerufen am 13.04.2025.
- Godfrey, B.* (2023), Blockchain vs Distributed Ledger Technologie (DLT): Was ist der Unterschied?, in: <https://imiblockchain.com/de/blockchain-vs-distributed-ledger-technologie/>, abgerufen am 15.04.2025.
- Gottlob, M.* (2023), Was sind Smart Contracts in Blockchain?
- Graefe, L.* (2025), Starbucks - Statistiken & Fakten, in: <https://de.statista.com/themen/1111/starbucks/#topicOverview>, abgerufen am 07.04.2025.

- Günthner, J.* (2023), Die Rolle von Blockchain im Supply Chain Management (SCM), in: <https://www.paltron.com/insights/die-rolle-von-blockchain-im-supply-chain-management-scm>, abgerufen am 08.04.2025.
- Hütz-Adams, F./Mürlebach, M.* (2020), Auf Ein Tässchen? Die Wertschöpfungskette von Kaffee: Bonn.
- Jungblut, S.-I.* (2025), ForestGuard: Mit einer Open-Source-Blockchain zu entwaldungsfreien Kaffee-Lieferketten, in: ForestGuard: Mit einer Open-Source-Blockchain zu entwaldungsfreien Kaffee-Lieferketten, abgerufen am 04.05.2025.
- Kaffee Kooperative* (2021), Deutsch-ruandisches Startup bietet transparente Kaffee-Lieferkette via Blockchain, in: <https://kaffee-kooperative.de/blockchain-angeliques-finest-pm/#:~:text=Der%20Vorteil%3A%20Die%20Daten%20in,sind%20f%C3%BCr%20Interessierte%20transparent%20einsehbar.&text=Jede%20Kaffeeb%C3%A4uerin%2C%20die%20Kaffee%20f%C3%BCr,produziert%2C%20erh%C3%A4lt%20eine%20digitale%20ID.>, abgerufen am 25.06.2025.
- Kaffee Partner* (2023a), Was ist der Unterschied zwischen den Kaffeebohnen Arabica und Robusta?, in: <https://www.kaffee-partner.de/de/magazin/lesen/unterschied-kaffee-sorten-arabica-und-robusta>, abgerufen am 15.04.2025.
- Kaffee Partner* (2023b), Fairtrade Kaffee: Was steckt dahinter? , in: <https://www.kaffee-partner.de/de/magazin/lesen/fair-trade-kaffee-ein-gerechter-handel>, abgerufen am 25.04.2025.
- Kaffeezentrale DE GmbH* (o. J.), Die nasse Aufbereitung: Höhere Qualität durch mehr Aufwand, in: <https://www.kaffeezentrale.de/die-nasse-aufbereitung>, abgerufen am 26.04.2025.
- Kapiszka, A.* (2025), Robusta – alles, was Sie über eine der beliebtesten Kaffeesorten wissen müssen, in: <https://foodcom.pl/de/robusta-alles-was-sie-ueber-eine-der-beliebtesten-kaffeesorten-wissen-muessen/#:~:text=Robusta%20ist%20eine%20Art%2C%20die,derzeit%20der%20weltweit%20gr%C3%B6%C3%9Fte%20Produzent.>, abgerufen am 15.04.2025.
- Kerber, B.* (2023), DAO Hack: Das steckt dahinter, in: [https://praxistipps.chip.de/dao-hack-das-steckt-dahinter\\_166401](https://praxistipps.chip.de/dao-hack-das-steckt-dahinter_166401), abgerufen am 20.04.2025.
- KM Intelligent Investmens* (o. J.), Ethereum Fundamentalanalyse in: <https://www.km-investments.de/analysen/ethereum-fundamentalanalyse>.
- Krings, K./Schwab, J.* (2020), Blockchain-Technologie in Lieferketten – welche Chancen bietet sie für nachhaltige Entwicklung?, Deutsches Institut für Entwicklungspolitik.
- Länderdaten.info* (o. J.), Mobilfunk und Internet in Äthiopien in: <https://www.laenderdaten.info/Afrika/Aethiopien/telekommunikation.php>, abgerufen am 25.06.2025.
- Laubner* (2022), Exkurs: Die Lieferkette des Kaffees, in: <https://laubner.com/aktuelles/154-exkurs-die-lieferkette-des-kaffees>, abgerufen am 02.05.2025.

- Lebensmittelsicherheit, E. B. f.* (2025), Pestizide, in: <https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/pesticides>, abgerufen am 25.04.2025.
- Lewrick, M./Di Giorgio, C.* (2018), Live aus dem Krypto-Valley: Blockchain, Krypto und die neuen Business Ökosysteme Verlag Franz Vahlen GmbH München.
- Longchamp, Y.* (2024), Das Blockchain Trilemma, in: <https://cvj.ch/wissen/basiswissen/das-blockchain-trilemma/>, abgerufen am 20.04.2025.
- Marketing Faktor* (o. J.), Smart Contracts in der Ethereum Blockchain erstellen: Tipps und Tools, in: <https://www.coinbase.com/de/learn/crypto-basics/what-is-ethereum#is-ethereum-secure>, abgerufen am 19.04.2025.
- Martinuzzi, A./Kovacic-Lukic, M./Nacken, L.* (2024), Österreichische Erfolgsgeschichten im Bereich Lieferkettenverantwortung FIW-Research Reports.
- Mehring, M.* (2022), Kaffeeaufbereitung: Wie werden Kaffeebohnen verarbeitet?, in: <https://www.kaffee-partner.de/de/magazin/lesen/kaffeebohnen-aufbereitung>, abgerufen am 26.04.2025.
- Melo, C.* (2023), Verbesserung der Rückverfolgbarkeit von Kaffee: Die Bedeutung einer transparenten Lieferkette verstehen, in: <https://www.eraofwe.com/coffee-lab/de/articles/verbesserung-der-r%C3%BCckverfolgbarkeit-von-kaffee-die-bedeutung-einer-transparenten-lieferkette-verstehen>, abgerufen am 03.05.2025.
- Menschen für Menschen* (07.02.2024), Europäisches Lieferkettengesetz: die Stimme der Betroffenen wird vernachlässigt, in: <https://www.menschenfuermenschen.de/news/menschen-fur-menschen-positioniert-sich-zum-europaischen-lieferkettengesetz/>, abgerufen am 03.05.2025.
- Meyer, L.* (o. J.), Fair Trade, in: <https://kaffee.org/fair-trade>, abgerufen am 25.04.2025.
- Minaev, A.* (2022), Blockchain Technology Explained, in: <https://cryptodose.net/learn/what-is-blockchain/>, abgerufen am 12.04.2025.
- Moyee* (o. J.), Blockchain und Kaffee, in: <https://moyeecoffee.ie/pages/building-a-digital-supply-chain?srsltid=AfmBOopiBo8FR9VShyfloQ1bKrNBEoYZeU83lldq4tZ5H3B3NK6L2uLR>, abgerufen am 30.06.2025.
- Much, L.* (2022), Online nur Kännchen - Zwischen (Un)Wissen und Handeln: Kinderarbeit im Kaffeesektor, Deutsches Komitee für UNICEF / GIZ: Bonn / Eschborn.
- OroVerde - Die Tropenwaldstiftung* (o. J.), Kaffee - Welche Folgen hat die tägliche Tasse?, in: <https://www.regenwald-schuetzen.org/handeln/nachhaltige-ernaehrung/kaffee#:~:text=Durch%20Spritzungen%2C%20aber%20auch%20bei,zu%20untersch%C3%A4tzende%20%C3%B6kologische%20Belastung%20dar.>, abgerufen am 25.04.2025.
- Phemex* (2022), Was ist Blockchain-Kryptographie: Das Rückgrat der Blockchain-Sicherheit, in: <https://phemex.com/de/academy/was-ist-blockchain->

- [kryptographie-das-ruckgrat-der-blockchain-sicherheit](#), abgerufen am 15.04.2025.
- Platz, R./Kahnert, L.* (o. J.), Digital Traceability for Women's Coffee From Rwanda - Making supply chains more transparent using Blockchain, in: <https://www.snrd-africa.net/digital-traceability-for-womens-coffee-from-rwanda/>, abgerufen am 07.05.2025.
- Puzhevich, V.* (2021), Funktionale vs. nicht-funktionale Anforderungen: ein Leitfaden mit Definitionen, in: <https://scand.de/unternehmen/blog/funktionale-vs-nicht-funktionale-anforderungen/>, abgerufen am 07.05.2025.
- Rieger, S./Bruns, V.* (2023), Kryptographie in Blockchains: Erklärung der Grundlagen, in: <https://bitcoin-2go.de/kryptographie-in-blockchains/>, abgerufen am 15.04.2025.
- Rieger, S./Wenz, D.* (2025), Proof of Stake (Pos), in: <https://bitcoin-2go.de/was-ist-proof-of-stake/>, abgerufen am 16.04.2025.
- Rupp, L.* (2022), Siegel für Nachhaltigkeit: Was bedeuten Bio und Fairtrade?, in: <https://green-lifestyle-magazin.de/siegel-nachhaltigkeit-bio-fairtrade/>.
- Sarkar, A.* (2022), Merge senkt Energieverbrauch von Ethereum um mehr als 99 Prozent, in: <https://de.cointelegraph.com/news/the-merge-brings-down-ethereum-s-network-power-consumption-by-over-99-9>, abgerufen am 19.04.2025.
- Satoshi Nakamoto* (2008), Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- Scaling Parrots* (o. J.), Blockchain-Hash: Was ist das und wozu dient es?, in: <https://www.scalingparrots.com/en/blockchain-hash-what-is-it/#what-is-a-blockchain-hash>, abgerufen am 12.04.2025.
- Schön Kaffee* (2024), Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Kaffeeanbau, in: [https://schoenkaffee.de/blogs/neues-von-schon/die-auswirkungen-des-klimawandels-auf-den-kaffeeanbau?srsltid=AfmBOoqYfDAuM2ti3lCtJ\\_Rj0XhAANpqQcihJ4DxqmMy3230iQQZfu7-](https://schoenkaffee.de/blogs/neues-von-schon/die-auswirkungen-des-klimawandels-auf-den-kaffeeanbau?srsltid=AfmBOoqYfDAuM2ti3lCtJ_Rj0XhAANpqQcihJ4DxqmMy3230iQQZfu7-), abgerufen am 25.05.2025.
- Scott, M.* (2015), Klima & Kaffee, in: [https://www.climate.gov/news-features/climate-and/climate-coffee#:~:text=Consider%20Arabica%20coffee%20\(Coffea%20arabica,on%20the%20plant%20in%20Honduras.](https://www.climate.gov/news-features/climate-and/climate-coffee#:~:text=Consider%20Arabica%20coffee%20(Coffea%20arabica,on%20the%20plant%20in%20Honduras.), abgerufen am 15.04.2025.
- Seeberger* (o. J.), Wo Tradition auf Innovation trifft: Die Seeberger Unternehmenshistorie, in: <https://gruppe.seeberger.de/de/ueber-uns/historie/>, abgerufen am 03.05.2025.
- StudySmarter* (o. J.), Distributed Ledger, in: <https://www.studysmarter.de/studium/bwl/digitale-wirtschaft/distributed-ledger/>, abgerufen am 13.04.2025.
- Tchibo/Brand eins/Statista* (2024), Kaffee Report: Hamburg
- Tegernsee Kaffeerösterei* (2023), Alles über die Art der Kaffeeaufbereitung: Von Getrocknet, Natural bis Washed, in: <https://tegernseer-kaffeeoesterei.de/kaffee-lexikon/kaffeeaufbereitung/>, abgerufen am 25.04.2025.
- Tischmacher, J.* (2022), Was sind die Unterschiede zwischen Coins und Token?, in: <https://blockchainwelt.de/token-coin-unterschied/>.

*Urbach, N./Völter, F. (2020), Grundlagen und Potenziale der Distributed Ledger Technology*

*Welt Partner (2016), Arabica und Robusta im Vergleich - Die Unterschiede, in:*

[https://www.weltpartner.de/de/blog/159-arabica-](https://www.weltpartner.de/de/blog/159-arabica-robusta#:~:text=99%20Prozent%20der%20weltweiten%20Kaffee,wobei%20Robusta%20an%20Beliebtheit%20zunimmt.)

[robusta#:~:text=99%20Prozent%20der%20weltweiten%20Kaffee,wobei%20Robusta%20an%20Beliebtheit%20zunimmt.](https://www.weltpartner.de/de/blog/159-arabica-robusta#:~:text=99%20Prozent%20der%20weltweiten%20Kaffee,wobei%20Robusta%20an%20Beliebtheit%20zunimmt.), abgerufen am 13.04.2025.

*Wenz, D./Bruns, V. (2025), Stablecoins, , in: <https://bitcoin-2go.de/was-sind-stablecoins/>, abgerufen am 19.04.2025.*

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe, dass ich sie zuvor an keiner anderen Hochschule und in keinem anderen Studiengang als Prüfungsleistung eingereicht habe und dass ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder aus anderweitigen fremden Äußerungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Neu-Ulm, 21.07.25

Aminu Sheikh-Ukaka

Ort, Datum

Unterschrift