

Niklas Fischer

Immatrikulationsnr.

Straße

Ort

E-Mail-Adresse

Modul: Fallstudie Digitale Transformation technologieorientiert I (DIT61)

Assignment

Blockchain – eine erfolgreiche Technologie auch außerhalb des FinTech-Sektors?

Betreuer:

Abgabedatum:



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Relevanz des Themas.....	1
1.2 Ziele der Arbeit	1
1.3 Aufbau der Arbeit	1
2. Grundlagen	2
2.1 Definition Blockchain.....	2
2.2 Entwicklung und Arten der Blockchain	2
2.3 Besondere Eigenschaften der Blockchain	5
3. Hauptteil	6
3.1 Anwendungsfelder und erfolgreiche Anwendungen der Blockchain	6
3.1.1 Blockchain im Supply Chain Management.....	7
3.1.2 Blockchain im Identitätsmanagement	8
3.1.3 Verwaltung von Rechten mit der Blockchain (NFTs).....	9
3.1.4 Mit der Blockchain Organisationen steuern (DAOs)	10
3.2 Gefahren von Blockchain-Anwendung	11
3.2.1 Blockchain in der Praxis - Kosten und eingestellte Projekte	11
3.2.2 Unveränderlichkeit der Blockchain.....	13
3.2.3 Die Gefahren von Smart Contracts	13
3.2.4 Sicherheitsrisiken der Blockchain	15
3.2.5 Die Gefahren von Non Fungible Tokens	16
3.2.6 Die Gefahren von Dezentralen Autonomen Organisationen	17
4. Schlussbetrachtung	18
II. Literaturverzeichnis	II

1. Einleitung

1.1 Relevanz des Themas

Die letzten Jahre zeichneten sich durch einen riesigen Hype um die Blockchain-Technologie aus. So konnten Unternehmen, die das Wort Blockchain ihrem Namen hinzufügten, mit einem deutlichen Wertanstieg auf dem Aktienmarkt rechnen.¹ Mit dem Zusammenbruch der zweitgrößten Kryptobörse FTX im November 2022 scheint jedoch ein neues Zeitalter für die Blockchain-Technologien zu beginnen.² Der darauf folgende Wertverfall vieler Kryptowährungen wird von einigen Vertretern bereits als Krypto-Winter bezeichnet.³ In dieser Arbeit werden mögliche Anwendungsfelder untersucht, erfolgreiche Anwendungen vorgestellt und potentielle Gefahren von Blockchain-Anwendungen für Nutzer und Unternehmen aufgezeigt.

1.2 Ziele der Arbeit

Das Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung der Blockchain-Technologie außerhalb des FinTech-Sektors hinsichtlich spezieller Anwendungsfelder, erfolgreicher Anwendungen und möglicher Gefahren. Zwischenziele bilden die Definition, Entwicklung und Arten sowie Darstellung besonderer Eigenschaften der Blockchain.

1.3 Aufbau der Arbeit

In den Grundlagen dieser Arbeit wird zunächst der Begriff Blockchain definiert (Kapitel 2.1) sowie Entwicklung und Arten der Blockchain näher betrachtet (Kapitel 2.2). Anschließend werden spezielle Eigenschaften der Blockchain herausgearbeitet (Kapitel 2.3). Im Hauptteil der Arbeit werden in Kapitel 3.1 spezielle Anwendungsfelder der Blockchain-Technologie untersucht und (erfolgreiche) Anwendungen vorgestellt. Abschließend werden einige Gefahren, die mit Blockchain-Anwendungen in Verbindung gebracht werden können, detailliert dargestellt.

¹ Vgl. Cheng, E. (2017)

² Vgl. Isselmann, J. (2023) S. 24

³ Vgl. Khubbeeva, P. (2023)

2. Grundlagen

2.1 Definition Blockchain

Die „Blockchain ist eine verteilte Datenbank, die eine Kette“⁴ von „digitalen Datensätzen, Ereignissen oder Transaktionen“⁵ (auch Blöcke genannt) additiv speichert und verwaltet. Sie gehört zur Gruppe der Distributed Ledger Technologien, die im Gegensatz zu zentralisierten Datenbanken „das gemeinsam genutzte Transaktionsregister in einem verteilten Netzwerk“⁶ verarbeiten.⁷ Die Blöcke, in denen die einzelnen Einträge gruppiert sind, werden durch eine kryptographische Signatur chronologisch und manipulationssicher zu einer stetig wachsenden Kette von Blöcken verknüpft.⁸ Dazu enthält jeder Block eine Referenz zum vorherigen Block (SHA-256-Hash), welcher sich aus den Informationen des Block-Headers ergibt (u.a. Zeitstempel⁹, Nonce¹⁰, Schwierigkeitsgrad und Merkle-Root).¹¹ Die Merkle-Root fasst alle Transaktionen des Blocks zu einem Hash zusammen, „um den Prozess effizienter zu gestalten“¹². Neu erstellte Blöcke¹³ werden durch die Mehrheit des gesamten Netzwerks verifiziert.¹⁴ Das Ziel der Blockchain ist es, eine sichere Transaktion zwischen Teilnehmern ohne Intermediäre, zentrale Behörden oder Vermittler zu ermöglichen.¹⁵

2.2 Entwicklung und Arten der Blockchain

Die erste erfolgreiche Implementierung der Blockchain-Technologie wurde 2008 unter dem Pseudonym Satoshi Nakamoto in der Publikation „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System“ beschrieben. Zu den Zielen der Bitcoin Währung zählt die Revolutionierung des durch die Finanzkrise angeschlagenen Finanzwesens und dessen Unabhängigkeit von Dritten.¹⁶ Nakamoto (2008) forderte: „ein elektronisches Zahlensystem, das auf kryptografischen

⁴ Adam, K. (2022) S. 5

⁵ Condos, J. (2016) zitiert nach Schlatt, V. (2016) S. 7

⁶ Rutz, V. (2020) S. 9

⁷ Vgl. Gentemann, L. (2019) S. 15

⁸ Vgl. Bogart, S. (2015) S. 3; vgl. Walport, M. (2015) S. 17; vgl. Berghoff, C. (2019) S. 9; vgl. Adam, K. (2022) S. 18; vgl. Rutz, V. (2020) S. 12

⁹ „Der Zeitstempel gibt an, zu welchem Zeitpunkt der Block erstellt wurde“. (Fill, H.-G. [2020] S. 23)

¹⁰ „Die Nonce (Number used once) ist eine einmalige Zahlenfolge, die zum Beweis der Lösung des Puzzles benötigt wird.“ (Fill, H.-G. [2020] S. 23)

¹¹ Vgl. Meinel, C. (2020) S. 8 f./46 ff.; vgl. Fill, H.-G. [2020] S. 23/137

¹² Meinel, C. (2020) S. 8

¹³ Zu den bekanntesten Verfahren zählen in diesem Zusammenhang Proof-of-Work und Proof-of-Stake.

¹⁴ Vgl. Riggert, W. (o.D.) S. 18

¹⁵ Vgl. Adam, K. (2022) S. 18

¹⁶ Vgl. Meinel, C. (2020) S. 5; Vgl. Nakamoto, S. (2008) S. 1

Beweisen statt auf Vertrauen [basiert], welches es zwei willigen Parteien ermöglicht, direkt miteinander zu handeln, ohne dass eine vertrauenswürdige dritte Partei erforderlich ist“¹⁷. Damit gehört Bitcoin zur ersten Generation der Blockchain (Blockchain 1.0), welche „[...] ausschließlich zum Transfer von virtuellen Währungen (Kryptotokens) genutzt werden“¹⁸.

Im Rahmen der Blockchain 2.0 wurde der Funktionsumfang um Anwendungsbereiche in der Wirtschaft erweitert. Eine zentrale Rolle spielen in diesem Zusammenhang Smart Contracts.¹⁹ Das sind „Computerprotokolle, die Verträge abbilden oder überprüfen oder die Verhandlung bzw. Abwicklung technisch unterstützen“²⁰. Ein Smart Contract tritt technisch gesehen als „Wenn-Dann“-Prozess in Kraft. Ausgelöst wird er durch ein externes Ereignis oder durch das Eintreten vorab definierter Bedingungen.²¹

Schlussendlich umfasst die neueste Generation der Blockchain (Blockchain 3.0) alle Distributed-Ledger-Systeme, die Anwendungen außerhalb des Finanz- und Wirtschaftssektors ermöglichen, wie z.B. im öffentlichen Sektor.²²

Technologien der Blockchain 2.0 (und 3.0) basieren in der Regel auf der Blockchain Ethereum, da Bitcoin den Transfer von Werten (engl. Assets) und die Ausführung von Smart Contracts nicht unterstützt.²³ Diese Ausarbeitung konzentriert sich gemäß der Aufgabenstellung auf die Blockchain 2.0 und 3.0.

Unabhängig von dem Einsatzgebiet lässt sich die Blockchain in drei Arten unterscheiden. Die öffentliche (engl. public) Blockchain ist für jeden zugänglich. Alle Nutzer*innen sind in dem Peer-to-Peer-Netzwerk (P2P) gleichberechtigt, d.h. sie dürfen Transaktionen durchführen, einsehen und validieren.²⁴ Änderungen bzw. Aktualisierungen an einer öffentlichen Blockchain erfordern die Mehrheit der beteiligten Akteure, da es keine zentrale Verwaltungsinstanz gibt. Um die Manipulationssicherheit zu gewährleisten sind aufwendige Konsensmechanismen

¹⁷ Nakamoto, S. (2008) S. 1

¹⁸ Vgl. Rutz, V. (2020) S. 23; vgl. Swan, M. (2015), S. ix; vgl. Schlatt, V. (2016) S. 15

¹⁹ Vgl. Adam, K. (2022) S. 57

²⁰ Szabo, N. (1997) zitiert nach Adam, K. (2022) S. 57

²¹ Vgl. Adam, K. (2022) S. 57; vgl. Hopf, S. (2018) S. 114

²² Vgl. Rutz, V. (2020) S. 23; Vgl. Schlatt, V. (2016) S. 15

²³ Vgl. Adam, K. (2022) S. 56

²⁴ Vgl. Adam, K. (2022) S. 20 f.; Buterin, V. (2015) o. S.

(insbesondere Proof-of-Work²⁵ oder Proof-of-Stake²⁶) notwendig. Zu den bekanntesten Public Blockchains gehören Bitcoin und Ethereum.²⁷

Bei der privaten Blockchain hingegen werden die Rechte der berechtigten Teilnehmer (Teilnahme, Einsicht, Validierung) von einer zentralen Instanz verwaltet. Das Recht, die Blockchain fortzuschreiben und vollständig einzusehen, liegt in der Regel ausschließlich bei der zentralen Instanz.²⁸ Änderungen an einer privaten Blockchain können im Vergleich zu einer öffentlichen Blockchain einfacher durchgeführt werden und es kommen weniger aufwendige Konsensmechanismen (u.a. Proof-of-Authority) zum Einsatz, da die Teilnehmer bekannt sind. Aufgrund dieser Eigenschaften kommt sie im unternehmerischen Kontext häufig zum Einsatz.²⁹ Die Plattform Hyperledger Fabric ist eine der bekanntesten privaten Blockchains.³⁰

Von einer Konsortium-Blockchain oder Public Permissioned Blockchain ist die Rede, „wenn ausschließlich die Konsensberechtigung auf eine Gruppe von Nutzern beschränkt ist und jeder beliebige Nutzer einen Lesezugriff hat“³¹. Sie stellt somit eine Hybridlösung zwischen öffentlicher und privater Blockchain dar.³²

Die Klassifizierung in öffentliche und private Blockchain scheint auf den ersten Blick von untergeordneter Bedeutung zu sein, ist aber für die spezifischen Eigenschaften von entscheidender Bedeutung. Bei der Evaluierung einzelner Blockchain-Projekte sollte dieser Aspekt immer berücksichtigt werden.

²⁵ Beim Proof-of-Work (PoW) Verfahren wird durch kostspieliges und aufwendiges „Ausprobieren beliebig vieler Hashwerte versucht einen der Zielvorgabe entsprechenden Wert zu finden“ (Meinel, C. [2020] S. 52). „Der Nutzer, der das Rechenrätsel schneller als die anderen Nutzer des Systems löst, darf die Blockchain fortschreiben und erhält dafür eine Belohnung“ (Meinel, C. [2020] S. 51 f.). Dieser Prozess wird als Mining (dt. Schürfen) bezeichnet. (Vgl. Meinel, C. [2020] S. 52; vgl. Adam, K. [2022] S. 29)

²⁶ Beim Proof-of-Stake (PoS) Verfahren erfolgt die Auswahl des nächsten Block-Erzeugers anhand des gewichteten Zufallsprinzips und damit nicht auf der Rechenleistung, wie beim PoW-Verfahren. Die Wahrscheinlichkeit, ausgewählt zu werden, hängt von der „Anzahl und Haltedauer der bereitgestellten-Assets“ (Reinwald, R. [2022] S. 20) ab. Dieses Verfahren ist im Gegensatz zu PoW mit einem deutlich geringerem Rechenaufwand verbunden. (Vgl. Fill, H.-G. [2020] S. 152; vgl. Reinwald, R. [2022] S. 20; vgl. Steger, M. [2020] S. 151; vgl. Veronesi, T. [2020] S. 15)

²⁷ Vgl. Bundesnetzagentur (2021) S. 13 ff.

²⁸ Vgl. Buterin, V. (2015)

²⁹ Vgl. Bundesnetzagentur (2021) S. 14

³⁰ Vgl. Fill, H.-G. (2020) S. 59

³¹ Meinel, C. (2020) S. 57

³² Vgl. Buterin, V. (2015)

2.3 Besondere Eigenschaften der Blockchain

Die Blockchain-Technologie zeichnet sich durch eine Reihe besonderer Eigenschaften aus, die sie von anderen Technologien unterscheidet. Zunächst ist eine (öffentliche) Blockchain durch Dezentralität gekennzeichnet, da keine zentrale Partei Kontrolle über das Netzwerk hat.³³

Da alle Daten redundant in einem Peer-to-Peer-Netzwerk³⁴ gespeichert werden, ist die Blockchain gegen Single-Point-of-Failure-Angriffe (z.B. DDOS) bei einer entsprechend hohen Anzahl an Blockchain Teilnehmern sicher und zeichnet sich somit auch durch eine hohe Ausfallsicherheit aus.³⁵

Eine weitere wesentliche Eigenschaft ist die Manipulationssicherheit gegen nachträgliche Änderungen.³⁶ Dazu wird eine Hashfunktion verwendet, die Werte einer beliebigen Zeichenlänge „in eine Bitfolge mit fester Zeichenlänge“³⁷ (z.B. 64 Zeichen bei SHA-256) umwandelt. Wenn ein Wert einer Transaktion innerhalb des Blocks manipuliert wird, ändert sich auch vollständig der Hash-Output.³⁸ Da jeder Block in der Blockchain durch den Hash-Wert des vorherigen Blocks miteinander verknüpft ist, „müsste ein potenzieller Angreifer nun alle nachfolgenden Blöcke mit viel Rechenaufwand neu verketteten“³⁹. Hinzu kommt, „dass die so veränderte Blockchain auf dem einen Knoten nicht mehr mit der Mehrheit der Kopien auf den übrigen Knoten übereinstimmt“⁴⁰. Die Blockchain schafft somit Vertrauen ohne einen Intermediär.⁴¹

Eine öffentliche Blockchain zeichnet sich zudem durch eine hohe Transparenz aus, da jede Transaktion mit Absender- und Empfängeradresse sowie dem übertragenen Beitrag einsehbar

³³ Vgl. Adam, K. (2022) S. 17; vgl. Fill, H.-G. (2020) S. 133

³⁴ Im Gegensatz zur Client-Server-Architektur, in der Rechner entweder als Server Dienstleistungen bereitstellen oder als Client diese anfragen, können Teilnehmer in einem Peer-to-Peer-Netzwerk sowohl als Server als auch als Client agieren. Alle Teilnehmer in einem P2P-Netzwerk sind damit in ihrer Funktion gleichberechtigt. (Vgl. Staud, J. [o.D.] S. 43 f.; vgl. Schacht, S. [2019] S. 5)

³⁵ Vgl. Adam, K. (2022) S. 17; vgl. Holschbach, E. (2022) S. 5; vgl. Abeyratne, S. A. (2016) S. 3

³⁶ Vgl. Fill, H.-G. (2020) S. 133

³⁷ Rutz, V. (2020) S. 13

³⁸ Vgl. Beutelspacher, A. (2010) S. 176; vgl. Paar, C. (2016) S. 335, vgl. Rutz, V. (2020) S. 13; vgl. Brühl, V. (2017) S. 372

³⁹ Schacht, S. (2019) S. 6

⁴⁰ Schacht, S. (2019) S. 6

⁴¹ Vgl. Fill, H.-G. (2020) S. 133

ist. Da jedoch nur die Adressen öffentlich zugänglich sind, nicht aber der Besitzer, spricht man in diesem Zusammenhang von Pseudoanonymität.⁴²

Die Vertrauenswürdigkeit und Authentizität der Transaktionen und Teilnehmer der Blockchain wird durch asymmetrische Verschlüsselung, sogenannte Public-Key-Verfahren, sichergestellt. Für jeden Teilnehmer werden ein öffentlicher und ein privater Schlüssel mathematisch generiert, die voneinander abhängig sind. Bei der Berechnung der Schlüsselpaare ist es entscheidend, dass eine Rückrechnung auf Basis eines Schlüssels nahezu unmöglich ist.⁴³

Der Sender verschlüsselt die Nachricht mit Hilfe des öffentlichen Schlüssels des Empfängers, „[...] da nur dieser den richtigen privaten Schlüssel besitzt, um die Nachricht zu lesen“⁴⁴.

Umgekehrt kann ein Absender „eine Nachricht mit einer digitalen Signatur [- dem privaten Schlüssel -] versehen“⁴⁵, um sich zu authentifizieren.

Der Empfänger verwendet dann den öffentlichen Schlüssel des Absenders, um die Nachricht zu entschlüsseln und stellt so die Authentizität des Absenders sicher.⁴⁶

Die meisten der genannten Eigenschaften treffen jedoch nur auf öffentliche Blockchains zu. Private Blockchains sind weder dezentral noch manipulationssicher oder transparent. Immer wieder werben Blockchain-Projekte, die auf einer privaten Blockchain basieren, mit den Eigenschaften der öffentlichen Blockchain. Ob private Blockchains überhaupt als Blockchains zu klassifizieren sind, ist in der Literatur teilweise sehr umstritten^{47, 48}.

3. Hauptteil

3.1 Anwendungsfelder und erfolgreiche Anwendungen der Blockchain

Kryptowährungen (z.B. Bitcoin, Ether, etc. pp.) zählen nach wie vor zu den erfolgreichsten Anwendungsfeldern der Blockchain, die jedoch gemäß der Aufgabenstellung nicht näher untersucht werden.⁴⁹ Darüber hinaus lässt sich allgemein feststellen, dass „[...] viele Projekte, die während des Höhepunkts des Hypes vorgestellt wurden, entweder völlig vom Markt

⁴² Vgl. Rosenberger, P. (2018) S. 86

⁴³ Vgl. Schacht, S. (2019) S. 10

⁴⁴ Holschbach, E. (2022) S. 9

⁴⁵ Holschbach, E. (2022) S. 9

⁴⁶ Vgl. Holschbach, E. (2022) S. 9 ; vgl. Fischer, C. (2019) S. 443 f.; Hinckeldeyn, J. (2019) S. 8 f.

⁴⁷ Siehe dazu u.a. Valiente & Tschorsch (2021), Drescher (2017) und Tapscott & Tapscott (2016)

⁴⁸ Vgl. Semenzin, S. (2022) S. 390 f.

⁴⁹ Vgl. Reinwald, R. (2022) S. 35

verschwunden [sind] oder [...] heute unter ganz anderen Voraussetzungen weiter [fortbestehen]“⁵⁰.

3.1.1 Blockchain im Supply Chain Management

Im Supply Chain Management kann die Blockchain-Technologie zur Betrugs- und Fälschungserkennung von Produkten eingesetzt werden. Sie gewährleistet die Authentizität der Originalprodukte innerhalb der Lieferkette, indem beispielsweise „Informationen über den Standort und die Historie sämtlicher Wertschöpfungsschritte eines Produktes“⁵¹ unveränderbar auf der Blockchain gespeichert werden.⁵² Mithilfe von Sensoren kann zudem der Produktstatus über die gesamte Lieferkette gesichert werden. Sie speichern beispielsweise Informationen über Temperatur, Luftfeuchtigkeit oder Lichtintensität fälschungssicher auf der Blockchain.⁵³ Überschreitet ein Element eine zuvor definierte Eigenschaft können Smart Contracts diesen Vorfall automatisch melden und das Produkt aussortieren.⁵⁴

Durch gefälschte Produkte in der Pharmaindustrie entstehen jährliche Kosten von über 163 Milliarden US-Dollar.⁵⁵ Neben diesem finanziellen Schaden werden auch Menschenleben durch den Einsatz gefälschter Medikamente gefährdet.⁵⁶ In einem Pilotprojekt wurde die auf der HyperLedger-Plattform basierende Blockchain von TraceLink (Trace Histories) eingesetzt, um die Authentizität von Medikamenten entlang der gesamten Lieferkette sicherzustellen.⁵⁷

Darüber hinaus kann die Blockchain im Rahmen des Compliance Trackings und Zertifikatsmanagements zum Einsatz kommen, um die Einhaltung vertraglicher oder gesetzlicher Verpflichtungen entlang der Lieferkette mittels Smart Contracts sicherzustellen.⁵⁸

So wird die Blockchain insbesondere in Branchen, die hohe Anforderungen an die Einhaltung von Qualitätsstandards und Nachweispflichten stellen, eingesetzt. Dazu gehören unter anderem die Luft- und Raumfahrt oder die Lebensmittelindustrie.⁵⁹

⁵⁰ Rosenberger, P. (2018) S. 117

⁵¹ Holschbach, E. (2022) S. 33

⁵² Vgl. Petersen, M. (2018) S. 268; vgl. Weking, J. (2020) S. 291; vgl. Do, H. (2019) S. 618

⁵³ Vgl. Tijan, E. (2019) S. 6; vgl. Holschbach, E. (2022) S. 33

⁵⁴ Vgl. Adam, K. (2022) S. 57; vgl. Schacht, S. (2019) S. 71; vgl. Holschbach, E. (2022) S. 34

⁵⁵ Vgl. Behner, P. (2017) S. 4

⁵⁶ Vgl. Dujak, D. (2019) S. 40; vgl. Holschbach, E. (2022) S. 34

⁵⁷ Vgl. Uddin, M. (2021) S. 4; vgl. TraceLink (o.D.)

⁵⁸ Vgl. Hansen, P. (2019) S. 14; vgl. Holschbach, E. (2022) S. 34

⁵⁹ Vgl. Léopold, E. (2018) S. 12 vgl. Holschbach, E. (2022) S. 32 f.

Darüber hinaus zielt der Einsatz der Blockchain-Technologie in diesem Bereich darauf ab, den Bedarf an papierbasierten Dokumenten zu eliminieren, da diese leicht zu fälschen sind und in der Lieferkette verloren gehen können.⁶⁰

Die Plattform VeChain ist eine der bekanntesten Blockchain-Anwendungen in diesem Bereich, die zur Überwachung von Qualität, Authentizität, Herkunft und Transport von Produkten eingesetzt wird.⁶¹ VeChain ist eine Public Permissioned Blockchain (Konsortium Blockchain)⁶², d.h. während die Transaktionen öffentlich einsehbar sind, erfolgt die Validation und Signierung der Blöcke privat durch Proof-of-Authority⁶³. Konkret wird dies durch eine Gruppe von 101 Knoten realisiert.⁶⁴ VeChain kooperiert mit verschiedenen Unternehmen, darunter Bayer (CSecure⁶⁵) und BMW (VerifyCar⁶⁶), um seine Blockchain-Plattform und Anwendungen in verschiedenen Bereichen einzusetzen und weiterzuentwickeln.⁶⁷

3.1.2 Blockchain im Identitätsmanagement

In der Literatur wird von einigen Autoren die Möglichkeit diskutiert, Blockchain im Identitätsmanagement einzusetzen, um Personen, Objekte und Prozesse anhand bestimmter Attribute online zu authentifizieren. Statt für jeden Service im Internet ein eigenes Konto mit unterschiedlichen Benutzernamen und Passwörtern anzulegen, sollen Identitäten durch die Blockchain dezentral und sicher verwaltet werden. Theoretisch könnten dem Dienst die benötigten Informationen zur Verfügung gestellt werden. Dies würde es den Nutzern ermöglichen individuelle Rechte für den jeweiligen Service zu verwalten.⁶⁸

⁶⁰ Vgl. Stahlbock, R. (2020) S. 239

⁶¹ Vgl. Frankenfield, J. (2021); vgl. Golden (o.D.); vgl. VeWorld (2022) S. 19

⁶² Siehe Kapitel 2.2

⁶³ „Die Validatoren werden von den Betreibern des Systems als Authorities üblicherweise vor Inbetriebnahme der Blockchain benannt“ (Adam, K. [2022] S. 38).

⁶⁴ VeWorld (2022) S. 50

⁶⁵ Mithilfe von CSecure wird die digitale Rückverfolgung von klinischen Studien ermöglicht. In den verschiedenen Phasen der klinischen Studie für Arzneimittel werden die Daten nachvollziehbar, transparent und überprüfbar auf die Blockchain hochgeladen, sodass externe Partner Zugriff auf diese haben. (Vgl. Wang, A. [2020])

⁶⁶ VerifyCar dient als digitaler Ausweis für ein Fahrzeug, mit dem die gesamte Fahrzeuggeschichte überwacht, überprüft und mit Dritten geteilt werden kann. Auf der Blockchain werden Kilometerstand sowie Informationen zu möglichen Unfällen und regelmäßigen Inspektionen unveränderbar gespeichert. Über den aktuellen Projektstatus des sich in der Pilotphase befindlichen Projekts ist wenig bekannt. (Vgl. BMW [2019])

⁶⁷ Vgl. VeWorld (2022) S. 3

⁶⁸ Vgl. Meinel, C. (2020) S. 103; vgl. Fill, H.-G. (2020) S. 50

IBM Digital Credentials ermöglicht die Ausstellung und Verifizierung von digitalen Ausweisen und Zertifikaten, welche kryptographisch sicher auf der Blockchain gespeichert werden. In der Digital Identity Wallet, die auf IBM Digital Credentials basiert, können unter anderem Bildungsnachweise, Führerscheine und medizinische Dokumente abgelegt werden.⁶⁹

3.1.3 Verwaltung von Rechten mit der Blockchain (NFTs)

Ein weiteres Anwendungsfeld stellt die Eigentumsverwaltung mittels non-fungible Tokens (NFTs) dar. Vermögenswerte (engl. Assets), die ersetzbar und austauschbar sind, werden als „fungible“ bezeichnet. Dazu zählen u.a. Bargeld, Kryptowährungen, Öl oder Aktien. Ein Euro ist beispielsweise gegen einen anderen Euro austauschbar, da er nicht einzigartig ist.⁷⁰

Non-fungible Tokens zeichnen sich hingegen durch kryptografische Einzigartigkeit, Unteilbarkeit, Unersetzbarkeit und Überprüfbarkeit aus. Sie ermöglichen die digitale Repräsentation von physischen oder immateriellen Werten auf der Blockchain und werden somit zum Nachweis und zur Übertragung von Eigentum verwendet.⁷¹

Der Smart Contract des Tokens ermöglicht es zudem, Lizenzgebühren⁷² für eine Transaktion zu integrieren, die dem Ersteller oder den Vorbesitzern zufließen.⁷³

Im Jahr 2021 sorgte der Verkauf von Beples (Mike Winkelmann) NFT „5000 Everyday“ für 42,329.453 Ether (umgerechnet 69,3 Millionen USD) als erste Auktion dieser Art für großes Aufsehen in den Medien und in der Kunstwelt.⁷⁴ Auch wenn es schon vorher einige NFT-Projekte gab (z.B. CryptoKitties oder CryptoPunks), hat die Auktion dazu beigetragen, die NFT-Technologie auch außerhalb der „Krypto-Community“ bekannt zu machen. Im Folgenden entstanden zahlreiche NFT-Projekte und -Kollektionen (u.a. Bored Ape Club, Decentraland und NBA Top Shot).⁷⁵ In den meisten Fällen werden digitale Assets (z.B. Kunstwerke) nicht auf der Blockchain gespeichert, sondern es wird lediglich ein Link zu einer

⁶⁹ Vgl. IBM Corporation (2021) S. 5, 9

⁷⁰ Vgl. Valeonti, F. (2021) S. 4

⁷¹ Vgl. Valeonti, F. (2021) S. 4; vgl. Holschbach, E. (2022) S. 34

⁷² In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu erwähnen, dass es relativ einfach ist, die Gebühren zu umgehen, da nicht alle Plattformen diese Funktionalität unterstützen. (Vgl. Ravenscraft, E. [2021]; Dickens, S. [2021])

⁷³ Vgl. Ravenscraft, E. (2022)

⁷⁴ Vgl. Christie's (o.D.); vgl. Reyburn (2021); vgl. Valeonti, F. (2021) S. 5

⁷⁵ Vgl. Isselmann, J. (2023) S. 26; vgl. Browning, K. (2023); vgl. Lawler, R. (2022); vgl. Shimron, L. (2022)

(ggf. zentralisierten) Ressource in der Metadatei⁷⁶ des Tokens hinterlegt, da die Speicherkosten für 1 Megabyte bereits mehrere tausend Euro betragen.⁷⁷ Die Anzahl der monatlich verkauften NFTs ist seit dem Höhepunkt im Jahr 2021 inzwischen deutlich zurückgegangen.⁷⁸

Obwohl NFTs in erster Linie für den Erwerb und Besitz digitaler Kunstwerke angewendet werden, lässt sich das Prinzip auch auf andere (physische) Objekte übertragen. In diesen Fällen spricht man von Asset (Backed) Tokens. Die Tokenisierung kann aber auch fungible (austauschbare) Werte übertragen werden. Utility Token gewähren dem Inhaber Nutzungsrechte an einer Dienstleistung oder einem Produkt.⁷⁹ Security Tokens beschreiben „[...] auf der Blockchain abgebildete, rechtlich regulierte Wertpapiere wie Aktien, Anleihen und Derivate sowie Besitzansprüche an realen physischen oder digitalen Vermögenswerten“⁸⁰. Als Gegenleistung erhalten Token-Besitzer Dividendenausschüttungen oder sind zur Stimmabgabe berechtigt.⁸¹

3.1.4 Mit der Blockchain Organisationen steuern (DAOs)

Eine Dezentrale Autonome Organisation (DAO) ist eine Organisation, die durch Smart Contracts gesteuert wird. Im Gegensatz zu traditionellen Organisationen haben DAOs keine zentrale Autorität oder Hierarchie, sondern werden durch ein dezentrales Netzwerk von Teilnehmern gesteuert. Die Regeln der DAO werden durch den Smart Contract festgelegt, der von den Teilnehmern der DAO in Abstimmungen akzeptiert wird.⁸²

Die Abstimmung erfolgt mit Hilfe von Governance Tokens, welche eine Unterform von Utility Tokens darstellen. Die Nutzer können in der Regel beliebig viele dieser Token erwerben, um ihren Stimmenanteil zu erhöhen.⁸³ DAOs wurden in der Vergangenheit u.a. zur Steuerung eines

⁷⁶ Die Metadatei ist im JSON-Format aufgebaut. Für eine bildliche Darstellung sei auf Guadamuz, A. (2021) S. 1371 verwiesen.

⁷⁷ Vgl. Valeonti, F. (2021) S. 5

⁷⁸ Vgl. NonFungible (2023)

⁷⁹ Vgl. Kurt, L. (2022) S. 81

⁸⁰ Kurt, L. (2022) S. 47

⁸¹ Vgl. Holschbach, E. (2022) S. 34

⁸² Vgl. Geuter, J. (2022); vgl. Sixt, E. (2017) S. 191

⁸³ Vgl. Grauer, K. (2022) S. 47 f.

Risikokapitalgebers („The DAO“⁸⁴), Verwaltung von Stablecoins⁸⁵ (z.B. „MakerDAO“) oder zum Kauf von (digitalen) Gegenständen (z.B. „ConstitutionDAO“⁸⁶) gegründet.⁸⁷

3.2 Gefahren von Blockchain-Anwendung

Von Blockchain-Anwendungen gehen einige Gefahren aus, die es zu beachten gilt. In den letzten Jahren wurde mit großem Aufwand versucht, die Blockchain-Technologie auf viele Anwendungsbereiche zu übertragen. Dementsprechend lassen sich Kritikpunkte aus einem Themenbereich in der Regel auch auf andere Teilbereiche übertragen. Allgemeine Kritikpunkte - wie z.B. die Auswirkungen auf die Umwelt bei bestimmten Konsolidierungsmechanismen⁸⁸ sowie eine zunehmende Machtkonzentration⁸⁹ - können nicht näher betrachtet werden.

3.2.1 Blockchain in der Praxis - Kosten und eingestellte Projekte

Zunächst sind der Aufbau und Betrieb einer Blockchain für das eigene Unternehmen mit hohen Kosten⁹⁰ verbunden.⁹¹ Vorher sollte geprüft werden, ob die Blockchain die Probleme des Unternehmens löst, oder ob nicht eine herkömmliche Datenbank eine angemessenere

⁸⁴ The DAO war die erste Dezentrale Autonome Organisation. „Im Zeitraum vom 30. April bis 28. Mai 2016 verkaufte The DAO rund 1,15 Mrd. „DAO-Token“ im Wert von etwa 12 Mio. Ether bzw. USD 150 Mio. The DAO wurde als eine neue Art von dezentralisiertem, Anleger-gesteuerten Risikokapitalfond konzipiert. Anleger investierten Geld und konnten danach mitbestimmen, welche Investitionen der Fond vornehmen sollte. [...] Im Juni 2016 wurde das System gehackt und 30 % der Gelder gestohlen“ (Fill, H.-G. [2020] S. 128).

⁸⁵ „Stablecoins sind Kryptowährungen, welche die Preisvolatilität im Vergleich zu einer anderen Währung – oder einem Währungskorb – minimieren sollen. Am häufigsten wird als Referenzwährung der US-Dollar verwendet. Zur Reduktion der Volatilität müssen Stablecoins einen Stabilitätsmechanismus einbauen. Nur so können sie eine Preisstabilität ähnlich der von Zentralbanken ausgegebenen Währungen aufweisen“ (Kurt, L. [2022] S. 65).

⁸⁶ ConstitutionDAO versuchte erfolglos eine seltene Kopie der U.S. Konstitution zu ersteigern. Die Rückerstattung der über 40 Millionen gesammelten US-Dollar an die Teilnehmer sorgte für eine große Kontroversen, da „bei etwa der Hälfte der Spender der Großteil ihrer Investition durch Kryptowährungsgebühren zunichte gemacht [wurde]“. (Koelber, J. [2021]). (Vgl. Roose, K. [o.D.]

⁸⁷ Vgl. Roose, K. (o.D.)

⁸⁸ Dieses Problem betrifft insbesondere Proof-of-Work-Blockchains. Nach einer Schätzung von Digiconomist verbrauchte eine Transaktion im BitCoin-Netzwerk im Jahr 2017 259 kWh, was in etwa dem wöchentlichen Stromverbrauch eines US-Haushalts entspricht. Hinzu kommt ein wachsendes E-Müll-Problem. (Vgl. Digiconomist [2017]; vgl. Fill, H.-G. [2020] S. 134; vgl. Vries, A. d. [2021])

⁸⁹ Konsolidationsmechanismen wie Proof-of-Stake fördern die Konzentration der Macht, da die Überprüfung von Transaktionen Validatoren mit einem hohen Einsatz in der Blockchain überlassen wird. Für ihren Aufwand erhalten die Validatoren wiederum Coins der Blockchain und damit mehr Macht. Auch in Proof-of-Work Kreisen haben (zentralisierte) Mining Fabriken (dezentralisierte) Heim-Miner vollständig verdrängt. Im NFT-Bereich lässt sich zudem feststellen, dass einige wenige Plattform (OpenSea, Rarible, Mintable etc. pp.) den Markt dominieren. (vgl. Guadamuz, A. [2021] S. 1375, vgl. Rosenberger, P. [2018] S. 92; Oettler, M. [2021])

⁹⁰ Die Kosten für den Betrieb einer öffentlichen Blockchain ergeben sich aus den Aufwendungen für das Erstellen neuer Blöcke durch Mining (bei Proof-of-Work) bzw. Minting (bei Proof-of-Stake). Im Bei einer privaten Blockchain ergeben sich die Kosten aus dem Betrieb der Nodes.

⁹¹ Vgl. Holschbach, E. (2022) S. 25

Alternative darstellt. Ein Mitarbeiter von Amazon Web Services stellte im Jahr 2016 nach einer Befragung von mehreren Unternehmen, die sich auf die Blockchain spezialisiert haben, folgendes fest: „sie [- die befragten Unternehmen -] brauchen alle Datenbanken. Sie könnten alle eine Ledger-ähnliche Datenstruktur nutzen, auch kryptographisches Hashing und Signieren. Aber, ähm, warum brauchen sie eine Blockchain? Darüber herrscht große Unklarheit“⁹².

Die Australian Securities Exchange Ltd (ASX) investierte beispielsweise 168 Millionen US-Dollar in die Entwicklung einer Blockchain-Plattform, nur um das Projekt nach vier Jahren aufgrund mangelnder Lösungssicherheit einzustellen.⁹³ Vor der Einstellung des Projekts galt es lange Zeit als Beweis dafür, dass sich die Blockchain Technologie von einer Nischentechnologie zur Mainstream-Technologie entwickelt hat.⁹⁴

Entscheidungsbäume von Yagan et al. (2018) sowie Werner et al. (2020) können bei Entscheidung über den richtigen Einsatz einer Blockchain helfen.⁹⁵

Neben eingestellten Projekten, die aus wirtschaftlichen Gründen nicht rentabel sind, existieren eine große Zahl von Projekten, die von vornherein als Betrug konzipiert wurden. Zu den häufigsten Betrugsmethoden gehören Exit-Scams und Ponzi Schemen. Exit-Scams (auch als Rug-Pulls bezeichnet) sind „scheinbar legitime Kryptowährungsdienste oder -projekte, die dann aber verschwinden, ohne die Gelder der Nutzer zurückzuzahlen“⁹⁶. Bekannte Beispiele sind Pure Bit⁹⁷ und Squid⁹⁸.⁹⁹ Ponzi Schemen verwenden das Geld neuer Investoren, um den alten Investoren falsche Renditen ausbezahlen.¹⁰⁰ BitConnect betrog seine Investoren auf diese Weise um mehr als 2 Milliarden US-Dollar.¹⁰¹

⁹² Bray, T. (2022)

⁹³ Vgl. Krugman, P. (2022); vgl. Gibbs, M. (2017) S. 1 f.; vgl. Park, D. (2022) S. 1

⁹⁴ Vgl. Bray, T. (2022)

⁹⁵ Siehe dazu u.a. Yagan, D. (2018) S. 42 und Werner, J. (2020) S. 24

⁹⁶ Cong, W. L. (2023) S. 2

⁹⁷ Pure Bit war eine Kryptowährungsbörse, die durch ein ICO 30 Millionen US-Dollar sammelte. Zwei Monate später verschwand das Unternehmen von der Bildfläche. (Vgl. Hou, G. (2022) S. 86)

⁹⁸ „Squid ist eine "Play-to-Earn"-Kryptowährung, mit der Käufer angeblich an Online-Versionen der Spiele teilnehmen können, die in dem dystopischen südkoreanischen Thriller [Squid Game] dargestellt werden“ (Cheng, A. [2021]).

⁹⁹ Vgl. Cheng, A. (2021); vgl. Hou, G. (2022) S. 86

¹⁰⁰ Vgl. Cong, W. L. (2023) S. 1

¹⁰¹ Vgl. Dept. of Justice (2022)

3.2.2 Unveränderlichkeit der Blockchain

Nachträgliche Änderungen an der Blockchain sind oft schwierig.¹⁰² Zum einen ist damit ein hoher Rechenaufwand verbunden, da die Hashwerte für alle nachfolgenden Blöcke neu berechnet werden müssen. Zum anderen muss die Mehrheit der Validatoren der Änderung zustimmen, was insbesondere bei öffentlichen Blockchains nicht als gegeben angesehen werden kann. Folglich ist es von zentraler Bedeutung, dass die eingegebenen Daten korrekt sind.¹⁰³

Die Unmöglichkeit, illegale Inhalte - darunter fallen beispielsweise urheberrechtlich geschütztes Material - von der Blockchain zu löschen, wirft weitreichende strafrechtliche Probleme auf.¹⁰⁴ Darüber hinaus ist die Blockchain-Technologie nicht mit dem Recht auf Vergessenwerden nach Art. 17 Abs. 1 DSGVO in Bezug auf personenbezogene Daten vereinbar.¹⁰⁵ Vor dem Hintergrund, dass bei öffentlichen Blockchains „[...] durch die Analyse der Transaktionen Rückschlüsse auf die Personen gezogen werden“¹⁰⁶ können, erscheint dieser Aspekt besonders bedenklich.

3.2.3 Die Gefahren von Smart Contracts

Das Problem der Unveränderbarkeit betrifft auch Smart Contracts. Wie jeder normale Programmcode können sie auch Fehler (engl. Bugs) enthalten, die jedoch bei öffentlichen Blockchains für jeden einsehbar sind. Im Jahr 2016 konnte ein Angreifer der als dezentrale autonome Organisation organisierten Investmentfirma „The DAO“ durch einen Fehler in einem Smart Contract 65 Millionen Euro entwenden. Der Diebstahl konnte nur durch eine Hard Fork¹⁰⁷ der Ethereum Blockchain rückgängig gemacht werden.¹⁰⁸

Neben unbeabsichtigten Programmfehlern, können Smart Contracts auch als Malware missbraucht werden. Airdropping beschreibt ein mögliches Angriffsszenario, bei dem ein Smart Contract der Wallet des Opfers hinzugefügt wird. Die Malware kann als Link oder eigständige

¹⁰² Vgl. Fill, H. (2020) S. 135

¹⁰³ Vgl. Jabbar, S. (2021) S. 795; vgl. Holschbach, E. (2022) S. 25

¹⁰⁴ Vgl. Hein, C. (2019) 15 f.

¹⁰⁵ Vgl. Fill, H.-G. (2020) S. 135

¹⁰⁶ Fill, H.-G. (2020) S. 134

¹⁰⁷ „Eine Hard Fork ist eine Änderung an einer Blockchain-Implementierung, die nicht rückwärtskompatibel ist“ (Yaga, D. [2018] S. 29).

¹⁰⁸ Vgl. Meinel, C. (2020) S. 87

Software hinterlegt werden. Interagiert das Opfer mit der Malware, indem er z.B. versucht den Token zu verkaufen, wird die gesamte Wallet geleert.¹⁰⁹

Obwohl sie als „Smart Contracts“ bezeichnet werden, sind sie weder intelligent noch können sie ohne weiteres als Verträge im rechtlichen Sinne eingestuft werden.¹¹⁰ Dies liegt u.a. daran, dass sie in der Regel nur das Verfügungsgeschäft im Sinne des § 929 BGB oder Teile davon beinhalten. Das Verpflichtungsgeschäft als vorherige Vereinbarung, wird in der Regel außerhalb der Blockchain abgeschlossen und ist somit nicht Teil des Smart Contracts.¹¹¹ Die Vorstellung mancher Blockchain-Anhänger, „einzig mit Programmcode Rechtswirkung entfalten zu können“¹¹², wird von Juristen kritisch bewertet, da diese Ideologie mit der Rechtslage kollidiert. Außerdem dürfen sie - wie jeder andere Vertrag - nicht gegen geltendes Recht verstoßen. Hinzu kommen ungeklärte Fragen der Haftung und der Rückabwicklung von Verträgen.¹¹³

Smart Contracts, die in einer öffentlichen Blockchain gespeichert werden, stehen ebenfalls vor einem nicht unerheblichen Dilemma. Auf der einen Seite sollen sie leistungsfähige und selbstverwaltende Anwendungen sein, auf der anderen Seite sind die Kosten für die Speicherung des Programmcodes auf der öffentlichen Blockchain so hoch, dass sie möglichst niedrig gehalten werden sollen.¹¹⁴ Die Speicherung von 1 KB auf der Blockchain Ethereum kostet bereits 0,0128 Ether¹¹⁵ oder 20,86 €¹¹⁶. Da die Kosten jedoch nicht linear verlaufen, fallen für 1 MB zum aktuellen Zeitpunkt Kosten von über 21.300 Euro an.¹¹⁷ Zusätzliche Kosten wie die Grundgebühr und das Trinkgeld¹¹⁸ sind in dieser Rechnung noch nicht enthalten.

¹⁰⁹ Vgl. Boom, D. V. (2022)

¹¹⁰ Vgl. Bundesnetzagentur (2019) S. 23; vgl. Fridgen, G. (2019) S. 33

¹¹¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2019) S. 23; vgl. Fridgen, G. (2019) S. 7, 113

¹¹² Rosenberger, P. (2018) S. 101

¹¹³ Vgl. Rosenberger, P. (2018) S. 101 f.

¹¹⁴ Vgl. Olsen, D. (2022) 1:18:23-1:18:42

¹¹⁵ Für 1 KB werden 640.000 Gas benötigt. 1 Gas kostet zum aktuellen Zeitpunkt 20 Gwei (oder 0,00000002 Ether). (Vgl. YCharts [2023]; vgl. Palau, A. [2018])

¹¹⁶ Zum aktuellen Zeitpunkt entspricht 1 Ether 1630 Euro (vgl. Coinbase [2023])

¹¹⁷ Vgl. Palau, A. (2018)

¹¹⁸ „Unter normalen Bedingungen bietet ein kleines Trinkgeld den Minern einen minimalen Anreiz, eine Transaktion durchzuführen. Für Transaktionen, die vor anderen Transaktionen im selben Block bevorzugt ausgeführt werden müssen, ist ein höheres Trinkgeld notwendig, um konkurrierende Transaktionen zu überbieten.“ (Smith, C. [o.D.]).

Die Kosten sind zudem von den stark schwankenden Preisen (bei Ethereum sind dies der Gas¹¹⁹- und der Ether-Preis) der jeweiligen Blockchain abhängig.

Für den Zugriff auf Daten außerhalb der Blockchain sind sogenannte Oracles erforderlich.¹²⁰

Im Kontext des Supply Chain Managements kann dies z.B. ein Sensor sein, der die Temperatur misst. Hier besteht die Gefahr, dass (bewusst) fehlerhafte Daten auf der Blockchain gespeichert werden: „Herumpfuschen an Lieferketten ist nicht das Problem, die Einträge werden im Allgemeinen nicht manipuliert. Das Problem ist eher, dass in den Dateneinträgen gelogen wird: Das geht aber auch mit Blockchain“¹²¹.

3.2.4 Sicherheitsrisiken der Blockchain

Besitz und Eigentum werden in der Blockchain ausschließlich über den Besitz des privaten Schlüssels (Private Key) einer Wallet geregelt. Wird dieser private Schlüssel z.B. durch Phishing¹²² gestohlen, gibt es für das Opfer keine Möglichkeit, den Inhalt der Wallet wiederzuerlangen. Der Dieb ist nach dem Blockchain-Grundsatz „Code is Law“ der neue Besitzer und - anders als in der realen Welt¹²³ - auch Eigentümer über den Inhalt der Wallet.¹²⁴

Die Anonymität der Blockchain und das fehlende technische Verständnis erschweren die Arbeit der Strafverfolgungsbehörden bei der Aufklärung solcher Straftaten erheblich.

Verfügt ein Angreifer mehr als 50 Prozent der Rechenleistung bei Proof-of-Work Verfahren oder über die Hälfte des Gesamtvermögens bei Proof-of-Stake Verfahren, kann er folgende Manipulationen an der Blockchain vornehmen:

- Transaktionen in alten Blöcken unter hohem Aufwand verändern,
- seine eigene Liste an neuen Blöcken durchsetzen,

¹¹⁹ „Gas bezieht sich auf die Einheit, die den Rechenaufwand misst, der für die Ausführung bestimmter Operationen im Ethereum-Netzwerk erforderlich ist“ (Smith, C. [o.D.]). 1 Gas kostet zum aktuellen Zeitpunkt 20 Gwei (oder 0,000 000 02 Ether) (vgl. YCharts [2023])

¹²⁰ Vgl. Fill, H.-G. (2020) S. 123

¹²¹ Seemann, M. zitiert nach Khubbeeva, P. (2023)

¹²² Phishing beschreibt eine Angriffsmethode, bei der das Opfer seine Daten in einen scheinbar legitimen Service (z.B. Website) eingibt. Das Design und Auftreten sind in der Regel deckungsgleich zum legitimen Service. (Vgl. Pohlmann, N. [2022] S. 197)

¹²³ „Wenn jemand Ihr Fahrrad stiehlt, gehört es nach allgemeiner Auffassung immer noch Ihnen. Bei einem NFT ist der "Eigentümer" derjenige, der den Token in seiner Wallet hat“ (Ravenscraft, E. [2022]).

¹²⁴ Ravenscraft, E. (2022)

- nur die eigenen Transaktionen aufnehmen oder die Transaktionen bestimmter Nutzer verweigern und
- doppelte Ausgaben¹²⁵ durchführen.¹²⁶

Diese Gefahr besteht vor allem bei kleinen öffentlichen Blockchains, da der Manipulationsaufwand mit steigender Teilnehmerzahl deutlich zunimmt.¹²⁷

3.2.5 Die Gefahren von Non Fungible Tokens

Was erhält der Käufer beim Kauf eines NFTs? Die Beantwortung dieser Frage gestaltet sich in der Praxis häufig als schwierig. Allgemein lässt sich ein wachsendes Missverständnis über die Eigentumsverhältnisse von NFTs beobachten. Wie bereits erläutert, ist die Speicherung größerer Dateien auf der Blockchain, nur unter hohen Kosten möglich. Die meisten NFTs enthalten daher nur einen Link als Objekt in der Metadatei zur digitalen Ressource (z.B. Bild oder Video). Dass die Ressource mit Ausnahme des Links nicht Teil des NFTs ist, sei an dieser Stelle besonders hervorzuheben. Der Erwerb eines NFTs umfasst lediglich die Metadatei, die neben dem Link und TokenId weitere Informationen wie Originalautor, Titel und Beschreibung enthalten kann. Der Ersteller des NFTs kann weitere Nutzungs- oder Lizenzrechte mit dem NFT kapseln. Die Ressource selbst befindet sich in den meisten Fällen auf einer zentral strukturierten Plattform. Wird sie gelöscht oder verschoben, ist das NFT praktisch unbrauchbar.¹²⁸

Dem Ersteller eines NFTs steht es frei, willkürliche Eigentumsansprüche aufzustellen, die dann in die Blockchain geschrieben werden. Niemand kann garantieren, dass der Ersteller des NFTs tatsächlich zur Herstellung des NFTs berechtigt ist. Dieses Phänomen betrifft insbesondere Künstler. Die Plattform OpenSea schätzt, dass etwa 80 Prozent aller NFTs, die mit Hilfe der von der Plattform bereitgestellten Tools erstellt wurden, Plagiate, gefälschte Sammlungen oder Spam sind.¹²⁹

¹²⁵ Doppelte Ausgaben (engl. double spending) beschreibt die mehrfache Nutzung der gleichen Einheit. Vergleichbar ist dieser Angriff mit dem Kopieren von Geldscheinen. (Vgl. Meinel, C. [2020] S. 3, 6, 59)

¹²⁶ Vgl. Meinel, C. (2020) S. 59 f.; vgl. Sixt, E. (2017) S. 10

¹²⁷ Vgl. Hwang, I. (2022)

¹²⁸ Vgl. Guadamuz, A. (2021) S. 1371 - 1373

¹²⁹ Vgl. OpenSea (2022)

Marktmanipulation durch Wash Trading, bei dem eine Person ihren Gegenstand an einen anderen eigenen Account verkauft, um den Eindruck einer hohen Nachfrage zu erwecken, ist ein weit verbreitetes Phänomen in der NFT-Welt.¹³⁰ Die Analysefirma CryptoSlam fand heraus, dass 84 Prozent aller Transaktionen auf dem Marktplatz LooksRare im Wert von 9.5 Milliarden USD solche Wash-Trades waren.¹³¹

3.2.6 Die Gefahren von Dezentralen Autonomen Organisationen

DAOs sind in ihrem Handeln wenig flexibel. Smart Contracts, welche eine DAO steuern, sind nicht in der Lage, komplexe Umstände und Umwelteinflüsse, mit denen jede Organisation konfrontiert wird, angemessen abzubilden. Änderungen an einem Smart Contract erfordern immer die Mehrheit der Governance Tokens in einer Abstimmung. Zudem scheint die „Rechtslage in Bezug auf Kryptoobjekte [...] allgemein nicht eindeutig zu sein bzw. es gibt einige Grenzfälle und Grauzonen“¹³². So verstoß bereits die erste DAO (The DAO), nach einer Untersuchung der amerikanischen Börsenaufsichtsbehörde (US Securities and Exchange Commission) im Jahr 2017 gegen das US-amerikanische Wertpapiergesetz, da es sich bei dem Verkauf der The DAO Tokens um Wertpapiere handelte.¹³³ Diese Aspekte tragen wahrscheinlich dazu bei, dass in der Praxis kaum erfolgreiche DAO-Projekte existieren. Die meisten DAOs beschränken sich darauf, infrastrukturähnliche Kryptowährungsprojekte zu verwalten.¹³⁴

Obwohl DAOs oft behaupten, demokratisch zu sein, ist die Macht in einer DAO häufig stark zentralisiert. Der freie Handel des Governance Tokens und die Hoffnung auf eine zukünftige Wertsteigerung sorgt dafür, dass der Käufer dazu bereit ist, mehr für den Token zu bezahlen, wovon wiederum der Herausgeber des Tokens profitiert. Außerdem gestaltet sich eine faire Verteilung der Governance Tokens aufgrund der Pseudoanonymität der Mitglieder als nahezu unmöglich. In der Praxis führt diese ungleiche Verteilung von Governance Tokens zu einer starken Machtkonzentration bei einigen wenigen Teilnehmern, die fast die alleinige Kontrolle über die DAO ausüben. Analysen von Chainalysis zeigen, „dass in mehreren großen DAOs

¹³⁰ Vgl. Ravenscraft, E. (2022)

¹³¹ Vgl. Ravenscraft, E. (2022); vgl. Hayward, A: (2022); vgl. CryptoSlam! (2022)

¹³² Fill, H.-G. (2020) S. 128

¹³³ Vgl. Fill, H.-G. (2020) S. 128

¹³⁴ Vgl. Fill, H.-G. (2020) S. 124/135; vgl. Rose, K. (o.D.)

weniger als 1% aller Eigentümer 90 % der Stimmrechte besitzen“¹³⁵. In einigen Fällen halten 0,1 Prozent aller Besitzer 90 Prozent der Stimmrechte.¹³⁶

4. Schlussbetrachtung

In den letzten Jahren hat kaum eine Technologie eine so kontroverse Diskussion hervorgerufen wie die Blockchain-Technologie.

Einerseits ermöglicht sie eine dezentrale, unveränderbare und transparente Speicherungsmethode, die im Supply Chain Management, Identitätsmanagement, Rechteverwaltung und Steuerung von Organisationen zum Einsatz kommt. Andererseits zeigt die Praxis, dass mit der Technologie hohe Kosten verbunden sind und viele Projekte scheitern. Zentrale Eigenschaften – wie die Unveränderlichkeit – sorgen für rechtliche Probleme und grenzen eine sinnvolle Nutzung deutlich ein. Außerdem löst sie wesentliche Probleme, wie das Eintragen bewusst falscher Dateneinträge, nicht. Betrüger nutzen zahlreiche Aspekte der Blockchain-Technologie aus, um sich an ihr zu bereichern. Der NFT-Bereich ist währenddessen durch Plagiate und Wash-Trading gekennzeichnet. Erfolgreiche DAOs sucht man in der Praxis vergeblich. Zu groß scheinen die praktischen und rechtlichen Probleme zu sein.

Der Grund für das Scheitern vieler Blockchain Projekte scheint in den Eigenschaften der Blockchain zu liegen. Öffentliche Blockchains skalieren mit einer wachsenden Datenmenge nicht und die Teilnehmer sind nur Pseudoanonym. Teile dieser Probleme lassen sich mit einer privaten Blockchain lösen, jedoch wäre diese dann nicht mehr dezentral und transparent. Ob die Blockchain als Datenbanktechnologie für ein Unternehmen geeignet ist, muss immer individuell beurteilt werden. Die Praxis zeigt, dass in den meisten Fällen solche Vorhaben jedoch wenig zielführend sind.

Einige Autoren gehen davon aus, dass sich der Einflussbereich der Blockchain in Zukunft weiter ausweiten wird. Die Vorhersagungen reichen von der Speicherung von Patientendaten über

¹³⁵ Grauer, K. (2022) S. 47 f.

¹³⁶ Vgl. Grauer, K. (2022) S. 48

Wahlen mit Hilfe der Blockchain bis hin zur Entwicklung zum Web 3.0^{137, 138} Vor dem Hintergrund der dargestellten Gefahren sind solche Vorhaben jedoch kritisch zu betrachten. Unterdessen arbeitet die Europäische Kommission an verschiedenen regulatorischen Maßnahmen zur Bekämpfung von Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung mittels Blockchain-Technologien sowie an der Schaffung von Rahmenbedingungen für die Geschäftstätigkeit mit Kryptowerten und die behördliche Zuständigkeit.¹³⁹

Aufgrund der begrenzten Seitenzahl konnte die Funktionsweise der Blockchain in dieser Ausarbeitung nur kurz erläutert werden. Auch die verschiedenen Konsensmechanismen wurden lediglich oberflächlich betrachtet. Für die Recherche musste auf eine große Anzahl an grauer Literatur zurückgegriffen werden. Dabei fällt auf, dass die Blockchain-Technologie ein vergleichsweises neues Forschungsfeld darstellt, in dem kritische Stimmen noch selten sind. Im Hauptteil der Arbeit konnte nur ein Teil von Anwendungsfeldern und Gefahren vorgestellt werden. Wie zu Anfang des Hauptteils beschrieben, wurden allgemeine Kritikpunkte wie Umwelteinwirkung und zunehmende Zentralisation nur flüchtig betrachtet. Zudem scheinen einige der vorgestellten Projekte (z.B. VerifyCar von BMW) eingestellt worden zu sein. Zum Thema Gefahren durch DAOs wurde eine Studie von Chainalysis zitiert, die sich mit der Machtverteilung in mehreren großen DAOs auseinandergesetzt hat. Leider werden die verschiedenen DAOs nicht beim Namen benannt und die Ergebnisse lassen sich extern nicht verifizieren.

¹³⁷ Web 1.0 beschreibt statische Webseiten. Im Fokus des Web 2.0 lag ein „mehr dynamisches, editierbares, nutzer-getriebenes Internet“ (Nield, D. [2021]). Das Web 2.0 wird von einer kleinen Anzahl großer Firmen (Meta, Amazon, Google, Microsoft, etc. pp.) dominiert. Das Web 3.0 soll sich hingegen durch Dezentralität und Demokratie auszeichnen und auf der Blockchain-Technologie basieren. (Vgl. Nield, D. [2021]). Allerdings ist es fraglich, ob eine Technologie, die nicht einmal in der Lage ist, einfache Bilder zu speichern, ein Ersatz für das Web 2.0 darstellen kann.

¹³⁸ Vgl. Park, S. (2021) S. 2 ff.; vgl. Semenzin, S. (2022) S. 386 ff.; vgl. Welpel, I. M. (2022) S. 18; vgl. Gärtner, P. (2022) S. 18

¹³⁹ Vgl. Khubbeeva, P. (2023); vgl. Council of the EU (2022)

II. Literaturverzeichnis

- [Abeyratne, S. A., 2016] Abeyratne, S. A./Monfared, R. P. (2016): Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. In: International Journal of Research in Engineering and Technology, 5 (9). Bengaluru: eSAT Publishing House Pvt. Ltd, S. 1-10
- [Adam, K., 2022] Adam, K. (2022): Blockchain-Technologie für Unternehmensprozesse - Sinnvolle Anwendung der neuen Technologie in Unternehmen, 2. Auflage. Berlin: Springer Gabler
- [Behner, P., 2017] Behner, P./Hecht, M.-L./Wahl, F. (2017): Fighting counterfeit pharmaceuticals - New defenses for an underestimated-and growing-menace. London: Strategy&PwC
- [Berghoff, C., 2019] Berghoff, C./Gebhardt, U./Lochter, M./Maßberg, S. (u.a.) (2019): Blockchain sicher gestalten - Konzepte, Anforderungen, Bewertungen. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Krypto/Blockchain_Analyse.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Abgerufen am 08.03.2023)
- [Beutelspacher, A., 2010] Beutelspacher, A./Neumann, H. B./Schwarzpaul, T. (2010): Kryptografie in Theorie und Praxis. Mathematische Grundlagen für Internetsicherheit, Mobilfunk und elektronisches Geld, 2. überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner
- [BMW, 2019] BWM (2019): How blockchian automotive solutions can help drivers. BMW, <https://www.bmw.com/en/innovation/blockchain-automotive.html> (Abgerufen am 04.04.2023)

- [Bogart, S., 2015] Bogart, S./Rice, K. (2015): The Blockchain Report - Welcome to the Internet of Value. Needham,
<https://needham.bluematrix.com/sellside/EmailDocViewer?encrypt=4aaafaf1-d76e-4ee3-9406-7d0ad3c0d019&mime=pdf&co=needham&id=sbogart@needhamco.com&source=mail> (Abgerufen am 08.03.2023)
- [Boom, D. V., 2022] Boom, D. V. (2020): Someone Lost Millions Trying to Claim \$2K Crypto Airdrop. CNET, <https://www.cnet.com/personal-finance/someone-lost-millions-trying-to-claim-2k-crypto-airdrop/> (Abgerufen am 04.04.2023)
- [Bray, T., 2022] Bray, T. (2022): AWS and Blockchain. Tbray, <https://www.tbray.org/ongoing/When/202x/2022/11/19/AWS-Blockchain> (Abgerufen am 14.04.2023)
- [Browning, K, 2021] Browning, K. (2021): How 'Put That on Top Shot!' Became a New N.B.A. Mantra. The New York Times, <https://www.nytimes.com/2021/05/13/business/nba-top-shot-moments.html> (Abgerufen am 13.04.2023)
- [Brühl, V., 2017] Brühl, V. (2017): Virtual Currencies, Distributed Ledgers and the Future of Financial Services. In: Bongardt, A./Torres, F.: Intereconomics, 52 (6). Kiel: ZBW-Leibniz Information Centre for Economics (u.a.), S. 370-378.
- [Bundesnetzagentur, 2021] Bundesnetzagentur (2021): Die Blockchain-Technologie - Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen. Bundesnetzagentur, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Digitalisierung/Technologien/Blockchain/Links_Dokumente/einfuehrung_bc.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (Abgerufen am 16.03.2023).
Bonn: Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen

- [Buterin, V., 2015] Buterin, V. (2015): On Public and Private Blockchains. Ethereum foundation blog, <https://blog.ethereum.org/2015/08/07/on-public-and-private-blockchains> (Abgerufen am 15.03.2023)
- [Cheng, A., 2021] Cheng, A. (2021): 'Squid Game'-inspired cryptocurrency that soared by 23 million percent now worthless after apparent scam. The Washington Post, <https://www.washingtonpost.com/world/2021/11/02/squid-game-crypto-rug-pull/> (Abgerufen am 03.04.2023)
- [Cheng, E. 2017] Cheng, E. (2017): \$24 million iced tea company says it's pivoting to the blockchain, and its stock jumps 200%. CNBC: <https://www.cnbc.com/2017/12/21/long-island-iced-tea-micro-cap-adds-blockchain-to-name-and-stock-soars.html> (Abgerufen am 31.03.2023)
- [Christies, o. D.] Christie's (o.D.): Beeple's opus - Created over 5,000 days by the groundbreaking artist, this monumental collage was the first purely digital artwork (NFT) ever offered at Christie's. Christie's, <https://www.christies.com/features/Monumental-collage-by-Beeple-is-first-purely-digital-artwork-NFT-to-come-to-auction-11510-7.aspx> (Abgerufen am 22.03.2023)
- [Coinbase, 2023] Coinbase (2023): Ethereum ETH. Coinbase, <https://www.coinbase.com/de/price/ethereum> (Abgerufen am 25.04.2023)
- [Condos, J., 2016] Condos, J./Sorrell, W. H./Donegan, S. L (2016): Blockchain Technology: Opportunities and Risks. Vermont, <http://legislature.vermont.gov/assets/Legislative-Reports/blockchain-technology-report-final.pdf> (Aktuell nicht aufrufbar, zitiert nach Schlatt, V. [2016])

- [Cong, W. L., 2023] Cong, L. W./Grauer, K./Rabetti, D. (u.a.) (2023): The Dark Side of Crypto and Web3: Crypto-Related Scams. SSRN, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4358572 (Abgerufen am 02.04.2023)
- [Council of the EU, 2022] Council of the EU (2022): Digital finance: agreement reached on European crypto-assets regulation (MiCA). European Council Council of the European Union (Abgerufen am 16.04.2023)
- [CryptoSlam!, 2022] CryptoSlam! (2022): We just removed over \$5 billion in #NFT wash sales from our sales volume figures. Twitter, <https://twitter.com/cryptoslamio/status/1487114454848491524> (Abgerufen am 05.04.2023)
- [Dept. of Justice, 2022] Department of Justice Office of Public Affairs (2022): BitConnect Founder Indicted in Global \$2.4 Billion Cryptocurrency Scheme. The United States Department of Justice, <https://www.justice.gov/opa/pr/bitconnect-founder-indicted-global-24-billion-cryptocurrency-scheme> (Abgerufen am 02.04.2023)
- [Dickens, S., 2021] Dickens, S. (2021): NFT collectors now 'trading' NFTs to avoid extortionate added fees. Yahoo!, <https://www.yahoo.com/video/nft-collectors-now-trading-nfts-151339088.html> (Abgerufen am 21.03.2023)
- [Digiconomist, 2017] Digiconomist (2017): Bitcoin Sustainability Report December 2017. Digiconomist, <https://digiconomist.net/bitcoin-sustainability-report-12-2017> (Abgerufen am 11.04.2023)

- [Do, H., 2019] Do, H./Hoiczky, C./Uckelmann, D. (2019): Blockchain – Anwendungen in Logistik und Supply Chain: Funktionsweise, Use Cases und Leitfaden für Unternehmen. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 114 (10). München: Carl Hanser Verlag, S. 617-620
- [Drescher, D., 2017] Drescher D. (2017). Blockchain basics: A non-technical introduction in 25 steps. Kalifornien: Apress
- [Dujak, D., 2019] Dujak, D./Sajter, D. (2019). Blockchain applications in supply chain. In: Kawa, A./Maryniak, A.(Hrsg.): SMART supply network. Basel: Springer International Publishing, S. 21-46
- [Fill, H.-G., 2020] Fill, H.-G./Meier, A. (u.a.) (2020): Blockchain kompakt - Grundlagen, Anwendungsoptionen und kritische Bewertung. Wiesbaden: Springer Vieweg
- [Fischer, C., 2019] Fischer, C./Fiedler, I./Babenko, L. (2019): Blockchain-Technologie im Handel der Zukunft. In: Heinemann, G./Gehrckens, H./Täuber, T. (Hrsg.): Handel mit Mehrwert - Digitaler Wandel in Märkten, Geschäftsmodellen und Geschäftssystemen. Wiesbaden: Springer Gabler, S.441-472
- [Frankenfield, J., 2021] Frankenfield, J. (2021): VeChain: What It Is, How It Works, Examples, and History. Investopedia, <https://www.investopedia.com/terms/v/vechain.asp> (Abgerufen am 02.04.2023)
- [Fridgen, G., 2019] Fridgen, G./Guggenberger, N./Hoerzen, T. (u.a.) (2019): Chancen und Herausforderungen von DLT (Blockchain) in Mobilität und Logistik. Gutachten des Fraunhofer-Institut für angewandte Informationstechnik FIT im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Berlin: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

- [Gärtner, P., 2022] Gärtner, P. (2022): Öffentlichkeit Blockchain - die Zukunft des Gesundheitswesens? In: Digitale Welt, 6 (3). München: DIGITALE WELT Academy, S. 18-19
- [Gentemann, L., 2019] Gentemann, L. (2019): Blockchain in Deutschland–Einsatz, Potenziale, Herausforderungen. Berlin: Bitkom e. V.
- [Geuter, J., 2022] Geuter, J./Koglin, F. (2022): Das Dritte Web. tante, <https://tante.cc/2022/02/04/das-dritte-web/> (Abgerufen am 23.03.2023)
- [Gibbs, M., 2017] Gibbs, M. (2017): Media Release 7 December 2017 - ASX selects distributed ledger technology to replace CHESS. ASX, <https://www.asx.com.au/documents/asx-news/ASX-Selects-DLT-to-Replace-CHESS-Media-Release-7December2017.pdf> (Abgerufen am 26.03.2023)
- [Golden, o.D.] Golden (o.D.): VeChain. GOLDEN, <https://golden.com/wiki/VeChain-ZXE8RPP> (Abgerufen am 02.04.2023)
- [Grauer, K., 2022] Grauer, K./Kueshner, W./McMahon, E./Updegrave, H. (2022): The Chainalysis State of Web3 Report - Your guide to how blockchains are changing the internet. New York, Chainalysis, Inc
- [Guadamuz, A., 2021] Guadamuz, A. (2021): The treachery of images: non-fungible Tokens and copyright. In: Journal of Intellectual Property Law & Practice, 16 (12). Oxford: Oxford University Press, S. 1367- 1385
- [Hansen, P., 2019] Hansen, P./Britze, N./Winkelmann, M. (u.a.) (2019): Evaluierung und Implementierung von Blockchain Use Cases - Leitfaden. Berlin: Bitkom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.

- [Hayward, A., 2022] Hayward, A. (2022): LooksRare Has Reportedly Generated \$8B in Ethereum NFT Wash Trading - CryptoSlam says the vast majority of the hot NFT marketplace's sales are illegitimate trades made to manipulate the token rewards model. Decrypt, <https://decrypt.co/91510/looks-rare-has-reportedly-generated-8b-ethereum-nft-wash-trading> (Abgerufen am 05.04.2023)
- [Hein, C., 2019] Hein, C./Wellbrock, W./Hein, C. (2019): Rechtliche Herausforderungen von Blockchain-Anwendungen - Straf-, Datenschutz- und Zivilrecht. Wiesbaden: Springer Gabler
- [Hinckeldeyn, J., 2019] Hinckeldeyn, J. (2019): Blockchain-Technologie in der Supply Chain - Einführung und Anwendungsbeispiele. Wiesbaden: Springer Vieweg
- [Holschbach, E., 2022] Holschbach, E./Buss, E. (2022): Blockchain in Einkauf und Supply Chain - Technologie, Anwendungen und Potentiale in der Praxis. Wiesbaden: Springer Gabler
- [Hopf, S. 2018] Hopf, S./Picot, A. (2018): Revolutioniert Blockchain-Technologie das Management von Eigentumsrechten und Transaktionskosten? In: Redlich, T. (u.a.) (Hrsg): Interdisziplinäre Perspektiven zur Zukunft der Wertschöpfung. Wiesbaden: Springer
- [Hou, G., 2022] Hou, G. (2022): Cryptocurrency money laundering and exit scams: Cases, regulatory responses and issues. In: Corbert, S. (Hrsg.): Understanding Cryptocurrency Fraud - The challenges and headwinds to regulate digital currencies. Berlin (u.a.): De Gruyter, S. 83-96
- [Hwang, I., 2022] Hwang, I. (2022): What Is a 51% Attack? SoFi, <https://www.sofi.com/learn/content/51-attack/> (Abgerufen am 26.03.2023)

- [IBM Corporation, 2021] IBM Corporation (2021): IBM Digital Credentials. IBM, <https://www.ibm.com/downloads/cas/onj2ywob> (Abgerufen am 04.04.2023)
- [Isselmann, J., 2023] Isselmann, J. (2023): Non-Fungible Tokens (NFTs) & Web3: Neue Produktwelten für den Finanzmarkt. In: Wirtschaftsinformatik & Management, 15 (1), S. 20-31
- [Jabbar, S., 2021] Jabbar, S./Lloyd, H./Mannoudeh, M. (u.a.) (2021): Blockchain-enabled supply chain: analysis, challenges, and future directions. In: Jeon, G./Cuomo, S./Chehri, A. (u.a.): Multimedia Systems, 27 (4). Wiesbaden: Springer Verlag, S. 787-806
- [Khubbeeva, P., 2023] Khubbeeva, P. (2023): Kryptowährungen und Blockchain – Die große Ernüchterung? Netzpolitik.org, <https://netzpolitik.org/2023/kryptowaehrungen-und-blockchain-die-grosse-ernuechterung/> (Abgerufen am 24.03.2023)
- [Koebler, J., 2021] Koebler, J./Pearson, J. (2021): 'Buy the Constitution' Aftermath: Everyone Very Mad, Confused, Losing Lots of Money, Fighting, Crying, Etc. VICE, <https://www.vice.com/en/article/qjb8av/constitutiondao-aftermath-everyone-very-mad-confused-losing-lots-of-money-fighting-crying-etc> (Abgerufen am 01.04.2023)
- [Krugman, P., 2022] Krugman, P. (2022): Blockchains, What Are They Good For? The New York Times, <https://www.nytimes.com/2022/12/01/opinion/blockchains-what-are-they-good-for.html> (Abgerufen am 26.03.2023)
- [Kurt, L., 2022] Kurt, L./Kurt, D. (2022): Digitale Assets & Tokenisierung - Grundlagen umfassend verstehen. Wiesbaden: Springer Gabler

- [Lawler, R., 2022] Lawler, R. (2022): Decentraland's billion-dollar 'metaverse' reportedly had 38 active users in one day. The Verge, <https://www.theverge.com/2022/10/13/23402418/decentraland-metaverse-empty-38-users-dappradar-wallet-data> (Abgerufen am 13.04.2023)
- [Léopold, E., 2018] Léopold, E. (2018): Blockchain in aviation. Exploring the fundamentals, use cases, and industry initiatives - Whitepaper. Quebec: International Air Transport Association
- [Meinel, C., 2020] Meinel, C./Gayvoronskaya, T. (2020): Blockchain – Hype oder Innovation. Berlin: Springer Vieweg
- [Nakamoto, S., 2008] Nakamoto, S. (2008): Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Bitcoin, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Abgerufen am 11.04.2023)
- [Nield, D., 2021] Nield, D. (2021): What Is Web3 and Why Should You Care? GIZMODO, <https://gizmodo.com/what-is-web-3-and-why-should-you-care-1848204799> (Abgerufen am 12.04.2023)
- [NonFungible, 2023] NonFungible (2023): Total number of sales involving a non-fungible token (NFT) in the art segment worldwide over the previous 30 days from April 15, 2021 to March 15, 2023, by type [Graph]. In Statista: <https://www.statista.com/statistics/1235228/nft-art-monthly-sales-volume/> (Abgerufen am 06.04.2023)
- [Oettler, M., 2021] Oettler, M. (2021): Advantages and Disadvantages of Proof of Stake. BCAM (Blockchain Academy Mittweida), <https://blockchain-academy.hs-mittweida.de/courses/blockchain-introduction-technical-beginner-to-intermediate/lessons/lesson-19-proof-of-stake-introduction/topic/advantages-and-disadvantages-of-proof-of-stake/> (Abgerufen am 10.04.2023)

- [Olsen, D., 2022] Olsen, D. [Folding Ideas] (2022): Line Goes Up – The Problem With NFTs. YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=YQ_xWvX1n9g (Abgerufen am 18.03.2023)
- [OpenSea, 2022] OpenSea (2022): To all the creators in our community impacted by the 50 item limit we added to our free minting tool, we hear you and we're sorry. We have reversed the decision. But we also want to offer an explanation ↵. Twitter, <https://twitter.com/opensea/status/1486843204062236676> (Abgerufen am 05.04.2023)
- [Paar, C., 2016] Paar, C./Pelzl, J. (2016): Kryptografie verständlich - Ein Lehrbuch für Studierende und Anwender. Berlin: Springer Vieweg
- [Palau, A., 2018] Palau, A. (2018): Storing on Ethereum. Analyzing the costs. Medium, <https://medium.com/coinmonks/storing-on-ethereum-analyzing-the-costs-922d41d6b316> (Abgerufen am 26.03.2023)
- [Park, D., 2022] Park, D. (2022): ASX WILL REASSESS ALL ASPECTS OF THE CHESS REPLACEMENT PROJECT AND DERECOGNISE CAPITALISED SOFTWARE OF \$245-255 MILLION PRE-TAX IN 1H23. ASX, https://www2.asx.com.au/content/dam/asx/about/media-releases/2022/60-17-november-2022-CHESS-Replacement-ASX-reassessing-financial-derecognition_.pdf (Abgerufen am 26.03.2023)
- [Park, S., 2021] Park, S./Specter, M./Narula, N. (u.a.) (2021): Going from bad to worse: from Internet voting to blockchain voting. In: Journal of Cybersecurity, 7 (1). Oxford: Oxford University Press, S. 1-15
- [Petersen, M., 2018] Petersen, M./Hackius, N./von See, B. (2018): Mapping the sea of opportunities: Blockchain in supply chain and logistics. Information Technology, 60 (5-6). Berlin: De Gruyter, S. 263-271

- [Pohlmann, N., 2022] Pohlmann, N. (2022): Cyber-Sicherheit - Das Lehrbuch für Konzepte, Prinzipien, Mechanismen, Architekturen und Eigenschaften von Cyber-Sicherheitssystemen in der Digitalisierung, 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg
- [Ravenscraft, E., 2022] Ravenscraft, E. (2022): NFTs Don't Work the Way You Might Think They Do - We bust the biggest misconceptions about what "minting" actually means. WIRED, <https://www.wired.com/story/nfts-dont-work-the-way-you-think-they-do/> (Abgerufen am 21.03.2023)
- [Reinwald, R., 2022] Reinwald, R. (2022): Die steuerliche Behandlung von Krypto-Assets. Wiesbaden: Springer Gabler
- [Reyburn, S., 2021] Reyburn, S. (2021): The \$69 Million Beeple NFT Was Bought With Cryptocurrency. The New York Times, <https://www.nytimes.com/2021/03/12/arts/beeple-nft-buyer-ether.html> (Abgerufen am 22.03.2023)
- [Riggert, W., o.D.] Riggert, W. (o.D.): Fallstudie Digitale Transformation technologieorientiert I (DIT602-FS). Stuttgart: AKAD Bildungsgesellschaft mbh
- [Roose, K., o.D.] Roose, K. (o.D.): What are DAOs? The New York Times, <https://www.nytimes.com/interactive/2022/03/18/technology/what-are-daos.html> (Abgerufen am 01.04.2023)
- [Rosenberger, P., 2018] Rosenberger, P. (2018): Bitcoin und Blockchain – Vom Scheitern einer Ideologie und dem Erfolg einer revolutionären Technik. Berlin: Springer Vieweg
- [Rutz, V., 2020] Rutz, V. (2020): Blockchain quo vadis - Eine Stärken-Schwächen-Analyse des Private- und des Public-Blockchain-Ansatzes. Wiesbaden: Springer Gabler

- [Schacht, S., 2019] Schacht, S. (2019): Die Blockchain-Technologie. In: Schacht, S. Lanquillon, C. (Hsg.): Blockchain und maschinelles Lernen – Wie das maschinelle Lernen und die Distributed-Ledger-Technologie voneinander profitieren. Berlin: Springer Vieweg
- [Schlatt, V., 2016] Schlatt, V./Schweizer, A./Urbach, N./Fridgen, G. (2016): Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FIT, https://www.fit.fraunhofer.de/content/dam/fit/de/documents/Blockchain_WhitePaper_Grundlagen-Anwendungen-Potentiale.pdf (Abgerufen am 07.03.2023)
- [Semenzin, S., 2022] Semenzin, S./Rozas, D./Hassan, S. (2022): Blockchain-based application at a governmental level: disruption or illusion? The case of Estonia. In: Policy and Society, 41 (3). Oxford: Oxford University Press, S. 386-401
- [Shimron, L., 2022] Shimron, L. (2022): NFT 2022 Year-End Review. Forbes, <https://www.forbes.com/sites/leeorshimron/2022/12/21/nft-2022-year-end-review/> (Abgerufen am 13.04.2023)
- [Sixt, E., 2017] Sixt, E. (2017): Bitcoins und andere dezentrale Transaktionssysteme - Blockchains als Basis einer Kryptoökonomie. Wiesbaden: Springer Gabler
- [Smith, C., o.D.] Smith, C./John, G./Wackerow, P. (o.D.): GAS UND GEBÜHREN., Ethereum, <https://ethereum.org/de/developers/docs/gas/> (Abgerufen am 28.03.2023)
- [Stahlbock, R., 2020] Stahlbock, R./Heilig, L./Cammin, P./Voß, S. (2020): Blockchain in der maritimen Logistik. In: Fill, H.-G./Meier, A. (Hrsg.): Blockchain - Grundlagen, Anwendungsszenarien und Nutzungspotenziale. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 235-254

- [Staud, J., o.D.] Staud, J. (o.D.): Wirtschaftsinformatik – eine Übersicht (WIN101). Stuttgart: AKAD Bildungsgesellschaft mbh
- [Steger, M., 2020] Steger, M. (2020): Bitcoin und andere Kryptowährungen (currency token) – Grundlagen der Besteuerung im Privat- und im Betriebsvermögen: Praxishandbuch mit Beispielen und Mustereinspruch zum Thema Verfassungsmäßigkeit. Berlin: Erich Schmidt Verlag
- [Swan, M., 2015] SWAN, M. (2015). Blockchain. Blueprint for a new economy (Safari Tech Books Online, 1. ed.). Beijing: O'Reilly
- [Szabo, N., 1997] Szabo, N. (1997) Formalizing and securing relationships on public networks. Satoshi Nakamoto Institute, <https://nakamotoinstitute.org/formalizing-securing-relationships/> (Abgerufen am 12.03.2023)
- [Tapscott, D., 2016] Tapscott D./Tapscott A. (2016): Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world. New York: Portfolio/Penguin
- [Tijan, E., 2019] Tijan, E./Aksentijević, S./Ivanić, K. (u.a.) (2019): Blockchain technology implementation in logistics. Sustainability, 11 (4). Basel: MDPI
- [TraceLink, o.D.] TraceLink (o.D.): FDA Approves TraceLink DSCSA Pilot Submission for Network Solutions; Delivering 2023 Traceability By Leveraging Blockchain and Digital Recalls Across a Supply Network. Tracelink, <https://www.tracelink.com/why-tracelink/news-room/fda-approves-tracelink-dscsa-pilot-submission-for-network-solutions-delivering-2023-traceability-by-leveraging-blockchain-and-di> (Abgerufen am 27.03.2023)

- [Uddin, M., 2021] Uddin, M./Salah, K./Jayaraman, R. (u.a.) (2021): Blockchain for drug traceability: Architectures and open challenges. In: Health Informatics Journal, 27 (2). Thousand Oaks: SAGE Publishing, S. 1-15
- [Valeonti, F., 2021] Valeonti, F./Bikakis, A./Terras, M. (u.a.) (2021): Crypto Collectibles, Museum Funding and OpenGLAM: Challenges, Opportunities and the Potential of Non-Fungible Tokens (NFTs). In Applied Sciences, 11 (21). Basel: MDPI, S. 1-19
- [Valiente, M.-C., 2021] Valiente M.-C./Tschorsch F. (2021): Blockchain-based technologies. In: Internet Policy Review, 10 (2). Berlin: Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft, S. 1-6
- [Veronesi, T., 2020] Veronesi, T. (2020): Die Blockchain. In: Anderl, A. (Hrsg.): #Blockchain in der Rechtspraxis. Wien: LexisNexis Verlag, S. 1-19
- [VeWorld, 2022] VeWorld (2022): vechain – Business White Paper. Veworld, <https://cdn.veworld.com/cases/case-studies-whitepaper-en.pdf> (Abgerufen am 04.04.2023)
- [Vries, A. d., 2021] Vries, A. d./Stoll, C. (2021): Bitcoin's growing e-waste problem. In: Resources, Conservation and Recycling, 175. Amsterdam: Elsevier
- [Walport, M., 2015] Walport, M. (2015) Distributed Ledger Technology: beyond blockchain. Government Office for Science, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf (Abgerufen am 08.03.2023)
- [Wang, A., 2020] Wang, A. (2020): VeChain partners with Bayer China to create CSecure- a clinical trial traceability platform. BOXMINING, <https://boxmining.com/vechain-bayer/> (Abgerufen am 04.04.2023)

- [Weking, J., 2020] Weking, J./Mandalenakis, M./Hein, A. (u.a.) (2020): The impact of blockchain technology on business models – A taxonomy and archetypal patterns. *Electronic Markets*, 30(2). Wiesbaden: Springer
- [Welppe, I. M., 2022] Welppe, I. M. (2022): Blockchain und Web3 - Eine Technologieallianz, die im Kommen ist (Interview). In: *Digitale Welt*, 6 (3). München: DIGITALE WELT Academy, S. 18-19
- [Werner, J., 2020] Werner, J./Mandel, P./Zarnekow, R. (2020): Auswahlprozess für den Blockchain-Einsatz. In: Fill, H.-G./Meier, A. (Hrsg.): *Blockchain - Grundlagen, Anwendungsszenarien und Nutzungspotenziale*. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 21-39
- [Yaga, D., 2018] Yaga, D./Mell, P./Roby, N. (u.a.) (2018): *Blockchain Technology Overview*. Gaithersburg (u.a.): National Institute of Standards and Technology
- [YCharts, 2023] YCharts (2023): Ethereum Average Gas Price (I:EGPND) – 20.36 Gwei for Mar 25 2023. YCharts, https://ycharts.com/indicators/ethereum_average_gas_price (Abgerufen am 25.03.2023)