

# **Blockchain als Element für nachhaltige Digitalisierung– Potenziale in der öffentlichen Verwaltung**

## **B a c h e l o r a r b e i t**

**an der Hochschule Meißen (FH) und Fortbildungszentrum**  
zum Erwerb des Hochschulgrades  
Bachelor of Laws (LL.B.)

Vorgelegt von  
**Elias Wolf**  
aus Bautzen

Meißen, 31.03.2023

## **Sperrvermerk**

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern in dieser wissenschaftlichen Arbeit die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

## **Vorwort**

Die Arbeit ist stufenartig gestaltet. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen aufeinander aufbauen. Einige Grundlagen, besonders bei der Funktionsweise der Blockchain-Technologie, werden im Sinne des Arbeitsrahmens nicht thematisiert.

### **Ein besonderer Dank gilt:**

Prof. Dr. Claudia Lubk

Christoph Schaar-Riemann

Michael Ascheron

Fabian Kirstein

Dipl.-Verw. Wirt (FH) Ullrich Prax

Sylvia Wolf

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Relevanz des Themas.....	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit .....	1
1.3 Methodik.....	2
<b>2 Grundlagen der Blockchain-Technologie</b> .....	<b>5</b>
2.1 Begriffserklärung.....	5
2.1.1 „Distributed Ledger Technology“ (DLT) .....	5
2.1.2 Blockchain-Technologie .....	6
2.1.3 DLT versus Blockchain.....	7
2.2 Funktionsweise .....	7
2.2.1 Kryptografie im Rahmen der Blockchain-Technologie .....	7
2.2.1.1 Symmetrische Kryptografie.....	8
2.2.1.2 Asymmetrische Kryptografie .....	9
2.2.1.3 kryptografische Hashfunktionen .....	11
2.2.2 Konsensmechanismen .....	12
2.2.2.1 Proof-of-Work (PoW).....	13
2.2.2.2 Proof-of-Stake (PoS) .....	15
2.2.2.3 Proof-of-Authority (PoA) .....	17
2.2.3 Typen von Blockchain-Systemen .....	18
2.2.3.1 Public-Blockchain.....	19
2.2.3.2 Private Blockchain.....	20
2.2.3.3 Konsortiale Blockchain .....	21
2.2.4 Chancen und Herausforderungen der Blockchain-Technologie .....	22
2.2.4.1 Chancen.....	22
2.2.4.2 Herausforderungen .....	25
<b>3 Nachhaltige Digitalisierung in der öffentlichen Verwaltung mit Hilfe von Blockchain?</b> .....	<b>29</b>
3.1 Begriff Digitalisierung in Verbindung mit Nachhaltigkeit und neuzeitliche Technikgeschichte .....	29
3.2 Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie .....	35
3.2.1 Nachhaltigkeitsanalyse von E-Wahlen: Chancen und Herausforderung für die drei Nachhaltigkeitsdimensionen. ....	44
<b>4 Fazit und Ausblick</b> .....	<b>50</b>
<b>Kernsätze</b> .....	<b>52</b>
<b>Anhangsverzeichnis</b> .....	<b>VII</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>XXXVIII</b>
<b>Rechtsprechungsverzeichnis</b> .....	<b>XXXIX</b>
<b>Rechtsquellenverzeichnis</b> .....	<b>XLV</b>
<b>Eidesstattliche Versicherung</b> .....	<b>XLVI</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Überblick über Auswertungsmethoden innerhalb der Sozialforschung ....	3
Abb. 2: Vereinfachtes inhaltsanalytisches Ablaufmodell .....	4
Abb. 3: Schematische Darstellung der grundlegenden kryptographischen Konzepte sowie der zugehörigen Fachbegriffe .....	8
Abb. 4: Schematische Darstellung der symmetrischen Kryptografie .....	9
Abb. 5: Funktionsweise eines asymmetrischen Kryptofiesystems .....	11
Abb. 6: Die 17 globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung der Agenda 2030 ....	40
Abb. 7: Integratives Nachhaltigkeitsmodell .....	42
Abb. 8: International häufig diskutierte Anwendungsfelder der Blockchain- Technologie im öffentlichen Sektor .....	43

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
a.a.O.	am angegebenen Ort
Abs.	Absatz
Art.	Artikel
BCT	Blockchain-Technologie
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMVI	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BNA	Bundesnetzagentur
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BVA	Bundesverwaltungsamt
dena	Deutsche Energie-Agentur
DLT	Distributed-Ledger-Technologie
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
E-ID-Card	Elektronischer Identitätsnachweis
etc.	et cetera
E-Wahlen	Elektronische Wahlen
GSBN	Global Shipping Business Network
KI	Künstliche Intelligenz
NIST	National Institute of Standards and Technology
Nonce	Number used only once
o.D.	ohne Datumsangabe
ÖFIT	Kompetenzzentrum Öffentliche IT
PoA	Proof-of-Authority
PoS	Proof-of-Stake
PoW	Proof-of-Work
SDG(S)	Sustainable Development Goal(s)

usw.            und so weiter

z.B.            Zum Beispiel

.

# 1 Einleitung

## 1.1 Relevanz des Themas

Die Blockchain-Technologie (BCT) hat in kurzer Zeit enorme Aufmerksamkeit erregt, zunehmend in der öffentlichen Diskussion an Bedeutung gewonnen und ist so in den Medien zu einem Trendthema der letzten Jahre geworden. Viele Enthusiasten und Befürworter der Blockchain behaupten, dass sie die größte Erfindung seit dem Aufkommen des Internets sei.<sup>1</sup> Vor allem Kryptowährungen, wie Bitcoin oder Ethereum, rückten mit ihren explosionsartigen Kursanstiegen ins Rampenlicht der Öffentlichkeit, wodurch auch die dafür zugrundeliegende BCT zunehmend in den Fokus rückte. Dies hat dazu geführt, dass nicht nur Informatiker und Technikfreaks, sondern auch Regierungen, Organisationen und Unternehmen auf der ganzen Welt begannen, sich intensiver mit der Thematik auseinanderzusetzen und die Anwendungsmöglichkeiten zu erforschen und zu entwickeln, um diese zukünftig in ihre bestehenden Systeme zu implementieren und diverse neue Optionen zu erschließen.<sup>2</sup> Andere zukunftsweisende Technologien wie die künstliche Intelligenz (KI) können heute durch ihr längeres Bestehen bereits eindeutiger Anwendungsfälle aufzeigen. So kann man bei der noch in den „Kinderschuhen“ steckenden Blockchain-Technologie davon ausgehen, dass diese zukünftig noch vielfältige Potenziale aufzeigen wird, wenn es gelingt, die bisherigen Erkenntnisse zu den Herausforderungen bzw. Schwachstellen entsprechend zu nutzen. Deutlich wird die Relevanz speziell in Deutschland dadurch, dass die Bundesregierung sich in den letzten Jahren ebenfalls mit der Blockchain-Technologie auseinandergesetzt und dazu im September 2019 als eine der ersten Regierungen weltweit ihre eigene Blockchain-Strategie verabschiedet hat.<sup>3</sup> Diese gewährt dabei einen „ganzheitlichen Blick auf die Blockchain-Technologie, zeigt die Ziele und Prinzipien der Bundesregierung im Zusammenhang mit dem Verfahren auf und legt konkrete Maßnahmen in fünf Handlungsfeldern vor.“<sup>4</sup> Die Frage, wie man durch den Einsatz ein nachhaltiges Wirtschaften und zugleich eine höhere Energieeffizienz erreichen kann, stellt dabei einen wichtigen Bestandteil dieser Strategie dar.

## 1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Auf Grundlage der Blockchain-Strategie, und den darin enthaltenen Bestandteilen zur Nachhaltigkeit, sollen in dieser Arbeit die möglichen Potenziale der Blockchain-Technologie für eine nachhaltigere Digitalisierung untersucht werden. Es wird der Versuch unternommen, diese auf die öffentliche Verwaltung anzuwenden und mithilfe von

---

<sup>1</sup> Vgl. Drescher (Hrsg.), Blockchain Grundlagen: Eine Einführung in die elementaren Konzepte in 25 Schritten, S. 13.

<sup>2</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), Blockchain für Entwickler: Grundlagen, Programmierung, Anwendung, S. 21.

<sup>3</sup> Vgl. BMW (Hrsg.), Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie, S. 6.

<sup>4</sup> Vgl. BMWK (Hrsg.), Blockchain-Strategie der Bundesregierung, S. 3.



schriftlichen Quellen wie Büchern, Fachartikeln aus dem Internet, Gesetzestexten und mündlichen Quellen wie den Informationen aus geführten Interviews, Chancen aber auch Herausforderungen der möglichen Implementierung der Blockchain abzuleiten, denn diese sind bis jetzt aufgrund der Neuartigkeit der Technologie nicht klar ersichtlich. Um erstmal eine Wissensbasis zu dieser Technologie zu erlangen, werden zu Beginn grundlegende Informationen über die Blockchain-Technologie erarbeitet, unter anderem mit Versuch einer Begriffserklärung der Blockchain sowie einer vereinfachten Erläuterung der Funktionsweise. Danach soll Bezug auf die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung in der öffentlichen Verwaltung genommen werden, um die möglichen Ziele der Digitalisierung mit den Zielen der BCT zu vergleichen und Gemeinsamkeiten abzuleiten. Abschließend wird der Fokus auf das Konzept der Nachhaltigkeit in Bezug zur Blockchain gelegt und geprüft, wie die ökologische, soziale und ökonomische Dimension der Nachhaltigkeit durch den möglichen Einsatz der Technologie erreicht werden können. Dazu war beabsichtigt, mehrere Anwendungsmöglichkeiten für den öffentlichen Sektor heranzuziehen und direkt anhand drei Dimension ausführlich zu prüfen. Jedoch hat sich nach der ausführlichen Recherche ergeben, dass es zum Thema Blockchain und der Nachhaltigkeit noch wenige Veröffentlichungen gibt, wodurch diese Untersuchung letztlich nur an einem Beispiel, den elektronischen Wahlen, genauer durchgeführt wird und dabei größtenteils eigene Überlegungen einbezogen werden. Der Fokus der Arbeit wird somit nachträglich, neben der Nachhaltigkeit, auf die Chancen und Herausforderungen gelegt, da hierzu auch in den Interviews informative Aussagen getroffen wurden.

Die Forschungsfrage dieser Bachelorarbeit besteht darin, das Potenzial der Blockchain-Technologie als Element für nachhaltige Digitalisierung in der öffentlichen Verwaltung zu untersuchen und aufzuzeigen, wie die Technologie zur Verbesserung die Effizienz und Transparenz von Verwaltungsprozessen beitragen könnte.

### **1.3 Methodik**

In der Sozialforschung gibt es verschiedene Auswertungsmethoden. In Abbildung 1 wird ein kurzer Überblick über diese gewährt:



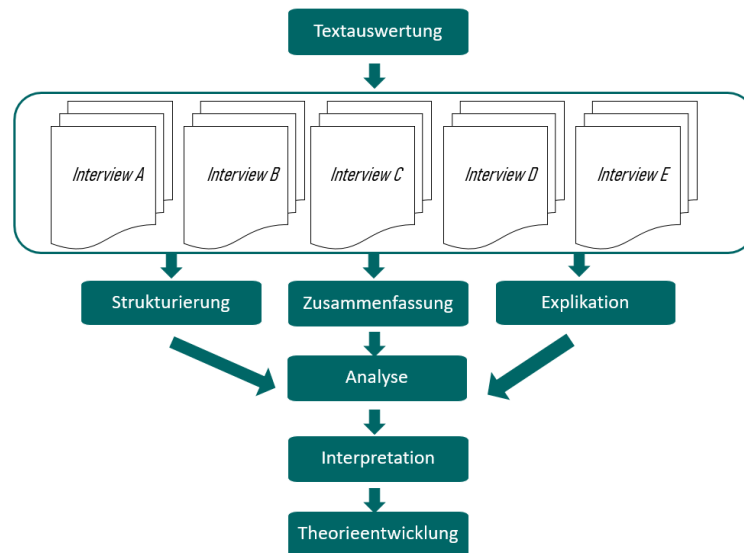
### Abb. 1: Überblick über Auswertungsmethoden innerhalb der Sozialforschung<sup>5</sup>

Da in der Arbeit nur drei leitfadengestützte Interviews durchgeführt wurden, kommt am ehesten die qualitative Inhaltsanalyse in Frage. Die zwei gängigsten Methoden der Auswertung stellen die Inhaltsanalyse nach Mayring und die Inhaltsanalyse nach Meuser und Nagel dar.<sup>6</sup> In der folgenden Auswertung wird die Inhaltsanalyse nach Mayring genutzt. Dieses methodisch kontrollierte Verfahren ist besonders geeignet, um große Textmengen auszuwerten, die durch eine Vielzahl von Interviews generiert wurden. Insbesondere dann, wenn es darum geht, die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Repräsentativität zu analysieren. Durch die Einbeziehung theoretischer Grundlagen können neue Erkenntnisse zur spezifischen wissenschaftlichen Fragestellung gewonnen werden.<sup>7</sup> In Abbildung 2 wird ein verkürztes Ablaufmodell der Analyse nach Mayring dargestellt, welches in der Arbeit so ohne weitere Untergliederung angewandt wurde.

<sup>5</sup> Abbildung übernommen von: Weber; Wernitz (Hrsg.), Die Inhaltsanalyse nach Mayring als Auswertungsmethode für wissenschaftliche Interviews, S. 6.

<sup>6</sup> Vgl. Weber; Wernitz (Hrsg.), a.a.O., S. 6.

<sup>7</sup> Ebd. S.7.



**Abb. 2: Vereinfachtes inhaltsanalytisches Ablaufmodell<sup>8</sup>**

Beginnend wurden auf Basis der einschlägigen Literatur und Internetquellen und den daraus gewonnenen Erkenntnissen die Fragen für das Interview und somit der Fragebogen entwickelt. Dieser wurden dann der Betreuerin, Frau Lubk, vorgestellt und mit Ihrer Hilfe angepasst und die Fragestellungen präzisiert. Die Vordrucke wurden den ausgewählten Interviewpartnern vorab zugesandt, damit diese einen Überblick über die Fragen erhalten und sich entsprechend vorbereiten konnten. Nach der Durchführung wurden die Inhalte transkribiert, wobei man sich hier für ein Vollprotokoll entschieden hat, da die meisten Aussagen sehr ausführlich und mit Beispielen belegt wurden. Es wurden aber teilweise Abschnitte aus dem Transkript entfernt. Ein Interview musste aus terminlichen Gründen des Interviewpartners abgesagt werden und dass nun folgende dritte Ersatzinterview wurde aus Zeitgründen schriftlich beantwortet. Bei der Auswertung wurden dann die prägnantesten und relevantesten Aussagen der einzelnen Fragen (für den Ersteller selbst) markiert und in Zusammenhänge gebracht. Die Aussagen der Vollprotokolle mussten teilweise neu paraphrasiert werden, um sie für die Arbeit verwenden zu können. Verwendet wurden die Aussagen insbesondere bei Chancen und Herausforderungen der Bloch-Chain-Technologie, sowie der Nachhaltigkeit und dem Anwendungsbeispiel.

<sup>8</sup> Abbildung übernommen von: Weber; Wernitz (Hrsg.): Die Inhaltsanalyse nach Mayring als Auswertungsmethode für wissenschaftliche Interviews, S. 8.

## 2 Grundlagen der Blockchain-Technologie

In diesem Kapitel wird auf die wichtigsten Konzepte und Funktionsweisen der BCT eingegangen, um die gründliche Einführung in das technische Verfahren zu gewährleisten. Die Erläuterung des Begriffs „Blockchain“ und die Ableitung der Funktionsweisen erfolgt einleitend. Im nächsten Schritt werden die unterschiedlichen Typen beschrieben, da sie bei der Anwendung eine erhebliche Rolle spielen und sich auch in ihrer Funktionsweise unterscheiden. Dieses Kapitel ist von grundlegender Bedeutung für das Verständnis der Blockchain-Technologie und ihrer Anwendungsmöglichkeiten. Es stellt eine solide Basis für die weitere Untersuchung dar und hilft dabei, ein tieferes Verständnis für die Chancen und Herausforderungen der Blockchain-Technologie, mit Blick auf die öffentliche Verwaltung, zu entwickeln.

### 2.1 Begriffserklärung

#### 2.1.1 „Distributed Ledger Technology“ (DLT)

Bei Blockchains handelt es sich nicht um zentrale, sondern um dezentrale Datenstrukturen. In Verbindung mit der BCT spricht man gerade im Finanzsektor oft auch von der „Distributed Ledger Technology“, um den Aspekt der Dezentralität noch stärker zu betonen.<sup>9</sup> Ins Deutsche übersetzt bedeutet dies "verteilte-Register-Technologie" oder "verteiltes Kontobuch". Darunter versteht man Datenbanksysteme, die eine „synchronisierte Verifizierung und Speicherung von Daten in Peer-to-Peer Netzwerken ermöglichen“.<sup>10</sup> Dabei sind alle Rechner direkt miteinander verknüpft, alle Nutzer sind untereinander gleichberechtigt und können dieselben Funktionen nutzen. Daten bzw. Transaktionen werden aus voneinander unabhängigen Rechnern gespeichert, wobei vollständig auf einen übergeordneten Server verzichtet wird.<sup>11</sup> Diese Eigenschaften lassen sich auf die DLT übertragen, denn sie verfügen weder über einen zentralen Speicher noch über eine übergeordnete Instanz, die neue Einträge in der Datenbank vornimmt. Die vernetzten Rechner kommunizieren stattdessen über das Peer-to-Peer Netzwerk miteinander, und zwar durch die Überprüfung, Bestätigung, dem kryptographischen Verketteten und verteiltem Abspeichern von neu eingehenden Transaktionen auf Basis verschiedener Konsensmechanismen.<sup>12</sup> Die Erzielung einer Übereinkunft mit Hilfe von Algorithmen zur Konsensfindung stellt dabei die Kernfrage dar. Die bekanntesten Methoden werden im Kapitel „Konsensmechanismen“ näher erläutert. In der Folge können alle Teilnehmer jederzeit und gleichzeitig neue Datensätze selbst ansehen, Daten hinzufügen,

---

<sup>9</sup> Vgl. Giese; Preuss; Kops; Wagenknecht; De Boer (Hrsg.), Die Blockchain Bibel, S. 17.

<sup>10</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen, S. 5.

<sup>11</sup> Vgl. Ionos, Was ist Peer-to-Peer?

<sup>12</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen, S. 5.

Änderungen auf allen Kopien der Datenbank durchführen und werden durch einen anschließenden Aktualisierungsprozess auf den neuesten Stand gebracht. Sie akzeptieren die Fakten in der Datenbank als alleinige Wahrheit, wodurch die Möglichkeit von sich widersprechenden Informationen erlischt. Die Erkenntnisse werden in einem „Block“ gespeichert, der eine Kombination aus Transaktionen und anderen wichtigen Informationen enthält.<sup>13</sup> Bei der Verwendung von DLT ist zu berücksichtigen, dass es für verschiedene Anwendungsfälle und Ziele verschiedene Arten von Distributed-Ledger-Technologien gibt. Diese können verschiedene Datenstrukturen als auch Ordnungsprinzipien verwenden, um den Anforderungen des jeweiligen Anwendungsfalles gerecht zu werden.<sup>14</sup>

### **2.1.2 Blockchain-Technologie**

Die bekannteste Anwendungsform ist dabei die Blockchain-Technologie, die auch als Kernkomponente bei Kryptowährungen wie Bitcoin verwendet wird. Die Blockchain ist grundlegend eine spezielle Form von Distributed-Ledger-Technologie, die sich von anderen Arten dadurch unterscheidet, dass die Daten nur in einer einzigen Richtung hinzugefügt werden können und sich die sogenannte Blockkette nicht mehr verändert lässt, sobald dem System ein neuer Block hinzugefügt wurde.<sup>15</sup> Eine eindeutige begriffliche Abgrenzung zwischen DLT und Blockchain liegt bislang nicht vor.<sup>16</sup> Bei der Blockchain-Technologie handelt es sich um ein neues technisches Verfahren, welches aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet, zu verschiedenen Interpretationen führt. So hat sich bislang noch keine eindeutige Definition durchgesetzt. Es existieren verschiedene Beschreibungen, die auf unterschiedliche Schwerpunkte und Aspekte der Technologie eingehen, was für die Komplexität in Bezug auf die Anwendungsbereiche und der jeweiligen Zweckbestimmung spricht.<sup>17</sup> Laut dem BDEW kann die Blockchain als ein verteiltes Register gesehen werden, wo digitale Daten, Ereignisse oder Transaktionen in chronologischer Reihenfolge und für alle Teilnehmer nachvollziehbar, in Datenblöcken gespeichert („Block“) und unveränderbar miteinander verkettet („Chain“) werden können.<sup>18</sup> Damit soll der Prozess der Aufzeichnung von Transaktionen und die Transaktionsabsicherung in einem Netzwerk erleichtert werden, ohne auf eine vertrauenswürdige dritte Instanz zurückgreifen zu müssen.<sup>19</sup> Es gibt sie in vielen unterschiedlichen Arten, die sich im Hinblick auf den Personenkreis der Zugangsberechtigten, den zur Validierung neuer Informationen verwendeten Konsensmechanismus oder der Zusammensetzung und den

---

<sup>13</sup> Vgl. Metzger (Hrsg.), Definition: Distributed Ledger Technologie (DLT).

<sup>14</sup> Vgl. Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), Blockchain in der integrierten Energiewende, S. 29.

<sup>15</sup> Vgl. Investopia, Distributed Ledger Technology (DLT): Definition and How It Works.

<sup>16</sup> Vgl. Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), a.a.O., S. 29.

<sup>17</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 25.

<sup>18</sup> Vgl. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (Hrsg.), Blockchain in der Energiewirtschaft – Potenziale für Energieversorger, S. 11.

<sup>19</sup> Vgl. Kompetenzzentrum Öffentliche IT (Hrsg.), Mythos Blockchain: Herausforderung für den öffentlichen Sektor, S. 17.

Aufgaben, der im Netzwerk beteiligten Akteure, unterscheiden. Im Anwendungsfall sind vorab der mögliche Effizienzgewinn und Nutzen intensiv zu prüfen.<sup>20</sup>

### **2.1.3 DLT versus Blockchain**

Die Blockchain ist auf die Verkettung von Blöcken als Methode zur Datenverwaltung- und -speicherung angewiesen und kann keine anderen Ordnungsprinzipien verwenden.<sup>21</sup> Andere DLT können beispielweise auch eine lineare oder zyklische Datenstruktur zur Verwaltung und Speicherung der Daten nutzen. Eine weitere Unterscheidung stellt der Umgang mit den Datensätzen dar. Beim Distributed-Ledger werden diese einfach aufeinanderfolgend abgelegt, während die Blockchain die Datensätze in Blöcken sortiert. Obwohl jede Blockchain eine Distributed-Ledger-Technologie ist, weil sie grundlegend eine dezentrale Datenbank darstellt und von einem Netzwerk von Teilnehmern verwaltet wird, ist jedoch nicht jede Distributed-Ledger-Technologie eine Blockchain, da nicht alle auf Block-Verkettung als Ordnungsprinzip zurückgreifen und verschieden mit den Datensätzen im Netzwerk umgehen.<sup>22</sup>

## **2.2 Funktionsweise**

### **2.2.1 Kryptografie im Rahmen der Blockchain-Technologie**

Um das Sicherheitsprinzip der Blockchain nachvollziehen zu können, wird ein grundlegendes Verständnis für das Thema Kryptographie vorausgesetzt. Die Blockchain-Technologie hat unter anderem das Ziel, den Nutzern des Netzwerks eine dezentrale, sichere und transparente Datenverwaltung- und -speicherung zu gewähren, was durch die Kombination aus verteilten Netzwerken, kryptografischen Funktionen und komplexen technischen Mechanismen ermöglicht wird.<sup>23</sup> Durch kryptografische Funktionen werden die Daten vor dem Zugriff durch unberechtigte Personen geschützt, man kann sie sich praktisch als digitales Gegenstück zu Bankschließfächern oder Türschlössern vorstellen. Laut dem BSI stellen sichere kryptografische Verfahren einen „unverzichtbaren Grundbaustein für IT-Sicherheitsmechanismen zur Wahrung von Vertraulichkeit, Integrität und Authentizität digitaler Informationen“ dar.<sup>24</sup> Im Kontext der Blockchain-Technologie wird die Kryptografie dazu genutzt, einen sicheren Datenaustausch zwischen zwei Transaktionsknoten zu entwickeln, um die Unveränderlichkeit von Datensätzen zu gewährleisten oder auch, um Transaktionen im Netzwerk durch Mining-Knoten zu überprüfen und somit die Sicherheit dieser in einem dezentralen Netzwerk zu gewährleisten.<sup>25</sup> Kryptografische

---

<sup>20</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen, S. 5 f.

<sup>21</sup> Ebd. S.5.

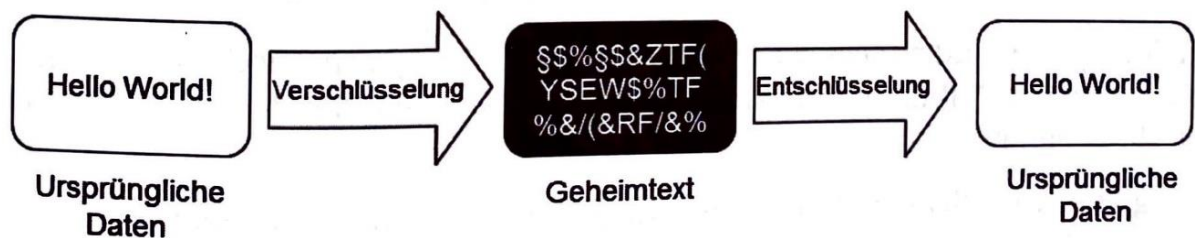
<sup>22</sup> Vgl. Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), a.a.O., S. 29.

<sup>23</sup> Vgl. Kompetenzzentrum Öffentliche IT (Hrsg.), a.a.O., S. 7.

<sup>24</sup> Vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (Hrsg.), Kryptografie.

<sup>25</sup> Vgl. Phemex, Was ist Blockchain-Kryptographie: Das Rückgrat der Blockchain-Sicherheit.

Funktionen ermöglichen die Verschlüsselung und Entschlüsselung von Originaldaten in einer Art Geheimtext mithilfe eines „kryptografischen Schlüssels“. Somit werden schützenswerte Informationen derart verändert, dass sie auf den ersten Blick nicht mehr sinnvoll verstanden werden können. Der Schlüssel kann dabei von einem einzelnen Nutzer im Netzwerk aufbewahrt, oder an einen bestimmten Adressatenkreis übermittelt werden, wodurch es nur autorisierten Nutzern ermöglicht wird, auf die Daten zuzugreifen.<sup>26</sup>



**Abb. 3: Schematische Darstellung der grundlegenden kryptografischen Konzepte sowie der zugehörigen Fachbegriffe<sup>27</sup>**

Bei der Verschlüsselung der Daten in einer Blockchain gibt es verschiedene Möglichkeiten, wobei die symmetrische Kryptografie, die asymmetrische Kryptografie und die sogenannten kryptografischen Hashfunktionen am bekanntesten sind.

### 2.2.1.1 Symmetrische Kryptografie

Die symmetrische Kryptografie zeichnet sich dadurch aus, dass ein und derselbe Schlüssel zur Ver- und Entschlüsselung zum Einsatz kommt und somit Sender und Empfänger denselben Schlüssel kennen müssen, um die Daten zu entschlüsseln. Vor dem Versand der Daten verschlüsselt diese der Absender mithilfe eines Schlüssels und übermittelt sie an den Adressaten, welcher den Inhalt nur lesen kann, wenn er vorab die Entschlüsselung mit demselben Schlüssel realisiert hat.<sup>28</sup> Ein einfaches Beispiel zur Veranschaulichung dieses Prinzips stellt die Verwendung eines Zahlenschlosses zum Schutz eines Fahrrads dar. In diesem Fall entspricht der Code des Schlosses dem gemeinsamen geheimen Schlüssel und folglich können nur Personen, die den Code kennen, das Schloss öffnen und auf das Fahrrad zugreifen. Daraus kann man ableiten, dass diese Art der Verschlüsselung vor allem dann geeignet ist, wenn es sich um einen stets gleichbleibenden Nutzerkreis handelt.<sup>29</sup> Vorteile dieser Verschlüsselungsform liegen vor allem in der Geschwindigkeit, da der Algorithmus der Ver- und Entschlüsselung relativ einfach und simpel durchzuführen ist und sich daher gut für große Datenmengen eignet, sowie der

<sup>26</sup> Vgl. Drescher (Hrsg.), a.a.O., S. 112 f., S. 118 f.

<sup>27</sup> Abbildung übernommen von: Drescher (Hrsg.), a.a.O., S. 113.

<sup>28</sup> Vgl. Drescher (Hrsg.), a.a.O., S. 114.

<sup>29</sup> Vgl. Börse Stuttgart Digital Exchange, Symmetrische vs. asymmetrische Verschlüsselung.

einfachen Implementierung.<sup>30</sup> Nachteil ist die Schlüsselfreigabe, denn der Schlüssel muss sicher zwischen den beiden Parteien ausgetauscht werden. Kommt der Schlüssel in die falschen Hände, besteht die Gefahr einer Datenmanipulation als Ergebnis eines Cyberangriffes. Der Aggressor kann nach der Entschlüsselung schädliche Handlungen, wie das Stehlen und Verbreiten von vertraulichen Informationen, durchführen. In der Blockchain-Technologie wird die symmetrische Verschlüsselung aufgrund der vergleichsweise schlechten Sicherheitseigenschaften und der Ungeeignetheit für dezentrale Anwendungen eher selten eingesetzt.<sup>31</sup> Zu dem bekanntesten symmetrischen Verfahren zählt der „Advanced Encryption Standard“ (AES), welcher sich durch die Verwendung verschiedener Schlüssellängen auszeichnet. Dieses Verfahren wurde 1998 entwickelt und bei einem Wettbewerb des National Institute of Standards and Technology (NIST), einer Bundesbehörde der Vereinigten Staaten, eingereicht. Der Algorithmus gewann und wird seit 2000 als offizieller Standard für Verschlüsselungsalgorithmen anerkannt, wodurch er weltweit von Regierungsbehörden, Unternehmen und Organisationen genutzt wird, beispielsweise für die Verschlüsselung von Top-Secret-Dokumenten in den USA.<sup>32</sup> Die Abbildung 4 versucht diese Verschlüsselung darzustellen:



**Abb. 4: Schematische Darstellung der symmetrischen Kryptografie<sup>33</sup>**

### 2.2.1.2 Asymmetrische Kryptografie

Um die Risiken der symmetrischen Verschlüsselung zu reduzieren, wurden alternative Methoden entwickelt, wie zum Beispiel die asymmetrische Kryptographie, auch Public-Key-Verschlüsselung genannt. Im Gegensatz zur symmetrischen Kryptografie kommen stets zwei einander ergänzende Schlüssel zum Einsatz, das heißt „Ein mit einem der beiden Schlüssel erzeugter Geheimtext kann nur mit dem jeweils anderen Schlüssel entschlüsselt werden und umgekehrt.“<sup>34</sup> Kryptowährungen, wie z.B. Bitcoin und Ethereum, bevorzugen für die Abwicklung das asymmetrische Verschlüsselungsverfahren, um Sicherheit und Integrität der Transaktionen zu gewährleisten. Durch den Einsatz eines Algorithmus generiert das System für den Teilnehmer ein Schlüsselpaar, welches aus einem zufällig generierten privaten Schlüssel und dem zugehörigen öffentlichen

<sup>30</sup> Vgl. Cryptopolitan, Symmetrische vs. asymmetrische Verschlüsselung.

<sup>31</sup> Vgl. Phemex, a.a.O.

<sup>32</sup> Vgl. Giese; Preuss; Kops; Wagenknecht; De Boer (Hrsg.), a.a.O., S. 44 ff.

<sup>33</sup> Abbildung übernommen von: Drescher (Hrsg.), a.a.O., S. 114.

<sup>34</sup> Vgl. Drescher (Hrsg.), a.a.O., S. 114.



Schlüssel besteht. Dabei ist es wichtig, dass diese Berechnungen nur in eine Richtung funktionieren. Für den Teilnehmer ist es jederzeit möglich, aus dem privaten Schlüssel einen öffentlichen Schlüssel abzuleiten, aber nicht umgekehrt. Um dies zu gewährleisten, werden besondere mathematische Funktionen verwendet, welche auch als sogenannte Einwegfunktionen bezeichnet werden.<sup>35</sup> Das sogenannte „RSA“-Kryptoverfahren ist dabei das bekannteste asymmetrische Verschlüsselungsverfahren. Es basiert darauf, dass man die Berechnungen mit Ausgangsvariablen schnell durchführen, aber das Ergebnis unmöglich, oder nur sehr schwer, wieder in seine Ausgangsvariablen auflösen kann. Dies wird durch die Multiplikation von Primzahlen realisiert, bei denen es zwar einfach ist, sie zu multiplizieren, sich die Zerlegung von großen Zahlen in ihre Primfaktoren aber als sehr schwierig und aufwändig erweist.<sup>36</sup> Besonders der private Schlüssel ist eine wichtige Instanz in der Blockchain, da jeder Datensatz im Netzwerk, mit der Hilfe des privaten Schlüssels signiert werden muss, um diesen an einen Empfänger im Netzwerk zu senden. Nachrichten und Informationen werden digital signiert, wobei der private Schlüssel wie ein Passwort oder eine persönliche PIN geheim zu halten ist. Der öffentliche Schlüssel wird hingegen frei für alle Kommunikationspartner veröffentlicht und ermöglicht, eine Nachricht zu verschlüsseln, aber nicht, diese zu entschlüsseln. Der gesendete Datensatz wird mit der digitalen Signatur in der Blockchain gespeichert und von anderen Netzwerkknoten, wie z.B. dem Empfänger, überprüft. Dieser kann dann mithilfe des öffentlichen Schlüssels die Signatur verifizieren.<sup>37</sup> Durch die Signierung kann nachgewiesen werden, dass „eine Transaktion wirklich von dem echten Besitzer der jeweiligen Kryptowährung kommt“, denn die digitale Signatur kann eindeutig zurückverfolgt werden.<sup>38</sup> In der Folge kann sich der Empfänger sicher sein, dass die Daten vom Sender kommen, wenn er sie mit dem öffentlichen Schlüssel des Senders entschlüsseln kann. Digitale Signaturen stellen also die Authentizität von Datensätzen sicher.<sup>39</sup> Manipulation wird weitestgehend ausgeschlossen, da ein Angreifer nach einer potentiellen Entschlüsselung von Informationen oder Transaktionen diese, ohne die Signatur, nicht wieder verschlüsseln kann. Somit hat sich dieses Verfahren als ein sehr wirksames Mittel im Finanzwesen erwiesen, um die Sicherheit bei der Abwicklung von Transaktionen mit Kryptowährungen zu gewährleisten.<sup>40</sup> Ein weiterer Vorteil gegenüber der symmetrischen Verschlüsselung liegt darin, dass kein sicherer Kanal zum Austausch des Schlüssels notwendig ist, da es zwei verschiedene Schlüssel gibt. Auf der anderen Seite ist das Verfahren wesentlich komplexer und erfordert ein höheres Maß an technischem

---

<sup>35</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 25 ff., 68 ff.

<sup>36</sup> Vgl. Giese; Preuss; Kops; Wagenknecht; De Boer (Hrsg.), a.a.O., S. 47 f.

<sup>37</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 25 ff., 68 ff.

<sup>38</sup> Ebd. S. 70.

<sup>39</sup> Vgl. Giese; Preuss; Kops; Wagenknecht; De Boer (Hrsg.), a.a.O., S. 47 f.

<sup>40</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 70.

Fachwissen, was als Nachteil zu benennen ist.<sup>41</sup> In der folgenden Abbildung 5 wird eine vereinfachte Funktionsweise dargestellt:

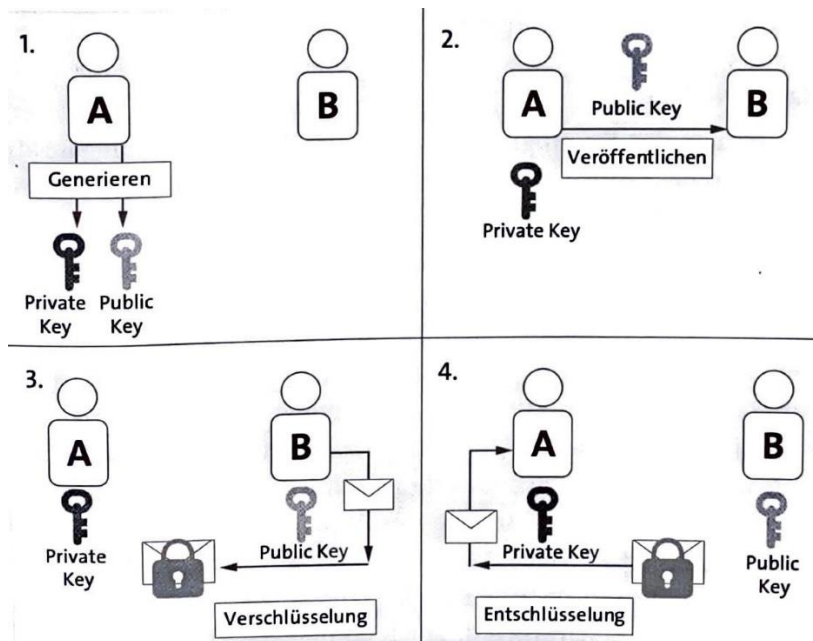


Abb. 5: Funktionsweise eines asymmetrischen Kryptosystems<sup>42</sup>

### 2.2.1.3 kryptografische Hashfunktionen

Schlussendlich wird noch auf die Bedeutung von kryptografischen Hashfunktionen in der Blockchain eingegangen. Dabei handelt es sich auch um einen hochsicheren Verschlüsselungstyp, welcher keine Schlüssel verwendet. Beim sogenannten Hashing wird ein Algorithmus verwendet, bei der die Hashfunktion eine willkürliche Menge an Daten als Eingabeparameter nimmt und diese Menge dann in eine Zeichenkette mit fester Größe transformiert, dem sogenannten Hash-Wert.<sup>43</sup> Die Länge hängt von der verwendeten Hashfunktion ab.<sup>44</sup> Hierzu gibt es eine Vielzahl von Optionen, die für die Verwendung zur Verfügung stehen, wobei nur einige von ihnen als sicher genug für kryptografische Zwecke gelten. Von anerkannten kryptografischen Institutionen, wie z.B. dem genannten National Institute of Standards and Technology (NIST), werden Empfehlungen ausgesprochen oder auch Vorgaben gemacht. Zwei nennenswerte Beispiele wären hier zum einen die SHA-256-Funktion, welche von Bitcoin genutzt wird, und die KECCAK-256, auf welcher die Hash-Verschlüsselung von Ethereum basiert. Beide Funktionen erzeugen aus einem beliebigen Eingabeparameter eine 256-Bit (Stellen) lange Zeichenkette, welche dann eindeutig für diese Eingabe steht.<sup>45</sup> Hashfunktionen haben die Eigenschaft,

<sup>41</sup> Vgl. Cryptopolitan, a.a.O.

<sup>42</sup> Abbildung übernommen von: Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 69.

<sup>43</sup> Vgl. Phemex, a.a.O.

<sup>44</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 70.

<sup>45</sup> Vgl. Phemex, a.a.O.

dass sie deterministisch sind. Das heißt, dass für jeden bestimmten Eingabewert immer der gleiche Hash-Wert als Ausgabe erzeugt wird und jede Veränderung im Umkehrschluss zu einem veränderten Hash-Wert führt. Dieses Vorgehen ist für die eindeutige Identifizierung von Daten von großem Nutzen. Wenn zwei zu verschlüsselnde Eingabewerte identisch sind, so wird in der Folge auch der zugehörige Hash-Wert identisch sein.<sup>46</sup> Eine weitere Besonderheit von kryptografischen Hashfunktionen ist, dass diese kollisionsresistent sind. Es ist fast unmöglich, zwei oder mehr unterschiedliche Eingabewerte zu finden, aus denen der gleiche Hashwert als Ausgabe erzeugt wird. Passiert dies doch, tritt eine Hashkollision ein.<sup>47</sup> Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Hashing von verschiedenen Daten, welche in einem Block enthalten sind, zu der Entstehung eines Hashwertes führt, der anschließend in der Blockchain gespeichert wird. Den Netzwerkteilnehmern wird so ermöglicht, die Integrität der Daten zu prüfen und festzustellen, ob diese nachträglich geändert bzw. manipuliert wurden. Aufgrund der Eigenschaft, dass die Berechnungen von kryptografischen Hashfunktionen nur in eine Richtung möglich sind, wird der Hashing-Algorithmus auch beim Blockchain-Mining genutzt. Dies ist vor allem in Proof-of-Work Netzwerken der Fall.

### **2.2.2 Konsensmechanismen**

In verteilten Systemen, welche auf mehreren Computern oder Prozessoren laufen, können unabsichtlich oder absichtlich Fehler durch einzelne Komponenten entstehen. Bei der auftretenden fehlerhaften Kommunikation spricht man auch von „byzantinischen Fehlern“. Herauszufinden, welche Verhaltensweisen oder Aktionen richtig oder falsch sind und welche Knotenpunkte im Netzwerk Fehler hervorrufen, stellen eine besondere Herausforderung dar.<sup>48</sup> Damit das Netzwerk, das aus den Teilnehmern und gegebenenfalls beteiligten Entitäten besteht, ordnungsgemäß und effektiv arbeiten kann, ist es entscheidend, dass eine Einigung erzielt wird, was als Wahrheit gilt und welche Komponenten Fehler verursachen. Man spricht hierbei von einer Konsensfindung, bei der die Teilnehmer sich untereinander auf einen korrekten Zustand einigen. Das Verfahren kann mit Hilfe verschiedener Mechanismen durchgeführt werden und genießt in der Blockchain-Technologie eine große Bedeutung. Das grundlegende Ziel besteht darin, dass die Teilnehmer des Netzwerks auf einer gemeinsamen Grundlage arbeiten und dass Fehler oder Abweichungen schnellstmöglich erkannt und behoben werden.<sup>49</sup> Darüber hinaus möchte man eine Übereinkunft erzielen, wie neue Blöcke in der Blockchain entstehen und diese dann an bisherige Blöcke angefügt werden können.<sup>50</sup> Zur Gewährleistung der

---

<sup>46</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 70 f.

<sup>47</sup> Vgl. Drescher (Hrsg.), a.a.O., S. 91.

<sup>48</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 144.

<sup>49</sup> Ebd.

<sup>50</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen. S. 11.

Sicherheit und Integrität im Netzwerk erfordern alle Konsensmechanismen, dass der Hersteller eines neuen Blocks einen Beweis (Engl.: Proof) erbringt, dass eine herausfordernde Aufgabe erfüllt wurde. Die Erstellung eines Blocks ist kostenintensiv, weshalb der Ersteller ein Interesse daran hat, dass der Block nicht abgelehnt wird und dafür gegebenenfalls auch manipulieren würde. Der oben erwähnte Proof hat somit den Zweck, sicherzustellen, dass es für einen Angreifer (Ersteller eines Blocks) schwierig und kostspielig ist, eine Änderung an der Blockchain vorzunehmen, um somit einen möglichen Betrug zu verhindern.<sup>51</sup> Schlussfolgernd wird durch die Erbringung eines solchen Beweises eine gewisse Wertigkeit im Netzwerk geschaffen und der Ersteller des Blocks kann als vertrauenswürdig angesehen werden, um neue Transaktionen in die Blockchain aufzunehmen. Jedes Konsensmodell hat Vor- und Nachteile und die Wahl eines geeigneten Modells hängt von den spezifischen Anforderungen und Zielen des Netzwerkes ab.<sup>52</sup> Im Folgenden werden die drei bedeutsamsten und am häufigsten diskutierten Konsensmodelle, bezogen auf die unterschiedlichen Blockchain-Arten, vorgestellt.

### **2.2.2.1 Proof-of-Work (PoW)**

Der Proof-of-Work Mechanismus stellt die weitverbreitetste und aktuell noch gängigste Methode zur Konsensfindung dar und ist gleichzeitig auch die älteste Verfahrensweise. Die bekanntesten Nutzer dieses Mechanismus sind die Bitcoin-Blockchain und Ethereum-Blockchain, welche derzeit die größten Kryptowährungen sind.<sup>53</sup> Beim PoW konkurrieren die einzelnen Nodes, auch "Miner" genannt, miteinander, um neue bzw. weitere Blöcke in die Blockchain aufnehmen zu können. Dabei muss jeder Miner eine rechenintensive mathematische Aufgabe lösen, deren Schwierigkeitsgrad dynamisch angepasst wird. So wird sichergestellt, dass neue Datensätze zukünftig mit einer gewissen Geschwindigkeit integriert werden können. Die Lösung des sogenannten „kryptographischen Rätsels“ ist der Hash-Wert, der es den Nodes ermöglicht, einen neuen Block zu erstellen und diesen der Blockchain hinzuzufügen.<sup>54</sup> Der Hash-Wert sind dabei „Algorithmen, die eine Zeichenfolge von beliebiger Länge in eine Zeichenfolge fixer Länge umwandeln“.<sup>55</sup> Diese können wie eine kryptografische Prüfsumme angesehen werden, die aus einer beliebigen Eingabe generiert wird.

Nach der Bundesnetzagentur ergibt sich der Hash-Wert grundlegend aus den folgenden Parametern: „dem bekannten Hash-Wert des vorherigen Blocks; den vom Netzwerk noch unbestätigten Transaktionen, aus denen ein Miner einen neuen Block bilden

---

<sup>51</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 145.

<sup>52</sup> Ebd.

<sup>53</sup> Ebd.

<sup>54</sup> Vgl. Prof. Norbert Pohlmann (Hrsg.), Blockchain Technologie.

<sup>55</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen. S. 8.

möchte; einem Zeitstempel des neu zu bildenden Blocks; sowie einer unbekanntenen Variablen, der sogenannten nonce (Abkürzung für "number used only once").<sup>56</sup>

Bei der Nonce handelt es sich in diesem Zusammenhang um die zuvor bereits genannte Zeichenfolge bzw. Zahlen- und Buchstabenkombination, welche verwendet wird, um den Hash-Wert zu ermitteln. Sie ist einmalig und wird geändert, sobald ein Miner versucht, einen gültigen Block in der Blockchain zu finden.<sup>57</sup> Der Schwierigkeitsgrad des Rätsels ist so angepasst, dass es eine bestimmte Intensität an Rechenleistung und Zeit erfordert, um den Hash-Wert zu berechnen. Dabei muss der einzelne Node viele mögliche Nonces rechenintensiv ausprobieren. Grundsätzlich gilt: „Je mehr Rechenarbeit ein Node aufwendet, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass er Blöcke generiert.“<sup>58</sup> Der Miner, welcher dieses mathematische Problem zuerst erfolgreich löst, erhält in der Folge das Recht, den nächsten Block an die Blockchain anzuhängen. Somit kann er eine Belohnung in Form von Kryptowährungen oder auch Transaktionsgebühren erhalten.<sup>59</sup> Die Teilnehmer des Netzwerkes können den neuen Block übernehmen und ihre Arbeit darauf aufbauen, wodurch dem Grundgedanken des Konsensmechanismus Rechnung getragen wird.<sup>60</sup> Abschließend lässt sich zum PoW-Verfahren sagen, dass es grundsätzlich für eine manipulationssichere Blockchain sorgt und am besten in der Blockchain-Technologie integriert ist. Vor allem die hohe Datenintegrität innerhalb des Netzwerkes, welche sich aus der Verkettung der Blöcke mittels Hash-Werten ergibt, kann als Vorteil herangezogen werden, da folglich jeder neu erzeugte Block den Hash-Wert des vorherigen enthält und somit von diesem bestätigt werden muss. Somit werden sowohl Vertrauen als auch Integrität gefördert und Manipulationsversuche vermindert.<sup>61</sup> Allerdings bringt der Algorithmus des Proof-of-Work auch Nachteile mit sich, wobei der enorme Energieverbrauch durch die hohe Rechenleistung ein wesentlicher Faktor ist. So lag im Jahr 2020 der Energieverbrauch durch die Bitcoin-Technologie laut dem sogenannten "Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index" bei 115 Terrawattstunden (TWh), was etwa dem jährlichen Strombedarf eines Landes wie Pakistan entspricht.<sup>62</sup> Darüber hinaus ist die Transaktionsgeschwindigkeit im Verarbeitungsprozess, aufgrund der Komplexität des mathematischen Rätsels langsam. Im Vergleich verarbeitet das VISA-Netzwerk, als ein Beispiel für ein zentralisiertes System, ungefähr 1.700 Transaktionen pro Sekunde, während beim Bitcoin bisher maximal 7 Transaktionen in einer Sekunde

---

<sup>56</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen, S. 11.

<sup>57</sup> Ebd.

<sup>58</sup> Vgl. Bitcoin2Go, Was ist Proof of Work (PoW)? - Definition und Grundlagen.

<sup>59</sup> Vgl. Prof. Norbert Pohlmann (Hrsg.), Konsensfindungsverfahren bei der Blockchain.

<sup>60</sup> Vgl. Bitcoin2Go, Was ist Proof of Work (PoW)? - Definition und Grundlagen.

<sup>61</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), Chancen und Herausforderungen von DLT (Blockchain) in Mobilität und Logistik, S. 32 f.

<sup>62</sup> Vgl. Prof. Norbert Pohlmann (Hrsg.), Konsensfindungsverfahren bei der Blockchain.

realisiert werden.<sup>63</sup> Aufgrund dieser Nachteile setzen mittlerweile vor allem viele moderne Blockchain-Systeme auf andere Konsensmechanismen.

### 2.2.2.2 Proof-of-Stake (PoS)

Als eine Alternative zum Proof-of-Work hat sich vor allem der Proof-of-Stake etabliert. Dieser wird von vielen Blockchain-Systemen als der bevorzugte Konsensmechanismus gesehen, denn im Gegensatz zum PoW basiert er auf dem Einsatz von sogenannten Coins, wodurch schnellere Transaktionsgeschwindigkeiten und Energieeinsparungen ermöglicht werden. Die Konsensfindung im Netzwerk stellt auch hier den Zweck der PoS dar. Grundlegend besteht der Algorithmus aus verschiedenen Regeln und soll die Einhaltung dieser im Netzwerk sowie die Erzeugung des nativen Coins sicherstellen.<sup>64</sup> Außerdem werden die Blöcke des Netzwerkes hier nicht gemined sondern „geforged“ und die Miner werden dementsprechend als Forger oder Validatoren bezeichnet.<sup>65</sup> Diese qualifizieren sich im Netzwerk nicht durch teure Hardware, sondern indem sie im Vergleich zu anderen beispielsweise einen größeren Anteil der Kryptowährungen (also Coins) der Blockchain vorhalten. Dieser Anteil wird im Englischen als Stake bezeichnet. Das Recht zur Validierung der Blöcke ist dabei nicht wie beim PoW an die Rechenleistung, sondern an den Besitz von Stake geknüpft. Die Größe kann für den Teilnehmer die Wahrscheinlichkeit zur Erstellung eines Blockes erhöhen, dies ist jedoch von der speziellen Anwendung des PoS im Netzwerk abhängig.<sup>66</sup> Grundsätzlich gilt „Je größer das bereits investierte Vermögen eines Blockchain-Mitglieds in die Blockchain ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, vom Algorithmus für die nächste Blockbildung ausgewählt zu werden.“<sup>67</sup> Die erwähnten Mitglieder sind für die Überprüfung von Transaktionen des Netzwerkes und die korrekte Bildung neuer Blöcke verantwortlich, wobei sie die Rolle des Validatoren einnehmen. Wenn ein Mitglied eine Transaktion verifiziert, welche sich im Nachhinein als fehlerhaft herausstellt und er somit seine Rolle nicht korrekt ausgeführt hat, kann er einen Anteil seiner Kryptowährung verlieren, da eine Fehlvalidierung dem System als Ganzes schadet. Somit haftet er mit seinem eingesetzten Vermögen für die Korrektheit der Blockbildung.<sup>68</sup> Mit Hilfe von Stake verdeutlichen die Validatoren dem Netzwerk auch, dass sie ein persönliches und finanzielles Interesse daran haben, das Netzwerk sicher und stabil zu halten, um den Wert ihrer Einlagen zu schützen. Mit einer größeren Menge an Kryptowährungen wächst das Interesse an der Sicherheit des Netzwerkes, denn z.B. Angriffe auf das Netzwerk, der Zusammenbruch dessen, aber auch

---

<sup>63</sup> Vgl. Bitpanda, Konsens-Algorithmen: Proof of Work.

<sup>64</sup> Ebd.

<sup>65</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 145.

<sup>66</sup> Ebd.

<sup>67</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen, S. 13.

<sup>68</sup> Ebd.

Verluste von einzelnen Transaktionen könnten im Umkehrschluss zu einem Wertverlust der Kryptowährungen führen.<sup>69</sup>

Im Gegensatz zum Mining beim PoW erhalten die Validatoren keine festgelegte Belohnung, wie z.B. einen Block Reward (also Anteile an der Kryptowährung), sondern ausschließlich die im Block enthaltenen Transaktionsgebühren, wodurch Blockchains ihre Coins im Regelfall vorab erschaffen oder erst nach einer PoW-Phase auf PoS umstellen, um trotzdem Belohnungen für die Validierung zu erhalten.<sup>70</sup> An dieser Stelle wird näher auf die Vor- und Nachteile des PoS-Algorithmus eingegangen und auch Argumente der Handelsplattform Bitpanda einbezogen. Auf der einen Seite setzt der PoS im Vergleich zum PoW von vornherein eine gewisse Vertrauenswürdigkeit der Netzwerkteilnehmer voraus, da die ausgewählten Validatoren bereits Kryptowährungen, also Stake, des jeweiligen Netzwerkes besitzen und somit ihr Interesse am Netzwerk beweisen sollen. Dadurch kann das Lösen des kryptografischen Rätsels und somit die Blockbildung wesentlich schneller und ressourcenschonender vollzogen werden.<sup>71</sup> Des Weiteren sind ein hohes Maß an Rechenleistung und spezialisierten Geräten nicht mehr für den Validierungsprozess erforderlich, da sich jeder, der eine gewisse Menge an Stake hält, zum Validator im Netzwerk entwickeln kann. Somit werden Einstiegshürden des Validierungsprozesses im Vergleich zum PoW erheblich gesenkt und es macht das Netzwerk zugänglicher und attraktiver für eine breite Nutzerschaft, was wiederum eine schnellere Vergrößerung des Netzwerkes mit sich bringt. Der Prozess wird darüber hinaus auch wirtschaftlich und ökologisch nachhaltiger, da er weniger Rechenleistung für die Aufrechterhaltung der Blockchain benötigt.<sup>72</sup>

Auch bei den PoS-Netzwerken sind Nachteile zu benennen. Zum einen wird durch das Voraussetzen von Vertrauen in die ausgewählten Validatoren im Umkehrschluss auf einen Teil der hohen Sicherheit verzichtet, welche das PoW-Verfahren als Vorreiter bietet. Außerdem liegt ein großer Nachteil des PoS darin, dass Nutzer „mit hoher Stake auch eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, einen Block zu erschaffen“.<sup>73</sup> Somit können sie mehr Transaktionsgebühren erhalten. Vermögende Nutzer werden vom Netzwerk bevorzugt, da diese einen immer größeren Stake anhäufen können und somit zeitgleich mehr Stimmen im Konsensprozess erhalten. Diese Bevorzugung kann im Laufe der Zeit zu einer „Monopolbildung“ und zum Verlust der Dezentralisierung führen.<sup>74</sup> PoS-Netzwerke haben bereits Lösungen für dieses Problem gefunden. Beispielsweise die Blockchain „Cardano“ hat ein Tool für den Validierungsprozess implementiert, bei dem die

---

<sup>69</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 145.

<sup>70</sup> Ebd.

<sup>71</sup> Ebd.

<sup>72</sup> Vgl. Bitpanda, Konsens-Algorithmen: Proof of Stake.

<sup>73</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 146.

<sup>74</sup> Ebd.

Auswahl der Blockerzeuger nicht mehr nur auf der reinen Größe der Stake basiert, sondern nach dem Zufallsprinzip ausgewählt wird. Aktuell verwenden mehr als 400 verschiedene Kryptowährungen den PoS Konsens-Algorithmus. Einige der bekanntesten sind neben Cardano, Solana, Polkadot und Avalanche.<sup>75</sup>

### 2.2.2.3 Proof-of-Authority (PoA)

Zuletzt wird in diesem Kapitel noch auf ein optimiertes PoS-Modell eingehen, dem Proof-of-Authority. Dieses ist bei der Nutzung von privaten oder konsortialen Blockchains ein sehr verbreiteter Konsensmechanismus. Im Gegensatz zu den bekannteren PoW und PoS werden die Validatoren, hier „Authorities“ genannt, nicht durch das Lösen eines mathematischen Rätsels oder dem Besitz eines Stakes zur Validierung von Transaktionen ausgewählt, sondern im Regelfall vor der Inbetriebnahme der Blockchain von den Betreibern des Systems zentral, also identitätsbasiert, festgelegt.<sup>76</sup> Für die Teilnahme als „Authorities“ in einem PoA-Netzwerk sind die formale Identifikation mit einer zuverlässigen öffentlichen Datenbank und der Nachweis von bestimmten, notwendigen Kriterien bedeutend. Durch die Identifikation des Nutzers soll sichergestellt werden, dass dessen Identität überprüfbar und vertrauenswürdig ist, um Korruption, böswilliges Verhalten und andere negative Einflüsse zu vermeiden. Durch den Nachweis von Kriterien, wie der Reputation oder Verbindung des Einzelnen zum Unternehmen, sollen die Nutzer ihre Eignung für das Netzwerk und der Validierung unter Beweis stellen.<sup>77</sup> Zum Einsatz kommt der PoA-Algorithmus z.B. im Azure-Netzwerk von Microsoft, wo den Entwicklern eine schnellere und kosteneffizientere Entwicklung und Bereitstellung von Anwendungen auf der gleichnamigen (Azure-)Plattform ermöglicht wird.<sup>78</sup> Der entscheidende Unterschied zu den anderen Mechanismen liegt darin, dass weder die vorhandene Rechenleistung (PoW) noch Vermögenswerte (PoS) über die Validierung der Blöcke und der Autorität der Validatoren entscheiden, sondern die Reputation.<sup>79</sup> Wie auch zuvor haben die bestimmten Autoritäten die Aufgabe, in dem Netzwerk die Überwachung der Einhaltung der Konsensregeln zu übernehmen und sie erhalten mit ihrer Rolle das Recht, neue Blöcke zu bilden. Diese bedürfen noch einer Signatur von den anderen Authorities, bevor sie anschließend permanent zur Blockchain hinzugefügt werden können.<sup>80</sup> Auch bei den PoA existieren Ausschüttungen von Transaktionsgebühren oder Belohnungen, wodurch der finanzielle Anreiz für eine ordentliche und zuverlässige Aufgabenwahrnehmung gegeben ist. Darüber hinaus spielt auch der Ruf des Authorities im Netzwerk eine wichtige Rolle. Durch die formelle Identifizierung und die Abgabe eines Eignungsnachweises ist

---

<sup>75</sup> Vgl. Bitpanda, Konsens-Algorithmen: Proof of Stake.

<sup>76</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 149.

<sup>77</sup> Vgl. Bitcoin2Go, Proof-of-Authority.

<sup>78</sup> Vgl. Blockchainwelt, Proof-of-Authority – Eine Alternative zum Proof-of-Stake?

<sup>79</sup> Ebd.

<sup>80</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 149 f.



er im Netzwerk bekannt und die Rolle ist transparent, wodurch alle Aktivitäten für alle nachvollziehbar sind. Somit können andere Autoritäten die Vertrauenswürdigkeit und Seriosität des Einzelnen wesentlich effektiver beurteilen und für die Sicherheit des Netzwerkes sorgen, da Regelverstöße und Angriffe schneller erkannt und entfernt werden können.<sup>81</sup> Neben den genannten Vorteilen gibt es auch hier Nachteile. Durch den Betreiber des Systems, der die Authorities zentral festlegt, gibt es nun wieder eine zentralisierte Autorität, wodurch dieser Konsensmechanismus in der Folge die Dezentralisierung des Netzwerkes verringert und „die Vorteile somit den Kompromiss eines sehr zentralisierten Netzwerkes einhergehen“.<sup>82</sup> Darüber hinaus baut das System des PoA darauf auf, dass die Nutzer und Authorities ein starkes Interesse an der Wahrung ihres Ansehens im Netzwerk haben. Während dies für die Mehrheit durchaus zutrifft, kann in einem Netzwerk jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass es auch einflussreiche Personen gibt, für welche der Schutz ihrer Reputation nicht so eine große Priorität hat und sie unter Umständen durch äußere Anreize, wie z.B. Bestechung, beeinflussbar sind. Das Risiko von Manipulation und Einflussnahme durch externe Faktoren kann dabei insbesondere in kleinen Authorities-Gruppen erhöht sein.<sup>83</sup>

### 2.2.3 Typen von Blockchain-Systemen

Wie bereits genannt, hat die Blockchain-Technologie in den letzten Jahren rasant an Bedeutung für Gesellschaft, Verwaltung und Unternehmen gewonnen und kommt in vielen verschiedenen Bereichen zum Einsatz. Es gibt verschiedene Arten von Blockchain-Technologien, die je nach Anwendungsfall unterschiedliche Funktionen aufweisen.

Die ursprüngliche Idee von Satoshi Nakamoto, Gründer von Bitcoin im Jahr 2008, war es, dass die angedachte Blockchain für jedermann zugänglich und somit einsehbar ist. Bei der Idee von Nakamoto handelt es sich um eine Public Blockchain, also eine öffentliche Blockchain.<sup>84</sup> Viele Unternehmen, die in den folgenden Jahren die Verwendung dieser BCT in Erwägung zogen, waren jedoch besorgt darüber, dass außenstehende Personen und Gruppen Zugriff auf ihr System erhalten. Dies ist nachvollziehbar, denn Unternehmen und auch Verwaltungen wollen und müssen selbstverständlich ihre Daten vor unbefugten Zugriffen schützen, gerade wenn es sich um sensible oder sehr vertrauliche Informationen handelt. Auf Grund dieser berechtigten Bedenken wurde in der Folge die Private Blockchain ins Leben gerufen.<sup>85</sup>

---

<sup>81</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 150.

<sup>82</sup> Ebd.

<sup>83</sup> Vgl. Blockchainwelt, Proof-of-Authority – Eine Alternative zum Proof-of-Stake?

<sup>84</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 45.

<sup>85</sup> Ebd.

### 2.2.3.1 Public-Blockchain

Betrachtet wird zunächst einmal der Typ der Public Blockchain. Diese sind in der Regel „permissionless“, d.h. jeder, der einen funktionierenden Zugang zum Internet hat, kann Teilnehmer der Blockchain sein. Man kann somit Teil des Netzwerkes werden und Blöcke verifizieren, ohne eine Genehmigung oder Identität nachweisen zu müssen. Als Teilnehmer können sie auf die Blockchain zugreifen und diese einsehen, sich an der Konsensbildung im Netzwerk beteiligen sowie valide Transaktionen senden oder sich allgemein an der Validierung dieser betätigen.<sup>86</sup> Ebenso können sie „entsprechend den vorgestellten Ideen die vorhandenen Dienste nutzen, neue Dienste anbieten oder sich als Miner betätigen.“<sup>87</sup> Hierbei wird der Grundgedanke einer vollständigen Dezentralisierung verkörpert, denn je mehr am Netzwerk teilnehmen, umso sicherer wird die Blockchain. Die große Verteilung innerhalb des Public-Netzwerks hat einen wichtigen Vorteil in Bezug auf den Schutz vor Willkür seitens der Entwickler, denn die vielen Netzwerkteilnehmer entscheiden gemeinsam über die Zukunft des Systems. Wenn ein Entwickler eine Änderung am Quellcode vorschlägt, müssen alle Teilnehmer im Netzwerk gemeinsam entscheiden, ob sie diese Änderung akzeptieren oder ablehnen.<sup>88</sup> Die Kontrolle liegt also komplett bei der Gemeinschaft und nicht bei einer zentralen Autorität, was den Schutz vor Einflussnahme und Willkür von Entwicklern oder Interessengruppen ermöglicht und zu einer demokratischen und offenen Entwicklung des Netzwerkes beiträgt. Nachteilig ist, dass geplante Änderungen an der Blockchain-Architektur nur mit einem hohen Aufwand realisiert werden können, denn es müssen vorab alle umfassend informiert und überzeugt werden. Dies nimmt Ressourcen und vor allem Zeit in Anspruch, gerade wenn Differenzen über die beste Lösung bzw. die Notwendigkeit einer Änderung bestehen.<sup>89</sup> Permissionless Blockchains basieren in der Regel auf dem PoW-Mechanismus, was die sehr hohe Sicherheit innerhalb eines Netzwerkes nochmal verdeutlicht. Aber die bereits genannten Nachteile wie der hohe Energieverbrauch und die niedrige Transformationsgeschwindigkeit sind nicht zu vernachlässigen. Um langfristig eine sichere und zuverlässige Aufrechterhaltung des Netzwerkes zu gewährleisten, setzen viele Blockchains einen Anreizmechanismus ein, bei dem digitale Währungen wie Bitcoin oder die Währung Ether (bei Ethereum) verwendet werden, um neue Blöcke zu bilden.<sup>90</sup> Public-Blockchains kommen für viele Anwendungsbereiche in Frage, wie z.B. auch die Integration von Gesundheitsdaten, Zeugnissen, Energieleistungen oder Immobilienwerten.<sup>91</sup>

---

<sup>86</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 45.

<sup>87</sup> Vgl. Kompetenzzentrum Öffentliche IT (Hrsg.), Mythos Blockchain: Herausforderung für den öffentlichen Sektor, S. 15.

<sup>88</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 45.

<sup>89</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen, S. 13 f.

<sup>90</sup> Ebd.

<sup>91</sup> Vgl. Sassi (Hrsg.), Welche Blockchain für welchen Einsatz?

### 2.2.3.2 Private Blockchain

Diese stellt das komplette Gegenteil der öffentlichen Variante dar, denn sie ist „Permissioned“, also genehmigungspflichtig, d.h. die Blockchain ist durch festgelegte Kriterien nur für berechtigte Teilnehmer zugänglich, ähnlich dem Intranet in der öffentlichen Verwaltung.<sup>92</sup> Die anhand von festgelegten Kriterien zugelassenen Teilnehmer müssen von einer zentralen Instanz aufgenommen werden, die den Zugang zum Netzwerk reguliert. Anschließend benötigen sie von dieser Entität die Genehmigung Transaktionen zu senden, die Blockchain einzusehen oder die Erlaubnis am Konsens teilzunehmen. Im Grunde gehört die Blockchain einer bestimmten Entität, wie eben z.B. einem Staat, einer Verwaltung oder einem Privatunternehmen.<sup>93</sup> Durch die Bekanntheit der einzelnen Teilnehmer und die hohe Effizienz der Privat Permissioned Blockchain, müssen diese, im Gegensatz zu Public Blockchains, nicht auf eine starke Rechenleistung zurückgreifen, um einen gemeinsamen Konsens zu erreichen.<sup>94</sup> Stattdessen kommen bei den Private Blockchains Algorithmen, in Form von Konsensmechanismen, zum Einsatz, um eine sichere und effiziente Konsensfindung zu gewährleisten. Das Prinzip der Private Blockchains geht davon aus, dass die Vertrauenswürdigkeit der einzelnen Teilnehmer grundsätzlich gegeben ist, wodurch diese Mechanismen „deutlich weniger komplex sind“ als diejenigen, die in den Public Blockchains verwendet werden und „damit wesentlich schneller und energieschonender“ angewendet werden können.<sup>95</sup>

Mit Hilfe dieser Art der Blockchain können die darin enthaltenen Daten und Informationen vor unerlaubten bzw. nicht gewollten Zugriffen geschützt werden, wodurch im Umkehrschluss Geschäftsgeheimnisse bewahrt oder auch datenschutzrechtliche Kriterien erfüllt werden können.<sup>96</sup> Im Vergleich zu Public Blockchains bieten diese eine deutlich höhere Flexibilität, denn Änderungen an den Regeln und Vorschriften der Blockchain können durch die zentrale Entität einfacher und schneller umgesetzt werden, da diese Entscheidungen zentral getroffen werden können und keiner Abstimmung zur Konsensfindung bedürfen. Aufgrund der geringen Dezentralität dieser Art, ist sie also schlussfolgernd in den Bereichen der Skalierbarkeit und Leistungsfähigkeit von Vorteil, denn durch die schnelle Bestätigung können folglich Tausende Transaktionen schnell und günstig abgewickelt werden, wodurch das System stetig weiterwächst.<sup>97</sup> Es gibt viele Eigenschaften, die Private von Public Blockchains unterscheiden, jedoch werden an dieser Stelle nur die wichtigsten betrachtet. Zum einen handelt es sich nicht um eine

---

<sup>92</sup> Vgl. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (Hrsg.), a.a.O., S. 17 f.

<sup>93</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 45 f.

<sup>94</sup> Ebd. S. 47.

<sup>95</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen, S. 14.

<sup>96</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 46.

<sup>97</sup> Ebd. S. 46 f.

Kryptowährung denn die Netzwerke der Private Blockchain wurden für einen bestimmten Markt oder Branche erschaffen und sollen innerhalb dieser Netzwerke jedes einzelne Asset auszahlen und überweisen. Es ist außerdem wichtig, dass die Übertragung von Daten direkt zwischen den Teilnehmern erfolgt, um sicherzustellen, dass das Prinzip der Dezentralisierung und des direkten Austauschs (Peer-to-Peer Prinzip aus Kapitel 2.1.1) eingehalten wird, was wiederum bedeutet, dass die Transaktionen ohne die Beteiligung von Dritten, wie Banken oder Zahlungsdienstleistern, abgewickelt werden sollen.<sup>98</sup>

Die Verwendung von privaten Blockchains mit einem Konsensalgorithmus ist in zahlreichen Branchen zunehmend gefragt, denn sie „sind gut einsetzbar bei unternehmensinternen Prozessen, welche ausgerichtet sind auf einen hohen Durchlauf an Daten, aber auch bei Anwendungen, die ein hohes Maß an Vertrauen voraussetzen, was durch die Private Blockchain gewährleistet werden kann.“<sup>99</sup> Gerade die Zahlungsbranche ist ein nennenswertes Beispiel für einen Sektor, bei der die Technologie immer mehr an Bedeutung gewinnt. Betroffene Unternehmen können z.B. RippleNet von Ripple Labs Inc. (Gründung 2012) in Betracht ziehen, um ihre Geschäftsprozesse zu optimieren. Dies ist ein globales Zahlungsnetzwerk von institutionellen Zahlungsanbietern, also Banken und Geldleistungsunternehmen, welches den Institutionen ermöglicht, schnell und kostengünstig Transaktionen durchzuführen, um somit die Abläufe beim globalen Geldtransfer zu optimieren und reibungsloser zu gestalten.<sup>100</sup> Ein wichtiger Vorteil von Ripple liegt darin, dass es währungsunabhängig agiert. Der Token XRP, der im Ripple-Netzwerk verwendet wird, kann also in jede beliebige Währung getauscht werden. Diese Flexibilität ermöglicht es Geldinstituten, ihre Kosten für grenzüberschreitende Transaktionen deutlich zu reduzieren, da sie folglich keine Fremdwährungen mehr halten müssen.<sup>101</sup>

### **2.2.3.3 Konsortiale Blockchain**

Bei der zuletzt betrachteten Art von Blockchains handelt es sich um eine Hybridlösung von Public und Private Blockchains, den sogenannten konsortialen Blockchains. Im Englischen werden sie als „shared permission“ Blockchains bezeichnet, was den Charakter einer gemeinsam geteilten Befugnis verdeutlicht.<sup>102</sup> Das Netzwerk wird hier durch die Zusammenarbeit und Entscheidungsfindung mehrerer Parteien betrieben, wodurch sich das Konzept wieder mehr der Dezentralisierung widmet. Somit ist hier, im Vergleich zu den Private Blockchains, nicht nur eine zentrale Instanz für die Sicherstellung der Zugriffsrechte und Pflege des Netzwerkes verantwortlich, sondern eine Gruppe, auch

---

<sup>98</sup> Vgl. Giese; Preuss; Kops; Wagenknecht; De Boer (Hrsg.), Die Blockchain Bibel, S. 30 f.

<sup>99</sup> Vgl. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (Hrsg.), a.a.O., S. 20.

<sup>100</sup> Vgl. Cointelegraph, Was ist Ripple? Alles, was Sie wissen müssen.

<sup>101</sup> Vgl. Blockchainwelt, RippleNet Netzwerk von Ripple – Erklärung, News und Übersicht.

<sup>102</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen, S. 14.

Konsortium oder Föderation genannt.<sup>103</sup> Konsortiale Blockchain-Netzwerke werden besonders in Branchen bevorzugt, in denen mehrere Organisationen an gemeinsamen Zielen arbeiten und von gemeinsamer Verantwortung profitieren. Know-how und Ressourcen können gebündelt werden, um kostengünstiger und effizienter an der Entwicklung des Netzwerkes zu arbeiten. Ein Beispiel für ein solches, gemeinnütziges Blockchain-Konsortium ist das „Global Shipping Business Network“-Konsortium.<sup>104</sup> Das Hauptziel besteht darin, die „Schifffahrtsbranche zu digitalisieren und die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren der maritimen Industrie (z.B. Häfen, Reedereien und Lieferanten) zu verbessern.“<sup>105</sup> Zugang zu der Blockchain und somit die Möglichkeit zur Validierung der Blöcke haben nur zugelassene Teilnehmer, die der Zustimmung des ganzen Konsortiums bedürfen. Somit wird die Weiterentwicklung des Netzwerkes durch eine geprüfte Zulassung begrenzt. Dies kann sehr attraktiv sein, da eine Mehrheitsentscheidung des Konsortiums vorliegen muss und Fehlentscheidungen oder betrügerische Aktivitäten verhindert werden können.<sup>106</sup> Je nachdem, für welchen Zweck eine Blockchain dieser Art entwickelt wird, können verschiedene Konsensmechanismen in Betracht gezogen werden. Hier sind vor allem die Mechanismen PoA oder PoS präsent.<sup>107</sup>

#### **2.2.4 Chancen und Herausforderungen der Blockchain-Technologie**

Anhand der beschriebenen technischen Grundlagen wird deutlich, dass die Blockchain nicht nur zahlreiche Chancen mit sich bringt, sondern auch diverse Herausforderungen. In diesem Kapitel werden diese näher untersucht, um wichtige Aspekte für die folgende Betrachtung der Nachhaltigkeit herauszuarbeiten. Die Blockchain-Technologie ist im Vergleich zu anderen technischen Verfahren noch eine neue Innovation. Nach dem Gartner Hype Cycle (Stand Juli 2022) befindet sich die Blockchain-Technologie auch noch nicht am Ende ihrer Entwicklungsphase.<sup>108</sup> Es ist davon auszugehen, dass es in naher Zukunft zur stetigen Weiterentwicklung und Verbesserung kommt und sich damit neue Chancen ergeben. Des Weiteren wird versucht, diese mit der öffentlichen Verwaltung in Zusammenhang zu bringen. In diesem Kapitel wurden häufig eigene Überlegungen und Chancen abgeleitet, da wenig Literatur im Kontext mit der öffentlichen Verwaltung existiert.

##### **2.2.4.1 Chancen**

Die erste große Chance der Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung ist die Erhöhung der Transparenz. Dabei gibt es viele verschiedene Möglichkeiten, die zu

---

<sup>103</sup> Vgl. Blockchainwelt: Konsortiale Blockchains 2021 im Fokus.

<sup>104</sup> Vgl. Amazon Web Services, Was ist die Blockchain-Technologie?

<sup>105</sup> Ebd.

<sup>106</sup> Vgl. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (Hrsg.), a.a.O., S. 20 f.

<sup>107</sup> Ebd. S. 18.

<sup>108</sup> Vgl. Gartner, Hype Cycle for Blockchain and Web3, 2022.

mehr Offenheit und Klarheit beitragen. Mehrere Mitarbeiter benötigen häufig gleiche Informationen, um korrekte Entscheidungen treffen zu können. Durch die Möglichkeit der dezentralen Datenspeicherung könnten alle Beteiligten in Echtzeit auf die gleichen Informationen zugreifen und neue Informationen teilen, was entscheidend zur Verbesserung der Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Behörden oder Abteilungen beitragen kann. Aufbewahrungsfristen von Daten und Dokumenten spielen im öffentlichen Sektor eine große Rolle. Da Einträge in die Blockchain weder verändert noch gelöscht werden, könnte die Technologie die unveränderliche Speicherung von Daten garantieren und somit die Vertrauenswürdigkeit der Bürger in den Staat gewährleisten.<sup>109</sup> Zu diesem Argument sagt Herr Prax im Interview, dass das „hohe Vertrauen in die deutschen Behörden diesen Vorteil, zumindest derzeit, gering ausfallen lässt, während die sonstigen Vorteile eher im Bereich der grundlegenden Digitalisierung von Verwaltungsabläufen zu finden sind.“<sup>110</sup> Diese Aussage begründet er damit, dass wir „durch die Art und Verlässlichkeit des öffentlichen Dienstes in Deutschland nicht die Probleme mit Vertrauen in den Staat haben. Damit besteht zunächst ein hohes Vertrauen in die amtlichen Daten und Register. Diese sind etabliert und verlässlich. Daher ist der Druck, diese durch Alternativen zu ersetzen auch gesellschaftlich eher gering.“<sup>111</sup> Auch die Implementierung von Zugriffsrechten, mithilfe der in Kapitel 2.2.1.3 erläuterten Verschlüsselungsverfahren, kann zu mehr Transparenz beitragen und weitestgehend sicherstellen, dass nur zuvor autorisierte Personen mithilfe von öffentlichen Schlüsseln Zugriff auf einen bestimmten Datensatz haben.<sup>112</sup> Bei den Zugriffsrechten muss man auch die gewählte Blockchain-Art beachten. Im Gegensatz zu öffentlichen Blockchains, auf denen jeder Teilnehmer Zugriff hat, werden die Zugriffsrechte bei privaten Blockchains in der Regel von einer bestimmten Entität verwaltet, z.B. einem Staat oder einer Organisation, und somit auf einen festgelegten Adressatenkreis verteilt.<sup>113</sup> Aus Sicht der Verwaltung wäre die private Variante wesentlich geeigneter. Dies wird durch Herr Kirstein bestätigt, indem er sagt: „Wenn man jetzt mal in die öffentliche Verwaltung guckt, würde man ja ein privates System nehmen.“<sup>114</sup>

Neben der Transparenz wird die Technologie vor allem mit der Steigerung von Effizienz in Verbindung gebracht. Laut der Bundesnetzagentur könnte die Blockchain „dazu beitragen, die IT-Infrastruktur der öffentlichen Verwaltung dezentraler und föderaler zu organisieren.“<sup>115</sup> Dadurch haben die mit der Verwaltung in Kontakt tretenden Bürger und

---

<sup>109</sup> Verweis auf Kapitel 2.2.1

<sup>110</sup> Vgl. Anhang 3, S. XXXVI.

<sup>111</sup> Vgl. Anhang 3, S. XXXV.

<sup>112</sup> Vgl. Fraunhofer FOKUS (Hrsg.), Blockchain: Technologien, Forschungsfragen und Anwendungen, S. 4, S. 7.

<sup>113</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 45 f.

<sup>114</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXVI.

<sup>115</sup> Vgl. Bundesnetzagentur, Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung.

Unternehmen auch mehr Kontrolle über ihre Daten, also Datensouveränität und Vertrauen in die öffentliche Verwaltung könnten weiter gestärkt werden.<sup>116</sup> Der größte Effizienzgewinn würde vermutlich durch die Verwendung von „Smart Contracts“ entstehen. Die Verträge zwischen mehreren Parteien in Form von Computerprotokollen bieten ein großes Automatisierungspotenzial.<sup>117</sup> Mithilfe von Smart Contracts ist die Automatisierung vieler, aktuell noch manuell durchgeführter, Prozesse möglich. Laut dem Interview mit Herr Ascheron sollen zukünftig mehr als 500 Verwaltungsdienstleistungen online bereitgestellt werden.<sup>118</sup> Die Blockchain könnte dabei mit Smart Contracts und der damit einhergehenden Automatisierung ein bedeutender Faktor sein, um die Prozesse der Dienstleistungen effizienter zu gestalten, die Wahrscheinlichkeit von Fehlern bei der Bearbeitung zu verringern sowie die Abläufe der Prozesse zu beschleunigen.<sup>119</sup> Laut Herrn Kirstein könnten Smart Contracts „durchaus ein gewisses Automatisierungspotential bieten und eine gewisse Nachverfolgbarkeit für Dinge, die man zwar auch anders bekommen könnte, aber die in dem Zusammenhang mit Smart Contracts eben schon mitkommt.“<sup>120</sup> Herr Ascheron spricht in dem Interview das Potenzial der Nachverfolgbarkeit an und sagt, dass „Blockchain super für Tracking ist, also um Sachen nachzuvollziehen, egal ob Lieferketten, Finanztransaktionen oder sonstiges.“<sup>121</sup>

Auch sinkende Kosten als wirtschaftliche Folge von Automatisierung, Disintermediation und Standardisierung sind ein wichtiger Aspekt. Gerade in Bezug zur Digitalisierung hat die Automatisierung durch ihre kostensenkenden Auswirkungen gezeigt, dass sie viele Branchen voranbringen und neu formen kann.<sup>122</sup> Es konnten dadurch z.B. Kosten bei der Fertigung von Gütern, wie Fahrzeugen, Kleidung und elektronischen Geräten, gesenkt werden, was zur Folge hatte, dass zahlreiche Produkte für viele Menschen bezahlbar wurden. Aus wirtschaftlicher Perspektive könnte sich die Kostensenkung bei der Anbahnung und Durchführung von Transaktionen als der nachhaltigste Vorteil der Blockchain erweisen.<sup>123</sup> Bei Betrachtung der öffentlichen Verwaltung könnten diese Transaktionskosten im Zusammenhang mit der Abwicklung von Geschäftsprozessen zwischen Bürgern oder Unternehmen und der öffentlichen Verwaltung gesenkt werden, welche sich beispielsweise bei der Bearbeitung von Genehmigungen aus Informations-, Vereinbarungs-, Abwicklungs- oder Änderungskosten bilden.<sup>126</sup> Im folgenden Abschnitt werden

---

<sup>116</sup> Vgl. Bundesnetzagentur, Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung.

<sup>117</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 270.

<sup>118</sup> Vgl. Anhang 1 S. XIV.

<sup>119</sup> Vgl. Drescher (Hrsg.), Blockchain Grundlagen: Eine Einführung in die elementaren Konzepte in 25 Schritten, S. 251 f.

<sup>120</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXVII f.

<sup>121</sup> Vgl. Anhang 1, S. XI.

<sup>122</sup> Vgl. Drescher (Hrsg.), a.a.O., S. 253.

<sup>123</sup> Ebd.

<sup>126</sup> Vgl. Exporo, Transaktionskosten.

noch zwei weitere Aussagen aus den Interviews genannt, die sich mit den Chancen auseinandersetzen.

Nach der Meinung von Herr Prax, „können durch die Technologie sehr gut scheinbar konfligierende Ziele bei öffentlichen Aufgaben gemeinsam realisiert werden: Öffentlichkeit bzw. Transparenz und Unverfälschbarkeit bzw. Vertrauen in die Echtheit bzw. Nichtbestreitbarkeit der dargestellten Informationen sind ohne entsprechende Absicherung schwer vereinbar. Die Blockchain-Technologie könnte diese Hürde nehmen.“<sup>127</sup> Herr Ascheron ging auf den Aspekt der erhöhten Sicherheit ein, in dem er sagt: „Die Idee des Bitcoins war, dass du über Blockchain ein dezentrales Zahlungsnetzwerk aufbaust, was auch nicht verboten werden kann. Denn das Netzwerk ist ja weltweit, es gibt Tausende Rechner als Knoten, d.h. du kannst das nicht unterbinden und auch nicht verbieten. Bisher wurde das auch nicht gehackt, also es wird ja heutzutage fast alles gehackt, aber Bitcoin ist seit 14 Jahren nicht gehackt worden. Das ist schon eine Leistung und spricht eigentlich auch für die Sicherheit der Technologie.“<sup>128</sup>

#### **2.2.4.2 Herausforderungen**

In der folgenden Betrachtung zu den Herausforderungen ist zu erwähnen, dass man sich hier im Gegensatz zu den Chancen mehr auf die Antworten der Interviewpartner konzentriert. Dies wird erwähnt, damit nicht der Eindruck entsteht, dass der folgende Abschnitt die wissenschaftliche Kernmeinung ist. Für die Untersuchung wurden alle drei geführten Interviews analysiert, die wichtigsten Aussagen zu den Herausforderungen für die öffentliche Verwaltung markiert und versucht, dies in verschiedene Bereiche zu clustern. Einige Aussagen konnten dabei aber nicht eindeutig zugeordnet werden und finden am Schluss einzeln Berücksichtigung.

Die erste bedeutende Herausforderung stellt die fehlende Akzeptanz in Gesellschaft und der öffentlichen Verwaltung dar. Mangelndes Verständnis, zugleich fehlende Kenntnisse in Verbindung mit der BCT sowie eine Vielzahl von technischen und rechtlichen Fragen bzw. Zweifeln sind die wesentlichen Punkte, die einer Einführung in der öffentlichen Verwaltung entgegenstehen. Auch für Herrn Kirstein stellt dies die größte Herausforderung bei der Implementierung dar, da „eben gerade kein politischer Wille da ist bzw. das politische Interesse fehlt.“<sup>129</sup> Daraus kann man ableiten, dass die Bundesregierung und Politiker die Vorteile dieser Technologie erkennen und sich aktiv für deren Implementierung einsetzen müssen, um das Thema präsent zu machen und die Gesellschaft von den Vorteilen überzeugen zu können. Michael Ascheron bekräftigt diese Aussage, in dem er argumentiert: „Wenn die Mitarbeiter, der Chef bzw. der Bürgermeister das (die

---

<sup>127</sup> Vgl. Anhang 3, XXXV.

<sup>128</sup> Vgl. Anhang 1, S. XI.

<sup>129</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXX.



Digitalisierung in Verbindung mit Blockchain) nicht wollen, dann wird das auch nichts. Dann kannst du auch als Bundesland so viel Kopfstände machen und Tools zur Verfügung stellen, aber wenn es keiner will, dann funktioniert es eben nicht.“<sup>130</sup> Er betont hierbei die Wichtigkeit des Interesses und der Bereitschaft aller beteiligten Parteien, nicht nur der Politik, um eine erfolgreiche Implementierung zu erreichen. Auch Herr Prax sieht „die breite Akzeptanz in der Bevölkerung, über digitale Währungen hinaus,“ als Herausforderung. Er betont, dass es in „Deutschland sicher einige Muster-Projekte geben wird, um die Möglichkeiten der Technik zu untermauern. Gesellschaftliche Akzeptanz erwarte ich jedoch nur bei technisch Interessierten.“<sup>131</sup>

Eine weitere Herausforderung bei der Implementierung könnten mögliche zukünftige Regulierungen sein. In der Blockchain-Strategie der Bundesregierung aus 2019 wird zu möglichen Regulierungen nur genannt, dass diese zum einen „Rechtssicherheit für Handelsplattformen und Krypto-Verwahrer“ zur Bekämpfung von Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung schaffen möchte und zum anderen einen „Gesetzentwurf zur Regulierung des öffentlichen Angebotes bestimmter Krypto-Token veröffentlichen“ will.<sup>132</sup> Für Herr Kirstein spielt die Regulierung gar nicht die Rolle, da er die Blockchain nur als einen Technologie-Baustein sieht. Dazu sagt er, dass es eher Anwendungen oder Anwendungsbereiche aus öffentlichen Verwaltungen und Regierungen gibt, „die bestimmten Zertifizierungen, vom BSI oder so, unterliegen. Das ist aber auch eine unternehmerische Frage, inwieweit sie sich solche Zertifizierungen holen.“<sup>133</sup>

Neben Regulierungen spielen besonders datenschutzrechtliche Aspekte, im Zusammenhang mit der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), eine wesentliche Rolle. Diese Verordnung, welche seit 2018 in allen EU-Mitgliedstaaten anzuwenden ist und nach Artikel 1 Abs. 1 DSGVO sowohl den Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten als auch die Gewährleistung des freien Verkehrs dieser Daten zum Ziel hat, beinhaltet wichtige Ansprüche wie das "Recht auf Löschung der eigenen Daten"<sup>134</sup> und das sogenannte "Recht auf Vergessenwerden".<sup>135</sup> Diese beiden Rechte stehen im Widerspruch zu der Unveränderbarkeit und vollständigen Transparenz der Daten, welche als Grundprinzipien in einer Blockchain gelten.<sup>136</sup> So müssten alternative Ansätze gefunden werden, um die Einhaltung der DSGVO zu gewährleisten und gleichzeitig die Vorteile der Technologie zu nutzen. Laut Herrn Prax wird die Blockchain-

---

<sup>130</sup> Vgl. Anhang 1, S. XIV.

<sup>131</sup> Vgl. Anhang 3, S. XXXVII.

<sup>132</sup> Vgl. BMWK (Hrsg.), Blockchain-Strategie der Bundesregierung, S.6 f.

<sup>133</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXXI.

<sup>134</sup> Vgl. Art. 17 Abs. 1 (EU-DSGVO 2016).

<sup>135</sup> Vgl. Art. 17 Abs. 2 (EU-DSGVO 2016).

<sup>136</sup> Vgl. Bundesnetzagentur (Hrsg.), Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen, S. 22.

Technologie aber nicht die Rolle des Datenschutzes verändern und schon gar nicht aushebeln. Er erläutert dies wie folgt: „Das eine ist eine rechtliche Norm für Verwaltungshandeln, das andere eine Technologie als Umsetzung-Option. Insofern spielt Datenschutz die gleiche Rolle wie bei anderen Technologien auch: Er gewährleistet das informationelle Selbstbestimmungsrecht!“<sup>137</sup> Die Selbstbestimmung könnte dabei durch die Unumkehrbarkeit von gespeicherten Daten sowie der digitalen Unzerstörbarkeit des Blockchain-Systems bedroht werden.<sup>138</sup> Nach Fabian Kirstein ist es einfach eine bis jetzt ungeklärte technische Frage, „wie ich in einer Datenbank, in der ich eigentlich nichts rauslöschen kann, Daten hinzufügen kann, die potenziell gelöscht werden.“. Aus diesem Grund kommt er zu dem Entschluss, „bloß keine personenbezogenen Daten hinzuzufügen.“<sup>139</sup> Der Datenschutz wäre somit gerade in der öffentlichen Verwaltung die wesentliche Herausforderung im Implementierungsprozess.

Michael Ascheron benennt auch die sichere Authentifizierung der Bürger als eine Schwierigkeit, denn diese ist zur Gewährleistung der Sicherheit in einem Blockchain-Netzwerk unverzichtbar. Nach seinen Aussagen stellt bereits ein Problem dar, dass sich die Nutzer nicht sicher für Dienstleistungen anmelden können, wenn sie ihren Pin oder Ausweis nicht vorliegen haben. Auf diese Aussage geht er genauer ein, indem er auf die asymmetrische Verschlüsselung (Public und Private Key) verweist und sagt: „Wenn dieser private Key weg ist, ist gleichzeitig alles weg.“<sup>140</sup> Seiner Meinung nach stellt dies für die öffentliche Verwaltung ein großes Hemmnis dar, da es keine direkte Möglichkeit zur Wiederherstellung des Schlüssels gibt. Als möglichen Lösungsansatz benennt er sogenannte Multisignatur(-Wallets). Diese ermöglichen es, einen privaten Schlüssel (Private Key) auf mehrere Nutzer zu verteilen und somit eine Sicherung bei Verlust zu schaffen. Um die Blockchain-Technologie für Verwaltungsdienstleistungen nutzen zu können, müsste man eine Multisignatur-Lösung implementieren, um z.B. Daten wiederherzustellen.<sup>141</sup>

Des Weiteren sagt Michael Ascheron, dass die „Verwendung der Blockchain auch kompatibel mit der Software sein muss, die ihr in der Verwaltung verwendet, z.B. durch eine Art Plug-In oder sowas. Jede Verwaltung hat ja irgendwelche eigenen IT-Systeme, deswegen stelle ich mir das schwierig vor.“<sup>142</sup> Für ihn ist daher die Kompatibilität mit bestehender Software in der Verwaltung eine weitere Aufgabe. Es ist wichtig, Lösungswege zu finden, welche die nahtlose Implementierung der Blockchain in bestehende IT-Systeme der Verwaltung ermöglichen. Mein Interviewpartner hat „mit der möglichen

---

<sup>137</sup> Vgl. Anhang 3, S. XXXVII.

<sup>138</sup> Vgl. Blockchain-Nachhaltigkeit, Die Herausforderungen.

<sup>139</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXXI.

<sup>140</sup> Vgl. Anhang 1, S. XIV, XVII.

<sup>141</sup> Vgl. Anhang 1, S. XVII.

<sup>142</sup> Ebd.

Einbindung der Blockchain-Komponente als eine Art Druckertreiber“ einen relativ einfachen Lösungsvorschlag im Anhang ausführlicher erläutert.<sup>143</sup>

Herr Prax bekräftigt, dass durch das hohe Vertrauen in die amtlichen Daten und Register, „der Druck, diese durch Alternativen zu ersetzen auch gesellschaftlich eher gering“ ist. Vor allem, da die Umstellung einigen Aufwand, auch in Bezug auf Überzeugungsaufwand bei der Bevölkerung, verursacht, aber der Nutzen nach seinen Worten eher „nebulös“ beschreibbar wäre.<sup>144</sup> Seiner Meinung nach sind die Vorteile der Transparenz und Fälschungssicherheit zu gering, um die derzeitigen Verfahrensweisen grundlegend zu ändern. Des Weiteren führt er an: „Bei vielen Anwendungsbeispielen gibt es schon objektive Verbesserungen, insbesondere effizientere Abläufe. Allerdings „nur“ bei meist 100 Prozent Wechsel auf Blockchain. Dies ist jedoch weder realistisch (meist Multi-Format-Wege), noch der gesamten Bevölkerung vermittelbar.“<sup>145</sup>

---

<sup>143</sup> Vgl. Anhang 1, S. XVII f.

<sup>144</sup> Vgl. Anhang 3, S. XXXV.

<sup>145</sup> Ebd.

### **3 Nachhaltige Digitalisierung in der öffentlichen Verwaltung mit Hilfe von Blockchain?**

In der heutigen Zeit hat die Digitalisierung eine sehr bedeutende Rolle in unserer Gesellschaft eingenommen. Auch in der öffentlichen Verwaltung wird eine zunehmende Automatisierung angestrebt, um Prozesse zu optimieren, Kundenanliegen schneller und adressatengerecht zu bearbeiten und intern und extern Transparenz zu schaffen. In diesem Kapitel wird untersucht, wie die nachhaltige Digitalisierung im Verwaltungsbereich mit Hilfe der Blockchain-Technologie erreicht werden kann. Zu Beginn soll zunächst grundlegend geklärt werden, was man unter einer nachhaltigen Digitalisierung versteht. Dafür werden beide Begriffe Digitalisierung und Nachhaltigkeit getrennt betrachtet. Als erstes wird die neuzeitliche Technikentwicklung aufgezeigt, um die Bedeutung der Digitalisierung für Menschen, Organisationen, Staaten, etc. zu verdeutlichen. Auf Grundlage dieses Wissens erfolgt anschließend eine nähere Betrachtung der Nachhaltigkeit. Dabei wird Bezug zur Blockchain-Technologie und der öffentlichen Verwaltung genommen und am Ende eine spezifische Einsatzmöglichkeit auf ihre Nachhaltigkeit, anhand eines Nachhaltigkeitsmodells, untersucht.

#### **3.1 Begriff Digitalisierung in Verbindung mit Nachhaltigkeit und neuzeitliche Technikgeschichte**

Das jüngste und mit sehr vielen Erwartungen begleitete Thema in der Diskussion über die nachhaltige Digitalisierung für den öffentlichen Bereich, ist die Blockchain. Aber was ist überhaupt unter Digitalisierung zu verstehen? Der Begriff wird bereits seit 2014 auch im öffentlichen Begriff inflationär benutzt und meint im engen Wortsinn das „Überführen analoger Daten in ein diskretes System mit nur sehr wenigen Wertezuständen, im Extremfall sogar nur zwei (Binärsystem).“<sup>146</sup> Diese Überführung ermöglicht es, dass analoge Daten in eine maschinenlesbare Form umgewandelt werden und folglich einfacher und größtenteils nachhaltiger verarbeitet und auch gespeichert werden können. Die Nutzung digitaler Abbildungen analoger Daten ist jedoch erst durch den Einsatz technischer Systeme von Vorteil, die mit Hilfe von wesentlich kostengünstigeren, technischen Bauteilen, digitale als analoge Zustände abbilden können.<sup>147</sup> An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass sich der Begriff Digitalisierung nicht nur auf die Umwandlung von analogen Daten beschränkt, sondern sich ebenfalls auf die Veränderung von Objekten, Prozessen, und Ereignissen bezieht, welche sich bei zunehmender Nutzung von digitalen Geräten in der Gesellschaft, der Wirtschaft, in Bildung, Politik und Kultur, ergeben. Diese, durch die Digitalisierung ausgelösten, Veränderungsprozesse werden auch als Ergebnis der

---

<sup>146</sup> Vgl. Heuermann; Tomenendal; Bressen (Hrsg.), Digitalisierung in Bund, Ländern und Gemeinden: IT-Organisation, Management und Empfehlungen, S. 9.

<sup>147</sup> Ebd. S. 9, S. 15 ff.

digitalen Revolution gesehen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom digitalen Wandel.<sup>148</sup>

Das erste Mal, dass dieser Vorteil in großem, technischem Umfang genutzt wurde, war nach der Erfindung des Schreibtelegraphen (1833) die Signalübermittlung durch das Morsealphabet.<sup>149</sup> Hierbei handelt es sich um ein Kommunikationssystem, bei dem Buchstaben, Zahlen und Zeichen durch eine Abfolge von kurzen und langen Tönen oder Blinksignalen übertragen werden. Das System wurde von Samuel Morse entwickelt und wird auch heute noch für bestimmte Anwendungen verwendet, z.B. im Bereich der Seefahrt und der Funkkommunikation.<sup>150</sup> Die Digitaltechnologie erfuhr nach Ende des Zweiten Weltkrieges einen nächsten, ungleich größeren Aufschwung, und zwar durch die 3. Industrielle Revolution ab dem Jahr 1950. In der zeitlichen Folge wurde vermehrt Elektronik und Digitaltechnik in Einzelgeräten verbaut und somit kamen nach und nach auch die ersten Computer in der öffentlichen Verwaltung zum Einsatz. Diese dritte Revolution war eine Ära, die von der Verwendung von Computern und ihrer Automatisierung geprägt war und sich durch ihre Schnelligkeit und den Fokus auf Informationstechnologie auszeichnet hat.<sup>151</sup> Des Weiteren kann sie als Fortsetzung und technische Erweiterung der zweiten Industriellen Revolution betrachtet werden, welche insbesondere durch den Einsatz von Elektrizität und maschineller Fertigung gekennzeichnet war. Sowohl in der zweiten als auch dritten Phase wurde die menschliche Arbeit bereits vermehrt von Maschinen übernommen. Der rasante Fortschritt in der Computertechnologie hat es ermöglicht, dass die Menschen den Computer erstmalig im privaten Umfeld oder im Büro einsetzen konnten.<sup>152</sup> Dies führte ab den 1990er Jahren dazu, dass die analogen Datenbestände nach und nach in die digitalen Medien übernommen und eine Reihe von Konzepten zur Unterstützung der Steuerung von Arbeitsabläufen, vor allem im Bürobereich, durch Software entwickelt und umgesetzt wurden. So ist die Nutzung des Computers für uns Menschen in den letzten Jahren zur Selbstverständlichkeit geworden und hat dabei verschiedene Bereiche, insbesondere auch den Arbeitsalltag, nachhaltig verändert.<sup>153</sup>

Nach Schätzungen der Bitkom e.V., dem Branchenverband der deutschen Informations- und Telekommunikationsbranche., waren bis Ende des Jahres 2016 circa 51% aller Dokumente digitalisiert, 35% der Verwaltungen und Firmen mit einem elektronischen Dokumentmanagement ausgestattet und 44% aller Arbeitsabläufe digital unterstützt.<sup>154</sup>

---

<sup>148</sup> Vgl. Luber; Litzel (Hrsg.), Was ist Digitalisierung?

<sup>149</sup> Vgl. Heuermann; Tomenendal; Bressemer (Hrsg.), a.a.O., S.9.

<sup>150</sup> Vgl. Wortwuchs, Morsealphabet.

<sup>151</sup> Vgl. DiConnex, Die industrielle Revolution – von Industrie 1.0 bis Industrie 4.0.

<sup>152</sup> Vgl. Heuermann; Tomenendal; Bressemer (Hrsg.), a.a.O., S. 10 f.

<sup>153</sup> Ebd.

<sup>154</sup> Vgl. Bitkom (Hrsg.), Digital Office Index: Eine Untersuchung zum Stand der Digitalisierung in deutschen Unternehmen, S. 7.

Anhand dieser Schätzungen wird die fortschreitende Digitalisierung in der Arbeitswelt deutlich, denn sowohl Unternehmen als auch Behörden haben insbesondere im letzten Jahrzehnt verstärkt auf digitale Technologien gesetzt. Dieser Prozess hat sich in den letzten fünf Jahren weiter beschleunigt und wird auch in Zukunft ein wichtiger Bestandteil in den Verwaltungen und Unternehmen sein und die Transformation der Arbeitswelt nachhaltig beeinflussen. Etwa seit dem Jahr 2000 hat sich das Internet „zur zentralen Plattform für den überwiegenden Anteil des technischen Informationsaustauschs“ entwickelt und behält diese Rolle bis heute bei.<sup>155</sup> Viele sehen diesen Abschnitt als Beginn der 4. Industriellen Revolution an, auch unter „Industrie 4.0“ bekannt. Die Idee eines gigantischen Netzwerkes, in dem alle Computer miteinander verbunden sind, und der erste Vorläufer des heutigen Internets, „ARPAnet“, entstanden bereits in den 1960er Jahren. Das Internet wurde jedoch erst seit den 1990er Jahren auch für private Nutzer freigegeben und hat sich dann über die Jahre immer weiter in der Gesellschaft und auch der Verwaltung implementiert.<sup>156</sup> Die größte sachliche Errungenschaft dieser Revolution war die elektronische Kommunikation von Daten, Informationen und Inhalten, unter Verwendung einheitlicher Systeme und Plattformen, zwischen Menschen, Unternehmen und auch Behörden, ohne dass es zu Unterbrechungen oder zeitlichen Verzögerungen kommt. Darunter wird auch die erstmögliche „medienbruchfreie“ Kommunikation verstanden.<sup>157</sup> Mithilfe dieser können Prozesse vereinfacht und zeitliche und finanzielle Ressourcen gespart werden, was auch zur Optimierung und Qualitätssteigerung von Verwaltungsdienstleistungen führt.<sup>158</sup> Leistungen von öffentlicher Verwaltung und Privatwirtschaft konnten nun auf eine Vielzahl von neuen Maßnahmen ausgerichtet werden. Also solche sind beispielhaft die digitale Kommunikation mit Kunden, die Nutzung autonomer Mobilgeräte, automatisierte Büroabläufe, selbststeuernde Produktionsanlagen und die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle zu benennen.<sup>159</sup> Durch eine effizientere und zuverlässigere Übertragung von Daten und Informationen, konnten bereits bestehende Geschäftsprozesse der Verwaltungen oder Unternehmen optimiert werden, wodurch Zusammenarbeit und Kommunikation innerhalb der Organisation, sowie eine effizientere Projekt- und Teamarbeit erreicht werden konnten.

Eine weitere bedeutende Errungenschaft der vierten Industriellen Revolution ist die Vernetzung von cyber-physischen Systemen mit Maschinen in der Produktionswirtschaft, im mobilen Einsatz und im Haushalt.<sup>160</sup> Cyber-physische Systeme (CPS) haben in der Industrie 4.0 eine sehr zentrale Bedeutung und sind „Systeme, bei denen informations-

---

<sup>155</sup> Vgl. Heuermann; Tomenendal; Bressemer (Hrsg.), a.a.O., S.10.

<sup>156</sup> Ebd.

<sup>157</sup> Ebd. S. 11.

<sup>158</sup> Vgl. Regisafe, Die digitale Verwaltung – medienbruchfreies Arbeiten.

<sup>159</sup> Vgl. Heuermann; Tomenendal; Bressemer (Hrsg.), a.a.O., S. 11 f.

<sup>160</sup> Ebd. S.10 f.

und softwaretechnische Komponenten mit mechanischen Komponenten verbunden sind“.<sup>161</sup> Durch die Integration von Computern, Netzwerken und physischen Komponenten (wie z.B. Produktionsanlagen inkl. Maschinen, Fahrzeugen) arbeiten diese in enger Kooperation zusammen, um eine gewünschte Funktionalität zu erreichen, wie z.B. die Steuerung und Kontrolle von komplexen Systemen und Infrastrukturen über ein Netzwerk, wie das Internet, in Echtzeit.<sup>162</sup>

Wie man anhand der technischen Entwicklung nachvollziehen kann, hat die Digitalisierung in den letzten Jahrzehnten einen enormen Einfluss auf die Art und Weise wie wir Menschen leben, arbeiten und miteinander kommunizieren. Im Grunde beschreibt sie eine Entwicklung, die sowohl Chancen als auch Risiken für ganze Gesellschaften, Staaten, Organisationen und auch Einzelpersonen bietet. Der Trend hat dabei die Verwaltung vollständig erreicht, die sich immer mehr digitalisiert und dabei verschiedene Ziele verfolgt. Nach Roland Heuermann besteht bei Bürgern und Unternehmen das Bedürfnis, dass ihre Anliegen und Anträge möglichst schnell und korrekt bearbeitet und entschieden werden, ohne dass sie in persönlichen Kontakt treten müssen. Dabei möchten sie wenig von den Verwaltungsabläufen verstehen müssen und wenn doch, dann möglichst kostenfrei.<sup>163</sup> Zudem wird oft eine höhere Transparenz von der öffentlichen Verwaltung gefordert, um z.B. den Bearbeitungsstand von komplexen Verwaltungsangelegenheiten besser nachvollziehen zu können, wobei eben das „E-Government“, also der verstärkte Einsatz von modernen IT-Techniken und elektronischen Medien für Verwaltungsprozesse, eine wichtige Rolle spielen können. Durch eine höhere Transparenz mithilfe der Digitalisierung kann die Akzeptanz der Bevölkerung in den Staat und seine Institutionen wachsen und somit auch das Vertrauen in die öffentliche Verwaltung gestärkt werden, wodurch gleichzeitig die Qualität als auch die Effizienz der Verwaltungstätigkeit verbessert werden kann.<sup>164</sup> Dies verdeutlicht den Wunsch der Bürgerschaft nach einer einfachen und effektiven öffentlichen Verwaltung. Wie kann dies nun mit Hilfe der Digitalisierung erreicht werden? Bei der folgenden Betrachtung werden vor allem die Ziele und Möglichkeiten benannt, wo auch die BCT unterstützen kann. Durch die Automatisierung von Verwaltungsdienstleistungen soll die Einsparung von Kosten und Zeit ermöglicht werden, was wiederum für eine effizientere und effektivere Aufgabenerledigung spricht. Der Grundgedanke der Automatisierung zielt im öffentlichen Dienst darauf ab, geeignete Verwaltungsprozesse idealerweise vollständig ohne menschliche Eingriffe durchzuführen, um z.B. bei der Erstellung von Bescheiden eine schnelle und effiziente

---

<sup>161</sup> Vgl. Bendel, Oliver (Hrsg.): Cyberphysische Systeme.

<sup>162</sup> Ebd.

<sup>163</sup> Vgl. Heuermann; Tomenendal; Bressemer (Hrsg.), a.a.O., S. 15 ff.

<sup>164</sup> Ebd. S. 14, 16 f.

Antragsbearbeitung zu ermöglichen.<sup>165</sup> Hier ist zu erwähnen, dass die Automatisierung nicht das Ziel verfolgt, Arbeitsplätze zu reduzieren, sondern Mitarbeiter durch den Einsatz moderner Technik bei ihrer Arbeit zu unterstützen und ihnen dadurch neue Freiräume zu ermöglichen. Die Automatisierung könnte insbesondere bei stetig wiederkehrenden Tätigkeiten die jeweilige Behörde entlasten und somit Kapazitäten für komplexere, wertschöpfende Aufgaben schaffen. Insbesondere im Bereich der Datenerfassung und -verarbeitung profitieren die Mitarbeiter davon, indem die eben genannten repetitiven Tätigkeiten, wie z.B. das manuelle Eingeben von persönlichen Daten in Systeme und Fachanwendungen, automatisiert und somit ggf. auch Fehlerquoten gesenkt werden. Folglich würden idealerweise die Bearbeitungszeiten verkürzt, was wiederum zu einer höheren Kundenzufriedenheit führt. Vor dem Hintergrund einer strukturellen Überalterung in den Behörden sowie des bereits bestehenden Fachkräftemangels auch im öffentlichen Sektor, wird die Automatisierung von Verwaltungsaufgaben zur Befriedigung der Bedürfnisse der Bürger in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen, da diese Herausforderungen einen effizienten Ressourceneinsatz sowie erhebliche Produktivitätssteigerungen verlangen.<sup>166</sup> Bei der Automatisierung kann man zwischen der Vollautomatisierung, also der Prozess selbst läuft ohne menschliches Zutun ab, und der Teilautomatisierung, bei dem ein menschlicher Bearbeiter weiterhin inhaltlich und koordinativ die Verantwortung für den Verwaltungsprozess trägt, unterscheiden. Bei der Teilautomatisierung werden nur bestimmte Teilschritte des Vorgangs automatisiert, wobei die Ergebnisse durch einen Bearbeiter kontrolliert und wieder in einen Gesamtprozess eingefügt werden. Somit könnten einzelne Schritte manuell beibehalten werden, welche für den Bürger aus verschiedensten Gründen unverzichtbar sind.<sup>167</sup> Wenn man beide Varianten intensiver betrachtet, wird deutlich, dass die Vollautomatisierung offensichtlich größere Verbesserungsmöglichkeiten in der Prozessgestaltung bietet, jedoch gleichzeitig auch höhere Anforderungen stellt, da Entscheidungsprozesse größtenteils sehr komplex sind und z.B. auch eine sorgfältige Abwägung von verschiedenen Interessen und Ansichten erfordert.<sup>168</sup> Das Institut für den öffentlichen Sektor e.V. beschreibt in ihrem Beitrag, dass es zusätzlich zur Voll- und Teilautomatisierung auch eine dritte Möglichkeit gibt, und zwar als eine Art Unterstützungsinstrument für manuelle Tätigkeiten und Entscheidungen. Hier könnten Regelwerke digital aufbereitet, Prozessabfolgen vorgegeben oder spezifische Informationen in Form von digitalen Assistenzsystemen bereitgestellt werden, die zur Arbeitserleichterung und ressourcenschonender Entscheidungsfindung

---

<sup>165</sup> Vgl. Institut für den öffentlichen Sektor (Hrsg.), Nicht beim Onlinezugang stehen bleiben – Potenziale der Automatisierung nutzen, S. 3.

<sup>166</sup> Vgl. McKinsey&Company (Hrsg.), Automatisierung im öffentlichen Sektor, S. 14.

<sup>167</sup> Vgl. Etscheid, Jan (Hrsg.), Automatisierungspotenziale in der Verwaltung, S. 128 ff.

<sup>168</sup> Ebd. S. 149 ff.



beiträgt.<sup>169</sup> Bei der Implementierung ist sicherzustellen, dass die Automatisierung sorgfältig eingesetzt wird, um tatsächlich einen Mehrwert zu schaffen und diese automatisierten Schritte nicht zu Fehlentscheidungen und in der Folge zu Mehraufwand führen.

Die Umsetzung aller drei Varianten erfordert den selben Ausgangspunkt, nämlich die mögliche Abbildung der prozessualen und fachlichen Logik einer Verwaltungsleistung, wodurch standardisierte Prozess- und Regelmodelle entstehen und somit eine einheitliche Basis geschaffen wird, auf der die automatisierte Umsetzung aufbauen kann.<sup>170</sup> Im Zusammenhang mit der Blockchain-Technologie bieten insbesondere „Smart Contracts“ ein hohes Automatisierungspotenzial. Laut dem BDEW handelt es sich um „Wenn-dann-Vertragsbeziehungen, die in Codes niedergeschrieben sind und in der Blockchain ausgeführt und überwacht werden.“<sup>171</sup> Kurz gesagt sind „Smart Contracts“ also Computerprotokolle, die mithilfe von Programmiersprachen, Verträge zwischen mehreren Parteien abbilden. Die Kontrakte werden dabei in verteilten Systemen über das Internet abgeschlossen, wodurch eine schriftliche Ausformulierung der Vertragsbedingungen überflüssig wird. Die Einhaltung der vorab definierten Bedingungen zur Vertragserfüllung können automatisch überprüft und vereinbarte Leistungen automatisiert erfüllt werden.<sup>172</sup>

Durch Automatisierung und Digitalisierung sollen auch die Servicequalität für Dienstleistungen sowie die allgemeine Bürgernähe in der Verwaltung verbessert werden, was in den letzten Jahren insbesondere auf die Verfügbarkeit von Dienstleistungen über Online-Portale zurückzuführen ist.<sup>173</sup> Durch Online-Portale wird dem Bürger der Zugang zu Verwaltungsdienstleistungen deutlich erleichtert, denn Anliegen können orts- und zeitunabhängig eingereicht werden und Fahrzeiten und Fahrtkosten zur nächsten Dienststelle oder Öffnungszeiten der Behörde spielen keine Rolle. Die Online-Antragstellung entlastet die Verwaltungsmitarbeiter, da die umfangreiche Bearbeitung von Papierformularen entfällt. Zusätzlich kann sich der Bürger auf den Online-Portalen der öffentlichen Verwaltung, über das Dienstleistungsangebot und die Rahmenbedingungen wie notwendige Dokumente oder Fristen informieren und so besser auf den Gesprächstermin vorbereiten. Daten können mithilfe der Digitalisierung effektiver gesammelt, gespeichert und auch analysiert werden, was eine bessere Verwaltung und Nutzung der Informationen ermöglichen soll. Dies kann zu einer verbesserten Entscheidungsfindung in den Behörden führen, da z.B. mit Hilfe von Datenanalysen schnell Trends erkannt und daraufhin Prozesse optimiert werden können. Herr Kirstein benennt in diesem Kontext die

---

<sup>169</sup> Vgl. Institut für den öffentlichen Sektor (Hrsg.), Nicht beim Onlinezugang stehen bleiben – Potenziale der Automatisierung nutzen, S. 3.

<sup>170</sup> Vgl. Etscheid, Jan (Hrsg.), a.a.O., S. 149 ff.

<sup>171</sup> Vgl. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (Hrsg.), a.a.O., S. 24.

<sup>172</sup> Vgl. Fertig; Schütz (Hrsg.), a.a.O., S. 270.

<sup>173</sup> Vgl. Heuermann; Tomenendal; Bressemer (Hrsg.), a.a.O., S. 15f.

Registerharmonisierung als einen konkreten Anwendungsbereich der Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung. Er sagt dazu: „Eher wirklich diese Registerharmonisierung, also ich habe Daten, die sind wegen unseres föderalen Systems irgendwie verteilt und ich kann mich auch nicht einigen, dass vielleicht ein Bundesland diese Aufgabe (Registerharmonisierung) übernimmt, sondern alle wollen daran teilnehmen, alle wollen Hoheit darüber haben. Also bau ich (mit Hilfe der Blockchain-Technologie) ein dezentrales System. Die dezentrale Datenhaltung sehe ich somit als Hauptanwendungsfall.“<sup>174</sup>

Bei der Digitalisierung geht es jedoch nicht nur um die Nutzung technischer Möglichkeiten, sondern auch um die nachhaltige Umsetzung der Art und Weise dieser Alternativen, um negative Auswirkungen auf Gesellschaft, Verwaltung und Umwelt zu vermeiden. Die Notwendigkeit für eine nachhaltige Umsetzung hat für den Menschen in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen, da die Auswirkungen der Wirtschafts- und Lebensweise des Menschen auf Umwelt und die Gesellschaft immer deutlicher werden, vor allem bezogen auf das Klima oder den sozialen Zusammenhalt.<sup>175</sup> Die Gesellschaft muss sich zukünftig der Kernaufgabe stellen, die Entwicklungen der Digitalisierung mit den Entwicklungen der Nachhaltigkeit zusammenzuführen, denn die „Digitalisierung bietet zahlreiche Chancen für eine nachhaltige Entwicklung und stellt einen innovativen Werkzeugkasten zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele bereit“.<sup>176</sup> Neben zahlreichen positiven Auswirkungen auf unsere Gesellschaft, wie der schnelle und einfache Zugang zu Informationen und somit auch die Verbesserung der Bildungschancen (z.B. durch E-Learning Plattformen) oder die zuvor genannte effizientere und schnellere Gestaltung von Verwaltungsprozessen, besteht auch die Gefahr, dass sich negative Trends verstärken. In diesem Zusammenhang sind beispielsweise der Anstieg des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes oder eine zunehmende Gefährdung der informationellen Selbstbestimmung zu benennen.<sup>177</sup> Bei der Umsetzung von Maßnahmen ist es daher wichtig, verschiedene Aspekte, wie eben die Nachhaltigkeit und insbesondere auch den Datenschutz zu beachten, um diese negativen Aspekte zu minimieren.

### **3.2 Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie**

Der Fokus soll bei der folgenden Betrachtung nicht nur auf den Möglichkeiten der Technologie an sich liegen, sondern auch auf ihre potenziellen Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt. In diesem Zusammenhang ist die Nachhaltigkeit ein wichtiger

---

<sup>174</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXVII.

<sup>175</sup> Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Natürlich. Digital. Nachhaltig. Ein Aktionsplan des BMBF, S.3 f.

<sup>176</sup> Ebd. S. 5.

<sup>177</sup> Ebd. S.5.

Aspekt, der in der Diskussion um die Blockchain-Technologie in der Gesellschaft oft vernachlässigt wird.

Die deutsche Bundesregierung hat im Jahr 2019 als eine der ersten Regierungen weltweit ihre Blockchain-Strategie verabschiedet, die sich aus insgesamt 44 Maßnahmen in fünf Handlungsfeldern zusammensetzt. Zu diesen Maßnahmen zählen unter anderem die Digitalisierung von Wertpapieren, die Förderung von Projekten wie z.B. die Erprobung Blockchain-basierter Verifikation von Hochschulbildungszertifikaten, sowie der Einsatz von digitalen Verwaltungsleistungen, wo die Bundesregierung z.B. Pilotprojekte für Blockchain-basierte digitale Identitäten durchführt und weitere geeignete Anwendungsfälle für die Technologie überprüft.<sup>178</sup> Mit dieser Strategie verfolgt sie eine Ordnungspolitik, die darauf abzielt, Anreize für Investitionen zu schaffen und Innovationskräfte freizusetzen. Dabei soll auch die Stabilität gesichert werden, um so zu einem Wachstum beizutragen, welches den Nachhaltigkeitszielen der Bundesregierung entspricht.<sup>179</sup> Ein weiteres Prinzip dieser Strategie lautet, dass künftige Blockchain-Anwendungen den von Experten empfohlenen Anforderungen an IT-Sicherheit und Datenschutz entsprechen, um das Risiko von Missbrauch zu minimieren und eine hohe Akzeptanz in der Gesellschaft zu erreichen. Durch die Einhaltung des Datenschutzes könnten folglich Bedenken in Bezug auf die Sicherheit der persönlichen Daten der Nutzer ausgeräumt und somit das Vertrauen der Nutzer in die Integrität und Sicherheit von Blockchain-Anwendungen gestärkt werden.<sup>180</sup> Darüber hinaus wird das Ziel erklärt, mithilfe der BCT ein nachhaltiges Wirtschaften voranzutreiben und dabei gleichzeitig die Energieeffizienz zu steigern. Konkret wird hier genannt, dass großer Wert daraufgelegt wird, dass der Einsatz von Blockchain-Anwendungen im Einklang mit den Nachhaltigkeits- und Klimaschutzzielen steht. Deshalb sollen Potenziale und Risiken möglicher Lösungen sorgfältig geprüft, bewertet und gegeneinander abgewogen werden, um sicherzustellen, dass sie tatsächlich zur Erreichung der Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele beitragen und keine negativen Auswirkungen haben.<sup>181</sup> Die Bundesregierung setzt sich somit für einen verantwortungsvollen Einsatz von Blockchain-Technologien ein, um eine wirtschaftliche Entwicklung zu fördern, die sowohl ökologisch, sozial und eben auch ökonomisch nachhaltig ist und zugleich langfristig stabil bleibt, um Deutschland als einen attraktiven Standort für die Entwicklung von Blockchain-Lösungen zu etablieren. Aus diesem Anlass wurden auch Blockchain-Themen und Nachhaltigkeitsaspekte in den bestehenden Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung (2021) aufgenommen.<sup>182</sup> Fabian Kirstein hat diesen in dem

---

<sup>178</sup> Vgl. BMWK (Hrsg.), Blockchain-Strategie der Bundesregierung, S. 5 f.

<sup>179</sup> Ebd.

<sup>180</sup> Ebd.

<sup>181</sup> Vgl. BMWK (Hrsg.), Blockchain-Strategie der Bundesregierung, S. 4.

<sup>182</sup> Vgl. BMWK (Hrsg.), Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie, S. 35.

Interview wie folgt kritisch erwähnt: „Beim Koalitionsvertrag gab es ja auch verschiedenste Absichtserklärungen zu dem Thema Blockchain und Nachhaltigkeit, aber das wurde eben auch nicht vorangetrieben. Womöglich, weil man halt natürlich sieht, dass man aktuell andere Probleme hat, die man eher lösen muss als sich jetzt solchen exotischen Technologien zuzuwenden.“<sup>183</sup> Es bleibt also abzuwarten, ob und wann die Regierung die Umsetzung dieser Pläne in Angriff nimmt und welche Bedeutung der Blockchain-Technologie in der zukünftigen, nachhaltigen Entwicklung beigemessen wird, denn aktuell scheint diese eher begrenzt zu sein, auch wenn sich das durch eine rasante Entwicklung der Technologie, besonders der Einsatzmöglichkeiten, in Zukunft schnell ändern kann. Die Rolle der Blockchain in verschiedenen Bereichen und mit einem breiten Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten, darunter z.B. der Entwicklung dezentraler und intelligenter Energienetze, wurde durch die Strategie hervorgehoben. Es herrscht jedoch nach wie vor eine gewisse Unklarheit darüber, was mit Hilfe des Verfahrens grundsätzlich erreicht werden kann und welche Auswirkung es auf die Nachhaltigkeit hat.<sup>184</sup> Herr Kirstein erhofft sich in dem Zusammenhang, dass es um das Thema Blockchain „ein bisschen seriöser wird und auch andere (nützlichere) Anwendungsfälle auftauchen. Also das klar wird, welche Dinge man mit der Blockchain tut und welche man nicht tut. Auch in Bezug zu Proof-of-Stake und weiteren neuen Konsensmodellen, wodurch man auch bisschen davon wegargumentieren kann, dass die Technologie jetzt so doof für die Umwelt ist.“<sup>185</sup> Wie Fabian Kirstein bereits erwähnt, muss man sich bei näherer Betrachtung bewusst machen, dass nicht alle Blockchains ressourcen- und energieintensiv und somit negativ für die Umwelt sind, wie es aber oftmals in Zusammenhang mit der Technologie in Verbindung gebracht wird. Insbesondere der Energiebedarf ist stark von der angewendeten Funktionsweise und dem Anwendungsbereich der Blockchain abhängig.

Des Weiteren sagt Herr Kirstein zum Thema Nachhaltigkeit: „Also dieser ganze Umweltaspekt von der Blockchain, der gilt ja eigentlich auch nur wirklich für Bitcoin oder irgendwelche riesigen PoW Blockchains. Wenn man jetzt mal in die öffentliche Verwaltung guckt, würde man ja ein privates System nehmen. Also ich kenne keinen Anwendungsfall, indem man sagt, man nutzt jetzt Bitcoin oder Ethereum für z.B. öffentliche Register, sondern du würdest dein eigenes System aufbauen. Dieses muss dann auch nicht PoW nutzen und ist dann entsprechend normal vom Stromverbrauch, wie jedes verteilte Computersystem. Nehmen wir mal ein Melderegister oder solche Geschichten, da werden ja Daten von einer Person zu einer anderen und somit von einem Ort zum anderen getragen und harmonisiert werden. Das könnte man mit einer dezentrale Datenhaltung schon

---

<sup>183</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXX.

<sup>184</sup> Vgl. BMWK (Hrsg.), Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie, S. 6.

<sup>185</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXXII.

nachhaltiger gestalten“.<sup>186</sup> Er nimmt dabei direkt Bezug zur öffentlichen Verwaltung und bevorzugt ein privates System, was sowohl durch eine private-Blockchain als auch durch eine konsortiale-Blockchain möglich wäre. Da die Teilnehmer dieser beiden Netzwerk-Arten bekannt sind, können diese auf Algorithmen bzw. konsensbildende Verfahren wie eben das PoA oder PoS zurückgreifen, wo sie weniger Energie benötigen. Neben der Transaktionsgeschwindigkeit, Skalierbarkeit, dem Grad der Dezentralität und der IT-Sicherheit ist also auch das verwendete Konsensverfahren und der Blockchain-Typ für eine nachhaltige Auswahl relevant,<sup>187</sup> Blockchain-Anwendungen können neben der Ressourcen- und Energieeffizienz auch durch weitere Eigenschaften einen gewissen Beitrag zu weiteren Nachhaltigkeitsaspekten leisten. Beispielhaft wären hier die Fälschungssicherheit im Rahmen von Lieferketten zu nennen, die Nachvollziehbarkeit des Status eines eingereichten Antrags bei der öffentlichen Verwaltung, oder auch die Korruptionsprävention. Korruption ist aber laut Herrn Kirstein ein „Problem ist, das wir jetzt in Deutschland nicht haben. Natürlich gibt es irgendwo bei uns auch irgendeine Korruption, aber ich glaube, dass Problem der öffentlichen Verwaltung in Deutschland ist es nicht, dass irgendjemand sagt: Wären wir nicht so korrupt, dann wäre alles gut. Wenn wir jetzt von der ganzen Welt reden, dann könnte es natürlich interessanter sein.“<sup>188</sup>

Bevor die Nachhaltigkeit anhand einer Anwendungsmöglichkeit untersucht wird, muss grundsätzlich geklärt werden, was man unter „Nachhaltigkeit“ versteht und welches Modell zur Untersuchung herangezogen wird. Die Nutzung der Ressourcen der Erde erreicht in der heutigen Zeit durch den wachsenden Konsum und die Industrialisierung ein beispielloses Ausmaß, obwohl diese nur begrenzt zur Verfügung stehen. Deutlich wird das durch einen Beitrag auf der Seite des Umweltbundesamtes, welcher (nach Berechnungen des Global Footprint Network mithilfe des ökologischen Fußabdrucks) feststellt, dass die Menschheit bereits am 28. Juli alle biologischen Ressourcen für das Jahr 2022 verbraucht hatte, die die Erde tatsächlich im Laufe eines Jahres regeneriert.<sup>189</sup> Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die Menschen für den Rest des Jahres sozusagen Reserven an biologischen Ressourcen verbrauchen, die für zukünftige Generationen vorgesehen sind. Deutschland hat seinen Anteil an den natürlichen Ressourcen der Erde sogar bereits Anfang Mai verbraucht, wenn man diese, basierend auf der Einwohnerzahl, auf alle Länder aufteilen würde. Dies verdeutlicht, dass „Deutschland weit davon entfernt ist, als ökologisches Vorbild für andere Staaten zu gelten. Vielmehr muss Deutschland sowohl den Umfang als auch das Tempo beim Umwelt- und Klimaschutz erhöhen.“<sup>190</sup>

---

<sup>186</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXVI.

<sup>187</sup> Vgl. BMWK (Hrsg.), Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie, S. 6; Vgl. Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.), a.a.O. S. 95 ff.

<sup>188</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXVIII.

<sup>189</sup> Vgl. Umweltbundesamt, Erdüberlastungstag: Ressourcen für 2022 verbraucht.

<sup>190</sup> Ebd.

Neben der ökologischen Nachhaltigkeit, die sich vor allem auf den Klima- und Umweltschutz konzentriert, gibt es weitere Aspekte, die im Bezug zur Nachhaltigkeit berücksichtigt werden müssen. Auch für den Begriff Nachhaltigkeit gibt es eine Vielzahl verschiedener Definitionen, die abhängig vom jeweiligen Kontext sind, in dem sie verwendet werden. Im Zusammenhang mit Entwicklung bedeutet der Begriff Nachhaltigkeit für das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, „die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten zukünftiger Generationen nicht eingeschränkt werden. Dabei ist es wichtig, die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – wirtschaftlich effizient, sozial gerecht, ökologisch tragfähig – gleichberechtigt zu betrachten.“<sup>191</sup> Seinen Ursprung findet der Begriff im 17. Jahrhundert, als der sächsische Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz ihn erstmalig verwendete, um aufgrund der damaligen Holzknappheit eine bestimmte Art der Forstwirtschaft zu beschreiben. Durch eine von ihm geplante Aufforstung sollte sichergestellt werden, dass lediglich so viele Bäume gefällt werden, wie innerhalb eines absehbaren Zeitraumes nachwachsen können, um zu erreichen, dass zukünftige Generationen weiterhin von dem natürlichen Rohstoff Holz profitieren können.<sup>192</sup> Somit entstand das Prinzip der Nachhaltigkeit mit dem Ziel, ein regeneratives und natürliches System in seinen wesentlichen Eigenschaften dauerhaft zu erhalten. Der Begriff der Nachhaltigkeit wurde zwar im Jahr 1713 von Carlowitz geprägt, fand dann jedoch erst am Ende des 20. Jahrhunderts wieder größere Beachtung.<sup>193</sup> Die UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung, die im Jahr 1992 in Rio de Janeiro stattfand, setzte hier einen bedeutenden Meilenstein für das beschriebene globale Bewusstsein für Nachhaltigkeit. Die internationale Staatengemeinschaft bekannte sich erstmals zum Leitbild der nachhaltigen Entwicklung, wodurch dies als globales Leitbild international akzeptiert wurde.<sup>194</sup> Die Verantwortlichen stellten dabei die Bedeutung der nachhaltigen Entwicklung für Umwelt, Wirtschaft und Soziologie dar, welche bis heute als die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit bekannt sind. Um diesem Leitprinzip gerecht zu werden, wurde von den Staaten der Rio-Konferenz die "Agenda 21" verabschiedet, welche als Aktionsprogramm für das 21. Jahrhundert entwickelt wurde, um eine nachhaltige Zukunft zu gestalten, indem sie vor allem die Verantwortung von Regierungen, Unternehmen und der Gesellschaft betont.<sup>195</sup> Mittlerweile wurde die sogenannte „Agenda 2030“ im Jahr 2015 von den Vereinten Nationen verabschiedet und stellt den globalen Rahmen für Umwelt- und Entwicklungspolitik in den kommenden 15 Jahren dar. Diese Agenda setzt sich aus 17 Zielen für eine nachhaltige Entwicklung

---

<sup>191</sup> Vgl. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Nachhaltigkeit (nachhaltige Entwicklung).

<sup>192</sup> Vgl. Umweltmission, Was ist Nachhaltigkeit? Definition und Bedeutung.

<sup>193</sup> Ebd.

<sup>194</sup> Vgl. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Nachhaltigkeit (nachhaltige Entwicklung).

<sup>195</sup> Vgl. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Lexikon: Agenda 21.

zusammen und deckt alle Politikbereiche, von Wirtschaft und Umwelt bis hin zu Bildung und Gesundheit, ab.<sup>196</sup> Bedeutende Handlungsfelder sind z.B. die Bekämpfung von Korruption, der verstärkte Einsatz für Frieden und Rechtsstaatlichkeit, Bildung für alle und eben auch der Schutz unseres Klimas und unserer Ressourcen.<sup>197</sup> Diese 17 SDGs umfassen insgesamt 169 Zielvorgaben, welche Regierungen, Unternehmen oder Gesellschaften als Orientierung und Messgrößen dienen, um den Fortschritt bei der Umsetzung dieser Ziele zu verfolgen und zu bewerten.<sup>198</sup> In der folgenden Abbildung werden diese veranschaulicht.



**Abb. 6: Die 17 globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung der Agenda 2030<sup>199</sup>**

Die sogenannte „Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie“ wurde erstmals im Jahre 2002 beschlossen und seitdem in regelmäßigen Abständen fortgeschrieben. Ab dem Jahr 2016 wurde die Nachhaltigkeitspolitik an den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen ausgerichtet und stellt die Anforderung, das Handeln der Bundesregierung an diese Nachhaltigkeitsziele auszurichten.<sup>200</sup> Die Nachhaltigkeitsstrategie von 2021 ist die aktuelle Auflage und berücksichtigt erstmalig aktuelle Entwicklungen und Erkenntnisse in Bezug auf Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Sie enthält Ziele und Maßnahmen, die bis zum Jahr 2030 eine klimaneutrale Verwaltung, die nachhaltige Beschaffung, ein nachhaltiges Veranstaltungsmanagement und eine verbesserte Work-Life-Balance ermöglichen sollen.<sup>201</sup> Laut dem BMUV ist die Basis der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie ein umfassender und integrativer Ansatz, welcher darauf abzielt, langfristig tragfähige Lösungen für die genannten Herausforderungen zu erzielen. Die Anerkennung der

<sup>196</sup> Vgl. Martens; Obenland (Hrsg.), Die Agenda 2030. Globale Zukunftsziele für nachhaltige Entwicklung, S. 5, S.10.

<sup>197</sup> Vgl. Die Bundesregierung, Agenda 2030: Unsere Nachhaltigkeitsziele.

<sup>198</sup> Vgl. Martens; Obenland (Hrsg.), a.a.O., S. 11f.

<sup>199</sup> Abbildung übernommen von: Die Bundesregierung, Agenda 2030: Unsere Nachhaltigkeitsziele.

<sup>200</sup> Vgl. Martens; Obenland (Hrsg.), a.a.O., S. 22.

<sup>201</sup> Vgl. BMUV, Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie.

Wechselwirkungen zwischen den drei Dimensionen: Ökologie, Ökonomie und Soziales bildet dafür die Grundlage, wobei diese nicht separat betrachtet werden, sondern im Einklang zueinanderstehen müssen.<sup>202</sup>

Mithilfe dieses Ansatzes wird im folgenden Kapitel eine konkrete Anwendungsmöglichkeit der Blockchain-Technologie für die öffentliche Verwaltung untersucht und überprüft, inwiefern sie auf Grundlage der Wechselwirkung zwischen den drei Nachhaltigkeitsdimensionen dazu führen kann, die nachhaltige Transformation in Deutschland, insbesondere in der öffentlichen Verwaltung, zu beschleunigen. Die Entstehungsgeschichte der aktuellen Strategie herzuleiten, war an diesem Punkt der Bachelorarbeit notwendig, um ein grundlegendes Verständnis für das Konzept der Nachhaltigkeit und für dessen Ziele zu erhalten. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass in der aktuellen Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie keine konkreten Technologien genannt werden, welche zur Umsetzung der Lösungsansätze angewendet werden könnten, so auch nicht die potentialreiche Blockchain-Technologie.

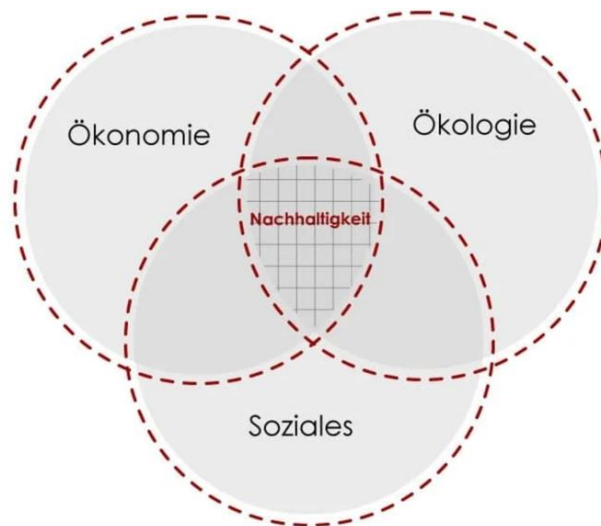
Eine wissenschaftliche Diskussion ist derzeit auch noch nicht umfassend publiziert. Daraus kann man entnehmen, dass die Erkenntnisse zu Nachhaltigkeit und Blockchain so noch nicht umfassend untersucht sind. Es ist somit schwer, die Förderung der Nachhaltigkeit durch die Blockchain-Technologie als Ganzes zu beurteilen, was dazu führt, spezifische Anwendungsmöglichkeiten auf ihre Nachhaltigkeit zu überprüfen. Im Laufe der Zeit wurden die drei Dimensionen von unterschiedlichen Akteuren in verschiedenen Modellen dargestellt, wie dem Drei-Säulen-Modell, dem Nachhaltigkeitsdreieck und dem integrativen Nachhaltigkeitsmodell (auch unter Dreiklangmodell bekannt).<sup>203</sup> Bei der folgenden Untersuchung wird dabei das integrative Nachhaltigkeitsmodell (siehe Abbildung 7) als Grundlage genommen.

---

<sup>202</sup> Vgl. BMUV, Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie.

<sup>203</sup> Vgl. BMWK (Hrsg.), Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie, S. 9.





**Abb. 7: Integratives Nachhaltigkeitsmodell<sup>204</sup>**

Mithilfe des integrativen Nachhaltigkeitsmodells können zahlreiche Wechselwirkungen zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Gegebenheiten und Entwicklungen berücksichtigt werden, da die Nachhaltigkeit hier integriert dargestellt wird.<sup>205</sup> Wie man erkennen kann, überschneiden die Dimensionen sich in diesem Modell und die gemeinsame Schnittmenge bildet die Nachhaltigkeit. So werden die gegenseitige Abhängigkeit und Verknüpfung der drei Dimensionen betont, wodurch es in der folgenden Untersuchung von großer Bedeutung ist, dass diese nicht separat voneinander betrachtet werden, sondern im Einklang zueinanderstehen.<sup>206</sup> Die ökonomische Nachhaltigkeit verfolgt das Ziel, eine Organisation oder ein Unternehmen so zu führen und weiterzuentwickeln, dass langfristig Gewinne erzielt werden und der wirtschaftliche Fortbestand gesichert ist. Das Ziel der Wirtschaftstätigkeit im Einklang mit dem Nachhaltigkeitsmodell besteht darin, umwelt- und sozialverträglich zu handeln und die Lebensqualität zu verbessern, ohne dabei ausschließlich auf eine Erhöhung des Besitzes abzielen.<sup>207</sup> Der Schutz der Umwelt und die nachhaltige Nutzung natürlicher und begrenzter Ressourcen, wie z.B. Wasser, Energie und Rohstoffe bilden die zentralen Aspekte der ökologischen Nachhaltigkeit.<sup>208</sup> Recycling, Beiträge zum Klimaschutz sowie ein geeignetes Umwelt- und Abwassermanagement sind dabei mögliche Themenfelder.<sup>209</sup> Eine wichtige Zielsetzung bei der sozialen Nachhaltigkeit ist die Bewahrung und Verbesserung der sozialen Ressourcen in sozialen Systemen und Gesellschaften., wie z.B. Toleranz, Gerechtigkeit und Gemeinwohlorientierung.<sup>210</sup> Weitere soziale Themen könnten Kundenbeziehungen, Sicherheit

<sup>204</sup> Abbildung übernommen von: Röcker, Daniela (Hrsg.), Die Entdeckung der Nachhaltigkeit.

<sup>205</sup> Vgl. Aachener Stiftung Kathy Beys, Integratives Nachhaltigkeitsmodell.

<sup>206</sup> Ebd.

<sup>207</sup> Vgl. BMWK (Hrsg.), Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie, S.9.

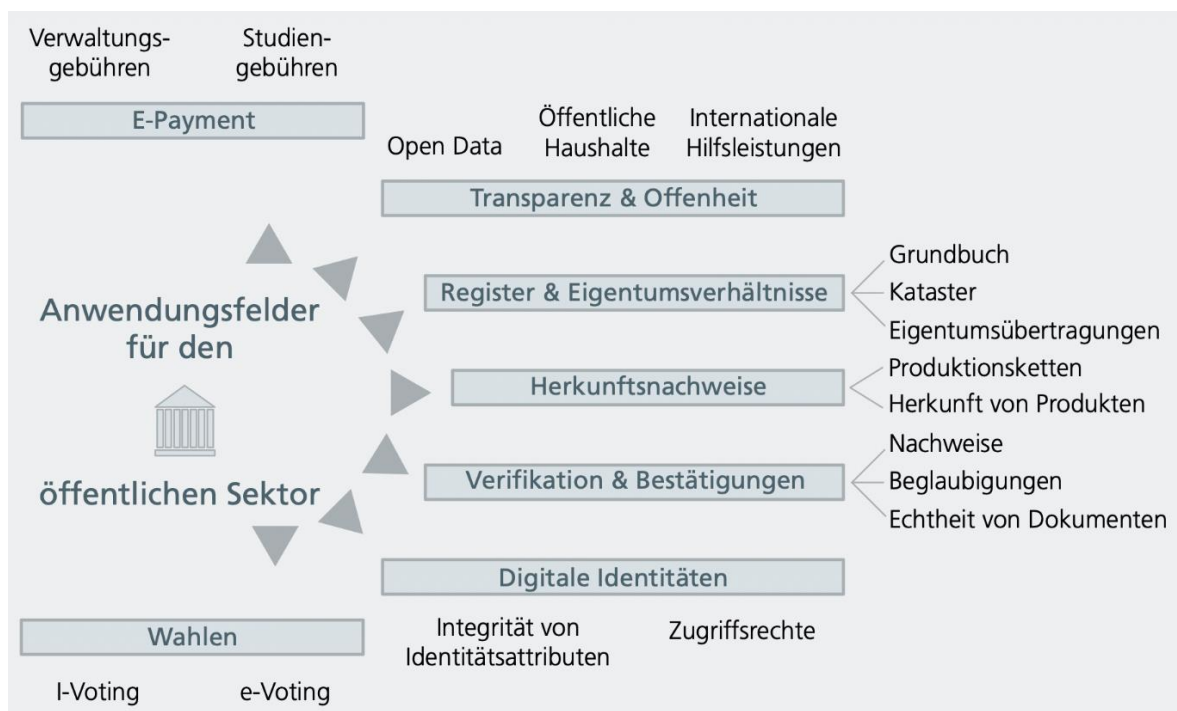
<sup>208</sup> Vgl. Zentec, Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit als Erfolgsfaktor.

<sup>209</sup> Vgl. Kichler, Gustav (Hrsg.), Dimensionen nachhaltigen Handelns im Unternehmenskontext, S. 2.

<sup>210</sup> Vgl. BMWK, Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie, S.9.

und Gesundheit, Bildung und Chancengleichheit sowie Arbeits- und Sozialstandards sein.<sup>211</sup> Aufgrund von noch fehlenden wissenschaftlichen Untersuchungen, werden mögliche Ansätze genannt, auf die man nach eigenen Überlegungen und Recherchen gekommen ist und somit nicht wissenschaftlich belegt werden können. Die technische Funktionsweise einer Anwendungsmöglichkeit wird im Folgenden nicht betrachtet. Es soll lediglich eine kurze Zusammenfassung gegeben und Aussagen aus den Interviews berücksichtigt werden, um dann im Anschluss die Nachhaltigkeitsdimensionen anhand dieses Wissens zu prüfen.

Vorab ist zu erwähnen, dass sich insbesondere im öffentlichen Sektor zahlreiche Anwendungsfelder für die Blockchain-Technologie ergeben. Aufgrund des fortschreitenden Umfangs der Arbeit ist eine ausführliche Betrachtung der verschiedenen Möglichkeiten leider nicht möglich. In der folgenden Betrachtung habe ich mich dabei für das Anwendungsfeld der elektronischen Wahlen (E-Wahlen) entschieden.



**Abb. 8: International häufig diskutierte Anwendungsfelder der Blockchain-Technologie im öffentlichen Sektor.<sup>212</sup>**

<sup>211</sup> Vgl. Kichler, Gustav (Hrsg.), Dimensionen nachhaltigen Handelns im Unternehmenskontext, S.2.

<sup>212</sup> Abbildung übernommen von: Kompetenzzentrum Öffentliche IT (Hrsg.), Mythos Blockchain: Herausforderung für den öffentlichen Sektor, S. 18.

### 3.2.1 Nachhaltigkeitsanalyse von E-Wahlen: Chancen und Herausforderung für die drei Nachhaltigkeitsdimensionen.

Die Blockchain-Technologie bietet sich aufgrund ihrer Eigenschaften, neben der Verwaltung von Daten und Geldern, auch als Instrument zur Partizipation und Entscheidungsfindung, zum Beispiel bei elektronischen Wahlen, an. Ganz gleich, ob man sich älteren oder aktuellen Konzepten der Demokratietheorie zuwendet, bei allen steht eine gerechte Beteiligung aller Interessengruppen im Vordergrund.<sup>213</sup> Sofern gewährleistet werden kann, dass Personen vor einem Endgerät eindeutig identifiziert werden können, bietet die Blockchain-Technologie die Möglichkeit, ein Wahlsystem zu schaffen, bei dem die wahlberechtigten Bürger digital wählen können und somit keine physische Präsenz mehr erforderlich ist.<sup>214</sup> Die E-Wahlen sind weltweit noch ein sehr umstrittenes Thema, da in der Hauptsache die Sicherheit und Integrität des Wahlprozesses in Frage gestellt werden. Im Vergleich zu Deutschland sind bereits einige Staaten wie Frankreich, Schweiz oder Estland bei der Umsetzung politischer Online-Wahlen weiter. Estland gilt weltweit als Vorreiter bei der Einführung von digitalen Wahlen, da sie bereits im Jahr 2005 als erstes Land der Welt die Möglichkeit der Stimmabgabe per Internet bei Kommunalwahlen eingeführt.<sup>215</sup> 2005 nutzten nur 2 Prozent der Wähler diese Möglichkeit, aber seitdem hat sich die Zahl der digitalen Stimmabgaben kontinuierlich erhöht. Bei den aktuellen Parlamentswahlen in Estland (2023) gaben mehr als 313.000 der gut 965.000 Wahlberechtigten ihre Stimme online ab, was etwa einem Drittel entspricht. Auch hier wird die digitale Stimmabgabe bei Wahlen aber (noch) nicht über ein Blockchain-basiertes System realisiert, sondern die Wähler authentifizieren sich mithilfe ihrer E-ID-Card und geben ihre Stimme online ab.<sup>216</sup> Deutschland hat 2005 bei der Bundestagswahl erstmals die Möglichkeit der elektronischen Stimmabgabe durch den Einsatz von Wahlcomputern getestet. Dies wurde jedoch durch ein Urteil des Bundesverfassungsgerichts im Jahr 2009 gestoppt. Das Gericht entschied, dass das Öffentlichkeitsprinzip der Wahl nicht gewährleistet ist, wenn Stimmabgabe und Auszählung nicht für alle Wahlberechtigten nachvollziehbar seien.<sup>217</sup> Demnach müssen auch bei einer digitalen Wahl Transparenz und Nachvollziehbarkeit garantiert werden. Parlamentarische Online-Wahlen sind in Deutschland nicht grundsätzlich verboten, jedoch stellt das Urteil eine besondere Herausforderung für die Einführung von elektronischen Wahlen dar.<sup>218</sup> E-Voting-Systeme bieten grundsätzlich das Potenzial, zukünftig Wahlen und Abstimmungen effizienter, kostengünstiger und nachvollziehbarer zu gestalten, denn sie fungieren als wichtige

---

<sup>213</sup> Vgl. Giese; Preuss; Kops; Wagenknecht; De Boer (Hrsg.), a.a.O., S.117 f.

<sup>214</sup> Vgl. Heuermann; Tomenendal; Bressemer (Hrsg.), a.a.O., S. 223.

<sup>215</sup> Vgl. Berlin Institut für Partizipation, E-Voting in Deutschland.

<sup>216</sup> Vgl. Redaktionsnetzwerk Deutschland, Warum gibt es E-Voting in Estland – und in Deutschland nicht?

<sup>217</sup> Ebd.

<sup>218</sup> Ebd.

Schnittstelle zwischen den Bürgern, der Politik und öffentlichen Organisationen. Dabei hat die Sicherheit dieser Systeme eine große gesellschaftlicher Bedeutung.<sup>219</sup> Die Blockchain-Technologie könnte, durch ihren hohen Sicherheitsanspruch, Abhilfe schaffen und Manipulation oder Wahlbetrug entgegenwirken. Ein möglicher Lösungsansatz wäre, dass jeder berechtigte Wähler ein Token auf Basis der Blockchain-Technologie erhält, welcher für die Wahl seines Kandidaten verwendet werden kann. Dadurch erreicht man, dass jeder einzelne Wahlvorgang von der Blockchain aufgezeichnet und verifiziert wird, was sich vorteilhaft auf die Sicherheit und die Integrität von Wahlprozessen auswirkt. So könnte auch auf die zeit- und personalintensive Auszählung der Stimmzettel von Hand verzichtet und menschliches Fehlverhalten in diesem Prozess weitestgehend ausgeschlossen werden.<sup>8</sup> Im Folgenden fließen noch relevante Aussagen aus den Interviews in die Betrachtung ein, um anschließend den Fokus auf die Nachhaltigkeitsuntersuchung zu richten.

Michael Ascheron führt an, dass elektronische Wahlen mithilfe der Blockchain-Technologie mit der aktuellen Rechtsprechung in Deutschland nicht vereinbar sind. Als Beispiel nennt er: „Bei einer Kommunalwahl dürftest du einfordern, dass du bei der Stimmentzählung zum Beispiel dabei bist und das geht dann ja Blockchain-basiert nicht“. Daraus schlussfolgert er, dass die Rechtsprechung in Bezug zu Wahlen einfach „20-30 Jahre hinterherhängt und die Nutzung verhindert.“<sup>220</sup> Der Interviewpartner erläutert, dass bei Vereinswahlen oder beispielsweise bei der Wahl der IHK-Vollversammlung, bzw. der Wahl der Vertreterversammlung der Volksbank diese durchaus mithilfe Blockchain durchgeführt werden dürften, aber bei der Anwendung für Bundestags- und Kommunalwahlen die Bundes- und Kommunalwahlgesetze gelten und man deshalb zum Beispiel die Auszählung der Stimmen transparent machen muss. Wenn ein Bürger wissen will, wie die Sitzverteilung bei einer Kreiswahl aussieht, müsste er Zugang zu einem System erhalten, das ihm anonymisierte Einblicke in die Wahlbeteiligung und Stimmenverteilung ermöglicht.<sup>221</sup> Abschließend bestätigt Herr Ascheron, dass das Thema E-Wahlen ein perfektes Beispiel dafür ist, aufzuzeigen, wie wichtig Rechtskonformität und Rechtssicherheit auch bei der Implementierung neuer Technologien wie der Blockchain sind, da das deutsche Wahlrecht diese digitalen Aspekte noch gar nicht berücksichtigt.<sup>222</sup>

Auch Fabian Kirstein ist bei der Beantwortung der Interviewfragen auf die elektronischen Wahlen eingegangen. Er ist ebenso der Meinung, dass die Anwendung von E-Wahlen für politische Wahlen in Deutschland nicht zeitnah umgesetzt wird: „Das kann man mal

---

<sup>219</sup> Vgl. Kompetenzzentrum Öffentliche IT (Hrsg.), Mythos Blockchain: Zwischen Hoffnung und Realität, S. 27.

<sup>220</sup> Vgl. Anhang 1, S. XVIII f.

<sup>221</sup> Ebd. S. XXVIII f.

<sup>222</sup> Ebd. S. XIX.

vielleicht bei Volksabstimmungen oder irgendwelchen Vereinswahlen machen, um es überhaupt mal auszuprobieren, aber politische Wahlen mit Blockchain würden viele Probleme mit sich ziehen und die Technologie ist am Ende nicht so reif, als dass man das wirklich machen (umsetzen) könnte.“<sup>223</sup> In diesem Zusammenhang benennt er verschiedene Herausforderungen, wie das Schaffen von Vertrauen der Bürger in die Technologie (gesellschaftlicher Aspekt) oder auch technische Aufgaben: „Wie sicherst du das System wieder so ab, dass die Leute nicht während der Wahl sehen, was denn das Ergebnis ist? Hochrechnungen werden immer erst 18:00 Uhr bekanntgegeben und wenn du es vorher machen würdest, würden die Leute sich ja beeinflussen lassen.“<sup>224</sup> Dazu kommt, dass nicht jeder Bürger in der Lage ist, an einer E-Wahl teilzunehmen. So besteht die Gefahr, dass ein erheblicher Teil der Bevölkerung aufgrund mangelnder technischer Kenntnisse und Fähigkeiten oder fehlendem Internetzugang ausgeschlossen werden würde. Schlussfolgend müsste man die klassische Wahl parallel anbieten, wodurch man aber den gleichen Aufwand bezüglich der normalen schriftlichen Wahl hat und somit Effizienzgewinne ausbleiben. Fabian Kirstein empfiehlt abschließend, dass man sich erstmal technisch an die E-Wahl rantasten muss und sie zunächst keine Rolle spielt.<sup>225</sup>

Im nächsten Schritt erfolgt nun die persönliche Einschätzung, inwiefern elektronische Wahlen in Deutschland die Nachhaltigkeit fördern oder auch gefährden könnten. Beginnend wird dazu der ökonomische Aspekt betrachtet. Im Gegensatz zu den traditionellen Wahlen in Deutschland könnten elektronische Wahlen grundsätzlich dazu beitragen, diverse Kosten- und Ressourcenaufwendungen zu reduzieren. Aber wo entstehen überhaupt Kosten bei der Organisation und Durchführung von Wahlen? Zu benennen sind hier zum einen die Kosten für den Druck von Wahlzetteln bzw. die Herstellung von Briefwahlunterlagen und der damit verbundene immense Papierverbrauch. Auch die Transportkosten für die Versendung von Wahlbenachrichtigungen und Briefwahlunterlagen, sowie für den Transfer, der von den Bürgern ausgefüllten Wahlzettel und Briefwahlunterlagen, stellen bei den derzeitigen Wahlen einen wesentlichen Kostenfaktor dar. Durch eine reine elektronische Wahl würden diese Kosten vermutlich komplett wegfallen. So könnten die Wahlbenachrichtigungen für die Bürger digital über E-Mail oder per App versandt werden, was die Erzeugung von Treibhausgasen geringer ausfallen lässt. Darüber hinaus könnte man enorme Kosten für Wahllokale, Wahlvorstände und Wahlhelfer senken, denn die Bürger geben ihre Stimmen online von jedem Ort aus ab. Der Besuch eines festgelegten Wahllokals wird überflüssig und Zeit sowie Fahrkosten können eingespart werden. Mithilfe der Blockchain-Technologie und ihren transparenten

---

<sup>223</sup> Vgl. Anhang 2, S. XXIX.

<sup>224</sup> Ebd.

<sup>225</sup> Ebd.

Automatisierungsmöglichkeiten könnten die Ergebnisse der Auszählungen bei einer elektronischen Wahl innerhalb von Sekunden feststehen, wodurch das stundenlange Auszählen entfällt und erhebliche Personalressourcen anderweitig zur Verfügung stehen. Auch mit Blick auf den bestehenden Fachkräftemangel und der Altersstruktur im öffentlichen Dienst werden personalintensive Aufgaben bei Einsparungspotentialen mehr und mehr in den Fokus zu rücken sein. Durch die Blockchain-Technologie könnten ebenso neue Überprüfungsfunktionen entstehen, wodurch die Richtigkeit der Stimmen automatisch geprüft und menschliche Fehler oder Betrug vermieden werden sollen. Nach dem Bundesverwaltungsamt Köln (BVO) fallen bei den aktuellen Wahlen auch Kosten für „Erfrischungsgelder für Mitglieder der Wahlvorstände“ und „Schadensersatzleistungen an die Wahlhelfer bei möglichen Schäden,“ an.<sup>226</sup> Die genannten Sachkosten könnten durch eine reine elektronische Wahl vermieden und bei einer Doppelwahl zumindest reduziert werden. An diesem Punkt ist zu erwähnen, dass bis hierhin die reine elektronische Wahl unter Nachhaltigkeitsaspekten betrachtet wurde. Dies ist jedoch unrealistisch, denn das deutsche Wahlrecht darf und sollte auch weiterhin soziale Benachteiligungen z.B. von lebensälteren Menschen nicht zulassen. So wäre die Kombination von elektronischer Wahl und Briefwahl denkbar, wodurch bisher entstandene Kosten und Ressourcen nicht vermieden, aber deutlich gesenkt werden können. Lt. ÖFIT wäre die „initiale Beschaffung und Einrichtung eines E-Voting-Systems jedoch mit hohem organisatorischem und finanziellem Aufwand verbunden“, welcher insbesondere bei der Einführung eines solchen Systems, entstehen würde.<sup>227</sup> Man hätte also neben den langfristigen Kosteneinsparungen bei Personal- und Sachkosten vermutlich hohe Anfangsinvestitionen bei der Integration von elektronischen Wahlen zu tätigen. Eine langfristige Kosten-Nutzen-Analyse wäre somit notwendig, um die Wirtschaftlichkeit bzw. die ökonomische Dimension genauer zu untersuchen.

Als nächstes wird geprüft, inwieweit die elektronischen Wahlen in Verbindung mit der Blockchain-Technologie ökologisch nachhaltig sein könnten. Wie bereits bei der ökonomischen Dimension festgestellt wurde, könnten durch elektronische Wahlen der Bedarf an Papier und Transportmitteln erheblich reduziert werden. Insbesondere für die Herstellung von Papier werden große Mengen auch fossiler Ressourcen, wie Holz, Wasser, Energie und verschiedene Chemikalien benötigt, was die Umwelt nicht unerheblich belastet.<sup>228</sup> Besonders der Energiebedarf bei der Papierherstellung beeinträchtigt dabei die Ökobilanz erheblich, was dadurch unterstrichen wird, dass die Papierindustrie Teil der

---

<sup>226</sup> Vgl. Bundesverwaltungsamt, Abrechnung von Bundestags- und Europawahlkosten.

<sup>227</sup> Vgl. Kompetenzzentrum Öffentliche IT (Hrsg.), Mythos Blockchain: Zwischen Hoffnung und Realität, S. 28.

<sup>228</sup> Vgl. Naturschutzverband, Deutschland, Papierherstellung belastet Umwelt und Natur.

sechs energieintensivsten Industrien in Deutschland ist.<sup>229</sup> Die Auswirkungen auf unsere Wälder und das Klima sind die letzten Jahre immer deutlicher geworden. Der erhebliche Wegfall von Papier durch E-Wahlen kann dazu führen, dass weniger natürliche Ressourcen für die Herstellung verschwendet werden. Auch das Ausbleiben der Entsorgung von Stimmzetteln und der Anreise zum nächsten Wahllokal würde zur Reduzierung des Kohlenstoffdioxidausstoßes in die Atmosphäre beitragen. Die Papierreduzierung kann somit als das bedeutsamste Argument gesehen werden, wie die Anwendungsmöglichkeit zu einer ökologischen Nachhaltigkeit beitragen kann. Wie in den Grundlagen der Blockchain-Technologie (Kapitel 2.1) beschrieben, verspricht die Blockchain jegliche Daten dezentral und sicher abzuspeichern. Mit der Verwendung der Technologie könnte der Bedarf von zentralen bzw. physischen Servern zur Speicherung der Wahlergebnisse gesenkt werden, wodurch weitere Einsparungen beim Energieverbrauch möglich sind und damit der gesamte ökologische Fußabdruck von Wahlen weiter reduzierbar ist. Ein energieaufwändiges Verfahren, wie das bereits beschriebene Proof-of-Work, kommt für diesen Anwendungsfall nicht in Frage.

Zuletzt werden nun die elektronischen Wahlen auf ihre soziale Nachhaltigkeit geprüft. Der bedeutsamste Aspekt bei der Verwendung von elektronischen Wahlen könnte hierzu in der Barrierefreiheit für Menschen mit Behinderung stecken. Nach der Bundestagswahlleiterin soll bei Wahlen darauf geachtet werden, „Menschen mit Behinderung gleichberechtigt am gesellschaftlichen Leben teilhaben zu lassen und ihnen eine selbstbestimmte Lebensführung zu ermöglichen.“<sup>230</sup> Darüber hinaus könnten auch Wähler mit einer eingeschränkten Mobilität davon profitieren, in dem sie von zu Hause aus online wählen. Gerade bei älteren Menschen wäre die Nutzung dieser Möglichkeit fragwürdig, da diese zum gewissen Teil ein sehr begrenztes Verständnis und Interesse für neuere Technologien haben. Man muss demnach eine anwenderfreundliche Lösung für „weniger technikaffine“ Bürger entwickeln und darüber hinaus die Möglichkeit einer Alternative wie die Briefwahl aufrechterhalten. Die technische Option darf keinesfalls dazu führen, dass weniger Menschen ihr Wahlrecht nutzen, sondern sollte idealerweise auch bisherige „Nicht-Wähler“ mobilisieren. Insgesamt könnten E-Wahlen dazu beitragen, dass alle Bürgerinnen und Bürger an der Wahl partizipieren können, eben unabhängig von körperlichen oder kognitiven Einschränkungen. Durch die Beseitigung von Barrieren könnte die Wahlbeteiligung gesteigert werden, wodurch die Gesellschaft sich somit auch mehr in politische Entscheidungsprozesse einbringt und womöglich mehr für die politischen Themen interessieren würde. Durch ihre Transparenz und Sicherheit könnte die Blockchain-Technologie bei elektronischen Wahlen des Weiteren dafür sorgen, die Wahl

---

<sup>229</sup> Vgl. Naturschutzverband, Deutschland, Papierherstellung belastet Umwelt und Natur.

<sup>230</sup> Vgl. Die Bundeswahlleiterin, Barrierefreies Wählen.

grundlegend manipulationssicherer zu gestalten und somit das Vertrauen in Wahlen zu stärken. In Deutschland ist dieser Aspekt aufgrund einer stabilen Demokratie eher weniger relevant, jedoch treten in anderen Ländern immer wieder Vorwürfe von Wahlfälschungen und Wahlbetrug auf. Mehr Argumente zur Förderung der sozialen Nachhaltigkeit entfallen an der Stelle, da es bisher keine wissenschaftliche Literatur dazu gibt und überwiegend eigene Überlegungen zu den genannten Aspekten geführt haben.

Abschließend lässt sich nach der Betrachtung aller drei Dimensionen sagen, dass elektronischen Wahlen in Verbindung mit der Blockchain-Technologie in jedem der drei Bereiche gewisse Potenziale und Vorteile zur Steigerung der Nachhaltigkeit liefern und eben auch dazu beitragen können, dass derzeitige Wahlsystem in Deutschland nachhaltiger und demokratischer zu gestalten. Die Steigerung von Effizienz, Transparenz, Vertrauen und ein gewisser Grad der Automatisierung z.B. bei der Stimmenauszählung sind dabei wesentliche Chancen der Blockchain-Technologie, die bereits im Kapitel 2.2.4 erarbeitet wurden und nach der Betrachtung der drei Dimensionen auch auf die Anwendungsmöglichkeit der elektronischen Wahl übertragbar sind. Jedoch sind auch einige Herausforderungen der Blockchain-Technologie auf die E-Wahlen übertragbar und müssen bei der Diskussion einer möglichen Implementierung intensiv berücksichtigt bzw. bewältigt werden. Beispielsweise wäre zunächst erstmal eine hohe Akzeptanz bzw. ein hohes Vertrauen der Politik, der Wahlbehörden und der Öffentlichkeit in elektronische Wahlen und Blockchain-Technologie grundlegende Voraussetzung, was intensive Aufklärungsarbeit voraussetzt. Die Umsetzbarkeit erfordert auch die Überprüfung und Anpassung rechtlicher Bestimmungen wie zum Beispiel der Wahlgesetze und die Beachtung des Wahlrechts sowie grundlegender datenschutzrechtlicher Vorgaben im Rahmen der DSGVO beispielsweise bei der Speicherung von Wahlergebnissen. Darüber hinaus sind hohe Anfangsinvestitionen bei der Einführung der neuen Technologie erforderlich, die Blockchain-Technologie entwickelt sich fortlaufend weiter, was wiederum Prognosen zur Amortisierung und eine solide Kosten-Nutzen-Analyse erschwert.



## 4 Fazit und Ausblick

Das Ziel dieser Arbeit war es, das Potenzial der neuen Blockchain-Technologie als Element für nachhaltige Digitalisierung in der öffentlichen Verwaltung zu untersuchen und aufzuzeigen, wie die Technologie zur Verbesserung der Effizienz und Transparenz von Verwaltungsprozessen beitragen kann. Auf Basis der technischen Grundlagen und Funktionsweisen wurde bereits zu Beginn deutlich, dass nicht alle Verfahren geeignet sind, die Nachhaltigkeit positiv zu beeinflussen, aber Konsensmechanismen wie z.B. der PoS oder PoA durchaus Potential bieten. Des Weiteren konnten in der Arbeit ausführlich die Chancen und Herausforderungen einer Implementierung betrachtet werden, welche zuvor auf Grundlage vorhandener Publikationen und den Informationen aus den Interviews erarbeitet wurden. Durch die Möglichkeit, die IT-Infrastruktur durch die Blockchain dezentraler und föderaler zu organisieren, ergeben sich viele neue Chancen und Vorteile für die Verwaltung und insbesondere auch für Bürger. Nach einer genauen Betrachtung wurde vor allem Potenzial in der Erhöhung von Effizienz und Transparenz, aber auch in Bezug auf Manipulationssicherheit und einer zeitnahen Verfügbarkeit von Daten gesehen. Es musste bei der Untersuchung aber auch festgestellt werden, dass eine Implementierung nach dem aktuellen Stand noch (zu) viele Herausforderungen mit sich bringt. Besonders die Akzeptanz und ein geringes Grundverständnis der Gesellschaft sowie der Vorrang und Vorbehalt des Gesetzes (z.B. DSGVO) wurden dazu in den Interviews als Handlungsfelder genannt. Darüber hinaus stellen der aktuelle Reifegrad dieser noch jungen Technologie und ggf. hohe Implementierungskosten ein zusätzliches Risiko dar. Auf Basis der technischen Entwicklung einschließlich Automatisierung und digitalem Wandel wurden mögliche Ziele abgeleitet, wo die Blockchain-Technologie und Smart-Contracts diesen Prozess in der öffentlichen Verwaltung unterstützen und beschleunigen können. Abschließend wurde die Nachhaltigkeit anhand der drei Dimensionen genauer betrachtet. Auf Grundlage der „Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie“ von 2021 konnte festgestellt werden, dass sowohl die Blockchain-Technologie als auch andere innovative Verfahren in der Strategie und in Bezug auf die konkrete Umsetzung der Lösungsansätze keine Berücksichtigung fanden,

Geplant war darüber hinaus eine Gesamtuntersuchung der Blockchain auf die drei Nachhaltigkeitsdimensionen, jedoch wurde diese Idee durch fehlende wissenschaftliche Belege verworfen. Stattdessen wurde mit den E-Wahlen ein mögliches Anwendungsfeld für die Öffentliche Verwaltung genauer betrachtet und mithilfe von eigenen Überlegungen und Informationen aus den Interviews auf die Nachhaltigkeit geprüft. Hier hat sich ergeben, dass die elektronische Wahl, aber auch die Doppelwahl, sowohl ökonomische, ökologische als auch soziale Potenziale für die Förderung der Nachhaltigkeit von Wahlprozessen mit sich bringt. Aber auch hier wird deutlich, dass es noch zahlreiche Probleme

zu bewältigen gibt, die einer Umsetzung entgegenstehen. Vor allem die aktuelle deutsche Rechtsprechung, die datenschutzrechtlichen Bestimmungen und die fehlende Akzeptanz in der Gesellschaft sowie ein schwer kalkulierbarer Investitionsbedarf sind wesentliche Hemmnisse.

Abschließend lässt sich die Forschungsfrage damit beantworten, dass die Blockchain-Technologie mit ihren unterschiedlichen Anwendungsfeldern grundsätzlich Potenzial für eine nachhaltigere Digitalisierung in der öffentlichen Verwaltung bietet. Es muss jedoch noch intensiver geforscht und auch getestet werden, um herauszufinden, ob die Vorteile tatsächlich überwiegen, und um auch die Auswirkungen besser einschätzen zu können. Konkrete und transparente Anwendungsbeispiele sogenannte Best Practice sind nötig, um Politik, Gesellschaft und Verwaltung von der Machbarkeit zu überzeugen.

Zukünftig könnte die Blockchain-Technologie nicht nur als selbständige Komponente genutzt werden, sondern in Verbindung mit anderen Technologien, wie z.B. der KI oder Web3, neue und möglicherweise noch nachhaltigere Anwendungsfälle schaffen. Mit Bezug zur öffentlichen Verwaltung könnte durch die Kombination der Transformationsprozess bei Digitalisierung und Automatisierung von verschiedenen Verwaltungsdienstleistungen einfacher und ggf. schneller gestaltet werden.

## **Kernsätze**

1. Die Blockchain-Technologie unterstützt den Digitalisierungsprozess, beschleunigt die Automatisierung und trägt dazu bei, Verwaltungsprozesse zu optimieren.
2. Der Mehrwert von Blockchain gegenüber normalen Datenbanken liegt in der Dezentralisierung der Datenhaltung, was die Gefahr der Datenmanipulation reduziert.
3. Gelingt es, die rechtlichen Voraussetzungen und datenschutzrechtliche Lösungen zu schaffen und die Gesellschaft einschließlich Politik und Verwaltung mitzunehmen, hat die Blockchain-Technologie durchaus eine Chance im öffentlichen Sektor.
4. Die Blockchain-Technologie sollte nicht als einzelnes Element, sondern in Kombination mit anderen neuen Technologien betrachtet werden, um ihr Potential bestmöglich zu nutzen.
5. Die Investition in Forschung und Testung neuer Technologie, wie auch der Blockchain, ist wichtig, um Deutschland im Digitalisierungsprozess weiter und schneller voranzubringen.

## **Anhangsverzeichnis**

Anhang 1: Interview mit Michael Ascheron.....	IX
Anhang 2: Interview mit Fabian Kirstein .....	XXIV
Anhang 3: Interview mit Ullrich Prax.....	XXXIV

## Anhang

In den folgenden Anhängen werden die Transkripte der durchgeführten Interviews aufgeführt. Die Fragebögen wurden erst nach Zusage der Interviews erstellt, wodurch es gewollt ist, dass die Fragen in dem jeweiligen Interview variieren. Die dargestellte Legende soll dem Leser einen kurzen Überblick über die Interviewpartner aufzeigen und so eine einfachere Handhabung ermöglichen. Das „I“ vor den Fragen steht für den Interviewer und „E“ für Experte.

<b>Abkürzung</b>	<b>Experte</b>	<b>Funktion</b>	<b>Datum</b>
<b>E1</b>	Michael Ascheron	Clustermanager der Mittweidaer Wirtschafts- und Entwicklungsgesellschaft	06.03.2023
<b>E2</b>	Fabian Kirstein	Wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Fraunhofer Fokus im Geschäftsbereich „Digital Public Services“	06.03.2023
<b>E3</b>	Dipl.-Verw. Wirt (FH) Ullrich Prax	Referent Zentrum für Informationstechnologie, HSF Meißen.	16.03.2023

## **Anhang 1: Interview mit Michael Ascheron**

### ***Einstieg***

I: Bitte stellen Sie sich kurz vor!

**E1:** *“Ich heie Michael Ascheron und arbeite eigentlich für die Stadt Mittweida. Diese hat eine eigene Wirtschaftsförderung, welche ‘MWE’ heißt. Wir betreiben hier einen Technologiepark, wo 20 Unternehmen drinnen sind und haben so in etwa 6300 Quadratmeter Gewerbeflächen mit teilweise produzierenden Gewerben in Hallen und vielen Dienstleistungsunternehmen, also angefangen vom Pflegedienst mit 20-30 Mitarbeitern bis zur City-Post, aber auch eben kleine Unternehmen wie Ingenieurbüros und auch Softwareunternehmen sind bei uns mit drin. Genau, wir betreiben das und führen für die Stadt quasi als verlängerter Arm Forschungsprojekte mit Unternehmen zusammen durch. Seit 2019 gibt es bei uns das ‘WIR!’-Projekt (Wandel durch Innovation in der Region) und da waren zu Beginn glaube ich 12 verschiedene Regionen in Ostdeutschland dabei. Bis heute ist das auf etwa 20 ‘WIR!’-Projekte in ganz Deutschland erweitert worden. Genau, das ist vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und da will man quasi in strukturschwachen Gegenden, also der ländliche Raum sozusagen (wo es wenig Großunternehmen gibt), durch so eine ‘WIR’-Förderung eine Art Know-How / Cluster für verschiedenste Bereiche schaffen. Bei uns ist halt das Thema Blockchain in Mittweida, was daran liegt, dass wir die Hochschule Mittweida haben, welche mit offiziell 7000 Studenten die größte Hochschule in Sachsen ist, und da auch einen starken Bereich in Computerwissenschaften haben. Die haben sich dann 2019 engagiert, Forschungsprojekte in der Richtung zu machen. Meine Aufgabe ist hier die Rolle des ‘Cluster Manager’, wo ich versuche, die Fäden innerhalb zusammenzuhalten, also die Koordination zwischen den verschiedenen Bereichen. Das beginnt mit dem ersten Kontakt, also wenn ein Unternehmen oder teilweise einzelne Personen eine Idee haben und sagen, zu dem Thema würde ich gerne was erforschen, und da berate ich sie und mache dann mehrere Termine mit denen aus, wo man die ganzen Formalitäten durchgeht. Ich versuche dann auch die entsprechenden erforderlichen Partner zu finden. Meistens sind das bei unserem Forschungsprojekt drei Partner: Also meistens ein privates Unternehmen, was auch schon im Softwarebereich tätig ist, dann einen Hochschulpartner für die Forschung*“

*und dann noch irgendwie einen regionalen Partner, wo das Projekt dann als Demonstration ausprobiert wird.“*

**I:** Nutzen Sie bereits die Blockchain-Technologie in Ihrem Unternehmen und falls ja, wie?

**E1:** *“[...] Jetzt ist es so, wir haben in Mittweida als Kommune durchaus schon Blockchain-Technologie getestet, und zwar in zwei Bereichen. Zum einen gibt es da das Thema SSI, d.h. eine Selbst-Souveräne-Identität und das ist ein Forschungsprojekt vom BMWi [gemeint: BMWK] und BMI. Da ist auch die Bundesdruckerei mit dabei und die wollen im Prinzip eine Alternative zu diesen Social Media Logins schaffen, wo ja z.B. die ganzen großen Konzerne aus den USA die Daten dann auch weiterverkaufen und speichern, wo du auch relativ wenig Einfluss hast, was dann mit deinen Daten passiert. Wenn man bei Facebook mal schaut, sind das dann teilweise über 150 Unternehmen, an die deine Daten weitergegeben werden zur Bearbeitung. Genau das wollte die Bundesregierung ein bisschen über diese SSI eindämmen. [ausführende Erklärung wird nicht mit einbezogen]*

*Mithilfe des SSI wollte die Bundesregierung ein Gegenmodell für das ‘Social Score’-Modell in China machen, was eben auf Blockchain basiert, damit man seine Daten selbst verwaltet und auch selbst löschen kann, also man Herr seiner Daten ist. Genau und das Projekt heißt ID-Ideal. Dann gibt es noch ein zweites Projekt. Das nennt sich ‘Rathaus-Cloud’. Wenn du jetzt zum Beispiel in Bautzen im Landratsamt für Bauanträge zuständig bist und gehst jetzt in den Erziehungsurlaub, dann fehlst du. Und der Ansatz bei der Rathaus-Cloud ist, dass verschiedene Landratsämter und Gemeinden sich zusammentun und sich dann gegenseitig online vertreten, also wenn jemand krank oder wie gesagt im Erziehungsurlaub oder so ist, übernimmt es die andere Gemeinde. Dabei mussten wir sicherstellen, dass die Dokumente fälschungssicher abgelegt und versioniert werden können. Dazu haben wir auch ein Blockchain Projekt mit dem Namen ‘Echt!’ und das wird für das Dokumentenmanagement in der Rathaus-Cloud genutzt, z.B. um Urkunden und Zeugnisse zu prüfen.*

*Genau, also das erstmal zu der Frage, wo wir jetzt selbst Blockchain nutzen. Wir haben noch 12 andere Forschungsprojekte, wo Blockchain jetzt drin ist,*

*aber das nutzen wir jetzt nicht als Kommune. Wir wollten z.B. auch für Mobilität die Blockchain nutzen. Das Projekt heißt 'Mobility 4All'. Das haben wir mal ein halbes Jahr getestet als Kommune, wie man sich Blockchain-basiert z.B. so Scooter ausleiht. Bei uns ist eben auch so ein Ziel, dass wir die Mobilität für ältere Leute im ländlichen Raum verbessern wollen, denn z.B. dürfen ja viele nicht mehr mit 80 Jahren Autofahren, wenn sie nicht mehr fit genug sind. Der Bus fährt nur einmal pro Stunde oder nur vormittags, also wie machst du das dann beim Einkauf oder wie kommst du zum Arzt, ohne ein teures Taxi zu bezahlen? Also da gab es auch Forschungsprojekte in der Richtung."*

**I:** Wie beurteilen Sie den aktuellen Stand der Blockchain-Technologie im Vergleich zu anderen Technologien?

**E1:** *"Also die Blockchain-Technologie ist ja noch sehr jung. [Kurzes Gespräch über die Anfänge des Bitcoins nicht inkludiert] So und die Idee des Bitcoins war halt, dass du über Blockchain ein dezentrales Zahlungsnetzwerk aufbaust, was auch nicht verboten werden kann. Denn das Netzwerk ist ja weltweit, es gibt Tausende Rechner als Knoten, d.h. du kannst das nicht unterbinden und auch nicht verbieten. Bisher wurde das auch nicht gehackt, also es wird ja heutzutage fast alles gehackt, aber Bitcoin ist seit 14 Jahren nicht gehackt worden. Das ist schon eine Leistung und spricht eigentlich auch für die Sicherheit der Technologie. Was gehackt wurde, sind Bridges [Brücken zwischen verschiedenen Blockchain Technologie]. Die kannst du dir als Art Adapter vorstellen, um Ethereum und Bitcoin oder andere Blockchains zu verbinden. Die haben aber an sich erstmal mit der Blockchain Technologie nichts zu tun, sondern waren schwache Anwendungen, die da drauf aufgesetzt haben. Außer den DeFi-, also Finanzanwendungen, sind bisher wenig andere Anwendungsfällen gekommen. [Herr Ascheron hat mir in den folgenden Minuten über zwei Anwendungsfälle berichtet: „Tradelens“ und „Food Trust“ von IBM.] Blockchain ist also super für Tracking, also um Sachen nachzuverfolgen, egal ob Lieferketten, Finanztransaktionen oder sonstiges. Um das mit meinen Worten zusammenzufassen, ist Blockchain nur eine alternative Speichertechnologie. Die Transaktionen werden ja versiegelt über Signaturen und Kryptografie, was den Nachteil mit sich zieht, dass die Performance teilweise nicht so gut ist, also dass die Anzahl an Transaktionen pro Sekunde limitiert [ist] und Geld [kosten]. Ethereum arbeitet da grad*



aber daran, um das zu verbessern, damit bis zu 50.000 Transaktionen pro Sekunde getätigt werden können. Zusätzlich gibt es eben noch die „Smart Contracts“ als große Innovation, die neben Ethereum von vielen Anbietern, wie z.B. Cardano, angeboten werden. Über Smart Contracts erlauben die Blockchains die Automatisierung. Web3 wäre dann ein dezentrales Internet, wo im Prinzip jeder teilnehmen kann und nicht einfach so ausgeschlossen werden kann, wie man es z.B. aus Russland oder China kennt. Web3 liefert quasi z.B. Messenger-Technologie und damit könntest du mir eine Nachricht schreiben und ich könnte die über Whatsapp, Telegram oder jeden anderen beliebigen Messenger öffnen. Web3 stellt also dezentrale Dienste zur Verfügung, wo du Intermediäre ausschalten kannst und das stellt für mich das größte Potential dar. Durch eine dezentrale Lösung hast du z.B. die Transaktionsgebühren nicht, egal ob es im Zusammenhang mit Versicherung, Banking oder Online-Shopping ist. Du schaffst eine Art freien, demokratischen Raum, der aber nicht so von der Regierung gewollt ist. Denn Regierungen wollen ja, dass sie die Kontrolle z.B. über die Zentralbanken haben. Die Blockchain-Technologie ermöglicht quasi eine Demokratisierung oder eine Art Anarchie im positiven Sinne, denn jeder darf eigentlich alles: Du kannst ohne Banken Überweisungen machen, du kannst ohne eine Versicherung theoretisch eine Versicherung abschließen, du kannst ohne App-Stores Applikationen hosten ohne Zugangsbeschränkungen wie z.B. von Apple oder Google. Gerade die anonymen Wallets sind ein Dorn im Auge, da sie [die Regierung] keine Steuervermeidung wollen, denn ich könnte dir einfach einen Bitcoin überweisen und es würde kein Mensch mitkriegen, weil kein Mensch weiß, welche Wallet von mir oder dir ist. Dieser Punkt wird dann natürlich immer gleich mit Schwarzgeld und Kriminalität in Verbindung gebracht, obwohl ich mal behaupten würde, dass 99,9% da völlig legal sozusagen unterwegs sind. Aber klar, schwarze Schafe hast du immer.

Also ich sehe das alles noch in Kinderschuhen. Es entstehen jedes Jahr schöne neue Anwendungsfälle für Blockchain. Es ist aber ehrlich gesagt nur eine kleine Komponente, also Blockchain ist jetzt keine Wunderwaffe oder sowas. Ich würde das ganz gerne mit ABS vergleichen: Jeder hat ABS im Auto, wenn du jetzt aber mal irgendwelche Kommilitonen oder Freunde fragst, 'Ja wie funktioniert denn das ABS?', dann würden die Meisten wahrscheinlich nur sagen können, dass es irgendwie verhindert, dass die Reifen rutschen, wenn es nass ist.

*Aber kein Mensch würde dir wahrscheinlich erklären können, wie das ABS funktioniert. Genauso sehe ich das mit Blockchain, also Blockchain ist auch nur eine kleine Komponente, die zukünftig meinerwegen sichere Transaktionen erlaubt und eine Basis für das 'Internet der Originale und Werte'.*

*In Zukunft sehe ich in Verbindung mit der Künstlichen Intelligenz tolle neue Anwendungsfälle. Interessant fände ich das auch bei Verwaltungsdienstleistungen: Sagen wir mal, du reichst den Bauantrag ein und es gibt ja eine Bearbeitungsfrist. Du weißt jetzt aber zum Beispiel nicht, wie der Status deines Bauantrages ist, also sprich: Sind die Unterlagen vollständig oder fehlt irgendwas? Bei welchem Mitarbeiter liegt der Antrag? Wie weit ist der Antrag? Da könnte man über die Blockchain Transparenz reinbringen und sagen, es gibt verschiedene Statistiken, wo du meinerwegen siehst, bei welchem Mitarbeiter der Antrag liegt oder ob er z.B. vollständig ist. Man kann sich das auch als Verlaufsbalken vorstellen. Das könnte auch relativ anonym gemacht werden, also dass du wie z.B. bei einem Zoom-Meeting dann eine (Wallet-)Adresse hast, die nur du kennst und eventuell durch einen Private-Key abgesichert ist. Somit würde man eine gewisse Rechtssicherheit schaffen, und man könnte auch sagen, dass man die Verwaltungsdienstleistungen bei Krankheit etc. von Standort zu Standort teilt. Potential der Blockchain sehe ich ebenfalls auch bei dem Punkt, dass man rechtssicher Verwaltungsbescheide erstellt, z.B. bei einer Parkkarte. [...]*

*Blockchain ist aktuell nicht für große Datenmengen gedacht, aber dafür da, um etwas zu validieren. Die sprachbasierte Erstellung von Applikationen mit Hilfe der Künstlichen Intelligenz, wo Blockchain einfach eine kleine Komponente davon ist, wäre so meine persönliche Vision. Also dass man sozusagen im Dialog Applikationen jeglicher Art erstellen kann, egal ob Verwaltungsdienstleistungen, Unternehmensabläufe etc."*

### **Fragen zu Blockchain in der öffentlichen Verwaltung**

**I:** Welche Erfahrungen haben Sie bereits mit Blockchain-Anwendungen in der öffentlichen Verwaltung gemacht und welche Ergebnisse konnten dabei erzielt werden? Wenn nicht, welche Gründe gibt es dafür?

*E1: "Also es gibt für mich eigentlich nur ein Land, was für mich in der digitalen Verwaltung Vorreiter ist und das ist Estland. In Estland sind 99% der Verwaltungsdienstleistungen online verfügbar und die Steuererklärung hast du z.B. irgendwie in 20 Minuten fertig. Das ist für mich so ein Paradebeispiel, wie es eigentlich funktionieren kann. Das System, was da zugrunde liegt, heißt 'X-Road' und darauf laufen im Prinzip alle Verwaltungsdienstleistungen in Estland. Die haben das auch für Finnland und Island bereitgestellt, also es ist quasi eine internationale E-Government Lösung. So sollte es meiner Meinung nach auch in Deutschland funktionieren.*

*Meine Erfahrungen hatte ich ja bereits am Anfang schon geschildert, also das mit der SSI und der Rathaus-Cloud. Also da habe ich ein bisschen was mitgekriegt, aber ich habe auch mitgekriegt, dass es sehr, sehr schwierig ist. Es sollen ja 575 Verwaltungsdienstleistungen online bereitgestellt werden und ja, es scheitert eigentlich schon banal an der Authentifizierung. [kurze Erklärung über die „AusweisApp2“, welche von der Bundesdruckerei bereitgestellt wird] Es geht schon damit los, dass die Leute ihren PIN / ihren Ausweis nicht haben und sie sich somit nicht sicher für die Verwaltungsdienstleistungen anmelden können. Von daher ist es echt schwierig. Es gibt immer wieder so Ansätze, aber aus meiner Sicht hätte man das wie Estland aufsetzen sollen, die das seit 1999 weiterentwickeln. Also haben sie da auch sehr, sehr viel Erfahrung, dass auch alles Datenschutzkonform mit der EU ist. Damit wäre die OZG [Umsetzung] hier eigentlich sofort erledigt gewesen. [...]*

*Wenn die Mitarbeiter, der Chef bzw. der Bürgermeister das [die Digitalisierung] nicht wollen, dann wird das auch nichts. Dann kannst du auch als Bundesland so viele Kopfstände machen und Tools zur Verfügung stellen, aber wenn es keiner will, dann funktioniert es eben nicht. Also wir haben es in Mittweida versucht, und zwar mit zwei Verwaltungsvorgängen. Das eine war, wenn du Straßen für irgendwelche Bauvorhaben absperren musst. Da gibt's ja verkehrsrechtliche Anordnungen. Also dafür haben wir es durchaus geprüft und das hat auch funktioniert. Dann gab es auch noch Kommunen, die haben es für die Hundesteuer, also für Hundepaketten, genutzt. Dann sollte es noch für Parkkarten genutzt werden, also die Parkgenehmigung für die Einwohner. Und es wurde wie gesagt für Urkundenmanagement genutzt, also um Dokumente zu*

*signieren, egal ob Zeugnisse oder Verwaltungsbescheide. Die IHK München ist dort ziemlich weit: Wenn die Zeugnisse erstellen, gibt's auch so ein Blockchain-basiertes Zeugnis dazu und sind so Vorreiter für fälschungssichere Zeugnisse."*

**I:** Was halten Sie von der Idee, Blockchain als Element für eine nachhaltige Digitalisierung in der öffentlichen Verwaltung einzusetzen?

**E1:** *"Auf dem Papier klingt das natürlich erstmal total gut, aber wenn man sich letztendlich mit dem Detail beschäftigt, also mit dem Wissen, dass jede Kommune eigene Prozesse aufsetzen darf, funktioniert das meiner Meinung nach nicht. Du kannst maximal sagen, was wir am Anfang schon hatten. Du authentifizierst dich über eine Blockchain zum Beispiel, also dass du mit der SSI deine Identität nachweist; dass du Credentials in der Blockchain hinterlegst, also quasi Legitimationen, egal ob das Führerschein, Anwohnerparkausweis, Baugenehmigungen oder was auch immer [ist]. Also da halte ich das für geeignet, aber da brauchst du einen Standard, dass du das irgendwie Blockchain-basiert ablegst. Für Verwaltungsprozesse halte ich es nicht geeignet. Da würde ich eher ein Tool wie das X-Road von Estland einsetzen und dann bräuchtest du aber trotzdem noch so eine Möglichkeit, dass die Verwaltung Prozesse auch noch anpassen kann. Das hängt schon mit diesen Freigabeprozessen zusammen. Also die Prozesse müssen ja noch anpassbar sein und da ist mir Blockchain einfach nicht flexibel genug."*

**I:** Welche konkreten Anwendungsbereiche sehen Sie für die Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung?

**E1:** *"Das habe ich ja eigentlich im Wesentlichen schon zuvor beantwortet. Also dass ich gesagt habe, meinerwegen für die Authentifizierung für Verwaltungsvorgänge; für diese Wallets/Credentials, also wo du z.B. irgendwelche Rechte abspeicherst. Du könntest zum Beispiel auch bei Schülern das Busticket oder sowas in der Wallet ablegen, also so Kleinigkeiten halt. Das würde ich für geeignet halten, aber ich würde jetzt nicht alles Blockchain-basiert machen. Das macht gar keinen Sinn. Also der absolute Mega-Anwendungsfall ist für mich eigentlich das Grundbuch. Da gibt's auch schon Staaten, die die Idee unterstützen: Du weißt ja wie lange das dauert, wenn du ein Grundstück kaufst, bis du dann im Grundbuch stehst. In Hong-Kong oder Singapur hast du die*

*Möglichkeit, dass du online ein Grundstück/Wohnung/ Haus kaufst und innerhalb von ein paar Sekunden dann als Eigentümer drinnen stehst. [...]*

*Wo ich Blockchain auch noch sehr gut finde, ist in der Verhinderung von Korruption, also zum Beispiel bei Spendengeldern. Das ist jetzt zwar nicht direkt die öffentliche Verwaltung, aber grad bei der Ukrainehilfe und sowas wird gesagt, dass bis zu 95% der Hilfsgüter veruntreut, also dass diese dann privat weiterverkauft wurden. Das ist häufig auch mit Spendengeldern so oder bei Fördermitteln, welche ja auch die Verwaltung betreffen. Also wer hat welche Mittel freigegeben? Wofür sind diese verwendet worden? Damit das absolut transparent einsehbar ist, weil sonst hast du eigentlich keine Möglichkeit mehr in der Tiefe zu gucken, was mit dem Geld passiert.*

*Was ich mir auch noch gut vorstellen könnte, wäre jetzt zum Beispiel auch im sozialen Bereich, was Leistungsempfänger anbelangt. In Verbindung mit Flüchtlingen gab es ja teilweise Doppelregistrierungen, Verwendung falscher Identitäten, usw. Wenn du Blockchain und Biometrie verknüpfst, könntest du dazu z.B. sagen, du musst einmal im Monat zu uns kommen, deine Hand vorhalten und nur dann erhältst du deine Mittel. Außerdem könnte man theoretisch auch sagen, dass diese Mittel auch nur für bestimmte Zwecke ausgegeben werden dürfen. Somit könntest du einen Missbrauch des sozialen Haushaltes bzw. von Sozialleistungen eindämmen. Also wenn z.B. jemand aus der Ukraine kommt und der will einen Sprachkurs machen, muss dieser automatisch Leistungen beziehen. Dann könntest du auch verschiedene Leistungen Blockchain-basiert miteinander koppeln. Du könntest sagen, er kriegt nur seine Leistung, wenn er nachweist, dass er auch alle Sprachkurse besucht hat und zwar auch als echte Person und nicht von irgendjemand Anderen, der für ihn z.B. unterschrieben hat. Damit könntest du Blockchain-basiert Leistungen an irgendwelche Bedingungen knüpfen. Du könntest also auch genaue Bedingungen stellen, die sie erfüllen müssen, die sie transparent wissen oder auch online nachgucken können. Somit könntest du ein transparentes System einführen.”*

**I:** Inwieweit können Smart Contracts und digitale Identitäten (oder eines Ihrer Anwendungsbeispiele) mithilfe der Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung eingesetzt werden? Kurz: Welche Vorteile bieten sie?

**E1:** *“Also [diese Beispiele] könntest du in der Verwaltung im Prinzip abteilungsübergreifend nutzen. Das Zuständigkeitsprinzip in der Verwaltung ist zwar gut gegen Korruption, aber dadurch denkt halt jeder nur in seiner Schublade. Mit diesen digitalen Tools könntest du ein 360-Grad-Bild erstellen, also zum einen für die Verwaltung und zum anderen für den Bürger.”*

**I:** Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit Blockchain erfolgreich in der öffentlichen Verwaltung eingesetzt werden kann?

**E1:** *“Aus meiner Sicht gibt es zwei große Hemmnisse: Bei einer Blockchain (in unserem Sinne) hast du immer einen Public-Key und einen Private-Key. Wenn dieser Private-Key weg ist, ist gleichzeitig alles weg. Da gibt es also keine Wiederherstellung oder Ähnliches. Das sehe ich im Zusammenhang mit der öffentlichen Verwaltung als großes Hemmnis. Dafür gibt es aber einen Ausweg. Der nennt sich „Multisig-Wallets“ und bedeutet, dass du einen Schlüssel quasi verteilen kannst. Also wenn du die Blockchain-Technologie nutzen willst, musst du eine Multisignatur-Lösung aufsetzen, dass du z.B. Informationen/Daten von einem Asylbewerber als Verwaltung, mit der Unterschrift oder so, wiederherstellen kannst. [...] Dann brauchst du irgendeine Möglichkeit der Authentifizierung. Also bei der Verwaltung muss ja sichergestellt sein, dass derjenige, der sich da online einloggt, auch dann diese Person ist. Dass du irgendwie sicher nachweisen kannst, dass du auch wirklich die Person bist, die etwas (von der Verwaltung) möchte. Da gibt es verschiedene Lösungen und die einfachste Lösung, die ich persönlich kenne, wäre dass du z.B. deinen Ausweis in die Kamera hältst und eine KI dann erkennt, ob du [als Person] nun wirklich mit dem Ausweis übereinstimmst, also eine Art „Face-Scan“. Also irgendwie müsst ihr eine Authentifizierungsmöglichkeit einbauen. Des Weiteren müsste die Verwendung der Blockchain auch kompatibel mit der Software sein, die ihr in der Verwaltung verwendet, z.B. durch eine Art Plug-in oder sowas. Jede Verwaltung hat ja irgendwelche eigenen IT-Systeme, deswegen stell ich mir das schwierig vor. Also das Einfachste wäre mal so übertrieben gesagt, wenn du die Blockchain-Komponente als eine Art Druckertreiber einbinden könntest. Wenn du eine PDF erstellst, wird das ja auch ein Druckertreiber. Diese PDF kannst du über eine Signatur signieren. Dass du im Prinzip Blockchain wie ein PDF-Dokument mit Blockchain-Signatur ausdrucken könntest, denn dann wäre Blockchain quasi*

*automatisch kompatibel mit jeglicher Art von Tool, egal ob Word, Excel, etc. Jeder Sachbearbeiter hätte dann einen individuellen Druckertreiber. Also z.B. bei Elias Wolf könnte ich jetzt einstellen, dass dieser PDF/Blockchain-Druckertreiber mit deinem Account irgendwie [mit einer Signatur von dir] verknüpft wird und das Dokument, was du digital über den Druckertreiber erstellst, könnte z.B. in Blockchain als Hash-Wert hinterlegt werden und mir wäre dann völlig egal, aus welchem Tool du das erstellst. Damit würdest du eine relativ einfache Kompatibilität herstellen, ohne dass du an dem [bestehenden] System was biegen musst.”*

**I:** Welche Potenziale sehen Sie im Kontext der öffentlichen Verwaltung?

**E1:** *“Also das Tracking ist für mich so der Hauptpunkt, also dass ich sehe: Wie ist der Status? Sowohl Tracking von innen als auch von außen. Wenn ich jetzt irgendwo hinziehe, brauche ich eine Vermieterbescheinigung, um den Grundsatz zu ändern, dann brauche ich irgendwelche Kindergarten/Schul-Anmeldungen, dann muss ich mich auch beim Finanzamt anmelden, dann brauche ich eine Steuernummer, etc. Dann könntet ihr [mit der Blockchain] alles vollautomatisch abwickeln, d.h. dass du dich als Fachkraft oder so nur einmal online deine Daten eingeben musst und wir [die Verwaltung] erledigen den Rest für dich vollautomatisch. So stelle ich mir eine moderne Verwaltung vor, also als Service-Center sozusagen. Das wäre dann für mich ein Thema zu Blockchain, wo du Transparenz reinbringst und vor allem automatisierte Prozesse anstößt, denn im Moment muss ich als Bürger jeden Prozess selbst anstoßen. [...] Um Dynamik bei den Mitarbeitern reinzubringen, könnte man auch einen Art Performance-Vergleich integrieren, wo man die Leistung, z.B. Anzahl der bearbeiteten Anträge, vergleichen kann und dort einen Benchmark erhält. Somit hätte man auch inneres Tracking. [...]*

*Also die Wahlen ist auch so ein Thema. Da sind wir immer wieder dran, aber das ist quasi aktuell mit der Rechtsprechung einfach nicht vereinbar. Bei einer Kommunalwahl [zum Beispiel] dürftest du einfordern, dass du bei der Stimmentauszählung zum Beispiel dabei bist und das geht dann ja Blockchain-basiert nicht. Also gerade bei Wahlen musst du halt auf Rechtsprechung gucken, also alles, was du auf der Blockchain machst, muss ja rechtskonform sein. Da hinkt*

*teilweise die Rechtsprechung, die 20-30 Jahre hinterher hängt und die Nutzung verhindert. Die Volksbank nutzt zum Beispiel schon Online-Wahlen. Also z.B. bei der IHK, eben der Volksbank, bei Vereinen, usw. dürfte man die Wahlen über die Blockchain durchführen, also das geht. Aber zum Beispiel bei Kommunalwahlen oder Bundestagswahlen gibt es ja das Wahlrecht und du müsstest dann die Auszählung über die Blockchain transparent machen, d.h. wenn ich wissen möchte, wie meinetwegen die Sitzverteilung bei der Kreiswahl ist oder so, müsste ich dann eben einen Zugang kriegen, womit ich dann anonymisiert z.B. die Wahlbeteiligung, Stimmenverteilung einsehen kann. Dies müsste man dann eben transparent online abbilden, um das rechtskonform zu machen. Das ist eigentlich ein perfektes Beispiel, um zu sagen, also es muss [in dem Zusammenhang mit Blockchain] die Rechtskonformität/Rechtssicherheit hergestellt werden, weil da das Wahlrecht diese digitalen Aspekte noch gar nicht beinhaltet. Die Rechtsprechung muss also quasi angepasst werden. [...]"*

**I:** Welche konkreten Maßnahmen können staatliche Institutionen ergreifen, um die Implementierung von Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung voranzutreiben?

**E1:** *“Zu dem Punkt hatte ich am Anfang schon relativ weit ausgeholt. Ich sehe dieses Hemmnis darin, dass jede Kommune die Prozesse der Verwaltungsleistungen selbst definieren kann. Das widerspricht ja eigentlich quasi einem zentralisierten, einheitlichen Prozess. Zu dieser Frage habe ich mir tatsächlich mal im Vorfeld Gedanken gemacht und habe auch eine relativ simple Lösung. Im Endeffekt kommt überall das gleiche rein, also in so einem Prozess, und es kommt das gleiche raus, es ist also durch die Rechtsprechung standardisiert. Die ganzen Parameter sind definiert, aber ich darf es trotzdem unterschiedlich bearbeiten. Aber im Endeffekt sind die Spielregeln für alle gleich, also es muss vollständig reinkommen und dann kommt irgendwas raus, z.B. Auflagen ja/nein. Das heißt, ich würde eigentlich zentral, wie eben das X-Road, zur Verfügung stellen, was alles [Verwaltungsdienstleistungen] kann und dann würde ich ein visuelles Prozessmanagement aufsetzen, wo jede Kommune individuell die Abläufe nochmal für sich definieren kann. Man könnte zum Beispiel sagen, als erstes kriegt es der Bürgermeister zu sehen, dann geht es in den Ausschuss vom Stadtrat, dann kriegt es der Chef vom Bauamt auf den Tisch und der verteilt das*



*an die Mitarbeiterin oder an dich, jetzt mal in der Rolle des Praktikanten. Dann kriegt es nochmal der Chef zu sehen und dann gibt's den Stempel. Damit könnte jede Kommune diesen Prozess neu für sich aufsetzen, wie sie grad Lust und Leute hat. Aber quasi diese Eingaben und Ausgaben sind identisch und ich würde einfach so ein Prozessmodellierungstool machen, was im Prinzip jeder halbwegs IT-Begabte zusammenschiebt. Sprich du hast eine gewisse Anzahl von Personen, denen du Qualifikationen zuordnest: Meinetwegen der darf jetzt Baugenehmigung, der nächste darf verkehrsrechtliche Anordnungen und der übernächste darf irgendwelche Sozialleistungen bearbeiten. Dann schiebst du diesen, anhand von diesen Fähigkeiten, die Prozesse mit einem Dokumentenmanagement [zu], kann sogar E-Mail-basiert sein, also dass die Person ihre Aufgabe z.B. als Ticket bekommt. So stell ich mir das eigentlich vor, also dass du quasi eine Komplettlösung hast, die aber am Ende [noch] individualisierbar ist. Also so eine Art Ticket-System wäre das dann."*

**I:** Was sind die größten Herausforderungen dabei?

**E1:** *"Also die größten Herausforderungen sehe ich tatsächlich erstmal im 'Wie kann ich mich als Bürger sicher authentifizieren?'. Und die zweite Herausforderung ist eigentlich, ich sag dazu eigentlich gerne Reaktanz, dass die Verwaltung eigentlich gar keinen Bock darauf hat. Als Beispiel, ich bin 64 Jahre alt und geh jetzt nächstes Jahr in Rente. Dann interessiert mich das Ganze gar nicht und ich mach das so, wie die letzten 20 Jahre. Warum soll ich [noch] irgendwas an meiner Arbeitsweise ändern? [...]"*

**I:** Wie wichtig ist die Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Verwaltung und Unternehmen bei der Implementierung von Blockchain-Technologie?

**E1:** *"Normalerweise ist es so, dass du als Verwaltung einen Servicevertrag mit einem IT-Dienstleister hast. Die installieren irgendwelche Tools für dich, sagen wir mal: Ich bin jetzt IT-Dienstleister und verkaufe dir dieses Dokumentenmanagementsystem (E-Akte) und da gibt es meinetwegen zehn gute Tools. So und da habe ich dann meine Lizenzgebühren, die ich zahle, und einen Wartungsvertrag. Jetzt gehst du da eben hin und sagst: Ich will jetzt aber Blockchain. Da sagen die dir, dass das Dokumentmanagementsystem nicht [für] Blockchain geeignet ist. Die Anpassung kostet dich eine Million Euro oder sowas und wir*

*brauchen 2 Jahre dafür. Das kriegst du als Kommune gar nicht durch, also du hast die Mittel gar nicht. Aus meiner Sicht muss so ein Tool von einem Bundesland gestellt werden. Die Wartungsverträge haben zusätzlich lange Kündigungsfristen, meinetwegen 5 Jahre. Also wenn du jetzt einen schlechten IT-Dienstleister hast und willst nächstes Jahr was ändern, kommst du da gar nicht raus aus dem Vertrag. [...]"*

### **Allgemeine Fragen zum Abschluss**

**I:** Können Sie über ein bereits bestehenden Use Case im öffentlichen Sektor berichten (z.B. von Digitale Identität)? Falls nicht: Kennen Sie Beispiele für den erfolgreichen Einsatz von Blockchain in der privaten Wirtschaft, die der öffentlichen Verwaltung als Vorbild dienen können?

**E1:** *"Als ein konkreter Use Case wäre jetzt zum Beispiel: Wir werden uns ab Mai im Freibad Mittweida, also auch kommunal, den Zugang auch per Handvenscans ermöglichen und das ist dann auch Blockchain-basiert hinterlegt. Also da kann ich quasi das Jahresticket auf der Hand hinterlegen; Ich kann Zugang zu Schließflächen erhalten, also halte ich meine Hand dran und brauche keinen Schlüssel und kann auch z.B. am Snackstand bezahlen, ohne dass ich [Bar-]Geld brauche. Das heißt ich schmeiß da einmal Geld auf so ein Blockchain-Konto drauf, meinetwegen schiebe ich in einen Automaten 20€ rein und kann dann halt damit bezahlen, also habe ich das auf der Cloud und es kann dadurch auch keiner mein Geld klauen, da man ja somit kein Geld mit reinnehmen muss. Das finde ich eigentlich einen sehr coolen Use-Case, den wir dort im Mai machen. Was auch noch angedacht war, war ein Projekt im Kindergarten. Du musst ja immer wissen, welche Kinder quasi da sind. Also sagen wir mal es kommt zum Feueralarm. Da musst du ja gucken, ob alle Kinder aus der Einrichtung raus sind, wenn es brennt. Und da hatten wir uns überlegt, dass wir vielleicht bei jeder Gruppe wie ein kleines Terminal machen, wo das Kind früh kurz die Hand ranhalten könnte und dann siehst du halt digital, wie viele in der Gruppe jetzt insgesamt sind, plus welche fehlen, und z.B. auch, wie viele insgesamt in der Einrichtung sind. [...]"*

*Also in der privaten Wirtschaft wird Blockchain tatsächlich schon als Zugangskontrolle genutzt, inklusive meinetwegen eben Zugang zum Banking. Das finde*

*ich eigentlich eine gute Sache. In der privaten Wirtschaft ist Blockchain ja z.B. auch für Bezahlungen akzeptiert. Das finde ich eigentlich auch eine gute Sache, weil du dadurch auch länderübergreifend z.B. auch Geld überweisen kannst. Ja, und das geht von der einen Sekunde auf die Andere und ohne Transaktionsgebühren. Was ich zu den „TradeLens“ gesagt hatte, also dass diese Transparenz in Lieferketten reinkommt, das ist so für mich eigentlich mit der beste private Use-Case. Die Lieferkette ist ja für mich in der öffentlichen Verwaltung, dass ich zum Beispiel den Status von Anträgen nachvollziehen kann: Also Antrag ist eingegangen, Antrag ist in Bearbeitung, zum Beispiel auch bei diesem Bearbeiter, dann voraussichtliche Bearbeitungsdauer, meinetwegen der Antrag ist jetzt Montag gekommen, Mittwoch kannst du wahrscheinlich sagen: ‘abgeschlossen’ und am Donnerstag kriegt dann der Antragsteller seine Info, also dass du die Schritte nachvollziehen kannst. Inklusive auch Hinweis, falls irgendwas, z.B. ein Nachweis, fehlt, was ja häufig passiert.”*

**I:** Wie denken Sie, wie wird sich die Rolle von Blockchain (in der öffentlichen Verwaltung) in den nächsten 5-10 Jahren entwickeln?

**E1:** *“Also ich sehe das Hauptpotential in Web3 als Basistechnologie. Also egal ob das jetzt für Finanztransaktion ist, also im Defi-Bereich mit dezentralen Finanzen und das ist schon sehr interessant [oder anderen Bereichen]. Und ein Punkt, den ich bisher nicht erwähnt habe, den ich aber als zweiten Hauptpunkt sehe, ist das Thema „Tokenisierung“. Das ist auch ein super spannendes Thema. Und für das Thema Tokenisierung benötigst du auch die öffentliche Verwaltung. Im Prinzip kannst du Blockchain-basiert jeglichen Vermögensgegenstand in Anteile zerlegen. Also sprich meinetwegen: Du hast jetzt ein Haus und hast z.B. kein Geld dieses energetisch zu sanieren, weil es einfach teuer ist und kriegst auch keinen Kredit. Dann könntest du sagen, du gehst zum Grundbuch und lässt öffentlich schätzen, wieviel dein Haus wert ist. Meinetwegen wird es auf 200.000€ geschätzt und du sagst dann, du tokenisierst 50% der Anteile. Bis 100.000€ kannst du in eine beliebige Anzahl zerlegen. Meinetwegen sagst du, du machst jetzt Blockchain-basiert 100 Scheiben je 1000€ daraus. Und diese [Anteile] stellst du jetzt im DeFi-Bereich einfach ein und sagst hier: Das stell ich jetzt als Anlage zur Verfügung und ihr könnt euch an meinem Haus beteiligen. Ich gebe euch meinetwegen 3% Zinsen und ihr habt noch die*

*Wertsteigerung von meinem Haus, dadurch dass ich ja das Geld in die energetische Sanierung investiere. Sprich, du kannst alles tokenisieren, was du möchtest und ich fände es da gut, wenn da auch die öffentliche Verwaltung beteiligt drinnen wäre, als ein Garantiegeber für dieses Vertrauen. Also dass du quasi wie ein Siegel dazu hast. Also der besitzt jetzt tatsächlich das Haus; der hat das Haus dann auch tatsächlich energetisch saniert. Ich könnte meinen Anteil dann auch wieder sofort verkaufen, wenn ich nach einem Jahr Lust hätte, z.B. für 1.200€ oder sowas. Also das Thema „Tokenisierung“ wird so dieses Top-Thema bei Blockchain werden. So und du brauchst aber trotzdem jemanden, der so ein Vertrauenssiegel liefert und da sehe ich eigentlich die öffentliche Verwaltung für dieses Vertrauenssiegel, also dass es kein Fake ist. [...]”*

## **Anhang 2: Interview mit Fabian Kirstein**

### ***Einstieg***

**I:** Bitte stellen Sie sich kurz vor!

**E2:** *“Genau ja, ich heiÙe Fabian Kirstein. Ich bin wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Fraunhofer Fokus im Geschäftsbereich „Digital Public Services“, der sich hauptsächlich mit der öffentlichen Verwaltung beschäftigt und mache das schon seit 10 Jahren. Ich selbst habe aber gar nicht so viel direkt mit der öffentlichen Verwaltung zu tun, sondern mache Projekte im „Datenmanagement“-Kontext. Da entwickeln wir Datenmanagement-Plattformen hauptsächlich für Open-Data. Ja die entwickeln wir, geben ihnen neue Features und vertreiben sie an Kunden und auch der öffentlichen Verwaltung. Dass ich aber direkt mit der öffentlichen Verwaltung sozusagen interagiere, ist relativ selten. Blockchain ist also ein Teilthema, was ich habe und was mittlerweile auch ein bisschen abgeflacht ist, da ich zu Beginn des Hypes um 2015-2017 mehr mit dem Thema zu tun gehabt habe.”*

**I:** Nutzen Sie bereits die Blockchain-Technologie in Ihrem Unternehmen/an der Hochschule und falls ja, wie?

**E2:** *“Also als Unternehmen nutzen wir die Blockchain-Technologie nicht, nein.”*

**I:** Wie beurteilen Sie den aktuellen Stand der Blockchain-Technologie im Vergleich zu anderen Technologien?

**E2:** *“Also im Vergleich zu anderen Technologien muss ich wirklich sagen, dass es die Technologie ist, die am wenigsten bisher überhaupt das einhalten konnte, was sie versprochen hatte. Ja, das ist glaube ich sehr bezeichnend. Andere Sachen, die natürlich aber auch schon länger da sind, wie z.B. die KI, konnte da mittlerweile ja schon eher klare Anwendungsfälle zeigen. Die Blockchain ist halt einfach noch in den Kinderschuhen.”*

**I:** Alles klar. Sehen Sie dann trotzdem persönliche Visionen und Ziele für die Zukunft von Blockchain?

**E2:** *“Also es gibt ja richtige Kritiker, die sagen, ok es gibt Bitcoin jetzt schon 13 Jahre und da ist nichts passiert. 13 Jahre sind aber auch in der IT nicht lang. Die Datenbank-Technologie gibt es seit Jahrzehnten und da kommt auch immer mal was Neues. Ich glaube, wir sind halt jetzt glaube ich gerade ein bisschen im Tief, zumindest was die reine Technologie der Blockchain angeht. Es kommt auch hier immer mal was Neues, aber ja. Ich denke trotzdem, es [der Hype] wird wieder mal kommen. Was vor Allem damit in Verbindung zu bringen ist, ist halt die Dezentralisierungen. Diese spielt auch an anderen Ecken eine große Rolle und dann wird es sicherlich irgendwann auch wieder noch wichtiger werden.”*

### **Fragen zu Blockchain in der öffentlichen Verwaltung**

**I:** Welche Erfahrungen haben Sie bereits mit Blockchain-Anwendungen in der öffentlichen Verwaltung gemacht und welche Ergebnisse konnten dabei erzielt werden? Wenn nicht, welche Gründe gibt es dafür?

**E2:** *“Also ich hatte direkt mit der öffentlichen Verwaltung noch kein Blockchain-Projekt. Das war eben auch wieder in der Hype-Phase so, dass Leute da Projekte gemacht haben und am Anfang da eben alles Mögliche probiert haben. Jetzt kristallisiert sich das ja eher hauptsächlich in diese Identity-Richtung. Also eigentlich die Projekte, die es noch gibt, die versuchen halt irgendwas mit diesen Identity Sachen, also Digital-Identities, zu machen. Ich kann jetzt also von keinen direkten Erfahrungen sprechen, sondern nur davon, was ich lese und mit wem gesprochen habe. Grundsätzlich gibt es eigentlich wenig Erfahrung. Es gibt ein paar Forschungsprojekte, wo man eben was ausprobiert hat und es gibt auch eine Absichtserklärungen, aber es gibt glaube ich niemanden, der jetzt konkret was damit macht. Außer dem Projekt vom BAMF (Bundesamt für Migration und Flüchtlinge), was immer wieder erwähnt wird. Wo sie in der Krise Daten prototypisch geteilt haben, ist mir witzigerweise nichts bekannt. Vielleicht habe ich auch was übersehen, aber nichts, was glaube ich relevant ist und man tatsächlich als Blockchain bezeichnen kann, außer eben den Forschungsprojekten. Ich selbst bin aktuell in einem Forschungsprojekt, auch im Thema Digital-Identity, was sich „Glass“ nennt. Da geht es um „Crossborder-Datasharing“, also du willst z.B. von Bautzen nach Lissabon umziehen und da willst du dann deine Daten mitnehmen. Der klassische Anwendungsfall wäre, wenn du z.B.*

*dein Unizeugnis mit nach Lissabon nehmen möchtest. In dem Projekt machen wir das auch mit so einer Wallet und haben da drei Projektpartner aus der öffentlichen Verwaltung, und zwar die Stadtverwaltung Istanbul, die Stadtverwaltung Athen und das Justizministerium in Portugal. Mit denen spielt man das eben mal so durch und da geht's eben auch um Blockchain, konkret Hyperledger-Fabric. Da wird aber auch gar nicht so viel drauf gespeichert, nur ein paar Hash-Werte und ein bisschen Nachverfolgung. Die Daten selbst werden in der Wallet gespeichert und die Blockchain ist somit nur ein Anker. Genau, das sind so meine Erfahrungen grad. Besonders am Anfang habe ich ein bisschen mit Digital-Identity und Ethereum Prototypen entwickelt."*

**I:** Was halten Sie von der Idee, Blockchain als Element für eine nachhaltige Digitalisierung in der öffentlichen Verwaltung einzusetzen?

**E2:** *"Also dieser ganze Umweltaspekt von der Blockchain, der gilt ja eigentlich auch nur wirklich für Bitcoin oder irgendwelche Proof-of-Work Riesen-Blockchains. Wenn man jetzt mal in die öffentliche Verwaltung guckt, würde man ja ein privates System nehmen. Also ich kenn keinen Anwendungsfall, indem man sagt, man nutzt jetzt Ethereum für irgendwelche öffentlichen Register oder so, sondern du würdest dein eigenes System aufbauen. Dieses muss dann auch nicht Proof-of-Work nutzen und ist dann entsprechend normal von Stromverbrauch, wie jedes verteilte Computersystem. Dann ist es so insofern vielleicht nachhaltig, dass man nicht so viel replizieren muss, also nicht so viele Systeme replizieren muss. Nehmen wir mal ein Melderegister oder solche Geschichten, da werden ja Daten von einer Person zu einer anderen und somit von einem Ort zum anderen getragen und harmonisiert werden. Das könnte man mit einer dezentralen Datenhaltung schon nachhaltiger gestalten, also der Nachhaltigkeitsgedanke ist jetzt nicht völlig absurd an diesem Punkt. Also warum nicht."*

**I:** Welche konkreten Anwendungsbereiche sehen Sie für die Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung?

**E2:** *"Ja, wieder die üblichen Bekannten. Ich sehe witzigerweise Digital-Identity nicht als Anwendungsbereich, also ich glaube Digital-Identity und diese Sachen spielen zwar eine Rolle in den öffentlichen Verwaltungen, aber braucht man nicht in Zusammenhang mit der Blockchain. Das ist zumindest so mein*

*Eindruck dazu. Vieles ist oft einfach nur draufgesetzt, obwohl man es eigentlich nicht braucht. Du kannst die digitale Identität mit ganz normalen jetzigen Zertifikat-Systemen gestalten und von mir aus auch Wallets. Du brauchst da keine Blockchain, also ich sehe da gar keinen Vorteil. Auch die e-ID oder der digitale Personalausweis gibt es ja und die funktionieren ohne Blockchain, also braucht man sie da nicht. Eher wirklich diese Register Harmonisierung, also ich habe Daten, die sind wegen unseres föderalen Systems irgendwie verteilt und ich kann mich auch nicht einigen, dass vielleicht ein Bundesland diese Aufgabe übernimmt, sondern alle wollen daran teilnehmen, alle wollen Hoheit darüber haben, also bau ich so ein dezentrales System. Die dezentrale Datenhaltung sehe ich somit als Hauptanwendungsfall. Was man sich noch denken kann, sind irgendwelche Krypto-Sachen, also Micro-Payments und solche Geschichten, aber das glaub ich alles nicht. Da gibt's ja immer diese Ideen, dass wenn ich z.B. zu schnell fahre, automatisch geblitzt werde und die Gebühr dann über meine digitale Wallet abgezogen wird. Das ist zwar alles nett, aber ich glaube das passiert nicht. Wir haben ganz andere Probleme in der Digitalisierung, also man muss meiner Meinung nach versuchen eher die Probleme zu lösen, die man wirklich lösen muss und nicht irgendwelche fiktiven Probleme, die man (eigentlich) gar nicht hat. In unseren Ausgaben „Mythos-Blockchain“ habe ich dazu auch reingeschrieben, dass es für mich nur sinnvoll ist, neue Anwendungsfälle mit der Blockchain umzusetzen als zu sagen: 'Wir machen jetzt mal etwas, was es schon gibt und bauen es mithilfe einer Blockchain um.'. Also z.B. gibt es einen neuen Anwendungsfall, den wir jetzt noch nicht kennen, und da sozusagen von vorne anfangen, als etwas rückwirkend zu ändern.”*

**I:** Inwieweit können Smart Contracts und digitale Identitäten (oder eines Ihrer Anwendungsbeispiele) mithilfe der Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung eingesetzt werden? Kurz: Welche Vorteile bieten sie?

**E2:** *“Also meiner Meinung nach könnten Smart Contracts durchaus ein gewisses Automatisierungspotential bieten und eine gewisse Nachverfolgbarkeit für Dinge, die man zwar auch anders bekommen könnte, aber die in dem Zusammenhang mit Smart Contracts eben schon mitkommt. Angenommen ich hab so ein Register jetzt dezentralisiert und dann möchte ich halt auch gleich tracken, wer hat darauf jetzt ein Grundbruch, sowie wer hat denn jetzt eingesehen oder*



*darf da jemanden einsehen. Dann kann ich ja theoretisch so einen Smart Contract gleich mit nutzen, aber da halt eher als: 'Ich habe es schon, also nutze ich es und fange nicht erst vom Smart Contract an.'."*

**I:** Welche Potenziale sehen Sie im Kontext der öffentlichen Verwaltung?

**E2:** *"Also zum Beispiel Korruptionsprävention wird im Zusammenhang mit der Blockchain auch immer genannt und auch die Transparenz, aber ich glaube, das sind Probleme, die wir jetzt nicht haben. Natürlich gibt es irgendwo bei uns auch irgendeine Korruption, aber ich glaub das Problem der öffentlichen Verwaltung in Deutschland ist es nicht, dass irgendjemand sagt: 'Wären wir nicht so korrupt, dann wäre alles gut.' Insofern ist es kein Nutzen davon, den man jetzt als Argument dafür mitnimmt. Wenn wir jetzt von der ganzen Welt reden, dann könnte es natürlich interessanter sein. Am Anfang wurde ja bei der Blockchain propagiert, dass es ein System ist, was ohne Vertrauen funktioniert, was ja am Ende aber Quatsch ist. Das Vertrauen muss in das System trotzdem reinkommen. Wenn ich in einem korrupten System bin und ich bring jemand Korrupten in mein Blockchain-System als Nutzenden, dann ist es auch egal, wie sicher die Blockchain ist, denn er ist ja trotzdem drin. Auch bei der Nachverfolgbarkeit brauch man am Ende keine Blockchain, also ich habe da nie den Nutzen gesehen. Im Zusammenhang zur Transparenz und Bürgernähe reden wir über eine offene Blockchain, aber das gibt es glaube ich nicht."*

*Ich glaube nicht, dass man anfängt, Verwaltungsdaten auf irgendeinem offenen System hin und her zu schieben. Das wird am Ende ein geschlossenes System sein, denn es [Blockchain] wird aus technischer Effizienz benutzt und nicht aus Offenheit. Ich selber komme ja wie gesagt aus dem Open-Data Bereich und das ist ganz schwer, da auch überhaupt Leute dazu zu kriegen, allein aus rechtlicher Sicht. Wie viele Behörden haben Angst irgendeine Daten zu öffnen, obwohl es sich um Open-Data handelt, weil sie es nicht wissen oder sich nicht trauen. Insofern sehe ich da auch nicht wirklich ein Potential, denn wie soll das funktionieren? Du sagst den Leuten, wir machen das jetzt öffentlich und dann sind wir erstmal 20 Jahre in der Diskussion, ob wir das überhaupt machen können. Das gleiche gilt für Wahlen. In dem „Mythos-Blockchain“ haben wir auch Wahlen als Beispiel drin und da haben wir auch gesagt, dass die Anwendung für wirkliche politische Wahlen in Deutschland (zumindest erstmal) nicht*

passieren wird. Da kann man auch immer wieder darüberschreiben, aber die Wahlen werden hier in den nächsten Jahren nicht als E-Wahlen umgesetzt. Das kann man mal vielleicht bei Volksabstimmungen oder irgendwelchen Vereinswahlen machen, um es überhaupt mal auszuprobieren, aber politische Wahlen mit Blockchain würden viele Probleme mit sich ziehen und die Technologie ist am Ende nicht so reif, als dass man das wirklich machen könnte. Zum einen muss ich es schaffen, dass die Leute dieser Technologie vertrauen und das wird schon mal nicht funktionieren, denn für viele wird die Software nicht als sicher und noch prototypisch angesehen, etc. Das Zweite ist allgemein die ganzen Nachteile von E-Wahlen. Du hast das große Problem: Wie sicherst du das System wieder so ab, dass die Leute nicht während der Wahl sehen, was denn das Ergebnis ist? Hochrechnungen werden ja immer erst 18:00 Uhr bekannt gegeben und wenn du es vorher machen würdest, würden die Leute sich ja beeinflussen lassen. Wenn man jetzt wirklich sagt, das ist eine öffentliche Blockchain, dann ist es sehr schwer, das so zu machen, dass nicht jeder sieht, was der andere schon gewählt hat. Also wäre hier eine technische Hürde mit verbunden, die man erstmal lösen müsste. Des Weiteren müsste man bei einer Online-Wahl sicherstellen, dass mich nicht jemand beeinflusst. Streng genommen gilt das auch für Briefwahlen, aber ich glaube bei E-Wahlen ist das nochmal ein sehr kniffliges Thema. Die technischen Barrieren darf man natürlich auch nicht vergessen: Wer kann denn überhaupt so eine E-Wahl bedienen? Damit schließt man ja beispielsweise schon dreißig Prozent der Bevölkerung aus. Oder du musst halt die klassische Wahl auch noch anbieten, aber da hast du ja gleich den Aufwand. Meiner Meinung nach muss man sich da technisch rantasten und es spielt erstmal keine Rolle. Also ich sehe tendenziell schon Potential, aber der einzige technische Vorteil der Blockchain gegenüber von zentralen Wahlen hat, ist ja die Manipulierbarkeit, da ich das System ja nicht an einer Stelle manipulieren kann. Jedoch glaube ich, dass wenn man gesellschaftlich elektronische Wahlen akzeptiert hat, kann dies auch durch ein zentrales System entsprechend gesichert werden. Die Manipulierbarkeit ist immer dieses fragliche Argument, denn du hast doch z.B. bei der Bank sicherlich auch keine Angst, dass jemand kommt und dein Geld klaut, obwohl die Bank zentral ist. Ich vertrau denen (trotz negativer Argumente gegen die Bank) immer noch mehr, mein Geld zu verwahren, als dass ich eine Hardware-Wallet habe, wo ich meine PIN

*merken muss und falls ich diese verliere, mein ganzes Geld weg ist. Ich kenn mich zwar wirklich in dem Gebiet aus, aber ich vertraue dann doch noch der Bank ein Stück mehr als mir selber.”*

**I:** Welche konkreten Maßnahmen können staatliche Institutionen ergreifen, um die Implementierung von Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung voranzutreiben?

**E2:** *“Naja, wenn staatliche Institutionen das wirklich wollen, dann kommt es eben zu den typischen Ausschreibungsprozessen. Also öffentliche Verwaltung XY, Behörde AB oder Ministerium CD möchte gerne eine Software haben und dann machen sie eben normalerweise eine Ausschreibung. In dieser stehen dann die gewünschten Dinge drin und wenn sie das jetzt wirklich wollen, dann müssen sie da eben reinschreiben, dass Sie dies gerne mal mit der Blockchain-Technologie gelöst haben wollen. Das ist eigentlich die einzige Möglichkeit, denn sie entscheiden das ja am Ende. Zumindest würde ich das so sehen. Beim Koalitionsvertrag gab es ja auch verschiedenste Absichtserklärungen zu dem Thema Blockchain, aber das wurde eben auch nicht vorangetrieben. Womöglich weil man halt natürlich sieht, dass man aktuell andere Probleme hat, die man eher lösen muss als sich jetzt solchen exotischen Technologien zuzuwenden. So und die größte Herausforderung ist halt, dass eben gerade kein politischer Wille da ist bzw. das politische Interesse fehlt.”*

**I:** Wie kann die Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Verwaltung und Unternehmen bei der Implementierung von Blockchain-Technologie gefördert werden?

**E2:** *“Ich glaube es wäre wichtig, auch wenn ich dazu kein belastbares Material habe, dass Unternehmen einfach ein bisschen offener sein müssen. Gerade zu dem, was geht und was eben nicht geht. Also einfach ein bisschen realistischer sein und vor allem ehrlich sein, was die Blockchain ist und was nicht. Es werden ja auch Dinge als Blockchain vermarktet, die eigentlich keine Blockchain sind. Also zusammenfassend einfach eine offenere Zusammenarbeit.”*

I: Welche Rolle spielen Regulierung und Gesetzgebung bei der Verwendung von Blockchain in der öffentlichen Verwaltung? Und welche Rolle spielt der Datenschutz bei der Verwendung von Blockchain in der öffentlichen Verwaltung?

**E2:** *“Gute Frage. Da ich es [die Blockchain] ja wirklich nur als einen Technologie-Baustein sehe, wie eine Datenbank, würde ich eigentlich sagen, dass eine Regulierung erstmal gar nicht so eine Rolle spielt. Es gibt wahrscheinlich Anwendungen oder Anwendungsbereiche aus öffentlichen Verwaltungen und Regierungen, die bestimmten Zertifizierungen vom BSI oder so unterliegen. Das ist aber auch eher eine unternehmerische Frage, inwieweit sie solche Zertifizierung sich holen. Gerade wegen dem Punkt Datenschutz habe ich zuvor auch bereits gesagt, dass man in dem Zusammenhang am besten bloß nichts mit Digital-Identity anfangen sollte, da man dann dieses Problem gar nicht erst hat. In jede Datenbank, in der ich was reintue, muss ich mich bezüglich des Datenschutzes Gedanken machen, ob ich die Sachen auch wieder rauskriege. Insoweit das jetzt Private als Rolle des Dienstleisters [für die Verwaltung] betreiben, spielt der Datenschutz natürlich eine wesentliche Rolle. Soweit ich weiß, ist das einfach eine ungeklärte technische Frage, also wie ich in einer Datenbank, in der ich eigentlich nichts rauslöschen kann, Daten hinzufügen kann, die potenziell gelöscht werden. Dies bringt wiederum eigentlich einen dazu, bloß keine personenbezogenen Daten hinzuzufügen.”*

### **Allgemeine Fragen zum Abschluss**

I: Können Sie über einen bereits bestehenden Use Case im öffentlichen Sektor berichten (z.B. von Digitale Identität)? Falls nicht: Kennen Sie Beispiele für den erfolgreichen Einsatz von Blockchain in der privaten Wirtschaft, die der öffentlichen Verwaltung als Vorbild dienen können?

**E2:** *“Ich suche auch immer nach dem erfolgreichen Einsatz in der Wirtschaft. Also ich würde behaupten, es gibt keinen bestehenden Use Case im öffentlichen Sektor, der jenseits von irgendeinem Forschungsprojekt oder einem Konzept funktioniert. Die Wirtschaft ist einfach sehr gut darin, Leuten irgendwelchen Kram in Verbindung (wie z.B. NFTs, Kryptowährungen und weitere Sachen, wo die Leute denken, sie werden damit reich) zu verkaufen. Ich glaube nicht, dass das irgendein Beispiel ist, was die öffentliche Verwaltung als Vorbild nehmen*

sollte, weil hier völlig andere Use Cases bestehen. Ja, was uns dann wieder zum Anfang bringt, also dass es ein sehr akademisches Thema ist, was noch in den Kinderschuhen steckt. Ich guck aber auch nicht mehr jede Woche nach, was es jetzt Neues in Verbindung mit der Blockchain gibt. Es kann also sein, dass ich jetzt irgendeinen Super-Durchbruch verpasst habe, aber ich bin mir eigentlich sicher, wie denn der aktuelle Stand ist. Selbst die Projekte aus der Wirtschaft, wie beispielsweise der Supply-Chain-Service TradeLens, welcher vom Unternehmen BMI sehr „gepusht“ wurde, wurde Ende des Jahres 2022 eingestellt, da sie nicht genügend Kunden gewinnen konnten. Also ja, leider kenne ich keinen bestehenden Use-Cases.

Eine wichtige Sache fällt mir noch ein, und zwar „EBSI“. EBSI ist, glaube ich, zumindestens noch für mich das vielversprechendste europäische Projekt. Die nutzen auch Hyperledger-Fabric und haben in ganz Europa Knoten davon. Ein Beispiel für ein solchen Knoten wäre die Bundesdruckerei in Berlin und darauf sollen solche Public Services, wie z.B. diese Zeugnis Use Cases, laufen. Dieses Projekt hat theoretisch Potential, wenn die EU es nicht fallen lässt und wenn genug Finanzierung existiert, dass es gegebenenfalls als Basisinfrastruktur für solche Public Services dienen könnte.”

I: Wie denken Sie, wie wird sich die Rolle von Blockchain (in der öffentlichen Verwaltung) in den nächsten 5-10 Jahren entwickeln?

E2: “Ich glaube Blockchain allgemein wird schon bleiben, vor allem das digitale Asset Management [Wertetransfer]. Ich hoffe, es wird ein bisschen seriöser und dreht sich nicht nur um kleine Bildchen [Anspielung an NFTs], sondern dass auch andere Anwendungsfälle auftauchen. Ich denke, dass es sich eher stabilisieren wird. Also dass klar wird, welche Dinge man mit der Blockchain tut und welche man nicht tut. Auch in Bezug mit Ethereum und Proof-of-Stake, wodurch man auch bisschen davon wegargumentieren kann, dass die Technologie jetzt so „doof“ für die Umwelt ist. Ich denke, in der Verwaltung wird in den nächsten fünf bis zehn Jahren nichts Großes passieren. Ich mein, ich mach das auch schon über 5 Jahre und da ist nichts passiert, also geh ich auch davon aus, dass in den nächsten Jahren nichts passieren wird. Hier und da mal ein Forschungsprojekt, aber mehr glaub ich nicht.

*Ich bin Informatiker und wenn ich eine Software entwickle, also für einen Kunden ein Produktivsystem gegen Geld. Dann versuch ich das ja mit der höchsten Effektivität zu gestalten, d.h. dann nehme ich eine Software, die von Industrie erprobt ist, die getestet ist, die dokumentiert ist, die also hundertprozentig funktioniert. Mit der ich sozusagen das Ziel am schnellsten und nachhaltigsten erreichen kann. So und das kann ich mit Blockchain gerade (noch) nicht. Ich kann damit nicht irgendeinen Anwendungsfall damit umsetzen, also zumindest effektiv und nachhaltig. Das funktioniert eben nicht, weil die Software einfach noch nicht reif genug ist. Zumindest würde ich das so behaupten.*

*ChatGPT ist da auch ein gutes Beispiel. Da könnte man jetzt sagen, dass es natürlich schon sehr reif [ist] und ja, die (KI-)Technologie ist viel reifer und länger in der Entwicklung als Blockchain, aber wir können das trotzdem noch nicht in der öffentlichen Verwaltung einsetzen. Dazu ist der Unsicherheitsfaktor viel zu groß, wenn ich jetzt irgendwie Verwaltungsdienstleistungen mit so einem Chatsystem anbiete oder z.B. irgendwelche Anträge davon bearbeiten lasse. Das hat ja so einen Unsicherheitsfaktor, also das würde ich ja niemals, zumindest noch nicht, praktisch so einsetzen. Genauso ist es auch mit der Blockchain. Es ist einfach zu wackelig. Jede normale Datenbank, die es schon seit 40 Jahren gibt, ist einfach 30 mal schneller in der Umsetzung. Also kommen wir wieder dazu, dass die technische Hürde einfach zu groß ist.”*

### **Anhang 3: Interview mit Ullrich Prax**

#### ***Einstieg***

I: Bitte stellen Sie sich kurz vor!

**E3:** *“Prax, Ullrich, Referent am ZT”*

I: Nutzen Sie bereits die Blockchain-Technologie an der Hochschule und falls ja, wie?

**E3:** *“Nein”*

I: Wie beurteilen Sie den aktuellen Stand der Blockchain-Technologie im Vergleich zu anderen Technologien?

**E3:** *“Vielversprechendes Potential, gerade beim Schaffen von Vertrauen in digitale Prozesse, jedoch Akzeptanzschwierigkeiten in der breiten Masse.”*

#### ***Fragen zu Blockchain in der öffentlichen Verwaltung***

I: Welche Erfahrungen haben Sie bereits mit Blockchain-Anwendungen in der öffentlichen Verwaltung gemacht, und welche Ergebnisse konnten dabei erzielt werden? Wenn nicht, welche Gründe gibt es dafür?

**E3:** *“Außer in der Lehre habe ich noch keine konkreten Erfahrungen gemacht. Ich denke, dafür ist die Technologie zu neu. Vereinzelt sind wohl Lösegeldforderungen über digitale Währungen (Blockchain) bei Erpressungsversuchen mittels Verschlüsselungstrojanern aufgetreten, ohne dass ich jetzt konkrete Beispiele hätte.”*

I: Was halten Sie von der Idee, Blockchain als Element für eine nachhaltige Digitalisierung in der öffentlichen Verwaltung einzusetzen? / Welche konkreten Anwendungsbereiche sehen Sie für die Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung?

**E3:** *“Anwendungsfelder gibt es aus meiner Sicht einige: Wahlen, Eigentumsnachweise bzw. öffentliche Register wie Grundbuch, Beweissicherungen in*

*gerichtlichen Verfahren oder sogar grundlegend in behördlichen Akten (Wann lag Wem Welche Information vor) etc., ggf. auch digitale Identitäten.”*

**I:** Inwieweit können Smart Contracts und digitale Identitäten (oder eines Ihrer Anwendungsbeispiele) mithilfe der Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung eingesetzt werden? Kurz: Welche Vorteile bieten sie?

**E3:** *“Durch die Technologie können sehr gut scheinbar konfligierende Ziele bei öffentlichen Aufgaben gemeinsam realisiert werden: Öffentlichkeit bzw. Transparenz und Unverfälschbarkeit bzw. Vertrauen in die Echtheit bzw. Nichtbestreitbarkeit der dargestellten Informationen sind ohne entsprechende Absicherung schwer vereinbar, Blockchain könnte diese Hürde nehmen.”*

**I:** Welche Potenziale sehen Sie im Kontext der öffentlichen Verwaltung? (z.B. im Hinblick auf Effizienz; Vertrauen, Transparenz und Bürgernähe; Nachhaltigkeit und Umweltschutz; Datensicherheit; Korruptionsprävention; Zugang zu öffentlichen Dienstleistungen; Verwaltung und Überwachung von öffentlichen Wahlen; bürokratische Prozesse)

**E3:** *“Sie machen hier ein sehr weites Feld auf! Im Grunde genommen haben wir durch die Art und Verlässlichkeit unseres öD in Dt. nicht die Probleme mit Vertrauen in den Staat, wie andere Länder. Damit besteht zunächst ein hohes Vertrauen in die amtlichen Daten und Register. Diese sind etabliert und verlässlich. Daher ist der Druck, diese durch Alternativen zu ersetzen auch gesellschaftlich eher gering. Zumal die Umstellung einigen Aufwand (auch Überzeugungsaufwand bei der Bevölkerung) verursacht, der Nutzen dagegen eher „nebulös“ beschreibbar wäre. Auch der große Vorteil solcher Lösungen (Öffentlichkeit/Fälschungssicher) wäre derzeit gegenüber der jetzigen Verfahrensweise eher gering. Bei vielen Anwendungsbeispielen gibt es schon objektive Verbesserungen, insbesondere effizientere Abläufe. Allerdings „nur“ bei meist 100% Wechsel auf Blockchain. Dies ist jedoch weder realistisch (meist Multi-Format-Wege), noch der gesamten Bevölkerung vermittelbar.*

*Es ist aus meiner Sicht daher eher sinnvoll, bei internen Prozessen bzw. bei Beteiligung von „Professionals“ mit Blockchain Prozesse zu optimieren, bis die Technik in der breiten Bevölkerung auch über den Anwendungsfall digitale Währung akzeptiert ist. Beweissicherungsverfahren in Gerichtsverfahren,*



*interne Ablagestrukturen usw. könnte ich mir hier vorstellen. Aber noch einmal: Das hohe Vertrauen in deutsche Behörden lässt den Vorteil von BC-Technologie zumindest derzeit gering ausfallen - während die sonstigen Vorteile eher im Bereich der grundlegenden Digitalisierung von Verwaltungsabläufen zu finden sind."*

**I:** Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit Blockchain erfolgreich in der öffentlichen Verwaltung eingesetzt werden kann?

**E3:** *"Breite Akzeptanz in der Bevölkerung über digitale Währungen hinaus."*

**I:** Welche konkreten Maßnahmen können staatliche Institutionen ergreifen, um die Implementierung von Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung voranzutreiben? Was sind die größten Herausforderungen dabei?

**E3:** *"Siehe Frage zuvor!"*

**I:** Wie wichtig ist die Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Verwaltung und Unternehmen bei der Implementierung von Blockchain-Technologie?

**E3:** *"Kommt auf das konkrete Projekt an. Im Sinne des Softwareeinsatzes ist es aber wichtig Technologiepartner aus der Wirtschaft zu haben. Die öffentliche Verwaltung kann das nicht allein! Genaugenommen sollte sie es auch nicht allein tun - vgl. Transparenz und Vertrauen in die Technik."*

**I:** Welche Rolle spielen Regulierung und Gesetzgebung bei der Verwendung von Blockchain in der öffentlichen Verwaltung?

Wie können die Potenziale von Blockchain in der öffentlichen Verwaltung mit Datenschutzerfordernungen und der DSGVO in Einklang gebracht werden?  
ODER Welche Rolle spielt der Datenschutz bei der Verwendung von Blockchain in der öffentlichen Verwaltung?

**E3:** *"Ihre Frage ist relativ leicht bei Kenntnis der Umsetzung von Blockchain für digitale Währungen zu beantworten! Blockchain ist eine Technologie und wird die Rolle des Datenschutzes nicht verändern, schon gar nicht aushebeln. Das eine ist eine rechtliche Norm für Verwaltungshandeln, das andere eine Technologie als Umsetzung-Option. Insofern spielt Datenschutz die gleiche Rolle wie*

*bei anderen Technologien auch: Er gewährleistet das informationelle Selbstbestimmungsrecht!”*

**I:** Welche sonstigen rechtlichen Herausforderungen sind zu beachten?

**E3:** *“Vorrang und Vorbehalt des Gesetzes!”*

### **Allgemeine Fragen zum Abschluss**

**I:** Können Sie über ein bereits bestehenden Use Case im öffentlichen Sektor berichten (z.B. von Digitale Identität)? Falls nicht: Kennen Sie Beispiele für den erfolgreichen Einsatz von Blockchain in der privaten Wirtschaft, die der öffentlichen Verwaltung als Vorbild dienen können?

**E3:** *“Konkrete Anwendungsfälle sind mir nicht bekannt. Ich habe von der Idee zum Führen von Grundbüchern über Blockchain in afrikanischen Ländern mal etwas gehört, aber nicht weiterverfolgt. Hintergrund war die hohe Korruption in staatlichen Institutionen.”*

**I:** Wie denken Sie, wie wird sich die Rolle von Blockchain (in der öffentlichen Verwaltung) in den nächsten 5-10 Jahren entwickeln?

**E3:** *“Ich denke in Deutschland wird es sicher einige Muster-Projekte geben, um die Möglichkeiten der Technik zu untermauern. Gesellschaftliche Akzeptanz erwarte ich jedoch nur bei technisch Interessierten. Die Technik dürfte jedoch in Ländern mit weniger Vertrauen in die öV schneller realisiert werden und praktische Umsetzungsbeispiele finden.”*

## Literaturverzeichnis

**Drescher**, Daniel (Hrsg.): *Blockchain Grundlagen: Eine Einführung in die elementaren Konzepte in 25 Schritten*. Frechen, MITP-Verlag, 2017.

**Fertig**, Tobias; **Schütz**, Andreas (Hrsg.): *Blockchain für Entwickler: Grundlagen, Programmierung, Anwendung*. Bonn, Rheinwerk-Verlag, 2019.

**Giese**, Philipp; **Preuss**, Mark; **Kops**, Maximilian; **Wagenknecht**, Sven; **De Boer**, Danny (Hrsg.): *Die Blockchain Bibel*. Kleve, BTC-Echo, 2016.

**Heuermann**, Roland; **Tomenendal**, Matthias; **Bressemer**, Christian (Hrsg.): *Digitalisierung in Bund, Ländern und Gemeinden: IT-Organisation, Management und Empfehlungen*. Bonn, Springer-Verlag, 2017.

## Onlinequellen:

**Aachener Stiftung Kathy Beys:** *Integratives Nachhaltigkeitsmodell*. Stand: November 2015, verfügbar unter: [https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1\\_3\\_c\\_integratives\\_nachhaltigkeitsmodell\\_1541.htm](https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1_3_c_integratives_nachhaltigkeitsmodell_1541.htm) [letzter Zugriff am: 25.03.2023]

**Amazon Web Services:** *Was ist die Blockchain-Technologie?* o.D., verfügbar unter: <https://aws.amazon.com/de/what-is/blockchain/> [letzter Zugriff am 18.02.2023]

**Bendel, Oliver (Hrsg.):** *Cyberphysische Systeme*. Stand: Juli 2021, verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/cyberphysische-systeme-54077> [letzter Zugriff am: 19.02.2023]

**Berlin Institut für Partizipation:** *E-Voting in Deutschland*. Stand: Januar 2023, verfügbar unter: <https://www.bipar.de/e-voting-in-deutschland/> [letzter Zugriff am: 25.03.2023]

**Bitcoin2Go,** *Proof-of-Authority*, Stand: Dezember 2022, verfügbar unter: <https://bitcoin-2go.de/wiki/proof-of-authority-poa/> [letzter Zugriff am 22.02.2023]

**Bitcoin2Go,** *Was ist Proof of Work (PoW)? - Definition und Grundlagen*, Stand: Dezember 2022, verfügbar unter: <https://bitcoin-2go.de/was-ist-proof-of-work/> [letzter Zugriff am 22.02.2023]

**Bitkom (Hrsg.):** *Digital Office Index: Eine Untersuchung zum Stand der Digitalisierung in deutschen Unternehmen*. Stand: Mai 2016, verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/sites/main/files/file/import/2016-05-31-Bitkom-Digital-Office-Index-Studienbericht.pdf> [letzter Zugriff am: 17.02.2023]

**Bitpanda:** *Konsens-Algorithmen: Proof of Stake*. o.D., verfügbar unter: <https://www.bitpanda.com/academy/de/lektionen/konsens-algorithmen-proof-of-stake/> [letzter Zugriff am 20.02.2023]

**Bitpanda:** *Konsens-Algorithmen: Proof of Work*. o.D., verfügbar unter: <https://www.bitpanda.com/academy/de/lektionen/konsens-algorithmen-proof-of-work/> [letzter Zugriff am 20.02.2023]

**Blockchain-Nachhaltigkeit:** *Die Herausforderungen*. o.D., verfügbar unter: <https://www.blockchain-nachhaltig.de/herausforderung/> [letzter Zugriff am: 23.03.2023]

**Blockchainwelt:** *Konsortiale Blockchains 2021 im Fokus*. Stand: Juni 2022, verfügbar unter: <https://blockchainwelt.de/konsortiale-blockchains/> [letzter Zugriff am 18.02.2023]

**Blockchainwelt:** *Proof-of-Authority – Eine Alternative zum Proof-of-Stake?*. Stand: November 2022, verfügbar unter: <https://blockchainwelt.de/proof-of-authority-poa/> [letzter Zugriff am 22.02.2023]

**Blockchainwelt:** *RippleNet Netzwerk von Ripple – Erklärung, News und Übersicht.* Stand: Januar 2023, verfügbar unter: <https://blockchainwelt.de/rippenet-netzwerk-ripple/> [letzter Zugriff am 20.02.2023]

**Börse Stuttgart Digital Exchange:** *Symmetrische vs. asymmetrische Verschlüsselung.* Stand: November 2022, verfügbar unter: <https://academy.bsdex.de/symmetrische-vs-asymmetrische-verschluesselung> [letzter Zugriff am 06.03.2023]

**Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)** (Hrsg.): *Kryptografie.* o.D., verfügbar unter: <https://www.bsi.bund.de/dok/Kryptografie> [letzter Zugriff am 05.03.2023]

**Bundesministerium für Bildung und Forschung** (Hrsg.): *Natürlich. Digital. Nachhaltig. Ein Aktionsplan des BMBF.* Stand: Dezember 2019, verfügbar unter: [https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/31567\\_Aktionsplan\\_Natuerlich\\_Digital\\_Nachhaltig.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/31567_Aktionsplan_Natuerlich_Digital_Nachhaltig.pdf?__blob=publicationFile&v=3) [letzter Zugriff am: 24.03.2023]

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV):** *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie.* o.D., verfügbar unter: <https://www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltigkeit/strategie-und-umsetzung/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie> [letzter Zugriff am: 23.03.2023]

**Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur** (Hrsg.): *Chancen und Herausforderungen von DLT (Blockchain) in Mobilität und Logistik.* Stand: Mai 2019, verfügbar unter: <https://www.fim-rc.de/Paperbibliothek/Veroeffentlicht/1106/wi-1106.pdf> [letzter Zugriff am 15.03.2023]

**Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)** (Hrsg.): *Blockchain-Strategie der Bundesregierung.* 2019, verfügbar unter: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-strategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=8) [letzter Zugriff am 27.03.2023]

**Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)** (Hrsg.): *Nachhaltigkeit im Kontext der Blockchain-Technologie.* 2022, verfügbar unter: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-nachhaltigkeit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-nachhaltigkeit.pdf?__blob=publicationFile&v=4) [letzter Zugriff am 27.03.2023]

**Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung:** *Nachhaltigkeit (nachhaltige Entwicklung).* o.D., verfügbar unter: <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/nachhaltigkeit-nachhaltige-entwicklung-14700> [letzter Zugriff am: 21.03.2023]

**Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung:** *Lexikon: Agenda 21.* o.D., verfügbar unter: <https://www.bmz.de/de/service/lexikon#lexicon=13996> [letzter Zugriff am: 22.03.2023]

**Bundesnetzagentur** (Hrsg.): *Die Blockchain-Technologie: Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen.* Stand Juli 2021, verfügbar unter: [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Digitalisierung/Technologien/Blockchain/Links\\_Dokumente/einfuehrung\\_bc.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=12](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Digitalisierung/Technologien/Blockchain/Links_Dokumente/einfuehrung_bc.pdf?__blob=publicationFile&v=12) [letzter Zugriff am 25.03.2023]

**Bundesnetzagentur:** *Blockchain-Technologie in der öffentlichen Verwaltung.* o.D., verfügbar unter: [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Digitalisierung/Technologien/Blockchain/BC\\_oeffentlicheVerwaltung/start.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Digitalisierung/Technologien/Blockchain/BC_oeffentlicheVerwaltung/start.html) [letzter Zugriff am: 22.03.2023]

**Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW)** (Hrsg.): *Blockchain in der Energiewirtschaft – Potenziale für Energieversorger.* Stand: Oktober 2017, verfügbar unter: [https://www.bdew.de/media/documents/BDEW\\_Blockchain\\_Energiewirtschaft\\_10\\_2017.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Blockchain_Energiewirtschaft_10_2017.pdf) [letzter Zugriff am 04.03.2023]

**Bundesverwaltungsamt:** *Abrechnung von Bundestags- und Europawahlkosten.* Stand März 2018, verfügbar unter: [https://www.bva.bund.de/DE/Das-BVA/Aufgaben/W/Wahlkostenerstattung/wahlkostenerstattung\\_node.html](https://www.bva.bund.de/DE/Das-BVA/Aufgaben/W/Wahlkostenerstattung/wahlkostenerstattung_node.html) [letzter Zugriff am 26.03.2023]

**Cointelegraph:** *Was ist Ripple? Alles, was Sie wissen müssen.* Stand: Juli 2021, verfügbar unter: <https://de.cointelegraph.com/ripple-101/what-is-ripple> [letzter Zugriff am 15.02.2023]

**Cryptopolitan:** *Symmetrische vs. asymmetrische Verschlüsselung.* Stand: Februar 2023, verfügbar unter: <https://www.cryptopolitan.com/de/symmetrische-vs.-asymmetrische-verschlüsselung/> [letzter Zugriff am 06.03.2023]

**Deutsche Energie-Agentur (dena)** (Hrsg.): *Blockchain in der integrierten Energiewende.* Stand Februar 2019, verfügbar unter: [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena-Studie\\_Blockchain\\_Integrierte\\_Energiewende\\_DE4.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/dena-Studie_Blockchain_Integrierte_Energiewende_DE4.pdf) [letzter Zugriff am 03.03.2023]

**DiConnex:** *Die industrielle Revolution – von Industrie 1.0 bis Industrie 4.0.* Stand: Oktober 2021, verfügbar unter: <https://diconnex.com/blog/2020/06/23/die-industrielle-revolution/> [letzter Zugriff am: 17.02.2023]

**Die Bundesregierung:** *Agenda 2030: Unsere Nachhaltigkeitsziele.* o.D., verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-erklaert-232174> [letzter Zugriff am: 24.03.2023]

**Die Bundeswahlleiterin:** *Barrierefreies Wählen.* o.D., verfügbar unter: <https://www.bundeswahlleiter.de/bundestagswahlen/2021/informationen-waehler/barrierefreies-waehlen.html> [letzter Zugriff am 26.03.2023]

**Etscheid,** Jan (Hrsg.): *Automatisierungspotenziale in der Verwaltung.* Stand: 2018, verfügbar unter: [https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/57538/ssoar-2018-etscheid-Automatisierungspotenziale\\_in\\_der\\_Verwaltung.pdf?sequence=1](https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/57538/ssoar-2018-etscheid-Automatisierungspotenziale_in_der_Verwaltung.pdf?sequence=1) [letzter Zugriff am: 16.03.2023]

**Exporo:** *Transaktionskosten.* o.D., verfügbar unter: <https://exporo.de/wiki/transaktionskosten/> [letzter Zugriff am: 22.03.2023]

**Fraunhofer FOKUS** (Hrsg.): *Blockchain: Technologien, Forschungsfragen und Anwendungen.* Stand: März 2017, verfügbar unter: [https://www.aisec.fraunhofer.de/content/dam/aisec/Dokumente/Publikationen/Studien\\_TechReports/deutsch/FhG-Positionspapier-Blockchain.pdf](https://www.aisec.fraunhofer.de/content/dam/aisec/Dokumente/Publikationen/Studien_TechReports/deutsch/FhG-Positionspapier-Blockchain.pdf) [letzter Zugriff am 21.03.2023]

**Gartner:** *Hype Cycle for Blockchain and Web3, 2022.* Stand: Juli 2022, verfügbar unter: <https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2022/07/22/gartner-hype-cycle-for-blockchain-and-web3-2022/> [letzter Zugriff am 20.03.2023]

**Institut für den öffentlichen Sektor** (Hrsg.): *Nicht beim Onlinezugang stehen bleiben – Potenziale der Automatisierung nutzen.* Stand: 2018, verfügbar unter: [https://publicgovernance.de/media/Policy\\_Paper\\_Automatisierung.pdf](https://publicgovernance.de/media/Policy_Paper_Automatisierung.pdf) [letzter Zugriff am: 15.03.2023]

**Investopia:** *Distributed Ledger Technology (DLT): Definition and How It Works.* Stand März 2023, verfügbar unter: <https://www.investopedia.com/terms/d/distributed-ledger-technology-dlt.asp> [letzter Zugriff am 03.03.2023]

**Ionos:** *Was ist Peer-to-Peer?* Stand: November 2022, verfügbar unter: <https://www.ionos.de/digitalguide/server/knowhow/was-ist-peer-to-peer/> [letzter Zugriff am 14.03.2023]

**Kichler,** Gustav (Hrsg.): *Dimensionen nachhaltigen Handelns im Unternehmenskontext.* Stand: März 2018, verfügbar unter: [https://www.consenzum.de/wp-content/uploads/2018/03/GK\\_Dimensionen-nachhaltigen-Handelns\\_Ma%CC%88rz-2018.pdf](https://www.consenzum.de/wp-content/uploads/2018/03/GK_Dimensionen-nachhaltigen-Handelns_Ma%CC%88rz-2018.pdf) [letzter Zugriff am: 25.03.2023]

**Kompetenzzentrum Öffentliche IT** (Hrsg.): *Mythos Blockchain: Herausforderung für den öffentlichen Sektor.* Stand: April 2017, verfügbar unter: <https://www.oeffentliche-it.de/documents/10181/14412/Mythos%20Blockchain%20-%20Herausforderung%20f%C3%BCr%20den%20C3%96ffentlichen%20Sektor> [letzter Zugriff am 26.03.2023]

**Kompetenzzentrum Öffentliche IT** (Hrsg.): *Mythos Blockchain: Zwischen Hoffnung und Realität*. Stand: Oktober 2021, verfügbar unter: <https://www.oeffentliche-it.de/documents/10181/14412/Mythos+Blockchain+-+Zwischen+Hoffnung+und+Realit%C3%A4t> [letzter Zugriff am 26.03.2023]

**Luber, Stefan; Litzel, Nico** (Hrsg.): *Was ist Digitalisierung?* Stand: Januar 2019, verfügbar unter: <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-digitalisierung-a-626489/> [letzter Zugriff am: 16.02.2023]

**Martens, Jens; Obenland, Wolfgang** (Hrsg.): *Die Agenda 2030. Globale Zukunftsziele für nachhaltige Entwicklung*. Stand: November 2017, verfügbar unter: [https://www.globalpolicy.org/sites/default/files/Agenda\\_2030\\_online.pdf](https://www.globalpolicy.org/sites/default/files/Agenda_2030_online.pdf) [letzter Zugriff am: 23.03.2023]

**McKinsey&Company** (Hrsg.): *Automatisierung im öffentlichen Sektor*. Stand: Oktober 2018, verfügbar unter: <https://www.mckinsey.de/~media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/publikationen/automatisierung%20im%20oeffentlichen%20sektor/automatisierung%20im%20oeffentlichen%20sektor.pdf> [letzter Zugriff am: 16.03.2023]

**Metzger, Jochen** (Hrsg.): *Definition: Distributed Ledger Technologie (DLT)*. Stand: Februar 2018, verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/distributed-ledger-technologie-dlt-54410> [letzter Zugriff am 14.03.2023]

**Naturschutzverband**: *Deutschland, Papierherstellung belastet Umwelt und Natur*. o.D., verfügbar unter: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/ressourcenschonung/papier/30384.html> [letzter Zugriff am 26.03.2023]

**Phemex**: *Was ist Blockchain-Kryptographie: Das Rückgrat der Blockchain-Sicherheit*. Stand: November 2022, verfügbar unter: <https://phemex.com/de/academy/was-ist-blockchain-kryptographie-das-ruckgrat-der-blockchain-sicherheit> [letzter Zugriff am 6.03.2023]

**Prof. Norbert Pohlmann** (Hrsg.): *Blockchain Technologie*. Stand: Februar 2023, verfügbar unter: <https://norbert-pohlmann.com/glossar-cyber-sicherheit/blockchain-technologie-3/#Konsensfindungsverfahren - Blockchain Technologie> [letzter Zugriff am 20.02.2023]

**Prof. Norbert Pohlmann** (Hrsg.): *Konsensfindungsverfahren bei der Blockchain*. Stand: Februar 2023, verfügbar unter: <https://norbert-pohlmann.com/glossar-cyber-sicherheit/konsensfindungsverfahren-bei-der-blockchain/> [letzter Zugriff am 20.02.2023]

**Redaktionsnetzwerk Deutschland**: *Warum gibt es E-Voting in Estland – und in Deutschland nicht?* Stand: März 2023, verfügbar unter: <https://www.rnd.de/politik/e->



[voting-bei-wahl-in-estland-was-sind-die-vor-und-nachteile-der-digitalen-stimmabgabe-QAKCPNU5MZA77GNU7FH55QSQBU.html](https://www.regisafe.de/medienbruchfreies-arbeiten/) [letzter Zugriff am: 26.03.2023]

**Regisafe:** *Die digitale Verwaltung – medienbruchfreies Arbeiten.* o.D., verfügbar unter: <https://www.regisafe.de/medienbruchfreies-arbeiten/> [letzter Zugriff am: 19.02.2023]

**Röcker, Daniela** (Hrsg.): *Die Entdeckung der Nachhaltigkeit.* Stand: September 2019, verfügbar unter: <https://t2informatik.de/blog/die-entdeckung-der-nachhaltigkeit> [letzter Zugriff am: 25.03.2023]

**Sasdi, Michael** (Hrsg.): *Welche Blockchain für welchen Einsatz?.* Stand: Juni 2022, verfügbar unter: <https://www.computerwoche.de/a/welche-blockchain-fuer-welchen-einsatz,3550228> [letzter Zugriff am 15.02.2023]

**Umweltbundesamt:** *Erdüberlastungstag: Ressourcen für 2022 verbraucht.* Stand: Juli 2022, verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/erdueberlastungstag-ressourcen-fuer-2022-verbraucht> [letzter Zugriff am: 21.03.2023]

**Umweltmission:** *Was ist Nachhaltigkeit? Definition und Bedeutung.* o.D., verfügbar unter: <https://umweltmission.de/wissen/nachhaltigkeit/> [letzter Zugriff am: 22.03.2023]

**Weber, Susanne Theresia; Wernitz, Frank** (Hrsg.): *Die Inhaltsanalyse nach Mayring als Auswertungsmethode für wissenschaftliche Interviews.* 2021, Erfurt, verfügbar unter: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/235486/1/1761173804.pdf> [letzter Zugriff am 28.03.2023]

**Wortwuchs:** *Morsealphabet.* o.D., verfügbar unter: <https://wortwuchs.net/morsealphabet/> [letzter Zugriff am: 16.02.2023]

**Zentec:** *Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit als Erfolgsfaktor.* Stand: Januar 2022, verfügbar unter: <https://www.zukunftsmagazin.de/fr%C3%BChere-ausgaben/ausgabe-1-2020/drei-dimensionen-der-nachhaltigkeit/> [letzter Zugriff am: 25.03.2023]

## Rechtsquellenverzeichnis

**Datenschutz-Grundverordnung** (Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG). Verordnung Nr. 2016/679 des Europäischen Parlaments und Rates vom 27. April 2016 (Amtsblatt L 119 vom 04. Mai 2016, S. 1, ber. Amtsblatt L 314 vom 22. November 2016, S. 72, Amtsblatt L 127 vom 23. Mai 2018, S. 2); in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Mai 2018.

## **Eidesstattliche Versicherung**

Ich versichere hiermit an Eides Statt, dass ich die vorgelegte Bachelorarbeit selbständig verfasst, nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus anderen Quellen übernommen wurden, als solche kenntlich gemacht habe und die Bachelorarbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorlegt wurde.

Die gedruckte und digitalisierte Version der Bachelorarbeit sind identisch.

Meißen, Datum

Unterschrift